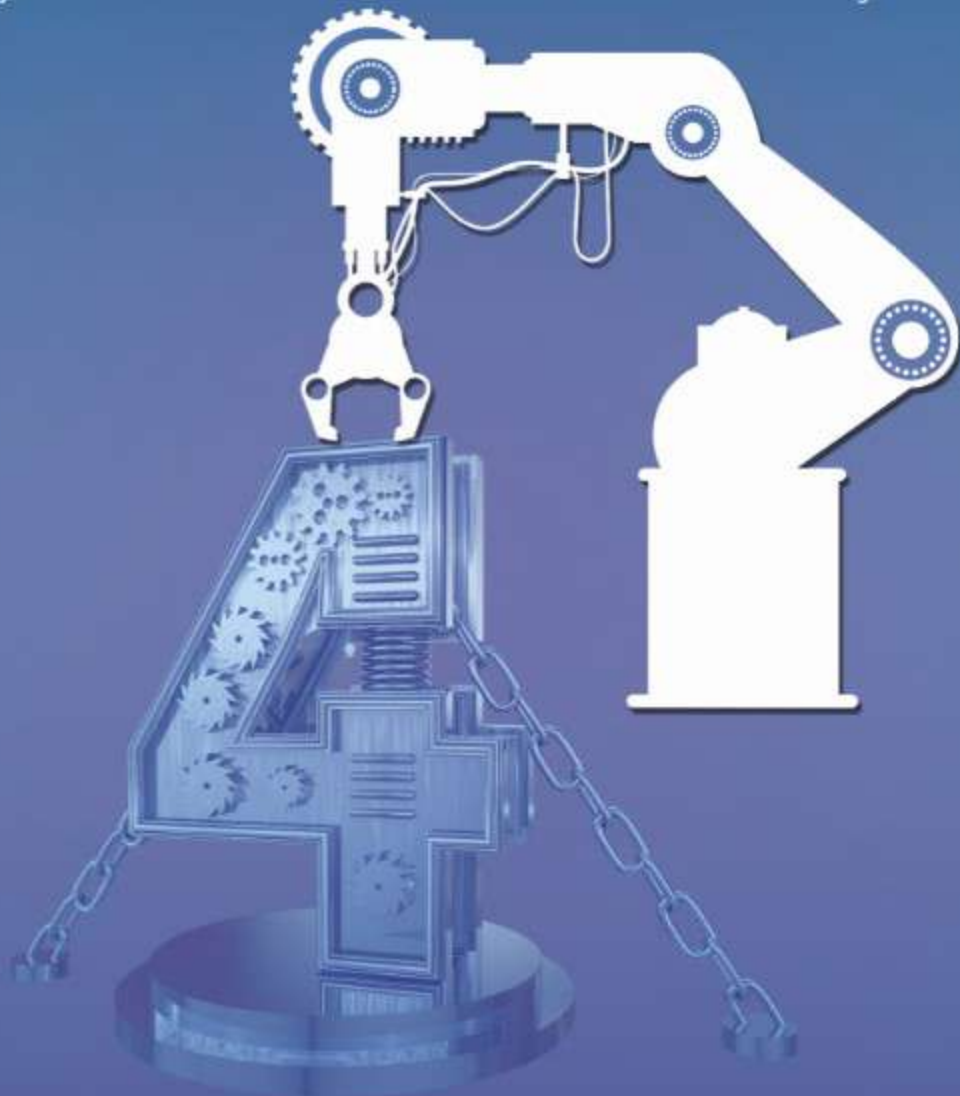


ENDÜSTRİ 4.0 PARADİGMASI

İŞLETME FONKSİYONLARININ DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜ



Editörler

Dr. Fatih Ferhat Çetinkaya

Dr. Emine Şener

**ENDÜSTRİ 4.0 PARADİGMASI:
İŞLETME FONKSİYONLARININ
DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜ**

EDİTÖRLER

Dr. Fatih Ferhat ÇETİNKAYA

Dr. Emine ŞENER

EFEKADEMI

Endüstri 4.0 Paradigması: İşletme Fonksiyonlarının Dijital Dönüşümü

Editör: Fatih Ferhat ÇETİNKAYA

ORCID (0000-0003-2263-0479)

Editör: Emine ŞENER

ORCID (0000-0002-8903-1684)

E-ISBN: 978-625-7729-53-6

ISBN: 978-625-7729-52-9

1. Baskı: Aralık 2020

Bu eserin; yayın, satış ve kopyalama hakları EFE AKADEMİ'ye aittir.

KÜTÜPHANE KARTI

Endüstri 4.0 Paradigması: İşletme Fonksiyonlarının Dijital Dönüşümü
ÇETİNKAYA, Fatih Ferhat - ŞENER, Emine

1. Basım, 338 s., 135 x 210 mm. Kaynakça var, Dizin yok.

Anahtar kelimeler:

1. Endüstri 4.0,
2. Dijital Çağ,
3. İşletme Yönetimi,
4. İşletme Fonksiyonları,
5. Akıllı İşletme.

Dizgi: İsa Burak GÜNGÖR (iburakgungor@gmail.com)

Kapak Tasarım: Duygu DÜNDAR (dundar.duygu@gmail.com)

Sertifika No: 43370

Matbaa Sertifika No: 43370

Efe Akademi Yayınevi

Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsü Esenler / İSTANBUL

0212 482 22 00

www.efekademi.com

Matbaa Adres:

Ofis2005 Fotokopi ve Büro Makineleri San. Tic. Ltd. Şti.

Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsü Esenler / İSTANBUL

0212 483 13 13

www.ofis2005.com

EDİTÖRLER

Dr. Öğr. Üyesi Fatih Ferhat ÇETİNKAYA

2000 yılında Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinden mezun olmuştur. Yüksek lisansını Gazi Üniversitesi'nde tamamlamıştır. Doktora eğitimini Afyon Kocatepe Üniversitesi İşletme Anabilim Dalında tamamlamıştır. Halen Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü, Yönetim ve Organizasyon Anabilim Dalı öğretim üyesidir.

Dr. Öğr. Üyesi Emine ŞENER

Ankara Üniversitesi'nde Sağlık Eğitimi ve Atatürk Üniversitesi'nde Sosyoloji alanlarında lisans, Ankara Üniversitesi'nde Sağlık Yönetimi ve Eğitimde Program Geliştirme alanlarında yüksek lisans, Süleyman Demirel Üniversitesi'nde İşletme/Yönetim ve Organizasyon alanında doktora öğrenimini tamamlamıştır. Halen Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Felsefe Bölümü öğrencisidir. 2015 yılından beri Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü, Yönetim ve Organizasyon Anabilim Dalı öğretim üyesidir. *“Örgütsel İntikam”, “Örgütsel Teoriden Örgütsel Davranışa Erdem”, “Sivil Erdemin Peşinde Bir Üçleme: Uyum, Ahlâk, Sesslilik”, “Dijital Çağda Bilgi Yönetimi: Kavramlar Kuramlar ve Uygulamalar”* kitaplarının yazarı, İlker ve Alper'in annesidir.

BÖLÜM VE YAZAR BİLGİSİ

1. **ENDÜSTRİ 4.0 VE SANAYİ DEVRİMLERİNİN KAVRAMSAL GELİŞİMİ**
Araş. Gör. Dr. Yusuf AKKOCA
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
2. **ENDÜSTRİ 4.0: İŞLETMELER AÇISINDAN FIRSATLAR VE TEHDİTLER**
Araş. Gör. Ayşe Nurefşan YÜKSEL
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
3. **İŞLETMELERDE YENİ YAPILANMALAR: ENDÜSTRİ 4.0'IN BİR ÜRÜNÜ OLARAK AKILLI İŞLETMELER**
Öğr. Gör. Mustafa ALTINTAŞ
Yozgat Bozok Üniversitesi
Prof. Dr. Musa ÖZATA
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
4. **STRATEJİK YÖNETİM ÇERÇEVESİNDE ENDÜSTRİ 4.0**
Öğr. Gör. Burcu ATAR
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Prof. Dr. Musa ÖZATA
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
5. **ENDÜSTRİ 4.0 PERSPEKTİFİNDEN BİLGİ YÖNETİMİ SÜRECİ**
Dr. Öğr. Üyesi Emine ŞENER
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
6. **ENDÜSTRİ 4.0 VE BÜYÜK VERİ**
Dr. Öğr. Üyesi Burak KESKİN
Çankırı Karatekin Üniversitesi
7. **ENDÜSTRİ 4.0 VE İNOVASYONA ETKİLERİ**
Öğr. Gör. Dr. Havva TARAKÇI
Hitit Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Cihat KARTAL
Kırıkkale Üniversitesi
8. **ENDÜSTRİ 4.0 VE GİRİŞİMCİLİK**
Dr. Öğr. Üyesi Fatih Ferhat ÇETİNKAYA
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
9. **İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİNİN DEĞİŞEN PARADİGMASI: ENDÜSTRİ 4.0 PERSPEKTİFİ**
Araş. Gör. Dr. Seher ULU
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
Prof. Dr. Şevki ÖZGENER
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi

- 10. ENDÜSTRİ 4.0 VE ÜRETİM SÜREÇLERİ**
Dr. Öğr. Üyesi Fatih KESKİNKILIÇ
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
- 11. ENDÜSTRİ 4.0 VE PAZARLAMADA YENİ GELİŞMELER**
Dr. Öğr. Üyesi Cihat KARTAL
Kırıkkale Üniversitesi
Öğr. Gör. Dr. Esmâ Ebru ŞENTÜRK
Hitit Üniversitesi
- 12. ENDÜSTRİ 4.0 VE MUHASEBE SİSTEMLERİ**
Doç. Dr. Tansel HACİHASANOĞLU
Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Elçin DALKILIÇ
Yozgat Bozok Üniversitesi
- 13. GELENEKSEL DENETİMDEN DENETİM 4.0'A GEÇİŞ**
Doç. Dr. Azize ESMERAY
Kayseri Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

EDİTÖRLER.....	3
BÖLÜM VE YAZAR BİLGİSİ.....	5
İÇİNDEKİLER.....	7
ÖNSÖZ	11

ENDÜSTRİ 4.0 VE SANAYİ DEVRİMLERİNİN KAVRAMSAL GELİŞİMİ.....	13
GİRİŞ	14
Endüstri 4.0 Kavramı.....	15
Sanayi Devrimlerinin Gelişim Aşamaları	18
Endüstri 4.0'ın Avantajları ve Riskleri.....	22
Endüstri 4.0'ın Temel Bileşenleri.....	24
SONUÇ.....	29
KAYNAKÇA.....	30

ENDÜSTRİ 4.0: İŞLETMELER AÇISINDAN FIRSATLAR VE TEHDİTLER.....	33
GİRİŞ	34
Endüstri 4.0: Mevcut Durum	36
Endüstri 4.0: Faydalar ve Fırsatlar.....	42
Endüstri 4.0: Zorluklar ve Tehditler	46
SONUÇ.....	47
KAYNAKÇA.....	50

İŞLETMELERDE YENİ YAPILANMALAR: ENDÜSTRİ 4.0'IN BİR ÜRÜNÜ OLARAK AKILLI İŞLETMELER.....	53
GİRİŞ	54
Akıllı İşletmeler	55
Endüstri 4.0.....	60
İşletmelerde Yeni Yapılanmalar: Endüstri 4.0'ın Bir Ürünü Olarak Akıllı İşletmeler.....	63
SONUÇ.....	69
KAYNAKÇA.....	72

STRATEJİK YÖNETİM ÇERÇEVESİNDE ENDÜSTRİ 4.0.....	77
GİRİŞ	78
Stratejik Yönetim	80
Endüstri 4.0 ve Etkileri	84
Stratejik Yönetim ve Endüstri 4.0	88
SONUÇ.....	91
KAYNAKÇA.....	93

ENDÜSTRİ 4.0 PERSPEKTİFİNDEN BİLGİ YÖNETİMİ SÜRECİ..	99
GİRİŞ	100
Endüstri Devrimleri ve Bilgi Yönetiminin Paradoksal İlişkisi ..	102

Teknoloji-Bilgi Yönetimi İlişkisi	106
Endüstri 4.0 ile Değişen Örgüt Tasarımında Bilgi Yönetiminin Rolü	107
Endüstri 4.0 ile Bilgi Yönetiminin ve Büyük Verinin Artan Önemi	111
Bilgi Yönetiminde T Tipi Profesyonel ve Endüstri 4.0.....	114
SONUÇ.....	117
KAYNAKÇA.....	119
ENDÜSTRİ 4.0 VE BÜYÜK VERİ.....	123
GİRİŞ	124
Büyük Veri.....	126
Büyük Veri'nin Temel Özellikleri	130
Endüstri 4.0 ve Büyük Veri.....	133
Büyük Veri Analitiği.....	136
Büyük Verinin Dezavantajları	139
Büyük Veri Uygulamaları.....	140
SONUÇ.....	142
KAYNAKÇA.....	144
ENDÜSTRİ 4.0 VE İNOVASYONA ETKİLERİ.....	147
GİRİŞ	148
Endüstri 4.0 ve İnovasyona Etkileri.....	152
İnovasyon ile İlişkili Endüstri 4.0 Ayrımları.....	152
Endüstri 4.0'ın Sürükleyici Unsurları	155
Sosyal İnovasyon.....	157
Teknolojik İnovasyon.....	159
SONUÇ.....	167
KAYNAKÇA.....	169
ENDÜSTRİ 4.0 VE GİRİŞİMCİLİK.....	173
GİRİŞ	174
Girişimcilikte Yenilik ve Yaratıcılık	176
Yeni Ekonomi.....	178
Endüstri 4.0 ve Girişimcilik.....	180
Endüstri 4.0'ın Girişimciler İçin Getirdiği Yenilikler	180
Nesnelerin İnterneti.....	180
Siber-Fiziksel Sistemler	181
Bulut Bilişim Sistemi	182
Akıllı Fabrikalar	182
Üç Boyutlu Yazıcılar (3D)	184
Türkiye'de Endüstri 4.0 ve Girişimcilik	186
SONUÇ.....	189
KAYNAKÇA.....	192
İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİNİN DEĞİŞEN PARADİGMASI:	
ENDÜSTRİ 4.0 PERSPEKTİFİ	197
GİRİŞ	198

Endüstri 4.0 Kavramı.....	200
Endüstri 4.0 ve İşgücü Piyasasının Dönüşümü.....	202
Endüstri 4.0 ve İnsan Kaynakları Yönetimi İlişkisi.....	206
İnsan Kaynakları Yönetimi 4.0	210
İnsan Kaynakları Yönetimi 4.0 ve İnsan Kaynakları Profesyonellerinin Rollerini.....	214
İnsan Kaynakları Yönetimi 4.0 ve İnsan Kaynakları Yetkinlikleri	216
İnsan Kaynakları Yönetiminin İşlevleri.....	221
SONUÇ.....	231
KAYNAKÇA.....	233
ENDÜSTRİ 4.0 VE ÜRETİM SÜREÇLERİ.....	237
GİRİŞ	238
Üretim Süreçleri.....	241
SONUÇ.....	253
KAYNAKÇA.....	255
ENDÜSTRİ 4.0 VE PAZARLAMADA YENİ GELİŞMELER	259
GİRİŞ	260
Endüstri 4.0'ın Pazarlama İçin Önemi.....	261
Endüstri 4.0 ve Pazarlama İnovasyonu	264
SONUÇ.....	277
ENDÜSTRİ 4.0 VE MUHASEBE SİSTEMLERİ	287
GİRİŞ	288
Endüstri 4.0 ve Muhasebe Kayıt Sistemi	290
Endüstri 4.0 ve Maliyet Sistemleri.....	292
Endüstri 4.0 ve Muhasebe Raporlama Sistemi	295
Endüstri 4.0 ve Muhasebe Denetimi	296
Endüstri 4.0 ve Muhasebe Eğitimi	300
Endüstri 4.0'ın Muhasebe Bilimine Sağlayacağı Avantajlar ve Dezavantajlar	303
Endüstri 4.0 ve Muhasebe Mesleğinin Geleceği	305
SONUÇ.....	307
KAYNAKÇA.....	308
GELENEKSEL DENETİMDEN DENETİM 4.0'A GEÇİŞ	311
GİRİŞ	312
Geleneksel Denetim.....	313
Geleneksel Denetimden Yeni Nesil Denetime Doğru	314
Bilişim Teknolojisi, Muhasebe ve Denetim İlişkisi	315
Veri ile İlgili Trendler	317
Etkileşim ile İlgili Trendler.....	317
Finansal Teknoloji ile İlgili Trendler.....	318
Süreklilik Denetim	320
Öngörülebilir Denetim	322
Denetim 4.0-Yeni Nesil Denetim.....	325

Denetim 4.0'a Yön Veren Makro Trendler	327
Bağımsız Denetim Sürecinde Endüstri 4.0 Kolaylıkları	331
SONUÇ.....	333
KAYNAKÇA.....	334

ÖNSÖZ

Modern endüstriyel dönüşümün hemen hemen tüm ders kitaplarında Watt'ın on sekizinci yüzyılda buhar makinesini icat etmesiyle başladığı belirtilir. Elbette buhar makinesinin icadı tarihsel süreç içerisinde endüstriyel devrim niteliği taşıyabilir ancak Lewis Mumford, ne kömür ne demir ne de buharın endüstri devrimlerinde anahtar rolü oynamadığını ileri sürmekte ve esas aktörün “**saat**” olduğunu belirtmektedir. Mumford'a göre saat, gelişimin her aşamasında hem makinenin en çok göze çarpan gerçeği hem de tipik sembolüdür. Mumford'un bu savına göre, feodal dönemde zamanı takip etmek yerine zamana uyuma, zamana fiyat biçme ve paylara bölme noktasında saat, kapitalizmin de hızla yol almasında ana etkenlerden biri olmuştur. Bu noktada, Mumford'ın bu iddiası **endüstri 4.0** diye adlandırılan süreçte işlevsel bir bilgi niteliği taşımaktadır. Çünkü endüstri 4.0, zaman algımız üzerinde derin etkiler yaratarak, tabir yerindeyse, hızıyla ve zamanı kullanmamıza sağladığı katkılarla baş döndürmektedir ve Mumford'un dediği gibi saat sadece, zamanı takip etmeye değil, endüstri 4.0 bileşenlerinde kendini gösterdiği gibi insanların eylemlerini senkronize edip, takip etme işlevi de görmeye devam etmektedir. Zamanın ve teknolojinin etkileşimi sonucu ortaya çıkmış olan ve bugün adından sıkça söz ettiren endüstri 4.0'ın, işletme fonksiyonlarına etkisinin incelendiği bu eserde öncelikle, **kavramın ortaya çıkışı, işletmelere etkileri** açıklandıktan sonra **stratejik yönetim ve bilgi yönetimi** bağlamında değerlendirilmesi yapılmıştır. Ardından kavram, işletmenin **üretim, muhasebe, finansman, pazarlama, insan kaynakları yönetimi** fonksiyonları bağlamında ele alınmış ve incelenmiştir. Ayrıca işletmelerin olmazsa olmaz çabalarından **girişimcilik ve inovasyon** perspektifinde de kavram analiz edilmiştir. Bu anlamda kitap, konuyla ilgilenen tüm öğrenci, akademisyen ve yöneticilere yol gösterici bir nitelik taşımaktadır.

Kitabın oluşum sürecinde değerli katkılarıyla bizleri destekleyen tüm bölüm yazarlarımız başta olmak üzere, kitabın basım sürecinde akademisyen dostu tavrıyla kolaylaştırıcı olan sevgili **Zafer Güngör** Beyefendi ve **Efe Akademi**'ye teşekkürü borç biliriz.

Dijital çağa uyumlanma sürecine ufak bir katkı olması dileğiyle...

Dr. Fatih Ferhat ÇETİNKAYA

Dr. Emine ŞENER

Kırşehir, 2020

BÖLÜM 1

**ENDÜSTRİ 4.0 VE SANAYİ
DEVRİMLERİNİN KAVRAMSAL
GELİŞİMİ**

ENDÜSTRİ 4.0 VE SANAYİ DEVRİMLERİNİN KAVRAMSAL GELİŞİMİ

Araş. Gör. Dr. Yusuf AKKOCA
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Orcid ID: 0000-0002-8772-6896

GİRİŞ

Yeni dijital teknolojilerin gelişmesiyle birlikte üretim metotlarındaki ve üreticilerin iş çevresindeki güncel değişimler dördüncü sanayi devrimi olarak tanımlanmaktadır (Nosalska ve Mazurek, 2019). Endüstri 4.0 devriminden ifade edilen iş akışları, iş modelleri, üretim ve hizmetlerdeki derin dijital dönüşümlerdir. Bu dönüşümü şekillendiren değişimler genel olarak üretim ve işletme yönetimi gibi iki önemli kavram üzerinden oluşmaktadır. Ancak endüstri 4.0 ekonominin büyük ve küçük bütün işletmelerini, bütün sektörleri etkileyen bir eğilim olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca işletmelerin başarılı olmalarının, mevcut teknolojilerini endüstri 4.0'a göre şekillendirmeleri ile mümkün olacağı ve bunun da işletmelerin varlıklarını sürdürmede kritik bir öneme sahip olduğu görülmektedir. Günümüzün rekabetçi yapısı da işletmeleri yüksek teknolojik uygulamaları benimsemeye zorlamaktadır (Lee, Bagheri ve Kao, 2015).

Her ne kadar tanımında, daha kaliteli, daha hızlı ve ucuz üretim için ortaya atıldığı söylene de; akıllı robotların kullanımının yaygınlaşması ile birlikte, endüstri 4.0'ın üretim haricinde de

bütün sektörleri ve sosyal hayatı da etkilediği açıktır. Daha önceki sanayi devrimlerinde, sektörel dönüşümü gerçekleştiremeyen işletmeler önemli şansları kaçırmışlardır (Stock ve Seliger, 2016). Bu dönüşümü sağlayabilen işletmeler ise çok önemli faydalar, kazanımlar elde etmişlerdir (Legner vd., 2017).

İlk olarak Hannover’da ticaret fuarında ortaya atılan, daha sonra 2014 yılında Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi tarafından ulusal sanayi stratejisi olarak kabul edilen endüstri 4.0 insanların ve makinelerin gerçek zamanlı iletişimi olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca kişiselleştirmeye imkân veren ve üretim modellerini dijital hale getiren son derece esnek bir yapıdır (Stock ve Selinger, 2016).

Sanayi devrimlerinden önce üretim ve tarım başta olmak üzere her şey insan gücüyle üretilirken, sanayi devrimiyle birlikte artık her şey makinelerin yardımıyla üretilmeye başlanmış ve makineler üretimde vazgeçilmez aktörler olarak yerini almıştır. Bu gelişime paralel olarak, seri üretim başlamış daha sonraları her müşteriye özel üretim yani kişiselleştirilmiş üretim anlayışı üretim sektöründe etkin hale gelmiştir. Bütün bu gelişmeler ve iyileştirmeler işletmeler üzerinde baskı oluşturmuş, maliyetleri artırmıştır. Bu da işletmelere kendi çevresindeki diğer işletmelerle birlikte hareket etme mecburiyeti getirmiş ve birçok farklı işletmenin bir arada çalışmasını mecbur kılmıştır (Mendling vd., 2017).

Endüstri 4.0 Kavramı

2011 yılında ilk olarak Almanya’da ortaya atılan endüstri 4.0 kavramı, ürün, fabrika, çalışanlar gibi üretim faktörlerinin birbiriyle iletişim kurmasını kolaylaştıracak akıllı zincir geliştirmeye odaklanmak olarak tanımlanmıştır (Magruk, 2016). Endüstri 4.0, endüstriyel parçaların birbiri ile iletişim kurabilmelerine imkân veren bir üretim ortamı sağlar (Pan vd., 2015). Başka bir tanımda

üretim sürecinde iletişim teknolojilerinin ve verilerin bir arada kullanılmasıdır (Basl, 2016).

Temel olarak endüstri 4.0'ı diğer sanayi devrimlerinden ayıran en önemli özelliği, üretim sürecinde yer alan bütün paydaşların iletişimini ön plana alması, bütün verilerin anında ulaşılabilir olması ve güncel teknolojileri takip ederek anında yeni teknolojilere adapte olabilmemesinin önemli olmasıdır. Bulut teknolojisi, yapay zekâ, akıllı fabrikalar, robotlar, büyük veri, nesnelerin interneti gibi bileşenleri kullanarak üretim sürecini en az maliyetli en hızlı ve en hatasız şekilde yönetmek amaçlanmaktadır (Fuchs, 2018). Endüstri 4.0 bir ürünün üretilmesi, ulaştırılması, kullanılması, onarılması, geri dönüşümü gibi tüm üretim süreçlerinin insan müdahalesi olmadan internet teknolojileri yardımıyla ve akıllı makineler vasıtasıyla yapılmasını sağlar (Qin vd., 2016).

Vaidya, Ambad ve Bhosie (2018)'e göre "Endüstri 4.0 terimi, ürünlerin yaşam döngüsünün tüm değer zinciri üzerinde yeni bir organizasyon ve kontrol düzeyi olarak tanımlanan dördüncü sanayi devrimi anlamına gelir; giderek kişiselleştirilmiş müşteri gereksinimlerine yöneliktir. Nesnelerin interneti, endüstriyel internet, akıllı üretim ve bulut tabanlı üretimi içeren gerçekçi bir konsepttir. Endüstri 4.0, sürekli iyileştirme sağlamak ve katma değer yaratan faaliyetlere ve israfı önlemeye odaklanmak için üretim sürecine insanın sıkı entegrasyonu ile ilgilidir."

Sürekli gelişen teknolojilere örgütlerin ayak uydurması çok zordur. Bundan dolayı bazı araştırmacılar endüstri 4.0'ı işletmelerin üretim faaliyetlerinin tümüne uygulamak ve adapte etmek için bazı prensipler geliştirmişlerdir. Pessl, Sorko ve Mayer (2017)'ye göre bu prensipler şu şekilde olabilir:

- Örgüt yapısı içerisinde endüstri 4.0'a karşı bir farkındalık oluşturmak,

- Mevcut durumu ve yetenekleri değerlendirmek ve örgütün ihtiyaçlarını ayarlamak
- Bilgi paylaşımı ilkesinden hareketle örgüt içerisindeki paydaşların iletişimini sağlamak
- Örgütün durumuna göre bir seviye belirlemek
- Örgüt ile yapılması planlanan eylemler arasında bir uyum yakalamaya çalışmak
- Entegrasyon projelerini ve bu projelerin fonlarını belirleme

Endüstri 4.0'ın temel teknolojilerini ve gelişimlerini incelediğimizde bazı tasarım ilkelerinin olduğu görülmektedir (Luenendonks, 2017). Bunlar kısaca aşağıdaki gibidir:

- **Birlikte çalışabilir olmak:** Makinelerin ve insanların endüstri 4.0 teknolojileri ile iletişim kurabilme yeteneğine ihtiyaçları vardır.
- **Sanal olabilmek:** Gerçek hayatta var olan şeylerin sanal kopyalarının yaratılabilmesi yeteneğine sahip olması gerekir.
- **Merkeziyetçilik:** Endüstri 4.0 teknolojileri bağımsız çalışabilme yeteneğine sahip olmalı. Bu üretim süreçleri için daha esnek bir çevre yaratılmasını da sağlar.
- **Gerçek zamanlı kapasite:** Akıllı bir fabrika gerçek zamanlı verileri elde edebilmeli, bu verileri analiz edip, sonuçlarına göre karar verebilme yeteneğine sahip olmalıdır. Akıllı nesnelere üretim süreçlerindeki hataları tespit edip gerekli yerlere iletilmesini de sağlamaktadır.
- **Servis odaklılık:** Üretim müşteri odaklı olmalı. İnsanlar ve akıllı aletler verimli bir şekilde bağlantı içinde olmalı ve müşterinin isteklerine göre ürün üretebilmelidirler.
- **Modülerlik:** Sürekli değişen çevresel koşullara adapte olabilmeli, akıllı fabrikalar değişen piyasa şartlarına hızlı ve sıkıntısız adapte olmalıdırlar.

Shafiq ve arkadaşları (2015) endüstri 4.0'ın amaçlarını şu şekilde açıklamışlardır:

- Üretim sürecinin gelişen teknolojilere adapte olmasını kolaylaştıracak bir yapıya kavuşturmak,
- Üretim hattındaki her bir bileşenin diğer bileşenlerle etkileşim içerisinde olması ve bunların birbirlerinin eksikliklerini fark etmesi,
- Üretim sürecinde meydana gelebilecek acil durumlarda makinelerin karar verme yetisini kazanması,
- Makine ve insan arasındaki iletişimi mümkün olan en iyi duruma getirmek için çeşitli yöntemler geliştirmek.

Endüstri 4.0'ın bileşenlerinin işletmelerde kullanılmasının ön koşullarının neler olabileceği ile alakalı yapılan bir araştırmada, endüstri 4.0'ı uygulayan işletmeler, standartlaştırmayı ön koşul olarak ifade etmişlerdir (Kagermann, 2014). Ek olarak işletmeler sırasıyla süreç organizasyonu, ürüne ulaşılabilirlik, yeni iş modelleri, güvenlik, uzman personel, araştırma ve eğitimi sıralamışlardır. Bunlardan en önemlisi olan standartlaştırma süreci ve sistemi, endüstri 4.0'ın uygulanabilmesi için hayati bir öneme sahiptir.

İşletmelerin endüstri 4.0'ı uygulamadan önce faaliyetlerini alanlarına göre ayırmak iyi bir yöntem olabilir. Bu faaliyet alanları; kaynaklar ve süreç, makinelerin maksimum kapasitede kullanımı, operasyon, stoklar, kalite, arz ve talep, piyasaya çıkma zamanı, bakım ve onarım olarak sıralanabilir (McKinsey, 2015).

Sanayi Devrimlerinin Gelişim Aşamaları

Endüstri 4.0'ın tarihsel olarak belirli aşamalardan geçtikten sonra günümüze kadar geldiği ve kendinden önce üç farklı dönüşümün devamı olduğu için endüstri 4.0 adını aldığını söyleyebiliriz. Birinci sanayi devriminden günümüzde içinde bulunduğumuz dördüncü sanayi devrimine kadar en önemli konu üretim maliyetlerinin azaltılması ve verimliliği artırmaktır.

Birinci Sanayi Devrimi

Birinci sanayi devrimi 1800'lerde mekanikleşme ve mekanik gücün üretilmesiyle başlamıştır. Su ve buhar gücünü kullanan makinelerin su ve buhardan maksimum fayda sağlamaya yönelik kullanıldığını görmekteyiz. Özellikle tekstil endüstrisinde etkisini gösteren bu dönüşüm el ile yapılan işlerden ve üretim faaliyetlerinden mekanik olarak üretim aşamalarına geçen bir dönüşümü ifade etmektedir. Yani işin yapılması noktasında insan gücünden ziyade makinenin yardımına geçiş yapılan bir dönemdir (Epicore, 2018). Üretim bireysel tezgâhlardan fabrikalara taşınmaya başlamıştır. Bir işçinin üretim kapasitesi teknolojinin yardımıyla kırk katına çıktığı, dolayısıyla üretimde hız ve kapasitenin önemli ölçüde arttığı söylenebilir. Birinci sanayi devriminin en önemli amacı makineleşme ile birlikte insan hayatını kolaylaştırmak ve yaşam kalitesini artırmaktır. Bütün bu gelişmelere bağlı olarak işçi sınıfı doğmuş, çalışan ile işveren arasındaki gelir farkı artmıştır. Makinelerin kullanılmasıyla demir yolu konusunda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir.

İngiltere'de ortaya çıktığı kabul edilen birinci sanayi devriminde kullanılan bazı endüstriyel tekniklerin birinci sanayi devriminden daha önce de kullanıldığı bilinse de güç kaynaklarının ve buharın üretim üzerinde yoğun kullanılması ile birlikte bu döneme birinci sanayi devrimi adı verilmiştir. Geleneksel güç kaynakları olan rüzgâr, su, insan gücü yerine fosil yakıtların kullanılması bu değişimi beraberinde getirmiştir (Chandler, 1980). Üretimdeki iyileşmeler ve sosyal hayatın da bu gelişmelerden etkilenmesi insanların hayat kalitesini artırmıştır (Sabo, 2015).

İkinci Sanayi Devrimi

İkinci sanayi devrimi ise elektriğin de kullanılmasıyla sanayileşme ve seri üretimin öncülük ettiği bir dönüşümdür. Henry Ford'un Ford T-Model arabaları için söylediği *"siyah olmak şartıyla istediğiniz her renk araba alabilirsiniz"* ifadesinin sıklıkla

kullanıldığı ikinci sanayi devriminde seri üretimin önemi üzerinde durulurken kişiselleştirmenin ise önemli olmadığı bir aşama idi. Seri üretimi sayesinde daha az zamanda daha fazla araç üretimi mümkün hale gelmiştir. Üretimde esnek ve yüksek verimlilik sayesinde ucuz otomobil üretimi amaçlanmıştır (Weckbordt, 2015). İşçiler yetenekleri ve uzmanlıklarına göre ayrı ayrı birimlerde çalışmaya başlamış, bireysel uzmanlaşma dünyanın birçok yerinde kullanılabilir olmuştur. İkinci sanayi devrimini birinci sanayi devriminden ayıran en önemli fark yeni makinelerin işletmelerin üretim kapasitelerini artırmasıdır. Ticari ilişkiler gelişmiş ve bununla birlikte iletişim insan hayatında daha fazla yer edinmeye başlamıştır. Birinci sanayi devrimi Almanya, İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya gibi ülkelerde daha fazla hissedilirken, ticaretin artması ve iletişim imkanlarının genişlemesiyle, ikinci sanayi devrimi dünyanın birçok ülkesinde etkili olmuştur (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017). Elektrik, bilim temelli kimyasalların üretimi, telgraf ve telefonun keşfi ile birlikte iletişim teknolojilerinin gelişimi bilimsel bilginin ortaya çıkmasına ve önemli bir kavram olmasına olanak tanımıştır (Castells, 2013).

Üçüncü Sanayi Devrimi

Üçüncü sanayi devriminde ise dijitalleşme ön plana çıkmıştır. Programlanabilir seri üretim hattında farklı çeşitlerde ürünlerin üretildiği esnek üretim modeli ortaya çıkmıştır. 1970'larda ortaya çıkan üçüncü sanayi devrimi bilgisayar ve dijital devrim olarak da adlandırılmaktadır. Kişisel bilgisayarların kullanımı ve internetin keşfi de bu dönemde gerçekleşmiştir. Daha önceleri kâğıt üzerinde depolanan bütün veriler bilgisayarlara depolanmaya başlanmış, bu da sanayinin daha önce hiç olmadığı kadar hızlı, etkili ve verimli hale gelmesini sağlamıştır. Ulaşım ve iletişim konularındaki gelişmeler küreselleşme kavramının kültürler üzerinde etkili olmasını sağlamıştır. Ürünlerin miktarı ve çeşitliliği ikinci sanayi devriminin en önemli konusu iken, bunların yanında ürünlerin tüketiciye ulaştırma zamanı da üçüncü sanayi devriminin

en önemli konuları arasında olmuştur (Yin, Stecke ve Li, 2018). İşletmelerin üzerindeki ürünlerin maliyetlerini azaltma baskısı, birçok işletmenin üretim hattını iş gücü maliyetleri daha düşük olan ülkelere kaydırmalarına neden olmuştur.

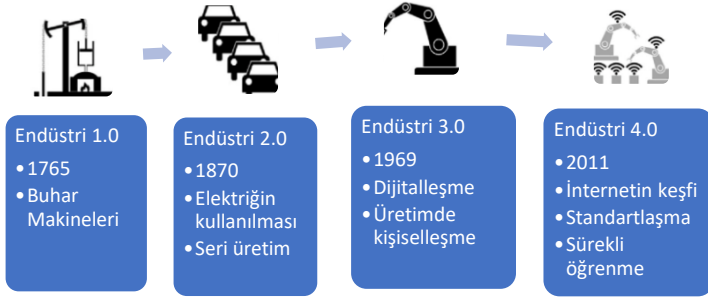
Dördüncü Sanayi Devrimi

Dördüncü sanayi devriminde internet tabanlı ağların üretimin her aşamasında işletmelere yardımcı olması, böylece üretim ve işletme maliyetlerini azaltmak amaçlanmıştır. Endüstri 4.0 olarak da tanımlanan dördüncü sanayi devriminde artık sanal ve fiziksel üretim sistemlerinin bir arada kullanılmasına tanıklık etmekteyiz. Özellikle akıllı fabrikaların kurulmasıyla ürünler müşterilere özel olarak tasarlanmakta, daha kaliteli hale gelmekte ve müşterilerin isteklerine göre her zaman değiştirilebilir bir özelliğe sahip olmaktadır (Schwab, 2017). Endüstri 4.0'ı kendi bünyelerine dahil etmek isteyen örgütlerin, başka örgütlerin benzer teknolojileri uygularken karşılaştıkları problemleri de değerlendirmeleri, incelemeleri gerekmektedir (Sreedharan ve Unnikrishnan, 2017).

Günümüzde hala geçerliliğini koruyan endüstri 4.0, endüstri içerisindeki bütün üretim aktörlerini bir araya getirerek bu aktörlerin birbirleriyle iletişim kurmalarını ve verilere bağımsız bir şekilde ulaşarak bu verilerle yüksek verimlilik sağlamaktadır. Endüstri 4.0 sadece akıllı fabrikalar ya da birbiri ile iletişim kuran makinelerden ziyade artık genetik biliminden nano teknolojilere kadar hatta yenilenebilir enerjiden sosyal bilimlerin birçok konusuna kadar çok geniş bir alanda kullanılmaya başlanmıştır. Endüstri 4.0 temel olarak her şeyin ve herkesin etkili bir iletişim kurabileceği ve iş birliği yapabileceği bir ortam oluşturmayı hedeflemektedir (Schmidt vd., 2015). Yeni teknolojilerin üretim sürecine dahil edilmesinden ziyade bütün üretim sistemini geliştirmek ve yenilemek amacını taşımaktadır.

Daha önceki sanayi devrimlerinin aksine endüstri 4.0 çok daha hızlı gelişmekte, birçok yeni teknolojiyi ekonomiye ve sosyal

hayata entegre etmekte ve işletmeleri, kültürleri, ülkeleri değişime yönlendirmektedir. Şekil 1’de sanayi devrimlerinin gelişim süreci özetlenmiştir.



Şekil 1: Sanayi Devrimlerinin Gelişim Süreçleri

Endüstri 4.0’ın Avantajları ve Riskleri

Bireylerin gelirlerini ve yaşam kalitesini artıracacağı bir gerçektir. Gelişen teknolojiler sayesinde özellikle internetin çok hızlı gelişmesiyle tüketiciler dünyanın her yerinden istedikleri ürünlere ulaşabilmekte ve bunları en ekonomik şekilde temin edebilmektedirler. İşletmeler endüstri 4.0 ile birlikte gelişen teknolojileri kullanarak üretim maliyetlerini azaltmakta bu da rekabet avantajı olmaktadır. Yenilikçi iş modelleri ile yeniden şekillendirilen iş yapış şekillerinin çoğu, gelişmiş ülke ekonomisine önemli katkılar ve katma değer sağlamaktadır (Sanchez ve Ricart, 2010). Endüstri 4.0’ın avantajlarından bazıları makine bakım masraflarını, operasyon maliyetlerini düşürmesi, yüksek müşteri memnuniyeti ve sürekli iyileşme olarak sıralanabilir. Endüstri 4.0’ın en önemli avantajlarından birisi üretim hattında yani üretim, satın alma, pazarlama, satış bölümlerinin birlikte uyum içinde çalışabilmesidir. İnternet ve gelişen teknolojiler sayesinde artık müşteriler kendi istek ve beğenilerine uygun ürün ve hizmetleri kendileri istedikleri şekilde kişiselleştirip satın alabiliyorlar. Dolayısıyla müşteri memnuniyeti en üst düzeyde

olmaktadır. Bununla beraber, üreticiler müşterilerini beklentilerini gerçekleştirmek ve ortaya çıkabilecek yeni taleplere karşın da kendi sistemlerini ve ürünlerini sürekli iyileştirme prensibi ile geliştirmektedirler. Snasel'e (2016) göre endüstri 4.0'ın avantajları bireysel müşteri gerekliliklerini yerine getirme, esnek üretim, küresel rekabet problemlerine yardımcı olması, kaynakların verimli kullanılması, çalışanların iş-yaşam dengelerine olumlu etki etmesi olarak sıralanabilir. Ayrıca üretim bileşenleri arasında bağlantı ve merkezi olmayan yaklaşımlarla kurulan iletişim ağı, üretim süreçlerinin %30 daha hızlı ve %25 daha verimli olmasını sağlar (Ganzarain ve Errasti, 2016). Başka bir araştırmada ise endüstri 4.0'ın maliyetleri %30 oranında ve makine donanım arızalarını da %70 oranında azalttığı tespit edilmiştir (Sullivan vd., 2010).

Endüstri 4.0'ın avantajlarının yanında bazı riskleri de barındırdığı yadsınamaz bir gerçektir. Özellikle birçok makinenin ve aletin birlikte çalışmasından ve veri transferlerinin çok yoğun kullanılmasından dolayı veri güvenliği tehlikesi oluşmuştur. Özellikle bazı makinelerin fiyatlarının çok pahalı olması bunlarda meydana gelecek teknik problemlerin çözümünün ve tamirinin de pahalı olmasını beraberinde getirmektedir. Bazı araştırmacılar endüstri 4.0'ın fabrikalarda ve üretimin her kademesinde kullanılmasına paralel olarak makine ve robotların kullanımının artmasının insan gücüne ihtiyacı azaltacağı ve bunun da işsizliğe yol açacağını ileri sürmektedirler. Snasel (2016) endüstri 4.0'ın yukarıda belirtilen avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajlarını da sıralamıştır. Buna göre; veri güvenliğini sağlamada eksiklik, uzaktan kontrol edilen cihazların siber saldırılara maruz kalması, sürekli iyileşmenin getirdiği gerekli bakım maliyetlerinin yüksekliği, pahalı teknik standartları yerine getirmek olarak sıralanmıştır. Çok uluslu örgütlerde endüstri 4.0'ın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi bilişim teknolojilerinin etkili kullanılmasına bağlıdır (Telukdarie vd., 2018). Dolayısıyla bu tür

örgütlerin bu teknolojilerin etkinliğini ve verimliliğini artırmak için başka platformlardan da yararlanmaları gerekebilir.

Endüstri 4.0'ın Temel Bileşenleri

Endüstri 4.0 her geçen gün küresel olarak daha fazla tanınmaya başlamıştır. Küresel pazarın genişlemesi, küresel olarak rekabetin artması, her geçen gün daha karmaşık ürün ve hizmetlerin ortaya çıkması yeni teknolojilerin, iş modellerinin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. Hızla değişen pazar koşulları ve karmaşık müşteri talepleri üretim zincirinin etkili şekilde koordinasyonunu gerektirir (Guban ve Kovacs, 2017). Sayısız yeni teknoloji ve gelişmeleri içine alan endüstri 4.0'ın öne çıkan bazı temel bileşenlerinden bazıları aşağıda özetlenmiştir. Aşağıda kısaca bilgi verilen endüstri 4.0 teknolojilerinden en önemli olanları kitabın devamında ayrı ayrı geniş çaplı değerlendirildiğinden burada çok kısa bir özet verilmiştir.

1. Bulut Teknolojisi

İnternet merkezli bir teknoloji olan bulut teknolojisi çok sayıda büyük sunucu bilgisayarların bir araya geldiği ve paylaşımında buldukları bir devasa bilgisayar ağıdır. Daha basit bir anlatımla, bulut teknolojisi herhangi bir uygulama yüklemeye gerek olmayan çevrimiçi bir veri depolama teknolojisidir. İnternet üzerinde sakladığımız bütün veriler bulutlara kayıt edilmektedir. Bulut teknolojisi sayesinde kullanıcılar hem herhangi bir saklama program indirmelerine gerek kalmıyor hem de verilerini saklamak için bir cihaz ya da hard disk gibi veri depolama cihazları almak zorunda kalmıyor. Dolayısıyla bulut teknolojileri işletmelerin masraflarını önemli ölçüde azaltmıştır (Smith, 2009). Günümüzde bulut teknolojisi muhasebeden hizmet sektörüne, tıptan tarım sektörüne kadar birçok alanda kullanılmaktadır (Banger, 2016). Bulut teknolojisi ile birlikte, farklı kuruluşların deneyimleri ile ürün

ve hizmet kalitesi artırılarak müşteriye katma değer olarak sunulmaktadır (Powell ve Dent-Micallef, 1997).

2. 3D Yazıcılar

Ürünlerin kişiselleştirilmesini kolaylaştıran 3D yazıcılar sayesinde kişiler sınırsız sayıda tasarım imkânlarına kavuşmuş ve kendi ürünlerini üretme ve bunu başkalarıyla da paylaşma şansı elde etmişlerdir. Klasik üretim yöntemlerinde kullanılan cabanın çok azıyla aynı işi 3D yazıcılar sayesinde yapmak mümkün hale gelmiştir. 3D yazıcılar günümüzde otomobil sektöründen mimarlığa, elektronikten savunma sanayiine kadar birçok yerde kullanılmaktadır. Özellikle geleneksel yöntemlerle üretilmesi zor olan şekiller ve yapılar 3D yazıcılar sayesinde üretilebilmektedir.

3. Siber Güvenlik

Bilgisayar ve teknoloji dünyasındaki insan hayatını kolaylaştıran büyük gelişmelerin yanı sıra, bu gelişmiş teknolojilerin insanlar ve örgütler aleyhinde kullanılması problemini de beraberinde getirmiştir. Teknolojilerin internet tabanlı olması ve birçok gelişmenin internet üzerinden sağlanması siber güvenlik konusunu ön plana çıkarmıştır. Siber saldırılar hem fiziksel teknolojilere ve makinelere zarar vermekte hem de insan güvenliğini de tehlikeye atmaktadır. Günümüzde sıklıkla haberini aldığımız ve internet ağlarının büyüklüğü ve yapısından dolayı siber saldırıları tamamiyle engelleyecek bir güvenlik sistemi henüz oluşturulamamıştır (Banger, 2016).

4. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin birbiriyle iletişim kurmasını sağlayan nesnelerin internetinin temel amacı her zaman ve her yerde veri transferinin mümkün kılınmasını sağlamaktır. Farklı üretim mekanizmalarını fiziksel işlerle birleştiren nesnelerin internet tabanlı iletişime ve veri transferine imkân tanımaktadır (Trappey vd., 2017). Makinelerin birbiri ile iletişim kurabilmesi nesnelerin internetinde

en önemli konu iken, nesnelerin internet sayesinde makineler sadece çevrelerinin farkında olmakla kalmıyor aynı zamanda çevresini değiştirme kabiliyeti de kazanmaktadır (Guban ve Kovacs, 2017).

Nesnelerin interneti teknolojisini üretim süreçlerine entegre olması, üretimin geleneksel formdan dönüşüm sürecine geçmesine olanak sağlamıştır. Bu dönüşüm, üretim süreçlerinde yer alan farklı birimler arasındaki iletişim sorunlarının ve kesintilerin ortadan kaldırılmasını amaçlayan merkezi kontrol yöntemleri yerine merkezi olmayan yapılarla yürütülen süreçlere dayanmaktadır (Liao vd., 2017).

5. Büyük Veri

Günümüzde internet sayesinde birçok veriyi bir araya getirebilmek mümkün. Fakat her geçen gün artan verinin içerisinden doğru bilgileri seçmek zorlaşmaktadır. Veriler büyük ve karmaşık olduğunda geleneksel veri işleme tekniklerinin yetersiz kaldıkları görülmektedir (Sivarajah vd., 2016). Verileri toplamak, analiz etmek için bilim adamları ve mühendisler çeşitli teknikler geliştirmişlerdir (Kiran, 2016). Günümüz dünyasında internet üzerindeki verilerin büyüklüğü sürekli artmaktadır. Verilerin artması hem bir araya getirilmesini hem de analiz edilmesini zorlaştırmaktadır. Dolayısıyla büyük veri endüstri 4.0 için önemli bir değişkendir. Sadece verilerin büyüklüğü değil aynı zamanda verilerin iletilmesi ve güvenliği de endüstri 4.0 için önemlidir. İki tür veriden bahsetmek mümkündür. Bunlardan birisi yapılandırılmış veriler ki bu veriler analize, değerlendirmeye ve saklamak için daha uygundur. Bir diğer veri türü ise yapılandırılmamış veriler ki bunlar insanların video izlemek, müzik dinlemek gibi verilerdir (Pattnaik ve Mishra, 2016).

6. Yenilik

Ekonomik ve sosyal alana değer katan urunun, hizmetin ve isin şeklinde ve içeriğinde meydana gelen değişimler yenilik şeklinde tanımlanmaktadır. Sosyal kazanımlara, ülkelerin gelişmişliklerine etki eden bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Schwab, 2016). Artan rekabet ortamı ve internetin ülkelerin sınırlarını kaldırdığı bir ortamda ülkelerin ve işletmelerin birbiriyle rekabet edebilmesi için ortaya çıkan her türlü yeniliği takip etme ve uygulama zorunluluğu getirmiştir.

7. Simülasyon

Bir sistemin veya sürecin işlevselliğinin yansıması olan simülasyon vasıtasıyla bir modelin sayısız varyasyonları uygulanabilir ve karmaşık senaryolar üretilebilir. Bu sayede bireysel parçaların simülasyonlu çevre ile nasıl etkileşime girdiği ve onu nasıl etkilediğini anlamak kolaylaşmaktadır.

8. Yapay Zekâ

Makineleri daha zeki hale getirmeyi amaç edinen yapay zekâ, makinelerin öğrenmesini, iletişim kurmasını, hareketli nesnelere algılamasını ve yer değiştirebilmelerini sağlamaya çalışmaktadır. Mantıklı ve daha az önyargı ile karar vermek, yenilikçi ve gereksiz uygulamaları ortadan kaldırmak yapay zekânın pozitif etkilerinden bazılarıdır (Schwab, 2016). Yapay zekânın kullanım alanlarının artması ile birlikte iş modelleri, işletmelerin yapıları ve stratejileri de değişime uğrayacaktır (Goodwin, 2017). Ayrıca endüstri 4.0'ın alanının genişlemesiyle birlikte yapay zekâ gibi yüksek teknoloji ürünleri, üretim süreçlerine ve planlamalarına yeni metotlar önerecektir (Wuest vd., 2016).

9. Akıllı Fabrikalar

Geleneksel fabrika konseptinde üretim süreci bir bütün ve birbiriyle bağlantılı şekilde yürütülmekte ve üretim halkasında meydana gelen bir arızadan dolayı üretim süreci ya yavaşlamakta

ya da tamamen durmaktadır. Ancak akıllı fabrikalarda bu problemlerin önüne geçilmiş, makine ve aletlerin süreci iyileştirmesi sağlanmış ve üretim sürecinin başından sonuna kadar her aşamasında ortaya çıkan problemleri minimize eden bir sistem kurulmuştur (Lee, 2015).

10. Robotlar

Gelişen robot teknolojisi sayesinde robotlar artık tıpkı insanlar gibi karar alma ve aldıkları kararlara göre hareket etme kabiliyetine sahiptir. Kendi etrafında olup bitenleri algılama, algıladıkları olaylara göre karar alma ya da programlanmaları sayesinde çevrelerine göre hareket eden sistemlere dönüşmüşlerdir. Üzerlerine yerleştirilen sensörler vasıtasıyla çevrelerindeki hareketli nesnelere göre hareket eden, lazer ile tarama yapıp tanıma yapabilen ve dahası koku sensörü sayesinde koku alabilen bir konuma gelmişlerdir. İhtiyacı olan tek şey ise sadece veri yüklenmesidir. Bu sayede sınırsız sayıda veri ve sensör ile birlikte sonu olmayan bir değişim geçirmektedir.

11. Artırılmış Gerçeklik

Bilgisayar üretimli sanal bileşenlerin oluşturduğu çevresel bir ayarın gerçek zamanlı algısına atıfta bulunur. Gerçek nesne ile 3 boyutlu nesnelere birleştirir ve 3 boyutlu nesnelere gerçek zamanlı kontrol edilebilir. Artırılmış gerçekliğin üç tane stratejisi vardır. Kullanıcıların başlarında taşıdıkları alet ile nesnelere hakkında bilgi edinmesi, nesnelere bilgisayar vasıtasıyla değiştirilmesi, son olarak da kullanıcı veya nesnenin direkt değişime uğramadan çevrelerindeki bağımsız cihazların bilgi toplayarak bilgileri değiştirmesi (Thamesa ve Schaefer, 2016).

SONUÇ

Günümüz işletme modellerinde artık yeni eğilimlerin ya da yönelimlerin varlığı çok net görülmektedir. Özellikle küresel dünyada sınırların çok anlamlı olmadığı, isteyen işletmelerin dünyanın bir ucundaki tüketiciye rahatlıkla ulaşabildiği bir dönemde bulunmaktayız. Bu süreç işletmeleri, işleyişlerinde, ürün ve hizmetlerin üretiminden son tüketiciye ulaştırılmasına kadar birçok konuda radikal değişiklikler yapmaya zorlamaktadır. Endüstri 4.0 bu noktada işletmelerin ayakta kalmaları için hayati bir öneme sahiptir. Geleneksel üretim yöntemi ile varlığını sürdürmek neredeyse imkânsız hale gelmiştir. Endüstri 4.0'ın getirmiş olduğu her türlü teknolojik yenilik işletmelerin kullandıkları teknolojileri gözden geçirmelerine ve yeni teknolojileri üretim süreçlerine dahil etmelerine mecbur bırakmaktadır. Bu zorunluluk işletmeler için bir yük gibi görünse de aslında geleneksel yöntemle elde ettikleri kardan çok daha fazla gelir elde ettikleri de bir gerçektir. Endüstri 4.0 aynı zamanda çalışanları da daha kalifiye olmaya, işlerinde daha uzman olmaya yönlendirdiği de gözlemlenen diğer önemli bir husustur. Endüstri 4.0 sadece işletmeleri, çalışanları ya da tüketiciyi değil, küreselleşen dünyada var olmak isteyen devletleri de etkilemektedir. Başlangıçta Alman hükümetinin Almanya'nın rekabet gücünü artırmak amacıyla ortaya koyduğu anlayışa dayanan endüstri 4.0 diğer ülkelerin de stratejik planlarına girmiş ve ülkeler bu değişimi ve gelişimi kaçırmamak için birbirleriyle rekabet eder hale gelmişlerdir. Her sektörden nerdeyse bütün işletme paydaşlarını etkileyen böylesine önemli bir konunun bütün yönleriyle araştırılması kuşkusuz hem işletmeler hem de toplum için çok önemlidir.

KAYNAKÇA

1. Banger, G. (2016). *Endüstri 4.0 Ekstra*. Ankara: Dorlion Yayınları.
2. Basl, J. (2016). The pilot survey of the industry 4.0 principles penetration in the selected Czech and Polish companies. *Journal of Systems Integration*, 7(4), 3-8.
3. Castells, M. (2013). "Enformasyon Çağı: Ekonomi, Toplum ve Kültür". *İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları*, 3(1).
4. Chandler, A. D. (1980). Industrial revolutions and institutional arrangements. *Bulletin of the American Academy of Arts and Sciences*, 33(8), 33-50.
5. Epicore. (2018). What is Industry 4.0? | The Industrial Internet of Things | Epicor. Retrieved November 14, 2018, from <https://www.epicor.com/resources/articles/what-is-industry-4-0.aspx>.
6. Fuchs, C. (2018). Industry 4.0: The digital German ideology. *TripleC: Communication, Capitalism & Critique*, 16 (1), 280-289.
7. Ganzarain, J. ve Errasti, N. (2016). Three stage maturity model in SME's toward industry 4.0. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 9(5), 1119-1128.
8. Goodwin, T. (2017). Business Weren't Ready For Electricity Or Digitalization. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/authors/tom-goodwin/>.
9. Gubán, M. ve Kovács, G. (2017). Industry 4.0 Conception. *Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering*, 10(1), 111.
10. Kagermann, H. (2014). "How Industrie 4.0 will coin the economy of the future?". *The results of the german High-tech strategy's and Strategic initiative Industrie, 4*.
11. Kiran, V. (2016). Trends 2016: Big Data, IoT take the plunge. *Voice & Data; New Delhi*.
12. Lee, J. (2015). Smart factory systems. *Informatik-Spektrum*, 38(3), 230-235.
13. Lee, J., Bagheri, B. ve Kao, H. (2015). A Cyber-Physical Systems Architecture For Industry 4.0-Based Manufacturing Systems, *Manufacturing Letters*, 3, 18-23, United States.
14. Legner, C., Eymann, T., Hess, T., Matt, C., Böhmman, T., Drews, P., ... ve Ahlemann, F. (2017). Digitalization: opportunity and challenge for the business and information systems engineering community. *Business & information systems engineering*, 59(4), 301-308.
15. Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. D. F. R. ve Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0-a systematic literature review

- and research agenda proposal. *International Journal of Production Research*, 55(12), 3609-3629.
16. Luenendonks, M. (2017). 'Industry 4.0: Definition, design principles, challenges, and the future of employment', *Cleverism Magazine*.
 17. Magruk, A. (2016). Uncertainty in the sphere of the industry 4.0-potential areas to research. *Business, Management and Education*, 14(2), 275.
 18. McKinsey Report. (2015). How to Navigate Digitization of the Manufacturing Sector.
 19. Mendling, J., Baesens, B., Bernstein, A. ve Fellmann, M. (2017). Challenges of smart business process management: An introduction to the special issue.
 20. Pan, M., Sikorski, J., Kastner, C. A., Akroyd, J., Mosbach, S., Lau, R. ve Kraft, M. (2015). Applying industry 4.0 to the Jurong Island Eco-industrial Park. *Energy Procedia*, 75, 1536–1541.
 21. Pattnaik, K. ve Mishra, B.S.P. (2016). Introduction to Big Data Analysis. In: Mishra B., Dehuri S., Kim E., Wang GN. (eds) *Techniques and Environments for Big Data Analysis*. Studies in Big Data, vol 17. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27520-8_1
 22. Qin, J., Liu, Y. ve Grosvenor, R. (2016). A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. *Procedia Cirp*, 52, 173-178.
 23. Pessl, E., Sorko, S.R. ve Mayer, B. (2017). Roadmap Industry 4.0 – Implementation Guideline for Enterprises. *International Journal of Science, Technology and Society*, 5(6), 193 – 202.
 24. Powell, T.C. ve Dent-Micallef, A. (1997). Information Technology as Competitive Advantage: The Role of Human, Business and Technology Resources. *Strategic Management Journal*, 18(5), 375 – 405.
 25. Sabo, F. (2015). Industry 4.0—a comparison of the status in Europe and the USA. *FH Kufstein tirol, University of applied sciences*, 1-8.
 26. Sanchez, P. ve Ricart, J.E. (2010). Business Model Innovation and Sources of Value Creation in Low-Income Markets. *European Management Review*, 7(3), 138 – 154.
 27. Schmidt, R., Möhring, M., Härting, R. C., Reichstein, C., Neumaier, P. ve Jozinović, P. (2015, June). Industry 4.0-potentials for creating smart products: empirical research results. In *International Conference on Business Information Systems* (pp. 16-27). Springer, Cham.
 28. Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution: What It Means, How to Respond. In World Economic Forum. Retrieved from <https://goo.gl/rKmm4U>.

29. Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. London: Portfolio Penguin.
30. Shafiq, S. I., Sanin, C., Szczerbicki, E. ve Toro, C. (2015). Virtual engineering object/virtual engineering process: a specialized form of cyber physical system for Industrie 4.0. *Procedia Computer Science*, 60, 1146-1155.
31. Sivarajah, U., Kamal, M. M., Irani, Z. ve Weerakkody, V. (2017). Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods. *Journal of Business Research*, 70, 263-286.
32. Smith, R. (2009). Computing in the cloud. *Research-Technology Management*, 52(5), 65-68.
33. Snasel, V. (2016). INDUSTRY 4.0 Modern massive Data Analysis for Industry 4.0 Industry 4.0 at VŠB-TUO. Presentation, VŠB-TUO Czech Republic.
34. Sreedharan, V. R. ve Unnikrishnan, A. (2017). Moving towards industry 4.0: a systematic review. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 117(20), 929-936.
35. Stock, T. ve Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *Procedia Cirp*, 40, 536-541.
36. Sullivan, G., Pugh, R., Melendez, A. P. ve Hunt, W. D. (2010). *Operations & maintenance best practices-a guide to achieving operational efficiency (release 3)* (No. PNNL-19634). Pacific Northwest National Lab. (PNNL), Richland, WA (United States).
37. Telukdarie, A., Buhulaiga, E., Bag, S., Gupta, S. ve Luo, Z. (2018). Industry 4.0 implementation for multinationals. *Process Safety and Environmental Protection*, 118, 316-329.
38. Thames, L. ve Schaefer, D. (2016). Software-defined cloud manufacturing for industry 4.0. *Procedia cirp*, 52, 12-17.
39. Trappey, A. J., Trappey, C. V., Govindarajan, U. H., Chuang, A. C. ve Sun, J. J. (2017). A review of essential standards and patent landscapes for the internet of things: A key enabler for industry 4.0. *Advanced Engineering Informatics*, 33, 208-229.
40. Vaidya, S., Ambad, P. ve Bhosle, S. (2018). 'Industry 4.0-A Glimpse', *Procedia Manufacturing*. Elsevier B.V.
41. Wuest, T., Weimer, D., Irgens, C. ve Thoben, K. D. (2016). Machine learning in manufacturing: advantages, challenges, and applications. *Production & Manufacturing Research*, 4(1), 23-45.
42. Yin, Y., Stecke, K. E. ve Li, D. (2018). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 848-861.

BÖLÜM 2

**ENDÜSTRİ 4.0: İŞLETMELER
AÇISINDAN FIRSATLAR VE
TEHDİTLER**

ENDÜSTRİ 4.0: İŞLETMELER AÇISINDAN FIRSATLAR VE TEHDİTLER

Araş. Gör. Ayşe Nurefşan YÜKSEL

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0003-3107-9519

GİRİŞ

*“Yaşamını sürdürebilen türler, ne en güçlü, ne de en akıllı olanlarıdır;
ama değişime en iyi cevap verenleridir”*
(Charles Darwin)

Devrim, belli bir alanda hızlı, köklü ve nitelikli değişiklik olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2020). Nitekim günümüze kadar süregelen devrimlerin her alanda köklü değişikliklere sebep olduğu görülmektedir. Bu değişiklikler gerçekleşirken bir yandan bazı kolaylıklar, diğer yandan ise bazı zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Bu durum devrimlerin doğasından kaynaklanır.

Sanayi devrimi, insan ve hayvan gücüne dayalı üretim tarzından, makine gücünün hâkim olduğu üretim tarzına geçiştir ve insanlık tarihinin önemli dönüm noktası olarak kabul edilmektedir (Küçükcalay, 1997). Sanayi devrimleri, işletmelerin temel fonksiyonu olan üretim fonksiyonu çerçevesinde tanımlandığından, genellikle işletmeler ve ekonomi bağlamında ele alınmaktadır.

Birinci sanayi devrimi, on sekizinci yüzyılda büyük bir imparatorluğa dönüşmeye başlayan Britanya’da, giderek artan talebi karşılamak üzere, daha düzenli, daha hızlı ve daha yüksek miktarlarda üretim için ilk fabrikaların ortaya çıkışı ile gerçekleşmiştir. Fabrikalar daha önce insanların içerisinde hiç bulunmadığı türden sistemler olduğundan işçiler, bir diğer ifadeyle işgücü, alışık olmadığı bir çalışma düzenine uyum sağlamaya çalışmıştır. Bu süreçte, üretimi hızlandıran yeni makinelerin sağladığı pek çok avantajın yanında, bu köklü değişikliğin sonucu olarak üretkenliği olumsuz yönde etkileyen, merkezinde çoğunlukla ‘insan’ın olduğu çeşitli sorunlar da ortaya çıkmıştır (Berber, 2013).

Yüzyıllar boyu gerçekleşen teknolojik ilerlemeler ve sebep olduğu devrimler, dönüşümlü olarak birbirlerini etkileyen ekonomik, sosyal, politik ve kültürel değişiklikleri de tetiklemiştir (Rymarczyk, 2020). Öyle ki, son otuz yılda bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan ilerlemeler, birinci ve ikinci sanayi devrimlerindeki makineleşme ve elektriğin etkisine benzer bir etkiyle yaşadığımız ve çalıştığımız dünyada radikal değişimlere yol açmıştır (Kagermann vd., 2013). Bu son radikal değişimler dördüncü sanayi devrimi olarak ele alınmaktadır. Endüstri 4.0 olarak anılan son sanayi devrimi, işlerin yapısının yanında işgücü piyasasını ve istihdam koşullarını da değiştirmektedir (Kergroach, 2017). Bu devrimin öncülerinden olan Siemens’in CEO’su Joe Kaeser (2018), *“Dördüncü sanayi devrimi, neredeyse her insan faaliyetini dönüştürmektedir: Yaşam içerisinde her şeyi yapma şeklimiz, gezegenimizin kaynaklarını kullanma şeklimiz; insanlar olarak birbirimizle iletişim ve etkileşim şeklimiz; öğrenme, çalışma, yönetme ve iş yapma şeklimiz. Bu devrim eşi benzeri görülmemiş bir kapsam, hız ve ulaşılabilirlik düzeyindedir.”* ifadesiyle bahsi geçen değişimin boyutunu gözler önüne sermektedir. İşletmelerin üretim ve hizmet faaliyetlerini sürekli olarak daha hızlı, daha ucuz ve daha kaliteli gerçekleştirmek zorunda olmaları değişimi

kaçınılmaz kılmaktadır. Daha önce de ifade edildiği gibi değişiklikler gerçekleşirken bir yandan bazı kolaylıklara sebep olmakta, diğer yandan ise bazı sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Diğer bir ifadeyle, işletmeleri etkileyen dış çevre koşullarındaki her bir değişim (teknoloji, rekabet, ekonomi, sosyal, kültürel), işletmeler için yeni fırsatlar oluşturabileceği gibi tehditlere de sebep olabilecektir (Koçel, 2011). Bazen tehdit olarak görülen durumların işletmeler açısından büyük fırsatlara evrildiği de görülmektedir (Baraz, 2014). Endüstri 4.0 çok büyük bir etki ve güce sahiptir. Kaeser (2018)'e göre büyük güçler, büyük riskler gerektirmektedir. Endüstri 4.0'ın riskleri de yüksektir. Ancak bu devrim doğru anlaşıldığı ve gerçekleştirildiği takdirde 2050 yılında dünyada yaşayan yaklaşık 10 milyar insana fayda sağlayacaktır. Yanlış anlaşıldığı takdirde ise toplumlar, kazananlar ve kaybedenler olarak ikiye ayrılacak, toplumsal huzursuzluk ortaya çıkacak ve toplumları bir arada tutan bağlar parçalanacaktır. Dolayısıyla son sanayi devrimini doğru anlamak, doğru analiz etmek çok önemlidir.

Bu bölümde muazzam bir güce sahip olan endüstri 4.0'ın işletmeler üzerindeki etkileri fırsatlar ve tehditler bağlamında ele alınacaktır. İlk olarak endüstri 4.0'ın mevcut durumu, ikinci olarak faydaları ve ortaya çıkardığı fırsatlar, son olarak ise zorlukları ve sebep olacağı tehditler ayrı alt başlıklar halinde irdelenecektir.

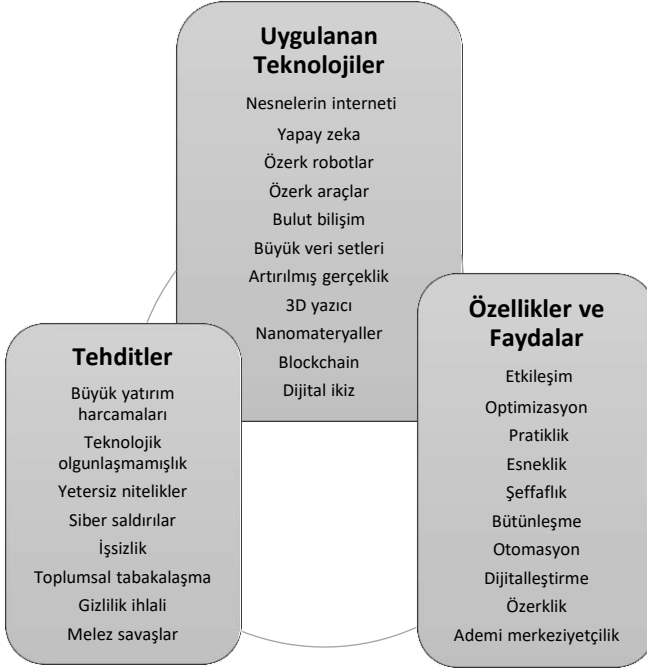
Endüstri 4.0: Mevcut Durum

Endüstri 4.0, siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, yapay zeka, özerk robotlar, özerk araçlar, bulut bilişim, büyük veri setleri, artırılmış gerçeklik, 3D yazıcılar gibi araçlar vasıtasıyla dijital üretim teknolojisinin kullanılmasını sağlayan bir dönüşüm süreci, olarak tanımlanabilmektedir (Rymarczyk, 2020). Diğer bir

ifadeyle değer zinciri sürecinde yer alan tüm bu araçların¹ akıllı bilgi ve iletişim teknolojileri aracılığıyla birbirlerine bağlı kalmaları endüstri 4.0'ın temel özelliğidir (Kinzel, 2017; Mian vd., 2020).

Bahsi geçen teknolojik araçlara eklemeler yapılabilmektedir. Bazen farklı kaynaklarda farklı adlandırıldıkları da görülmektedir. Örneğin, Bondar (2018), 230 işletmenin web sayfalarını analiz ettiği araştırmasında, üretim süreçlerinde endüstri 4.0'a geçmiş olan 98 işletmenin en yoğun olarak tekrar ettikleri kavramları belirlemiştir. Buna göre, bulut bilişim, büyük veri setleri, dijitalleşme, nesnelerin interneti, inovasyon, siber güvenlik, otomasyon, 3D yazıcılar, robotlar, sensörler, artırılmış gerçeklik, insan-makine ve ürün-makine etkileşimi endüstri 4.0'ın en yoğun olarak kullanılan temel teknolojileri, bir diğer ifadeyle araçlarıdır. Şekil 1'de ise Rymarczyk (2020)'nin belirlediği şekliyle endüstri 4.0'ın araçları, tehdit ve faydaları bir arada verilmiştir.

¹ Bahsi geçen araçlar endüstri 4.0'ı oluşturan temel teknolojilerdir ve kitapta ilk bölümde açıklamaları yer almaktadır. Dolayısıyla bu bölümde detaylı bir şekilde açıklanmayacak olup, bölümün konusuna uygun olarak bu araçların sağladığı yararlar ve sebep olabilecekleri zorluklar uygun bölümlerde ele alınacaktır.



Şekil 1: Endüstri 4.0, teknolojileri, tehditleri ve faydaları

Kaynak: (Rymarczyk, 2020)

Bundan sadece birkaç yıl önce endüstri 4.0, kendisiyle ilişkili somut net içerikten daha ideal çağrışıma sahip, moda bir kavramdı ve tanımı her kaynakta farklı farklı ele alınmakta, kişiden kişiye farklı betimlemeler yapıldığı görülmekteydi. Ancak artık kavram moda olmaktan çıkmış ve daha somut hale gelmiştir. Endüstri 4.0'ın yarattığı köklü değişiklikler ve üretim dünyasının geleceği artık net bir şekilde açıklanabilmektedir. Şimdilerde kesin olarak söylenebilecek olan, yüzde yüz izlenebilir üretim süreçlerinin, önümüzdeki yıllarda piyasa içerisinde bir oyuncu olarak kalmak isteyen tüm işletmeler için zorunluluk olduğudur (Abramsohn, 2019).

Endüstri 4.0'ın temel mantığı, insanlarla işbirliği yapan robotlar, birbirleriyle konuşan makineler, bir arızayı gerçekleşmeden önce tahmin edebilen sistemler gibi teknolojilerin kolaylaştırıcı olarak kullanılmasıyla rekabet gücünde bir artış sağlamak; daha düşük maliyetlerle, yüksek kaliteli, verimli ve esnek üretime imkan tanımadır (Gregor vd., 2009; Siau, Xi, Zou, 2019). Bunun için farklı mühendislik ve iş süreçlerinin entegre edilmesi gerekmektedir. Bu entegrasyonu kolaylaştıran teknolojilerin başında, güçlü otonom, gömülü sistemler halindeki mikro bilgisayarların birbirleriyle ve internetle ağ tabanlı olarak daha fazla iletişim kurmaları ve bu durumun fiziksel dünya ile sanal dünyayı birbirine yaklaştırması gelmektedir (siber-fiziksel sistemler). Diğer gelişme, 2012 yılında yeni internet protokolünün piyasaya sürülmesi ile akıllı nesnelerin internet üzerinden evrensel olarak ağ tabanlı iletişim kurmalarını kolaylaştıracak yeterli adresin sağlanmış olmasıdır. Bu durum ilk defa kaynakların, bilgilerin, nesnelerin ve insanların aynı anda ağa bağlanmasını olanaklı kılmıştır (nesnelerin ve hizmetlerin interneti) (Kagermann vd., 2013).

Bahsi geçen imkânlar, bazı üreticilerin hâlihazırda karmaşık görevler için kullandıkları robotların yeteneklerini dahi geliştirmektedir. Robotlar endüstri 4.0 ile birlikte daha esnek ve özerk hale gelmiştir (Bondar, 2018). Bu duruma katkısı olan teknolojilerden biri de sensörlerdir. Karmaşık sistemlerin verdiği akıllı kararlar, sistemin kendi bilgileri haricinde, sensörler tarafından yüksek doğrulukla sağlanan çevresel koşulların ve bu koşulları etkileyen faktörlerin bilgisine dayanır (Schütze, Helwig, Schneider, 2018).

Sensörlerin eşlik ettiği dijital asistanlar da, kullanılagelen teknolojik sistemlerdendir. Dijital asistanlar, işletmelerin, üretim tesislerinin gerçek zamanlı görünümünü sağlamaktadır. Kimin, hangi işi, hangi araç ve malzeme ile yaptığı gerçek zamanlı olarak izlenebilmektedir. Bir iş emrinin seyri, malzemelerin kullanım

sürelerinin takibi, bakıma ihtiyacı olan araçlar, kalite sorunlarının hangi aşamada ortaya çıkabileceği gibi bilgileri sağlamakta; hem uyarı, hem çözüm önerisi üretmektedirler (Abramsohn, 2019).

Tüm sayılan gelişmeler ve teknolojik ilerlemelere rağmen, ülkelerin, endüstrilerin ve işletmelerin endüstri 4.0 oluşum sürecinin farklı aşamalarında olduğunu belirtmekte yarar vardır. Gelişmiş ülkelerin bu süreçte geldiği aşama ile, gelişmekte olan ülkelerin içerisinde bulunduğu aşama farklıdır. Bu nedenle de, küresel ekonomi ölçeğinde bakıldığında, endüstri 4.0 olarak anılan devrimde uzun vadeli bir sürecin gerçekleşeceği bilinmelidir (Aleksseev vd., 2019; Şener, Karakaş, 2019). CrowdANALYTIX Kurucu ve CEO'su Mishra (2020), endüstri 4.0'ın aşamalarını 5'e ayırmıştır ve ortalama bir üreticinin en fazla 3. aşamada olduğunu belirtmiştir:

1. Birinci Aşama: Uzaktan Görüntüleme

Bir işletme, fabrikaların belirli yönlerini uzaktan izleyebiliyorsa ve uzaktan erişilmesi gereken parametreler için gerekli tüm verileri, manuel olarak güncelleyecek güçlü bir sisteme sahipse, birinci aşamaya ulaşmıştır. Bu aşamadaki üreticiler sensörlere, nesnelerin interneti için araçlara veya otomatik olarak veri toplayan kontrol sistemlerine sahip değildir.

2. İkinci Aşama: Gerçek Zamanlı Uzaktan Görüntüleme

Üreticiler, fabrikalarının veya üretim tesislerinin farklı yönleri için veri toplayan sensörler ve nesnelerin interneti için gerekli araçlar kurduklarında ikinci aşamaya geçmiş olurlar. Aynı zamanda bu aşamada, iş zekâsı araçları ile gerçek zamanlı verileri toplamak ve gözlemlemek için ağ yönlendiricileri ve veri havuzu da bulundurulur. Bu aşamada işletmeler, topladıkları verilerin üzerinde tam kontrol sağlayabildikleri halde henüz tahminleme

vb. yöntemler ile verilerden tam olarak istifade etmeye başlamamışlardır.

3. Üçüncü Aşama: Gerçek Zamanlı Anormallik Tespiti

Gerçek zamanlı sensör ve nesnelerin interneti araçlarının sağladığı veriler en azından bir tam yıl boyunca toplandığında ve bu sayede anormallik tespiti için iş kuralları oluşturabilecek seviyede veri sağlandığında üçüncü aşamaya geçilmiş olur. İş kuralları, üretim süreçlerindeki anormallikleri tespit etmek, gerçek zamanlı alarmlar ve uyarılar elde etmek için oluşturulur. Endüstri 4.0'ın en önemli faydalarından biri olan hataların üretim sürecindeyken düzeltilmesi bu sayede gerçekleşecektir.

4. Dördüncü Aşama: Gerçek Zamanlı Öngörücü Bakım

İşletmeler, yeterli veri topladığında, verilerin yapılandırılması için yatırım yaptığında, anormallik uyarılarını elde edebilmek için doğru tahmin modelleri oluşturmayla ilgili gerekleri karşıladığında ve tüm bu adımlardan yararlanarak minimum aksama ile sorunsuz bir fabrika işleyişi sağladığında dördüncü aşamaya ulaşmış olur. Dolayısıyla bir işletme tüm yapay zekâ ve otomasyon teknolojilerini birleştirdiğinde dördüncü aşamaya geçmiş olur ve böylece, tasarruf yapmaya, verimliliği artırmaya ve hataları azaltmaya başlar.

5. Beşinci Aşama: Gerçek Zamanlı Otomatik Karar Verme Sistemleri

Beşinci aşama akıllı fabrika aşamasıdır. Bu aşamada işletmenin üretim tesislerinde birden fazla yapay zekâ güdümlü tahminleme sistemi vardır. Sistemler insan müdahalesi olmadan belirli parametrelerin değiştirilebileceği bir noktaya gelmiştir. Bu bazen makinelerin birbiriyle iletişimi (M2M: machine-to-machine) olarak adlandırılır.

Beşinci aşamaya gelmiş bir üretici, “**karanlık fabrika**” denilen, ağırlıklı olarak yapay zeka sistemleri tarafından yönlendirilen otomatikleştirilmiş fabrikalara evrilebilir. Bu insanlar için daha güvenli daha verimli aynı zamanda daha az maliyetli bir sistemdir.

Yukarıda sayılan aşamalar şu andaki mevcut durumu betimlemektedir. Ancak, başta da söylendiği gibi her işletme aynı aşamada değildir. İşletmeler eğer endüstri 4.0 sürecinde yer almak ve sahip oldukları teknolojileri geliştirmek istiyorlarsa, öncelikle hangi aşamada olduklarını belirlemeli ve buna göre kendi yol haritalarını, bir diğer ifadeyle stratejilerini² oluşturmalarıdır.

Endüstri 4.0: Faydalar ve Fırsatlar

Endüstri 4.0'ın her alanda faydaları ve katkıları görülmektedir. Ancak işletmeler bağlamında ele alındığında en önemli faydalarının verimlilik, hız, esneklik, kalite, düşük maliyetler, sıfır hata yaklaşımı, yeni değer yaratma gibi faydalar olduğu görülmektedir. Özellikle, hem mal hem hizmet üretiminde önemli fırsatlar yaratmaktadır. Endüstri 4.0'ın fayda ve fırsatları aşağıda örneklerle ele alınmaktadır:

➤ **Üretimi Tekrar Konumlandırma**

Bilindiği üzere Almanya, Amerika, Japonya gibi ülkeler üretim rekabetindeki üstünlüklerini Çin, Hindistan ve Brezilya gibi ülkelere kaptırmışlardır. Bu sebeple özellikle Almanya, üretim bölgesi olarak kendisini güvence altına almak için kalkınma çalışmaları yapmış ve böylece “Endüstri 4.0” kavramı ortaya çıkmıştır (Yüksel ve Şener, 2017). Dolayısıyla endüstri 4.0 öncelikle, üretimlerini Asya kıtası ülkelerinden tekrar menşe ülkelerine taşıyan Almanya veya İsviçre'deki işletmelerde olduğu

² Konunun stratejik yönü kitabın dördüncü bölümünde ele alınacağından bu bölümde değinilmeyecektir.

gibi, üretimini yeniden konumlandırmakta olan işletmeler için rotayı tersine çevirme fırsatıdır (Bondar, 2018).

➤ Üretimde Artan Verimlilik ve Düşen Maliyetler

Endüstri 4.0'ın faydaları açıktır. Artan verimlilik, güvenlik, hassasiyet ve bunlar sağlanırken maliyetlerin düşürülmesi endüstri 4.0'ın en önemli faydalarıdır (Mishra, 2020). Ağ iletişimi, nesnelerin ve hizmetlerin interneti, siber-fiziksel sistemler, bulut bilişim, robotlar, sensörler, insan-makine ve makine-makine etkileşimi; işletmelerin giderek daha fazla özelleştirilmiş ürünler üretmek için, daha esnek, daha hızlı, daha düşük hata oranları, yüksek kalite ve yüksek verimlilikle çalışabilmelerini sağlamaktadır. Endüstri 4.0 aynı zamanda daha iyi müşteri yakınlığı, yeni değer yaratma yöntemleri ve geliştirilmiş iş hayatı gibi faydalarla günümüz işletmelerinin zorlu bir rekabet ortamında hayatta kalmaları için bir fırsattır (Özyakışır, 2018).

➤ Üretimde Sıfır Hata

Günümüz müşterileri, küresel dünyada istedikleri her ürüne kolayca ulaşabildikleri için herhangi bir kalitesizliği kabullenecek durumda değildir. Dolayısıyla, herhangi bir kalite sorununa ve ürünün teknik özelliklerinden sapmaya neden olabilecek, önceden müdahaleye imkân veren her türlü üretim sürecini iyileştirmek, işletmeler için zorunluluk haline gelmektedir. Üretimin mükemmel olması beklenmemekte ancak yine de kusurları müşterilere ulaşmadan önce tanımlama yeteneği çok önemli görülmektedir (Abramsohn, 2019). Bu noktada akıllı fabrikalar devreye girmektedir. Akıllı fabrikalar, üretime başlamadan önce olası tüm üretim sorunlarını ve eksiklikleri test etmek ve ortaya çıkarmak; performansı, üretkenliği, zamanlamayı, maliyetleri ve ergonomiyi optimize etmek için simülasyon ve sanal gerçeklik teknolojilerini kullanmaktadır. Böylece mevcut kaynakların daha iyi kullanılması imkânı sağlanmaktadır. Akıllı fabrikalar ile birlikte

tasarım ve planlama aşamasında gerçekleştirilen küçük tasarruflar, üretim aşamasında büyük maliyet düşüşleri avantajı sunmaktadır (Gregor vd., 2009; Gregor, Medvecký, 2010).

➤ **Üretimde Hız ve Kişiselleştirme**

Günümüzde aktif olarak kullanılan 3D yazıcılar ile üretilen objeler bir süredir hayatımızda yer almaktadır. Bilgisayar, 3D model yazılımı, makine ekipmanları ve katmanlı materyal kullanılarak önce tasarım yapılmakta sonra üretim gerçekleştirilmektedir. Bu uygulama sanayi sektörüne, hızlı prototip üretme, görselleştirme ve kişiselleştirilmiş üretim gibi konularda faydalar sağlamaktadır (Siemens, 2016).

➤ **Üretimde Güvenlik ve Şeffaflık**

Endüstri 4.0 ile adı sıkça duyulan bir diğer teknoloji, blockchain (dağıtık hesap defterleri) teknolojisinin de kripto para birimlerinin ortaya çıkışının ötesinde; güvenli, dijital kimlik sağlama, değer zincirlerinde dolandırıcılığı yönetme ve devlet satın almalarında daha fazla şeffaflık gibi faydaları olmaktadır (Philbeck, Davis, 2018).

➤ **Üretimde Öngörücü Bakım**

Gerçek zamanlı öngörücü bakım teknolojisi endüstri 4.0'ın en önemli faydalarından biridir. Zira öngörücü bakım da işletmelere maksimum ekipman ömrü, azaltılmış bakım maliyetleri, bekleme sürelerinde düşüş, artan bilgi, gelişmiş güvenlik, bakım kaynaklarının verimli kullanımı, sıfır hata stratejisinin benimsenmesi ve optimize edilmiş bir süreç fırsatları vermektedir (Bousdekis, Apostolou, Mentzas, 2020).

➤ **Hizmet Üretiminde Ek Kazançlar**

Sensörler, bilgi toplama teknolojisiyle, hem üretim sektörüne hem hizmet işletmelerine çeşitli fırsatlar sunmaktadır. Akıllı şehirler, eğitim merkezleri, sağlık hizmetleri giderek artan şekilde sensörlerden yararlanacaktır (Mian vd., 2020).

Örneğin, Otis, kendi bulut ağına veri gönderen sensörlü asansörler üretmektedir. Böylece gelen verileri analiz ederek, gerçek zamanlı öngörücü bakım hizmeti paketini de tüketiciye satabilecektir. Bu Otis için uzun vadeli bir gelir akışı fırsattır. Bir diğer örnek Tesla'dır. Tesla yükseltilebilen donanım ve yazılıma sahip araçlar üretmektedir. Bu araçlar sensör kullanımına hazırdır ancak işletme, aracı ekstra zeki hale getirecek olan yazılım yükseltmelerini internet üzerinden sağlanacak şekilde tasarlamaktadır. Böylece müşterilerin bu yükseltmeler için ödeme yapması Tesla için gelir kaynağı olacaktır. Tesla da kendine bu şekilde fırsat yaratmıştır (James, 2017).

Sağlık hizmetlerinde toplanan verilerin kullanım alanına verilebilecek bir örnek, Hollanda'daki bir yemek şirketidir. İşletme hastanelere özel yemekler tedarik etmektedir. Hastaneden alınan verilere göre, her öğün her hastanın ihtiyacına özel yemekler hazırlanmaktadır. Bu yemekler aynı zamanda otomatik bir tesiste hazırlanmaktadır (James, 2017).

➤ **Tarımsal Üretim Alanında İyileşme**

Endüstri 4.0'ın tarımsal üretim alanında dahi fırsatlar sunacağını gösteren bir örnek ise İspanya'da meteorolojik değişkenlere ve arazinin diğer parametrelerine göre tarlalardaki parazitlerin evrimini kontrol etmek ve böylelikle zirai ilaçların kullanımını azaltmak için bulutta yazılım geliştiren işletmelerin varlığı ile kendisini göstermektedir (Bondar, 2018).

Gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerin endüstri 4.0 sürecinde yer aldıkları aşamalar farklı olduğundan fırsatlarının da farklı olabileceğini göz ardı etmemek gerekmektedir. Nitekim Siau ve arkadaşları (2019) endüstri 4.0'ın gelişmiş ülkelere ekonomik kazanımlar, daha güvenilir ve akıllı üretim, sürdürülebilir üretim sistemleri, teknoloji yeniliği ve diğer birçok alanda büyük fırsatlar sunduğunu; gelişmekte olan ülkelere ise en çok finansal alanda iyileşme ve vatandaşlarının yaşam kalitelerini yükseltme imkanı verdiğini belirtmektedir. Dijital dünyaya ağ iletişimi aracılığıyla erişebilen gelişmekte olan ülkelerin avantajlarından biri ürünlerini dünya çapında tedarik etme ve satma kolaylığının olmasıdır. Dijital erişimin aynı zamanda neredeyse kırsal bir köyden doktora görünmek gibi yüksek kaliteli hizmetler alma gibi avantajları bulunacaktır.

Endüstri 4.0: Zorluklar ve Tehditler

Otonom araçlardan biyolojik olarak tasarlanmış insanlara kadar, endüstri 4.0, sektörlerle, paydaş gruplarına ve sosyal normlara bazı teknik ve etik zorluklar getirecektir (Philbeck ve Davis, 2018).

➤ Veri Bolluğu

Yeni kaynaklardan (nesnelerin ve hizmetlerin interneti, siber-fiziksel sistemler vb.) gerçek zamanlı veri akışının oluşturduğu veri bolluğu endüstri 4.0'ın zorluklarından biri gibi görülebilir. Zira bu veriler işlenmesi ve yönetilmesi için büyük miktarda entelektüel güç gerektirmektedir (Abramsohn, 2019). Bu zorluk yapay zeka sistemleri ile çözülebilmektedir, ancak yapay zeka sistemleri için de kullanım bilgisi ve yatırım gerekliliği gibi ihtiyaçlar ortaya çıkmaktadır.

➤ Siber Tehditler

Endüstri 4.0 döneminin akıllı fabrikaları, bilgisayar algoritmaları tarafından kontrol edilen son derece otomatik fabrikalar

olduğundan, bilgisayar sabotajının veya rekabete yönelik bilgi sızıntısının kurbanı olma olasılıkları yüksektir (Bondar, 2018). Bu durum siber güvenlik sorunları olarak ele alınmaktadır ve önemli tehditlerden biri olarak görülmektedir.

➤ İnsan Faktörü

En nihayetinde her şey insanlara ve değerlere bağlıdır. En karamsar hali düşünüldüğünde, insan faktörünün bu yeni sanayi devrimine dâhil edilmemesi bir tehdit unsuru olacaktır. Önceki sanayi devrimlerinde olduğu gibi insanlar bu sürece ait olmadıklarını hissedecekler, bu da hayal kırıklıklarına, toplumdaki dışlanma hissine ve dünya çapında toplumsal tabakalaşmaya sebep olacaktır (Kinzel, 2017; Schwab, 2017). Ancak insanlar tarafından yönetilmeye çalışılan üretim süreçleri de işletmelerin rekabetçi gücü açısından bir tehdittir. Çünkü artık üretim yönetiminin geleneksel yöntemleri, günümüzün iş ortamı için yeterli değildir.

Yine insanla ilişkili olarak nüfus patlamaları, otomasyon ve dijitalleşmeden kaynaklanan işsizlik, özellikle yeni sanayileşmiş veya gelişmekte olan ülkeler için önemli bir tehdittir. Beşeri sermayenin endüstri 4.0 bağlamında potansiyelini ortaya çıkarmak için eğitim planlamaları ve beceri kazandırma çalışmaları zorunluluk haline gelmektedir (Siau vd., 2019; Şener, Karakaş, 2019).

SONUÇ

On sekizinci yüzyıldan itibaren daha verimli, daha hızlı, daha düşük maliyetlerle üretim yapma isteği sonucunda ortaya çıkan teknolojik gelişmeler, aynı zamanda beraberinde toplumsal dönüşümleri de ortaya çıkarmıştır. Toplumlar ekonomik, sosyal ve kültürel açılardan değişime uğramıştır.

Dördüncü sanayi devrimi olan endüstri 4.0 da ilerleyen teknoloji, küreselleşen ağ sistemleri ve sonuç olarak internet tabanlı sistemler ile fiziksel sistemlerin tümünün ağ tabanlı olarak birleşmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Bu yeni devrimin etkilerinin çok büyük olacağı beklenmektedir. Henüz sonuçlarına ulaşılmamış bu devrim, birkaç yıl öncesine kadar tanımları açısından da muğlaklığa sebep olmuştur. Ancak artık daha net tanımlamalar yapılabilmekte, somut örneklerle endüstri 4.0'ın ne olduğu betimlenebilmektedir.

Endüstri 4.0, esasında dördüncü sanayi devrimidir. Dördüncü sanayi devriminde üretim artık, dijital olarak birbirine bağlı, veri yoğun akıllı sistemlerle, insan müdahalesini en aza indirgeyerek ve “karanlık fabrikalar” olarak adlandırılan akıllı fabrikalarda yapılmaktadır. Dolayısıyla bu devrimi yakalamak, işletmeler bağlamında rekabetçi güç açısından da önemli hale gelmiştir. Bu devrimi doğru anlamak ve ona göre tedbir almak gerekmektedir.

Her ülke, her endüstri ve her işletme devrimi aynı aşamalarda yaşamamaktadır. Dolayısıyla tedbir alabilmek için öncelikle devrimin hangi aşamasında olduğunun tespit edilmesi gerekmektedir. Mevcut aşamanın tespitinden sonra ise fırsatlar ve tehditler belirlenebilecektir. Her devrimde olduğu gibi bu devrimin de olumlu ve olumsuz sonuçları olmakta; bazı faydaları ve zorlukları bulunmaktadır.

Endüstri 4.0'ın en çok bilinen faydaları, daha hızlı, hatasız, esnek, kaliteli ve daha düşük maliyetli üretimdir. Burada asıl amaç müşteri memnuniyetidir; müşteriye ürünü hızlı ve kaliteli ulaştırmak, aynı zamanda müşteri isteklerine cevap verebilecek şekilde esnek üretim yaparak kişiselleştirilmiş ürünler üretmek temel hedeflerdendir.

İşsizlik ise endüstri 4.0'ın en büyük tehdit unsuru olarak görülmektedir. Ancak her sanayi devriminde bazı işlerin önemini

yitirerek kayb olduğu görülse de, yeni yeteneklere duyulan ihtiyaçların ortaya çıktığı, yeni işlerin türediği de açıktır. Bu devrimde de bireyler için güvenlik sorunu oluşturabilen, bireylerin sağlığını tehdit eden mevcut bazı işlerin yanında; bilgisayarlar, iletişim teknolojileri ve yapay zeka aracılığıyla yapılabilecek işlerin kaybolduğu da görülecektir. Ancak bilinmelidir ki bu devrim ile birlikte yeni işler ortaya çıkacaktır. Yeni yetkinlikler tanımlanacak ve işgücü yeni yetkinliklere ulaşmak için eğitim faaliyetleri ile desteklenecektir. Endüstri 4.0 ile beyin gücünün ön planda olacağı işlerin sayısı artacaktır.

Sonuç olarak büyük bir değişim ve dönüşümün içerisinde olduğumuz açıktır. Değişimi iyi analiz edip, değişimin seyrine göre aksiyon almak gerekmektedir. Her değişimde olduğu gibi bu değişimde de fırsatlar ve tehditler olması gayet doğaldır. Bilinmelidir ki tehdit olarak algılanan bazı durumlar işletmeler için fırsatlara dönüşebilmektedir. İşletmeler değişimi kabullenmeli ve değişimin seyrine göre harekete geçmelidir.

KAYNAKÇA

1. Abramsohn, W. O. (2019). Industry 4.0 – Where are we now and where are we heading, *Jec Composites Magazine*, No: 127, 33-34.
2. Alekseev, A. N., Buraeva, E. V., Kletskova, E. V., Rykhtikova, N. A. (2019). Stages of Formation of Industry 4.0 and the Key Indicators of Its Development, Editör: Popkova, E. G., vd., *Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century, Studies in Systems, Decision and Control* 169, https://doi.org/10.1007/978-3-319-94310-7_9
3. Baraz, A. B. (2014). *Stratejik Yönetim-I*. Editör: Taşçı, D., Ulukan, İ. C. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını.
4. Berber, A. (2013). *Klasik Yönetim Düşüncesi*. İstanbul: Alfa.
5. Bondar, K. (2018). Challenges and opportunities of industry 4.0 – Spanish experience, *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 9(5), 202-208. doi: 10.18178/ijimt.2018.9.5.814
6. Bousdekis, A., Apostolou, D., Mentzas, G. (2020). Predictive maintenance in the 4th industrial revolution: benefits, business opportunities, and managerial implications, *IEEE Engineering Management Review*, 48(1), 57-62.
7. Gregor, M., Medvecký, S., Matuszek, J., Stefanik, A. (2009). Digital factory, *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, 3(3), 123-132.
8. Gregor, M., Medvecký, S. (2010). *Digital Factory – Theory and Practice*, *Engineering the Future*, Editör: Laszlo Dudas, ISBN: 978-953-307-210-4.
9. James, M. (2017). The internet of services in Industrie 4.0, <https://www.controleng.com/articles/the-internet-of-services-in-industrie-4-0/> (Erişim: 9.11.2020).
10. Kaeser, J. (2018). The World is changing. Here's how companies must adapt, <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/the-world-is-changing-here-s-how-companies-must-adapt/> (Erişim: 3.11.2020).
11. Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0, Final Report of the Industrie 4.0 Working Group, Frankfurt.
12. Kergroach S. (2017). Industry 4.0: New challenges and opportunities for the labour market, *Foresight and STI Governance*, 11(4), 6–8. doi: 10.17323/2500-2597.2017.4.6.8
13. Kinzel, H. (2017). Industry 4.0 – Where does this leave the human factor?, *Journal of Urban Culture Research*, 15, 70-83.
14. Koçel, T. (2011). *İşletme Yöneticiliği*. İstanbul: Beta.

15. Küçükkalay, A. M. (1997). Endüstri devrimi ve ekonomik sonuçlarının analizi, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2, 51-68.
16. Mian, S. H., Salah, B., Ameen, W., Moiduddin, K., Alkhalefah, H. (2020). Adapting universities for sustainability education in industry 4.0: Channel of challenges and opportunities, Sustainability, 12(15), 6100, 1-31.
17. Mishra, D. (2020). The stages of industry 4.0: Where are you now?. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2020/10/19/the-stages-of-industry-40-where-are-you-now/?sh=6b4a0e376005> (Erişim: 10.11.2020)
18. Özyakışır, D. (2018). Endüstri 4.0, Editör: Özyakışır, D., Aybas, M. Endüstri 4.0 Üzerine Yazılar. Ankara: Savaş.
19. Philbeck, T., & Davis, N. (2018). The Fourth Industrial Revolution: Shaping A New Era. *Journal of International Affairs*, 72(1), 17-22. doi:10.2307/26588339
20. Rymarczyk, J. (2020). Technologies, opportunities and challenges of the industrial revolution 4.0: Theoretical considerations, *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 8(1), 185-198. <https://doi.org/10.15678/EBER.2020.080110>
21. Schütze, A., Helwig, N., Schneider, T. (2018). Sensors 4.0 – smart sensors and measurement, technology enable Industry 4.0, *Journal of Sensors and Sensor Systems*, 7, 359–371.
22. Schwab, K. (2017). Dördüncü Sanayi Devrimi. Çev: Zülfü Dicleli, İstanbul: Optimist.
23. Siau, K., Xi, Y., Zou, C. (2019). Industry 4.0: Challenges and opportunities in different countries, *Cutter Business Technology Journal*, 32(6), 6-14.
24. Siemens (2016). Endüstri 4.0 Yolunda. İstanbul: Siemens.
25. Şener, S., Karakaş, A. T. (2019). Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde işgücü verimliliği ve teknolojik gelişmenin imalat sanayi üzerindeki etkileri: Seçilmiş ülkeler örneği, Editör: Şener, S. Teknoloji, İnovasyon ve Girişimcilik. İstanbul: Beta
26. Türk Dil Kurumu Sözlükleri, Güncel Türkçe Sözlük, "Devrim". <https://sozluk.gov.tr/> (Erişim: 2.11.2020)
27. Yuksel, A. N., Sener, E. (2017). The reflections of digitalization at organizational level: Industry 4.0 in Turkey, *Journal of Business, Economics and Finance (JBEF)*, 6(3), 291-300.

BÖLÜM 3

**İŞLETMELERDE YENİ
YAPILANMALAR: ENDÜSTRİ
4.0'IN BİR ÜRÜNÜ OLARAK
AKILLI İŞLETMELER**

İŞLETMELERDE YENİ YAPILANMALAR: ENDÜSTRİ 4.0'IN BİR ÜRÜNÜ OLARAK AKILLI İŞLETMELER

Öğr. Gör. Mustafa ALTINTAŞ

Yozgat Bozok Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0002-9846-5513

Prof. Dr. Musa ÖZATA

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0003-1742-0215

GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz çağda rekabet ve rekabet avantajı kavramları, üzerinde en çok durulan ve önem verilen konuların başında gelmektedir. İşletmelerin rakiplerine karşı rekabet avantajı sağlamanın pek çok yolu olduğu ifade edilmekle birlikte, rekabet avantajı sağlamanın en önemli yolunun ileri teknolojiler ve bu teknolojilere uyum sağlayabilme kapasitesi olacağı düşünülmektedir. Teknolojik değişme ve gelişmelere bağlı olarak ekonomilerde ve sınai sektörlerde yeni iş modellerinin oluşacağı beklenmektedir (Banger, 2018a: 19).

Geçmişten günümüze kadar teknolojik süreçler göz önüne alındığında sanayi devrimleriyle birlikte gelişmeler yaşanmıştır. 18. yüzyılın sonlarında fabrikalarda buhar gücünün kullanılması, 20. yüzyılda seri üretimlerin başlaması, 1970'lerden bu yana bilgi ve iletişim teknolojilerinin yaygınlaşması sırasıyla sanayi devrimlerinin örnek olayları olmuştur. Günümüze bakıldığında ise

siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, veri işleme gibi uygulamaların olduğu dördüncü sanayi devrimi mevcuttur (TÜSİAD, 2016: 19).

Geçmişte var olan teknolojiler ve yenilikler hızla tükenmekte ve yerini yeni nesil uygulamalar almaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte birçok gelişimin olduğu gözlenmektedir. Dördüncü sanayi devrimi ile birlikte insan hayatına birçok yenilikler girmiştir ve girmeye de devam etmektedir. Endüstri 4.0'ın bir ürünü olan akıllı işletmeler bunun bir örneğidir. Akıllı işletmeler geçmişte var olan işletme anlayışının tamamen dışına çıkarak teknolojilerin ilerisine giden bir yapıdadır. Teknoloji günümüzde belli başlı olanaklar sunarken akıllı işletmeler, endüstri 4.0'ın bileşenlerini içselleştirerek sürekli gelişim içerisinde dir.

Bu çalışmada endüstri 4.0'ın bir ürünü olan "akıllı işletmeler" detaylıca incelenerek iki kavram arasındaki ilişkiler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Literatüre katkı sağlayacağı düşünülen bu çalışmada kavramlar arası ilişkiler güçlü nedenlere dayanmaktadır. Akıllı işletmelerin endüstri 4.0 ile birlikte olağanüstü bir hızla gelişerek günümüz işletme anlayışını geride bırakacağı ve bu uygulamaya geçen işletmelerin rakiplerine göre çok avantajlı konumda olacağı düşünülmektedir.

Akıllı İşletmeler

"Akıllı" kelimesi dördüncü sanayi devrimi ile birlikte salt anlamının dışında, özellikle örgütlerde teknolojik dönüşümü belirtir şekilde daha sık kullanılmaya başlamıştır. Günümüz dünyasında çevremizde var olan birçok nesne artık "akıllı" sıfatıyla birlikte kullanılmaktadır. Akıllı telefon, akıllı bilgisayar, akıllı televizyon, akıllı ev, akıllı şehir ve birçok nesne artık akıllı hale gelmiş durumdadır (Duman ve Akdemir, 2019: 445). Akıllı kelimesinin nesnelere bağlanmasının arka planında ise nesnelerin internet alt

yapısına bağlı olması bulunmaktadır. Nesnelerin interneti, insana ve veri girişine ihtiyaç duymaksızın, makinelerin kendi aralarındaki iletişim ve ağ yapısı olarak ifade edilebilir (Aktaş vd., 2016). Akıllı işletme, akıllı organizasyon veya akıllı örgüt, akıllı teknolojileri üzerinde bulunduran, örgütün birbiri ile olan iletişimin gelişmiş yazılımlar ve bilgisayar programları ile destekleyen, karmaşık süreçleri basitleştiren ve bunların sonucunda özerk kararlar alabilen işletmeler olarak tanımlanmaktadır (Duman ve Akdemir, 2019: 445).

Akıllı işletme kavramı bilgi çağında var olan işletmeleri tanımlamak amacıyla kullanılan metaforlardan sadece birisidir. Bir işletmenin akıllı bir işletme statüsü kazanması için bilgi odaklı olması, sanal ortamda yeni uygulamalara uyum sağlamış olması, çevresel fırsatların yanı sıra dinamik olması gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir (Öztürk ve Öztürk, 2019: 952). Akıllı işletme veya akıllı organizasyon kavramı ilk olarak Matheson ve Matheson (1998)'un ele aldıkları "Akıllı Organizasyon: Stratejik AR-GE Yoluyla Değer Yaratma" kitabında ortaya konulmuştur. Matheson ve Matheson, işletmelerin akıllı karar alma ve çevrelerine uyum sağlama yeteneklerinin 21. yüzyılda önemli bir rekabet avantajı olduğunu belirtmişlerdir.

Matheson ve Matheson (2001), dokuz ilke sayesinde bir işletmenin akıllı organizasyon olabileceğini öne sürmüşlerdir. Araştırmacıların belirlemiş oldukları bu ilkelerin uygulanması, örgütler için karar alma mekanizmasını ve örgüt için en iyi uygulamanın yapılmasına yardımcı olacaktır. Üç başlık altında toplanan bu ilkeler; amaca ulaşma, çevreyi anlama ve kaynakların etkin kullanılmasıdır. Bu ilkelerin içeriğinde ise değer yaratma, alternatifler oluşturma, sürekli öğrenme, belirsizlikleri yönetme, stratejik bakış açısı oluşturma, disiplinli karar alma, uyumlu çalışma gibi faktörler bulunmaktadır (Matheson ve Matheson, 2001: 50).

Sürekli değişen ve gelişen dünyada akıllı işletmeyi tanımlamak ve ona özellik addetmek hiç de kolay bir iş değildir. Steven Goldman ve arkadaşları, akıllı işletmeler için dört temel stratejik boyut ortaya koymaktadır. Müşteri odaklılık, örgüt içi işbirliğine bağlılık, değişim ve belirsizliğe hâkim olmak ve bireylerin bilgilerinden yararlanmak akıllı bir işletmenin ortaya koyabileceği davranışlar arasındadır (Filos ve Banahan, 2001: 111).

Akıllı işletmeler, krizleri ve fırsatları göz önünde bulundurarak rekabet avantajı sağlamaya çalışırlar. Fırsatları keşfedip rakiplerinden önce yatırım yapabilme imkanına sahip olurlar. Mevcut sorunları tespit ederek krize dönüşmeden çözerek müşteri memnuniyetini artırırılar. Müşteri bağlılığı yaratmak için ürünleri ve hizmetleri tasarlama yetenekleri vardır. Ayrıca akıllı işletmelerin açık bir stratejik vizyonu ve liyakat kültürü vardır. Akıllı işletme, çevreye uyum sağlama yeteneğini geliştirmek için işgörenlerin zekasını ortaya koymaktadır (Al-Kasasbeh vd., 2016: 107).

Akıllı işletmelerin bazı özellikleri olduğu gibi belirli sistemli çalışma şekilleri de bulunmaktadır. Akıllı işletmelerin, krizler ve karmaşalar ortaya çıktığında, kendilerine yol göstermelerini sağlayan bir "sinir sistemi" bulunmaktadır. İnsanlarda olduğu gibi dışarıdan gelebilecek tehlikelere göğüs geren bu sistem, algılama ve öğrenme, iç ve dış iletişim, koordinasyon ve hafıza işlevleri sağlamaktadır. Hızlı hareket eden, öngörülemeyen durumlarda "sinir sistemi", örgüte gerçek zamanlı öngörü, empati, öğrenme ve uyarılma yetenekleri sağlamaktadır (Filos, 2006: 7).

Geleneksel işletme anlayışının içerisinde birçok özellik bulunmaktadır. Fakat günümüzde akıllı işletmeler, geleneksel işletmelerden bazı yönleriyle ayrılmaktadır. Günümüzün ve geleceğin işletmeleri arasındaki fark Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Bugünün ve Geleceğin İşletmelerinin Karşılaştırılması

Günümüz İşletme Özellikleri	Geleceğin İşletme Özellikleri
Makinelerin önceden yapılandırılması gerekir. Ayarlamalarının her kullanımda değiştirilmeye ihtiyacı vardır. Bağımsızlık özelliği bulunmaktadır.	Makineler, diğer makineler ile iletişim halindedir. Güvenlik mekanizmaları etrafında akıllı bir şekilde çalışmaktadırlar.
Süreç izlemek zordur. Bireyler problem odaklı olarak kendi verimlilikleri oranında çalışmaktadır.	Süreç izleme durumu sebep-sonuç ilişkisi içerisinde meydana gelir. Dolayısıyla makineler üretime müdahale etme yeteneğine sahip olarak sorunları düzeltme adına sinyal verir.
Ürün özelleştirmeler; maliyet, zaman ve kaynak tarzı faktörler açısından zahmetlidir. Sıradan ürünlerin üretimi kolay olurken, özel ürünlerde gecikmeler yaşanmaktadır.	Ürün özelleştirme çalışmalarında en ideal yol belirlenir. Güvenlik, lojistik, güvenilirlik, zaman maliyetleri ve sürdürülebilirlik faaliyetleri sistemli bir şekilde yapılır.
Envanter işlemleri süreçteki değişimi dikkate almak için stoklanır.	Makineler kendi üretim kaynaklarını planlama yeteneğine sahiptir. Yalın ve tam zaman üretiminin gerçekleşmesi bu yolla mümkün olmaktadır.
Makineler, çalışanların fiziksel yapısı ve işgücü ile sınırlı kalmaktadır.	Makineler, çevresindeki insanlara duyarlı olup, onlara uyumlu bir şekilde çalışır.

Kaynak: (Önday, 2018: 62)

Akıllı işletmeler, Tablo 1'de belirtildiği üzere üretim süreçlerini hızlı ve sorunsuz bir şekilde yönetirken, bu tür işletmelerden çıkan ürünler daha uzun ömürlü ve kaliteli olmaktadır. Ayrıca bu işletmelerde üretim kaynakları, makineler ve çalışanlar etkileşim halindedir (Önday, 2018: 62). Bütün bunların altında yatan nedenlere bakıldığında Matheson ve Matheson (2001)'un dokuz ilkesi öne çıkmaktadır. Amacına uygun, çevresini anlayan ve kaynakları etkin kullanan işletmeler akıllı işletmeler statüsündedir.

Akıllı işletmelerin Tablo 1'de sunulan özelliklerinden farklı olarak bazı özelliklere sahip olması gerektiği kanısı vardır. Harvard Business Review bunu şu şekilde belirtmiştir (HBR, Aralık 2017):

Yüksek Anlamlılık: Akıllı organizasyonlar, müşterileri için anlamlı olmanın yollarını bilen ve onlar için vazgeçilmez olmaya çalışan sürdürülebilir yapılardır.

Ağ Yapısından Güç Alan: Akıllı organizasyonlar, özenli bir biçimde oluşturdukları ve yönettikleri iş ortaklarının ekosistemlerinin güçlerinden faydalanarak müşterilerine yenilikler yaratabilir.

Teknoloji ve Veriyi Kullanan: Akıllı organizasyonlar, en son teknolojileri ve veri araçlarını kullanarak inanılmaz ölçülerde yenilikler ortaya koyabilir.

Varlıklarını Akıllıca Kullanan: Akıllı organizasyonlar varlıklarını ve kaynaklarını doğru bir şekilde kullanarak iş modelleri arasında hızlı geçişler sağlayabilir, hızlı ve cesur kararlar alabilir.

Yalın Üretim: Akıllı organizasyonlar dijitalleşmeyi ve otomasyonu kullanırken akıllı çözümlerle buna yaklaşmaktadır. Bunun sonucunda kapasitelerini boşa çıkartarak yenilikler için kullanmaktadır.

Çevik İşgücü: Akıllı organizasyonlar mevcut pazarlarda rekabet avantajı sağlamak ve yeni pazarlarda bunu kullanmak için akıllı ve modern iş ortamları ve işgücü yapılarını kurgulayarak hayata geçirirler.

Akıllı Fabrikalar

Akıllı fabrika, işsel süreçlerin otomasyon kullanılarak sürecin kendi kendisine iyileşmesinin mümkün olduğu, ekipman ve makine temelli işletme ortamı olarak ifade edilmektedir. Başka bir deyişle, fiziksel dünya ile sanal dünyanın bütünleşmesini sağlamak amacıyla veri alışverişinin sağlandığı yer akıllı fabrikadır (Wan ve Zhou, 2015: 136). Akıllı fabrikalar sürekli öğrenme ve gelişim halinde olduğu için "öğrenen fabrikalar" olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca hiçbir insanın çalışmaması akıllı fabrikaların "**karanlık fabrikalar**" olarak nitelendirilmesini sağlamıştır (Yıldız, 2018: 551).

Akıllı fabrikalar, üretim kaynaklarının birbirlerine bağlı ve otomatik olarak bilgi alışverişinde bulunmasıyla birlikte, makine arızalarını öngören ve önleyen, üretim süreçlerini kontrol eden ve dijital entegrasyonu içeren zeki ve bilinçli bir sistemdir (Qin vd., 2016). Akıllı fabrikalar, içerisindeki gerçek zamanlı verilere anlık tepkiler verebilen yapılardır. Ayrıca esnek üretim sistemleri aracılığı ile üretim sürecinin optimizasyonu sağlanmaktadır (GTAI, 2014: 10). Akıllı fabrikalar, geleneksel üretim sistemleri ile karşılaştırıldığında kalite, maliyet ve zaman açısından avantajlı olduğu görülmektedir. Akıllı fabrikalar üretim maliyetlerini %10 ile %20 arasında azaltarak işletmelere avantaj sağlamaktadır (Tutar, 2019: 327).

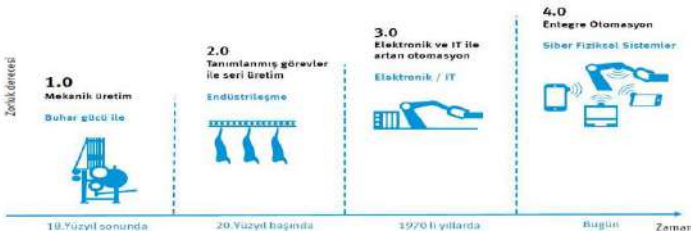
Akıllı fabrikalar günümüzde farklı alanlardaki üretim süreçlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Yazılımlar, nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistemler gibi uygulamalar ile teknik alt yapısı oluşturulan akıllı fabrikalarda endüstri 4.0'a uyum sağlama süreci başlamıştır (Prinz vd., 2016: 113). Akıllı işletmeler ve endüstri 4.0 ilişkisini ortaya koymayı amaçlayan bu araştırmada, ilerleyen bölümlerde bu teknolojiler işlenecek olup, aralarındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılacaktır.

Endüstri 4.0

Sanayi devrimleri geçmişten etkilenecek günümüze gelmiştir. Tarihsel sürece bakıldığında günümüze kadar üç farklı sanayi devriminin yaşandığı görülmektedir. Sanayi devrimi denilince bireylerin aklına buhar gücünün bulunduğu ilk sanayi devrimi gelmektedir (Çalış Duman, 2020: 5). Üretim konusunda büyük önem arz eden bu devrimden sonra kitle üretimine odaklanan ve elektrik enerjisine bağlı olarak üretimin çeşitlenmesi ile ikinci sanayi devrimi dönemi başlamıştır. Ford'un araç üretimi, dünya çapında sosyal ve kültürel etkiler yaratmış olup, kitle üretiminin bu devrimle başladığı kabul edilmektedir (Li, 2017: 2). 1950'li yıllardan endüstri 4.0'a kadar olan süreçte ise üçüncü sanayi

devrimi yaşanmıştır. Bu dönemde ortaya çıkan elektronik ile üretim ve bilişim teknolojilerinin kullanılması, ileri otomasyona geçiş sürecini sağlamıştır. Hibrid otomobil, akıllı telefon, bilgisayar gibi icatlar üçüncü sanayi devriminin ürünleridir (Dombrowski ve Wagner, 2014: 101). Geçmişten günümüze kadar gelen bu devrimler, endüstri 1.0, endüstri 2.0, endüstri 3.0 olarak ifade edilmiştir. Bilişim sistemlerinde kullanılan 1.0, 2.0 gibi tanımlamalar bunlara dayanmaktadır.

Endüstri 4.0 sürecine bakıldığında ise aslında bu süreci tetikleyen bir tek teknoloji veya yenilik yoktur. Üçüncü sanayi devrimindeki gelişmeler dördüncü sanayi devrimini başlatmıştır denilebilir (Görçün, 2017: 141). Çeşitli araştırmacılara göre dördüncü sanayi devriminin ana teması, üretim süreçlerinde internet teknolojilerinin kullanılması ve yaygınlaşmasıdır (Gabriel ve Pessl, 2016: 131). Endüstri 1.0 ile endüstri 4.0 arasında yaşanan tarihsel süreç ve tetikleyici yenilikler Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1: Endüstri 1.0 'dan Endüstri 4.0'a Geçiş Süreci

Kaynak: (Kagermann vd., 2013: 13 Akt: Çalış Duman, 2020: 7)

Endüstri 4.0 kavramı Alman hükümetinin "ileri teknoloji" temalı bir projesi ile ortaya çıktığı ileri sürülmektedir. Daha önce ortaya çıkmış olan birinci, ikinci ve üçüncü sanayi devrimlerindeki dönüşümlerden etkilenen proje, yeni dönemde endüstri 4.0 olarak nitelendirilmiştir. Ayrıca kavram ilk defa Hannover Fuarı'nda kullanılmıştır (Banger, 2016: 79). Kavramın bir strateji ve vizyon olduğunu öne süren araştırmacılar, internetin sanayi

alanında kullanılmasının ve üretimin dijitalleşmesinin bu sanayi devrimiyle olduğunu savunmaktadırlar. Ortak aklın kullanıldığı endüstri 4.0, örgütlerin değer zincirlerini etkileyecek bir yapıda olduğu belirtilmektedir.

Endüstri 4.0 ile ilgili farklı araştırmacıların farklı tanımlamaları bulunmaktadır. Pan (2015: 1538) endüstri 4.0'ı fiziksel sistemlerin, siber bir şekilde fizikselleşmesi olarak tanımlamıştır. Fallers ve Feldmüller (2015: 88), sanayinin akıllı hale gelmesinin endüstri 4.0 olduğunu belirtmektedir. Kolberg ve Zühlke (2015: 1871), bilgi ve iletişim teknolojilerinin üretim süreçlerindeki entegrasyonunun artması olarak nitelendirmiştir. Alberss ve arkadaşları (2016: 262) endüstri 4.0'ın akıllı ve merkezi olmayan üretimi gerçekleştiren dördüncü sanayi devrimi olduğu ileri sürmektedir. Bazı araştırmacıların üzerinde uzlaştıkları bir tanım olarak endüstri 4.0, müşteri ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla üretimi temsil eden, verimlilik, kalite ve karlılık gibi amaçlar ile örgütlerde bütün fonksiyonların döngüsünü etkileyen örgütün üretim süreçlerinin dijitalleşmesidir (Neugebauer vd., 2016; Gaub, 2015; Lu, 2017).

Endüstri 4.0 ile ilgili farklı araştırmacıların ortaya koymuş oldukları temel bileşenler/uygulamalar/kavramlar bulunmaktadır. Bunların temelde ortak bir fikir birliğine vardığı görülmektedir. Neugebauer ve arkadaşları (2016), endüstri 4.0'ın 10 temel bileşeninin bulunduğunu ifade etmektedir. Bunlar; mühendislik, üretim teknolojileri ve organizasyon, makineler, akıllı yetenekler, insan-robot iş birliği, üretim planlama ve kontrol, lojistik, iş organizasyonu, işyeri tasarımı ve yardımı, kaynak ve enerji verimliliğidir. Bunlar temel teknolojik kategorilerdir.

Öte yandan birçok araştırmacı endüstri 4.0'ın siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, büyük veri, bulut bilişim, üç boyutlu yazıcılar, robotik uygulamalar, artırılmış gerçeklik gibi bileşenlerden oluştuğunu ortaya koymaktadır (Wang ve Wang, 2016; Dilberoğlu vd., 2017; Frank vd., 2019).

Endüstri 4.0 ile birlikte hayatımıza giren kavramlardan birisi Nesnelerin İnterneti kavramıdır. Endüstri 4.0 sürecinin ana omurgasını oluşturan Nesnelerin İnterneti kavramı, internetin icadı ile birlikte insan yaşamında önem arz eden bir kavramdır. Nesneler ile internetin iletişime geçmesi kavramın açıklamasını oluşturmaktadır (Mayda, 2019: 73). Bir diğer bileşen ise siber-fiziksel sistemlerdir. Siber-fiziksel sistemler, "koordinasyon, gözleme ve kontrol gibi üretim süreçlerini, hem lojistik hem de değer oluşturma süreçlerinde gerçekleştirilen operasyonları en üst seviyede yerine getirebilen sistemler" olarak tanımlanmaktadır (Özsoylu, 2017: 52). Büyük veri kavramı endüstri 4.0'ın bir bileşeni olup, internet ve diğer unsurlar sayesinde bir araya getirilmiş, dijital forma dönüştürülmüş bilgilerin toplandığı devasa büyüklükte veri tabanlarını tanımlamak için kullanılan bir ifadedir (Görçün, 2017: 167). İşletmelerde kullanılan birçok bileşen bulunmakta olup, temelde bu bileşenlerin ortak amacı işletmeyi, sağladıkları yararlar sayesinde dijitalleştirerek geleceğe taşımaktır. Akıllı işletmelerin mihenk taşları, teknolojinin işletmenin merkezine gelmesiyle birlikte sağlanmaktadır.

İşletmelerde Yeni Yapılanmalar: Endüstri 4.0'ın Bir Ürünü Olarak Akıllı İşletmeler

Endüstri 4.0 sürecinin başlamasıyla birlikte insan hayatına birçok yenilik girmiştir. Dördüncü sanayi devrimi başladığı andan itibaren gelişen ve değişen teknolojilerin işletmelerde kullanılması, işletmelerin de bir dönüşüm sürecine girdiğinin kanıtı olmuştur. Bütün bu teknolojiler işletmeleri akıllı hale getirmiştir. Akıllı işletme haline gelmek, işletmeleri rakiplerinin karşısında avantajlı duruma getirmiş ve getirmeye de devam edecektir.

Endüstri 4.0 bütün sektörlerdeki işletmeleri kendi teknolojik bileşenleri ile donatarak daha akıllı, esnek ve dinamik hale

getirmeyi amaçlamaktadır. Bu duruma göre akıllı bir işletme meydana getirmeyi amaçlayan endüstri 4.0'da yüksek düzeylerde optimizasyon ve otomasyonlar bulunacaktır. İşletmelerin çıktıları, kalitesi hitap ettiği kitlelerin ihtiyaçlarını karşılama kapasitesine sahip olacaktır. Akıllı işletmeler endüstri 4.0'ın ana hedefi olarak kabul görmektedir (Lu, 2017: 7).

Akıllı işletme, karmaşıklığın artmış olduğu yeni dünya düzeninde dinamik ve hızla değişen koşullara ayak uydurabilen bir yapıdır. Akıllı işletmeden sorunları hızla çözmesi, esnek ve uyarlanabilir bir yönetim ve üretim süreci beklenmektedir. Akıllı işletme konsepti, gereksiz iş gücü ve kaynak israfının önüne geçmekte olup, örgüt içerisinde optimizasyonu yazılım ve mekanik kombinasyonlarla sağlamaktadır. Akıllı işletmede dinamik bir organizasyon süreci vardır ve paydaşlar arasında iş birliği bulunmaktadır (Vestin vd., 2018: 460).

Akıllı işletmelerin dördüncü sanayi devriminin en doğal sonucu olduğunu savunan birçok araştırmacı vardır. Çünkü akıllı işletmeler kendisinde var olan teknolojiler sayesinde karmaşık yapılara uyum sağlayabilen, insanları, makineleri ve kaynakları bir ağda buluşturabilen bir yapıya sahiptir (Sung, 2018). Ayrıca endüstri 4.0'ın ortaya koymuş olduğu değer yaratma özellikleri akıllı işletmelere özgü bir sonuçtur. Birçok özelliği bulunan akıllı işletmelerin endüstri 4.0'ın bir sonucu olmasına ilişkin bir işletmedeki bazı özellikleri Tablo 3'de gösterilmektedir.

Tablo 3: Akıllı İşletmelerde Değer Yaratma Faktörlerine İlişkin Eğilimler ve Beklenen Gelişmeler

Ekipman	Akıllı bir işletmede ürün imalatı ekipmanları, otomatikleştirilmiş robotlar ve akıllı aletler ile karakterize edilir. Ekipmanlar, diğer değer yaratma faktörlerindeki değişikliklere esnek bir şekilde adapte olabilecektir. Örneğin robotlar, ortak işler üzerinde çalışan personel ile işbirliği içerisinde çalışacaktır.
İnsan	İnsan konusunda akıllı işletmelerde personel, otomatikleştirmenin getirmiş olduğu yenilikler yüzünden bir risk faktörü ile karşı karşıya kalmaktadır. Personel sayısı azalma eğilimi göstermektedir. İşlerin çoğu robotlar tarafından yerine getirilecektir. Personel genellikle bilgi işinde görev alacaktır.
Organizasyon	Akıllı işletmede yaşanacak herhangi bir örgütsel karmaşıklık, belirli bir noktadan yönetilemeyebilir. Böyle karar alma durumlarında örgütsel bilgiler dikkate alınarak kararlar personel tarafından veya yapay zeka yöntemleri kullanılarak ekipman tarafından alınacaktır.
Süreç	Üç boyutlu yazıcılar olarak da bilinen katmanlı üretim teknolojileri, değer yaratma süreçlerinde daha fazla kullanılmaktadır. Çünkü akıllı işletmeler maliyetleri en minimize edecek şekilde hassasiyetle düşünmektedirler. Uygulama noktasında 3D kullanımı daha karmaşık ve daha güçlü ürünler teknoloji sayesinde yüksek miktarlarda kullanılabilir.
Ürün	Akıllı işletmelerin bir özelliği olan müşteri ihtiyaçlarına göre davranmak ürünlerin değer zincirine olabildiğince erken entegre olmasına olanak sağlar. Fiziksel ürünler, yeni iş modellerinin bir parçası olarak müşteriye sadece ürüne sahip olma değil aynı zamanda işlevsellik ve erişim sunan yeni hizmetlerle birleştirilecektir.

Kaynak: (Stock ve Seliger, 2016: 539)

Endüstri 4.0 ile birlikte gelişen ve değişen işletmelerden beklenen özellikler Tablo 3'de sunulmuştur. Buna göre gelecekte beklenen işletme profili bu özelliklerden oluşacaktır. İnsanların işletmelerde daha az sayıda bulunduğu, otomatikleşmenin daha da arttığı bir işletme dünyası bizleri beklemektedir. İşletmeler, gelişen ve değişen dünyaya uyum sağlayarak rekabet avantajı sağlayabileceklerinin farkında olmaya başlamışlardır.

Dolayısıyla işletmeler "akıllı işletme" rolüne bürünmek ve diğer işletmeler ile arasındaki farkı açmak için bu profili yakalamaya çalışacaktır.

Akıllı işletme denildiğinde endüstri 4.0'ın bir sonucu olarak insanların aklına sadece üretim işletmeleri mi gelmelidir? Bunun cevabı elbette ki "hayır" olacaktır. Çünkü gelişen ve değişen dünya düzeni sadece üretim işletmelerini değil aynı zamanda hizmet işletmelerini de etkilemektedir. Dijital gelişmeler, endüstri 4.0 ve devamı bir işletmedeki bütün fonksiyonlara bir iz bırakacaktır. Güler (2019: 209) çalışmasında hizmet işletmelerinin -lojistik, bankacılık, seyahat, film, sinema, eğitim vb.- endüstri 4.0 ile birlikte bütünleşerek katma değerli ekonomiler yaratması gerektiğini vurgulamaktadır. Hizmet sektöründe endüstri 4.0 uygulamalarıyla maliyetlerin azalması, hizmetlerde standartlaşmaya gidilmesi, hizmet sürekliliğinin ve devamlılığın artması, müşterilere çoklu kanallardan erişim olanağı, personel ve hizmet alanları arasında olumlu ilişkilerin artması gibi faydaların sağlanacağı belirtilmektedir.

İşletmelerin akıllı işletme statüsüne kavuşmasının öncesinde bireylerin bunun farkında olması gerekmektedir. Tarihsel süreç içerisinde her dönem kendi kültürünü oluşturmakta ve bunu sürdürmektedir. Günümüzde sanal dünya ve internet ile birlikte dijital bir kültür oluşmuş durumdadır. Pek çok insan endüstri 4.0 ve onun getirdiklerini farkında olmadan hayatında kullanmaktadır. İşletmeler, insanların içinde yaşadığı kültüre göre kendilerini şekillendirmekte ve teknoloji ile kültürü birleştirmektedirler. Dahası akıllı işletmeler kendi oluşturdukları dijital kültürleri insanların kültüründen üstün tutarak onu uygulamaya çalışmaktadır. Bu durum bir nevi akıllı işletmelerin insanları esir altına alması olarak söylenebilir. En basit örnek olarak insanlarda alışveriş yapma isteğini uyandıran endüstri 4.0 ile birlikte gelen akıllı uygulamalardır.

Endüstri 4.0'ın birçok bileşeni bulunmaktadır. Dolayısıyla bu bileşenlerin işletmelerde kullanılması, işletmeleri "akıllı işletme" yaparak değiştirmekte ve geliştirmektedir. Endüstri 4.0'ın bileşenlerinden olan siber-fiziksel sistemler, akıllı işletmeler için önemli bir bileşendir. Akıllı işletmelerin benimsenmesi, tıpkı internetin insanlar tarafından benimsenmesi gibi bir durumdur. Sonuçta bütün insanlar sadece fiziksel bir dünyada değil aynı zamanda siber (internet) bir alanda yaşamaktadır. Sosyal platformlar insanlar için var olan bir gerçek ise siber-fiziksel sistemler de akıllı işletmeler için benzer bir durumdur (Lee, 2015: 231). Siber-fiziksel sistemler akıllı işletmelerde sanal dünya ile fiziksel dünyayı birbirine entegre etmekte olup, işletmenin akıllı hale dönüşmesini sağlamaktadır (Kocsi ve Olah, 2017: 390).

Endüstri 4.0'ın bileşenlerinden olan Nesnelerin İnterneti, çeşitli haberleşme protokolleri sayesinde haberleşen ve birbirine bağlanan, bilgi paylaşımının akıllı bir ağ üzerinden yapıldığı sistemler olarak tanımlanmaktadır (Özsoylu, 2017: 50). Dolayısıyla akıllı bir şekilde çalışan Nesnelerin İnterneti, akıllı işletmelerin endüstri 4.0 sürecinde ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir. Geleceğin akıllı işletmeleri, bünyesinde bulundurdukları otonom sistemler ve siber sistemler sayesinde iletişimi nesnelerin interneti üzerinden gerçekleştirecektir. EBSO (2015)'nin hazırlamış olduğu araştırmada Nesnelerin İnterneti'nin akıllı işletmelerde kullanılmasıyla birlikte işletmelere birçok fayda sağlayacağı öngörülmektedir. Bu süreçte nesnelerin üzerine yerleştirilen sensörler ve etiketler sayesinde tedarik zinciri akıllı hale gelecek, Nesnelerin İnterneti akıllı cihazlar aracılığıyla meydana geleceğinden enerji ve altyapı maliyetleri azalacak, işletmelerde akıllı iletişim araçları kullanılacağından bütün süreçler daha pratik hale gelebilecektir. Erturan ve Ergin (2017: 17) Nesnelerin İnterneti aracılığıyla işgücüne bağlı hataların yok olacağını, kendi kendini yöneten sistemlerin olacağını ve bu sistemlerin düzenli bir şekilde çalışacağını belirtmektedir.

Kaynaklar etkin ve verimli bir şekilde kullanılacağından akıllı işletme her açıdan kendisine fayda sağlayacaktır.

Akıllı işletmelerde birbiri ile bağlantılı sistemler sayesinde üretim ve yönetim süreçlerindeki hataların daha hızlı tespit edilmesi sağlanabilir. Bu süreçlerin yönetildiği akıllı işletmelerde üretim büyük veri analizi ile daha verimli hale gelecektir (Ekonomik Forum, 18). Schwab (2017), bu zamana kadar el yordamıyla yapılan işlerin büyük veriye dönüştürülmesi, işlerin gereksizleşeceğini ve yeni fırsatların ortaya çıkabileceğini belirtmektedir. Büyük veri endüstri 4.0 ile gelen ve ezber bozan bir sistemdir. Akıllı işletmelerin sınırsız bir veri ağında sahip olması, meydana gelecek olan gerçek zaman algısı, gelişmelerden anından haberdar olmak, rakipler içerisinde kendisini konumlandırmak, kıyaslama yapmak büyük verinin avantajları arasındadır (Tüzmen, 2017). Bütün bu gelişmelerin yanında akıllı işletmeler büyük veriyi kullanarak endüstri 4.0'ın avantajlarını kendi lehine dönüştürmek için çaba harcamaktadır.

Endüstri 4.0'ın bir ürünü olan akıllı işletmelerde endüstri 4.0 ile ortaya çıkmış olan teknolojik bileşenler akıllı işletmelerin dinamiklerini oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra akıllı işletme anlayışı, değişen çevre ve bireylerin rol ve becerileri meslek gruplarının da değişimini gündeme getirmiştir. Bu sebepten dolayı yöneticiler de çalışanlarından farklı beklentiler içerisine girmiştir. Gelişen dünyada işlerin artan karmaşıklığı, basit görevlerin otomasyona dönüşmesi, insanların sadece problem çözme işiyle uğraşacaklarının bir kanıtıdır. Dolayısıyla bu işlerle uğraşmak her zamankinden daha fazla mesleki bilgi ve yeterlilik gerektirecektir. (Prinz vd., 2016: 114).

SONUÇ

İçerisinde yaşadığımız dünyada her çağın kendisine özgü bazı gereksinimleri bulunmaktadır. Bu gereksinimlerin yerine getirilebilmesi, her çağda bilim insanlarının, teknoloji devlerinin, devletlerin, büyük küresel güçlerin etkisiyle birlikte olmaktadır. Geçmişten günümüze gelen süreçte teknolojideki değişimler ve gelişmeler fazlasıyla artmıştır. Bunun bir sonucu olan endüstri 4.0 yani dördüncü sanayi devrimi olarak nitelendirilen kavram, yeni bir devrim niteliğinde olmakla birlikte hem insan hayatını hem de organizasyonları etkilemiştir.

Endüstri 4.0 ile birlikte insan hayatına birçok yeni ürün ve hizmet girmiştir. Özellikle insanların hayatına giren bu ürün ve hizmetlerin oluşturulabilmesi yine insanlar tarafından geliştirilen bazı faktörlere bağlı olmuştur. Bu faktörlerden birisi de akıllı işletmelerdir. Akıllı işletmeler, isminde var olan "akıllı" kelimesini endüstri 4.0'ın bileşenlerinden almaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte hayatımıza giren nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistemler, bulut bilişim gibi daha birçok bileşen bu karmaşık yapıların çözülmesi adına yararlı uygulamalardır.

Akıllı işletmeler endüstri 4.0'ın bir ürünü olmakla birlikte akıllı işletmeler ile birlikte ortaya çıkan birçok unsur vardır. Bunlardan birisi de akıllı üründür. Akıllı ürünler endüstri 4.0 ve akıllı işletmelerin ortak ürünü denilebilir. Akıllı ürünün ana teması, işin rolünü sistemin aktif bir parçasına dönüştürmektir. Akıllı ürünler, kendi kendini organize eden, sürekli iyileştirmeye izin veren, uyarlanabilir ve içerik duyarlı gibi benzersiz özelliklere sahiptir (Mrugalska ve Wyrwicka, 2017: 470). Akıllı ürünler her alanda karşımıza çıkan sonuçlar olduğundan işletmelerin ürünlerini, hizmetlerini ve süreçlerini akıllı hale getirmesi büyük önem taşımaktadır. İşletmelerin başarılı olabilmeleri için yönetilebilir, programlanabilir, birlikte çalışabilir, yapılandırılabilir, korunabilir

ve uyarlanabilir olması gerekmektedir (Thames ve Schafer, 2016: 16).

Akıllı işletmelerin belki de günümüz işletme dünyasını tamamen alt üst edecek yeni hikayelerle yola çıkan bir yapı olduğunu söylemek mümkündür. Akıllı işletmeler endüstri 4.0 ile birlikte insan hayatına girerek çeşitli yenilikler ve değişiklikler sunarak insanların çalışma şekillerinden iş yapma şekillerine kadar birçok değişiklik getirecektir. Günümüz işletmeleri bir konsepti görürken akıllı işletmeler potansiyeli açığa çıkaracaktır. Yine geleneksel işletmeler yenilik yapmak için alan ararken akıllı işletmeler yeni bir vizyon açığa çıkaracaktır. Önemli olan bir işletme gözüyle bakmak değil bir sonraki adımı görmektir. Akıllı işletmeler yeni bir teknolojiden çok yeni bir çağ oluşturma arayışındadır. Var olanın ötesine ulaşma çabası içerisindedir. Akıllı işletmeler ve endüstri 4.0'ın meydana getirdiği teknolojiler insan hayatını kolaylaştıracak, akıllı işletmelere rekabet avantajı sağlayacak ve yakın gelecekte birçok işletmenin akıllı işletme olmasına olanak sağlanacaktır.

Küresel bir perspektifte geleceği öngörmeye çalışan bilim olarak tanımlanan gelecek bilimi, gelecekte gerçekleşebilecek bilimsel, teknolojik ve sosyolojik gelişmeleri inceleyen ve tahminler yürüten bilim dalı olarak tanımlanmaktadır (Wikipedia, 2020). Bu bilimi gerçekleştiren gelecek bilimciler bugünü veri olarak kabul edip gelecek ile ilgili tahminlerde bulunmaktadır. Bu bilimin temel ilkelerinden birisi de değişimi ve bunun yol açtığı etkileri anlamaktır. Buna göre bir plan yapılan gelecek biliminde bilgi temelli yaklaşım vardır. Önceden belirlenmiş hedeflerin gerçekleştirilmesi için kaynakların etkin kullanımıyla sonuç alma beklenir (Acar, 2019: 381). Gelecek bilimcilerin akıllı işletmeler konusundaki görüşlerine bakıldığında ise gelecekte yeni işletme stillerinin ortaya çıkacağı öngörüsü akıllı işletmelere atıf yapmaktadır (Canaktan, 2020). Bunun yanı sıra ünlü gelecek

bilimci Gerd Leonhard dijitalleşen dünyada akıllı işletmelerin işbirliği içerisinde hareket ederek çözümlere ulaşabileceğini vurgulamaktadır. Ayrıca akıllı işletmelerden " yeni ekosistemlerin meydana getirilmesi için kilit öneme sahip bir gereklilik" olarak bahsetmektedir (Sylvania-lighting, 2020: 9).

Dünyaca ünlü bilişim teknolojisi şirketi olan IBM (International Business Machines), işletmelerin bir belirsizlik ile karşı karşıya olduğunu ve akıllı işletmelerin bu belirsizlikleri ortadan kaldırarak dijital dönüşüm aracılığıyla amaçlarını güçlü kılan ve iş yapma biçimlerini yeniden tasarlayabilen işletmeler olduğunu savunmaktadır. Akıllı işletmelerin bir içgörü ile hareket ettiğini savunan şirket, işletmeler arasında en dirençli olanların, stratejik bir şekilde veri güdümlü karar alma süreçleri uygulayan, değişime uygun tasarlanmış kuruluşlar olduğunu ifade etmektedir (www.ibm.com, 2020). Akıllı işletmeler yeni çağa ayak uyduran işletmeler olduğu için herhangi bir uyum problemi ile karşı karşıya kalmayacaktır. Tamamen teknolojik alt yapılar ile birlikte çalışan akıllı işletmelerin gelecekte kendini geliştirerek farklı bir konsept oluşturacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

1. Acar, Ü. (2019). Geçmişini bilmek bugünü anlamak geleceği planlamak ve yönetmek. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 42, 379-391.
2. Aktaş, F., Çeken, C. ve Erdemli, Y. (2016). Nesnelerin interneti teknolojisinin biyomedikal alanındaki uygulamaları. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (1), 37-54.
3. Albers, A., Gladysz, B., Pinner, T. Butenko, V. ve Stürmlinger, T. (2016). Procedure for defining the system of objectives in the initial phase of an industry 4.0 project focusing on intelligent quality control systems. *Procedia CIRP*, 5, 262- 267.
4. Al-Kasasbeh, M.M., Al-Kasasbeh, S.A.M. ve AL-Faouri, A.H. (2016). Smart organization characteristics and its impact on social and environmental performance: An empirical study on Jordan Phosphate Mines Company. *International Journal of Business and Management*, 11 (8), 106-115.
5. Banger, G. (2016). Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme. Dorlion Yayınları, 1. Baskı, Ankara.
6. Banger, G. (2018a). Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme. Dorlion Yayınları, 2. Baskı, Ankara.
7. Banger, G. (2018b). Endüstri 4.0 Ekstra. Dorlion Yayınları, 2. Baskı, Ankara.
8. Çalış Duman, M. (2020). Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin örgütsel performansa etkilerini belirlemeye yönelik bir araştırma. (Doktora Tezi) İnönü Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü.
9. Dilberoglu, U. M., Gharehpapagh, B., Yaman, U. ve Dolen, M. (2017). The role of additive manufacturing in the era of industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11, 545-554.
10. Dombrowski, U. ve Wagner, T. (2014). Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution. *Procedia CIRP* 17, 100-105.
11. Duman Çalış, M. ve Akdemir, B. (2019). Akıllı işletmeler: Yeni nesil çalışanlar.1. Uluslararası İletişim ve Yönetim Bilimleri Kongresi, 444-455.
12. EBSO. (2015, Ekim). Ege Bölgesi Sanayi Odası. Sanayi 4.0 Erişim adresi: http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_81017283.pdf Erişim Tarihi: 24 Eylül 2020.
13. Erturan, İ.E. ve Ergin, E. (2017). Muhasebe denetiminde nesnelerin interneti: Stok döngüsü. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Temmuz, 13-30.
14. Faller, C. ve Feldmüller, D. (2015). Industry 4.0 learning factory for regional SMEs, *Procedia CIRP*, 32, 88-91.

15. Filos, E. ve Eoin, B. (2001). Towards the smart organization: An emerging organizational paradigm and the contribution of the European RTD programs. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 12, 101-119.
16. Filos, E. (2006). *Smart Organizations in The Digital Age*, Mezgár, I.(Ed): Integration of Information and Communication Technologies in Smart Organizations, Idea Group, Inc., Hershey, PA.
17. Frank, A. G., Dalenogare, L.S. ve Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15-26.
18. Gabriel, M. ve Pessl, E. (2016). Industry 4.0 and sustainability impacts: Critical discussion of sustainability aspects with a special focus on future of work and ecological consequences. *ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara-International Journal of Engineering*, 14(2), 131-136.
19. Gaub, H. (2016). Customization of mass-produced parts by combining injection molding and additive manufacturing with Industry 4.0 technologies. *Reinforced Plastics*, 60 (6), 401-404.
20. Görçün, Ö.F. (2017). *Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0*. Beta Yayıncılık, İstanbul.
21. GTAI (2014). *Industry 4.0, smart manufacturing for the future* , Germany Trade Invest, Berlin. Erişim Adresi: <https://www.manufacturing-policy.eng.cam.ac.uk/policies-documents-folder/germany-industrie-4-0-smart-manufacturing-for-the-future-gtai/view>, Erişim Tarihi 22 Eylül 2020.
22. Güler, K. (2019). Uluslararası ticaretin dijitalleşmesi ve sanayi akımlarının etkisi: Endüstri 4.0 devrimi üzerine bir araştırma. (Doktora Tezi) İstanbul Ticaret Üniversitesi Dış Ticaret Enstitüsü.
23. Harvard Business Review Türkiye (2017). Aşırıya kaçan organizasyonlar, Aralık Sayısı. Erişim Adresi <https://hbrturkiye.com/dergi/editorden-asiriya-kacan-organizasyon>, Erişim Tarihi: 22 Eylül 2020.
24. <http://www.canaktan.org/yeni-trendler/gelecek-bilim/nedir.htm>. Erişim Tarihi 10 Ekim 2020.
25. <https://tr.wikipedia.org/wiki/F%C3%BCt%C3%BCroloji>. Erişim Tarihi 10 Ekim 2020.
26. <https://www.ibm.com/tr-tr/smarter-business?> Erişim Tarihi 11 Ekim 2020.
27. https://www.sylvania-lighting.com/media/4387/tr-static-ebook_retail.pdf. Erişim Tarihi 10 Ekim 2020.

28. Kocsi, B. ve Oláh, J. (2017). Potential connections of unique manufacturing and industry 4.0. *Scientific Journal of Logistics*, 13 (4), 389-400.
29. Kolberg, D. ve Zühlke, D. (2015). Lean automation enabled by industry 4.0 technologies. *IFAC Papers on Line*, 48 (3), 1870-1875.
30. Lee J. (2015). Smart factory systems. *Informatik Spektrum*, 38, 230-235.
31. Li, L. (2017). China's manufacturing locus in 2025: With a comparison of "Made in- China 2025" and "Industry 4.0". *Technological Forecasting and Social Change*, 135, 66-74.
32. Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6,1-10.
33. Matheson, D. ve Matheson, J.E. (2001). Smart organizations perform better. *Research-Technology Management*, 44(4), 49-54.
34. Matheson, D., ve Matheson, J. (1998). *The smart organization: Creating value through strategic R&D*. Harvard Business Press.
35. Mayda, M. (2019). Endüstri 4.0 sürecinde bir sanat olarak tasarım. (Doktora Tezi), Erciyes Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü.
36. Mrugalska, B. ve Wyrwicka, M.K. (2017). Towards lean production in industry 4.0. *Procedia Engineering*, 182, 466- 473.
37. Neugebauer, R., Sophie, H. Leis, M. ve Landherr, M. (2016). Industrie 4.0 - from the perspective of applied research. *Procedia CIRP*, 57, 2-7.
38. Önday, Ö. (2017). *Dijital Dönüşüm*. Gazi Kitabevi, Ankara.
39. Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0., Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi, 21(1), 41-64.
40. Öztürk, M. ve Öztürk, R. (2018). Akıllı işletmelerde bilgi teknolojilerinin kullanımı. *Uluslararası Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Dergisi*, 6 (35), 948-957.
41. Pan M. Sikorski J. Kastner C.A. Akyord., Mosbach S., Lau, R. ve Kraft, M. (2015). Applying industry 4.0 to the Jurong Island Eco-Industrial Park. The 7. International Conference on Applied Energy, ICAE, Energy Procedia, 75, 1536-1541.
42. Prinz, C., Morlock, F., Freith, S., Kreggenfeld, N., Kreimeier, D. & Kuhlenkötter, B. (2016). Learning factory modules for smart factories in industrie 4.0. *Procedia CIRP*, 54, 113-118.
43. Qina J., Liu, Y., ve Grosvenora, R. (2016). A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. *Changeable, Agile, Reconfigurable & Virtual Production - Procedia CIRP*, 52, 173-178.
44. Roblek, V., Meško, M. ve Krapež, A. (2016). A complex view of industry 4.0. *SAGE*, 2016, 1-11. DOI: 10.1177/2158244016653987.

45. Schwab, K. (2017). Dördüncü Sanayi Devrimi. Optimist Yayınları, 1. Baskı, İstanbul.
46. Stock, T. ve Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *Procedia CIRP*, 40, 536-541.
47. Sung, T. (2018). Industry 4.0: A Korea perspective. *Technological Forecasting & Social Change*, Elsevier, 132, 40-45.
48. Thames, L. ve Schaefer, D. (2016). Software-defined cloud manufacturing for industry 4.0. *Procedia CIRP*, 52, 12-17.
49. Tutar, S. (2019). Endüstri 4.0'ın muhasebe mesleğine olası etkileri. *Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi*, 3 (2), 323-344.
50. TÜSİAD Sanayi 4.0, (2016). Türkiye'nin küresel rekabetçiliği için bir gereklilik olarak sanayi 4.0. Mart, Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03-576.
51. Tüzmen, A. (2017). Endüstri 4.0 ile dönüşen liderlik, HBR Türkiye, Erişim Adresi: <https://hbrturkiye.com/dergi/endustri-4-0-ile-donusen-liderlik>, Erişim Tarihi: 03 Ekim 2020.
52. Vestin, A., Säfsten, K., ve Löfving, M. (2018). On the way to a smart factory for single-family wooden house builders in Sweden. *Procedia Manufacturing*, 25, 459-470.
53. Wan, J., Cai, Z. ve Keliang, Z. (2015). Industrie 4.0: Enabling technologies. In: intelligent computing and internet of things (ICIT) 2014. International Conference on. IEEE. 135-140.
54. Wang, L. ve Wang, G. (2016). Big data in cyber-physical systems, digital manufacturing and industry 4.0. *I.J. Engineering and Manufacturing*, 4, 1-8.
55. Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya University Journal of Science*, 22 (2), 548-558.

BÖLÜM 4

**STRATEJİK YÖNETİM
ÇERÇEVESİNDE ENDÜSTRİ 4.0**

STRATEJİK YÖNETİM ÇERÇEVESİNDE ENDÜSTRİ 4.0

Öğr. Gör. Burcu ATAR

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0002-2826-9154

Prof. Dr. Musa ÖZATA

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0003-1742-0215

GİRİŞ

Günümüz küresel rekabet ortamı ve sürekli değişen çevre koşulları, örgütlerin yaşamlarını devam ettirmelerini güçleştirmeye başlamıştır. Bu durum onları stratejik düşünmeye ve stratejik davranmaya yöneltmiş, diğer bir ifade ile yönetim faaliyetlerinde stratejik yönetim tekniklerinin kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir (Eşki, 2015: 165; Erol vd., 2013: 76). Stratejik yönetim, örgütün iç ve dış çevresini dikkate alarak, yönetsel sorunlarına çözüm bulmaya çalışan bir yönetim anlayışıdır (Barca, 2005: 33-34). Stratejik yönetim sayesinde örgüt hızla değişen çevreyi, teknolojiyi değerlendirebilmekte ve geleceği öngörebilmektedir. Bu sayede nasıl davranması gerektiği ve olası bir kriz, problem karşısında ne gibi tedbirler alması konusunda hazırlık yapma imkânına kavuşmaktadır (Çavuş, 2005: 153).

Stratejik yönetim alanındaki temel soru; örgütlerin rekabet üstünlüğünü nasıl elde edip sürdürebileceği ve bunu yaparken hangi kaynakları kullanacağı sorusudur (Moradi, 2012: 70). Ayrıca yoğun rekabet ortamında faaliyet gösteren örgüt yöneticilerinin,

karmaşık sorunları çözebilmek için farklı bilgi kaynakları arasındaki bağlantıları hızlıca kurabilmesi ve bunu net olarak görebilmesi gerekmektedir (Wright vd., 2013: 96). Bu soruların cevabının ise endüstri 4.0 **“akıllı teknoloji”** olduğu ifade edilmektedir.

Günümüz şartlarında **akıllı olmayan** örgütlerin rekabette başarılı olma ve kazanma imkânı bulunmamaktadır (Aksoy, 2017: 43). Teknoloji, iletişim ve bilişim sistemlerinin hızlı gelişimi, yaşamı her yönüyle etkilediği gibi, üretim süreçlerini ve biçimlerini de etkilemektedir. Globalleşen dünyada endüstri 4.0 ile birlikte üretim yapısı ve süreçleri çok hızlı bir şekilde değişime uğramakta ve gelecek yıllarda daha fazla değişeceği öngörülmektedir. Stratejik yönetim süreci gelecekteki değişimin yönünü şimdiden öngörerek, örgütün teknolojik alt yapısını geleceğe hazırlamakta ve rekabette üstün konuma getirmektedir.

Sanayileşme ve bilişim yöntemlerinde yaşanan hızlı ilerlemeler, yeni nesil üretim teknolojisinin geliştirilmesini teşvik etmiştir. Endüstri 4.0'ın ürünü olan bu tür teknolojiler; siber-fiziksel sistemler, IoT, bulut bilişim, endüstriyel entegrasyon, kurumsal mimari, SOA, iş süreçleri yönetimi, endüstriyel bilgi entegrasyonu vb. olmak üzere farklı uygulamaları içermektedir (Xu, Xu ve Li, 2018: 2941). Endüstri 4.0, bu teknolojilerin üretim kuruluşları, tedarik zincirleri ve hizmet sistemlerinin uyumundan oluşan kompleks bir sistemdir. Amacı örgütlerde hızla ilerleyen bilişim sistemlerini entegre ederek, üretimi verimli ve etkin hale getirmektir. Robotların karşılıklı haberleşmesini sağlamak ve bu robotları üretim tesislerinde kullanarak üretimi artırmak, lojistikte hız kazanmak ve veri aktarımının anlık olarak yapılabilmesi bu sistemin faydalarındandır (Dil ve Esmer, 2020: 85-88). Geleceğin dünyasında rekabette başarılı olabilmek için stratejik yönetim sürecinin endüstri 4.0 uygulamalarını odak alarak şekillendirilmesi büyük bir önem taşımaktadır.

Kitabın bu bölümünde endüstri 4.0'a, çağımızın vazgeçilmez yönetim tekniği olan stratejik yönetim perspektifinden bakılmıştır. Konunun daha iyi anlaşılabilmesi için öncelikle stratejik yönetim kavramı, süreci ve temel yaklaşımlardan bahsedilmiştir. Daha sonra stratejik yönetim ile endüstri 4.0 ilişkisi ortaya konulmuştur.

Stratejik Yönetim

Yönetim; tüm kaynakları mümkün olan en iyi biçimde birleştirerek, örgütsel hedeflere etkili ve verimli bir biçimde ulaşma sürecidir. Diğer bir deyiş ile yönetim; örgütsel kaynakların (iş gücü, sermaye, teknik donanım vb.) örgütsel hedefleri gerçekleştirmek için etkin bir şekilde kullanılmasıdır (Güçlü, 2003: 63). Yönetim, örgütün hedeflerine ulaşabilmesi için, ortak hedef etrafında toplanmış insan sermayesinin planlanması, örgütlenmesi, yönlendirilmesi ve denetlenmesi ilgili tüm süreçleri içermektedir. Yönetim biliminin doğuşuna liderlik eden klasik yönetim bilimci Henry Fayol'a göre yönetim "*öngörmek, planlamak, organize etmek, eşgüdüm ve kontrol etmek*" olarak tanımlanmıştır (Çarıkçı ve Yıldırım, 2020: 304). Bugün kullandığımız anlamda yönetimin "*işletme yönetimi*" olarak kullanılmaya başlamasının ise sanayi devrimi ve üretim sektörünün gelişimiyle paralel olarak ortaya çıktığı söylenebilir (Koçel, 2010: 52).

Dünyada yaşanan dinamizme örgütlerin entegre olabilmesi için, uzun dönemli bir vizyona sahip olabilmeleri ve bu doğrultuda gerekli stratejileri hazırlayıp uygulamaya koymaları gerekmektedir (Sağır, 2010: 313). Strateji, örgütün faaliyet gösterdiği sektöre, çevreye ve kaynaklara adaptasyonudur (Yüzbaşıoğlu, 2010: 388). Porter'ın "*fark yaratmak*", Hamel'in "*geleceği kurmak*" şeklinde tanımladığı strateji, Türkçe'de "*sürme, gönderme, götürme, gütme ve bir amaca ulaşmakta eylem birliği geliştirme, sevk etme*" gibi anlamlar taşıyabilen bir kavramdır (Oktay, 2006: 6). Örgütün

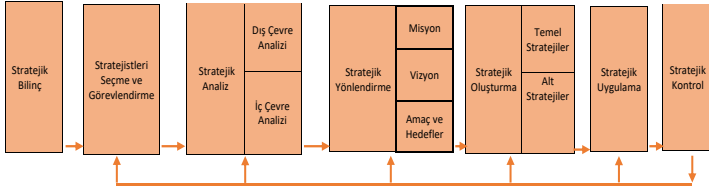
iyi bir stratejiye sahip olması demek, geleceğe dair hedeflerine ulaşmak adına gittikçe artan rekabet ortamında daha avantajlı olması demektir (Baykal, 2018: 152). Strateji istenilen nihai sonuçları elde etmektir. Stratejiler planlarda olduğu gibi, bilginin belirgin olduğu yada bilgilerin yetersiz olduğu ileri derecede belirsizlik durumlarında yapılır (Sağır, 2010: 313). Örgütsel bakımdan strateji, işletmelerin amaçlarını ve hedeflerini gerçekleştirebilecek kapsamlı yol, yöntem, araç olarak tanımlanabilir (Karabulut ve Karabulut, 2020: 227)

1980’li yıllara kadar “İşletme Politikası” olarak ifade edilen kavram, daha sonra Schendel ve Hofer (1979) önerisiyle birlikte “Stratejik Yönetim” olarak adlandırılmıştır (Kaplan, 2020: 52). Stratejik yönetim, örgütün amaçlarına erişmesini sağlayacak alınan bütün kararların net olarak anlatılması ve bütün birimler arasında uyumun sağlanmasına odaklanan bir yönetim anlayışıdır (Yüzbaşıoğlu, 2010: 389). Başka bir ifade ile stratejik yönetim; örgütün hedeflerine ulaşmasında katkıda bulunabilecek birimler arası kararları uygulama ve değerlendirme bilimi ve sanatı olup (Aktaş, 2015: 5), rekabet üstünlüğünün nasıl elde edeceğini ve devam ettirebileceğine dair bir perspektif sunar (Çubukçu, 2020: 4).

Örgütün gelecek hedeflerinin belirlenmesi ve bu hedeflere ulaşılabilmesi için takip edilmesi gereken işlemlerin ortaya konulmasında etkili bir yönetimsel araç olan stratejik yönetim tekniği, örgütün hem kendi durumunun (iç yapısının, sistem ve süreçlerinin) hem de çevresel faktörlerin (hizmet alanının yapısı, rakiplerinin gücü, alıcılarının istek ve beklentileri, tedarikçilerinin gücü gibi unsurların) tanımlanmasını ve sistemsel olarak analiz edilmesini öngören ve buradan elde edilecek sonuçların neticesinde strateji ve aksiyon planları geliştirilmesine olanak sağlayan önemli bir araçtır (Ecevit-Satı, 2019: 41). Stratejilerin

örgütün tüm süreçleriyle entegre olmasını ve bireyin bu yöndeki çabalarının stratejik amaçların başarılmasında koordine içinde olmasını gerektirmektedir (Hittmar ve Jankal, 2015: 18). Örgütün temel kaynağı olan stratejinin hazırlanması ve uygulanması hızla değişen şartlara uyum sağlayabilmesi açısından önemlidir. Örgütlerin tek amacı rekabet avantajı elde ederek, uzun dönemde yaşamlarını sürdürebilmektir. Bu da ancak örgütü diğer örgütlerden farklılaştıracak doğru stratejilerin uygulanmasıyla mümkün olacaktır (Aydın ve Bekmazci, 2020: 88).

İş dünyasında sadece stratejik düşünmek yeterli değildir. Örgütlerin stratejilerini olgunlaştırması, planlaması, seçmesi, uygulaması ve kontrol etmesi gerekiyorsa, yeni bir strateji oluşturması gerekmektedir. Bu da örgütlerin, stratejiye sahip olmalarının ötesinde stratejik süreci yönetmelerini gerektirmektedir (Erol vd., 2013: 77). Stratejik yönetim süreci altı aşamadan meydana gelmektedir.



Şekil 1: Stratejik Yönetim Süreci

Kaynak: (Ülgen ve Mirze, 2018: 45)

Şekil 1'de görüldüğü üzere Ülgen vd. (2018: 45), stratejik yönetim sürecini evrelere ayırmıştır. Stratejik bilincin oluşmasıyla başlayan stratejik yönetimin adımları kısaca şöyle sıralanabilir:

- *Stratejistlerin seçimi ve görevlendirilmesi evresi:* Stratejik yönetim sürecini belirleyecek kişilerin belirlendiği aşamadır.

- *Stratejik analiz evresi:* Çevresel sınır ve imkanların ortaya konması için işletmenin dış ve iç çevre analizi ve durum tespitinin yapıldığı aşamadır.
- *Stratejik yönlendirme evresi:* Misyon, vizyon ve amaçların belirlendiği aşamadır.
- *Strateji oluşturma evresi:* Strateji oluşturma, bir örgütün kendini ve geleceğini nasıl gördüğünü tanımladığı aşamadır (Eşki, 2015: 164). Bu aşamada temel stratejiler ve alt stratejiler belirlenip, uygun olanlar seçildiği aşamadır.
- *Stratejik uygulama evresi:* Stratejiler uygulama aşamasıdır.
- *Stratejik kontrol evresi:* Stratejilerin uygulanması neticesinde elde edilen performansın kontrolü sağlandığı aşamadır.

Küresel rekabet ortamında örgütlere üstünlük sağlayabilmek için seçenekler sunan stratejik yönetim, aynı zamanda farkındalık ve farklılık içeren seçenekleriyle geleceğe yönelik çıkış kapısıdır (Turunç, 2015: 20). Literatürde genel olarak yazarlar stratejik yönetimde iki temel yaklaşımın olduğunu ifade etmişlerdir. Bunlar dışsal faktörlere vurgu yapan Pozisyon Okulu Yaklaşımı ve içsel faktörlere vurgu yapan Kaynaklara Dayalı Yaklaşımdır. Pozisyon Okulu Yaklaşımın öncülüğünü yapan Porter'a göre bir sektörün rekabet durumunu, beş faktör belirleyici olmaktadır. Bu faktörler; pazara giriş engelleri, ikame ürünlerin etkisi, müşterilerin pazarlık gücü, tedarikçilerin pazarlık gücü ve rakipler arasındaki rekabetin yoğunluğudur. Beş faktöre göre sektördeki kar potansiyeli ve rekabetin durumu ortaya çıkmaktadır. Bu faktörlerin zayıf olduğu alanda çok kar sağlanabilirken, güçlü olduğu alanlarda ise az kar elde edilecektir. Kaynaklara Dayalı Yaklaşımına göre ise rekabetin durumunu ve işletmelerin kar durumunu sektör analizi ile belirlemek mümkün değildir. Kar ancak işletmenin sahip olduğu

kaynak, kabiliyet ve yeteneklerden elde edilebilir (Erol vd., 2013: 76).

Endüstri 4.0 ve Etkileri

Dünya tarihinde teknoloji artışına paralel olarak üretimde makineleşmenin artışı bir devrin kapanıp yeni bir devrin açılmasına neden olmuştur. Üretimin tamamen bilgisayar yazılımları ile yapılmaya başlandığı ve günümüzde adından söz ettiren bu devir endüstri 4.0'dır (Aydın, 2018: 462). Endüstri 4.0'ın temel amaçları; esneklik, kişiselleştirilmiş çözümler ve hız olarak sıralanabilir. Temel ilkelerden yola çıkarak endüstri 4.0'ın alt amaçlarını ise; üretimi daha kaliteli, daha hızlı, daha düşük maliyetlerle ve daha verimli hale getirmek, enerji tasarrufu sağlamak, israfı azaltmak, üretim alanlarının daha verimli kullanılmasını sağlamak, çalışma alanında riski azaltmak, devamlı rekabet üstünlüğü elde etmek olarak sıralamak mümkündür (Saatçioğlu vd., 2018: 1469; Sayar ve Yüksel, 2018: 88).

Endüstri 4.0'ın en önemli ürünlerinden biri olan akıllı robotlar uzun zamandır üretimde kullanılmaktadır. Kaynak/boya/montaj sahalarında kullanılan robotlar, akıllı depolarda çalışan robot vinçler, sahada manyetik şerit üzerinde vb. birçok alanda robotları görmekteyiz. Robotların tekrarlamalı işlerde kullanılması; kalitenin, iş güvenliğinin, hızın artmasına ve maliyetin düşmesine katkı sağlamaktadır (Apilioğulları, 2019: 160).

Bulut bilişim teknolojisi büyük ölçekli bilgisayarların ve internet ağına dayalı yazılımların bu ağda paylaşılmasını sağlayan internet tabanlı bir bilgi işlem yaklaşımıdır. Bulut bilişim ile işletmeler stratejik süreç yönetimi yapabilmekte, kalite, üretim ve stok durumlarını daha kolay ve gerçek zamanlı takip edebilmektedirler (Banger, 2016: 88). Nesnelerin interneti ile veri grafikleri, iş modelleri, iş akış şeması, yönetim raporları gibi unsurlardan

oluşan iş katmanı, alt katmanlardan elde edilen verilerin detaylı analizi aşamasından geçirilerek üretilmesine olanak sağlamaktadır. Elde edilen sonuçların bu araç ile yorumlanması yöneticilerin ileriye dönük stratejik kararlar verebilmesini kolaylaştırmaktadır (Arslan ve Kırbuş, 2016: 37).

Diğer bir endüstri 4.0 ürünü olan büyük veri (big data), belirli kaynaklardan gelen verilerin toplanarak tasniflenmesinden sonra istatistiksel analiz yöntemleriyle yönetim süreçlerine katkı sağlaması için, ilk bakışta fark edilmeyen bilgilerin toplanması ve veriler arasındaki ilişkilerin ve bağların araştırılması ve derecelendirilmesidir (Demirtaş ve Argan, 2015). Endüstri 4.0'ın bu ve benzeri ürünleri aracılığıyla stratejik yönetim avantajı sağlayan örgütler, rakiplerine göre her açıdan rekabet üstünlüğü sağlayacaklardır.

Endüstri 4.0'ın etkileri sadece üretimde kendini göstermemiş, teknoloji ve bilgisayar yazılımları sayesinde tüm işletme fonksiyonları etkilenmiştir (Soylu, 2018: 44). Akıllı sanayi devrimi olarak adlandırılan endüstri 4.0'ın, üretim şekilleri ve dolayısıyla işgücü piyasaları ve çalışma koşulları üzerinde etkisi büyüktür (Tüsiad, 2016: 13; Muslu, 2017: 619). Endüstri 4.0'ın getirdiği teknolojik yenilik ve uygulamalar, bir dizi yeni iş modelleri, yeni üretim teknolojisi, yeni iş kolları, yeni örgütsel yapılar ve iş süreçlerinin oluşmasına neden olmuştur (Maresevo vd., 2018: 2; Özçelik ve Onursal, 2020: 982).

Endüstri 4.0'a yönelik gelişmeler en çok üretim sanayisinde kendini göstermiştir (Stock ve Seliger, 2016: 536). Üretim biçimlerinin değişmesindeki nedenler; teknolojinin hızla değişmesi, küresel üretim, tedarik zincirindeki karmaşıklık ve çeşitlilik, hızla değişen müşteri istek ve ihtiyaçları, istihdam yapısının değişmesi, bilişim teknolojisi ve operasyonel teknoloji buluşmasıdır (Bağcı, 2018: 125). Günümüzde geleneksel üretim

yerini bilgisayar ve yazılım desteğiyle donatılmış üretime bırakmaktadır (Muslu, 2017: 619). Endüstri 4.0 ile birlikte üretim şekilleri de değişime uğramıştır. Artık birbirleriyle iletişime geçen, sensörlerle ortamı algılayabilen ve üretimdeki ihtiyaçları veri analizi yaparak ortaya koyabilen robotlarla üretim yapılmaktadır. Bu yeni üretim şekliyle daha kaliteli ve düşük maliyetli ürünlerin ortaya konulması amaçlanmaktadır (Yıldız, 2018a: 546). Endüstri 4.0 teknolojileri sayesinde israfı azaltılması, verimlilik ve müşteri memnuniyetini artırılması mümkün hale gelmiştir (Öksüz vd., 2017: 8).

İnsan kaynakları departmanı, endüstri 4.0 ile yeni öğrenme yöntemleri, yapay zeka, robotlarla koordineli olarak çalışma ve e-öğrenme sonucu esnekliğe sahip olmaya başlamıştır. Esneklik sonucunda da akıllı fabrikalar, standart üretim için mükemmel çalışacak, yöneticilerin daha iyi kararlar almasını olanaklı kılmıştır (Davutoğlu, 2018: 4046). İnsan kaynağının gelecekteki üretimde de gerekli olacağı kas gücü, bilgi, beceri kabiliyet ve yetkinliklerinin akıllı fabrikalar için de başarının anahtarı olacağı düşünülmektedir (Gehrke vd., 2015: 4). Bu teknoloji sayesinde kendini tekrar eden standart işler robotlar tarafından yapılmakta; insanlarsa beyinlerini kullanabilecekleri işlerde çalışmaya yönelmektedir. İnsansız araçlar, insansız makineler, yapay zeka, işgücü sayısını azaltılırken, diğer yandan nitelikli, eğitilmiş işgücüne talebi artırmaktadır. Eğitim, aday bulma yerleştirme, kariyer yönetimi, örgütsel vatandaşlık geliştirme gibi insan kaynakları fonksiyonları değişime uğramaktadır (Muslu, 2017: 619-621).

Endüstri 4.0, tedarik zinciri yönetiminin dijitalleşmesinde de etkisi olmuştur (Yıldız, 2018b: 1217). Lojistik kullanımındaki yenilikler ve uygulamaların birleşimini ifade etmek için Lojistik 4.0 terimi kullanılmaktadır (Baretto vd., 2017: 1248). Lojistik 4.0, üreticiden müşterilere kadar tedarik zincirindeki tüm işletmelerin

süreçlerinin, verilerinin ve sistemlerinin birbirleriyle bağlantılı ve uyumlu olmasını zorunlu hale getirmektedir (Schiemann, 2016: 7).

Küreselleşmeyle birlikte ticaretteki artış lojistik faaliyetlerini de artırmıştır. Teknolojik gelişmeler neticesinde örgütlerin iş yapma biçim ve modelleri ile müşteri isteklerindeki değişim zaman, hız, kalite ve maliyet konuları daha kritik hale gelmiştir. Örgütler, müşterilerine doğru ürünü düşük maliyetle, kısa sürede, doğru yer ve zamanda sunmanın yollarını aramaya başlamışlardır. Bu durum lojistik sektöründe yeni teknolojilerin oluşmasına neden olmuştur (Tekin vd., 2018: 2).

Lojistikte en önemli faaliyet, en yüksek maliyetleri barındırmasından dolayı, taşıma yönetimidir (Alkış vd., 2020: 389-390). Özellikle depo, nakliye lojistiği ve tedarik işlevlerindeki teknolojik uygulamalarla tedarik zincirindeki boşluk doldurulmuştur (Tjahjono vd., 2017: 1181). Geleneksel tedarik zinciri yönetiminde ya aşırı stoklama ya da stoksuzluk, teslimat gecikmeleri gibi çeşitli sorunlar bulunmaktadır. Lojistik 4.0 ile birlikte alıcı-tedarikçi ilişkileri yüz yüze iletişimlerden ziyade dijital iletişime dönüşmüştür (Obal ve Lancioni, 2013: 852).

Geçmişten günümüze dünyadaki teknoloji ve bilişim alanındaki hızlı gelişmeler yönetim düşüncesine yön vermiştir. Dolayısıyla yönetim uygulamaları, sanayi devrimleri uygulamalarıyla bakış, yaklaşım ve yöntem bakımından zenginleşmiştir (Karaca, 2019: 13). Endüstri 4.0'ın getirdiği değişimlerle iş yapma biçimlerinde, işgücü yapısında, üretim şekillerinde, iş süreçlerinde, işletmenin fonksiyonlarında ve dolayısıyla işletme yönetiminde bir dizi yenilik meydana gelmiştir. Örgütlerin rekabet ortamını analiz ederek doğru stratejiler geliştirip buna göre robotlar, sensörler, 3D yazıcılar, dronlar, veri depolama ve analiz sistemleri gibi pekçok teknolojik kaynağını uygun bir şekilde kullanmaları onları rekabette en üst seviyeye ulaştıracaktır.

Stratejik Yönetim ve Endüstri 4.0

Günümüzde teknolojik gelişmeler hızlı ve yoğun bir şekilde yaşanırken örgütler tesadüfi olarak kararlar almak keyfiyetine sahip değildirler. Örgütler, gelecekteki faaliyetlerini belirli stratejiler üzerine kurmak mecburiyetindedirler (Sağır, 2010: 319-320). İşletmelerin büyüebilmesi ve pazarda rekabet edebilmesi için iyi hazırlanmış kurumsal stratejilere ihtiyaçları vardır. Bu şekilde hazırlanmış stratejiler sayesinde örgütler rekabet üstünlüğü sağlayacaktır (Dobni, 2010: 48). Bu noktada stratejik yönetim kaotik, hızlı ve bir o kadar da bilinmeyen bir çevrede faaliyet gösteren, tüm örgütlerde geleceğe yönelik amaç ve hedeflerin oluşturulması ve bu hedeflere erişebilmesi için yapılması gerekli faaliyetlerin belirlenmesine olanak sağlayan ve giderek de önem kazanan bir yönetim tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır (Eşki, 2015 :165).

Endüstri 4.0; fabrikalardan tuğlaların kaldırılıp zaman ve yer kavramı olmadan üretim yapılabilmesini sağlayan, değişen ihtiyaç ve beklentilere hızla çözüm üreten, teknolojiden fazlasıyla yararlanan, verilerin bulut bilişim sistemleri ve büyük veri yöntemleriyle saklandığı sistemdir. Günümüzde örgütlerin müşteri beklentilerini en iyi şekilde karşılamaları, üretimi kesintisiz şekilde sürdürebilmeleri ve küresel rekabette başarılı olabilmeleri için endüstri 4.0'ı kullanmaları bir zorunluluk haline gelmiştir (Yüksel ve Genç, 2018: 339-340). Gelecekte bu tür uygulamaların kullanılması daha büyük bir zorunluluk haline geleceği için, geleceğin bugünden planlanması gerekmektedir. Bu planlama ise ancak stratejik yönetim ile mümkün olabilecektir (Çubukçu, 2020: 1).

Endüstri 4.0 uygulamasında örgütlerin bilinçli bir şekilde karar verme özelliğini yitirmemek için yönetsel konuları öncelikli olarak gündemlerine alması gerekmektedir. Endüstri 4.0'ın yönetsel

zorluklarının ilk kümesi olan analiz ve strateji konusu örgütlerin endüstri 4.0'ı bilinçli bir şekilde nasıl ele alınıp nasıl karar verileceğine dair tartışılması gereken hususları içermektedir (Schneider, 2018: 816: Akt: Aytar, 2019: 76).

Endüstri 4.0 çalışabilirlik, sanallaştırma, yerinden yönetim, gerçek zamanlı yetenek, platform odaklı hizmetler, modülerlik, nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistemler, 3D yazıcılar, akıllı fabrikalar, akıllı robotlar, büyük veri, bulut bilişim sistemi, simülasyon, sanal gerçeklik, yatay ve dikey entegrasyon, siber güvenlik gibi birçok yenilikçi yaklaşımları içeren olgudur. Bu yönde değişim ve gelişim belli bir birikimin sonucunda oluşmakta ve sürekli olarak da oluşmaya devam etmektedir (Yüksel vd., 2018: 339).

Endüstriyel çağdan bilgi çağına geçiş sürecinde örgütlerin yönetim ve işleyiş modelleri baştan dizayn edilmektedir (Akin, 2010: 221-238). Birçok örgütte endüstri 4.0 üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Fakat örgütlerin çoğu doğru stratejiyi seçememeleri ya da uygulayamamaları sonucunda istedikleri hızı yakalayamamakta ve rekabetçi olamamaktadırlar. Bunun nedeni endüstri 4.0 yöntemlerinin anlaşılması, hangi teknolojinin ne zaman ve nasıl kullanılacağına bilinmemesi veya stratejik bakış açısına sahip olunmaması vb. sıralanabilir. Örgütlerin kısıtlı imkanlarla endüstri 4.0'a ayak uydurabilmeleri için stratejik dönüşüme uygun bir yol haritasına ihtiyaçları vardır. İşte stratejik yönetim bu aşamada önemlidir. Örgütün endüstri 4.0'a sistematik olarak yaklaşması bu dijitalleşmenin sağlıklı olması açısından faydalıdır (Apilioğulları, 2019: 153-161).

Endüstri 4.0 olarak adlandırılan dördüncü sanayi devrimi için birçok ülke temellerini atmıştır (Yıldız, 2018a: 554). Almanya, ABD ve Çin üretimde bilim ve teknolojiyi ulusal bir strateji olarak kullanmaktadır. Özellikle Almanya üretimi yeniden canlandırmak ve istihdamı artırmak için üretimin dijitalleşmesi, büyük veri,

nesnelerin interneti, robotlar vb. gelişmeleri özetleyen endüstri 4.0'ın Alman stratejik girişimi olduğunu açıklamıştır. Ülkeler, ürünlere olan iç ve dış pazar talebini hızla karşılamak için esnek üretim sistemleri geliştirmeye dönük endüstri 4.0'ı, ulusal strateji haline getirmeye çalışmaktadır. Böylece işletmelerin sahip olduğu kaynaklar endüstri 4.0'a uygun olarak sisteme entegre olacaklardır (Karabulut vd., 2020: 246-247).

Örgütlerin rekabet üstünlüğü sağlamaları ve bunu devam ettirebilmeleri için teknoloji ve dijital değişim alanındaki gelişmeleri izlemeli ve sürekli iyileştirme faaliyeti içinde olmaları gerekmektedir. Örgütlerin dijitalleşmesi stratejik yönetim sürecini ve onu takiben stratejik yönetim kararlarını etkilemektedir (Mert, 2020: 55). “Yönetim açısından endüstri 4.0 fenomeninin örgüt yapısını etkileyen dört genel niteliği bulunmaktadır. Bunlardan birincisi resmiyet düzeyi, ikincisi kontrol yetkisi, üçüncüsü örgüt içinde bilginin yeri ve son olarak profesyonelleşme düzeyi olarak sıralanmaktadır. Endüstri 4.0 süreciyle organik örgüt yapısı gelişmekte bu yapı içindeki çalışanlar daha yüksek katma değerli yenilikler ortaya çıkarma potansiyeli kazanmaktadır” (Aytaç, 2019: 77).

Stratejik yönetim süreçlerinin günümüzde ayrılmaz bir parçası haline gelmeye başlayan endüstri 4.0 süreci kazan-kazan prensibine uygun bir şekilde hem çalışanlara hem örgütlere hem de süreç yöneticilerine geniş olanaklar sağlamaktadır. Gerek tasarruf gerekse verimlilik noktasında üretimi ve sürdürülebilir yönetim hedeflerini tam olarak desteklemekte olan bu teknoloji, gelecek planları yapmakta olan ve vizyon projeleri oluşturan örgütlerin radarına çoktan takılmıştır. Özellikle 2011 ve sonrası süreçte ortaya çıkmaya başlayan endüstri 4.0 sistemleri günümüzde pek çok alanda kullanılmaktadır.

Yaşamakta olduğumuz Covid-19 pandemi süreciyle yeni normal olarak adlandırılan günümüz yaşam koşullarında en büyük destek endüstri 4.0 uygulamaları sayesinde sunulmaya başlanmıştır. Süreç takibi ve stratejik yönetim faaliyetlerinde hız (para, ürün giriş süresinin kısaltılması), esneklik (aynı üretim hatlarının daha esnek/farklı/kişiselleştirilmiş ürünlerin üretimi için kullanılması), verimlilik (daha az kas gücüne dayanarak, üretimin arttırılması) gibi başlıca temel unsurlar ön plana çıkmaktadır.

SONUÇ

İşletmeler, endüstri 4.0 ile değişen iş modelleri ve işgücü yapılarına ayak uydurup, yönetim biçimlerini ve organizasyon şemalarını yeniden şekillendirmektedir. Bu sayede rekabet avantajı elde eden işletmeler, rakip işletmelerle mücadele edebilmekte ve uzun vadede varlıklarını koruyabilecek bir yapıya kavuşmaktadır (Türkel ve Arıkan, 2020: 125). İşletmenin bu teknolojik gelişmelerin neresinde olduğunu bilmesi ve buna göre strateji geliştirmesi gerekmektedir. Bu anlamda değişen işgücü yapısına dikkat çekmek, bu yeni üretim süreçlerini yürütebilecek özellikleri barındıran işgücüne sahip olmak küresel rekabette bende varım demenin temelinde yer almaktadır (Aydın, 2018: 470).

Günümüz rekabet koşullarında işletmelerin stratejik yönetim anlayışlarında fark yaratacakları en önemli araç endüstri 4.0'dır. Önceleri işletmeler temel yetkinlikleri ve sahip oldukları kapasiteleriyle rekabet avantajı sağlıyorlarken; globalleşme, teknolojik gelişmeler, bilginin hızla aktarılması ve iletişimin artması, işletmelerde endüstri 4.0 uygulamalarının kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Aksi halde işletmeler bu yoğun rekabet ortamında yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalacaktır.

Yeni süreçte işletmenin tüm fonksiyonlarını değiştirecek bir yapıya sahiptir. Endüstri 4.0 işletmedeki insan kaynakları yönetiminden tedarik zinciri yönetimine, depolama sistemlerinden, üretim sistemlerine kadar bütün süreçleri etkilemiştir. Endüstri 4.0 ile işçiler standart işlerden kurtulmuş olacaktır. Akıllı işletmelerde yaratıcılık, beceri ve yetenekleri olan nitelikli personel ihtiyacı ortaya çıkacaktır. Depo ve taşımacılıkta otomasyon ve robot kullanımı artacaktır. Üretim; robotların, otomasyonun ve yapay zekanın kullanılmasıyla dönüşüme uğrayacaktır. İşletmenin tüm süreçlerinin bu dönüşüme uyumlu hale gelmesi için iş ve yönetim süreçlerini değiştirmiştir. Üretim ve yönetim modelleri sayesinde teknolojik değişimler örgüte hızlı bir şekilde entegre edilebilecek ve küresel anlamda rekabet üstünlüğü elde edebilecektir. Örgütlerin küresel rekabet ortamında başarılı olabilmesi için uygun stratejiler oluşturmaları ve uygulamaları gerekmektedir. İleriki yıllarda kendisinden adından sıklıkla bahsettirecek olan endüstri 4.0'ın tüm sektörlerde çok farklı ve faydalı uygulamalarla hayata geçeceği belirtilmektedir. Yönetimsel açıdan bu sektörlerde daha çok veri-analiz odaklı kararların ağırlık kazanacağı, klasik yönetim becerilerinin ve kaynaklarının değerlendirme ve analiz yeteneğine bağlı olarak gelişim göstermesi beklenmektedir. Endüstri 4.0 devrimini görmezden gelerek yola devam etmek ve gerçekleşme ihtimalini olasılıklar dâhilinde hesaba katmak akılcı bir davranış olarak görülmemektedir (Fırat ve Fırat, 2017: 213). Bu kapsamda, “Endüstri 4.0 ve faydalarından nasıl yararlanılacağına, ülke geneline nasıl entegre edileceğine, eğitim, sağlık ve hizmet sektörlerinde farklılaşmaya ne gibi katkıları olabileceğine yönelik araştırma ve politikalara odaklanması ve stratejik yönetim bakışıyla değerlendirmeler yapılması büyük önem taşımaktadır. Özellikle işletme yöneticilerinin strateji geliştirme, planlama ve yatırım aşamasında endüstri 4.0 yaklaşımını göz önünde bulundurmaları kritik önem arz etmektedir” (Aytaç, 2019: 88).

KAYNAKÇA

1. Akın, A. (2010). Bilgi çağı işletmelerinde yeni örgütsel yapılanma. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 17 (3-4), 221-238.
2. Aksoy, S. (2017). Değişen teknolojiler ve endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş, *Sav Katkı Dergisi*, (4), 34-44.
3. Aktaş, K. (2015). Uluslararası işletmelerde stratejik yönetim. *Uluslararası Yönetim ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2 (1), 1-19.
4. Alkış, G., Pirtini, S. ve Ertemel, A.V. (2020). Lojistik sektöründe endüstri 4.0 uygulamalarının operasyonel verimliliğe etkisi. *BMIJ*, 8(1), 371-395.
5. Apilioğulları, L. (2019). Üretim endüstrisi dijital dönüşüm süreci kavramsal ilişki haritası. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7 (3), 153-162.
6. Arslan, K. ve Kirbaş, İ. (2016). Nesnelerin interneti uygulamaları için algılayıcı/eyleyici kablosuz düğüm ilkörneği geliştirme. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Özel Sayı 1, 35-43.
7. Aydın, E. (2018). Türkiye'de teknolojik ilerleme ile istihdam yapısındaki değişme projeksiyonu: Endüstri 4.0 bağlamında ampirik analiz. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 16(31), 461-471.
8. Aydın, A. Ö. ve Bekmezci, M. (2020). Stratejik yönetim anlayışında yenilik ve yenilik yönetiminin örgütler için rekabet üstünlüğü sağlamadaki etkisine yönelik değerlendirme, *Türkiye Mesleki ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(3), 86-106.
9. Aytar, O. (2019). Endüstri 4.0 ve bu paradigmanın örgüt yönetimi üzerindeki olası etkileri. *ISGUC The Journal of Industrial Relations and Human Resources*, 21(2), 75-90 DOI: 10.4026/iscguc.563063.
10. Bağcı, E. (2018). Endüstri 4.0: Yeni üretim tarzını anlamak, *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 9(24), 122-146.
11. Banger, G. (2016). *Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme*. Ankara: Dorlion Yayınları.
12. Barca, M. (2005). Stratejik yönetim düşüncesinin evrimi: Bilimsel bir disiplinin oluşum hikayesi. *Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 7-38.
13. Barreto, L., Amaral, A. ve Pereira, T. (2017). *Industry 4.0 implications in logistics: an overview*, Manufacturing Engineering Society International Conference, Spain.
14. Baykal, T. (2018). Örgütlerde etkinlik ve etkililik için stratejik yönetim ve stratejik planlama. *Social Sciences Research Journal*, 7(2), 151-160.

15. Çarıkcı, O. ve Yıldırım, A. (2020). Risk odaklı iç denetimin stratejik yönetim anlayışı açısından değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 11(26), 302-313.
16. Çavuş, M.F. (2005). Aile işletmelerinde stratejik yönetim. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 152-166.
17. Çubukçu, M. (2020). İşletmelerde stratejik yönetim sürecinde uygulanabilecek ve literatürde yer alan bazı araç, teknik ve yaklaşımlar. *Stratejik Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 1-26.
18. Davutoğlu, N.A. (2018). Sanayi 4.0'ın liderlik ve insan kaynakları yönetimine algısal etkileri. *Journal of Social And Humanities Sciences Research*, 5(30), 4041-4048.
19. Demirtaş, B. ve Argan, M. (2015). Büyük veri ve pazarlamadaki dönüşüm: Kurumsal bir yaklaşım. *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 15, 1-21.
20. Dil, E. ve Esmer, A. (2020). Firmaların endüstri 4.0 stratejilerine dair bir araştırma. *Stratejik Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 85-110.
21. Dobni, C. B. (2010). Achieving synergy between strategy and innovation: The key to value creation. *International Journal of Business Science And Applied Management*, 5 (1), 48-49.
22. Ecevit, Satı, Z. (2019). Kamu sektöründe stratejik yönetimi etkinleştirmede açık inovasyon 2.0: Türk kamu sektöründe uygulanma koşullarını değerlendirme. *Strategic Public Management Journal*, 5(10), 31-53.
23. Erol, Y., İnce, A. R. ve Aras, M. (2013). Türk sanayi sektöründe stratejik yönetim yaklaşımları tercihi: ISO 1000 firmalarında bir araştırma. *Business and Economics Research Journal*, 4(3), 75-92.
24. Eşki, H. (2015). Stratejik yönetim ve Örgüt kültürü: İlişkisel bir analiz. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (24), 165-173.
25. Fırat, O. Z. ve Fırat, S. Ü. (2017). Endüstri 4.0 yolculuğunda trendler ve robotlar. *Istanbul University Journal of the School of Business*, 46(2), 211-223
26. Gehrke, L., Kuhn A.T., Rule, D., Moore, P., Bellmann, C., Siemes, S., Tinkleman, M.ve Rasche, C. (2015). *A discussion of qualifications and skills in the factory of the future: A German and American perspective*, Düsseldorf.
27. Güçlü, N. (2003). Stratejik yönetim. *G.Ü Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 61-85.
28. Hittmar, S. ve Jankal, R., (2015). Strategic management of networks. *Management of Network Organizations*. Springer, 5-22.
29. Karaca, D. (2019). *Yönetim düşüncesinin sanayi 4.0 bağlamında değerlendirilmesi*, G. Gürsoy ve M.Ş. Ensari (Ed.), Irditech 2019

- Uluslararası Ar-Ge, İnovasyon ve Teknoloji Yönetimi Kongresi Bildiriler Kitabı, (s.13-20) içinde. İstanbul.
30. Kaplan, M. (2020). Lisansüstü işletme öğrencilerinin stratejik yönetim çalışmaları: Yazınölçüm ve değerlendirme analizi. *Stratejik Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3 (1), 50-68.
 31. Karabulut, T. ve Karabulut, M. (2020). Stratejik yönetim açısından stratejik Ar-Ge faaliyetlerinin ihracata ve ekonomik büyümeye etkileri. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19 (37), 223-256.
 32. Koçel, T. (2010). *İşletme Yöneticiliği*. İstanbul: Beta Yayın.
 33. Maresova, P., Soukal, I., Svobodova, L., Hedvicakova, M., Javanmardi, E., Selamat, A. ve Krejcar, O. (2018). Consequences of industry 4.0 in business and economics. *Economies*, 6(46), 1-14.
 34. Mert, G. (2020). Kurumların stratejik yönetim süreçlerinde dijitalleşmenin rolü. *Journal Of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 6(22), 41-58.
 35. Moradi, H. (2012). The role of strategic planning and management in increasing organizational development and productivity. *European Journal of Social Sciences*, 30(1), 70-77.
 36. Muslu, A. (2017). Dördüncü sanayi devriminde insan kaynakları yönetiminin artan rolü ve önemi. III. *Uluslararası Girişimcilik, İstihdam ve Kariyer Kongresi*, Muğla.
 37. Obal, M., ve Lancioni, R. A. (2013). Maximizing buyer–supplier relationships in the digital era: concept and research agenda. *Industrial Marketing Management*, 42(6), 851-854.
 38. Oktay, E. (2006). *Stratejik yönetim sürecinde performans geliştirme bir aracı olarak dış kaynak kullanımı: İmalat sanayiinde bir uygulama*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi, Konya.
 39. Öksüz, M.K., Öner, M. ve Öner, S.C. (2017). Yalın üretim tekniklerinin endüstri 4.0 perspektifinden değerlendirilmesi. 4. *Uluslararası Kalkınma Konferansı*, Tunceli.
 40. Özçelik, T. ve Onursal, F. S. (2020). Endüstri 4.0'ın iş hayatı ve sendikalaşma üzerine etkisi, *BMIJ*, 8(1), 981-1007.
 41. Saatçioğlu, Ö., Kök, G. ve Özispa, N. (2018). Endüstri 4.0 ve lojistik sektörüne yansımalarının örnek olay kapsamında değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23 (Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı), 1675-1696.
 42. Sağır, M. (2010). Stratejik yönetim sürecinde ürün stratejilerinin kullanımı ve önemi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24, 311-321.

43. Sayar, M. ve Yüksel, H. (2018). Endüstri 4.0 ve Türkiye kamu sektöründe endüstri 4.0 dönüşümü. *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 83-98.
44. Schiemann, J. (2016). *Logistics 4.0 How Autonomous are Self-Managed Processes?*, AXIT Research Report, Frankenthal.
45. Schnider, P. (2018). Managerial challenges of industry 4.0: An empirically backed research agenda for a nascent field. *Review of Managerial Science*, 12, 803-848.
46. Stock, T. ve Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0, 13. Global Conference on Sustainable Manufacturing-Decoupling Growth from Resource Use, *Elsevier*, 40, 536-541.
47. Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve girişimcilikte yeni yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 43-57.
48. Tekin, M., Etlioğlu, M. ve Tekin, E. (2018). Endüstri 4.0 ve lojistik trendler. 4. *Uluslararası Sosyal Beşeri ve İdari Bilimler Sempozyumu*, Antalya.
49. Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E. ve Pelaez, G. (2017). What does Industry 4.0 mean to Supply Chain?, *Procedia Manufacturing*, 13, 1175-1182.
50. Turunç, D. (2015). Stratejik yönetim örgütsel performans ilişkisinde kişi-örgüt uyumunun rolü. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 1 (1), 16-30.
51. Türkel, S. ve Arıkan, Ö. (2020). Stratejik insan kaynakları yönetimi ve Endüstri 4.0'in kesişen ekosistemi. *Toros Üniversitesi İİSBF Sosyal Bilimler Dergisi*, 7 (12), 115-139.
52. TÜSİAD, (2016). *Türkiye'nin küresel rekabetçiliği için bir gereklilik olarak Sanayi 4.0 geliştirmekte olan ekonomi perspektifi*. Yayın no; TÜSİAD-T/2016-03/576.
53. Ülgen, H. ve Mirze, K. (2018). *İşletmelerde Stratejik Yönetim*. İstanbul: Beta Basım.
54. Wright, R. P., Parootis, S. E. ve Blettner, D. P. (2013). How useful are the strategic tools we teach in business schools? *Journal of Management Studies*, 50(1), 92-125.
55. Xu, L. D., Xu, E. L. ve Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962.
56. Yıldız, A. (2018a). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya University Journal of Science*, 22 (2), 546-556.
57. Yıldız, A. (2018b). Endüstri 4.0 ile bütünleştirilmiş dijital tedarik zinciri. *BMIJ*, 6(4), 1215-1230.

58. Yüksel M. ve Genç, K.Y. (2018). Endüstri 4.0 ve liderlik. 2. *Uluslararası Bilimsel Çalışmalarda Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu*, Samsun.
59. Yüzbaşıoğlu, N. (2010). İşletmelerde stratejik yönetim ve planlama açısından stratejik maliyet yönetimi ve enstrümanları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(46), 1-13.

BÖLÜM 5

**ENDÜSTRİ 4.0
PERSPEKTİFİNDEN BİLGİ
YÖNETİMİ SÜRECİ**

ENDÜSTRİ 4.0 PERSPEKTİFİNDEN BİLGİ YÖNETİMİ SÜRECİ

Dr. Öğr. Üyesi Emine ŞENER
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Orcid ID: 0000-0002-8903-1684

GİRİŞ

*“Şu çok açık ki, bizler,
geçen 2 yüzyıl boyunca dönüşüm geçiren şeyin ne olduğunu
ve modern toplumu anlamak istiyorsak,
endüstri sonrası toplumda teknolojinin değiştiğini
ve özellikle mekanik teknolojiden entelektüel teknolojiye
dönüşüm yaşandığını görmeliyiz.”
(Bell, 1999, XXXii, Akt.: Çakır, 2018)*

Modern endüstriyel dönüşümün hemen hemen tüm ders kitaplarında Watt'ın on sekizinci yüzyılda buhar makinesini icat etmesiyle başladığı belirtilir. Elbette buhar makinesinin icadı tarihsel süreç içerisinde endüstriyel devrim niteliği taşıyabilir ancak Lewis Mumford, 1934 yılında yayımladığı “Teknik ve Uygarlık” adlı eserinde, ne kömür ne demir ne de buharın endüstri devrimlerinde anahtar rolü oynamadığını ileri sürmekte ve esas aktörün “saat” olduğunu belirtmektedir³. Bununla beraber “Endüstriyel devrim” teriminin ise ilk kez A.J. Toynbee'nin

³ Lilley vd. (2004) ise “Aslında parayı icat ettiğimizden beri bir bilgi ekonomisine sahibiz” demektedir. Kısaca bir şeylere başlangıç noktası belirlemede oldukça farklı görüşler ve yaklaşımlar mevcuttur.

amcası Arnold Toynbee'nin 1880'li yıllardaki yazılarında on sekizinci yüzyıl ile kendi dönemi arasında ortaya çıkan teknik yeniliklerden bahsederken kullandığını belirtmektedir. Mumford'a göre saat, gelişimin her aşamasında hem makinenin en çok göze çarpan gerçeği hem de tipik sembolüdür. Çünkü esas itibarıyla endüstri devrimleri diye adlandırdığımız dönemler feodalizmden kapitalizme geçişi de örtük olarak haber verir. Mumford'un bu savı feodal dönemde zamanı takip etmek yerine zamana uyma, zamana fiyat biçme ve paylara bölme noktasında kapitalizmin de hızla yol almasında ana etkenlerden biri olmuştur. Çünkü kapitalizm ile teknik, her aşamada birbirini şekillendirmiştir girift bir hal almıştır. Belki de bu noktada, Mumford'ın (2017) bu konudaki iddiası endüstri 4.0 diye tanımladığımız bu süreçte daha işlevsel bir bilgi olacaktır. Çünkü endüstri 4.0, zaman algımız üzerinde derin etkiler yaratarak, tabir yerindeyse, hızıyla ve zamanı kullanmamıza sağladığı katkılarla baş döndürmektedir ve Mumford'un dediği gibi sadece saat, zamanı takip etmeye değil, endüstri 4.0 içerisindeki bileşenlerde kendini gösterdiği gibi, insanların eylemlerini senkronize edip takip etme işlevi de görmeye devam etmektedir.

İşletme ölçeğinde, zaman ve mekânda uzun mesafeli ticareti kafa karıştırmayan bir hale getirmesi ve kolay yapılabilecek şekilde pratikleştirmesi noktasında endüstri 4.0 kolaylaştırıcı ve yönlendirici olmuştur.

Sözü edilen teknik/teknolojik pratikleşmenin anahtar kelimesi ise antikçağdan bu yana vazgeçilemeyen bilgi ve bilme arzusudur. Birikimli, aktarılabilir ve soyut yapısıyla bilgi, her çağda insanların çok önemseydiği ve her zaman "güç" ile birlikte yol alan bir olgu olmuştur. Teknik ne kadar ilerlerse bilgiye olan ihtiyaç ve talep artacak ve onu yönetme becerisi önemli bir rekabet unsuru olacaktır. Rekabet, Arapça; *denetleme, kontrol etme, gözetleme, dikkat etme, gözünü ayırmamak anlamına gelen raqāba*

kelimesinden türetilmiştir (EtimolojiTürkçe, 2020). Bu anlamda rekabet sadece yarışma, mücadele etme değil kıyaslama ve bilgi toplamayı da içerir. Stratejik bir yönü olan rekabetin günümüz koşullarında bilgi yönetiminden bağımsız düşünülmesi mümkün değildir. İç ve dış kaynaklardaki bilginin toplanması, elde edilmesi, kullanılması ve paylaşılması, yeniden üretilmesi endüstri 4.0 çağında başka bir boyut kazanmıştır. Son on yılda artan bir ilgiyle endüstri 4.0, tıpkı 1990’larda gündemimize giren internet gibi kök salacak, gelip geçici olmayan bir fenomen olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle üzerinde daha fazla kafa yorulması ve işletmelerin entegre olması gerekmektedir. Bu çabaya bir katkı niteliğinde olan bu bölümde, endüstri 4.0 ile bilgi yönetimi ilişkisi dijitalleşme odağında kavram, kuram ve uygulamalar kapsamında ele alınıp incelenmiştir.

Endüstri Devrimleri ve Bilgi Yönetiminin Paradoksal İlişkisi

“Tekniğin ve bilimin, toplumun kurumsal alanlarına sızdıkları ve böylelikle kurumların kendilerini dönüştürdükleri ölçüde, eski meşrulaştırmalar tasfiye edilir.” (Habermas, 2019)

Endüstriyel devrimlerin ilk üçü ağırlıklı olarak mekanizasyon, elektrifikasyon, işbölümü ve yaygın dijitalleşme ile karakterize edilmektedir. Oysa endüstri 4.0 ya da dördüncü sanayi devrimi ilk üçünün aksine, önceden kurulmuş fiziksel, dijital ve biyolojik dünyaları birleştiren, tüm endüstrileri ve ekonomileri kökten etkileyen, hatta insanların çalışma ve birbirleriyle nasıl ilişki kurduklarını sorgulayan bir dizi yeni teknoloji ile karakterize edilmektedir (Dragicevic vd., 2020). Bu yeni endüstriyel dönüşümü tanımlayan en önemli terim ise **“akıl”** olmuştur: *Akıllı üretim, akıllı şebeke, akıllı lojistik, akıllı sağlık hizmetleri, akıllı şehir, akıllı ev, akıllı bina, akıllı fabrika* vb. Bu akıllı sistemlerin özü

ise ağa bağlı gömülü cihazların toplu olarak konuşlandırılması yoluyla güçlü bir şekilde ağdaki tüm verilerin birleştirilmesidir.

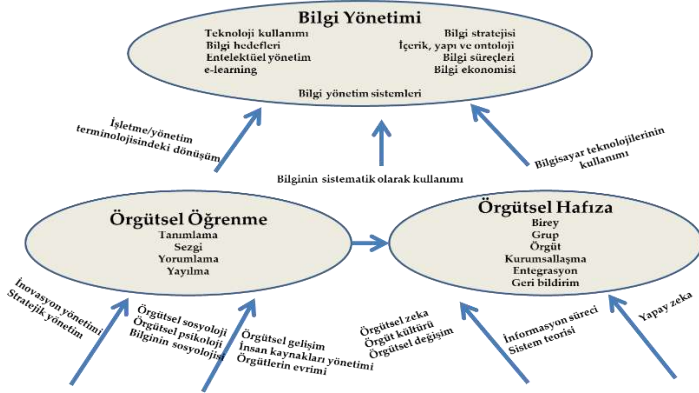
Akıllı üretim kavramı, ürünlere yönelik müşteri taleplerini karşılamak için bilgi odaklı karar verme, güvenlik ve bozulmalardaki teknolojik zorluklar ve değişen işgücü becerileriyle yakından ilgilidir. Dijitalleştirilmiş bilgi, üreticilerin zamanında ve güvenli kararlar almasına olanak tanıdığından, gelişmiş bilgi ve üretim teknolojileri akıllı üretim için kilit unsurlardır (Feng vd., 2017). Akıllı nesnelere ürünler, değer zincirlerinin yapısını ve rekabet kurallarını da derinden değiştirebilir (Di Maria vd., 2018). Bu noktada, bilginin önemli bir avantaj kaynağı olduğu uzun süredir kabul edilmektedir. Rekabet avantajının yanı sıra zenginlik yaratabileceği de bilinmektedir. Bugün büyük miktarda verinin toplanma ve iletilme biçiminde niteliksel bir değişiklik meydana gelmiş ve aşırı bilgi yüklemesi bir riske dönüşmüştür. Bundan kaçınmaya yardımcı olmak için veri ve bilgi arasında ayırım yapabilen, aşırı yüklenmeyi azaltma yollarını bulabilen ve kendi kendini organize edebilen bir disipline ihtiyaç vardır (Quintas vd., 1997). Ancak ihtiyaç duyulan bu disiplini işletecek olan bilgi yöneticisinin bireysel bilginin amaçlara ulaşmadaki öneminin farkında olması gerekir. Bu nedenle bilgi ve enformasyon arasındaki ayrımı net bir şekilde anlamak gereklidir. Aksi takdirde *örgütlerde bol miktarda bulunan bilginin varlığı, kullanımını garanti etmemektedir* (Davenport ve Prusak, 2000: 89, Aktaran: Liebowitz ve Frank, 2011). Bireysel bilginin kullanılabilirliği ve örgütsel performans beklentilerine ulaşmak için kullanılacak olan teknolojinin seçimi için de bu ayırım önemlidir. Çünkü örgütsel amaçları gerçekleştirmek için teknoloji tabanlı araçlarla donatılan işletmelerin nadiren başarıya ulaştığını söylemek mümkündür. Çünkü bilgi hepimizde bir şekilde örtük halde bulunan bir hazinedir. Her çalışanın ayrı ayrı sahip olduğu bu gömülü entelektüel sermayeyi herhangi bir bilginin ya da istihbaratın iletilmesi olan enformasyon ile karıştırmamak gerekmektedir. Bu

ikisi arasında kesin farktan hareketle belirlenecek olan teknoloji, yeni ve eşsiz başka teknolojilerin ortaya çıkmasına yardım edecek bir süreç barındırmaktadır. Kısaca bilgi yönetimi, *bir işletmenin örgütsel performansını artırmak amacıyla, işletme içi ve işletme dışı bilgileri işleme biçimini geliştirmeyi amaçlayan, hedefe yönelik bilgi stratejilerinin düzenli olarak seçilmesinden, uygulanmasından ve değerlendirilmesinden sorumlu olan yönetim işlevidir*. Bilgi yönetimi, bilgi stratejilerinin uygulanması, insan odaklı, örgüt üyelerinin öğrenme becerisini, eğitimini ve kuruluş genelindeki yeterliliklerini dinamik olarak optimize etmeye, bunun yanı sıra kolektif zekâyı geliştirmeye uygun örgütsel ve teknolojik araçları içerir (Maier, 2007). Castell (2008: 210) Enformasyon Çağı adlı eserinde bilgi yönetimini yeni işletme örgütlenmelerinin kilit unsurları olarak gören çalışmalar ne kadar farklı yaklaşım sergilese de beş temel ortak noktanın olduğunu ifade etmektedir. Ona göre:

- Örgütlenmelerdeki değişimlerin kaynakları ve sebepleri ne olursa olsun, 1970'lerin ortalarından itibaren, küresel ekonomide üretimin ve piyasaların örgütlenmesinde önceki dönemle büyük bir ayrışma yaşanmıştır.
- Örgütlenme düzeyindeki değişimler, bilgi teknolojisinin yayılımıyla etkileşim halinde, fakat büyük ölçüde ondan bağımsızdı; bu değişimler genellikle enformasyon teknolojilerinin işletmelere yayılmasının ardından gerçekleşmiştir.
- Örgütlenmelerde çeşitli biçimlerde gerçekleşen değişimlerin hedefi, işletmenin ekonomik, kurumsal ve teknolojik ortamındaki hızlı değişimin sebep olduğu belirsizlikle, üretimde, yönetimde ve pazarlamada esnekliği güçlendirerek başa çıkabilmektir.
- Örgütlenmeyle ilgili birçok değişim, otomasyon, işlerin elenmesi ve yönetsel katmanların bastırılmasıyla emekten tasarruf etmeyi amaçlayan "yalın üretim" modeline geçerek emek süreçlerini ve istihdam pratiklerini yeniden tanımlamayı hedefliyordu.
- Bilginin yönetimi ve bilgi işlem, enformasyonel, küresel iş gören örgütlerin performansı açısından temel önemdedir.

Temelde, bilgi dâhil tüm yeni kaynaklar, iki genel süreçle, *birleştirme* ve *değişim* yoluyla yaratılır. Yeni bilginin yaratılması için bilginin kombinasyonu ve değişimi, sosyal sermayenin varlığını

gerektirir (Gold vd., 2001). "Bir sosyal birimin sahip olduğu ilişkiler ağından elde edilen ve bunlardan elde edilen mevcut ve potansiyel kaynakların toplamı" olan sosyal sermayenin maksimize edilmesini ise örgütsel düzeyde, *teknik, yapısal ve kültürel* olmak üzere üç temel altyapı sağlar. Teknolojik boyut, örgüt içinde var olan teknoloji destekli bağları ele alır. Altyapıyı güçlendirmek için organizasyon genelinde bilgiyi depolamak, dönüştürmek ve taşımak için bilgi yönetimi süreçleri mevcut olmalıdır. Bu süreçler, örgütün bilgiyi verimli bir şekilde elde etmesini, uzlaştırmasını ve aktarmasını sağlar.



Şekil 1: Bilgi Yönetimin Kavramsal Kökleri

Kaynak: (Maier, 2007)

Bütünsel bir bilgi yönetimi modeli, hem teknoloji araçlarını hem de insanlar arası etkileşimleri içerir. Neto vd. (2008) bilgi yönetimini metaforik olarak "**şemsiye**" bir kavram olarak nitelermekte ve *stratejik enformasyon yönetimi, entelektüel sermaye, rekabetçi istihbarat, örgütsel öğrenme, inovasyon yönetimi, bilişim teknolojileri ve örgütsel gelişim* gibi kavramları içerdiğini vurgulamaktadır. Dolayısıyla yukarıda Şekil 1'de verilen entelektüel öncüllerin tümü dijital çağda bilgi yönetimi şemsiyesi altında toplanmıştır.

Teknoloji-Bilgi Yönetimi İlişkisi

"Teknoloji bize birbirimizle iletişim halinde kalmamız ve bilgi paylaşmamız için yeni yollar verdi.

Daha iyi, daha hızlı olmak için bu teknolojiden yararlanmak zorundayız."

(Bill Baker)

Birinci sanayi devriminde sınırlı bir role sahip olan bilim-teknoloji ilişkisi ikinci sanayi devriminden günümüze kadar artan bir şekilde devam etmiştir (Akçomak vd., 2016: 29). Ağ teknolojilerinin yükselişi, kuruluşların kurumsal sınırlar içinde ve ötesinde daha geniş bir kaynak kümesinden bilgi edinmelerine ve yönetmelerine olanak tanımaktadır. Web firmalarının, müşterileri inovasyon süreçlerine dâhil etmelerini mümkün kılmıştır. Doğal olarak bu süreçte bilgi ve iletişim teknolojileri (ICT), çevrimiçi etkileşim ve kodlama yoluyla bilgi paylaşımında firmaları desteklemiştir (Di Maria vd., 2018).

Bilgi yönetimi alanının öncülerinden olan Davenport ve Prusak (1998), bilgi yönetiminin teknolojiden çok daha fazlası olduğunu iddia etseler de bilgi ve teknolojiyi içeren kendi ürettikleri "**techknowledge**" terimi ile teknolojiyi, bilgi yönetiminin bir parçası olarak değerlendirmektedirler. Ayrıca "*Bilgi, işyerindeki zihinlerden türetilir. Başarılı bilgi aktarımı ne bilgisayarları ne de belgeleri içerir, daha çok insanlar arasındaki etkileşimleri içerir.*" (Botha, Kourie ve Snyman, 2008) diyerek, bilgi yönetimini insan merkezli olarak ele aldıklarını ifade etmişlerdir. İşletmelerde bilgi yönetim sürecinde belge yönetimi, bilgi yönetimi, arama ve indeksleme, iletişim ve işbirliği, uzman sistemler ve kurumsal yazılım olmak üzere farklı teknoloji alanları mevcuttur.

Bilgi Yönetimi Başarısı = Teknoloji + Kültür + Ekonomi + Politika

$$B = (i+T)^P$$

Kaynak: (Botha, Kourie ve Snyman, 2008)

Bu basit denklem, yönetme çabalarımızın temelidir, bilgi çağında etkili ve rekabetçi olmak için: Bilginin (B) insanların (İ) yeteneği tarafından ele geçirildiğini görüyoruz teknolojiyi (+) kullanarak bilgi alışverişi (T), paylaşım gücü (P) ile katlanarak artırmıştır. Bilgi, kişi temelli mekanizmalar aracılığıyla oluşturulur, paylaşılır, aktarılır ve uygulanır. Bunlar yüz yüze görüşmelerin, gözlemlerin, çıraklık eğitim yöntemlerinin vb. kullanımını içerir. Üretilen bilgi, bir veri tabanı gibi belirsiz bir teknoloji yapıtında depolanmak yerine, hemen uygulamaya konulur. Bilgiyi uygulamaya koymak, içgörünün derhal kurumsallaşmasına ve iş uygulamalarının iyileştirilmesine yardımcı olur (Desouza ve Awazu, 2006). “Verinin bilgiye dönüştürülmesi, bilginin yeniden üretilmesi ve öğrenme süreçleri, bilim teknoloji, AR-GE ve yenilik faaliyetlerinin gerekli koşulu ve ayrılmaz bir parçasıdır.” (Akçomak vd., 2016: 24). Bunun yanı sıra, entelektüel sermaye ve örgütsel öğrenme ile ilişkilendirilen ve uzun süre bu ikisi ile eş anlamlı kullanılan bilgi yönetiminde esasın insan unsuru olduğunun da kanıtı niteliğindedir.

Endüstri 4.0 ile Değişen Örgüt Tasarımında Bilgi Yönetiminin Rolü

— *Sen beni bilgili, çok okumuş bir adam mı sanıyorsun?*

— *Tabii ki - dedi Zi-gong - öyle değil misin?*

— *Pek sayılmaz - dedi Konfüçyüs*

ben yalnızca başka her şeyi birbirine bağlayan bir ipi tuttum.” (Castell, 2008)

Örgütsel tasarım, bilgi yönetimi sürecinin uygulanmasını büyük ölçüde etkileyen faktörlerden biridir. Claver-Corte’s ve arkadaşları (2007) yapmış oldukları çalışmada, ekip çalışmasının ve kişilerarası koordinasyonun, bilgiyi işleme ve zorluklarla yüzleşmeye yardımcı olan etkili bir unsur olarak belirlemiştir. Bunun yanı sıra adhokratik yapının benimsendiği işletmelerde, uygulama ve bilgi toplulukları bilgi yönetim sürecinin işletilmesinde işlevseldir.

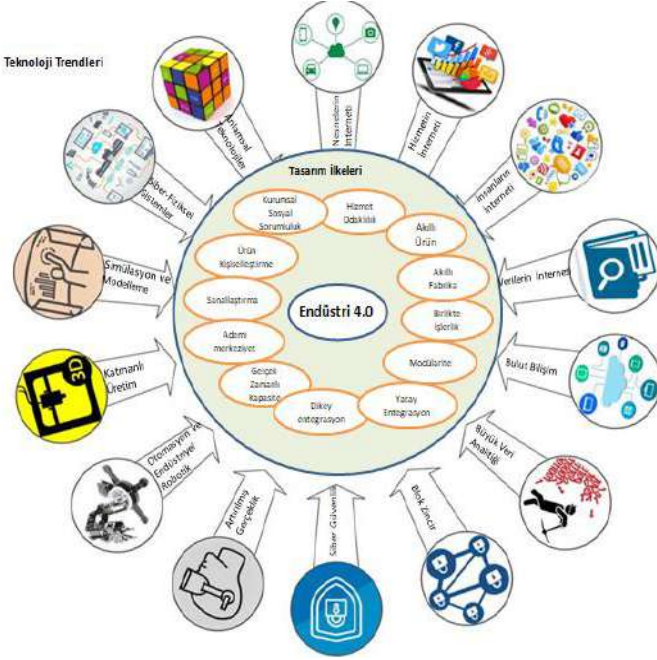
Çalışanlar arasındaki hiyerarşi ve iletişimsizliğin ortadan kaldırıldığı bu yapıda, bilgi yönetim sürecinin amaca ulaşması kaçınılmazdır. Dış çevreye uyum, değişimleri algılama ve uyarlanma ile dinamik, girişimci ve yaratıcı bir örgüt kültürü sunan adhokrazi bu anlamda endüstri 4.0'a uyarlanmada dikkate alınması gereken bir örgüt kültürüdür. Bu nedenle bilgi toplumunun yüksek eğitilmiş, bilgi yoğun çalışanları olan altın yakalı bilgi işçileri motivasyonlarının sürdürülmesinde adhokrazi kültürünün özelliklerini daha çok görmek istemektedirler (Erdem vd., 2015). Kumbalı (2018) organik örgüt yapılarının bilgi yönetimi sürecini ve örgütsel dayanıklılığı pozitif yönde etkilediğini buna ek olarak, bilgi yönetimi sürecinin örgütsel dayanıklılığı pozitif yönde etkilediği, örgüt yapısının örgütsel dayanıklılık üzerindeki etkisinde bilgi yönetiminin kısmi aracılık rolünün olduğu belirtmektedir.

Castell (2008: 115) teknoloji ve örgüt yapısı arasındaki etkileşimi ve teknolojinin örgüt lehine kullanılması gerekliliğini şu şekilde vurgulamaktadır:

İşletmelerin verimlilik artışları yönetim pratiklerine bağlı olarak keskin farklılıklar gösterir: “Enformasyon teknolojisinin en verimli kullanıcılarının müşteriye odaklanan bir işletme stratejisiyle merkezleştirilmiş örgütsel yapının sinerjik bir bileşkesini kullanması çarpıcıdır. Tersine yeni teknolojileri eski yapıları giydiren (ya da tam tersi) işletmeler daha az verimlidir. Dolayısıyla örgütsel değişim, yeni bir işgücünün eğitimi, yaparak öğrenme süreci, teknolojinin verimli kullanımlarının güçlendirilmesi sonuçta verimlilik istatistiklerinde görünecektir; tabii istatistikî kategorilerin bu değişimleri yansıtabilmesi koşuluna bağlı olarak.

Ghobakhloo (2018), imalat endüstrisinin geleceğine yönelik bir yol haritası çıkarmaya çalıştığı 178 makaleyi incelediği sistematik derlemesinde, endüstri 4.0'ı *tasarım ilkeleri* ve *teknoloji trendlerine* göre açıklamaya çalışmaktadır. Endüstri 4.0'ın tasarım ilkeleri, bir bilgi sistemizasyonu sağlayarak ve bu olgunun bileşenlerini tanımlayarak endüstri 4.0 belirsizliği konusunu ele

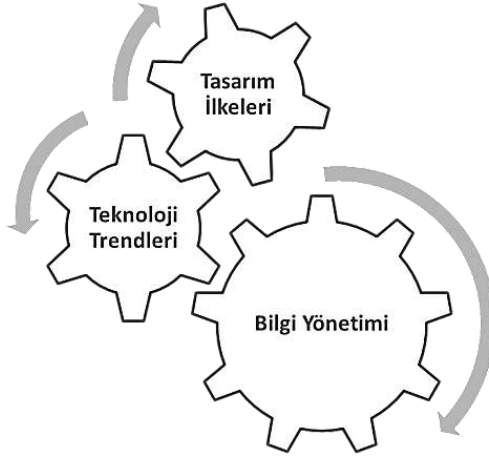
almaktadır. *Tasarım ilkeleri*, üreticilere endüstri 4.0 ilerlemesini öngörebilmeleri için gerekli uygun prosedür ve çözümlerin geliştirilmesinde “nasıl yapılacağı” bilgisini vermektedir. *Teknoloji trendleri* ise endüstri 4.0 olarak bilinen yeni dijital endüstriyel teknolojinin yükselişini mümkün kılan gelişmiş dijital teknolojik yenilikleri ifade etmektedir.



Şekil 2: Endüstri 4.0'ın Tasarım İlkeleri ve Teknoloji Trendleri

Kaynak: (Ghobakhloo, 2018)

Bilgi yönetimi Şekil 2’de yer alan endüstri 4.0 yapılanmasında teknoloji trendleri ile tasarım ilkeleri arasında aracı bir rol üstlenmektedir. Çünkü ilgili tasarım ilkelerinin uygulanabilmesi için ihtiyaç duyulan bilgiyi, bilgi yönetimi endüstri 4.0’ın imkanlarından olan teknoloji trendlerini kullanarak Şekil 3’teki gibi yapısallaştırıcı bir nitelik kazanmış ana dışılardan biridir.



Şekil 3: Bilgi Yönetimi Tasarım İlkeleri ve Teknoloji Trendleri ilişkisi

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çalışma ortamının dijitalleştirilmesiyle desteklenen örgüt içi bilgi paylaşımıyla sürdürülebilirlik, endüstriyel dijitalleşmesinin ana faydalarından birisidir (Ordieres-Meré vd., 2020). Dijital çağ, belirsizlik ve öngörülemezlik ile karakterize edilmektedir ve örgütler bununla başa çıkmak zorundadırlar. Bu faktör, örgütlerin birbirleriyle ve temel yetkinliklerini sağlayan kişilerle ve çevreleriyle olan ilişkilerini kökten değiştirmektedir. Sürdürülebilir yenilik, kaos ve düzen arasındaki sürekli dengesizliğin sonucudur. Karmaşık örgütler gibi akıllı/dijital örgütler de kaos üzerinde gelişmelerini ve çalkantılı zamanlarda onlara rehberlik etmelerini sağlayan bir “sinir sistemine” sahiptir. Örgütsel sinir sistemleri, algılama ve öğrenme, iletişim - iç ve dış – koordinasyon ve hafıza işlevlerini yerine getirir. Hızlı hareket eden, öngörülemeyen dijital ortamlarda, örgüte gerçek zamanlı olarak öngörme, filtreleme, empati, öğrenme ve uyarlanabilir yetenekler sağlamak için “sinir sistemi” fonksiyonları çok önemlidir (Filos, 2008, *Aktaran: Şener, 2020: 54*) Dijital çağda

örgütlerin sahip olması gereken bu sinir sistemi tüm organlar arasındaki dengeyi sağlayacak mekanizmayı kurmak adına bilgi yönetimi ile sağlanabilecektir.

Endüstri 4.0, veri odaklı bir paradigmadır (Capestro ve Kinkel, 2020) çünkü teknolojiler tarafından üretilen verilerin ve ayrıca değer zinciri boyunca etkileşimlerle daha fazla değer yaratmak için daha iyi kullanılmasını sağlar. Bilindiği üzere pek çok endüstri 4.0 teknolojisi, bir şekilde, faydalı verilerin başarılı bir şekilde elde edilmesini sağlayan verilerle (*veriye dayalı teknolojiler olarak adlandırılır*) ilgilidir. İşletme fonksiyonlarının tamamı ise dijital teknolojiler aracılığıyla örgüt içi ve dışından toplanan bu verilerin etkin kullanımını gerekli kılar. Böylece endüstri 4.0 örgüt için yeni bilginin yaratılması ve paylaşılmasında artık örgüt kültürünün bir parçası olmuştur.

Endüstri 4.0 ile Bilgi Yönetiminin ve Büyük Verinin Artan Önemi

*Modern bir şirketin temel yapı malzemesi bilgidir.
Para kazanmak için bilgiyi kullanmak ise gerçek bir meydan okumadır.
(Valery Kanevsky, Hewlett-Packard Company)*

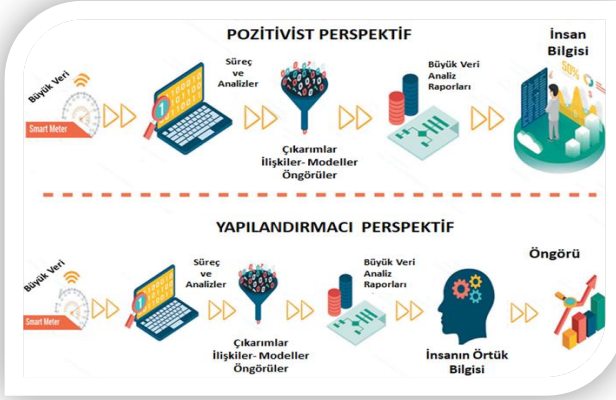
Literatürde bilgi yönetimi süreçlerine ilişkin farklı yaklaşımlar mevcut olmakla birlikte Probst, Romhardt ve Raub (2000) bilgi yönetim süreçlerini kapsamlı bir şekilde; **tanımlama, elde etme, geliştirme, paylaşma, yayma, uygulama ve depolama** olarak sıralamaktadır. Sözü edilen bu bilgi yönetim süreçlerinde endüstri 4.0'ın olanaklı kıldığı enformasyon teknolojileri dinamik bir rol üstlenmektedir. Ancak unutulmaması gereken en önemli nokta, bilginin yorumlanması insanlara veya profesyonellere bağlıdır (Abubakar vd., 2019).

Bilgi yönetiminin temel özelliği olan "*Kaydedin, daha sonra faydalı olacaktır.*" (Abubakar vd., 2019) düsturunu endüstri 4.0 bileşeni olan büyük veri ile gerçekleştirmek mümkün olsa da **büyük veri bir araçtır, bilgi yönetimi ise bir süreçtir.** Davenport ve Prusak'a göre bilgi, verilere dayalı bir iyileştirme ve ayrıştırılma süreci olduğundan, daha büyük veriler mutlaka daha büyük bilgi demek değildir (Di Maria vd., 2018). Ferraris vd. (2019) tarafından yapılan büyük veri analiz yeteneği ile bilgi yönetimi ilişkisinin işletme performansı üzerindeki etkinin araştırıldığı çalışmada, büyük veri analiz yeteneği ile işletme performansı arasında pozitif ilişki olduğu, bilgi yönetiminin de aracılık etkisi olduğu belirtilmektedir.

Büyük veri ve bilgi yönetimi arasındaki karşılıklı ilişki üzerine bir makalede, Sumbal vd. (2017), insan zımnı (örtük) bilgisinin büyük veri analitiği yoluyla elde edilen sonuçları daha iyi anlamak, test etmek, onaylamak veya reddetmek için gereklidir. Lugmayr vd. (2017), bilgi sistemlerinin sosyo-teknikliğini vurgulamak için hesaplama sistemlerinin ve insan zihninin karşılıklı bağımlılığını göstermek ve bilişsel çabalarında insanlara yardımcı olmaya odaklanacak büyük veri araştırmalarının gerekliliğini vurgulamak için "bilişsel büyük veri" terimini kullanmaktadır.

Büyük verinin önemli ölçüde bilgi yönetimin bir aracı olduğu ve esas unsurun ise insan olduğu bir paradigma farkını da ortaya çıkarmaktadır. Bilgi felsefesi bağlamında, Pozitivistler, insan bilgisinin nesneleştirilebileceğini ve kodlanabileceğini savunacak ve temsili bir bilgi anlayışını ele almak için teknolojidenden yararlanmaya çalışırken, aksine Yapılandırmacılar, insan bilgisinin bilen kişiden ayrılmayacağını ve dışarıda resmileştirilmiş, açık bir biçimde bulunabileceklerin yalnızca veri ve bilgi olduğunu iddia etmektedirler (Stenmark, 2002; *Aktaran*: Dragicevi vd., 2020). Şekilde 4'te bu farkın daha iyi anlaşılmasını sağlayacak unsurlar karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Bu noktada insan unsurunun

sahip olduğu örtük bilginin gözardı edildiği bir yaklaşım işletme aleyhine olacaktır.



Şekil 4: Pozitivist ve Yapılandırmacı Bakış Açısına Göre “Büyük Veri Ortamında” Öngörülerin Nasıl Kazanıldığına İlişkin Farklılıklar

Acharya vd. (2018) tarafından moda endüstrisinde büyük veri, işbirliğine dayalı bilgi oluşturma ve karar verme arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla 48 kişi ile görüşülerek yapılan nitel araştırmada, büyük veriden yararlanmanın kuruluşların bilgiyi birlikte oluşturmasına yardımcı olduğu ve sonuçta kanıta dayalı karar verme sürecini etkilediği belirlenmiştir. Çalışmada kuruluşların, çalışanların ve müşterilerin birlikte kanıta dayalı iş kararları almak için birlikte bilgi ürettikleri bir sistemi kurumsallaştırmaları önerilmektedir. Ayrıca yeni teknolojileri endüstri 4.0, gerçek zamanlı bilgi paylaşımına dayalı olarak müşteri deneyimini geliştirmede de olumlu bir role sahiptir.

Bilgi Yönetiminde T Tipi Profesyonel ve Endüstri 4.0

“Bilgi yönetimi” denince aklımıza dijital ağlar, e-mail zincirleri, CRM uygulamaları geliyor. Oysa bilgi yönetiminin temel unsuru hâlâ insandır. (www.capital.com.tr, 2001)

Endüstri 4.0’ın dijital işlerinin multidisipliner (disiplinlerarası) doğası, yeni nesil bir insan tipi gerektirmektedir. Önceden farklı olan teknoloji disiplinleri arasındaki bağlantılar, bir veya daha fazla teknoloji alanındaki uzmanlığı kaybetmeden parçaların birlikte nasıl çalışabileceğine dair yeni ve bütünsel bir bakış açısına yön vermektedir. Bilgi yönetiminin temel unsuru insandır ve teknolojiden ve süreçlerden çok insanlara odaklanılmalıdır. Dijital ağlar, sosyal medya, e-mail zincirleri, CRM⁴ uygulamaları gibi teknolojik imkânlardan faydalanabilmek için insan unsurunu ihmal etmeyen bir bilgi yönetim sistemi kurmak gerekir. Harvard Business School ve Mckinsey gibi seçkin kurumlarca ortaya atılan “T tipi yönetim ve yönetici” kavramı bu meseleye bir çözüm önermektedir. Bu yönetim yaklaşımının özünde “T” tipi bir yönetici vardır. “T tipi” yöneticilerin vakitlerinin yüzde 15-20’sini bilginin organizasyon içinde yatay biçimde paylaşılması için ayırmaları beklenmektedir. “Bilgi paylaşımını artırmak için mükemmel bir bilgi yönetimi sistemi kurmak için gelişmiş teknoloji ve mükemmel yazılımlar yeterli değildir (https://www.capital.com.tr/, 2001). Endüstri 4.0 paradigmasında bilgi yaratma ve yönetme açısından en önemli faktör insanlardır. Bu yeni teknolojik yaklaşım, yetenek yönetimi uygulamalarında ve iş becerilerinin doğasında değişiklikler gerektirmektedir (teknik bilgi, ağa bağlı ve işbirliğine dayalı beceriler ve disiplinler arası beceriler) (Whysall vd., 2019; Aktaran: Capestro ve Kinkel, 2020).

⁴ Customer Relationship Management (Müşteri İlişkileri Yönetimi)

T şeklinde oluşturulan bu ideal, 1990'ların başında ortaya çıkmıştır ve özellikle bilgi teknolojisi işletmelerinin ve daha genel olarak yaratıcılık ve yenilikçilik için kendilerini farklılaştırmak isteyen işletmelerin ihtiyaçlarına cevap vermektedir. "T-şekilli" birey veya profesyonel olarak adlandırdığımız, bilgi teknolojisi becerilerini iş becerileriyle birleştiren "karma yönetici" olarak tanımlanmaktadır (Neeley ve Steffensen, 2018).

Demirkan ve Spohrer (2015), T-şekilli profesyoneli "sadece bir alanda derin bilgiye sahip, ancak iyi bir bilgi seti ve iletişim becerilerine sahip bir işçi" olarak tanımlamakta ve T şeklindeki metaforu daha geniş anlamda "yetenek kazanımı ve yönetimi için alternatif bir paradigma" olarak ifade etmektedir. T şeklindeki profesyoneller, yerel ve küresel ağlarında kolayca işbirliği yapan, açık fikirli yaşam boyu öğrenenlerdir. Geniş, empatik iletişimciler ve meydan okuyanların yanı sıra derinden bağlı, eleştirel düşünürler. Ve başarısızlıktan çabucak öğrenen, hayal gücü olan, girişimci düşünen fırsat avcılarıdır. T-şekilli becerilere sahip olanlar, hem iyi disiplin bilgisine sahip olurlar hem de bir ekip olarak işlev görmek için başkalarıyla nasıl işbirliği yapacaklarını bilirler. Yeni ve alışılmadık bilgileri etkili bir şekilde yorumlamak ve kullanmak için T-şekilli beceriler gereklidir. Bu becerilere sahip kişiler, teorik ve pratik bilgileri bir araya getirme ve başkalarıyla anlamlı konuşmaları sürdürme becerisine sahiptir. Yeteneklerini birçok alanda genişletebilir ve sistemik düşünme becerilerini geliştirebilirler. Bu nedenle, başkalarının piyasa ve teknik bilgiyi sistematik bir şekilde organize etmelerine yardımcı olabilirler (Madhavan ve Grover, 1998; *Aktaran*: Hamdi vd., 2016). T-şekilli beceriler, görevlerde uzmanlaşma ve bir ekip üyesinin etkili bir şekilde iletişim kurma ve önerme becerisi olarak adlandırılmaktadır. Şekil 5'te T-şekilli becerilerin derinlik faktörleri ("T" nin dikey kısmı) ve genişlik faktörleri ("T" nin yatay kısmı) verilmiştir.



Şekil 5: T tipi Yetkinlikler

Kaynak: (Hagerty, 2016)

T harfinin gövdesi, uzmanlaştıkları alanı, T'nin kolları da kendilerine seçtikleri diğer ilgi alanlarını simgelemektedir. Bunlar birbiriyle bağlantılı birçok alanda genel bilgi sahibi ve kendi alanlarında teorik ve pratik bilgiye, güncel gelişmelere hâkimdirler. Fakat kendilerini sadece uzman oldukları alanla sınırlamadan farklı alanlara duydukları ilgi onları besler ve bu sayede her geçen gün daha fazla ustalaşarak çok yönlü olurlar. Yenilikçilikleri sayesinde edindikleri disiplinler arası bilgi ve tecrübe ile meseleleri daha çabuk kavrar ve hızlı çözüm üretirler (Arslan, 2019). Bir bakış açısından, teknik uzmanlık derinliğini bilgi genişliğiyle birleştiren T-şekilli profesyoneller kavramı, Leonardo da Vinci'nin örneklediği Rönesans veya evrensel insan kavramının en son yinelemesinden başka bir şey değil gibi görünüyor (Neeley ve Steffensen, 2018). T şeklindeki profesyoneller hem pratik düzeyde hem de stratejik düzeyde bilgiye sahiptir (Karjalainen ve Koria, 2009). Bilgi yönetim sürecinde ihtiyaç duyulan insan tipi

olarak nitelendirebileceğimiz bu profesyoneller artık endüstri 4.0 da işletmelerin talep ettiği insan tipidir.

SONUÇ

*“Gerçek tehlike, bilgisayarların insan gibi düşünmeye
başlayacak olmaları değil,
insanların bilgisayarlar gibi düşünmeye
başlayacak olmalarıdır.”
(Sydney J. Harris)*

Bilgiyi yönetememenin suçluluğu ile kuantum, görelilik, kaos teorilerine dayanan 20. yüzyıl oldukça ironik bir tablo sergilerken, içinde bulunduğumuz endüstri 4.0'ın ürünü olan dijital çağ, bizleri yoğun veri bombardımanına tutsa da belirsizliğin minimize edildiği ve kontrol altına alma olasılığını yine endüstri 4.0 imkanları ile yeniden yarattığımız bir çağdır. Veri, enformasyon ve bilgi elde etme, saklama ve transfer etmede yaşanan köklü dönüşümün gereği, bilgi yönetiminin devam edip etmeyeceğini haklı olarak sorabiliriz. Ancak Antik çağdan bu yana üzerinde düşünmeye devam ettiğimiz bilgi ve bilgi yönetimi kalıcıdır. Örneğin, Ponzi ve Koenig (2002), yönetim heveslerini incelemek için analitik bir çerçeve kullanır ve en azından, bilgi yönetiminin, yönetim uygulamasındaki bir trendden daha fazlası olduğu sonucuna varırlar. Koenig (2005) bu çalışmayı yeniden inceler ve yeniden teyit eder: "Bilgi yönetimi, basit bir moda değildir" (Botha, Kourie ve Snyman, 2008).

Moda olmaması kadar nostaljik bir tarafının da olduğunu görmek mümkündür. Örneğin Henry Ford'un bir döneme damga vuran şahsiyet olmasının altında yatan şey, belki de, *“Sorunuzun cevabını bilmiyorum olabilirim. Ama beş dakika içinde bilen birini bulabilirim!”* sözünde saklıdır. Ford'un sırrının insanda saklı olması gibi bilgi yönetimi de insan odaklıdır. İnsan odaklı bir yaklaşımı gerekli kılan bilgi yönetimi, bir dereceye kadar algı

meselesidir. Ancak altyapı, kültürel, operasyonel ve teknik unsurları da gerektirir (Demarest, 1997). Dolayısıyla endüstri 4.0-bilgi yönetimi ilişkisinde, hem sosyal hem teknoloji odaklı bir bilgi yönetimi anlayışının geliştirilmesi ile sürecin olanakları çift yönlü etkileşimle geliştirilmiş olacaktır. Özce, **bilgi yönetimin merkezinde insan, arka planında ise teknoloji vardır**. Bu nedenle teknolojiyi aşırı kutsayan bir yaklaşımla hata yapma olasılığı oldukça fazladır. Çünkü tek başına teknoloji ile gömülü olan bilgiyi yönetmeye çalışmak, eksik ve hatalı bir yaklaşımdır.

Enformasyon yönetimi iletişim altyapısını sağlar ve erişilebilirliği ve bilgi akışını düzene sokmak için çalışırken işletmedeki entelektüel sermayenin farkında olarak inovasyon ve öğrenme süreçlerinin etkin kılınmasını ise bilgi yönetimi sağlamaktadır. Bu yönüyle teknolojinin, işletmeleri insansı kılma çabasından ve yapay zekâ egemenliğinden yana olmayı reddeden bir yönü olan bilgi yönetiminin işlevselleştirilmesi belki de en çok biz insanlar için gereklidir. Afrika'da yaşlı bir insan öldüğünde *"bir kütüphane yandı"* denilmesi tam bu noktada işletmelerin deneyim ve bireysel bilginin dışsallaştırılması için çaba sarf etmesi gerektiğini kanıtlar niteliktedir. Örgütsel öğrenme ve örgütsel hafıza ile etkileşim ile başarılı bir şekilde işletilebilecek bilgi yönetim süreci endüstri 4.0'ı kendi lehine işletecek oldukça fazla bileşene sahiptir. Bu yönüyle endüstri 4.0 ya da diğer bir ifade ile dijital çağda değişen örgüt yapısı, kaynak ve varlıkları ile çevresi, eskiden olduğundan daha fazla bilgi yönetimine olan ilgiyi attiracaktır. İnternet, yapay, zekâ, büyük veri, bulut bilişim, e-öğrenme, veri ambarları ve daha birçok unsur bilgi yönetim sürecinin etkin olarak yönetilmesi için kullanılan teknik ve araçlarındandır. Bilgi ve bilgi yönetimi, birinci sanayi devriminin nedeni olduğu gibi bugünde endüstri 4.0, toplum 5.0 ve sonraki sürümlerin tetikleyicisi olmaya devam edecektir.

Özcesi, **bilgi yönetimi; bitiş çizgisi olmayan bir yarıştır.**

KAYNAKÇA

1. Abubakar, A. M., Elrehail, H., Alatailat, M. A., & Elçi, A. (2019). Knowledge management, decision-making style and organizational performance. *Journal of Innovation&Knowledge*, 4, 104-114.
2. Acharya, A., Singh, S. K., Pereira, V., & Singh, P. (2018). Big Data, Knowledge Co-Creation And Decision Making In Fashion Industry. *International Journal of Information Management* , 42, 90–101.
3. Akçomak, İ. S., Erdil, E., Pamukçu, M. T., & Tiryakioğlu, M. (2016). *Bilim, Teknoloji ve Yenilik Kavramlar, Kuramlar ve Politika*. İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
4. Arslan, M. (2019). *İşletme Yönetimi II İşletmelerde Yönetim ve Organizasyon*. <http://birecik.harran.edu.tr/assets/uploads/sites/21/files/yonetimveorganizasyon24032019-23032019.pdf>. adresinden alınmıştır
5. Botha, A., Kourie, D., & Snyman, R. (2008). *Coping with Continuous Change in the Business Environment Knowledge Management And Knowledge Management Technology*. Oxford: Chandos Publishing.
6. Capestro, M., Kinkel, S. (2020). Industry 4.0 and Knowledge Management: A Review of Empirical Studies. Bettiol, M.et al. (eds.), Knowledge Management and Industry 4.0, Knowledge Management and Organizational Learning 9, https://doi.org/10.1007/978-3-030-43589-9_2
7. Castell, M. (2008). *Enformasyon Çağı: Ekonomi, Toplum ve Kültür, Cilt1 Ağ Toplumunun Yükselişi*. İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
8. Claver-Corte's, E., Zaragoza-Sa'ez, P., & Pertusa-Ortega, E. (2007). Organizational Structure Features Supporting Knowledge Management Processes. *Journal of Knowledge Management* , 11(4), 45-57.
9. Çakır, M. (2018). Bilgi Toplumu Kuramları ve Prekarya Tartışmaları. M. Çakır içinde, *Bilgi Toplumu Tartışmaları*. İstanbul: Pales Yayınları.
10. Demarest, M. (1997). Understanding Knowledge Management. *Long Range Planning*, 30, 321-322.
11. Demirkan, H., & Spohrer, J. (2015). T-Shaped Innovators: Identifying theRight Talent to Support Service Innovation, . *Research-Technology Management* , 58(5), 12-15.
12. Desouza, K. C., & Awazu, Y. (2006). Knowledge management at SMEs: Five Peculiarities. *Journal of Knowledge Management* , 10(1), 32-43.
13. Di Maria, E., Bettiol, M., Capestro, M., & Furlan, A. (2018). Do Industry 4.0 Technologies Lead to More (and Better) Knowledge?

- European Conference on Knowledge Management* (s. 174-181). Kidmore End: Academic Conferences International Limited.
14. Dragicevic, N., Ullrich, A., Tsui, E., & Gronau, N. (2020). A Conceptual Model Of Knowledge Dynamics In The Industry 4.0 Smart Grid. *Knowledge Management Research&Practice*, 18(2), 199–213.
 15. Erdem, R., Adigüzel, O., & Kaya, A. (2015). Akademik Personelin Kurumlarına İlişkin Algıladıkları Ve Tercih Ettikleri Örgüt Kültürü Tipleri. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 0(36), 73-88.
 16. EtimolojiTürkçe. (2020). *Rekabet Kelime Kökeni*. <https://www.etimolojiturkce.com/kelime/rekabet> adresinden alınmıştır
 17. Feng, S. C., Bernstein, W. Z., Jr., T. H., & Feeney, A. B. (2017). Towards Knowledge Management for Smart Manufacturing. *J Comput Inf Sci Eng.*, 17(3), doi:10.1115/1.4037178.
 18. Ferraris, A., Mazzoleni, A., Devalle, A., & Couturier, J. (2019). Big data analytics capabilities and knowledge management: impact on firm performance. *Management Decision*, 57(8), 1923-1936.
 19. Ghobakhloo, M. (2018). The Future Of Manufacturing Industry: A Strategic Roadmap Toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing*, 29(6), 910-936.
 20. Gold, A. H., Malhotra, A., & Segars, A. H. (2001). Knowledge Management: An Organizational Capabilities Perspective. *Journal of Management Information Systems*, 18(1),185–214.
 21. Habermas, J. (2019). *İdeoloji Olarak Teknik ve Bilim*. İstanbul: YKY .
 22. Hagerty, J. (2016). *Top Skills for IT's Future: Cloud, Analytics, Mobility and Security*. Gartner, Inc. G00297698.
 23. Hamdi, S., Silong, A. D., Omar, Z. B., & Rasdi, R. M. (2016). Impact of T-shaped skill and top management support on innovation speed; the moderating role of technology uncertainty. *Cogent Business & Management*, 3, 1-13.
 24. <https://www.capital.com.tr/>. (2001, 10 1). *Yönetimde "T" Modeli*. 09 27, 2020 tarihinde <https://www.capital.com.tr/sectorler/teknoloji/yonetimde-t-modeli>. adresinden alındı
 25. Karjalainen, T.-M., & M. Koria, M. S. (2009). Educating T-shaped Design, Business and Engineering Professionals. *19th CIRP Design Conference*, (s. 555).
 26. Kumbalı, H. Ç. (2018). *Örgüt Yapısına Göre Bilgi Yönetimi ve Örgütsel Dayanıklılık İlişkisi*. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı Doktora Tezi.

27. Liebowitz, J., & Frank, M. S. (2011). *Knowledge Management and Learning*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
28. Lilley, S., Lightfoot, G., & N., P. A. (2004). *Representing Organization Knowledge, Management and the Information Age*. New York: Oxford University Press.
29. Maier, R. (2007). *Knowledge Management Systems Information and Communication Technologies for Knowledge Management*. Berlin: Springer.
30. Mumford, L. (2017). *Teknik ve Uygarlık*. İstanbul: Açılım Kitap.
31. Neeley, K. A., & Steffensen, B. (2018). The T-Shaped Engineer as an Ideal in Technology Entrepreneurship: Its Origins, History, and Significance for Engineering Education . *ASSE Annual Conference&Exposition*. Salt Lake City, UT: American Society for Engineering Education.
32. Neto, R. C., Souza, R. R., Neves, J. T., & Barbosa, R. R. (2008). Strategic Knowledge Management: In Search Of A Knowledge-Based Organizational Model. *Comportamento Organizacional E Gestão*, 14(2), 247-256.
33. Ordieres-Meré, J., Remón, T. P., & Rubio, J. (2020). Digitalization: An Opportunity for Contributing to Sustainability From Knowledge Creation. *Sustainability*, 12, 1460; doi:10.3390/su12041460.
34. Quintas, P., Lefrere, P., & Jones, G. (1997). Knowledge Management : a Strategic Agenda. *Long Range Planning*, 30, 385-392.
35. Şener, E. (2020). *Dijital Çağda Bilgi Yönetimi Kavramlar Kuramlar ve Uygulamalar*. İstanbul: Efe Akademi Yayınevi.
36. Whysall, Z., Owtram, M., & Brittain, S. (2019). The new talent management challenges of Industry 4.0. *Journal of Management Development*, 38(2), 118–129.

BÖLÜM 6

ENDÜSTRİ 4.0 VE BÜYÜK VERİ

ENDÜSTRİ 4.0 VE BÜYÜK VERİ

Dr. Öğr. Üyesi Burak KESKİN

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0002-7042-2095

GİRİŞ

Dünya, bugünün düne göre çok daha hızlı olarak değiştiği bir zaman diliminden geçmektedir. Gün geçtikçe teknoloji, hayatın merkezine daha fazla yerleşmekte ve bununla birlikte insan-teknoloji etkileşimi daha da karmaşık ve birbirinden ayrı düşünülmemeyecek bir bütün haline gelmektedir. Tarımsal dönemde toprak ve endüstriyel dönemde demir ne ise bilgi çağında da veri aynı öneme ve anlama sahiptir. Giderek geçmişe kıyasla daha dijital bir hale gelen yaşam döngüsü içerisinde gerçekleştirilen her faaliyet ile geride bir veri izi bırakılmaktadır. Bu durum birey ve kurumları tedirgin etmesinin yanı sıra bir takım faydalar da doğurarak kişi ve kurumların dikkatini çekmektedir. Ardımızda bıraktığımız bunca verinin kaynağı, elde edilmesi ve kullanışlı bilgi haline dönüştürülmesi konusu bugün hala büyük bir problem olarak bilim dünyasının önünde durmaktadır (Çark vd., 2019)

İnsan ve teknolojinin bu denli iç içe olduğu günümüz şartlarında sağlık, hükümet, sosyal ağlar, finans, pazarlama ve daha birçok çeşitli kaynaktan tahmin etmesi oldukça zor büyüklükte geniş veriler üretilmektedir. Bunun en önemli sebeplerinden bazıları yeni teknolojik eğilimler, akıllı cihazların ve bulut bilişimin (cloud computing) yaygınlaşması ve nesnelerin interneti (internet of

things) şeklinde sıralanabilir. Bu denli büyük bir değişimin arka planında ise güçlü teknolojik sistemler, dağıtım uygulamaları, perakendecilik, sağlık ve hükümet sistemleri gibi karmaşık sistemlerin kendi içlerinde uyumlu bir şekilde çalışma gereksinimleri yer almaktadır (Oussous vd., 2018).

İnternet teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte dünyadaki veri hacmi ve veri çeşitliliği, insanlık tarihinde daha önce görülmemiş bir hızda artmaktadır. İnternet teknolojilerinin ve sosyal medyanın hayatımızın her evresine ve hatta cep telefonlarımıza girmesiyle, insanlar neredeyse günlük rutin yaşamsal faaliyetlerinde bile sensörler aracılığı ile veri üretmektedir. Böylesine farklı kaynaklardan giderek artan bir sayıda ve çeşitlilikte veri üretilmesi, yeni bir kavramı ortaya çıkarmıştır: “Büyük Veri” (Aktan, 2018).

İnsanların işletmelerle etkileşim kurma şekli, işletmelerin günlük faaliyetleri tarafından üretilen veriler ve işlemlerin gerçekleşme hızı, veri toplama, depolama, işleme ve analizde benzeri görülmemiş zorluklar yaratabilmektedir. İşletmeler bu verilerden değer elde etmenin bir yolunu buldukları takdirde rekabete dayalı önemli avantajlar elde edebileceklerdir. Büyük veri, genellikle daha akıllı veri analizi için bir slogan olarak görülmektedir. Ancak bundan daha fazlası, işi daha ayrıntılı bir düzeyde anlamaya, yeni ürünler veya hizmetler oluşturmaya ve bunlara yanıt vermeye yardımcı olan yeni zorlu veri kaynaklarıyla ilgilidir. Sürekli veri üreten ve tüketen bir dünyada yaşadığımız için, ondan çıkarılabilecek değeri anlamak, son yıllarda iş dünyasının öncelikleri arasına girmiştir (Santos vd., 2017).

Bu çalışmada son yılların oldukça popüler kavramları olan büyük veri, endüstri 4.0 ve büyük veri analitiği kavramları arasındaki ilişkiye değinilmiş, farklı bakış açıları ile kavramlar arasındaki temel bağlantı, neden-sonuç ilişkisi bağlamında açıklanmaya çalışılmıştır.

Büyük Veri

Büyük veri kavramının, farklı görüşler ortaya atılmış olsa da, ilk kez NASA araştırmacıları Michael Cox ve David Ellsworth tarafından 1997 yılında kullanıldığı ifade edilmektedir. Bu çalışmada, veri setlerinin çok büyük olduğundan ve bilgisayar sistemlerinin belleklerinin, disklerinin ve hatta harici disklerin dahi kapasitelerinin yeterli olmadığını bahsedilmiş ve bu sorun "Büyük Veri Problemi" olarak adlandırılmıştır (Aktan, 2018).

Büyük veri, klasik araçlar ve teknolojilerle toplamanın, depolamanın, yönetmenin ve işlemenin zor olduğu veri kavramıdır. Geleneksel verilerden farklı olarak, büyük veri terimi, heterojen biçimleri içeren yapılandırılmış, yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmış formlardaki büyük veri kümelerini ifade etmek için kullanılmaktadır. Büyük veri, güçlü teknolojiler ve gelişmiş algoritmalar gerektiren karmaşık bir yapıya sahiptir. Dolayısıyla, geleneksel statik iş zekâsı araçlarının artık Büyük Veri uygulamaları söz konusu olduğunda verimli olamayacağını söylemek zor olmayacaktır (Oussous vd., 2018).

Büyük veri kavramı tanımlanırken "Büyük" kelimesinin anlamının tam olarak neyi kastettiği konusu tartışmalıdır. Çünkü bugün çok büyük görünen veri kümesi yakın gelecekte büyük olasılıkla küçük olarak görünecektir. 2012 yılında Gartner danışmanlık şirketi Büyük Verinin tanımını şu şekilde vermiştir: "Büyük veriler, gelişmiş karar verme, öngörü keşfi ve süreç optimizasyonu sağlamak için yeni işleme biçimleri gerektiren yüksek hacimli, yüksek hızlı ve/veya çok çeşitli bilgi varlıklarıdır" (Bonnard vd., 2019).

"Büyük" kelimesi hacimsel bir anlam ifade etmesine rağmen, büyük veriyi sadece hacimle karakterize etmek yanlış bir ifade olacaktır. Büyük veri çok yönlü yaklaşılması gereken bir karakteristiğe sahiptir. Gerçekte büyük veri olarak görülen çok

sayıda küçük veri kümesi çok fazla fiziksel alan tüketmez. Ancak bu tarz veri kümelerini doğası gereği geleneksel yöntemlerle tahmin etmek oldukça zordur. Diğer taraftan geniş fiziksel depolama alanı gerektiren bazı yüksek hacimli veri kümeleri de büyük veri olarak tanımlanmak için yeterince şaşırtıcı olmayabilir. Büyük veriler geleneksel kurumsal verilerden (müşteri bilgi sistemleri), makine tarafından üretilen verilerden (sensörler, web-logları vs.) ve sosyal verilerden (blog sayfaları vs.) elde edilmektedir (Köse, 2015).

Büyük veri, verilerin geleneksel araçların izin verdiğiinden daha ileri düzeyde analiz edilmesini mümkün kılmaktadır. Bu teknoloji ile birbiriyle uyumsuz çeşitli sistemlerde, veri tabanlarında ve web sitelerinde toplanan veriler bile belirli bir işletmenin veya kişinin içinde bulunduğu durumun net bir çerçevesini vermek için işlenmekte ve birleştirilmektedir (Witkowski, 2017).

Büyük veri, yakalama, aktarma, depolama, iyileştirme, arama, analiz, görselleştirme, güvenlik ve gizlilik dâhil olmak üzere büyük miktarda veriyi işlemeye yönelik herhangi bir teknik için kullanılan genel bir terimdir (Xu ve Duan, 2019).

Büyük veri çağında, büyük veriler arasındaki gizli kalıpları ve ilişkileri ortaya çıkarmak için daha fazla analitik kullanımı gereklidir. Hızlı ve hatta gerçek zamanlı karar vermeyi desteklemek ve geçmişte keşfedilemeyen bilgileri bulmak için büyük veri keşfi ve görselleştirme için yeni araçlara ihtiyaç vardır. Büyük veri, genellikle istatistikte büyük ölçekli veya yüksek boyutlu veriler olarak farklı şekilde adlandırılmıştır. Büyük veri terimi, aynı zamanda, çeşitli veri türlerinin veri kümelerine erişme, bunları yönetme, analiz etme ve entegre etme konusunda tüm araştırmacıların karşılaştığı fırsatları ve zorlukları yakalamak için de kullanılmaktadır (Fang vd., 2015).

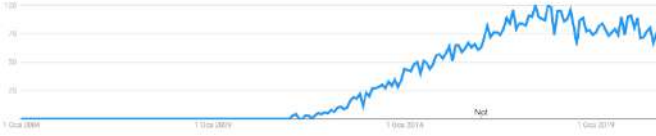
Son yıllarda, iş dünyasında gelecek vaat eden farklı teknolojik araçların ortaya çıkması, işletmelere verimliliklerini ve hizmet

kalitelerini artırmak adına çok farklı çözüm alternatifleri sağlamıştır. Dünya endüstrisinin ve günümüzün rekabetçi doğası, işletmeleri, rakipler arasındaki konumlarını güvence altına almak için daha yeni teknolojileri uygulamaya zorlamaktadır. İletişim ve bilgisayar bilimi alanındaki son teknolojik gelişmeler, işletmelerin mevcut varlıklarından devasa miktarlarda veri elde etmeleri ve bu verileri transfer etmeleri için uygun maliyetli çözümler sağlamıştır. Sonuç olarak, bu devasa veri kümelerini kullanmak, işlemek ve bu veri kümelerinden çıkarımlar yapmak kolay bir iş değildir. Bu nedenle "Büyük Veri" kavramının desteklenmesi dünya endüstrisindeki en yeni ve önemli konulardan biridir. Nesnelerin interneti ve birbirine bağlı sistemler gibi yöntem ve terimlerin tanıtılması, araştırmacıların ve endüstriyel işletmelerin "Büyük Veri" ortamında uygulanabilir çözümleri ele alma çabaları arasındadır (Lee vd., 2014).

Son yıllarda veri kaynağı sayısındaki ve çeşitliliğindeki artış, bilişim teknolojileri depolama kapasitelerinin yükselmesi ve hesaplama araçları ile ilgili fiyatlarda yaşanan düşüşle birlikte, büyük miktarlarda veri toplamak ve analiz etmek daha erişilebilir hale gelmiştir. Büyük veri adı altında satış tahminleri, üretim planlaması, kullanıcı ilişkileri madenciliği ve kümeleme dâhil olmak üzere çeşitli disiplinlerde çok sayıda araştırma yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir (Niesen vd., 2016).

Büyük veri, tolere edilebilir bir süre içinde düzenli veri araçları tarafından toplanamayan, depolanamayan, yönetilemeyen, paylaşılamayan, analiz edilemeyen ve hesaplanamayan devasa verileri ifade etmektedir. Veri kullanıcıları ise büyük miktardan ziyade verilerin değerine daha fazla önem vermektedir. Bu nedenle, büyük veri aynı zamanda çeşitli ve büyük miktarlardaki verilerden gizli değer ve bilgiyi hızlı bir şekilde elde etme yeteneği olarak da yorumlanmaktadır. Son yıllarda, büyük veriye ve

Analitiğine olan ilgi, Şekil 1'de görüldüğü gibi, özellikle 2012'den sonra önemli ölçüde artmıştır.



Şekil 1: Yıllar İtbarıyla Büyük Veri ve Büyük Veri Analitiğine Olan İlgisi
(Kaynak: Google Trends, 2020)

Büyük miktarda veriye sahip olmanın, verileri bilgiye dönüştürmeyi sağlayan üstün bir bilgi işlem gücü ile birleştiğinde muazzam bir avantaj sağladığını gösteren örnekler mevcuttur. Google'ın grip tahmini buna bir örnek olarak verilebilir. Amerika Birleşik Devletleri'nde 2009 yılında grip salgınının eyalet düzeyinde ne kadar yayılacağı tahmin edilmeye çalışılırken Google, 2003'ten 2008'e kadar konu hakkında yapılan en yaygın 50 milyon aramayı Hastalık Kontrol Merkezleri (CDC) verileriyle karşılaştırmıştır. Google'ın veri işleme gücü, CDC' den gelen verilerle yüksek bir korelasyona sahip matematiksel bir model keşfetmek için 150 milyon farklı modeli taramıştır. Ek olarak, Google neredeyse gerçek zamanlı olarak tahminler yapabilirken, CDC'nin verilerinin derlenmesi haftalar sürmüştür.

Büyük veriler, ihtiyaca göre seçilecek Hadoop, Qubole, HPCC, Cassandra, Apache Storm, MapReduce, Statwing gibi yazılımlar aracılığı ile istenildiği gibi analiz edilebilmektedir.

Büyük verinin, endüstrideki bilgi teknolojisinin dönüşümünün önemli bir odak noktası olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. McKinsey Global Institute ve McKinsey's Business Technology Office tarafından yapılan araştırmaya göre, büyük veri kümelerinin analizi yenilikçiliğin, rekabet gücünün ve üretkenliğin artmasının temelini teşkil edecektir. Bu analiz, değer yaratmak için büyük verileri kullanmanın beş yolunu göstermektedir:

- Bilgiyi şeffaf ve kullanılabilir hale getirerek önemli bir değeri ortaya çıkarmak,
- Daha doğru ve ayrıntılı performans bilgileri toplayarak değişkenliği ortaya çıkarmak ve performansı artırmak,
- Tam olarak uyarlanmış ürünler veya hizmetler sunmak,
- Karmaşık analitik yoluyla karar vermeyi önemli ölçüde iyileştirmek,
- Büyük veri yoluyla yeni nesil ürün ve hizmetlerin geliştirilmesi aşamalarında iyileştirmeler sağlamak (Qin, 2014).

Büyük Verinin Temel Özellikleri

Verileri toplamak ve bu verilerden değerli bilgiler elde etmek için analiz etme prosedürü de dâhil olmak üzere birçok çalışma büyük verinin özelliklerini tanımlamaya çalışmaktadır. Büyük veri tanımlarının çoğu, depolamadaki verilerin boyutuna odaklanmaktadır. Boyut elbette önemlidir, ancak büyük verinin çeşitlilik ve hız gibi üzerinde durulması gereken başka önemli özellikleri de vardır. Büyük verinin üç V'si (hacim, çeşitlilik ve hız) kapsamlı bir tanım oluşturmakta ve büyük verinin yalnızca veri hacmiyle ilgili olduğu efsanesini yıkmaktadır (Russom, 2011).

Büyük veri kavramını nitelendiren üç temel bileşen hemen her kaynakta ortak olarak dile getirilmekte ve bu bileşenler üç "V" olarak adlandırılmaktadır: Hacim (Volume), Çeşitlilik (Variety) ve Hız (Velocity). IBM, kendi uygulamaları için bu üç V'ye odaklanmaktadır. Hacim ne kadar veri üretildiği, hız verilerin ne kadar hızlı üretildiği ve çeşitlilik kaç farklı veri türünün üretildiği ile ilgilidir. Bu nedenle, "3V", büyük miktarda veriyi hızlı işleyebilen ve heterojen verilerle başa çıkmak için sağlam olan veri teknikleri gerektirmektedir (Xu ve Duan, 2019). Bazı çalışmalar ise verilerin doğruluğunu vurgulamak adına dördüncü "V" olarak Doğruluk (Veracity) ifadesini de kullanmaktadır. Tüm bunların yanında veri

toplama ve analiz sürecinde Değer (Value) kelimesi beşinci “V” olarak da dikkate alınabilmektedir (Nguyen vd., 2020).

- **Hacim (Volume)**

Büyük verinin temel özelliklerinden biri olan hacim, sayısız kaynaktan elde edilen çok sayıda veriyi temsil etmesi adına kullanılmaktadır. Hacim, büyük veri ile ilgili ifade edilen problemlerin başında gelmektedir. Verilerin sağlıklı bir şekilde depolanması, işleme aşamasında elde edilecek bilgilerin doğruluğu ve güvenliği adına oldukça önemlidir (Aktan, 2018).

Walmart sunucuları her bir saatte bir milyondan fazla müşteri işlemini gerçekleştirmekte ve bu bilgiler, Amerikan Kongre Kütüphanesi'ndeki kitap sayısının 167 katına eşit olan 2,5 petabayttan daha fazla veri depolayan veri tabanlarına eklenmektedir. Boeing jet motorları, her 30 dakikalık çalışma için 10 terabayt operasyonel bilgi üretebilmektedir. Bu, tek bir Atlantik geçişi için birkaç yüz terabayt veriye karşılık gelmekte; her gün 25.000 uçuşla çarpıldığında ise veri ayak izini ve makine tarafından üretilen bilginin devasa büyüklüğünü gözler önüne sermektedir (Kambatla vd., 2014).

- **Çeşitlilik (Variety)**

Çeşitlilik, farklı kaynaklardan elde edilen verileri temsil etmesi adına kullanılmakta ve verilerin boyutunun, içeriğinin, biçiminin ve uygulamalarının çeşitlendiği anlamına gelmektedir. Örneğin veriler, yapılandırılmış (rakamlar, semboller, tablolar, finansal kayıtlar, elektronik tıbbi kayıtlar, devlet istatistikleri), yarı yapılandırılmış (grafikler, XML belgeleri, tweet'ler, e-postalar) ve yapılandırılmamış veriler (sesler, videolar, belgeler ve Görüntüler) halinde çeşitli şekillerde elde edilebilmektedir. Ancak elde edilen verilerin büyük bir çoğunluğunu özellikle sosyal medya ağlarından çekilen yapılandırılmamış veriler oluşturmaktadır. Üretilen bu tarz

verilerde herhangi bir standart, bir düzen veya bir kural bulunmamaktadır.

- **Hız (Velocity)**

Hız, gerçek zamanlı olarak yüksek hızda üretilen verileri temsil etmesi adına kullanılmaktadır. Veri üretiminin hızlı olduğu ve veri işleminin oldukça fazla zaman gerektirdiği anlamına gelmektedir. Verinin üretilme hızına paralel olarak işleme hızının da yüksek olması gerekmektedir. İş dünyasında veriler açısından hız oldukça önemlidir. Çünkü veriler sürekli olarak sosyal etkileşim, sensör izleme ve iş faaliyetlerinden üretilmektedir. İlgili teknikler, verileri üretme hızından daha hızlı işleyemezse, veriler üzerinden bir öngörü veya tahmin yapabilmek çok anlamlı olamayacaktır (Xu ve Duan, 2019).

Hacim, çeşitlilik ve hız kavramlarının yanında bazı kaynaklar tarafından büyük verinin dördüncü bileşeni olarak ifade edilen doğruluk (Veracity), verilerin ne kadar doğru ve güvenilir olduğu ile ilgilidir. Yanlış veri girişi, makine arızası ve sorunlu veri gibi yanlış veri toplamanın çeşitli nedenleri vardır. Eğer ham veriler yanlış kaydedilmişse, yüksek ihtimalle buna dayalı olarak alınacak herhangi bir karar da sorunlu olacaktır. Örneğin, müşterinin cinsiyeti bir süpermarkette yanlış kaydedilmişse, süpermarket bir ruj kuponunu yanlışlıkla bir erkeğe gönderebilir.

Değer (Value) açısından, büyük verinin önemi büyük bir hacim değil, büyük bir değerdir. Güçlü algoritmalar aracılığıyla büyük verilerden değer nasıl çıkarılacağı rekabet gücünü artırmanın önemli bir anahtarıdır. Değer, verilerden elde edilen nihai kazanç ve sosyal etkinin ne kadar olduğu ile ilgilidir ve büyük veri konusu için nihai olarak yönlendirilen faktör, bu verilerin değerleridir (Xu ve Duan, 2019). Ayrıca, büyük verinin karakteristikleri bazı kaynaklarda Hacim, Çeşitlilik, Hız, Değer ve Doğruluk özelliklerine ilave olarak Vizyon (Vision), Oynaklık (Volatility), Doğrulama

(Verification), Geçerlilik (Validation) ve Değişkenlik (Variability) şeklinde 10 V'ye kadar genişletilebilmektedir (Qi ve Tao, 2018).

Endüstri 4.0 ve Büyük Veri

Endüstriyel yenilik ve üretim ekipmanı alanında küresel olarak rekabetçi bir aktör ülke olan Almanya, 2011'de Hannover'de düzenlenen bir endüstriyel fuarda "Endüstri 4.0" kelimesini kullanmıştır. Endüstri 4.0, endüstriyel otomasyon, veri alışverişi ve modern üretim teknolojilerinin entegrasyonunu ifade eden bir kavramdır. Endüstri 4.0, siber-fiziksel sistemler (CPS), akıllı üretim, insan-bilgisayar etkileşimi, 3D baskı, uzaktan operasyonlar, nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri ve diğer modern teknolojilere odaklanmıştır. Birden fazla sistemin entegrasyonu, üretim süreçlerinde oluşan veri akışı nedeniyle verileri büyük veri çağına itmiştir. Endüstriyel büyük veri analitiği, işletmelerin üretkenliklerini artırmaya yardımcı olmakta, büyük veriden yeni olayların tahmin edilmesi, yeni projelerin planlanabilmesi adına somut bir temel sağlamaktadır. Tüm yeni öngörülerin uygulanabilir olması gerekli olmadığından ve çok sayıda veri içinden yalnızca bazı veriler üzerinden elde edilecek bilgiler ilgi çekici olacağından bu öngörülerini ortaya çıkarmak, veri bilimcilerin uygun algoritmalar yazması için bir zorluk teşkil etmektedir (Khan vd., 2017).

Dijital dönüşüm politikaları, sanayinin ve toplumun doğasını hızla dönüştürmekte ve değiştirmektedir. Fabrikaların ve işletmelerin, karar verme süreçlerini iyileştirmek için teknolojik süreçte yaşanan hızlı değişiklikler ve büyük veri akışlarıyla yüzleşmesi gerektiğinden dijital bir dönüşüm sürecine girmeleri kaçınılmazdır. Günümüzde, her sektörün her alanda dijital becerilerin edinilmesi sürecinden yararlanabileceği kabul edilmektedir (Greco vd., 2019). Dijitalleşme, yaklaşmakta olan dördüncü sanayi devriminin

ana temalarından biridir ve genel olarak "Endüstri 4.0" terimi altında tartışılmaktadır.

Endüstri 4.0'ın yükselişi ve özellikle üretim parametrelerinin büyük veri analitiği, optimizasyon için heyecan verici yeni yollar sunmaktadır. Ayrıca endüstriyel işletmelerin mevcut durumda küreselleşme, arz ve talep pazarlarındaki hızlı değişimler ve teknolojiadaki yenilikler nedeniyle zorluklarla karşı karşıya kaldıkları söylenebilir. Dalgalanma ve belirsizlik gibi temel zorluklar, günümüzün iş ortamında giderek artmaktadır. Bu gibi durumlarda, piyasa dalgalanmalarını tanıyan ve hızlı ve akıllıca tepki veren kuruluşlar rekabet güçlerini artıracaktır (Hammer vd., 2017).

Günümüzde, nesnelerin interneti (IoT), büyük veri analitiği, yapay zeka, gelişmiş robotik ve 3D baskı gibi gelişmekte olan teknolojiler, küresel olarak daha hızlı akıllı fabrika dağıtımları sağlayan endüstri 4.0'da devrim niteliğindedir. Yapılan bir araştırmada, akıllı fabrikaların 2022 yılına kadar 500 milyar dolar değerinde olacağı tahmin edilmektedir (Galletta vd., 2017). Yararlı öngörüler, kalıplar veya modeller belirlemek için büyük verinin işlenmesi, bir endüstri 4.0 fabrikasında sürdürülebilir inovasyonun temel anahtarı olarak nitelendirilmektedir (Santos vd., 2017).

Karar vermeyi sağlamak ve iş süreçlerindeki gelişmeleri iyileştirmek adına eldeki veriden ihtiyaç duyulan kadar bilgiyi elde etmek, çıkarmak gerekmektedir. Endüstri 4.0 kavramı, kısaca üretim süreçlerinde köklü bir değişim öngörmektedir. Bu köklü değişim, üretimde kullanılan sıradan bir makinenin kendi kendine öğrenen, anında karar veren ve çevresiyle etkileşim halinde olan bir makineye dönüştürülmesini ifade etmektedir. Örneğin, o makineye bir görev verildiğinde, kendisini görevle uyumlu hale getirebilecektir. Görevin önceki ve sonraki süreçlerini de dikkate alarak, üretim sürecindeki kalite ve verimliliği optimize edebilecektir. Makinenin bu dönüşümünde veriye erişim, analiz ve

değerli bilgilerin çıkarılması gibi eylemlerin çok hızlı gerçekleşmesi gerekmektedir. Ancak mevcut veri analiz yöntemleri böyle bir dönüşümü sağlamak için yetersizdir. Bu süreç, büyük veri analitiği platformlarını ve ayrıca bu platformlardaki süreci takip etmek ve yönetmek için gerekli bilgi ve becerilere sahip veri bilimcilerini gerektirmektedir. Ancak bu ihtiyacın nitelikli mevcut insan kaynağı ile karşılanamayacağı ve bu ihtiyacın sürekli olarak artacağı tahmin edilmektedir. Ek olarak, ihtiyacı karşılamak ve büyük veri platformları oluşturmak, yeni sanayi devrimi odaklı dönüşümü tamamlamak için yeterli değildir. Büyük veri analitiğine dayalı süreç, endüstri 4.0 yapısına uygun bir model oluşturularak tasarlanmalıdır (Özdemir vd., 2018).

Büyük veri teknikleri, endüstri 4.0 üretim ekosisteminde üretilen muazzam hacimdeki bilginin analiz edilmesine izin vermektedir. Endüstri 4.0'da işletmelerin büyük miktardaki verileri gerçek zamanlı olarak analiz etmesi stratejik ve operasyonel karar verme süreçlerinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Uzun yıllar boyunca işletmeler, üretim kayıtları, iç hesaplar ve pazar araştırma raporları gibi sınırlı sayıda geleneksel kaynaktan elde edilen verilere dayanarak karar almak durumunda kalmışlardır. Günümüzde özellikle akıllı ürünlerden elde edilen veriler işletmelere değerli bilgiler sağlamaktadır. Bundan dolayı işletmeler artık müşterilerinin, tedarikçilerinin ve işlemlerinin büyük verilerini yakalamak, işlemek, depolamak ve yönetmek zorundadırlar. Genel olarak, büyük veri analizi süreci veri toplama, veri ön işleme, veri depolama, veri madenciliği ve veri görselleştirme olmak üzere beş bölüme ayrılmaktadır ve bu bölümler birbirleri ile bağlantılıdır. Çünkü sadece büyük veriyi toplamak işletmelere bir avantaj sağlamayacaktır. Önemli olan toplanan büyük verinin işletme ihtiyacına göre ayrıştırılması, analiz edilmesi ve elde edilen sonuçların raporlanmasıdır (Yıldız, 2020).

Büyük Veri Analitiği

Veri analitiğinin uygulanmasına ilişkin en eski kayıtlar, yaklaşık 7000 yıl önce Mezopotamya'da, mahsullerin ve sürülerin yetiştirilmesini izlemek ve kontrol etmek için kullanıldığını göstermektedir. Bu prensip, insanlık tarihine daha fazla uygulama ve katkı ile yüzyıllar boyunca büyümeye devam etmiştir (Nguyen vd., 2020).

Geleceğin fabrikalarında veri ihtiyaçlarını desteklemek, verilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, analizi ve dağıtımı için birkaç katmanı ve bileşeni entegre ederek, yönetim sürecinin çeşitli düzeylerinde karar vermeyi destekleyen entegre bir ortamı kullanıma sunan bir büyük veri analitiği mimarisi tasarlanmıştır. Endüstri 4.0'a geçiş, veri toplama, depolama, işleme ve analiz ihtiyaçlarını karşılamak için uygun büyük veri teknolojilerinin benimsenmesini gerektirmiştir (Santos vd., 2017).

Büyük veri analitiği sürecinde cevaplanması gereken temel sorular şunlardır: Veri boyutu ve çeşitliliği arttıkça, veri analitiği sürecinde karşılaşılabilecek sorunlarla başa çıkmada çözüm yöntemleri ne olacaktır? Elde edilen verinin tamamının depolanmasına gerek var mıdır? Elde edilen verinin tamamının analiz edilmesine gerek var mıdır? Rekabet edilen mevcut işletmelere kıyasla en iyi avantajı elde edebilmek için büyük veri ne şekilde kullanılmalıdır? Analiz süreci öncesinde ve esnasında cevaplanması gereken bu sorular, dikkatli bir şekilde ele alınmalıdır (Aktan, 2018).

Büyük veri analitiği, farklı kalıpları ve diğer yararlı bilgileri keşfetmek için büyük veri kümelerini toplama, düzenleme, analiz etme sürecini ifade etmektedir. Büyük veri analitiği, olağan veri kümelerinden farklı, daha karmaşık ve çok büyük ölçekli büyük veri kümelerinden büyük gizli değerleri açığa çıkarmak için yeni entegrasyon biçimleri gerektiren bir dizi teknoloji ve tekniktir.

Esas olarak sorunları daha iyi ve etkili yollarla çözmeye odaklanmaktadır (Verma vd., 2016).

Bilgi teknolojisi, matematik, istatistik ve makine öğreniminin bir karışımı olan büyük veri analitiği, son on yıldan bu yana veri biliminin temel disiplinlerinden biridir. Endüstriyel büyük veriden bilgi çıkarma, girişimcileri endüstrilerle ilgili gelecekteki planlama ve karar verme için düşünmeye zorlamıştır. Dolandırıcılık analizi, öneri sistemleri, endüstriyel hata tespiti, süreç madenciliği, yönetim, makine verileri, nakliye, pazar analizi, üretim analizi ve yeni ürün önerileri, endüstriyel büyük veri analitiği ile ilgili temel alanlardan bazılarıdır (Khan vd., 2017).

Büyük veri analitiği, artık yüksek operasyonel ve stratejik potansiyeli nedeniyle gelişmiş iş verimliliği ve etkinliği sağlayan önemli bir aktör olarak kabul edilmektedir. Büyük veri analitiği ile ilgili ortaya çıkan alanyazın, müşteri analitiğinin uygulanması ile işletme performansı arasında pozitif bir ilişki tanımlamıştır. Büyük veri analitiği, işletmelere kendi stratejilerini analiz etme ve yönetme fırsatı vermektedir. Bu nedenle de büyük veri analitiği, işletmelerin karar verme mekanizmalarında giderek daha aktif bir bileşen haline gelmektedir. İşletmelerin proaktif ve ileriye dönük olmalarına katkı sağladığı, müşteri edinme maliyetlerini azalttığı ve işletme gelirini artırdığı için büyük veri analitiği artık "yüksek performanslı ve düşük performanslı işletmeler arasında önemli bir farklılaştırıcı etken" olarak görülmektedir. Müşterilerin satın alma davranışlarını izlemek ve gelecekteki satın alma eğilimlerini tahmin etmek için sadakat kartı programı vb. uygulamalar büyük veri analitiğinin bir yansıması olarak ifade edilebilir. Amazon.com, büyük veri analitiğinden fayda sağlayan önemli bir örnektir. Gerçekten de, Amazon.com'da yapılan satın alma işlemlerinin neredeyse % 35'i, büyük veri analitiğine dayalı olarak müşterilere kişiselleştirilmiş satın alma önerilerinden üretilmektedir (Wamba vd., 2017). Büyük veri analitiği, gelişmiş analitik tekniklerin büyük

veri kümeleri üzerinde çalıştığı yerdir. Bu nedenle, büyük veri analitiği aslında büyük veri, analitik ve bu ikisinin günümüz iş zekası alanındaki en derin trendlerden birini oluşturmak için nasıl bir araya geldiği ile ilgilidir (Russom, 2011).

Endüstri 4.0 kavramı, üretime dâhil olan her nesnenin ve her ürünün büyük miktarda veri üreten bir makineye dönüştürülmesini sağlayacaktır. Dieter Becker (otomotiv uzmanı), üretilen her arabanın üretim sürecinde büyük verilerden yararlandığını ifade etmiştir. Bu durum, yenilikçi ürünler ve hizmetler oluşturmak için tüm üretim sektörlerinde temel bir uzmanlık alanı olarak büyük veri analitiğinin kullanımını gerektirmektedir. Bunun ana kaynağı müşteriyi daha iyi anlamak ve hatta kişiye özel yanıtlar vererek kendini güncelleyebilen nesnelere oluşturmaktır. Bu beklentinin en iyi örneklerinden biri Fraunhofer Akıllı Analiz ve Bilgi Sistemleri Enstitüsü, Nolte&Lauth danışmanları ve Berylls stratejistleri tarafından geliştirilen, müşteri ihtiyaçlarını kendi kendine öğrenen bir uygulamadır. Mercedes-Benz tarafından yeni bir yaşam tarzı yapılandırıcısı olarak sunulan bu uygulama, aynı zamanda özellikle otomotiv sektörünün gelecekteki ihtiyaçlarını belirlemek için bir eşzamanlı öneri sistemi içermektedir. Yapılandırıcı, bazı farklı parametreleri değerlendirerek olası yüz bin aracı yapılandırabilme ve özelleştirebilme yeteneğine sahiptir. Kendi kendine öğrenen ve genişleyen bir bilgi tabanına sahip olan böyle bir nesnenin etkili ve verimli bir şekilde yürütülmesi, büyük veri analitiğinde uzmanlık gerektirmektedir. Büyük veri analitiğine dayanan bir diğer iyi örnek, ITRI (Endüstriyel Teknoloji Araştırma Enstitüsü) tarafından geliştirilen makinenin öğrenme kapasitesini artıran özel bir sistemdir. Gelişmiş makine öğrenimi algoritmaları içeren bu sistem, sorunları, sistem hatalarını ve ürünün kalitesini tahmin edebilme yeteneğine sahiptir. Her iki örnek, Mercedes ve ITRI, yapay bilince sahip kendi kendine öğrenen ve duyarlı sistemler

tasarlamak için büyük veri analitiğinin önemini göstermektedir (Özdemir vd., 2018).

Büyük Verinin Dezavantajları

Büyük veri, çeşitli sektörler için büyük fırsatlar ve dönüştürücü bir potansiyel sağlamasının yanında, bu kadar büyük ve artan hacimli verileri kullanmak için benzeri görülmemiş zorluklar da sunmaktadır. Bu zorluklardan bazıları, böylesine büyük hacimli verileri doğru şekilde yorumlamaya olanak sağlayacak doğru bir analiz tekniği kullanamamak ve elde edilecek sonuçları iyi okuyamamaktır (Oussous vd., 2018).

Büyük veri, son derece yararlı bilgiler ve değer sunarken, farklı türden zorluklar da sunmaktadır. Örneğin, öncelikle ne kadar veri depolanacağı, bu verilerin ne kadara mal olacağı, verilerin güvenli olup olmayacağı ve ne kadar süreyle muhafaza edilmesi gerektiğinin iyi anlaşılması gerekmektedir. Büyük veriler için teknik zorluklar arasında güçlü gerçek zamanlı analiz gereksinimleri, yeni depolama modelleri ve yeni n boyutlu dizi tabanlı veri yapılarına sahip veriler için paralel/dağıtılmış operatörler yer almaktadır. Bu verilerin sunucu veya bulut tarafından yönetilmesi, donanım/yazılım mühendisleri, bilgisayar bilimcileri ve istatistikçilerin ortak çabalarıyla karşılaştırılması ve görselleştirilmesi gerekmektedir (Fang vd., 2015).

Güvenlik ve mahremiyet, büyük veri dünyasındaki iki temel endişedir. Endüstri 4.0'da hızla büyüyen heterojen veri hacmi ve tüm verilerin buluta aktarılması güvenlik riskini artırmaktadır. Veriler dış tehditlerden olabildiğince korunmalıdır. Fiziksel cihazlarda depolanan verilere uzaktan erişim nedeniyle risk, diğer normal veri sistemlerine göre daha fazladır. Yüksek güvenli bir sistem kurulmadığı takdirde bilgisayar korsanlarının fiziksel makinelerin kontrolünü ele geçirmesi mümkündür. Çünkü endüstri 4.0'da her şey uzaktan web portalı üzerinden kontrol

edilmektedir. Bu nedenle, veri doğrulama ve gizlilik, endüstri 4.0 için en temel problemlerin başında gelmektedir (Khan vd., 2017).

Günümüzde, analiz edilmesi gereken veriler yalnızca büyük olmakla kalmayıp, aynı zamanda çeşitli veri türlerinden oluşmakta ve hatta gerçek zamanlı verileri de içermektedir. Büyük veri, "kitlesele, yüksek boyutlu, heterojen, karmaşık, yapılandırılmamış, eksik, gürültülü ve hatalı" gibi farklı karakteristik özelliklere sahip olabildiğinden, istatistiksel ve veri analizi yaklaşımlarını değiştirebilecek bir potansiyeli vardır. Büyük veri, daha yararlı bilgiler bulmak için daha fazla veri toplanmasını mümkün kılıyor gibi görünse de, gerçek şu ki, daha fazla veri mutlaka daha yararlı bilgiler anlamına gelmemektedir. Veri bankası daha belirsiz veya anormal veriler de içerebilir. Örneğin, bir kullanıcının birden fazla hesabı olabilir veya bir hesap birden fazla kullanıcı tarafından kullanılıyor olabilir. Dolayısı ile bu da madencilik sonuçlarının doğruluğunu etkileyebilecek bir durum olarak nitelendirilebilir (Tsai vd., 2015). Bu tür sorunların önüne geçebilmek adına veri analitiği süreçleri titizlikle tasarlanmalı ve veri ayıklama işlemleri dikkatli şekilde gerçekleştirilmelidir.

Büyük Veri Uygulamaları

Ekonomik ve ticari faaliyetlerden kamu yönetimine, ulusal güvenlikten bilimsel araştırmalara, perakendecilikten sağlık sektörüne kadar birçok alanda büyük verilerden yararlanılmaktadır. Büyük veri uygulamalarının altında yatan önemli hedeflerden bazıları, tüketici deneyimlerinin iyileştirilmesi, maliyetlerin düşürülmesi, daha iyi pazarlama stratejilerinin oluşturulması ve mevcut süreçlerin etkinliğinin artırılmasıdır. Ayrıca günümüzde veri ihlal olaylarının yaşanmasından kaynaklanan sorunlarda güvenliğin yeniden tesis edilmesi de büyük verinin kullanım amaçları arasında yer almaya başlamıştır. Büyük verinin başlıca uygulama alanları arasında bankacılık,

iletişim, medya ve eğlence sektörü, sağlık hizmetleri, eğitim, üretim, devlet hizmetleri, sigortacılık, perakendecilik ve ticaret, ulaşım, enerji sektörü yer almaktadır.

Araştırma kuruluşu Statista'nın istatistiklerine göre, 2016 yılı itibarıyla büyük veri ve büyük veri analitiğinin dünya genelindeki pazar payında, bankacılık %13,1 ile en çok gelir sağlayan uygulama alanı olmuştur. Bankacılığı, %11,9 ile kesikli üretim, %8,4 ile süreç tipi üretim, %7,6 ile devlet hizmetleri ve %7,4 ile de profesyonel hizmetler takip etmiştir (Aktan, 2018).

Büyük verilerden çıkarılabilecek ilginç ve farklı bilgiler nedeniyle, farklı ülkelerde birçok önemli proje başlatılmıştır. Örneğin ABD'de Mart 2012'de Obama Yönetimi, 200 milyon dolarlık bir bütçeyle Büyük Veri Araştırma ve Geliştirme Girişimi başlatmıştır. Japonya'da, büyük veri geliştirme, Temmuz 2012'de ulusal teknolojik stratejinin önemli eksenlerinden biri haline gelmiştir. Birleşmiş Milletler, "Kalkınma için Büyük Veri: Fırsatlar ve Zorluklar" başlıklı bir rapor yayınlamıştır. Bu raporda, büyük veri zorluklarıyla ilgili ana endişelerin temel hatlarıyla belirtilmesi ve büyük verinin uluslararası kalkınmaya nasıl hizmet edebileceği konusunda diyalogun güçlendirilmesi amaçlanmıştır (Oussous vd., 2018). Çin, büyük veriyi, nesnelerin internetini, bulut bilişimini ve akıllı şehirleri sanayileşme, dijitalleşme ve kentleşme sürecinde ileriye doğru sıçrama için anahtar teknolojiler olarak görmektedir.

2007 yılında Alberto Cavallo, Arjantin, Şili, Brezilya ve Kolombiya için günlük enflasyon oranlarını hesaplayan *Kazanılmış Veri ve Değişmez Fiyatlar: Sıklık, Tehlikeler ve Senkronizasyon* isimli doktora tezini yayınlamıştır. 2008 yılında ise Alberto Cavallo ve Roberto Rigobon, verilerini 50 ülkeye genişleterek Massachusetts Institute of Technology (MIT) akademik girişimi ile bir proje başlatmışlardır. 2012 yılında "The Economist" dergisinin, Arjantin'in resmi enflasyon rakamları yerine bu proje kapsamında hesaplanan enflasyon verilerini kullanmaya başlaması, büyük veri

kavramının ne denli önemli bir duruma geldiğini göstermektedir (Doğan ve Arslantekin, 2016).

Büyük veri, sağlık sektöründe ortaya çıkan hastalıkları haritalamada ve yeni hastalık tedavi yöntemlerinin geliştirilmesinde; NASA tarafından evrenin keşif çalışmalarında, müzikte sezgisel işlemlerin yerine, siber güvenlik uygulamalarında ve daha birçok alanda kullanılmaktadır.

SONUÇ

Büyük veri, önemli ölçüde maliyet düşürme, bilgi işlem görevini zamanında gerçekleştirme ve yeni hizmetlerin geliştirilmesi gibi avantajlara sahiptir. Büyük verinin ilerlemesiyle, geçmişteki araştırmalarda cevap aranan soruların ötesinde cevaplar bulunabilir, verilerden bilgi ve öngörü elde edilebilir ve hatta iş verimliliği artırılabilir ve dünya ekonomisi için önemli değerler yaratılabilir. Bununla birlikte, büyük verinin birincil değerlerinin verinin ham halinden değil, işlenmesinden ve analizinden geldiğine dikkat edilmelidir. Büyük veri teknolojileri ve yönetimindeki kapsamlı değişiklikler, karar verme ve hizmet yeniliğini desteklemek için çok disiplinli işbirliklerine neden olacaktır.

Büyük verinin günümüzde bu kadar önemli ve üzerinde durulan bir konu haline gelmesinin temel nedeni; çeşitli devletlerin, toplulukların, kurum ve kuruluşların yaptıkları işler ve verdikleri hizmetler yanında, internet ve benzeri teknolojilerin kullanımı ile yaygınlaşan uygulamalar sırasında oluşan ve günümüze kadar değerlendirilmeyen verilerin öneminin anlaşılmasıdır. Belirtilen bu organizasyonlar büyük verinin işlenmesiyle kendileri için büyük fayda sağlayabilecek enformasyon üretebileceklerinin farkına varmışlardır. Bu farkındalık sonucunda günümüzde bu konuya çok büyük yatırımlar yapmaktadırlar. Bu sonuç büyük veri kavramının alanyazında ve güncel medyada çokça yer almasını sağlamıştır.

Özellikle son 10 yılda büyük veri ve uygulama alanları konusuna gittikçe artan ilgi konunun önemi adına fikir vermektedir. Üretimden müşteri ilişkileri yönetimine, futboldan otomotiv sektörüne, süper market zincirlerinden online alışveriş sitelerine kadar hemen her alanda karşımıza çıkan büyük veri ve büyük veri analitiği konusu artık iş hayatının olmazsa olmaz bir parçası haline gelmiştir. Sağladığı yüksek faydalar sayesinde yeni müşteri bulma, yeni ürün tanıtma, müşteri istek, ihtiyaç ve taleplerine uygun şekilde üretim yapma, satış sonrası hizmet takibi gibi konularda işletmelerin operasyonel maliyetlerini oldukça düşük seviyelere çektikleri görülmüştür. Tüm bunlarında yanında bilgilerin depolanması esnasında güvenliğini sağlamak, doğru verileri elde etmek ve bu verilerden doğru çıkarımlar yapmak büyük veri kavramı için oldukça hassasiyet gösterilmesi gereken konuların başında gelmektedir. Geleneksel yöntemlerle üretim yapan ve çağın gerektirdiği teknolojik değişimi ve dönüşümü yakalayamayan işletmelerin günümüz endüstriyel düzeni içinde kendine yer bulması ve rekabet düzeyini üst seviyelerde tutması oldukça zordur.

KAYNAKÇA

1. Aktan, E. (2018). Büyük veri: Uygulama alanları, analitiği ve güvenlik boyutu. *Bilgi Yönetimi Dergisi*, 1(1), 1-22.
2. Bonnard, R., Vieira, K. M. M., Arantes, S., Lorbieski, R., Nunes, C., ve Mattei, A. P. (2019). A big data/analytics platform for industry 4.0 implementation in SMEs. *CIGI QUALITA*.
3. Doğan, K., ve Arslantekin, S. (2016). Büyük veri: önemi, yapısı ve günümüzdeki durum. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 56(1).
4. Fang, H., Zhang, Z., Wang, C. J., Daneshmand, M., Wang, C., ve Wang, H. (2015). A survey of big data research. *IEEE network*, 29(5), 6-9.
5. Galletta, A., Carnevale, L., Celesti, A., Fazio, M., ve Villari, M. (2017). A cloud-based system for improving retention marketing loyalty programs in industry 4.0: a study on big data storage implications. *IEEE Access*, 6, 5485-5492.
6. Greco, L., Maresca, P., ve Caja, J. (2019). Big Data and Advanced Analytics in Industry 4.0: a comparative analysis across the European Union. *Procedia Manufacturing*, 41, 383-390.
7. Hammer, M., Somers, K., Karre, H., ve Ramsauer, C. (2017). Profit per hour as a target process control parameter for manufacturing systems enabled by Big Data analytics and Industry 4.0 infrastructure. *Procedia Cirp*, 63, 715-720.
8. Kambatla, K., Kollias, G., Kumar, V., ve Grama, A. (2014). Trends in big data analytics. *Journal of parallel and distributed computing*, 74(7), 2561-2573.
9. Khan, M., Wu, X., Xu, X., ve Dou, W. (2017, May). Big data challenges and opportunities in the hype of Industry 4.0. In *2017 IEEE International Conference on Communications (ICC)* (pp. 1-6). IEEE.
10. Köse, Lütfi (2015). *Big Data and Big Data Application*. Unpublished Master Thesis, Baskent University, Ankara.
11. Lee, J., Bagheri, B., ve Kao, H. A. (2014, July). Recent advances and trends of cyber-physical systems and big data analytics in industrial informatics. In *International proceeding of int conference on industrial informatics (INDIN)* (pp. 1-6).

12. Nguyen, T., Gosine, R. G., ve Warriar, P. (2020). A systematic review of Big Data analytics for oil and gas industry 4.0. *IEEE Access*, 8, 61183-61201.
13. Niesen, T., Houy, C., Fettke, P., ve Loos, P. (2016, January). Towards an integrative big data analysis framework for data-driven risk management in industry 4.0. In *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)* (pp. 5065-5074). IEEE.
14. Oussous, A., Benjelloun, F. Z., Lahcen, A. A., ve Belfkih, S. (2018). Big Data technologies: A survey. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 30(4), 431-448.
15. Özdemir, Ş., Erkollar, A., ve Oberer B. (2018). Transformation of the machines from learner to decision maker: Industry 4.0 and big data. *Mugla Journal of Science and Technology*, 4(2), 219-223.
16. Özgür, Ç. A. R. K., Yıldız, İ., ve Karadeniz, A. T. (2019). Sanayi 4.0 Kapsamında İşletmeler Açısından Büyük Veri. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 3(2), 114-120.
17. Qi, Q., ve Tao, F. (2018). Digital twin and big data towards smart manufacturing and industry 4.0: 360 degree comparison. *Ieee Access*, 6, 3585-3593.
18. Qin, S. J. (2014). Process data analytics in the era of big data.
19. Russom, P. (2011). Big data analytics. *TDWI best practices report, fourth quarter*, 19(4), 1-34.
20. Santos, M. Y., e Sá, J. O., Andrade, C., Lima, F. V., Costa, E., Costa, C., ve Galvão, J. (2017). A big data system supporting bosch braga industry 4.0 strategy. *International Journal of Information Management*, 37(6), 750-760.
21. Tsai, C. W., Lai, C. F., Chao, H. C., ve Vasilakos, A. V. (2015). Big data analytics: a survey. *Journal of Big data*, 2(1), 1-32.
22. Verma, J. P., Agrawal, S., Patel, B., ve Patel, A. (2016). Big data analytics: Challenges and applications for text, audio, video, and social media data. *International Journal on Soft Computing, Artificial Intelligence and Applications (IJSCAI)*, 5(1), 41-51.
23. Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S. J. F., Dubey, R., ve Childe, S. J. (2017). Big data analytics and firm performance: Effects of dynamic capabilities. *Journal of Business Research*, 70, 356-365.

24. Witkowski, K. (2017). Internet of things, big data, industry 4.0–innovative solutions in logistics and supply chains management. *Procedia Engineering*, 182, 763-769.
25. Xu, L. D., ve Duan, L. (2019). Big data for cyber physical systems in industry 4.0: a survey. *Enterprise Information Systems*, 13(2), 148-169.
26. Yıldız, B. (2020). İmalat Firması Çalışanlarının İnovasyon Yeteneklerinin Endüstri 4.0 Algıları Üzerindeki Etkisi. *İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 153-171.

BÖLÜM 7

**ENDÜSTRİ 4.0 VE
İNOVASYONA ETKİLERİ**

ENDÜSTRİ 4.0 VE İNOVASYONA ETKİLERİ

Öğr. Gör. Havva TARAKCI

Hitit Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0003-4149-0651

Dr. Öğr. Üyesi Cihat KARTAL

Kırıkkale Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0003-2390-8268

GİRİŞ

Sanayi devrimlerinin sonuncusu olan endüstri 4.0, insanlığın daha önce deneyimlemediği pek çok değişimi ve gelişmeyi oldukça süratli bir şekilde iş ve toplum hayatına getirmiştir. Endüstri 4.0 ile birlikte inovatif yaklaşım ve inovatif kurum kültürü gibi yaklaşımlar önemli hale gelmiştir. Bu nedenle ürün, süreç, pazarlama, örgüt ve toplum gibi oldukça geniş kapsamlı yenilik ve değişiklikleri ifade eden inovasyon kavramı endüstri 4.0'ın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu nedenle, teknolojiye uyum sağlanmasında inovasyon önemli bir araçtır. Çünkü endüstri 4.0 bir yandan da teknolojik yeniliğe dayalı gelişmeleri temsil etmektedir.

Endüstri 4.0'ın gelişi, çok çeşitli sektörlerde geniş kapsamlı verimlilikler üretebilmek üzere teknolojiye olan hakimiyet ve güven artışını da beraberinde getirmektedir. Bu durum yeniliklerin ortaya koymuş olduğu sonuçlar ile mümkün olabilecektir. Aksi takdirde piyasa aktörlerinin küresel pazarda uzun süre kalabilmeleri pek mümkün gözükmemektedir. Uluslararası pazarların bir hayli büyüdüğü, bilişim sistemleriyle iletişimin hız

kesmeden devam ettiği günümüzde sadece işletmeler için değil ülkeler için de güçlerini korumak teknolojiye ve sanayi devrimlerine geçiş hızlarıyla yakından ilgilidir. İşletmeleri oluşturan beşeri unsurların yaratıcılığa ve yeniliğe ayak uydurma hızı inovasyonun itici gücüdür. Bu şekilde inovasyon, yeni fikirlerin geliştirilerek ürün, hizmet ve süreçlere dönüştürülmesini gerekli kılar (Ramos vd., 2019: 281).

Endüstri 4.0, işletmelerin daha yüksek kaliteli malları, daha düşük maliyetlerle üretebilmeleri için daha hızlı, daha esnek ve daha verimli süreçler sağlamaktadır. Endüstri 4.0'ın ortaya koyduğu en büyük değişimlerin iş dünyasında meydana geldiğini söylemek yanlış olmayacaktır. Ancak yeniliğe yönelik eylemler sadece işletmelerin ilgi alanları için değil, devletlerin varlıklarını sürdürebilmeleri içinde önemlidir. Bu nedenle hayal gücünün sınırlarının zorlandığı gelişmeler ülkeleri güçlü yapan en önemli etken iken, en kapalı ülkeler dahi inovasyonun gücüne karşı kayıtsız kalamazlar. Bu alanda her yıl 130'dan fazla ülke ekonomisinin inovasyon performansları analiz edilerek raporlar halinde sunulmaktadır. "2020 Küresel İnovasyon Endeksi Raporu" Dünya Fikri Mülkiyet Hakları Örgütü (WIPO) tarafından yayımlanmıştır. Rapora göre bölge bazında ilk 3 inovasyon ekonomisi sıralaması aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (WIPO, 2020):

Tablo 1: Bölge Bazında İlk 3 İnovasyon Ekonomisi

Bölgeler	1. Ülke	2. Ülke	3. Ülke
Kuzey Amerika	ABD	Kanada	
Avrupa	İsviçre	İsveç	Birleşik Krallık
Latin Amerika ve Karayipler	Şili	Meksika	Kosta Rika
Orta ve Güney Asya	Hindistan	İran	Kazakistan
Güneydoğu Asya, Doğu Asya ve Okyanusya	Singapur	Kore Cumhuriyeti	HonkHonk, Çin
Kuzey Afrika ve Batı Asya	İsrail	Kıbrıs	Birleşik Arap Emirlikleri
Sahra Altı Afrika	Güney Afrika	Kenya	Tanzanya Birleşik Cumhuriyeti

Kaynak: (WIPO, 2020)

Tablo 1'e bakıldığında inovasyon ekonomilerinde denge değişiklikleri yaşandığı görülmektedir. Çin, Vietnam, Hindistan ve Filipinler 2020 yılında yükselişe geçmiş ülkeler arasındadır. Raporda ülkelerin inovasyon ekonomileri dört ayrı kategoride (*Yüksek, Orta üstü, Orta ve Düşük gelirlili*) değerlendirilmiş olup orta üstü gelire sahip en iyi ekonomi sıralamasında Türkiye 37 ülke içinde 8. sırada yer almaktadır. Küresel inovasyon indeksi 2020 sıralamasında yüksek gelire sahip ilk 10 ülke ise Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2: 2020 Küresel İnovasyon İndeksi

Ülke	Puan	Sıra	Gelir	Bölge	Sıra
İsviçre	66.08	1	Yüksek	Avrupa	1
İsveç	62.47	2	Yüksek	Avrupa	2
ABD	60.56	3	Yüksek	Kuzey Amerika	1
Birleşik Krallık	59.78	4	Yüksek	Avrupa	3
Hollanda	58.76	5	Yüksek	Avrupa	4
Danimarka	57.53	6	Yüksek	Avrupa	5
Finlandiya	57.02	7	Yüksek	Avrupa	6
Singapur	56.61	8	Yüksek	Güney Doğu Asya	1
Almanya	56.55	9	Yüksek	Avrupa	7
Kore Cumhuriyeti	56.11	10	Yüksek	Güney Doğu Asya	2

Kaynak: (WIPO, 2020)

Tablo 2 verileri dünya inovasyon liderini İsviçre olarak göstermektedir. Bölge bazında incelendiğinde, ilk 10’da Avrupa kıtasının daha fazla ülkesi bulunmakta iken Kore Cumhuriyeti listeye ilk defa giren ülke konumundadır. Ayrıca geçen yıllara göre ülke sıralamalarında büyük değişiklikler olmamakla birlikte puanlamalarda genel bir düşüş söz konusudur. Raporla göre bu düşüşün en önemli sebebi Covid-19 pandemisinin ülke ekonomilerinde meydana getirdiği daralmadır.

Dünya genelindeki inovasyon gelişimi çerçevesinde Türkiye, 34.90 puanla 51. sırada, ayrıca bulunduğu bölge (*NAWA-Kuzey Afrika ve Batı Asya*) itibarıyla 4. sırada yer almaktadır. 37 Ülkenin yer aldığı orta üstü gelir grubunda ise 8. sırada olmasına rağmen alt grup pazar gelişmişliği ile kıyaslandığında üst sıralarda yer almaktadır (WIPO, 2020: Global Innovation Index 2020 Rankings). WIPO tarafından Türkiye, gelişim seviyesine uygun olarak yenilik performansı gösteren ülkeler içinde değerlendirilmiştir. Ayrıca 2008-2009 mali krizine rağmen Türkiye, Çin ve Fransa gibi ülkelerinde bulunduğu “*Hiçbir Zaman Ar-Ge Düşüşü Yaşamayan*” ülkeler kategorisinde yer almıştır.

İnovasyonun gelişebilmesi için ülkelerin uyguladıkları politikalar da önemlidir. Türkiye’nin de uyguladığı iş melekleri ağları, inovasyon finansmanına önemli kaynaklar sağlamaktadır. Ülkemizde 2006 yılında LabX tarafından ilk uygulamasının gerçekleştirildiği ve (Kurnaz ve Bedük, 2017: 33) günümüzde Hazine Müsteşarlığı’nın lisans verdiği 510 melek yatırımcı ve lisanslı 9 melek ağı (Ekonomist, 2020) konuya verilen önemin göstergeleridir.

Türkiye’nin inovatif konumu üzerine yapılan bir diğer araştırma da Ersöz (2011) tarafından “*Avrupa İnovasyon Göstergeleri Işığında Türkiye’nin Konumu*” başlıklı çalışmasıdır. Çalışmaya göre; Türkiye, inovasyon göstergelerinde, hiyerarşik kümeleme yöntemine göre; Polonya, Slovakya, Letonya, Yunanistan, Litvanya, Macaristan,

Estonya, Çek Cumhuriyeti Slovenya, İspanya, Portekiz ve Malta ile aynı kümede yer almaktadır. Türkiye, AB ülkeleri, ABD, Japonya ve İsrail içinde inovasyon göstergeleri bakımından düşük ülke özelliği göstermiştir. 2020 yılı verileri bu durumun Türkiye lehine değiştiğini göstermektedir.

*Avrupa İnovasyon Puan Tablosu'*na göre, AB inovasyon lideri İsveç olurken onu Finlandiya, Danimarka ve Hollanda takip etmektedir. Rapora göre Türkiye orta düzey bir yenilikçidir. Türkiye'nin en güçlü yenilik boyutları; işletme yatırımları ve inovasyon dostu ortamlar olurken, tasarım ve ticari marka uygulamaları, uluslararası bilimsel ortak yayınlar ve bilgi yoğunluklu faaliyetlerde istihdam en düşük puan alınan boyutlardır (Commission, 2020).

Endüstri 4.0 ve İnovasyona Etkileri

Endüstri 4.0, inovasyonla bağlantılı bir kavramdır. İnovasyon ile birlikte sanayileşme sürecinde yeni konseptler oluşturulmaktadır. Aynı zamanda pazarı rekabet ve ürün farklılaşmasına yönlendiren (mobil, bulut, sosyal medya ve büyük veri gibi) bileşenler eklemiştir. Endüstri 4.0, merkezi kavramlar olarak bilgi, veri ve IoT ile inovasyona dayalı bir ekonomiye geçişi temsil etmektedir. Bu geçiş, endüstriyel çağın mevcut yapısını, pazarlarını ve iş süreçlerini etkileyecek yeni bir dijitalleşme çağına, üretim sistemlerinin "*daha akıllı*" ağırlara ve birbirine bağlı iş süreçlerine giden yolu açacaktır (Morrar vd., 2017: 5).

İnovasyon ile İlişkili Endüstri 4.0 Ayrırımları

"*AB İş İnovasyonu Faaliyet Anketi*"nde kullanılan metodolojinin 2010 Eurostat güncellemesine göre, yenilik dört grupta tanımlanmıştır. Bu dört yenilik grubu ayrıca teknolojik ve teknolojik olmayan olmak üzere iki kategoridedir. Teknolojik

yenilikler, ürün ve süreç yeniliklerini içerirken teknolojik olmayan yenilikler, pazarlama ve organizasyonel yenilikleri içermektedir (Ungerma ve Dedkova, 2019: 2);

- Ürün yeniliği: Yeni veya önemli ölçüde geliştirilmiş bir ürün veya hizmetin pazarlanması,
- Süreç yeniliği: Yeni veya önemli ölçüde iyileştirilmiş bir üretim yönteminin geliştirilmesi, hizmetlerin sağlanması, tedarik, depolama, dağıtım, tanıtım veya kurumsal destek faaliyetlerinin önemli ölçüde iyileştirilmesi,
- Pazarlama yeniliği: Ürün / hizmetlerin promosyonu, değerlendirilmesi veya satışı için yeni bir yöntemin geliştirilmesi, sunulan ürünlerin estetik tasarımında veya ambalajında önemli değişiklikler,
- Organizasyonel yenilik: Tedarikçi-müşteri ilişkileri yönetimini organize etmenin yeni bir yolunun bulunması, insan kaynaklarının veya dış ilişkilerin organizasyonuna yeni bir yaklaşımın tanıtımı.

Ürün, süreç, pazarlama ve örgütsel anlamdaki yenilikler günümüz imalat sistemleri ile endüstri 4.0 üretim birimleri arasında ayrımlara neden olmaktadır (Leyh ve Shaffer, 2017: 990);

Tablo 3: Günümüz Fabrikaları ve Endüstri 4.0 Fabrikaları Karşılaştırması

		Günümüz Fabrikaları	Endüstri 4.0 Fabrikaları
Bileşen	Anahtar Nitelikler	Hassasiyet	Kendi tahminlerine dayalı bağımsız eylem
	Anahtar Teknolojiler	Akıllı sensörler ve arıza tespiti	Bozulma izleme ve kalan faydalı ömür tahmini
Makine	Anahtar Nitelikler	Üretebilirlik ve performans (Kalite ve verim)	Kendi tahminlerine dayalı bağımsız eylem ve envanter verileriyle karşılaştırma
	Anahtar Teknolojiler	Duruma dayalı izleme ve teşhis	Tahmini sağlık izleme ile faaliyet süresi kaydı
İmalat Sistemi	Anahtar Nitelikler	Verimlilik ve genel ekipman etkinliği	Bağımsız yapılandırma, bakım ve düzenleme
	Anahtar Teknolojiler	Yalın operasyonlar: İş ve atık azaltma	Az bakım gerektiren, kendi kendini uyarlayan üretim sistemleri

Kaynak: (Leyh ve Shaffer, 2017: 990)

Zezulka ve Veselý (2019)'a göre, endüstri 4.0'daki inovasyon, birbiriyle bağlantılı olan ve alanları karşılıklı olarak etkileyen üç gruba ayrılmaktadır (Ungerman ve Dedkova, 2019: 3). Bunlar:

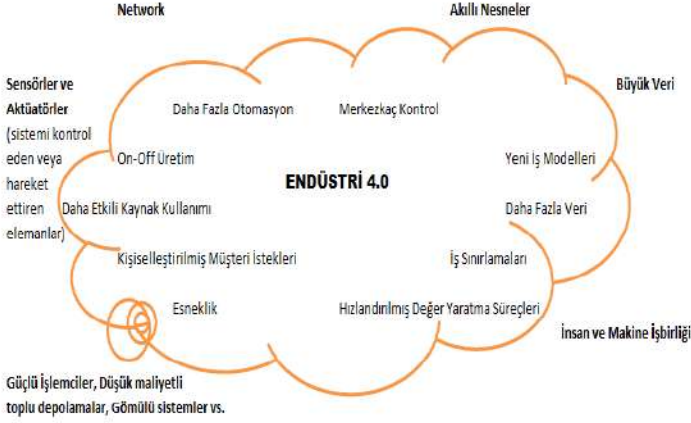
- **Üretim-iş ilişkisinin dijitalleşmesi ve entegrasyonu:** Üretim zincirindeki tüm unsurlar gerekli tüm verilere erişebilecektir. Bu şekilde işletmeler henüz geliştirip test etmediği en son bileşenlerin bilgisiyle ürünlerini geliştirebilecektir. Dijitalleşmedeki artış, yeni iş birliği biçimlerine olanak sağlaması ve yeni ürün ile hizmetlerin yanı sıra müşteriler ve çalışanlarla yeni ilişki biçimlerine

yol açması açısından; ayrıca iş modelleri de dahil olmak üzere tüm iş faaliyetlerini etkilemektedir.

- **Üretim ve hizmetlerin dijitalleştirilmesi:** Bulut aracılığıyla elde edilebilen verilere dayalı olarak işletmeler örneğin; üretimde kullandıkları makinelerin arızasını tahmin edebileceklerdir. Üretim verilerinin dijitalleştirilmesi, talebin optimize edilmesini sağlar, üretkenliği artırır ve işletmenin üretim tesislerinde verimli değer yaratılmasına zemin hazırlar. Endüstri 4.0 uygulanması, üretim hatlarını planlamak, simüle etmek, izlemek, ürün yaşam döngüsü sırasında üretilen verileri optimize etmek ve analiz etmek için yüksek bir hesaplama gücü sağlamaktadır.
- **Yeni iş modelleri:** Büyük verinin sayısallaştırılması ve kullanımından doğmakla birlikte homojen bir hedef grubunun kesin bir tanımına yol açabilecektir.

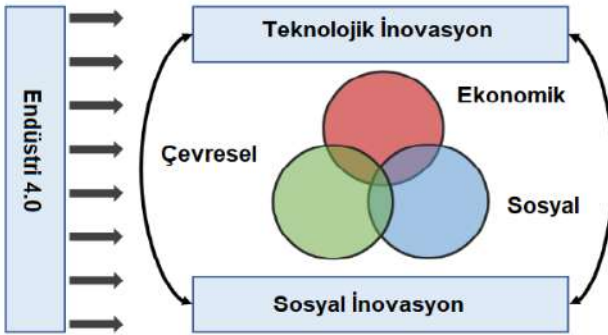
Endüstri 4.0'ın Sürükleyici Unsurları

Endüstri 4.0'ın inovasyona olan etkilerini anlayabilmek için, endüstri 4.0'ın sürükleyicilerini ve sonuçlarını anlayabilmek gereklidir. Aşağıdaki şekilde bulut içi kavramlar; otomasyonun daha çok alanda kullanılması, inovatif yeni iş şekilleri, bilişim teknolojilerinin kaçınılmaz sonucu olan veri çokluğu, müşteri istek ve beklentilerinin kişiye özel hale getirilmesi, iş çerçevesinin çıkarılması ve işlerde esneklik, kısıtlı ve hızla tükenen kaynakların daha verimli kullanımı, insansız fabrikalarla üretimin sağlanması endüstri 4.0'ın sürükleyici unsurlarını oluşturmaktadır. Bu sürükleyici unsurlar; IoT, büyük veri, bilişim ağı gibi inovatif gelişmeler ve ürünlerle kullanılır ve somut hale gelerek endüstri 4.0'ın sonuçları olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 1: Endüstri 4.0'ın Sürükleyicileri ve Sonuçları
Kaynak: (Buhr, 2015).

Şekil 2'de ise endüstri 4.0 ve inovasyon arasındaki ilişki ortaya konmaktadır. Endüstri 4.0 seviyesi için ekonomik, sosyal ve çevresel konularda sosyal ve teknolojik inovasyonlara yer verilmesi gerekmektedir (Esmer ve Alan, 2019). Ancak endüstri 4.0'ın gücüne ve getirdiği yeniliklere rağmen dünya geneli uygulamalarının önünde engeller olduğu düşünülmektedir. Bunlar (Durmuş, 2019: 10):



Şekil 2: Endüstri 4.0 ve İnovasyon İlişkisi
Kaynak: (Esmer ve Alan, 2019)

- IoT teknolojilerinde güvenlik sorunları yaşanması nedeniyle endüstri 4.0'ın gerektirdiği bir düzeye tam olarak ulaşamamıştır,
- Bilgi teknolojilerine ilişkin güvenlik konusunda sorunlar bulunmaktadır,
- Yapay zeka teknolojilerine üreticilerin güveni konusunda sorunlar vardır,
- Akıllı fabrikalarda endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanması için yeterli becerilere sahip eleman sıkıntısı yaşanmaktadır.

Sosyal İnovasyon

Sanayi devrimlerinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için yenilikler hem toplumsal hayatı hem de endüstriyi kapsayacak şekilde bir bütün olarak ele alınmalıdır. İnsanoğlu yaradılışı gereği tek başına yaşayamayan bir varlıktır. Hayatının devamı için mutlaka diğer bireyler ve gruplarla ilişki içinde olmak zorundadır. Ancak bu zorunluluk bazen bireysel ve toplumsal sorunların da yaşanmasına sebep olabilmektedir. Yani sosyalleşme insanın bir yandan hayatını kolaylaştırırken öte yandan başka sorunları da beraberinde getirmektedir. Yaşanan teknolojik gelişmeler en çok insanları ve dolayısıyla toplumları ve sosyal hayatı etkilemekte hatta sosyal yaşamı değiştirmektedir. Buna verilebilecek en önemli örnek bilişim teknolojilerinde yaşanan gelişmelerdir. Sosyal medya uygulamaları ve bu uygulamaların eğitim, alışveriş, iletişim, haberleşme gibi hayatın içinden alanlarıyla entegre hale gelmesi sosyal inovasyonun önemini ortaya çıkarmaktadır. Sosyal inovasyonların temelinde sosyal sorunların çözümüne dönük olarak yeni teknikler ve yol göstericiler yer almaktadır (Koç, 2010: 211). Bilhassa dijitalleşmenin sunduğu fırsatları elde etmek istiyorsak, genel olarak toplum için potansiyelinin farkına varmalıyız. Toplumun bireyleri; geliştiriciler, tasarımcılar ve yapımcılar olarak birçok görev üstleneceklerdir. Bu nedenle sosyal

yeniliklere, teknik olanların yanında daha yakından bakılmalıdır (Eichel vd., 2017: 3). Çünkü dijitalleşmenin artması sadece makineler, fabrikalar ve sektörler üzerinde değil, aynı zamanda toplumlar, ekonomi ve yönetim üzerinde de muazzam bir etkiye sahip olmaktadır (Vacek, 2016: 1).

Hahn ve Andor (2013)'a göre sosyal inovasyonlar, sosyal zorlukların üstesinden gelmek için kullanılan yeni uygulamalardır. Marolt ve diğ. (2015)'e göre sosyal inovasyonlar, sosyal ihtiyaçları aynı anda karşılayan yeni modeller, hizmetler ve ürünler olarak tanımlarken Phills ve diğ. (2008) ise, sosyal inovasyonun hem yeniliği hem de toplumsal ihtiyaçlara karşı geliştirilmiş yanıtları ifade etmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Toplumun, sosyal inovasyonun ortaya çıkan faydalarını takdir etmesi, genellikle yenilikçilere fayda sağlayan geleneksel modeli aşmaktadır. Bilinen pek çok yenilik sosyal yenilikler olarak adlandırılabilir. Çevre sorunlarına sürdürülebilir çözümler üretmek, sağlık sigortası oluşturmak, yeni öğrenme modelleri ve ulaşım olanakları sosyal inovasyona örnek olarak gösterilebilir. Ayrıca Murray ve diğ. (2010)'e göre kronik hastalıklar, iklim değişiklikleri ve toplumsal eşitsizlik gibi en acil küresel sorunları hedef alan mevcut politika ve modellerin verimsizliğini giderebilmede sosyal inovasyon umut verici bir mekanizma olarak görülmektedir (Morarr vd., 2017: 15).

Sosyal inovasyonu kimin yaptığını anlamak için birçok bakış açısı bulunur. Günümüzde çoğu tartışma, değişimin nasıl gerçekleştiğini anlamak için iki ana perspektiften birinin kullanılmasını gerektirir. İlk perspektife göre, sosyal değişim çok az sayıda birey tarafından yönlendirildiği biçimde tanımlanmıştır. Örneğin; Robert Owen'ın ortaklaşa işletilen fabrikalar kurması gibi. Bu çerçevede sosyal inovasyon liderleri arasında politikacılar, bürokratlar, entelektüeller, iş adamları ve STK aktivistleri yer almaktadır. İkinci perspektif, sosyal yeniliği kimin yönlendirdiği ile ilgilidir. Bu perspektiften bakıldığında ise, bireyler fikirlerin

yaratıcılarından çok taşıyıcıları olarak görülmektedir. Örneğin; çevrecilik oldukça geniş kapsamlı bir değişim hareketi olup düzeylerce entelektüel ve örgütsel liderlerin varlığını içermiştir. Bu kişilerin çoğu değişiklikleri yönlendirdikleri kadar da takip etmişlerdir. Çevrecilik aynı zamanda kentsel geri dönüşümden, rüzgar çiftliklerine kadar çok çeşitli sosyal inovasyonları da doğurmuştur (Mulgan, 2006: 148-149).

Devletin sosyal inovasyon sürecinde hem kendisinin ana aktör olması (*kamu inovasyonu veya kamuda sosyal inovasyon*) hem de tabandan tavana gelişen inovatif çözümlere paydaş olarak destek vermesi gerekliliği ve potansiyeli son yıllarda sıkça vurgulanmaktadır. Günümüzde devletlerin görev ve sorumluluk kapsamı genişlemektedir. Bu ise sınırlı kaynakların sürekli daha fazla ihtiyaç için kullanılmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda artık STK'lar, akademi, özel sektör ve diğer yerel unsurların etkin iş birliğine dayalı yenilikçi süreç ve politika uygulamalarının devreye girdiği ve dolayısıyla sosyal inovasyonun yavaş yavaş hükümetler tarafından bir politika aracı olarak kullanılmaya başlandığı söylenebilir (Ateş, 2018: 9).

Teknolojik İnovasyon

Endüstri 4.0 kapsamında değerlendirilen yeniliklerin teknoloji ile bütünleşerek somutlaşmış ve hayatımıza girmiş kısmı teknolojik inovasyonu oluşturmaktadır. Teknolojik yenilikler dendiğinde ilk olarak akla; siber-fiziksel sistemler (CPS), nesnelerin interneti (IoT), internet hizmetleri (IoS), bulut bilişim, büyük veri, artırılmış gerçeklik, 3D yazıcılar, öğrenen robotlar, akıllı fabrika, yapay zeka, makine öğrenimi gibi temellere dayanan yeni bir sanayi gelmektedir (Esmer ve Alan, 2019: 466). Bu sürece uyum sağlamak inovatif düşünmekle, yeniliğe, yeni iş ve ürün fikirlerine bütçe ve zaman ayırmakla mümkün olacaktır (Turkishtime, 2020).

İnovasyon, önceden edinilen bilginin kullanımına, yeni teknolojilerin sonuçlarına, teknolojik gelişmeye veya mevcut teknolojinin yeni kombinasyonlarına dayanmaktadır. Bununla birlikte, aşağıda yer alan "*doğrusal model*" inovasyon sürecinin aşamaları arasındaki olası tüm bağlantıları tam olarak tasvir etmemekle birlikte, işletme tarafından yeni inovasyonlara yol açabilecek durumları ortaya koyabilmektedir (Diaconu, 2011: 131).



Şekil 3: Teknolojik Yenilik Süreci

Kaynak: (Diaconu, 2011: 131).

Bu bağlamda son dönemde hayatımıza girmiş ve sürekli yenilenerek insanlığın kullanımına sunulmuş teknolojik inovasyon örnekleri aşağıda sunulmuştur;

Akıllı Fabrikalar ve Robotlar: Nesnelerin birbirleriyle haberleştiği önemli yerlerden biri de "*akıllı*" teknolojilerle donatılmış ve hiçbir insanın çalışmaması nedeniyle "*karanlık fabrikalar*" olarak da adlandırılan "*akıllı fabrikalardır*" (Yıldız, 2018: 551). Yeni dönemin endüstriyel üretimi, üretim hacmi ve özelleştirme, müşteriler, işletmeler ve tedarikçiler arasında kapsamlı entegrasyon ve hepsinden önemlisi sürdürülebilirlik açısından oldukça esnek olacağı değerlendirilmektedir (Shrouf vd., 2014: 1). Bilhassa robotik teknolojiler üzerinde ciddi çalışmalar

gerçekleştirilmektedir. Robot uygulamaların gelişmesi, işlevsel gerekçeyle ilgilidir. İşçinin kötü çalışma koşullarından korunması veya çalışanın sıkı çalışmalardan arındırılması, zaman tasarrufu, daha yüksek kalite ve verimlilik, maliyet tasarrufu vb. birçok neden bulunmaktadır (Karabegovic vd., 2011: 200). Ayrıca yazılım teknolojisi sayesinde robotların sıfır hatayla çalışması, özellikle sağlık alanında önemli cerrahi operasyonlarda tanı ve tedavide büyük kolaylıklar sağlayarak insanlığın yaşam ömrünün uzamasına vesile olmaktadır.

Büyükuslu'ya göre (2020: 189) ileri teknoloji uygulamaları ve çok disiplinli bilimsel araştırmaların odaklandığı alanlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: Bilimsel Araştırma Alanları

Fotonik ve opto- elektronik malzeme teknolojileri	Elektro mühendislik hareketlendirici teknolojiler
Sensör teknolojileri	Malzeme bilimi ve malzeme teknolojileri
İşaret işleme, devre ve aygıt teknolojileri	Elektronik- yazılım teknolojileri
Hesaplama, bilgi işlem, devre ve aygıt teknolojileri	Endüstri mühendisliği, modelleme, simülasyon ve analiz teknolojileri
Kontrol teknolojileri	Mikroelektro mekanik sistemler
Mekanik, mekatronik sistem teknolojileri	İleri polimer ve plastik malzeme teknolojileri
İleri metal alışımlı teknolojileri	Akıllı malzeme ve yapı teknolojileri
Kompozit malzeme teknolojileri	

Kaynak: (Büyükulusu, 2020: 98)

CBInsights tarafından hazırlanan “*Geleceğin Fabrikası*” raporunda da akıllı fabrikaların üretim süreci 8 aşamada anlatılmıştır. Rapora göre bu aşamalar (CBInsights, 2020) Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Akıllı Fabrika Üretim Süreci aşamaları

Aşamalar	
Ürünün Ar- Ge çalışmaları	Her yeni geliştirilen işte olduğu gibi üretimlerde de Ar-Ge çalışmaları büyük önem taşır.
Kaynak planlama ve kaynak yaratma	Ürün tasarımı aşamasının ardından üretimin planlanması ve doğru tedarikçi seçimi gelir.
Operasyon teknolojisi izleme ve makine verileri	Fabrikaların operasyon teknolojilerine yatırım yapılarak üretim kapasiteleri artırılabilir.
İşgücü artırma ve yönetim	İşçiler robotlara yardım ederken şimdi robotlar işçilere yardım ediyor ve fabrikalarda işçilerin eğitim seviyeleri artmış durumda.
İşleme, üretim ve montaj	Robotlar sadece üretim aşamasında değil, montaj kısmında da işçileri ikinci plana atmış durumda.
Kalite güvencesi	Dijitalleşme ve sıfır hataya yakınlık oranı üretimin kusursuz olmasını sağlar.
Depolama	E- ticaretle beraber depolara olan taleplerde artışlar yaşanmıştır. Bir depoda olup bitenlerin anlık görüntülenmesi ve veri akışı IoT teknolojiler için önemli.
Nakliye ve tedarik zinciri yönetimi	Binlerce ürünün paketlenildikten sonra doğru yerlere ulaştırılması, nakliye işlemlerinin takibi ve sipariş seri numaralarındaki karmaşıklıklar, kurumsal kaynak planlaması yaklaşımıyla daha kolay halledilebilir.

Kaynak: (CBInsights, 2020)

Uluslararası Robotik Federasyonuna göre, 2022 yılına kadar yaklaşık 4 milyon endüstriyel robottan oluşan operasyonel bir stoğun dünya çapındaki fabrikalarda çalışması beklenmektedir (IFR, 2020). Robotlar hiç kuşkusuz üretkenliği ve rekabet gücünü artıracaktır ancak bu artışın istihdam ve ücret artışlarını hangi oranda etkileyeceği tartışma konusudur (Fırat ve Fırat, 2017: 21).

Uluslararası Robotik Federasyonu'nun "*Robotların Verimlilik, İstihdam ve İş Üzerine Etkileri*" başlıklı raporuna göre (IFR, 2017);

- Araştırmalar, robotların emeğin yerine geçmediğini göstermektedir,
- Orta vasıflı işlerin azalması ve artan ücret eşitsizliği ile ilgili bir endişe olasıdır,
- Robot kullanımındaki bir azalma düşük vasıflı işçilere yardımcı olmayacaktır,
- Bilgisayar otomasyonu mesleklerin yer değiştirmesine sebep olabilecektir,
- Araştırmalara göre robotlar çalışma saatlerine etki etmemektedir,
- Robotlara yatırım yapan ülkeler yapmayanlara göre iş kaybetmektedir,
- En çok robotun olduğu Almanya ve Kore'de işsizlik en düşük orandadır.

3D Yazıcılar: Bilgisayar ortamında hazırlanan 3 boyutlu bir objeyi somut hale dönüştürme işlemi olan 3D teknolojisi ile günümüzde oldukça geniş perspektifte yeni ürünler üretilebilmektedir (Arslan, vd., 2018: 100). Tıp alanındaki genetik çalışmalarda, organ ve damar üretiminde, kuyumculukta takı üretiminde, gıda sektöründe ve şehir planlamasında ayrıca inşaat sektöründe de 3D yazıcılar kullanılmaktadır (Bulut ve Akçacı, 2017: 54). Hatta tüm bu sektörlerin yanı sıra eğitim alanında da 3D yazıcılar öğrencilere; çoklu öğrenme, hayal gücü gelişimi, yaratıcılığı artırma gibi faydaları sağlamaktadır (Kökhan ve Özcan, 2018: 83).

Pazarlamada İnovasyon: Uyar (2017)'a göre, yenilik yaratmayan pazarlama yöntemleri işletmeye yük olmaktan başka bir işe yaramamaktadır. Artık pazarlamanın 4P'si, dördüncü sanayi devrimi gelişmelerinde yetersiz kalmakta ve tek kanallı pazarlamadan ziyade çok kanallı pazarlama yöntemleri geliştirilmektedir. Müşteriyle birçok kanaldan iletişime geçilmesi,

onlara geri dönüşler yapılması, hem yüzyüze hem de online ve bunların yanı sıra offline kanallar kullanılarak pazarlama işlemlerinin gerçekleştirilmesi çağa ayak uydurabilme açısından pazarlama departmanları üzerinde oldukça çalışılan bir konudur. Yanı sıra yoğun rekabetin yaşandığı küresel pazarlarda bir ürünün tanıtılması da en az ürünün üretilmesi kadar önemlidir. Bu noktada reklam firmalarının inovatif düşünerek yaratıcı fikirler ortaya koymaları artık bir zorunluluktur. Çünkü onlarca ürünün içinden dikkat çekebilmek ancak müşteriye ve içinde bulunduğu çağın ilerisinde düşünebilmek ile mümkündür.

Nesnelerin İnterneti (IoT): Bu teknoloji ile elektronik aletler ağ üzerinden birbirlerine bağlanabilirler ve insanlara daha kolay bir yaşam imkanı sunarlar. IoT teknolojisinin kullanım yelpazesi oldukça geniştir. Yeni teknolojilerle beraber bu yelpaze daha da genişlemiştir. IoT; iş süreçlerini izlemek, müşterilere farklı deneyimler sunmak, zaman ve parada ekonomiklik sağlamak, çalışan verimliliğinde artış sağlamak, iş modellerini entegre etmek ve uyarlamak, iş kararlarında daha iyi sonuçlar almak ve kazancı artırabilmede önemli faydalar sağlamaktadır (Proente, 2020).

Yapay Zeka: Bilişim teknolojisinin son dönemde hızlı bir sıçrama yaptığı ve artık birçok işletme tarafından kullanılan yapay zeka teknolojisi, işleri yerine getirmek için insan zekasını taklit eden ve önceki deneyimlere göre kendini geliştirebilen bilgisayarlarla bağlı sistemlerdir (Oracle, 2020). Yapay zeka, kimilerine göre büyük işsizliklere sebep olacak ve insanlığın sonunu getirecekken, diğerlerine göre ise, bankaların sahte kredi kartı kullanımlarının önüne geçmesinden doktorların karmaşık hastalıkları tespit etmesine, pazarlamacıların hedefli reklamcılıkta ve müşteri ilişkilerinde doğru adımlar atılmasına kadar birçok alanda hayatımızı etkileyecektir (Paschen vd., 2020: 150).

EY ConsultingLLC (EY, 2019) tarafından hazırlanan “Orta Doğu ve Afrika’da Yapay Zeka, Türkiye 2019 ve Ötesine Genel Bakış” isimli

raporunda Orta Doğu ve Afrika'da bulunan 112 işletmeden anketler yoluyla bilgiler toplanarak ülkelerin yapay zeka konusunda nerede oldukları ve yöneticilerinin yapay zekaya bakış açıları incelenmiştir. Raporla göre işletmelerin %80'i, yapay zekayı üst yönetim seviyesinde önemli bir konu olarak görmektedir.

Yapay zeka uygulamalarının sunduğu deneyimlere birçok örnek vermek mümkündür. Örneğin; North Face işletmesi yapay zeka uygulaması olarak Watson'ı kullanmaktadır. Sistem, online olarak müşteriye sorduğu sorularla aradığı ürünü kolayca bulmasına yardım etmektedir (Cerebro, 2018). Yapay zekanın kullanım alanını sadece satış ve müşteri ilişkileri ile sınırlandırmak yanlış olacaktır. Sağlık sektöründe de yapay zekanın inovatif özelliklerine rastlanılmaktadır. Örneğin; Covid-19 araştırmalarında yapay zekadan önemli ölçüde yararlanılmıştır (Vaishya vd., 2020: 337).

Siber-Fiziksel Sistemler: Fiziksel ve organizasyonel iş süreçlerinin monitörlerle kontrol edilmesinde, kullanıcı katılımında, gerçek zamanlı yapılandırma ile çevresel tepkilere uyum sağlama ve geliştirmede, kendi performansını sürekli biçimde optimize etmede, yüksek seviye güvenlik gerektirmede, farklı disiplinlerin uyumunu sağlamada, yüksek derecede hiyerarşik karar sistemleri ortaya koymada önemli roller üstlenmektedir (Ghafory, 2020). Siber-fiziksel sistemler gerçek yaşamı sanallaştırması kabiliyetiyle pek çok alanda kullanılmaktadır. Bu sayede yapılacak işlerde muhtemel hataların önüne geçilebilmektedir. Örneğin; bir fabrika kurulmadan önce simülasyon üzerinden bütün fizibilite çalışmaları yapılabilecektir.

Artırılmış Gerçeklik: En basit anlatımla; kamera, bilgisayar alt yapısı, işaretleyici ve gerçek dünyanın kombinasyonu olup, bu dört birimin gerçek dünyada 3 boyutlu olarak karşımıza çıkmasıdır.

Endüstri 4.0, eğitim alanını da yeni bir boyuta taşımıştır. Özellikle uygulamalı bilimlerin anlatımında ve öğretiminde artırılmış gerçeklikten yararlanılmaktadır (DiSerio vd., 2012). Artırılmış gerçeklik teknolojisi nesnelere canlandırarak konuları görselleştirip ilgi çekici hale getirmekte ve derse karşı ilgi ve başarıyı artırmaktadır (Karaoğlan Yılmaz ve Durak, 2019: 476). Otomotiv sektörü de artırılmış gerçeklik uygulamalarına başvuru alan sektörlerden biridir. Aracın tasarımından, kullanım testlerine kadar hatta sürücü adayları için simülatif sürüş uygulamaları da dahil geniş bir alanda kullanılmaktadır (İçten ve Bal, 2017: 125). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının yoğun olarak kullanıldığı diğer bir alan da pazarlamadır. Ürünlerin 3D sunumu müşterilerde farklı bir alışveriş deneyimi sağlamaktadır. Gıda sektöründe de artırılmış gerçeklik teknolojilerini görmek mümkündür. Masalara konan barkodları akıllı telefona okutarak sipariş verilebilmektedir. Mobilya sektöründe katalogdaki ürünlerin evde nasıl durduğunu anlamak ya da hangi boyanın duvarda ve mobilyada daha çok yakışacağını görebilmek için de artırılmış gerçeklik teknolojilerinden faydalanabiliriz.

Bulut Bilişim: Kaynaktaki bütün verilerin internet aracılığıyla diğer tüm aygıtlara aktarılmasını ifade etmektedir. Bazı durumlarda bilginin üretildiği cihaz ile işlendiği cihaz aynı olurken çoğu zaman da bilgi bir cihazda üretilmekte ancak başka cihazlarda işlenmesi gerekebilmektedir. Bu gibi durumlarda veri kaybı olmadan ve değişikliğe uğramadan güvenilir bir biçimde başka cihazlara aktarılması bulut bilişim teknolojisi sayesinde gerçekleşmektedir.

Bulut bilişim mimarisi alt yapı, platform ve uygulamalar olarak üç farklı bileşenden oluşur. Uygulama bileşeni, kullanıcıların karşılıklı iletişim kurmalarını sağlayan programları içerir. Platform kısmı ise bulut yazılımları ve işlem birimlerini, kullanıcılara sunan servisleri barındırır (Arslan, 2019: 13). Alt yapı katmanı ise kurulum,

güvenlik, bakım ve veri ortamlarının kontrolünün incelendiği kısımdır.

SONUÇ

Dünya, içinde bulunduğu son yüzyılda tarihe geçecek büyük buluşlara imza atmış ve bu hususta çalışmalarına devam etmektedir. Toplumun en küçük birimi aileden ülkelere kadar bütün gruplar, bireyler, örgütler, işletmeler ve devletler bu değişimin bir parçasıdır. 90'lı yıllarda hayatımıza giren internet ile beraber baş döndürücü bir hızla teknolojik değişiklikler yaşanmakta ve hayatın her alanında bu gelişmelerin yansımaları görülmektedir. Çevirmeli telefonlardan, ilk bakışta bir telefon olduğunu dahi anlamadığımız akıllı telefonlara hızla geçilmiştir. E-ticaret ve sanal alışveriş ise artık her kuşaktan bireyin tecrübe ettiği bir deneyim olarak ortaya çıkmıştır. Gerçek bir kişiyle görüştüğümüzü düşündüren yapay zeka teknoloji müşteri temsilcilerine artık bir çok web sitesinde kolaylıkla denk gelinmektedir. İlaç reçeteleri ise çoktan tarih oldu diyebiliriz. Klasörlere, dosyalara bulut bilişim sayesinde veda ettik. Bilgisayarlarımız küçüldü, artık kol saatimizi bile bilgisayar olarak kullanabiliyoruz. IoT sayesinde evimize gelmeden cihazlara verdiğimiz talimatlarla evimizi istediğimiz ısıya getirebiliyor, perdelerimize uzaktan hükmedebiliyoruz. Fabrikalarda işçilerin yerini robotlar almaya başladı. Tüm bu gelişmelerin tarihi çok da uzak değil. Yalnızca 20 yıl öncesinde bile günümüz teknolojilerinden birçoğu henüz kullanılmıyordu. Dünyanın genç nüfusunu barındıran Z kuşağının yeniliklere açık olması, öğrenmeyi ve araştırmayı sevmesi, analitik düşünme becerileri gibi özellikleri sayesinde sadece 15-20 yıl sonra bambaşka teknolojileri konuşuyor olacağız.

Ayrıca sanayi devrimlerinin her seferinde yeni bir teknolojik gelişmeyle meydana geldiğini söyleyebiliriz. Buharlı makinelerin

icadıyla başlayan sanayi devrimleri, elektrikli makinelerin kullanılmaya başlamasıyla gelişmesini sürdürmüş ve dijital yeniliklerle endüstri 4.0 oluşturulmuştur. İoT teknolojisini temel alan endüstri 4.0, birçok endüstriyel icada kaynak olmuştur. Akıllı fabrikalar, yapay zeka, makine öğrenmesi, büyük veri, veri madenciliği, 3D gibi daha sayamadığımız bir çok teknoloji biranda ülkelerin gelişmişlikleri açısından vazgeçilmez yapı taşları haline gelmiştir. Bu nedenle endüstri 4.0, inovatif düşünmeyi gerektiren dinamik bir kavramdır. Yaratıcılık ve değişim ise bu dönemin ana temasını oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

1. Arslan, N., Yaylacı, B., Eyüpoğlu, N. D., ve Kürtüncü, M. (2018). Sağlıkta gelişen teknoloji: Üç boyutlu yazıcılar. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 2(2), 99-110.
2. Arslan, M. Ş. (2019). *Bulut bilişim uygulamaları ile veritabanlarına erişim: Ulakbim ve üniversite kütüphaneleri için bir model önerisi*. (Yayımlanmış YL. Tezi). Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
3. Ateş, M. (2018). *Türkiye’de Sosyal İnovasyon Uygulamaları ve Genç Nüfusun Potansiyeli*, Seta Yayınları, Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı, İstanbul.
4. Buhr, D. (2015). *Social innovation policy for Industry 4.0*. Friedrich-Ebert-Stiftung, Division for Social and Economic Policies.
5. Bulut, E., ve Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve inovasyon göstergeleri kapsamında Türkiye analizi. *ASSAM International Refereed Journal*, (7), 50-72.
6. Büyüksulu, A. R. (2020). *Toplum 5.0 Süper Akıllı Toplum*. İstanbul: Der Yayınevi.
7. CBInsights. (2020, Eylül 01). Eylül 14, 2020 tarihinde CBINSIGHTS: <https://www.cbinsights.com/research/future-factory-manufacturing-tech-trends/> adresinden alındı.
8. Cerebro. (2018, Mart 12). Ağustos 25, 2020 tarihinde <https://medium.com/t%C3%BCrkiye/yapay-zeka-uygulamalar> adresinden alındı.
9. Diaconu, M. (2011). Technological innovation: Concept, process, typology and implications in the economy, *Theoretical and Applied Economics*, 18 (10) (563), 127-144.
10. DiSerio, A., Ibáñez, M. B. ve Kloos, C. D. (2012). *Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course*. 68, 586–596. Computers and Education.
11. Durmuş, A. (2019). *Endüstri 4.0 Eğitim 4.0 Liderlik 4.0 Toplum 5.0*. Ankara: Efeakademi Yayınları.
12. Eichel, H., Fink P. ve Rüther P. (2017). Social innovation policy for industry 4.0. *A Project By The Friedrich-Ebert-Stiftung 2015 And 2017*, Good Society – Social Democracy # 2017 Plus.

13. Ekonomist (2020). Meleklerin 2020 planları. 24 Şubat 2020, <https://www.ekonomist.com.tr/kapak-konusu/meleklerin-2020-planlari.html>, Erişim Tarihi: 18.10.2020.
14. Ersöz, F. (2011). Avrupa inovasyon göstergeleri (EIS) ışığında Türkiye'nin konumu. *İTÜ Dergisi*, 6(1).
15. Esmer, Y. ve Alan, M.A. (2019). Endüstri 4.0 perspektifinde inovasyon. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7(18), 465-478.
16. European Commission, E. (2020). European Innovation Scoreboard 2020.
17. EY. (2019). Orta Doğu ve Afrika'da Yapay Zeka. Microsoft.
18. Fırat, S. Ü. ve Fırat, O.Z. (2017). Sanayi 4.0 devrimi üzerine karşılaştırmalı bir inceleme: Kavramlar, küresel gelişmeler ve Türkiye. *Toprak İşveren Dergisi* (114), 10-23.
19. Ghafory, I. (2020, Haziran 25). Endüstri 4.0, Eylül 15, 2020 tarihinde <https://www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler/> adresinden alındı.
20. Hahn, J. ve Andor, L. (2013) Guide to Social Innovation. European Commission.
21. IFR. (2017). The Impact of Robots on Productivity. Eylül 10, 2020 tarihinde <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/position-paper> adresinden alındı.
22. IFR. (2020, Ağustos 6). Eylül 3, 2020 tarihinde IFR: <https://ifr.org/ifr-press-releases/> adresinden alındı.
23. İçten, T. ve Bal, G. (2017). Artırılmış gerçeklik üzerine son gelişmelerin ve uygulamaların incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 5(2), 111-136.
24. Karabegovic, I., Karabegovic E. ve Husak E., (2011). Comparative Analysis of the Industrial robot Application in Europe and Asia, *International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS*,11(01).
25. Kaoğlan Yılmaz, F. G. ve Durak, A. (2019). Artırılmış gerçekliğin eğitsel uygulamaları üzerine ortaokul öğrencilerinin görüşleri. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fak. Dergisi*, 19(2), 468-481.
26. Koç, O. (2010). Toplumsal sorunlarla mücadelede bir kaldıraç olarak sosyal inovasyon ve sosyal girişimcilik açısından önemi. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 5(2), 205-212.

27. Kurnaz, G. ve Bedük, A. (2017). Türkiye’de ve dünyada melek yatırımcılık. *Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler MYO Dergisi*, 20(1), Nisan 2017.
28. Kökhan, S. ve Özcan, U. (2018). 3D yazıcıların eğitimde kullanımı. *Best*, 2(1), 80-85.
29. Leyh, C. ve Shaffer, T. (2017). Industry 4.0 and lean production – A matching relationship? An analysis of selected Industry 4.0 models, *Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, 989–993.
30. Marolt, M., Pucihar, A. ve Zimmermann, H.D. (2015). Sosyal CRM'nin benimsenmesi ve performans sonuçlarına etkisi: Bir literatür taraması. *Organizacija*, 48 (4), 260-271.
31. Morarr R., Arman H. ve Mousa S. (2017). The fourth industrial revolution (Industry 4.0): A social innovation perspective. *Technology Innovation Management Review November 2017*, 7(11).
32. Mulgan G. (2006). The Process of Social Innovation, Ekim 20, 2020 tarihinde <https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/> adresinden alındı.
33. Murray, R., Caulier-Grice, J. ve Mulgan, G. (2010). *The Open Book of Social Innovation*. London: National Endowment for Science, Technology and the Art.
34. Oracle. (2020). Oracle. Eylül 15, 2020 tarihinde <https://www.oracle.com/tr/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html> adresinden alındı.
35. Paschen, U., Pitt, C. ve Kietzmann, J. (2020). Artificial intelligence: Building blocks and an innovation typology. *Business Horizons*, 63(2), 147-155.
36. Phills, J. A., Deiglmeier, K. Ve Miller, D. T. (2008). Redis covering social innovation. *Stanford Social Innovation Review*, 6(4), 34-43.
37. Proente. (2020). Proente. Ağustos 20, 2020 tarihinde <https://proente.com/nesnelerin-interneti-nedir/> adresinden alındı.
38. Ramos, W., M. A., Figueiredo, P. S. ve Guizzo, C. P. (2019). Antecedents of innovation in industry. *Innovation & Management Review*, 15(3), 269-285.
39. Shrouf, F., Ordieres J. ve Miragliotta, G. (2014). Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management

- approached in production based on the Internet of Things paradigm, (2014 IEEE), 9-12 Dec.2014, Malaysia.
40. Turkishtime. (2020, Ocak 29). Turkishtime. Ağustos 30, 2020 tarihinde <http://www.turkishtimedergi.com/inovasyon/2020-inovatif-girisim-yili-olabilir/> adresinden alındı.
 41. Ungerman O. ve Dedkova J.,(2019). Marketing innovations in industry 4.0 and their impacts on current enterprises, *Applied Sciences*, 5 Sep. 2019, 9, 3685.
 42. Uyar, A. (2017, Haziran 2). Pazarlama Türkiye. Eylül 13, 2020 tarihinde <https://pazarlamaturkiye.com/inovasyon-ve-pazarlama/> adresinden alındı.
 43. Vacek, J., (2016). Innovation Management, Entrepreneurship and Corporate Sustainability (IMECS 2016), Published by Vysokáškola ekonomická v Praze.
 44. Vaishya, R., Javaid, M., Khan, İ. H. ve Haleem, A. (2020). Artificial Intelligence (AI) applications for COVID-19 pandemic. *Diabetes, Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, 14(4), 337-339.
 45. Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya Üniversitesi, F.B.E. Dergisi*, 22 (2), 546-556.
 46. WIPO. (2020). Global Innovation Index 2020 Who Will Finance Innovation? Ithaca, Fontaine bleau, and Geneva: Cornell Univ. and INSEAD.

BÖLÜM 8

ENDÜSTRİ 4.0 VE
GİRİŞİMCİLİK

ENDÜSTRİ 4.0 VE GİRİŞİMCİLİK

Dr. Öğr. Üyesi Fatih Ferhat ÇETİNKAYA

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0003-2263-0479

GİRİŞ

Endüstriyel gelişmeler toplumsal hayatı etkilediği gibi, işletmeleri de derinden etkilemektedir. İşletmelerin ayakta kalabilmesi ve rekabet edebilmesi için endüstriyel gelişmelere ayak uydurması kaçınılmazdır. Günümüzde teknolojinin çok hızlı gelişmesi işletmeleri devamlı yenilik yapmaya zorlamaktadır. Rekabette avantaj yakalamak ve bu avantajı sürdürülebilir hale getirmek teknolojiden bağımsız düşünülemez. Bu çerçevede günümüzde girişimciliğin ilgi alanları da farklılaşmaktadır. Yeni bir iş kurma düşüncesinde olan girişimciler, değişen teknolojik şartları da göz önünde bulundurarak fikirlerini hayata geçirmelidirler. Dördüncü sanayi devrimi dediğimiz endüstri 4.0 girişimcilere de önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu bölümde endüstri 4.0 kavramının getirdiği yenilikler ışığında girişimcilik kavramının ele alınması amaçlanmıştır.

Girişimcilik faaliyetleri çok eski tarihlerde başlamış olup, günümüzde çok büyük alanlarda yapılabilen bir faaliyet haline gelmiştir. Girişimcilik özellikle tarım toplumun dan endüstri toplumuna geçişle ivme kazanmaya başlamış, ilk başlarda kamu sektörü tarafından çoğunlukla uygulanırken serbest piyasa ekonomisine geçiş ile özel sektör tarafından da uygulanmaya

başlanmıştır. İthalat ve ihracatın ülkeler arasında artması sırasıyla, buhar makineleri, elektrik, internet ve dijital teknolojilerin ortaya çıkması girişimciliğin seyrine de etki etmiş ve yoğun teknolojilerin gerektiği yeni bir döneme girilmiştir (Bozkurt, 2019: 554).

Endüstri devrimleri, kitlesel üretime geçilmesini ve üretim teknolojilerinin devamlı gelişmesini ortaya çıkarmıştır. Endüstri 4.0 dediğimiz dördüncü sanayi devrimi de dijital teknolojileri de kullanarak birçok alanda yenilikler getirmektedir. Endüstri 4.0'ın sağladığı avantajlar hız, yeni pazarlama teknolojileri, inovasyon merkezli üretim, üretim süreçlerinde ilişki kuran makineler ve yapay zeka gibi birçok yeni kavramı içermektedir. Dijital dönüşüm bütün işletme fonksiyonlarını ve iş yapma süreçlerini etkilemektedir (Soylu, 2018: 43). Bu nedenle yeni iş fikri olanlarında bu dönüşüm ve değişimleri dikkate alarak planlamalar yapması başarılı olmalarına katkı sağlayacaktır.

Girişimcilik, fırsatları herkesten önce görerek bunu yatırıma dönüştürebilme, yaratıcılık ve yenilik yapabilme, inovatif hareket edebime ile ilgilidir (Tekin, 2004: 3; Döm, 2008: 3) Girişimcilikte amaç sadece bir iş kurmuş olmak değil yenilik yapabilmek ve fark ortaya koyabilmektir. Bunu yapabilmek için fırsatların görülebilmesi ve iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Günümüzde endüstri 4.0 bağlamında ortaya çıkan dijitalleşme de girişimcilere çok çeşitli alanlarda fırsatlar ortaya çıkarmaktadır. İş yapma süreçlerinde meydana gelen gelişmeler ve yoğun teknoloji kullanımı işletme konseptine de farklı bir bakış açısı getirmektedir. Akıllı işletmeler, büyük veri, bulut bilişim, robotik teknolojiler, siber-fiziksel sistemler ve yapay zeka gibi kavramlar bilgi paylaşımından dijitalleşmeye, nitelikli insan kaynağından iletişim ve haberleşmeye birçok alanda çığır açan yenilikler ortaya koymaktadır. Girişimcilikte başarının ortaya çıkması da bu gelişmeler perspektifinde hareket edebilmekle sağlanacaktır.

Girişimcilik de amaç kar elde etme isteğinin yanında müşterilerin ihtiyaçlarına cevap verebilmek onların beklentileri doğrultusunda hareket ederek problemlerini çözebilmektir (Döm, 2008: 9). Değişen teknoloji müşterilerin yaşantı ve alışkanlıklarını da değiştirmektedir. Teknoloji günlük hayatımızın parçası olup özellikle Z kuşağının yaşamlarının merkezini oluşturmaktadır. Bu kapsamda gelişmeler göstermektedir ki önümüzde ki yıllar yoğun teknoloji kullanımını kaçınılmaz hale getirecektir. Endüstri 4.0 dediğimiz dördüncü sanayi döneminde özellikle bilgi teknolojilerinin kullanımı ve dijitalleşme ön plana çıkmış, üretim ve istihdam seçenekleri değişmiş, nitelikli iş gücüne ihtiyaç duyulduğu yeni bir dönem başlamıştır. Endüstri 4.0'ın getirdiği yeni uygulamalar teknolojinin ve inovasyonun önemini anlayan girişimcilerin daha başarılı olacağını göstermiştir (Bozkurt, 2019: 550).

Girişimcilik faaliyetinde bulunacak müteşebbislerin, endüstri 4.0'ın getirdiği dijitalleşmeyi, bilişim teknolojilerinin endüstrilere hakim olmaya başladığını, az enerji ve girdi ile daha kaliteli ve maliyeti düşük ürünlerin üretileceği gerçeğini göz önünde bulundurmaları gerekmektedir.

Girişimcilikte Yenilik ve Yaratıcılık

Girişimcilik ekonomik kalkınma, üretime katkı sağlamak ve istihdam açısından önem verilen bir konudur. Ülke ekonomilerinde KOBİ'lerin katkısı çok büyüktür. Girişimcilik günümüzde; yenilik, yaratıcılık ve fırsatları yakalama olarak tanımlanabilmekte ve araştırmacılar tarafından ele alınmaktadır (Arıkan, 2002: 31). Endüstri 4.0 uygulamalarıyla üretimlerin yapıldığı günümüzde girişimcilik daha da anlam kazanmaya başlamıştır. Endüstri 4.0 girişimcilere çok farklı alanlarda yenilik yapma fırsatı vermektedir. Girişimcilerin devamlı yenilik arayışında olması, risk almadan kaçınmaması meraklı ve ilgili olması (Turhan ve Baysal, 2019: 3)

endüstri 4.0'ın yeniliklerini fırsata çevirmeleri için gereken özelliklerdir.

Yaratıcılık ve yenilik kavramları genellikle birlikte kullanılan kavramlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Yaratıcılık, yeni bir şeyler ortaya koyma düşüncesi olarak ifade edilirken, yenilik, düşüncelerin ürüne dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu davranışı sergileyebilen işletmeler, rakiplerine fark yaratabilmekte ve rekabet avantajı sağlayabilmektedirler. Farklı bir şeyler ortaya koyabilme ile sahip olunan insan kaynağının niteliği ve örgüt yapısı arasında yakından ilişki vardır (Duran ve Saraçoğlu, 2009: 60).

Endüstri 4.0 süreci girişimcileri, daha geniş bakış açısıyla bakmaya, yeniliğe ve yaratıcılığa yönelmeye sevk etmiştir. Girişimciler bu yeni dönemde, işletme yapılarını daha esnek hale getirerek buna uygun iş gücüne sahip olmalıdır. Sahip olunan iş gücü bilgi, donanım ve teknoloji kullanımında belirli bir yeteneğe sahip olmalıdır (Bozkurt, 2019: 557-558). Teknolojik değişim girişimcilere yaratıcılıklarını ortaya çıkarabilme ve yenilik yapabilme fırsatı sunmaktadır. Önümüzdeki süreç teknolojiyi takip eden ve rakiplerinden önce uygulayan işletmelerin daha avantajlı olacağı bir dönem olacaktır. Başarılı girişimciler gelişen teknolojiyi fırsata dönüştürebilen girişimcilerdir.

Girişimcilik faaliyetleri ekonomilerin güçlenmesinde mikro ve makro katkılarıyla ele alınması gereken faaliyetlerdir (Scarborough, 2014: 2). Bu nedenle insanların teşvik edilmesi yeniliğe ve yaratıcılığa özendirilmesi ve girişimci ruha sahip bir toplum oluşturulması gerekmektedir (Drucker, 2017: 295). Girişimcilik kültürünün yerleştiği toplumlar daha üretken ve rekabet gücü daha yüksek toplumlar haline gelmektedirler. Yaratıcılık ve yenilik son teknolojik gelişmeler ışığında daha rahat yapılabilir hale gelmiştir. Küresel anlamda da teknoloji lideri olan işletmeler dev ekonomilere sahip olabilmekte ülkelerine ve istihdama ciddi katkılar sağlamaktadırlar.

Yeni Ekonomi

Son yıllardaki teknolojik gelişmeler, küreselleşme ve dijital teknolojilerin kullanılması "yeni ekonomi" kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Çalışkan, 2014: 1). Özellikle son 20 yılda gelişmiş Dünya ekonomilerine bakıldığında yeni ekonominin birçok alanda etki ettiği, verimliliği ve krizleri ile ekonomik sistemi nasıl etkilediği görülebilmektedir. Yeni ekonomideki teknolojik ve dijital gelişmeler eski ekonomik yöntemleri devre dışı bırakarak ekonomide yer almaya başlamışlardır (Sarı, 2007: 1).

Ekonomi denildiğinde artık bilgi ve teknoloji ön plana çıkmaya başlamış, günümüz bilgi toplumunda, sahip olunan bilgi, emek ve maddi güçten daha önemli hale gelmiştir (Marangoz, 2012: 235). Yeni ekonomik sistemde, yeni üretim yöntemleri ortaya çıkmış ve bilgisayar ve dijital teknolojiler organizasyonlarda daha fazla yer almaya başlamışlardır. Günümüzde başarılı işletme olabilmek ve rekabette avantajlı hale gelmek için, entelektüel sermayemizin güçlü olması ve bilgiye ulaşabilme gücümüzün olması gerekmektedir. Bunu yapabilmek için gelişen ve değişen şartları iyi gözlemleyip güncel bilgiyi elde etmek kaçınılmaz hale gelmiştir (Akin, 2005: 6).

Ekonomik sistemdeki değişmelerin temelini girişimciler oluşturmaktadır. Yeni gelmeleri ve değişimleri hayata geçiren, girişimcilerdir. Yenilik ve yaratıcılığın özünde de bu vardır. Yaratıcı-yıkıcılık; halihazırda olan üretim süreçlerini ve sistemini değişen şartlar doğrultusunda yok ederek yerine yeni süreç ve sistemleri getirmektir (Tunç, 2007: 31). Girişimciler, yaptıkları yenilikler ile piyasada ki dengeleri değiştirmekte ve ekonominin sürekli değişimine katkıda bulunmaktadır. Ekonomik kalkınma denilen şeyde farklı yeni uygulamaların eski uygulamaları ortadan kaldırması sonucu oluşan yaratıcı-yıkım yoluyla gerçekleşmektedir. Yeni yöntemleri uygulayan işletmeler eski

işletmelerin ortadan kalkmasına yada değişmesine neden olmaktadır (Narea, 2016: 2).

Yeni ekonomide, değişimlere bağlı olarak inovasyon ve teknoloji ülke ekonomilerinde çok önemli bir yer almıştır. Yeni teknolojileri kullanan işletmeler ülke ekonomilerinin kalkınmasına da katkı sağlamaktadırlar. Ayrıca ürün ve hizmet kalitesi de giderek artmakta ve daha geniş pazarlara ulaşılmaktadır (Stam, 2008: 14-15). Drucker inovasyonu, rekabette, büyümede ve karlılığın artırılmasında önemli bir aktör olarak görüp, girişimcilerin bunu dikkate alarak yeniliğe önem vermeleri gerektiğini ifade eder (Thomson, 2006: 15). Günümüzde de girişimcilerin yenilikleri dikkate alıp her alanda öncülük yapmaları gerekmektedir (Çetinkaya, 2017: 4).

Dijital teknolojilerdeki gelişmeler ve iletişimin hızla gelişmesi endüstri 4.0'ın temelini oluşturmaktadır (Tekin ve Karakuş, 2018: 2104). Endüstri 4.0'ın dördüncü sanayi devrimi olarak adlandırılmasının en önemli nedenlerinden bir tanesi inovasyon ekonomisini ortaya çıkarması ve devamlı yeniliğe yol açmasıdır. Endüstri 4.0 verimliliği ve kaliteyi artırmakla birlikte devamlı yeniliğe teşvik etmektedir. Bu durum sürekli yeni iş modellerinin ortaya çıkmasına ve yayılmasına neden olmaktadır (Schmitt, 2013: 1). Bu durum girişimciler için devamlı çok önemli fırsatların doğmasına neden olmaktadır. Teknolojinin gelişmeleri yatırıma dönüştürmek başarılı girişimcilerin şansını artıracak ve girişimci sayıları artacaktır.

Endüstri 4.0' daki gelişmeler geleneksel rekabet faktörleri arasına inovasyonunda eklenmesine neden olmuştur. İşletmeler rekabette bu değişimleri ve tüketici beklentilerini dikkate alarak iş modellerinin değiştirileceğini ön görüp esnek bir yapıya bürünmelidirler (Morrar vd., 2017: 15). Tüketici davranışlarındaki beklentiler ve kalite isteği işletmeleri yenilik yapmaya zorlamış ve endüstri 4.0 devrimini ortaya çıkaran nedenlerden olmuştur

(Tunçel vd., 2018: 1). Yeni ekonomi denilen bu dönemde, sürekli değişim ve gelişimin yaşanması inovatif faaliyetleri kaçınılmaz kılmıştır. Rekabet edebilmek ve başarılı olabilmek için işletmelerin yenilik yaparak bir fark ortaya koymaları bu yeni ekonomiye ayak uydurmalarında önemli hale gelmiştir.

Endüstri 4.0 ve Girişimcilik

Bu bölümde endüstri 4.0'daki gelişmeler ışığında girişimcilik uygulamaları ele alınacaktır. Endüstri 4.0'ın girişimciler için ne anlam ifade ettiği ve ne gibi fırsatlar sunduğu açıklanmaya çalışılmıştır.

Endüstri 4.0'ın Girişimciler İçin Getirdiği Yenilikler

Endüstri 4.0 dediğimiz dördüncü sanayi devrimi ile daha hızlı, ucuz ve kaliteli ürünler dijital teknolojiler ile üretilebilmektedir. Endüstri 4.0'ın getirdiği dijital teknolojiler üretim sistemlerinin artık teknoloji yoğunluklu olduğu "akıllı" sistemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Turan, 2018: 55). Günümüzde girişimcilik faaliyetleri de bu gelişmeler ışığında ele alınarak teknolojik yatırımlara önem verilmesi ve yapılan iş kurma faaliyetlerinde teknolojinin kullanılması girişimcilik faaliyetlerinin başarısını artıracaktır. Bu anlamda endüstri 4.0'ın girişimcilik faaliyetlerine yön verecek bazı unsurlarına aşağıda yer verilmiştir.

Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti (IoT), nesnelerin birbirleriyle sensörler aracılığıyla iletişim kurduğu bir sistem olarak ifade edilebilir (Witkowski, 2017: 764). IoT teknolojisinde Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) teknolojisi, Radyo Sinyalleri ile Yakın Alan İletişimi (NFC) teknolojisi, sensörler gibi algılayıcılar ve Wifi,

Wimax, Zigbee, Bluetooth ve kızılötesi gibi kablosuz iletişim teknikleri aracılığıyla nesnelere hakkında veriler elde edilebilmekte ve nesnelere ilgili veriler alınabilmektedir (Bozdoğan, 2015: 5). Nesnelere interneti (IoT), nesnelere ortak ağ ile bilgiyi birbirlerine iletebildiği akıllı cihazlardan oluşan bir yapı olarak ifade edilebilir (Erdem, 2015: 5).

Bu teknoloji günlük hayatımızda bize kolaylık sağlayan yeni cihazların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Örneğin akıllı termostatlar, internet aracılığı ile sıcaklığı otomatik olarak ayarlayabiliyor, ortamın koşullarına göre ayarlama yapabiliyor ve enerji tasarrufu sağlayabiliyor. Yine sensörlü güvenlik sistemleri sayesinde, kamera, hareket, ses ve alarm gibi hizmetler tek bir akıllı cihaz ile takip edilebilir ve uzaktan yönetilebilir. Bu ve benzeri teknolojilerin çoğalması girişimcilere yeni, iş fikirleri sunmaktadır. Başka alanlarda da günlük hayatımızı kolaylaştıracak akıllı cihazların geliştirilmesi girişimciler için ilgi odağı olabilir.

Siber-Fiziksel Sistemler

Siber-fiziksel sistemler, dış dünya ile siber ortamları internet aracılığıyla bağlayan, dünyadaki olayları internet aracılığıyla elde edebilen sistemlerdir (Alçın, 2016). Bu yapıda akıllı cihazlar ile sensörler ve yazılımlar aracılığıyla makineler birbirine bağlanabilmektedir. Bu sistem üretimden dağıtıma kadar bir süreci kapsayarak devam eden bir sistemdir (Arıcı, 2016). Siber-fiziksel sistemler işletmelerin değişen müşteri isteklerine cevap verebilmede başarısını artırabilen sistemlerdir (Wegener, 2014).

Siber-fiziksel sistemler teknolojinin kullanımıyla tam anlamda otomasyonun üretim süreçlerine dahil edilmesidir. Girişimciler daha kaliteli üretim yapabilmek için bu sistemleri kullanabilir. Ayrıca siber-fiziksel sistemler stok kontrolünden kişiye özel ürün üretmeye kadar çok çeşitli konularda girişimcilerin ilgisini çekebilir. Bu sistemlerin kullanıldığı üretim süreçlerinin

uygulanması, girişimcilik de başarıyı artıracak ve rekabet de avantaj sağlayacaktır.

Bulut Bilişim Sistemi

Bulut bilişim, büyük miktardaki verilerin sanal ortamda yani bulutta toplanılmasını sağlayan bir veri toplama ve depolama olarak ifade edilebilir (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017: 157). Bulut bilişim şirketlerinin en önemlileri Google Drive, IBM Cloud, Yandex, Microsoft, Amazon gibi işletmeler olup sundukları hizmetler ile çok büyük bulut bilişim imkânları sağlamaktadırlar. Bu hizmetler, diğer işletmelere daha fazla depolama alanı, veriye çabuk ulaşma gibi avantajlar sağlamaktadır. Abonelik yoluyla bu hizmetler ilgili işletmelerden alınabilmektedir (Kelly, 2017: 145).

Bulut bilişim sayesinde işletmeler çok çeşitli sunuculara bağlanabilmekte ve verilere istedikleri yerde ulaşabilmektedir. Özellikle girişimciler açısından yüksek teknoloji maliyeti gerektiren işlerin yapılmasında, bulut bilişim uygulamalarından faydalanılarak maliyetlerin düşürülmesi sağlanabilir. Daha düşük maliyetler ile girişimcilik faaliyetine başlanabilir. Yine bulut bilişim sayesinde çok fazla veriye ulaşılabilir, çeşitli uygulama ve yazılımlar elde edilerek ürün yada hizmetlerin üretiminde ve dağıtımında kullanılabilir. Bu, girişimcilere teknolojiyi kullanma ve verileri daha hızlı, ucuz elde edebilme imkanını sunar.

Akıllı Fabrikalar

Akıllı Fabrikalar, yoğun otomasyon kullanılarak, işletme içinde birbirleri ile etkileşim ve iletişim kurabilen makinalar olduğu, üretimin çoğunlukla robotlar ve makinalar aracılığıyla yapıldığı bu sayede güvenlik ve kalitenin arttırıldığı yapılardır (Davutoğlu vd., 2017: 554). Akıllı işletmelerde, üretim süreçlerinde herhangi bir aksama olduğunda sorunlar anında tespit edilip çözülebilmekte,

üretim esnasında herhangi bir ürüne ihtiyaç duyulduğunda otomatik olarak sipariş verilebilmektedir (Ghafory, 2019).

Procter&Gamble, Land Rover, Boeing 777 gibi şirketler akıllı işletme teknolojileri ile verimliliklerini artırabilmekte arızalarını sifıra düşürebilmektedirler. Akıllı fabrikaların girişimciler için bir fırsat olduğu görülmekte olup, teknoloji kullanımı ve rekabet edebilme açısından önemli avantajlar sağlayabilmektedir. Yaşadığımız gelişmeler akıllı işletmelerin gelecekte sayısının giderek artacağını ve bu tarz işletmelerin kaliteyi daha da artıracağını göstermektedir. Bunun yanında akıllı işletmelerin kurulması, büyük maliyet gerektirebilmekte ve kalifiye elemana ihtiyaç duyulmaktadır.

Örneğin, Almanya'nın Amberg şehrinde bulunan Siemens'in dijital bir fabrikası önümüzdeki süreç de geleceğin fabrikalarının nasıl olacağı konusunda bize güzel bir örnek olmaktadır. Fabrika çalışanlarının %75'lik kesimini robotlar oluşturmakta %25'lik kesimini ise insanlar oluşturmaktadır. Fabrika'da binden fazla ürün çok az hata payı ile üretilebilmektedir. Ayrıca kişiye özel ürünler üretilebilmekte, az enerji ile daha yüksek verimlilik sağlanmakta, düşük maliyet ile üretim yapılabilmektedir. Bu fabrika çoğunluğunu robot çalışanların oluşturduğu dijital bir fabrikadır (Siemens, 2016). Benzer şekilde, Çin'in Dongguan kentinde telefon üreten bir fabrika, dünyanın ilk insansız fabrikası olarak bilinmektedir. Fabrikanın %80'ini robotlar oluştururken %20'sini teknik ekip oluşturmaktadır. Bir robot kolu, ortalama 68 işçinin üstlendiği işi yapabilmektedir. Robotlarla üretimden önce her bantta yaklaşık 650 işçi çalışırken, şuan otomatik kayışa bağlı her bantta 3 işçi çalışmaktadır. Robot kollar, kalifiye insan gücünden daha kaliteli üretim yapabilmekte ve hata payını %25'den %5'e kadar düşürmektedir. 24 saat aralıksız üretim yapan fabrikanın, üretim kapasitesi ayda kişi başı 8 bin parçadan 21 bin parçaya yükselmiştir (The Economic Times, 2015).

Üç Boyutlu Yazıcılar (3D)

Endüstri 4.0 uygulamaları içerisinde en önemli teknolojilerden bir tanesi üç boyutlu yazıcılardır. 3D yazıcılar sayesinde belirli bir ürünün üç boyutlu tasarımı yapılarak üretilmesi mümkün olmaktadır. Bu teknoloji ile insanlar kendi tasarımlarını üretebilmekte, maliyetleri de düşürmektedir. 3D teknolojisi gelecekte çok sık kullanılacak ve bu teknolojiye sahip işletmelere avantaj sağlayacaktır (Düzgün ve Çetinkaya, 2019: 19). 3D yazıcılar sayesinde çoğu makine parçalarının basımları yapılabilmekte, çok farklı sektörlerde kullanılabilir. Bu teknoloji özellikle önümüzdeki süreçte çok büyük gelişmelerin olmasını sağlayacak, fırsatlar ve yenilikler sunacaktır (EBSO, 2015).

Günümüzde 3-D baskı hizmetlerinin çok geniş alanlarda uygulandığı görülmektedir. Yenilik ve yaratıcılık düşüncesi olan girişimcilerin rahatlıkla 3D baskı ile fikirlerini hayata geçirmesi kolaylaşmıştır. Artık bu teknoloji ile neredeyse bütün sektörlerde yeni ürünler üretmek mümkün olmaktadır.

Girişimcilik her dönemde, ortaya çıkan yeni durumlar karşısında fırsatları değerlendirebilmek ve öncü olmak için yapılan faaliyetler olarak ele alınabilir. Bugün için endüstri 4.0 kalite ve verimliliği teknolojinin yardımıyla artırmak olarak düşünülse de, endüstri 4.0 hayatın her alanını etkilemekte sosyal yaşantıda çok büyük değişikliklere yol açmaktadır. Gelişmeler göstermektedir ki endüstri 4.0'dan beklentiler hem üretim hem de sosyal açıdan giderek artmaktadır. Dünya'daki gelişmeler değişimi kaçınılmaz kılmakta ve yeni fırsatlar sunmaktadır. Bunun yanı sıra nitelikli insan kaynağına da ihtiyaç artmaktadır (Şimşek, 2020).

Endüstri 4,0 dediğimiz dördüncü sanayi devriminin üretimde ve yönetimde büyük değişikliklere yol açmasını aşağıdaki nedenler ile açıklayabiliriz (Davutoğlu vd., 2017: 550).

- Yüksek Rekabet Gücü; Akıllı fabrikalarda yoğun otomasyon kullanımı, siber-fiziksel sistemler ve gömülü sistemler verimliliği artırmakta ve küresel rekabette avantaj sağlamasına neden olmaktadır
- Esnek Üretim; Rekabetin yoğun olduğu ortamda değişimlere daha çabuk uyum sağlayabilmek işletmeler için önemlidir. Endüstri 4.0'ın getirdiği yenilikler işletmelerin daha esnek olmalarına imkan vermektedir.
- Özel Üretim; Mevcut sistemde üretim süreçleri genel hatları ile belli iken endüstri 4.0'da bilgi teknolojilerinin de yardımıyla üretimde değişikliklere çabuk tepki verilebilecek, kişiye özel üretimler de sağlanabilecektir.
- İnovatif İş Modelleri; Yeni dijital teknolojilerin kullanımıyla, nesnelerin interneti gibi imkanlar ile sistemler arası bağlantılar kurulabilecek, yeni iş modelleri ortaya çıkacaktır.
- Yeni Çalışma Şekli veya Zamanlaması; Teknolojinin gelişmesi işlerin daha çok makineler aracılığıyla yapılacağı sistemleri ortaya çıkaracaktır. Bu nedenle insan kaynağı daha esnek çalışmaya başlayabilecektir.

Her yeni gelişme beraberinde fırsatlar da sunmaktadır. Endüstri 4.0'ın getirdiği yenilikler özellikle teknoloji devi işletmeleri daha güçlü hale getirmekte ve iş ve sosyal hayatta çığır açan yeniliklere neden olmaktadır. Fırsatları iyi değerlendiren işletmeler rakiplerine karşı avantaj sağlamak ve ekonomilerini çok güçlendirebilmektedirler. Apple kurucusu Steve Jobs, facebook'un kurucusu Mark Zuckerberg, Amazon'un kurucusu Jeff Bezos ve SpaceX'in kurucusu Elon Musk bunların en güzel örneklerindedir. Endüstri 4.0' daki gelişmeleri fırsata çeviren bu girişimciler Dünya'nın en büyük işletmelerinin sahipleri arasına girebilmişlerdir.

Girişimciler için endüstri 4.0 çok fazla iş alternatiflerini ortaya çıkarmıştır. Endüstri 4.0'ın üretim sürecine, ürün özelliklerine, verimlilik artışına getirdiği yenilikler girişimcilere çok geniş alanlarda iş imkanı ortaya çıkarmıştır. Yaratıcılığını ortaya çıkarabilen ve yenilik yapabilen girişimciler bu süreç de başarılı olabileceklerdir.

Girişimciler, endüstri 4.0 uygulamalarında başarı yakalayabilmek için sağlıklı kararlar almak durumundadırlar. Endüstri 4.0 köklü değişikliklerin yapılmasını gerektiren fırsatlar sunabilir. Bu değişiklikler avantaj sağlarken bazı riskleri de ortaya çıkarabilir. Yatırımın başarısız olması, kalifiye eleman konusunda yaşanacak sıkıntılar ve siber güvenlik sorunları gibi sorunlarında oluşabileceği dikkate alınarak faaliyette bulunulmalıdır (Davutoğlu vd., 2017: 551).

Türkiye’de Endüstri 4.0 ve Girişimcilik

Gelişmiş ülkelerin endüstri 4.0 uygulamalarına geçtiği günümüzde, ülkemizde de bu konu ile ilgili toplantılar yapılmakta raporlar hazırlanmakta ve endüstri 4.0 uygulamalarına geçiş görülmektedir. Başarılı girişimlerin olması için üniversite özel sektör ve kamu işbirliğine ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Büyük işletmelerin kendi imkanları ile bunu kısmen yapabileme şansı var iken KOBİ’lerin desteğe ihtiyacı vardır. Bu konu Sanayide Dijitalleşme Stratejileri Çalıştayı’nda da özellikle ele alınmıştır. KOBİ’lerin işbirliği yapmaları kendi deneyimlerini paylaşmaları ve üniversite ve meslek kuruluşları işbirliği yapmaları fikri ortaya çıkmıştır (Ulusoy, 2018: 122-123). Bu konu ile alakalı TÜSİAD raporunda da çeşitli kısıtların olduğu tespit edilmiş ve bu kısıtlar aşağıdaki gibi belirtilmiştir (TUSIAD, 2016: 61-62):

İşgücü yapısıyla ilişkili kısıtlar:

- Ucuz işgücü maliyetleri yoğun sermaye gerektiren işlere yatırım yapılmasını azaltmaktadır.
- Nitelikli işgücüne duyulan ihtiyaç artmakta, nitelikli işgücünün yeterli olmaması teknoloji yatırımlarını engellemektedir.
- İşgücünün sanayiden hizmet sektörüne geçişinin artması tecrübeli eleman bulmayı zorlaştırmakta ve işten ayrılma niyetini artırmaktadır.

Teknoloji ve ölçek ile ilişkili kısıtlar:

- İşletme fonksiyonları arasında yeterince entegrasyon sağlanamamakta ve bağlanabilirliği ve veri toplamayı zorlaştırmaktadır.
- Gelişmiş ülkelere nazaran, işletme ölçeklerinin görece küçük olması, endüstri 4.0'ın potansiyel faydalarını sınırlamaktadır.
- Tedarikçilerin yeterince gelişmiş olmamaları ve entegrasyon sorunları endüstri 4.0 uygulamalarını sınırlandırmaktadır.
- Tedarik zincirleri boyunca endüstri 4.0 teknolojilerinin entegrasyonu için yerel çözüm sağlayıcılarının ve tasarım ortaklarının katılımı gerekmekte fakat bu destek dış pazardan karşılanmaktadır.

Yatırım beklentileriyle ilişkili kısıtlar:

- Endüstri 4.0'da yatırım geri dönüş hızının genel yatırım dönüş beklentisi olan iki yıldan uzun sürmesi yatırım yapma iştahını azaltmaktadır.

Bu sebeple sanayide dönüşüm için tüm paydaşların, özellikle de devletin ve sivil toplum kuruluşlarının, bütünsel ve birbirleriyle uyumlu hareket etmesinin önemli olduğunun bir kez daha altının çizilmesi gerekmektedir.

Politik ve Kamusal Kısıtlar:

- Teknolojik altyapının, başta sabit ve mobil geniş bant hizmetleri olmak üzere güncellenmesi gerekmektedir. Altyapılar, işletmelerin gerçek zamanlı veri akışını sağlayabilmeleri için kullanabilecekleri ölçüde hızlı ve güvenilir düzeyde olmalıdırlar.
- Müfredatların, mesleki eğitim ve yüksek öğretim programlarının, işgücünün BT ile bağlantılı beceri ve yenilik yetkinliklerini arttıracak şekilde doğru uyarlanması ve girişimci yaklaşımların güçlendirilmesi gerekmektedir.
- Sadece büyük değil, küçük ve orta ölçekli işletmelerin de yeni teknolojiler, üretim/çalışma metotları ve daha yetkin işgücüne erişim gibi alanlarda gerekli yatırımları gerçekleştirmelerini mümkün kılmak için kurgulanmış bir teşvik sistemi hayati önem taşımaktadır.

Ülkemizde gelecekte bilim ve teknoloji politikalarının belirlenmesinde en önemli kuruluş olan Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK)'nın 6 Şubat 2016'daki 29. toplantısında endüstri 4.0'ı ilgilendiren önemli kararlar alınmıştır (BTYK, 2016). Bu toplantıda özellikle “Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması” başlığı altında alınan kararlar, endüstri 4.0'ın yenilikçi teknolojilerini elde edebilmesi konusunda devletin bakış açısı ve uygulayacağı politikalar ortaya konulmuştur. Buna göre:

Ülkemiz de sanayiinde ileri teknoloji kullanımı ile rekabet gücünün artırılmasına yönelik akıllı üretim sistemlerinin uygulanması için;

a. Ülkemizin dinamiklerine uygun yürütme, uygulama ve izleme modelinin eğitim, istihdam ve sektörel politikalar ile ilgili analizleri de kapsayacak şekilde ilgili sektör paydaşları eşgüdümünde geliştirilmesi,

b. Kritik ve öncü teknolojilerde (öncelikle siber-fiziksel sistemler, yapay zekâ/sensör/robot teknolojileri, nesnelerin interneti, büyük veri, siber güvenlik, bulut bilişim vb.) yetkinlik kazanılmasını sağlayacak hedef odaklı Ar-Ge çalışmalarının artırılması,

c. Kritik ve öncü teknolojilerin yerli firmalarımızca üretilmelerini sağlayacak üretim altyapılarına yönelik, pilot üretim ve gösterim desteklerini de kapsayacak şekilde, gerekli teşvik ve destek mekanizmalarının gözden geçirilmesi ve geliştirilmesi konularında çalışmaların gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.

Endüstri 4.0 uygulamaları işletmelerin yanı sıra devlet, sivil toplum örgütleri ve üniversitelerin de katılımıyla birlikte hareket edilerek gerçekleştirilmesi gereken bir süreçtir. Bu konuda girişimcilerin özendirilmesi için gerekli alt yapı hizmetleri ve teşviklerin verilmesi süreci hızlandıracaktır.

Ülkemizde endüstri 4.0 ile ilgili çalışmaların önemi fark edilmekle beraber çalışmaların henüz çoğu yerde araştırma aşamasında olduğu görülmektedir. ASELSAN ve THY gibi kuruluşların güzel örnekler ortaya koyduğuda görülmektedir. ASELSAN'ın savunma sanayinde ürettiği makinalarda kullanılan akıllı teknolojiler endüstri 4.0'ın güzel bir örneğidir. Ayrıca THY (Türk Hava Yolları) havacılık alanında iletişim ve ulaşımda kullandığı teknolojiler ile Dünya'nın en önemli hava yolu şirketleri arasında yer almaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada, endüstri 4.0'ın getirdiği yeniliklerin girişimciler açısından getirdiği fırsatlar ve uygulamalar ele alınmıştır. Özellikle çoğu ülke de yeterince uygulama aşamasına geçmeyen endüstri 4.0 girişimciler açısından değerlendirilmesi gereken büyük bir alan açmıştır. Bu bağlamda literatür kapsamında ne gibi gelişmelerin

yaşandığı ve nelerin eksik yapıldığı konuları ele alınmaya çalışılmıştır.

Sanayi devrimleri insanlığın yaşantısında çığır açan ve üretimden sosyal hayata birçok yeniliklerin ortaya çıkmasına vesile olan devrimlerdir. Dördüncü sanayi devrimi dediğimiz endüstri 4.0'da bu anlamda hayatımıza birçok yeniliğin girmesine sebep olmuş, getirdiği dijital teknolojiler ile üretim ve iş yapma modellerini başka bir boyuta taşımıştır. Yapay zeka, büyük veri, bulut bilişim, robotik teknolojiler gibi birçok uygulama ile Dünyamız çok farklı bir hale gelmiş, özellikle üretim ve verimlilikte rekabet koşulları değişmiştir. İşletmeler rekabette avantaj elde edebilmek için artık yeni teknolojileri kullanmak zorunda kalmışlardır.

Girişimcilik ülke ekonomilerinde büyük öneme sahip bir kavramdır. Girişimciler yaptığı faaliyetler ile ekonomik büyümeye, üretim ve istihdama katkı sağlamakla birlikte küresel rekabette dışa bağımlılığın azalmasına da yardımcı olan ve devamlı teşvik edilen faaliyetlerdir. Girişimciliğin başarılı olmasının temel koşullarından biri yaratıcılık ve yenilik yapabilmektir. Küresel rekabette fark yaratabilen girişimciler rekabet avantajı elde edebilmektedirler. Endüstri 4.0 yaratıcılık ve yenilik açısından çok önemli fırsatlar sunmaktadır. Dijital teknolojiler ile üretim süreçlerinde, kalitede, verimlilikte ve kişiye özel üretimde çok ciddi avantajlar elde edilebilmekte ve sürdürülebilir hale getirilmektedir.

Yaşadığımız gelişmeler göstermektedir ki, önümüzdeki yıllar dijital teknolojinin yoğun kullanıldığı ve bu teknolojileri kullanan işletmelerin başarılı olduğu yıllar olacaktır. Girişimcinin amacı, değer yaratmanın yanı sıra, yeni teknolojileri kullanarak fark yaratabilme ve müşteri memnuniyeti sağlayabilmektir. Bunu yapabilen girişimciler başarılı olabilecekler ve sürdürülebilir rekabette avantaj elde edebileceklerdir. Bu anlamda teknolojinin elde edilmesi, bilgi yönetimi ve nitelikli işgücü önümüzdeki süreç

de daha anlamlı hale gelecektir. Bunlara sahip olan girişimciler rakiplerine öncülük edebilecek ve başarıyı yakalayabileceklerdir.

Bu çalışma literatür bilgileri ışığında ve belirli örnekler göz önüne alınarak yapılmış bir çalışmadır. Bu anlamda daha geniş uygulama ve örneklerin ele alınmaması çalışmanın kısıtı olarak görülebilir. Aynı zamanda endüstri 4.0 uygulamalarının bir kısmını ele alınması araştırmanın bir kısıtıdır.

Bu çalışmada, günümüzde giderek yaygınlaşan endüstri 4.0 uygulamalarının girişimcilere sunduğu fırsatlar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bundan sonraki çalışmalarda bu konunun daha kapsamlı ele alınması, farklı ülkelerde ne gibi uygulamaların yapıldığının araştırılması ve endüstri 4.0'ın uygulanmasında girişimcilere ne gibi eğitim ve teşvikin verildiğinin araştırma konusu yapılması önerilmektedir. Bu çalışma, güncel bir konu olan endüstri 4.0'a dikkat çekmek istemiş ve özellikle girişimciler açısından farkındalık yaratacak bir metin olarak literatüre katkı sağlamaya çalışmıştır.

KAYNAKÇA

1. Akın, H.B. (2005). *Yeni Ekonomi, Strateji, Rekabet, Küreselleşme. 2.Basım*, Konya: Çizgi Kitap Evi.
2. Alçın, S. (2016). Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0. *Journal of life Economics*, 3(2), 19-30.
3. Arıcı, M.S. (2016). *Dördüncü Sanayi Devrimi: Nesnelerin İnterneti, Siber Fiziksel Sistemler, Akıllı Fabrikalar*. <http://blog.milliyet.com.tr/4-sanayi-devrimi--2---nesnelerin-interneti--siber-fiziksel-siztemler--akilli-fabrikalar/Blog/?BlogNo=541046> adresinden ulaşılmıştır.
4. Arıkan, S. (2002). *Girişimcilik Temel Kavramlar ve Bazı Güncel Konular*. Ankara: Siyasal Kitapevi.
5. Bozdoğan, Z. (2015). *Nesnelerin İnterneti için Mimari Tasarımı* (Yüksek Lisans Tezi). Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı.
6. Bozkurt, Ö. (2019). *Girişimcilik 4.0 Ama Nasıl? Kavramsal Bir Çerçeve*. ICEB'19 International Congress of Economics and Business 11- 13 April 2019 Bursa/Türkiye.
7. BTYK (2016). <https://www.tubitak.gov.tr/tr/kurumsal/bilim-ve-teknoloji-yuksek-kurulu/toplantilar/icerik-bilim-ve-teknoloji-yuksek-kurulu-29-toplantisi-17-subat-2016> adresinden ulaşılmıştır.
8. Çalışkan, E. (2014). Yeni ekonomik coğrafya yaklaşımının yluslar arası ticareti açıklayıcılığı üzerine ampirik bir analiz. (Doktora Tezi) <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
9. Çetinkaya, M. (2017). *İŞKUR'un Uygulamalı Girişimcilik Eğitimlerinin Etkinliğinin Ölçülmesi Karabük İli Örneği*. (Yüksek Lisans Tezi). Karabük Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
10. Davutoğlu, N. A, Akgül, B. ve Yıldız, E. (2017). İşletme Yönetiminde Sanayi 4.0 Kavramı İle Farkındalık Oluşturarak Etkin Bir Şekilde Değişimi Sağlamak. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(52), Eylül, 544-567
11. Döm, S. (2008). *Girişimcilik ve Küçük İşletme Yöneticiliği*. Ankara: Detay Yayıncılık.
12. Drucker, P. (2017). *İnovasyon ve Girişimcilik Uygulama ve İlkeler*, Çev: İ. Gülfidan, İstanbul: Optimist Yayınları.
13. Duran, C. ve Saraçoğlu, M. (2009). Yeniliğin Yaratıcılıkla Olan İlişkisi ve Yeniliği Geliştirme Süreci. *Yönetim ve Ekonomi*, 16(1), 57-71.

14. Düzgün, D. E. ve Çetinkaya, K. (2019). Moda Alanında 3 Boyutlu Baskı Teknolojileri Kullanımı. *International Journal of 3D Printing Technologies and Dijital Industry*, 3(1), 19-31.
15. EBSO. (2015). Ege Bölgesi Sanayi Odası, Sanayi 4.0 Uyum Sağlayamayan Kaybedecek, *Ege Bölgesi Sanayi Odası Dergisi*, Ekim 2015.
16. Erdem, Ö. (2015). *Honey Thing: Nesnelerin İnterneti İçin Tuzak Sistem*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Şehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
17. Gabaçlı, N. ve Uzunöz, M. (2017). *IV.Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü*. 3 nd International Congress on Political, Economic and Social Studies (ICPESS), 149-174. 09-11 Nov. 2017.
18. Ghafory, I. (2019). *Siber Fiziksel Sistemler*. <https://www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler/> adresinden ulaşılmıştır.
19. Kelly, K. (2017). *Büyük Teknolojik Dönüşümü*. İstanbul: Türk Hava Yolları Yayınları.
20. Marangoz, M. (2012). *Girişimcilik*. İstanbul: Beta Yayınları.
21. Morrar, R., Arman, H. ve Mousa, S. (2017). The fourth industrial revolution (Industry 4.0): A social innovation perspective. *Technology Innovation Management Review*, 7(11), 12-21.
22. Narea, J. O. (2016). *Entrepreneurial Traits And Innovation, Evidence From Chile, Dissertation*, Maastricht University, ISBN 978 94 6159 5454.
23. Sarı, Y. (2007). *Bilgi Ekonomisi, Enflasyon Ve Büyüme Üzerine Bir Analiz*, Akademik Bilişim, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 31 Ocak-2 Şubat, s.1.
24. Scarborough, N.M. (2014). *Girişimciliğin ve Küçük İşletme Yönetiminin Temelleri*. (Çev. Sart, G.), 7.Basımdan çeviri, Ankara: Nobel Yayınları.
25. Schmitt, K. (2013). *Top 5 Reasons Why Industry 4.0 Is Real and Important*. *Digitalist magazine*. <https://www.digitalistmag.com/industries> Erişim: 05.04.2019.
26. Siemens, (2016). https://www.siemens.com.tr/web/1199-18813-11/siemens_turkiye_tr/siemens_turkiye/basin_bultenleri/bilim_sanayi_ve_teknoloji_bakani_fikri_isik_siemensin_ambargdeki_dijital_fabrikasini_ziyaret_etti, adresinden ulaşılmıştır.

27. Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 32, Temmuz, 2018.*
28. Stam, E., & Spigel, B. (2016). *Entrepreneurial Ecosystems. Utrecht University, U.S.E., 16(3), 1-2. 07 20, 2019 tarihinde <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/347982> adresinden alındı.*
29. Şimşek, T. (2020). *Yeni Nesil İş Modelleri.* <https://www.endustri40.com/yeni-nesil-is-modelleri-endustri-4-0-ile-yukseliyor/> adresinden ulaşılmıştır.
30. Şimşek, T. (2020). *Endüstri 4.0 ile Geleceğe Bakış ve Beklentiler.* <https://www.endustri40.com/endustri-4-0-ile-gelecege-bakis-ve-beklentiler/>, adresinden ulaşılmıştır.
31. Tekin, M. (2004). *Girişimcilik ve Küçük İşletme Yöneticiliği.* 4.Baskı. Konya: Selçuk Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Kitap Satış Bürosu.
32. Tekin, Z. ve Karakuş, K. (2018). Gelenekselden Akıllı Üretime Spor Endüstrisi 4.0. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 7(3), 2103-2117.*
33. TheEconomicTimes,(2015).<https://economictimes.indiatimes.com/news/international/business/china-sets-up-first-unmanned-factory-all-processes-are-operated-by-robots/articleshow/48238331.cms>, adresinden ulaşılmıştır.
34. Thomson, A. (2006). *Entrepreneurship and Business Innovation.* (PhD Thesis), Business School, Murdoch University.
35. Tunç, B. (2007). *İşletmelerde Yaratıcılık, Yenilikçilik, Girişimcilik Yönetimi.* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.
36. Tunçel, S., Candan, Z. ve Satır, A. (2018). *Ahşap İşlemede İnovatif Yaklaşım: Endüstri 4.0.* Ağaç İşleme Teknolojileri Paneli, İzmir. <http://www.sabittuncel.com/innovatif-yaklasimendustri-4-0/>, Erişim: 24.04.2019.
37. Turan, K. (2018). *Dördüncü Sanayi Devriminin Uluslararası İlişkilere Sosyoekonomik Etkileri.* (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
38. Turhan, M. ve Baysal, H. (2019). Teorik Çerçeve de Girişimci Davranışı İle Öğrenilmiş Güçlülük Arasındaki İlişkiye Betimsel Bir

- Değerlendirme. *International Journal of Arts & Social Studies*, 2 (2), 1-20.
39. TUSİAD. (2016). *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi*. Yayın No: TUSİAD-T/2016-03/576.
40. Ulusoy, G. (2018). İmalat Sektöründe Endüstri4.0 Dönüşüm Çabaları: Bazı Gözlemler. *İktisat ve Toplum, Sayı:92, Haziran*.
41. Wegener, D. (2014). *Industry 4.0: Concept of the resilient factory 2014*.
http://www.awkaachen.de/__C1257B97002C1799.nsf/html/en_baa6222ba575fe4cc1257c730043e2bb.html, adresinden ulaşılmıştır.
42. Witkowski, K. (2017). Internet of things, big data, industry 4.0–innovative solutions in logistics and supply chains management. *Procedia Engineering, vol. 182, 763-769*.

BÖLÜM 9

İNSAN KAYNAKLARI
YÖNETİMİNİN DEĞİŞEN
PARADİGMASI: ENDÜSTRİ 4.0
PERSPEKTİFİ

İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİNİN DEĞİŞEN PARADİGMASI: ENDÜSTRİ 4.0 PERSPEKTİFİ

Arş. Gör. Dr. Seher ULU

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0001-8958-6308

Prof. Dr. Şevki ÖZGENER

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0002-9290-0596

GİRİŞ

İşletmelerde nesnelere interneti, yapay zekâ, büyük veriler ve akıllı teknolojilerin potansiyelinden yararlanmak için iş süreçlerini dijitalleştirmek, birbirine bağlamak ve dışsal sistemlerle entegre etmek gerekir. Bu süreçte insan işin odağında olmalıdır. Çünkü gelişmiş teknolojilerin ortaya çıkaracağı işlerin yapılması için daha nitelikli ve benzersiz yetkinliklere ihtiyaç vardır. Bununla birlikte potansiyel riskleri ve sorunları ortadan kaldırmak için insan-makine etkileşimini sağlayan iş güvenliği ve sağlığına katkıda bulunan ergonomik işyerleri ve esnek çalışma biçimleri tasarlamak da önem arz etmektedir. Yeni teknolojiler yardımıyla hem mevcut sorunlara çözüm bulmak hem de üretimde bilgi ve iletişim teknolojisinin gücünün ve yenilikçi buluşların maksimum kapasitesinin kullanılması amacıyla son yıllarda metal yakalılar

olarak isimlendirilen programlar içinde endüstri 4.0 olarak literatüre kazandırılan uygulama da dikkat çekmektedir.

Endüstri 4.0, 2011 yılında “Hannover-Messe”de ilk kez Alman Federal Hükümeti tarafından ilan edilen *HighTech-Strategy 2020* eylem planının gelecekteki on projesinden biridir (Prifti vd., 2020: 50). Almanya Şansölyesi Angela Merkel endüstri 4.0’ı; dijital ve internet teknolojisinin geleneksel endüstrilerle bütünleştirilmesi yoluyla endüstrideki üretimin tüm yönlerinin kapsamlı bir dönüşümü şeklinde tanımlamaktadır (Malik, 2019: 210). Endüstri 4.0’ın çarpıcı bir şekilde etkilediği işletmenin fonksiyonlarından biri de insan kaynaklarıdır. Bu devrimle birlikte işin artık örgüt sınırlarını aştığı ve başarılı insan-makine işbirliğinin yeni fırsatlar sunabileceği göz önünde bulundurulduğunda örgütler açısından insan kaynakları yönetimi kritik roller üstlenebilir. İnsan kaynaklarının bu hayati rolü oynaması, insan kaynakları departmanlarının basık olmasını ve geleneksel insan kaynakları uygulamalarının da değişmesini gerektirmektedir. Çünkü çalışanların örgüt içindeki ve dışındaki tüm paydaşlarla işbirliği yapabileceği, istediği yerde işini yaparak özerk bir konumun sağlanabileceği ortamın yaratılması önemlidir. Bununla birlikte endüstri 4.0’ın yüksek katma değer yaratması, işe yatkın ve uygun yetkinliklere sahip çalışanların alınmasını ve geliştirilmesini gerektirmektedir. Bu gelişmeler doğrultusunda çalışmamızda endüstri 4.0 çağında işletmelerde insan kaynakları yönetimi yapıları, fonksiyonları, yetkinlikleri ve uygulamalarında ortaya çıkan değişimler ve bu süreçte karşılaşılan sorunlar ve fırsatlar bütüncül bir bakış açısı ile irdelenmektedir.

Bu bölümün amacı, endüstri 4.0 ile birlikte insan kaynakları (İK) yönetiminde ortaya çıkan değişimler, insan kaynakları yönetimi (İKY) 4.0 uygulamaları, endüstri 4.0’ın insan kaynakları açısından yarattığı fırsatları ve sorunları ortaya koymaktır. Bu doğrultuda çalışmada endüstri 4.0 kavramı ve gelişimi, endüstri 4.0 ve işgücü

piyasasının dönüşümü, endüstri 4.0 ve insan kaynakları yönetimi ilişkisi, insan kaynakları yönetimi 4.0, endüstri 4.0'ın insan kaynakları profesyonellerinin rolleri, insan kaynaklarının yetkinlikleri ve insan kaynakları yönetiminin fonksiyonları üzerindeki etkileri ele alınmaktadır.

Endüstri 4.0 Kavramı

Endüstri devrimi terimi, 19. yüzyılın ortalarında Friedrich Engels ve Louis-Auguste Blanqui tarafından literatüre kazandırılmıştır. Bu aşamalı devrim hâlâ devam etmektedir. İlk aşama (1.0), üretimin mekanizasyonunu vurgulayan makinelerin icadı ile ilgilidir. İkinci aşama (2.0), kalite kontrol ve standardizasyon ile entegre bir seri üretime geçiş ile ilişkilidir. Üçüncü aşama (3.0), bilgisayarlı entegrasyona dayanan kütle tekdüzeliği aşamasını ifade eder. Dördüncü aşama (4.0), üretim ile internet entegrasyonunun otomasyonu ve dijitalleşmesi üzerine odaklanır (Malik, 2019: 211).

Endüstri 4.0 hâlen araştırma ve geliştirme evresinde olduğundan yönetim yazınında tanımı büyük ölçüde farklılık göstermektedir (Malik, 2019: 210).

Alman hükümetinin yakın zamandaki yüksek teknoloji stratejisinin bir parçası olarak endüstri 4.0 terimi, genellikle dördüncü sanayi devrimi olarak anılır (Hecklau vd., 2016: 2). Endüstri 4.0 kavramı; üretim teknolojilerinin gelişimini teşvik etmek için iletişim teknolojisinin gücünün ve yenilikçi buluşların maksimum kapasitesinin kullanılması olarak ifade edilir (Sima vd., 2020: 2).

Endüstri 4.0 kavramı; tüm değer zincirinin artan ölçüde sayısallaştırılmasını ve bunun sonucunda insanların, nesnelerin ve sistemlerin gerçek zamanlı veri alışverişi yoluyla birbirine bağlanmasını tanımlamaktadır. Bu ara bağlantı sonucunda ürünler, makineler ve süreçler yapay zekâ ile donatılmakta ve ortamda kendiliğinden meydana gelen değişikliklere bağımsız

olarak uyum sağlanmaktadır (Hecklaua vd., 2016: 2). Buna ilaveten akıllı öğeler, esnek ve kendi kendini kontrol edebilen üretim yapılarının ortaya çıkışını cazip kılan daha geniş sistemlere gömülü olarak ortaya çıkmaktadır (Mohelska ve Sokolova, 2018: 2228). Endüstri 4.0, aslında tüm varlıkların her zaman birbirine bağlı olduğu ve birbirleriyle bilgiyi paylaşabildiği endüstriyel bir ortamdır (Malik, 2019: 210).

İnsanları ve makineleri büyük veri ile birbirine bağlama çağı olarak tanımlanan endüstri 4.0 dönüşüm çağında veri değişimi, yapay zekâ, değer zincirinin sürekli dijitalleşmesi ve dijital dönüşümü ile mümkün olabilecektir. Örgüt ortamında, süreçler ile ilgili olan makineler ve nesnelere, davranışları bağımsız olarak öğrenebilecek ve değiştirebileceklerdir. Endüstri 4.0'da örgütlerin değer zinciri, derinlemesine yapay zekâyâ dayalı olacak ve veri bilimi gibi sektörler ortaya çıkaracaktır (Samarasinghe ve Medis, 2020: 7). Literatürde endüstri 4.0'ın bileşenleri şu şekilde özetlenmektedir (Ten Bulte, 2018: 7; Bayraktar ve Ataç, 2018: 341-345; Göksu Özüdoğru vd., 2018: 86):

- *Teknik Bileşenler* (Kendi kendine öğrenen makineler, otonom ve işbirlikçi robotik sistemler, büyük veri, siber-fiziksel sistemler, nesnelere interneti, 3D yazıcılar, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, bulut bilişim sistemleri gibi.).
- *Üretim Bileşenleri* (Akıllı fabrikalar, özel seri üretim, eklemeli üretim, simülasyon, dijitalleşme, yatay ve dikey entegrasyon, entegrasyon, tüm değer zinciri gibi.).
- *Sosyal Bileşenler* (Cazip işyeri koşulları, aile dostu çalışma düzenlemeleri gibi.).

Bu bileşenlerle ilişkili olarak 2016 yılında Hermann ve arkadaşları endüstri 4.0'ın dört tasarım ilkesi olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bunlar (Malik, 2019: 2011);

-Arabağlantı (Bağlantı) İlkesi: Bu ilke, makinelerin, cihazların, sensörlerin ve insanların nesnelere interneti (IoT) veya insanların interneti (IoP) aracılığıyla birbirine bağlanma ve iletişim kurma yeteneğini ifade eder. Bu ilke, işbirliği, güvenlik ve standartlar gerektirir.

-Bilgi Şeffaflığı: Bir bilgi sisteminin, veri analizi ve bilgi sağlama dâhil sensör verileriyle dijital modelleri zenginleştirerek fiziksel dünyanın sanal kopyalarını oluşturma yeteneğidir.

-Teknik Yardım: Kısa zamanda daha hızlı karar verebilmek ve sorunlara acil çözümler üretebilmek için sistemin bilgileri bilinçli bir şekilde birleştirip değerlendirerek insanların yürütmüş oldukları, hoş olmayan, çok yorucu ve güvenli olmayan çeşitli görevlerde yeteneklerini desteklemeyi, ayrıca görsel ve fiziksel yardımı kapsar.

-Âdemi-merkezi Karar Verme: Fiziksel ve sanal sistemlerin görevleri olabildiğince etkili bir şekilde yerine getirirken kendi kararlarını verme yeteneğini ifade eder.

Endüstri 4.0 ve İşgücü Piyasasının Dönüşümü

Endüstri 4.0 beraberinde emek piyasasında bir değişim getirmektedir. Bu değişim bazı işgörenler için iş kaybı ile sonuçlanırken, bazıları için yeni fırsatlar ortaya çıkarmaktadır. Zira endüstri 4.0 yatırımlarının kısa vadede istihdamı %6 artıracığı, uzun vadede ise bilişim ve mekatronik başta olmak üzere nitelikli işgücüne olan talebi de önemli ölçüde artıracığı öngörülmektedir. Bu beklentiler ve öngörüler hükümetlerin, işletmelerin ve bireylerin eğitim sisteminden beklentilerini değiştirmektedir. Endüstri 4.0 çağında, süreçler karmaşık hâle gelmekte ve bu da daha fazla beceri gerektiren işlerin artmasını sağlarken, daha düşük nitelikler gerektiren işlerin azalmasına neden olmaktadır.

Bu nedenle, işletmelerin çalışanlarını daha stratejik, daha koordineli ve daha yüksek sorumluluk gerektiren yaratıcı görevler için eğitmeleri ve geliştirmeleri bir zorunluluk haline gelmektedir (Göksu Özudoğru vd., 2018: 92).

Endüstri 4.0'ın gereklerinden biri de insan kaynaklarının teknolojik gelişmelere adapte olacak şekilde beceri ve yeteneklerini iyileştirmektir. İstihdamın %50'si endüstri 4.0'ın bir sonucu olarak yeni teknolojilere adapte olma potansiyeline sahip olan kişilerden oluşmaktadır. Veri toplama ve işleme, makine çalıştırma gibi aktiviteler, otomasyon açısından en yüksek teknik potansiyeli barındırmaktadır (Sari Lubis, Absah ve Lumbanraja, 2019: 96).

Endüstri 4.0 aynı zamanda çalışan nesilleri de etkilemektedir. 2025 yılından sonra işgücünün yarısının "Y kuşağından" (1980 ve 2000 yılları arasında doğanlar) oluşması beklenmektedir ve bu grup işletmelerdeki pozisyonlara da hâkim olacaktır. Ancak işletmeler ve iş dünyası, 2000 yılından sonra doğan ve şu anda yükseköğrenim gören küresel işgücü piyasasını etkileyecek Z kuşağını da kabul etmeye hazır olmalıdır. İnternet, sosyal medya ve akıllı telefonlarla büyüyen Z Kuşağı, elbette işbirliğinde daha esnek olabilme, kültürel farklılıklara daha açık olabilme, veri tabanlı karar verme, anında geri bildirim isteme gibi önceki nesillerden farklı özelliklere sahiptir. Bu neslin işverenlerden beklentileri de farklılaşmaktadır (Puhovichova ve Jankelova, 2020: 140; Sari Lubis, Absah ve Lumbanraja, 2019: 97).

Ayrıca teknolojinin dinamik gelişimi ile birlikte çalışanlar giderek daha kısa ürün yaşam döngüleri ile uğraşmak zorunda kalmaktadır. Özellikle teknolojik bilginin raf ömrü de giderek kısalmaktadır. Böyle bir durum, bazı özel görevleri yerine getirme yöntemlerini unutmaya neden olmasına karşın, yenilerini öğrenme ihtiyacını da doğurmaktadır (Piwowar-Sulej, 2018: 181). Öyle ki Dünya Ekonomik Forumu'nun 2016 yılındaki "İşlerin Geleceği" raporunda, şu anda ilkokula giden çocukların en az

%65'inin yüksek eğitimlerini tamamladıklarında henüz var olmayan işlerde çalışacağı ileri sürülmektedir. Yine gelecekte iş yapısını etkileyecek 18 faktörün dokuzu (Mobil internet ve bulut teknolojisi, büyük verinin işleme kapasitesi, nesnelere interneti, internet üzerinden toplu bilgi alışverişi, akıllı robotik sistemler ve bağımsız ulaşım, yapay zekâ ve makinelerin öğrenmesi, yeni enerji sağlayıcıları ve teknolojileri, paylaşım ekonomisi, eşler arası paylaşım platformları, gelişmiş üretim ve 3B baskı sistemleri, gelişmiş malzemeler, biyoteknoloji ve genomik gibi.) teknoloji kaynaklıdır (Bayraktar ve Ataç, 2018: 341-345).

Gelecek 20 yılda bazı meslek gruplarının ortadan kalkmasına karşın farklı nitelik gerektirecek meslek grupları da (Endüstriyel Yazılım Programcısı, Bulut Sistemleri ve Nesnelere İnterneti Çözüm Üreticisi, Robot Koordinatörü ve Programcısı, Üretim Teknolojileri Ürün Tasarımcısı ve Üreticiler, Endüstriyel Veri Analiz Uzmanı ve Akıllı Şehir Planlamacıları gibi) ortaya çıkacaktır (Özçelik ve Onursal, 2020: 993-994). Hatta Boston Danışma Grubu uzmanları, 2020'li yılların ilk yarısına kadar iş piyasasında yaklaşık 350.000 yeni meslek olacağını ileri sürmektedirler (Piwowar-Sulej, 2018: 181). Bu yüzden yeni nesil, yeni mesleklere kendini hazırlayacak şekilde kariyerini yönlendirmelidir.

Endüstri 4.0 ile birlikte bireyselleşme öne çıkmaya başlamış, birçok işin yapılış tarzı ve teknolojik gelişmelerin çalışma yaşamına yansımaları, sendikalaşmayı da olumsuz etkilemiştir. Bu duruma bağlı olarak, özellikle sendikalarda büyük çoğunluğu oluşturan mavi yakalı işgörenlerin sayısında azalma beklenmektedir. Çünkü hem çalışma biçimleri değişmekte hem yeni alternatif çalışma biçimleri artmakta hem de bazı işlerde mavi yakalıların yerini robotik sistemler ve akıllı teknolojiler almaktadır (Özçelik ve Onursal, 2020: 998-999).

Ayrıca endüstri 4.0'ın ilk uygulayıcıları olan gelişmiş ülkeler ve işletmeler tarafından ifade edilen önemli endişelerden biri vasıflı

işgören eksikliğidir. Yani bu çağda işgörenlerin çok yönlü ve bilgiye dayalı beceriler edinmesi gerektiği kabul edilmelidir. Endüstri 4.0 bu türden işgörenler için istihdam oranlarının yükselmesine ve yeni iş alanları yaratılmasına yardımcı olabilir, ancak rutin işlerde çalışan çok sayıda işgören güçlükler ve işsizlikle karşı karşıya kalabilir (Göksu Özüdoğru vd., 2018: 92). Öte yandan endüstri 4.0 çağında tamamen cihazların birbiri ile haberleştiği hatasız üretim sisteminin olduğu karanlık fabrikalar veya herhangi bir insan müdahalesi olmaksızın tamamen otonom şekilde çalışan fabrikalar kurulursa, bazı sektörlerde işsizlik kaçınılmaz şekilde ortaya çıkabilir. Bununla birlikte üç boyutlu yazıcılarla plastik, silikon, cam, mücevherat, otomotiv yedek parçası gibi bazı endüstrilerde üretim yapılması ve hatta üretimin fabrikalardan evlere inmesi mümkün olabilir. Bu yüzden çok az işgücüne ihtiyaç duyulabilir (Akben ve Avşar, 2018: 31-32).

Yine ağır yük kaldırma, makine konumlandırma kesinliği ve görsel kalite kontrolü gibi belirli insancıl üretim görevleri, insanlardan daha güvenli ve birbirleriyle sorunsuz iletişim kurabilen teknoloji ile desteklenecek veya teknolojiyle yapılacaktır. Bu durumlar göz önüne alındığında insan işçilerin robotlarla yan yana çalışmayı veya uzaktan robotlarla çalışmayı öğrenmeleri gerekir. Çünkü gelişmiş otomasyon, çalışanların kendilerine yakın çalışan insan benzeri fizyolojiye sahip güvenli makinelerle işbirliği yapma becerilerini geliştirmeyi zorunlu kılmaktadır. Bu, mavi yakalı işgörenler açısından giyilebilir cihazlar, artan gerçeklik ve diğer teknolojilerle daha karmaşık hâle gelen çalışma davranışını etkileyecek ve değiştirecektir (Göksu Özüdoğru vd., 2018: 92).

Son olarak endüstri 4.0'da iyi çalışma ortamı, istihdam politikası çözümleri ile ilişkili yeni fırsatlar kadar makineler veya robotlar ve insanlar arasındaki öğrenme ve etkileşimin teşvik edilmesi de önemli olmaktadır (Kopp, Howaldt ve Schultze, 2016).

Endüstri 4.0 ve İnsan Kaynakları Yönetimi İlişkisi

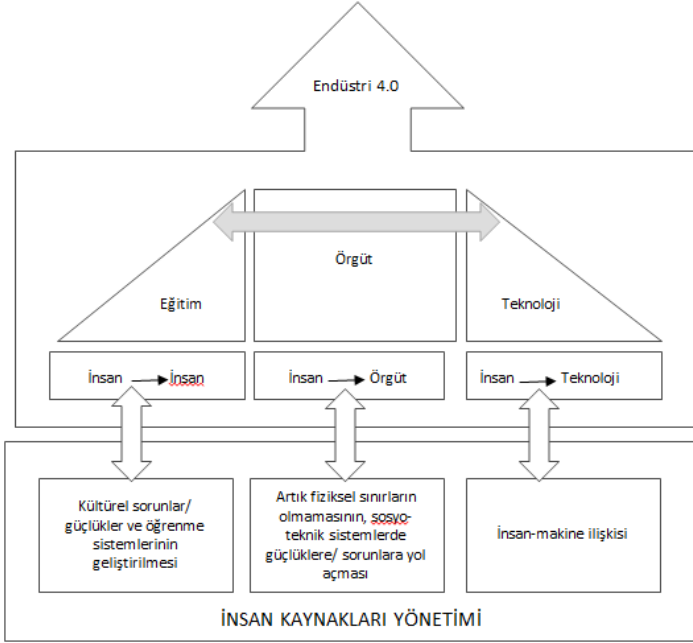
Endüstri 4.0'da insan kaynakları yönetimi uygulamaları ile ilgili kararların bileşenleri, insan sermayesi kaynak havuzunun bileşimi, gerekli insan kaynakları davranışlarının belirlenmesi ve bu süreçlerin rekabet gücü üzerindeki etkileri işletmelerin başarısında önemli rol oynamaktadır.

İnsan kaynakları yönetimi, önceden belirlenmiş örgütsel amaçlara ulaşmak için çalışanların tedariki, seçilmesi, eğitilmesi, geliştirilmesi, elde tutulması ve onların korunmasını kapsayan süreç olarak ifade edilebilir (Masanja, 2019: 2).

Endüstri 4.0 çağında insan kaynakları yönetimi, bir örgütün amaçlarına ulaşmak için fazlasıyla adanmış ve yetkin çalışanları etkin bir şekilde istihdam etme ve geliştirmeye yönelik stratejik bir yaklaşım olarak görülmektedir (Rana ve Sharma, 2019: 177). Endüstri 4.0 ile ilgili artan beklentiler, İK profesyonellerinin işlevlerinin etkililiğini ve verimliliğini artırmalarına ve özellikle stratejik nitelikteki örgütsel amaçlara ulaşılmasına daha da fazla katkıda bulunmalarına olanak vermektedir. Gerçekte dördüncü sanayi devrimi, insanların birbirine bağlı dijital ve fiziksel ekipmanlarla birlikte yaşaması, gerçek zamanlı veri ve bilgi yaratması ve değiş tokuşu ile karakterize edilir. Bu noktada, literatürde İK profesyonellerinin bilgi teknolojileri yetkinliklerinin, stratejik yönetim ve paradoks yönetimi ile birlikte, örgütsel performansa en çok katkıda bulunan ve tüm yetkinliklerin katkının yaklaşık %50'sini oluşturduğu ileri sürülmektedir (Poba-Nzaou, Galani ve Tchibozo, 2020: 2).

Endüstri 4.0 açısından stratejik nitelikteki İKY'nin şu andaki işleyişinde yalnızca insan işini yönetmek için değil, aynı zamanda insanların ve makinelerin nerede çalışması gerektiğine karar

vermek için iş modellerinde önemli değişiklikler yapılması gerekmektedir (Samarasinghe ve Medis, 2020: 7).



Şekil 1: Endüstri 4.0 ile İnsan Kaynakları Yönetimi İlişkisi

Kaynak: (Liboni vd., 2019: 137).

Endüstri 4.0, geleneksel İKY'yi yeni bir modele aktarmakta, bu model Öğrenme 4.0 ve Eğitim 4.0 ile birlikte ele alınmaktadır. Endüstri 4.0 örgütlerin işleyişinde riskler, fırsatlar ve zorluklar sunan bir devrim yaratmaktadır. Riskler, gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomiler arasındaki uçurumdan ve olası iş kayıplarından kaynaklanmaktadır. Buna karşın fırsatlar, düşük maliyetlerle kişiselleştirilmiş ürün ve hizmetleri birleştiren daha verimli bir üretim sistemiyle ilgilidir. Zorluklar ise örgütlerde içsel süreçleri İKY 4.0'a uyarlamaktan kaynaklanmaktadır. Bu değişimde, geleneksel işe alma, personel seçimi, performans değerlendirme ve

ödüllendirmeyi esas alan yaklaşım yerini işbirliği, öğrenme ve yetkinlik geliştirmeye dayalı yeni bir iş modeline bırakmaktadır. Örgütler kendilerini geleneksel perspektiften sosyo-siber-teknik bir perspektife taşımakla birlikte ortaya çıkan insan-makine arayüzüne yaratıcı çözümler sunmaktadırlar. Hiç şüphesiz sistemin "tutkalı" insan kaynakları yönetimidir, çünkü hâlihazırdaki değer zincirlerini değiştirecek olan nitelikli işgücüdür. Her ne kadar yeni dönemde birçok işin akıllı robotlar üzerinden yapılmaya başlanması işgücüne olan talebin düşeceği algısı oluştursa da ortaya çıkacak yeni meslekler bu açığı kapatabilme fırsat vermektedir (Liboni vd., 2019: 125; Yasim, 2020: 59).

Şekil 1'de görüldüğü gibi bu durum, insanların birbirleriyle ilişki kurma biçimlerinde (insandan insana), yeni iş modeliyle ilişki kurma biçimlerinde (insandan örgüte) ve yeni akıllı imalat endüstrisinde ortaya çıkan yenilikler ve teknolojilerle ilişki kurma biçimlerinde (insandan teknolojiye) değişiklik anlamına gelir. İstihdamı geliştirmek kadar işgücünün niteliklerini, becerilerini ve öğrenmesini geliştirmeyi esas alan İKY modellerine de ihtiyaç duyulmaktadır (Liboni vd., 2019: 137).

İşletmeler, gelecekteki beceri gereksinimlerine uyum sağlamak için değişen ortama karşı uyanık olmalı ve aynı zamanda insan kaynakları planlaması ve geliştirme stratejilerini bu ortama göre uyarlamalıdır. Stratejik İK uzmanları, yetenekleri seçme ve geliştirme kadar kritik becerileri belirleyecek geleneksel yöntemleri de yeniden gözden geçirmelidirler (Piwovar-Sulej, 2018: 182). Çünkü özellikle geleceğin işini; görevin karmaşıklığı, yeni sosyal beklentiler, değişen işgücünün demografik özellikleri, dağıtılmış işgücü, yeni iş modelleri ve geleceğin becerileri şekillendirecektir (Saudi Aramco, Unilever ve Willis Towers Watson, 2019: 9). Bu kapsamda işgücünün nitelikleri değişecek ve hatta insan kaynakları ile ilgili yeni pozisyonlar ortaya çıkacaktır.

Geleceğin işgücü için altı zorunluluk, ilişkili liderlik uygulamaları ve ortaya çıkan yeni İK fonksiyonları aşağıda Tablo 1’de özetlenmiştir (Saudi Aramco, Unilever ve Willis Towers Watson, 2019: 23).

Tablo 1: Geleceğin İşgücü Açısından Zorunluluklar, İlişkili Liderlik Uygulamaları ve Yeni İK Fonksiyonları

Zorunluluklar	Ortaya Çıkan Liderlik Uygulamaları	Ortaya Çıkan İnsan Kaynakları Fonksiyonları
Dördüncü Sanayi Devrimi İçin Yeni Liderlik Becerileri Geliştirme	<ul style="list-style-type: none">-Belirsizliği kabul edip açıklayın.-Operasyonel yönetim ve teknolojik entegrasyonu, insan yönetimi becerileri ile kombine edin.-Yeni yapı olarak kültürü kullanın.-Analitiği, dağıtılmış örgütlerde anahtar araç olarak kullanın.	<ul style="list-style-type: none">-Kültürel elçi-Dijital İK lideri
İşgücü Açısından Teknolojik Entegrasyonun Yönetilmesi	<ul style="list-style-type: none">-İşi yeniden tasarlamak, yeniden beceri kazandırmak ve yetenekleri yeniden konumlandırmak için stratejiler oluşturun.-İşleri otomasyonla dönüştürülen yetenekler için yeniden beceri oluşturma yöntemleri belirleyin.-Otomasyonun etkisini ele almak için bir eylem kombinasyonu yapın.-Alternatif çalışma modellerini içeren bir yetenek ekosistemi oluşturun ve gerekli becerileri bulmak için farklı yöntemler kullanın.	<ul style="list-style-type: none">-İşi yeniden tasarlama ve yeniden beceri kazandırma sorumlusu.-Uygunluk ve amaç sorumlusu
İşgören Deneyimlerini Artırma	<ul style="list-style-type: none">-İnsan merkezli, bütünsel ve amaca yönelik bir çalışan deneyimi yaratın.-Çalışanların refahını yeniden düşünün ve ona yatırım yapın.-Çalışan deneyimini çevik işletim modelleri ile uyumlu hale getirin.-Çalışanların katılımını sağlamak için teknolojiyi kullanın.	<ul style="list-style-type: none">-İşgören deneyim uzmanı-Bot monitör (Web üzerinde İKY sitelerini izleyen, tehditlerden koruyan ve tavsiye sunan sorumlu)
Çevik ve Kişiselleştirilmiş Bir Öğrenme Kültürü Oluşturma	<ul style="list-style-type: none">-Yaşam boyu öğrenme kültürünü ve paylaşılan sorumluluğu teşvik edin.-Çalışanları riskli işlere dâhil edin ve proaktif bir şekilde yönetin.-Örgüt için doğru olan öğrenme karmasının kilidini açın.-Örgütteki becerileri izleyin ve ölçün.	<ul style="list-style-type: none">Kültür elçisi

İnsan Kaynakları Yönetiminin Değişen Paradigması:
Endüstri 4.0 Perspektifi

İnsan Sermayesini Değerlendirmeye Yönelik Ölçütler Kullanma	<ul style="list-style-type: none">-Yeni insan sermayesi ölçütleri geliştirmek için yeni teknolojiler ve veriler kullanın.-İşte karar verme sürecini yönlendirmek için teknoloji ve verileri kullanın.-İnsan sermayesinin değeri ve katma değeri hakkında harici raporlama oluşturun.-Her tür insan sermayesini örgütün ölçütlerine dâhil edin	İçgörü başkanı İK veri bilimcisi
Farklılığı ve Kapsayıcılığı Yerleştirme	<ul style="list-style-type: none">-Farklılığı, işletmedeki büyümeye paralel şekilde proaktif olarak yönetin.-Farklılık ve dâhil etmeyi kültür ve süreçteki somut adımlara yerleştirin.-Farklılığı ölçmek ve katılımı değerlendirmek için veri analitiğini titizlikle kullanın.-Örgütün dışındaki bilgi kaynaklarına ulaşmak için paydaşlarla etkileşime girin.	Farklılık ve kapsayıcılık görevlisi

Kaynak: (Saudi Aramco, Unilever ve Willis Towers Watson, 2019: 23).

İnsan Kaynakları Yönetimi 4.0

İnsan kaynakları yönetim sistemlerinde 1970’li yılların sonunda Kurumsal Kaynak Planlaması (*Enterprise Resource Planning- ERP*) sistemine, 1990’lı yıllarda ileri web tabanlı sisteme, 2000’li yıllarda bulut tabanlı insan kaynakları çözümleri ve videolu işe alma sistemine ve 2020 yılından itibaren büyük verilerin analizi aşamasına geçmiştir. Elbette İKY sisteminin değişen modellerini ve bu dinamik değişimde teknolojinin rolünü kavramak önem arz etmektedir (Onik, Miraz ve Kim, 2018: 12). İKY’deki bu değişim sürecinde endüstri 4.0’ın da etkili olduğu ileri sürülmektedir.

İnsan kaynakları yönetimi 4.0, gelecek nesil çalışanların etkin yönetimi için dördüncü sanayi devrimi'nin bir parçası olarak gelişen ve nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, yapay zekâ, hızlı veri ağları gibi dijital teknolojilerdeki yenilikleri içeren yeni bir

yaklaşım olarak karakterize edilmektedir (Sivathanu ve Pillai, 2018: 7).

İKY 4.0 kavramı, personel seçiminde yetenek yönetimi süreçlerinin dijital platformlar aracılığı ile yürütüldüğü, operasyonel süreçlerin kıaldığı, mobilitenin arttığı, işgörenlere hayallerini gerçekleştirebilecekleri bir gelişim ortamının sunulduğu yenilikçi bir yaklaşım olarak ifade edilebilir (Asiltürk, 2018: 537).

Endüstri 4.0'daki dijital dönüşüm ile birlikte robotik sistemlerin yaygınlaşmasıyla bazı istihdam alanlarında teknolojik işsizlik ortaya çıkabilir. Aynı zamanda teknolojik gelişmeler kısa vadede işgücü yapısını değiştirebilir ve kısmen de olsa insanların yeteneklerini geliştirmemeleri durumunda işsizliğe de neden olabilir. Ama uzun vadede yüksek nitelikli kişilerin istihdam edilme potansiyeli de artabilir. Bu nedenle robotik sistemler ve otomasyonun işgörenlerin yerine kullanılmasına yönelik örgütsel stratejileri ve tepkileri belirlemeye ihtiyaç vardır. Endüstri 4.0 Devrimi, bilgi alışverişini etkili bir şekilde organize etmedeki belirleyici rolü ile öne çıkmaktadır. Çünkü teknolojik üretim tarzı, bilgi ekonomisine karşılık gelen enformasyon + bilgi + yenilik modelinden endüstri 4.0 çağındaki insan zekâsı + yeni bilgi teknolojileri + bilgi + yenilikler modeli ile yer değiştirmiştir (Sima vd., 2020: 4).

İKY 4.0, aynı zamanda iş inovasyonuna, insanların güçlendirilmesine, yetkinlikleri geliştirmeye ve işgörenlerin zorluklarla aktif bir şekilde yüzleşmelerine ortam hazırlamaktadır. Çünkü insan-makine etkileşimi boyutu, her zaman her yerde sınırsız işbirliği olanağı sunmaktadır. Özellikle nesnelerin interneti, bulut bilişim, akıllı nesneler, gelişmiş robotik sistemler, yapay zekâ teknolojileri, büyük verilerin analizi İKY alanında örgütü dönüştürmektedir. Zaten akıllı İKY, yenilenen İK uygulamaları, insan merkezli kültürün zenginleştirilmesi ve desteklenmesi İKY 4.0'ın bir sonucudur (Bissola ve Imperatori, 2018: xvii-xviii).

Endüstri 4.0'da insan kaynaklarının değişen nitelikleri Tablo 2'de sunulmaktadır (Dhanpat vd., 2020: 5).

Tablo 2: Endüstri 4.0'da İnsan Kaynaklarının Değişen Nitelikleri

Tema	Açıklama	Alt Tema
Tema 1: Örgütlerde Endüstri 4.0	Endüstri 4.0 ve örgüte etkileri	-Teknolojiyi yakalama, -İşin yeni yolları, -Otomasyon, -İK'nın çevikliği.
Tema 2: Endüstri 4.0 ve İK Stratejisi	Dijital dönüşüm ve onun İK üzerindeki etkileri	-İşin dijitalleşmesi, -İşin teslimatı, -Beceri tazeleme.
Tema 3: 4.0 Yetkinliklerin Geliştirilmesi	İK profesyonellerinin endüstri 4.0'da yol göstermesi için gerekli yetkinlikleri geliştirebilecekleri yöntemler	-Ortamin anlaşılması, -Programları geliştirme, -Ağ kurma.
Tema 4: İK 4.0 Yetenekleri	İK Profesyonellerinin endüstri 4.0'da yol göstermek için gereksinim duyduğu yetenekler	-Değişim ajanı, -Stratejik partner, -Yaratıcı yenilikçi, -İnsanlara olanaklar sunma.
Tema 5: Endüstri 4.0'da İK Rolü	Endüstri 4.0 uygulamaları sayesinde İK profesyonellerinin girişecekleri işin türü	-İK yetkilerini devretme, -Stratejik değişim, -Yeni yetenek kazandırma, -Yetenek yönetimi.
Tema 6: Endüstri 4.0'ın Sorunları	İK profesyonellerinin endüstri 4.0 ile ilgili olarak öngördüğü karmaşıklıklar	-Belirsizlik, -Değişime adapte etme.
Tema 7: Endüstri 4.0'ın Fırsatları	Endüstri 4.0'ın sağladığı fırsatlar	-İnovasyon ve iyileştirilmiş sistemler, -Zenginleştirilmiş beceri yönetimi, -Gerektiğinde İK işini delege etme.

Kaynak: (Dhanpat vd., 2020: 5).

Basık hiyerarşi tabanlı çevik bir örgüt yapısı, İKY 4.0'ın uygulanması için elverişli bir ortam yaratacaktır. Çünkü basık bir hiyerarşi, iletişim kademelerini azaltabilir ve karar vermeyi

hızlandırabilir. Gücün âdemi merkezileştirilmesi, sahadaki proje ekiplerinin özerk bir şekilde çalışmasına ve proje taleplerine anında uyum sağlamasına olanak tanıyabilir. Bununla birlikte liderlik tarzlarının da öğrenme ve inovasyon kültürünü yönlendiren, bilgi geliştirmeye odaklanan ve çözüm için sınırların ötesinde düşünmeyi teşvik edecek şekilde olması gerekir. Ayrıca liderliğin çok kuşaklı çalışan grupları arasında çatışma yaratmayacak şekilde örgütsel kültür değişikliklerini başlatması gerekmektedir. İKY 4.0, en iyi Y Kuşağı ve Z Kuşağı yeteneklerini çekmek için uzun vadeli örgüt amaçlarına uygun olarak teknoloji modernizasyonuna ihtiyaç duyacaktır. Çünkü İK sürecinin otomasyonu, hem İK ekibinin büyüklüğünü azaltmakta hem de İK departmanlarının örgütün stratejik amaçlarına daha fazla zaman ayırmalarını sağlamaktadır (Sivathanu ve Pillai, 2018: 10).

İKY 4.0'da çalışanların katılımı kadar bilgi ve beceri geliştirme de bir işletmenin rekabet ortamında başarılı olabilmesi için temel bir gerekliliktir. Çalışan katkısının yönetimi, örgüt altyapısının yönetimi, değişim ve dönüşümün yönetimi ve stratejik İK yönetimi İKY 4.0'ın en önemli boyutlarıdır (Ergün, Şen ve İri, 2020: 3407). İKY 4.0 uygulamalarının bazı avantajları şunlardır (Sivathanu ve Pillai, 2018: 7; Aytar, 2019: 87; Biçer, 2019: 134; Puhovichova ve Jankelova, 2020: 139):

- Yeni yetenekleri çekmek, geliştirmek ve elde tutmak,
- Daha basık ve yalın insan kaynakları departmanları oluşturmak,
- İnsan kaynakları bünyesinde hem daha etkili ve hızlı süreçler tesis etmek hem de işlemleri daha verimli yapmak.
- Daha atik ve merkezkaç ekipler oluşturmak.
- Dijital yetkinlikleri geliştirmek.

- Hem bireyler ve nesnelere hem de nesnelere ve nesnelere arasında bilgi paylaşımı ve işbirliğini sağlayacak dijital sistemler oluşturmak.

Buna karşın birçok işletmenin İKY 4.0 konusunda karşılaştığı sorunlar kendine özgü bir nitelik arz etmektedir. Bu güçlüklerden bazıları şunlardır (Sivathanu ve Pillai, 2018: 7; Puhovichova ve Jankelova, 2020: 139):

- Mevcut savunmacı örgüt kültürünün üstesinden gelmek.
- Mevcut organizasyon yapısının dönüşümünü sağlamak.
- Yeni teknolojik araçların doğru setini seçmek.
- Farklı nesillerden gelen işgörenlerin beklentilerini yönetmek.

İnsan Kaynakları Yönetimi 4.0 ve İnsan Kaynakları Profesyonellerinin Roller

Endüstri 4.0'ın yarattığı dönüşüm, beraberinde insan kaynakları profesyonellerinin rollerinde de dramatik bir değişikliğe sebebiyet vermiştir. İnsan kaynakları profesyonellerinin rolleri; işgören savunucusu (avukatı), insan sermayesi geliştiricisi, fonksiyonel uzman, stratejik partner ve liderlik rolü olarak evrilmiştir. İnsan kaynakları profesyonellerinin rolleri aşağıdaki gibi özetlenebilir (Ali, 2012: 981; Dhanpat vd., 2020: 2):

-İşgöreni Savunucu Rolü: İşgören savunucusu olarak İK profesyonelinin rolü, işgörenleri dinleyerek ve onlarla empati kurarak işgörenin mevcut gereksinimleri üzerinde yoğunlaşmayı kapsar. Yeni teknolojiler işi kaybetme, düzensizlik, iş güvensizliği, artan eşitsizlik gibi sonuçlara yol açtığı için bu rol, İK uzmanlarının, çalışanların çıkarlarını korumasını ve işletmelerin çalışanlara karşı sorumluluklarını yerine getirip getirmediğini denetlemesini kapsar. Dolayısıyla bu rol, endüstri 4.0 çağında hayati önem

taşıyan kaygı ve kariyer endişesinin olumsuz etkilerini hafifletmek için gereklidir.

-İnsan Sermayesini Geliştirici Rolü: İnsan sermayesi geliştiricileri olarak İK uzmanlarının rolü, örgütün gelecekteki ihtiyaçlarını karşılamak için çalışanların yönetimi ve gelişimi üzerine odaklanır. İnsan kaynaklarını gelecekte başarılı olacak şekilde becerilerle donatmak amacıyla kolektif veya bireysel olarak yönetilmesini ve geliştirilmesini kapsar. Çünkü endüstri 4.0, yeni teknolojik gelişmeleri ve iş fırsatlarını beraberinde getirdiği için çalışanlar, bu yeni durumun gerektirdiği şekilde yetkinliklerini güncellemek zorunda kalacak ve bu dönüşüme uyum sağlamaları için eğitime ihtiyaç duyacaklardır.

-Fonksiyonel Uzman Rolü: Fonksiyonel uzman rolü, İK değeri açısından anahtar niteliğinde olan insan sermayesi uygulamaları ile ilişkilidir. Bu rol, İK uzmanlarının bir örgütte İK sistemleri geliştirme, bu sistemlerin nasıl işlediği konusunda bilgilendirme ve İK geliştirme denetimleri yapmayı gerektirir.

-Stratejik Partner Rolü: İK profesyonellerinin stratejik partner rolü, örgütsel amaçlara ulaşmak için İK sistemlerini kolaylaştıran danışman, iş uzmanı, bilgi yöneticisi, değişim temsilcisi ve stratejik İK planlayıcısı gibi boyutları kapsar. Stratejik partner rolü, İK profesyonellerinin insanlar ve teknolojiyle ilgili dikkat gerektiren ana alanlarının belirlenmesini gerekli kılar. Stratejik İK faaliyetleri, çalışanların üretkenliğini artırmaya yardımcı olmalı ve gelecekteki verimlilik sonuçları için çalışanlara teknolojik yenilikleri nasıl kullanacağını gösterir.

-Liderlik Rolü: İK uzmanlarının stratejik düşünme düzeyini belirlemek ve geliştirmek için güvenilir liderler olarak hareket etmeleri ve diğer liderlerle partner olmaları gerekir. Lider rolü, İK profesyonellerinin, kendilerinin farkında olmaları ve kendilerini mesleklerini geliştirmeye adanmalarını gerektiren güvenilir aktivist

yetkinliğiyle ilgilidir. Çalkantılı bir değişimin yaşandığı endüstri 4.0'da İK liderleri zamanında bağlamı, süreçleri ve araçları sunabilmelidir. Liderliğin en kritik rolleri arasında amaç ve düşüncenin netliği, başkalarıyla güven inşa etme, uyumlaştırma ve çalışanları güçlendirme (insanların enerjisini, yeteneklerini ve katkılarını serbest bırakma) yer alır.

İnsan Kaynakları Yönetimi 4.0 ve İnsan Kaynakları Yetkinlikleri

Bilgi teknolojilerindeki hızlı değişimle birlikte teknoloji kadar amaçların ve ilişkilerin de başarılı yönetim için önemli olduğu göz ardı edilmemelidir. Çünkü sürdürülebilir rekabet avantajı için çalışanların yetkinlikleri kritik faktörlerden biridir. Yönetim literatüründe yetkinlik kavramının farklı şekillerde tanımlandığı gözlenmektedir.

İlk olarak 1973 yılında McClelland, yetkinliği; daha etkili veya daha üstün iş performansına yol açan kişisel özellikler veya alışkanlıklar dizisi olarak tanımlamıştır (Prifti vd., 2017: 48). McClelland çalışmalarında yetkinlikleri, performans standartları olarak da ifade eder (Özgener ve Güneş, 2020). Boyatzis (1982: 21)'e göre ise yetkinlik, bireyin etkin ve yüksek performansla sonuçlanan bireysel imaj ve sosyal görünümünü ortaya koyan güdü, yetenek ve becerilerini ihtiva eden temel özellikleridir.

Yetkinlik yönetiminin amacı, yüksek vasıflı ve kendini adanmış bir işgücünden oluşan çalışanları elde tutmak ve becerilerini geliştirmektir. İş stratejisi ile başlayan yetkinlik yönetiminin unsurları; kaynak sağlama stratejisi, çekici elde tutma politikaları ve programları, eğitim ve geliştirme, ödüllendirme, performans yönetimi, kariyer yönetimi ve en iyi işyeri ortamını yaratmadır. Çünkü potansiyel bir kaynak olarak işgörenler, örgütü eyleme geçirdiğinden en etkili varlığıdır (Alhajjar vd., 2018: 54).

Aşağıda Tablo 3'te belirtilen yetkinliklerin her biri oldukça önemlidir. Ancak endüstri 4.0 çağında bir işte başarılı olmak için bu yetkinliklerin tümüne bir arada sahip olmak gerekemeyebilir. Bireyin ihtiyaç duyacağı yetkinlikler çalıştığı pozisyona, beraber çalıştığı insanlara ve içinde bulunulan durumun gereklerine göre değişebilir (Ulu, 2019: 18). Endüstri 4.0 çağında İK fonksiyonlarından sorumlu yöneticiler ve çalışanlarda aranan yetkinlikler aşağıdaki gibi özetlenebilir (Hecklaua vd., 2016: 4; Agolla, 2018: 44-46; Ulu, 2019: 25-29; Sari Lubis, Absah ve Lumbanraja, 2019: 99):

-Teknik Yetkinlikler: Bu yetkinlikler; etki alanı bilgisine erişme ve kullanma; kodlama, süreçleri anlama ve problem çözme; diller ve araçları kullanma; dijital planlama yapma; verileri işleme ve kullanma; akıllı üretim süreçleri ve ağ teknolojilerini kullanma; karmaşık sistemleri özel yazılımlar aracılığıyla analiz edebilme; bilgi teknolojilerinin güvenliğini sağlama; son teknoloji yazılım, modelleme ve programlama teknikleri hakkında bilgi ve yeteneğe sahip olma; istatistiksel yöntemler ve veri madenciliği tekniklerini kavrama yeteneklerini kapsar.

-Metodolojik Yetkinlikler: Bu yetkinlikler; bireysel ve sosyal fikirleri eyleme geçirme; bireysel ve örgütsel düzeyde planları başarılı bir şekilde gerçeğe dönüştürme ve kendi gündemine entegre etme; endüstri 4.0 devrimi vizyonunu işçilerin meşgul olduğu atölye düzeyine indirgeme; karmaşık kavramları gerçekçi çalışma paketlerine ayırma ve bunun için uygun kişileri ve ekipleri görevlendirme; çalışanların yeni rotalar seçmelerine rehberlik etme ve başarısızlık riskini hesaba katma; girişimci düşünme; veri analitiğinden anlama; stratejik ve çok kriterli karar verme; çalışanların disiplinlerarası ve alışılmışın dışındaki yönelimi ile karmaşık ortamlarda sorunlara çözüm bulmayı kapsamaktadır.

-Sosyal Yetkinlikler: Bu yetkinlikler; sosyal bir ortama gömülü olan bireylerin diğer bireyler ve gruplarla iletişim kurma, işbirliği yapma

ve sosyal bağlantılar kurma; kültürlerarası farklılıkları ve dil farklılıklarını anlama; dijital ağ kurma ve yönetme; empati kurma ve ilham ettirme; güç ilişkilerini okumak için politik becerilere sahip olma; ekip çalışması ve işbirliğine yatkın olma; farklılıkları harekete geçirme ve geliştirme; uzlaşmacı olma; süreçler arasındaki ilişkileri, bilgi akışlarını, olası anlaşmazlıkları ve bu tür ara yüzlere yönelik olası çözümleri anlama; heterojen nitelikte disiplinler arası ve örgütler arası ekipleri içeren dağıtık sosyal ortamlarda yaratıcı etkinlikleri gerçekleştirme ve karmaşık sorunları farklı dillerde iletme becerilerini ihtiva etmektedir.

-Kişisel Yetkinlikler: Endüstri 4.0 devrimine tam olarak uymak için gerekli kişisel yetkinlikler; adapte edici ve özerk bir şekilde hareket etme; kendi kendini yönetme; iyimser olma; öz farkındalık sahibi olma; kendi tutum ve etik değer sistemini geliştirme; ekiplerin çeşitlilik göstermesi (kültür, eğitim ve coğrafi konum olarak) nedeniyle yönetim tarzını güce dayalı olmaktan değer odaklıya dönüştürme becerilerini kapsar.

Tablo 3: Endüstri 4.0'da İnsan Kaynakları Yetkinlikleri

Kategori	Gerekli Yetenekler	Açıklama
Teknik Yetkinlikler	En Güncel ve Gelişmiş Bilgi	Çalışanlar, çalışma alanıyla ilgili dünyadaki gelişmeler ve değişimlere paralel olarak bilgiyi artırma yeteneği ve istekliliğine sahip olmalıdır. Çünkü artan iş sorumluluğu nedeniyle yeni ve farklı bilgi giderek daha önemli hale gelmektedir.
	Teknik Beceriler	Operasyonel görevlerden, daha stratejik görevlere geçiş yapmak için kapsamlı teknik becerilere ihtiyaç vardır.
	Süreçleri Anlama	Artan süreç karmaşıklığı, daha geniş ve daha derin bir süreç anlayışı gerektirir.
	Ortam Becerileri	Artan sanal işler, çalışanların akıllı medyayı veya araçları kullanabilmesini gerekli kılmaktadır (Örneğin; akıllı gözlükler).
	Kodlama Becerileri	Dijital süreçlerin gelişmesi, kodlama becerilerine sahip çalışanlara olan gereksinimi artırmaktadır.
	IT Güvenliğini Kavrama	Sunucularda veya platformlarda sanal çalışma, çalışanları siber güvenlik konusunda bilinçli olmaya zorlamaktadır.
Metodolojik Yetkinlikler	Yaratıcılık	Daha yenilikçi ürünlere ve dahili iyileştirmelere olan ihtiyaç, yaratıcılık gerektirir.
	Girişimci Düşünme	Örgütte sorumluluğu fazla olan ve stratejik görevleri üstlenen her çalışan bir girişimci gibi eyleme geçmelidir.
	Problem Çözme	Çalışanlar eleştirel düşünme ve analitik olarak problem çözme yeteneği ve uzmanlığına sahip olmalıdır. Çünkü onlar hata kaynaklarını belirleyebilmeli ve süreçleri iyileştirebilmelidirler.
	Çatışmalar ve Anlaşmazlıkları Çözme	Yüksek hizmet odaklılık müşteri ilişkilerini artırır; bu durum anlaşmazlıkların/ çatışmaların kendine ayrılan süre içinde çözülmesini gerektirir.
	Karar Verme	Artan görev ve sorumlulukla ilişkili kaliteli ve yararlı karar verme yeteneğidir. Çünkü işgörenler yüksek süreç sorumluluğuna sahip olacakları için kendi kararlarını vermek zorunda olacaklardır.
	Analitik Beceriler	Büyük miktarda veriyi analiz etmek ve karmaşık süreçleri yapılandırmak ve incelemek zorunlu hale gelecektir.
	Araştırma Becerileri	Değişen ortamlarda sürekli öğrenme için güvenilir kaynakları kullanabilme ihtiyacı ortaya çıkacaktır.
Sonuç Yönelimli	Verimli şekilde çalışma, işte sonuçları başarmaya odaklanma ve karmaşık problemleri daha etkili bir şekilde çözme yeteneğidir.	
Sosyal Yetkinlikler	Kültürlerarası Farklılıkları Yönetme Becerileri	Küresel olarak çalışırken farklı kültürleri, özellikle farklı çalışma alışkanlıklarını anlama yeteneğidir.
	Dil Becerileri	İş dünyasındaki dil farklılıklarını kavrama yeteneğidir. Küresel partnerleri ve müşterileri anlayıp onlarla iletişim kurabilmek oldukça önemlidir.
	Empati Kurma	Empati, bireyin başka çalışanların duygularını tanıması, anlaması, kendini onların yerine koyması aranan bir beceridir.
	Politik Beceri	Politik beceri; grupların veya tarafların duygu durumlarını ve güç ilişkilerini okuma ve bunları etkileyen ağları ve

**İnsan Kaynakları Yönetiminin Değişen Paradigması:
Endüstri 4.0 Perspektifi**

		dinamikleri saptamayı ifade eder.
	İlham Ettirme	Çalışanlar ve grupları ilham ettirme ve onlara rehberlik etme, onlardaki en iyi potansiyeli açığa çıkarma yeteneğini ifade eder.
	İletişim Becerileri	Hizmet odaklılık, iyi dinleme ve sunum becerileri gerektirirken, artan sanal çalışma ise yeterli sanal iletişim becerileri gerektirir.
	Dijital ve Ağ Kurma Becerileri	Dijital medya, bilgi teknolojisi, kodlama ve bilgi sistemlerinin kullanımı ile ilgili bilgi ve uzmanlığa sahip olma yeteneğidir. Son derece küreselleşmiş ve iç içe geçmiş bir değer zincirinde çalışma, bilgi ağlarını gerektirir.
	Ekip Çalışması Yeteneği	Amaçları başarabilmek için birlikte çalışma ve pozitif iletişim oluşturma yeteneğidir. Platformlarda ekip çalışmasının ve paylaşılmış çalışmanın artması, ekip kurallarına uyma becerisi beklentisini ortaya koymaktadır.
	Uzlaşmacı ve İşbirlikçi Olma Yeteneği	Bir değer zinciri boyunca tüzel kişiler, eşit ortaklar olarak gelişir; her proje, özellikle proje çalışmalarının arttığı işletmelerde kazan- kazan durumlarını yaratmalıdır.
	Bilgi Aktarma, Paylaşma ve Sürekli İyileştirme Yapma Yeteneği	Çalışanların bilgiyi paylaşma ve süregiden bir şekilde iş çıktılarını iyileştirme yeteneğine sahip olmaları gerekir. Özellikle mevcut demografik değişimle birlikte açık ve örtülü bilginin değiş tokuş edilmesi gerekmektedir.
	Liderlik Becerileri	Daha basık bir örgüt yapısıyla daha fazla sorumluluğa sahip her bir işgörenin bir lider olma uzmanlığı ve yeteneğine sahip olması gerekir.
Kişisel Yetkinlikler	Esneklik	Sanal çalışmanın artması, çalışanları zaman ve mekândan bağımsız hale getirmekte; ayrıca iş- görev rotasyonu, çalışanları iş sorumlulukları konusunda esnek olmaya zorlamaktadır.
	Belirsizlik Toleransı	İşgörenler özellikle iş-görev rotasyonu veya yeniden yönlendirmeler nedeniyle işle ilgili değişimi kabul etmelidirler.
	Öğrenme Motivasyonu	İşle ilgili sık yaşanan değişim, çalışanların öğrenmeye istekli olmasını zorunlu kılmaktadır.
	Baskı Altında Çalışma Yeteneği	İnovasyon süreçlerinde yer alan çalışanların, daha da kısalan ürün yaşam döngüleri ve azalan pazarlara sunum süreleri nedeniyle artan baskı ile başa çıkması gerekir.
	Değişimi yönetme ve Uyum Yeteneği	Esneklik ve değişime adapte olma ve değişime yaratıcı tepkide bulunma yeteneğidir.
	Sürdürülebilir Anlayış	İşletmelerinin temsilcileri olarak çalışanlar da sürdürülebilirlik girişimlerini desteklemelidir.
	Uyma	Makine çalıştırma ve çalışma saatleri konusunda IT güvenliği kurallarına sıkı sıkıya uyum gereklidir.
	Öz farkındalık	Çalışanların kendi duygularını, tercihlerini, kaynaklarını ve sezgilerini bilmesini ve anlamasını ifade eder.

Kaynak: (Hecklauer vd., 2016: 4; Sari Lubis, Absah ve Lumbanraja, 2019: 99; Ulu, 2019: 20-29).

İnsan Kaynakları Yönetiminin İşlevleri

İnsan kaynakları departmanı, işe alımdan işten çıkarılmaya kadar çalışanın yaşam döngüsüyle ilgili tüm yönleri yönetmekten sorumludur. İK, işletmelerin büyümesi için hayati öneme sahip olsa da günümüz endüstrilerinde çoğu İK departmanı, süreçlerin yetersiz veya eski teknoloji ile işliyor olması nedeniyle operasyonel rollerle sınırlandırılmış görünmektedir (Puhovichova ve Jankelova, 2020: 140). Ancak endüstri 4.0 yapay zekâ makinelerinden hizmet alan akıllı değer zincirleri aracılığıyla örgütlerin üretimlerini optimize ettiği endüstriyel bir çağ temsil etmektedir. Yapay zekâ ile bağlantılı olan algoritmalarından öğrenen makineler sayesinde ortam, sürekli optimizasyonlara sahip olacaktır. Dolayısıyla insan sermayesinin gelişimi için, örgütlerin endüstri 4.0 ile uyumlu yönetim yaklaşımına sahip İKY stratejilerine odaklanması gerekmektedir (Samarasinghe ve Medis, 2020: 7-8). Çünkü teknoloji hızla gelişmekte ve Nesnelerin İnterneti (IoT) gibi yenilikler, fiziksel şeylerin dijital dünyaya bağlanmasına olanak tanımaktadır. Bununla birlikte bulut teknolojisi kullanılarak büyük kapasitelerde saklanan önemli miktarda gerçek zamanlı veri üretilmekte, depolanmakta ve bilgi işlem gücü de katlanarak artmaktadır. Büyük veri ve yapay zekâ teknolojilerindeki gelişmeler yardımıyla örgütün verilerinin otomasyonu ve daha hızlı analizi mümkün olabilmektedir (Rana ve Sharma, 2019: 178-179). Bu çerçevede eğitim, kadrolama, ücretleme, performans değerlendirme, iş tasarımı gibi İKY uygulamaları örgütleri stratejik olarak sürdürülebilirliği sağlayan öğrenme ve inovasyona yöneltmektedir (Samarasinghe ve Medis, 2020: 7-8). Günümüzde İKY 4.0 uygulamalarının benimsendiği işletmeler sayısında artış gözlenmektedir. Bu işletmeler arasında Unilever, Saudi Aramco, PwC, ING, Major Energy Company, AT&T, Upwork, IBM, Infosys, MTN Group ve Haier yer almaktadır (Saudi

Aramco, Unilever ve Willis Towers Watson, 2019: 25-31). İKY işlevlerinde gözlenen değişimler şu şekilde özetlenebilir:

- **Personel Seçimi ve İşe Alım**

Dördüncü sanayi devriminin getirdiği yeni iş rolleri için personelin işe nasıl alınacağı konusu önemli güçlüklerden biridir. İşte bu değişimi etkili bir şekilde yönetebilecek kilit teknik personel ve üst düzey yöneticiler, endüstri 4.0'ın temel ilkesini dikkate alarak, tüm değer zinciri boyunca iş parçalarını, makineleri ve sistemleri birbirine bağlayarak birbirini özerk olarak kontrol edebilen akıllı ağlar oluşturmaldırlar (Shaw ve Varghese, 2018: 98).

İşe alım ve seçimde yapay zekâ gibi daha teknik araçlar kullanılırken bazı personel seçim süreçlerinin ise tam otomasyonu beklenmektedir (Ten Bulte, 2018: 9). Bu kapsamda akıllı iş arama uygulamaları, yapay zekâ kullanılarak CV'leri otomatik arama, otomatik ve kişiselleştirilmiş testler yapma, görüntülü sohbet yoluyla mülakat yapma, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik aracılığıyla işe alma ve işe başlatma söz konusu olacaktır. Endüstri 4.0'da işe alma, çeşitli becerilere ve heterojen bilgiye dayalı olmalı ve aday seçmeden önce tarama sürecinde test edilmelidir. Örgütler, kapsamlı işe alma ve aday seçme prosedürleri kullanarak her iş için doğru aday seçmeye büyük çaba harcamaldırlar. Örneğin; yenilikçi çalışanları işe almak için İK uzmanları ve görüşmeciler yenilikçi davranış için gerekli nitelikleri belirlemeye odaklanmalıdır. Seçim sürecinde psikometrik testlerle değerlendirilebilecek bir ölçütlerden biri de deneyime açıklıktır. Yeni deneyime açıklık; aktif hayal gücü, içsel duyarlılık hissi, çeşitli tercihler, entelektüel merak, yaratıcılık, esnek düşünme ve öğrenmeye karşı daha olumlu bir tutum ile karakterize edilir. Ayrıca işe alma ve personel seçim sürecinde örgütler, adayın öğrenme yönelimi ve performans yönelimi kadar hedef yönelimini de değerlendirmelidir. Çünkü öğrenme yönelimli çalışanlar zorlayıcı işlere girmeyi tercih ettikçe, kendilerini ve yeni

becerilerini geliştirmeye daha hevesli olmaktadır (Shamim vd., 2016: 5312). Yine endüstri 4.0'da Türkiye'deki bazı başarılı işletmeler (Şişecam, Arçelik gibi.) işe alım ve personel seçim süreçlerinde internet üzerinden başvuru almakta, sınav ve mülakat yapabilmektedir. Hatta yapay zekâ ve robotlarla, işe girişlerde başvuran adayın bilgi ve verilerinden yola çıkılarak çok kriterli kararlar alınmaktadır (Özçelik ve Onursal, 2020: 993-994). İşletmelerde İKY tarafından işe alma ve personel seçim süreçleri internet ortamına taşınınca bireylerin çoğunluğu iş aramak için uygun dijital platformlara veya kariyer sitelerine üye olmak zorunda kalmaktadırlar.

- **Personel Eğitimi**

Endüstri 4.0'daki örgütler eğitim programlarını yenilikçi yetenek ve öğrenmeyi geliştirebilecek şekilde tasarlamalıdır. Örgütler, çalışanlara çoklu görev yapabilmeleri için farklı türde eğitimler sunmalıdır. Bu eğitimler, beceri çeşitliliğini artırmak için gereklidir. Ayrıca eğitimler ekip oluşturma ve ekip çalışması becerilerine odaklanmalıdır ve mentorlük, özellikle yeni işe alınanlar açısından yöneticilerin rutin bir etkinliği olmalıdır. Bununla birlikte çalışanların problem çözme becerilerini geliştirmek için eğitim seansları olmalıdır (Shamim vd., 2016: 5312). Endüstri 4.0 İK işlevleri açısından doğru bilgiyi elde etmek için eğitim ile işgören gereksinimleri arasındaki uyumsuzluğu ortadan kaldırmayı ve daha fazla eğitimin gerekliliğini ortaya koymayı öne çıkarmaktadır (Ten Bulte, 2018: 9). Çünkü endüstri 4.0'ın ortaya çıkaracağı yeni meslekler, iş fırsatları ve istihdam alanlarına yönelik alınan eğitimler veya kendilerini geliştiren çalışanlar için işsiz kalma durumu söz konusu olmayacaktır. Bu nedenle özellikle Y ve Z Kuşağı çalışanları mesleki hedeflerine ulaşabilmek için bu yeni durumun gerektirdiği şekilde yetkinliklerini güncellemek zorunda kalacak ve bu dönüşüme uyum sağlamak için eğitimlere ihtiyaç duyacaklardır. Gelecekte daha hızlı ağırlar sayesinde her an her

yerden alınabilen sanal eğitimler mümkün olabilecektir (Sivathanu ve Pillai, 2018: 9). Teknoloji tabanlı eğitim ve öğrenme, tüm seviyelerde dijital teknolojik yetkinlikleri ve dijital teknolojilerin kullanımını geliştirmeyi amaçlamalıdır.

Çalışanlar bir örgüt için işe alındıklarında, işin doğasını anlamak ve verilen görevin beklentilerini karşılamak için çok zaman ve çaba harcar. Mevcut nesil, sadece duvarlarla sınırlı öğrenmeyi değil, aynı zamanda teknolojiyle kendi kendine öğrenmeyi de tercih etmektedir. İşyerlerinde çalışanların teknoloji ile entegrasyonunun sağlanarak daha üretken ve verimli olmalarını amaçlayan eğitim araçlarından bazıları şunlardır (Ninan, Roy ve Thomas, 2019: 788):

-Whatfix: Çalışanlara verilen eğitim ile işin yürütülmesi arasında her zaman bir uyumsuzluk ve gecikme süresi vardır. Bu uyumsuzluğu ve gecikmeyi azaltmaya yardımcı olmak için Whatfix isimli bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılım elektronik olarak çalışanlara bu konu ile ilgili uygulamada rehberlik etmektedir.

-Moodle: Moodle (Modular-Object-Oriented-Dynamic-Learning-Environment) kişiselleştirme ve entegrasyona katkı sunan özgür ve açık kaynak kodlu popüler bir öğrenme yönetim sistemidir. Eğitimci, bu sistemde çalışanın performansını sürekli izleyebilir ve çalışanlar da sunulan eğitim materyaline her zaman erişebilir.

-Loop: Çevrimiçi öğrenme platformu olan bu yazılım, çalışanın üzerinde yoğunlaştığı veya yaşadığı sorunlarla ilgili sorulara belirli yanıtlar verir. Loop, öğrenme alanında kritik başarısızlık noktalarını ele alan ve iş akışında öğrenmeyle alakalılık sağlayarak gerçek sorunları çözen bir programdır. Çalışanın zamandan tasarruf etmesi için yalnızca neyin gerekli olduğunu anlatmaya çalışmaktadır.

-Totara: Totara, önde gelen açık kurumsal Öğrenme Yönetim Sistemidir (Learning Management System- LMS). İş yerinde öğrenme için tasarlanan Totara, çalışanların rollerini, eğitim ihtiyaçlarını ve hedeflerini yansıtabilen işlevsel açıdan zengin bir öğrenme platformu sağlar. Çevrimiçi eğitimler tarafından geri bildirim sağlayan iki yönlü iletişimi başlatan eğitim aracıdır. Totara açık erişimli bir çevrimiçi eğitim platformudur. Günümüzde rekabetçi ortamda hayatta kalmak ve gelişmek için örgütün değişime hızlı adapte olması gerekir. Pahalı, bağlantısız ve esnek olmayan sistemler, örgütün potansiyelini engelleyecektir. Totara Yetenek Deneyimi Platformu, günümüzün hızla değişen dünyasında işletmelerin daha iyi bir iş yeri oluşturmalarına, dayanıklılığı artırmalarına ve gelişmesine yardımcı olur.

-WebEx: Ünlü yazılım şirketi Cisco tarafından oluşturulan bir yazılımdır. Webex eğitim merkezi, uzaktaki çalışanları birbirine bağlayarak, onları özel olarak eğitmektedir. Bu platform aynı zamanda etkin bir toplantı yöntemidir. Ofisten uzak olmanın işleri yavaşlatmasına izin vermeyen, nerede olursa olsun, güvenli ve verimli toplantıların gerçekleşmesini sağlar. Birçok işletme toplantılarını, durum değerlendirmelerini, işe alım mülakatlarını ve iş görüşmelerini “Cisco Webex Meetings” üzerinden yapmaktadır.

- **Performans Değerleme**

Endüstri 4.0 uygulamalarında tüm çalışan grubu için aynı performans hedefleri yerine bireysel bazda performans hedefleri saptanabilmektedir. Yapay zekâ, bireysel hedef belirleme sürecinde yardımcı olmaktadır. Çalışan performansına dair geri bildirim, yılda bir kez yapılan bir ritüelden ziyade sürekli bir etkinlik haline gelebilmektedir (Sivathanu ve Pillai, 2018: 9). Ayrıca performans değerlendirme ileri teknolojik araçlarla yapılabilecektir. Örneğin biyomedikal verilerle veya kontrol ettikleri makinelerden insanların performansını değerlendirmek için Büyük Verinin daha

fazla kullanılması mümkün olacaktır. Bu durum yöneticilerin İK analitiği bilgisine sahip olmasını zorunlu kılacaktır (Ten Bulte, 2018: 9).

Endüstri 4.0'a uyabilecek bir performans değerlendirme sistemi, öğrenmeyi ve yeniliği kolaylaştıracak şekilde çalışanların gelişimine, sonuca dayalı yaklaşıma ve davranış temelli yaklaşıma odaklanmalıdır. Çalışanlar rutin olarak performansları hakkında geri bildirim almalıdır. İdeal bir değerlendirme süreci performans standartlarının oluşturulmasını, beklentilerin iletilmesini, gerçek performansın ölçülmesini, gerçek performansın standartlarla karşılaştırılmasını, değerlendirmenin çalışanla tartışılmasını ve gerektiğinde düzeltici eylemin başlatılmasını kapsamalıdır. Aslında amaçlara göre yönetimin, endüstri 4.0 ile uyumlu bir performans değerlendirme yaklaşımı olduğu söylenebilir (Shamim vd., 2016: 5313).

- ***Kariyer Yönetimi ve Geliştirme***

Kariyer yönetimi ve geliştirme, iş- yaşam dengesi, sosyal adalet ve beceri geliştirme ile ilgili değişen algılarla ortaya çıkan insan kaynakları fırsatıdır. Y kuşağı çalışanları değerlerini, eğilim ve ideallerini karşılayan işletmelerle çalışmayı seçmektedir (Rana ve Sharma, 2019: 180). Buna karşın özellikle internet, sosyal medya ve akıllı telefon çağında büyüyen Z kuşağı çalışanları, birey odaklı ve esnek kariyer planlarına sahip olmayı istemektedirler (Sivathanu ve Pillai, 2018: 9). Çeşitli zorluklarla karşılaşma olasılığı yüksek olan gelecek nesil Z Kuşağı, gelecekteki iş dünyasıyla ilgili yetkinliklere sahip olmak zorundadır (Sari Lubis, Absah ve Lumbanraja, 2019: 97). Dolayısıyla yeni teknolojiler tarafından desteklenen İKY 4.0, baştan başa insan kaynakları süreçlerini dönüştürme potansiyeline sahiptir (Puhovichova ve Jankeleva, 2020: 140).

Endüstri 4.0 çalışanları genelde *sınırsız kariyer*, *portföy kariyer* ve *kendi olanaklarıyla kariyer (in-house careers)* yaklaşımlarını benimsemektedir. *Sınırsız kariyer yaklaşımı* ile çalışanın şu anda çalışmakta olduğu örgüt dışındaki örgütlerden, dış bağlantılardan ve bilgidен kaynaklanan kariyere sahip olması ifade edilir. Bu kariyerde örgütsel sınırlar ortadan kalktığından proje-temelli örgütler arasında sürekli hareket hâlinde olma ve profesyonel etkileşimin olduğu ağlara ve yetkinliklere dayalı fırsatlar yaratma esastır. Çalışanların kariyerleri tek bir örgütle değil, birçok örgütle ilişkilidir (Paksoy, Hırlak ve Balıkcı, 2017). Sınırsız kariyer modelinin, “fiziksel hareketlilik” (Bu hareketlilik, işler, işletmeler, meslekler ve ülkeler arasındaki hareketliliğe atıfta bulunur.) ve “psikolojik hareketlilik” (Bu hareketlilik, mevcut işveren dışında pazarlanabilirlik yaratma ve bir örgütteki ağlarda çalışma gibi psikolojik nedenlerle kariyer aktörünün zihninden görüldüğü şekliyle hareket etme kapasitesi olarak bilinir.) üzerine temellendirildiği gözlenmektedir (Segers, 2008: 213).

Portföy kariyer yaklaşımında ise çalışanlar, kendileri için bir çalışma etkinliği olan “portföy” oluşturarak, bilgi, beceri ve yeteneklerini çeşitli organizasyonlara ve kişilere aktarmaktadır. Bu kariyer, çalışanların aynı anda birden çok müşteri ve işveren ile çalışarak birden çok iş yapma biçimidir (Erdoğan ve Çiğdem, 2019). Bu çalışanlar için aslında iş, müşteridir. Çünkü onlar tam zamanlı ve ücretli olmanın ötesinde bağımsız ve yaptıkları işin karşılığını alan kişilerdir. Çalışanlar genelde belirli bir görev için işe alınmaktadır (Kırçı, 2007: 51-52).

Kendi olanaklarıyla kariyer (in-house careers) yaklaşımı ise profesyonellerin işten işe ve işletmeden işletmeye geçerken kariyerlerini gözden geçirip yeniden icat ettikleri, kendi kendine yönettikleri kariyerdir. Burada bireylerin iş güvenliğinden ziyade çok sayıda işe ve kuruluşa uygulayabilecekleri taşınabilir beceriler geliştirmeye çalıştıkları görülmektedir. Hatta çalışanlar bu

becerilerini geliştirmelerine izin veren işletmeleri aramaktadırlar. Kariyerlerine kendi kendilerine yön veren yeni nesil çalışanların aniden başka bir işletmeye, hatta başka bir sektöre geçmelerinin nedenleri; özünde zorlayıcı çalışma (bireyin yeni bilgi ve beceriler edinme ve uygulama isteği), öğrenme odaklı ilişkiler (bireyin yeni bilgi ve beceriler edinmek için yararlanabileceği başka örgütlerdeki kişilerle anlamlı bağlantılar geliştirme eğilimi), değerli dışsal ödüller (çalışanların becerilerini, kendileri açısından önemli olan maaşlar ve yan haklar için değiştirme isteği) olmaktadır. Bu anlayışta, çalışanlar değerli olan belirli ödülleri almak istediklerinden onlar kendilerini işletmeye ve sektöre bağlı kalmaya devam eden "işletme içi geçici işçiler" olarak görmektedirler (Walsh ve Taylor, 2007: 166). Bu kariyeri takip eden kişilerin sürekli olarak öğrenmeleri ve iş zorluklarını aramaları tavsiye edilmektedir.

- **Ücretleme**

Endüstri 4.0'daki ücretlendirme sistemi, çalışanların işletmeye katkısını yansıtmalıdır. Çalışanlar, bireysel, grupsal ve örgütsel performansa dayalı olarak ücret almalıdır. Performans ile kar paylaşımı ve ek teşvik ödemesi gibi ödüller arasında bir bağlantı olmalıdır. Böyle bir ücret sistemi, örgütlerde yenilik ve öğrenme ortamını kolaylaştırma potansiyeline sahiptir (Shamim vd., 2016: 5312-5313). Ücret ve yan hakların yapısı, çalışan veri tabanından analiz edilen beceri arz ve talep açıklığı yardımıyla belirlenebilmektedir. Yine terfiler ve özendirici ücretler, yalnızca kıdem temelli ilerlemeler yerine teknoloji yardımıyla daha objektif ölçütlere dayandırılabilir (Sivathanu ve Pillai, 2018: 9). Bununla birlikte ödüllerin daha fazla esnekleştirilmesi ve kişiselleştirilmesi söz konusu olacaktır (Ten Bulte, 2018: 9).

- ***İş Sağlığı ve Güvenliği:***

Endüstri 4.0'da ücretlendirmenin yanında işgören sağlığı da örgütün üretkenliği açısından önemli bir unsurdur. Sağlıklı yaşam uygulamaları ve nesnelerin interneti tabanlı akıllı giyilebilir cihazlar bu konuda işgörelere yardımcı olabilir (Sivathanu ve Pillai, 2018: 9). Bununla birlikte işgören sağlığı ve güvenliği ile ilgili hizmet içi eğitim programları online olarak verilebilir.

- ***İş Tasarımı***

Öğrenmede yenilik ortamını teşvik etmek için birden çok alanda iş rotasyonu ve esnek görevlere olanak tanıyacak, görevlerin ve sorumlulukların çalışanlara kapsamlı aktarımını yapacak şekilde işler tasarlanmalıdır. Ayrıca iş tasarımı, iş analizini, ekip çalışmasını ve işbirliğini kolaylaştırmalı ve beceri çeşitliliği gerektirmelidir. Değişim ve yenilikle karakterize edilen endüstri 4.0 ortamında, böyle bir iş tasarımı, örgütün uyum sağlmasına yardımcı olabilir (Shamim vd., 2016: 5313).

İK 4.0 uzmanları, sadece işi yapan çalışanlar değil aynı zamanda işi geliştirmek, çalışanları tedarik etmek, onları eğitmek ve geliştirmek zorunda kalan sorumlular olacaktır (Asiltürk, 2018: 536). Çünkü nesnelerin interneti, akıllı nesnelere, bulut bilişim, yapay zekâ teknolojileri, büyük verilerin analizi gibi endüstri 4.0'ın bileşenleri İKY'nin işlevlerini de dönüştürmektedir. İş tasarımının, işgörelere doğru becerilerini, yani kontrol ettikleri veya ürettikleri makineler için gerekli olan daha fazla teknik beceriyi içerecek şekilde adapte edilmesi gerekmektedir (Ten Bulte, 2018: 9). Gelişen yetenek mücadelesinde, değişen ortama yanıt vermeyen işletmeler rekabet etmekte zorlanacaktır. Ayrıca işverenlerin markalaşması için genç nesil işgörelere seçmek önemlidir. Bu nedenle yöneticiler, insan kaynakları uzmanlarının birçok geleneksel işlevini, yapay zekâ ve robotik teknolojileri kullanan dış tedarikçilere aktararak proaktif insan kaynakları

planlamasının küresel ve yerel problemlerini çözüme kavuşturmaya daha fazla yoğunlaşmalıdır. Büyük veriye ve daha sofistike bir insan kaynakları bilgi yönetim sistemine artan ilgi, bireysel stratejiler, süreçler ve sonuçlar için daha fazla sorumluluk gerektirecektir. Çalışma ortamının bu dönüşümü iş profillerini değiştirecek ve bu nedenle çalışanların çok çeşitli yeteneklerle donatılmasını gerektirecektir. Endüstri 4.0 ortamında yükseköğrenim gerektiren iş profilleri artan ölçüde önem kazanmakla birlikte işgücünün yerini giderek daha fazla oranda otomatik süreçler de alacaktır (Rana ve Sharma, 2019: 180).

Örgütler otomasyonu dikkatlice tasarladıklarında ve akıllıca konuşturduklarında inovasyon ve yüksek büyümeyle sonuçlanabilir. Ayrıca rekabetçi avantaj elde etmek için örgüt yöneticileri her zaman çalışanlarına önem vermeli ve İK stratejileri konusunda ileri görüşlü olmalıdır. Çünkü çevik bir işgücü, büyüyen otomasyon senaryosunda bir gerekliliktir. Çevik işgücü, işletme gereksinimlerinin belirlediği şekilde doğru zamanda doğru beceri ve bilgileri hızla sunabilen organize ve dinamik yetenekleri ifade eder. Çevik işgücü, aynı zamanda yeni fırsatlara ve piyasa koşullarına kolay adapte olabilen, esnek, iyi eğitilmiş, gelişmeye eğilimli, yetkin, bilgili ve hızlı eyleme geçebilen bir işgücüdür. Bu işgücü, değişken küresel iş ortamında bir örgütün hayatta kalma becerisini artırabilir (Shaw ve Varghese, 2018: 98):

Ayrıca endüstri 4.0 iş- aile yaşamı dengesini sağlamak için serbest çalışma, mobil çalışma, evde çalışma ve tele çalışmaya daha fazla meyil göstermektedir (Özçelik ve Onursal, 2020: 993-994). 2015 yılında hazırlanan Avrupa Tele Çalışma Raporuna göre İtalya dışındaki tüm AB ülkelerinde işgücünün en az %10'u tele çalışma biçimiyle istihdam edilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde ise tele çalışma kapsamındaki işgücünün oranı %24 civarındadır. Yine 2018 yılı Eurostat verilerine göre AB ülkelerinde toplam işgücünün %5.1'i evde çalışma yoluyla istihdam edilmektedir

(Özgener, 2020: 367-369). Bu nedenle örgütlerde esnek çalışma biçimlerinin yaygın olarak tasarlanması gerekmektedir.

SONUÇ

Endüstri 4.0 çağındaki dijital dönüşüm ile birlikte müşteri beklentileri sürekli değiştiği için işletmedeki tüm süreçler de değişmektedir. Endüstri 4.0 diğer işletme fonksiyonları gibi insan kaynakları yönetimi fonksiyonu kapsamındaki işe alma, eğitim, performans değerlendirme, ücretleme, kariyer yönetimi ve iş tasarımı süreçlerini de etkilemektedir. Bu çalışmada endüstri 4.0'ın işgücü piyasası, insan kaynakları yönetiminin niteliği, yapısı, uzmanları, yetkinlikleri ve fonksiyonları üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Bu çalışmayla hem insan kaynaklarını gelecekteki endüstri 4.0 ilişkili değişimlere hazırlıklı olmalarını sağlamak için işletmelere yol göstermek hem de insan kaynakları yönetimi 4.0 yazınına katkı yapmak amaçlanmıştır.

Çalışmaya ilişkin genel bir değerlendirme yapıldığında; kurumsallaşmanın olmadığı birçok işletmede adayların yanlış bilgi vermesi, görüşmecinin adayları hatalı değerlendirmesi, hatalı formlar, uygun olmayan seçim yöntemleri, uygun olmayan referanslar, kayırma ve deneyim eksikliği gibi faktörler nedeniyle insan kaynaklarının işe alım süreci etkin işlemediğinden işçilik maliyetleri yükselmektedir. Endüstri 4.0'da seçilecek teknolojiler (nesnelerin interneti, bulut bilişim sistemleri, ileri robotik sistemler, yapay zekâ teknolojileri, büyük verilerin analizi vs.) insan kaynaklarının işe alımı sürecindeki sorunları çözmede daha etkili olabilir. Hatta bu teknolojiler işgücünü güncel bilgi ve becerilerle donatarak örgütlerin performansını da iyileştirebilir.

Öte yandan robotik sistemler ve otomasyonun yaygınlaşması, bazı istihdam alanlarında kısmen de olsa işsizliğe neden olmuştur. Fakat endüstri 4.0 aynı zamanda yeni iş alanları ve yeni meslekler

yaratmaktadır. İşgörenler bu yeni işleri ve meslekleri yapacak şekilde eğitim almalı, belli yetkinliklere sahip olmalı ve kendilerini geliştirmelidirler. Endüstri 4.0'ın yaratmış olduğu bu imkanlar, işgücünün mevcut yapısını değiştirerek kalitesini artırmaktadır. Bununla birlikte birçok işte nitelikli işgücü, robotlarla işbirliği ve uyum içinde çalışmaktadır. Dolayısıyla endüstri 4.0'da yöneticiler örgütte yenilikçiliği ve öğrenmeyi teşvik etmek amacıyla İK uygulamalarını yeniden tasarlamalıdır.

Bu çalışmanın bazı kısıtları mevcuttur. *Birincisi* bilgi ve iletişim teknolojisindeki kavramların Türkçe olarak kavramlaştırılmasında bazı güçlüklerle karşılaşmıştır. *İkincisi* endüstri 4.0 ve insan kaynakları yönetimi ilişkisini bir bütün olarak ortaya koyan çalışmalara rastlanmadığından bu çalışmanın da bazı eksiklikleri olabilir.

İnsan kaynakları yönetimi 4.0'da performans değerlendirme ve personel eğitimi konuları oldukça ilgi çekici alanlar olduğundan diğer araştırmacılara bu konuda çalışma yapmaları tavsiye edilebilir.

KAYNAKÇA

1. Agolla, J. E. (2018). Human capital in the smart manufacturing and Industry 4.0 revolution, Chapter 3, A. Petrillo, R. Cioffi, F. De Felice, (Eds), *In digital transformation in smart manufacturing*, (s.44–51). London, UK: IntechOpen.
2. Akben, İ. ve Avşar, İ. İ. (2018). Endüstri 4.0 ve Karanlık üretim: Genel bir bakış. *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 26-37.
3. Alhajjar, A. A., Kassim, R.M., Raju, V. ve Alnacheif, T. (2018). Driving Industry 4.0 business through talent management of human resource system: The conceptual framework for banking industry. *World Journal of Research and Review (WJRR)*, 7(3), 53-57.
4. Ali, A. (2012). The role of leadership in human resource management – Proposing conceptual framework of advanced leadership model. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 4(6), 979-989.
5. Asiltürk, A. (2018). İnsan kaynakları yönetiminin geleceği: İK 4.0. *Journal of Awareness*, 3 (Special), 527-544.
6. Aytar, O. (2019). Endüstri 4.0 ve bu paradigmanın örgüt yönetimi üzerindeki olası etkileri. "İŞ, GÜÇ" *Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*, 21(2), 75-90.
7. Bayraktar, O. ve Ataç, C. (2018). The effects of Industry 4.0 on human resources management, E. Yıldırım ve H. Çeştepe (Eds.), *Globalization, institutions and socio-economic performance macro and micro perspectives*. (s.337-359). Berlin: Peter Lang.
8. Biçer, C. (2019). Endüstri 4.0, üretim ve örgütlerin yönetim süreçlerinde yenilikler, 5.bölüm, örgütsel gelişim ve yönetim uygulamaları. (s.119-156). S. Gün ve A. Tutcu (Eds). Ankara: Iksad Publications.
9. Bissola, R. ve Imperatori, B. (2020). HRM in the Industry 4.0 era: Are workers still in the center? R. Bissola ve B. Imperatori (Eds). *HRM 4.0 for human-centered organizations*, Advanced series in management, Vol. 23, (s. xiii-xxii). Howard House, UK: Emerald Publishing Limited.
10. Boyatzis, R. E. (1982). *The competent manager: A model for effective performance*. New York: John Wiley& Sons.
11. Dhanpat, N., Buthelezi, Z.P., Joe, M.R., Maphela, T.V., ve Shongwe, N. (2020). Industry 4.0: The role of human resource professionals. *SA Journal of Human Resource Management*, 18, a1302. <https://doi.org/10.4102/sajhrm.v18i0.1302>, 1-11.
12. Erdoğan, E. ve Çiğdem, S. (2019). Portföy çalışma ve değişen kariyer davranışları: freelance çalışanların deneyimleri üzerinden bir

- değerlendirme. *Pesa Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 184-199.
13. Ergün, E., Şen, E., ve İri, O. (2020). Endüstri 4.0 çerçevesinde firmaların organizasyon yapılarının insan kaynakları rollerine etkisi. *Business & Management Studies: An International Journal (BMU)*, 8(3): 3393-3423.
 14. Göksu Özüdoğru, A., Ergün, E., Ammari, D. ve Görener, A. (2018). How Industry 4.0 changes business: A Commercial perspective. *International Journal of Commerce and Finance*, 4 (1), 84-95.
 15. Hecklaue, F., Galeitzke, M., Flachs, S. ve Kohl, H. (2016). Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 54, 1-6.
 16. Kırçı, Z. (2007). *Motivasyon unsuru olarak kariyer geliştirme ve bir uygulama*. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
 17. Kopp, R., Howaldt, J. ve Schultze, J. (2016). Why Industry 4.0 needs workplace innovation: a critical look at the German debate on advanced manufacturing. *European Journal of Workplace Innovation*, 2(1), 7-24.
 18. Liboni, L.B., Cezarino, L.O., Jabbour, C. J. C., Oliveira, B.G. ve Stefanelli, N.O. (2019). Smart industry and the pathways to HRM 4.0: Implications for SCM. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(1), 124-146.
 19. Malik, A. (2019). Creating competitive advantage through source basic capital strategic humanity in the Industrial Age 4.0. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 4 (1), 209-215.
 20. Masanja, N. M. (2019). *Human resource manual: A practice guide for human resource practitioners*. 1 st edition, Mwanza, Tanzania: NMM Printers.
 21. Mohelska, H. ve Sokolova, M. (2018). Management approaches for Industry 4.0 -The organizational culture perspective. *Technological and Economic Development of Economy*, 24(6), 2225-2240.
 22. Ninan, N., Roy, J. C. ve Thomas, M. R. (2019). Training the workforce for Industry 4.0 *International Journal of Research in Social Sciences*, 9(4), 782-790.
 23. Onik, M.M.H., Miraz, M.H. ve Kim, C-S. (2018). A Recruitment and human resource management technique using blockchain technology for Industry 4.0, *In Proceeding of Smart Cities Symposium (SCS-2018)*, Manama, Bahrain, 11-16.

24. Özçelik, T. ve Onursal, F.S. (2020). Endüstri 4.0'ın iş hayatı ve sendikalaşma üzerine etkisi, *Business & Management Studies: An International Journal*, 8(1), 981-1007.
25. Özgener, Ş. ve Güneş, E.G. (2020). İşgören yetkinlikleri ile ilişkili olarak girişimcilik yönelimi ve girişimci liderliğin firma performansı üzerine etkisinde bir değişme olmakta mıdır? 4. Uluslararası Akdeniz Sempozyumu, 22-24 Ekim 2020, Mersin, Türkiye, 1-34.
26. Özgener, Ş. (2020). *İş ahlakının temelleri: Yönetsel bir yaklaşım. Gözden Geçirilmiş ve Güncellenmiş 5.Basım*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd Şti.
27. Paksoy, M., Hırlak, B. ve Balıkçı, O. (2017). Sınırsız ve çok yönlü kariyer tutumlarının bazı demografik özellikler açısından incelenmesi: Adana örneği. *International Journal of Academic Value Studies*, 3 (12), 277-292.
28. Piwowar-Sulej, K. (2018). Human resources management in the industrial revolution 4.0: General and Polish perspective. P. Jedlicka, P. Maresova, I. Soukal (Eds.). *Hradec Economic Days Vol. 8(2). 16th International Conference Hradec Economic Days 2018*, University of Hradec Kralove, (s.179-187). January 30–31, 2018 Hradec Králové, Czech Republic.
29. Poba-Nzaou, P., Galani, M. ve Tchibozo, A. (2020). Transforming human resources management in the age of Industry 4.0: A matter of survival for HR professionals. *Strategic HR Review*, 6, 1-6.
30. Prifti, L., Knigge, M., Kienegger, H. ve Krcmar, H. (2017). A competency model for "Industrie 4.0" employees. J. M. Leimeister, W. Brenner (Hrsg.), *Proceedings der 13. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2017)*, (s.46-60). St. Gallen.
31. Puhovichova, D. ve Jankelova, N. (2020). Changes of human resource management in the context of impact of the fourth industrial revolution. *International Scientific Journal "Industry 4.0"*, V(3), 138-140.
32. Rana, G. ve Sharma, R. (2019). Emerging human resource management practices in Industry 4.0. *Strategic HR Review*, 18(4), 176-181.
33. Samarasinghe, K. R., Medis, A. (2020). Artificial intelligence based strategic human resource management (AISHRM) for Industry 4.0. *Global Journal of Management and Business Research*, 20(2), 6-13.
34. Sari Lubis A., Absah Y, Lumbanraja P. (2019). Human resource competencies 4.0 for generation Z. *European Journal of Human Resource Management Studies*, 3(1), 95-105.

35. Saudi Aramco, Unilever ve Willis Towers Watson. (2019). HR4.0: Shaping people strategies in the fourth industrial revolution. *World Economic Forum*, White Paper. Cologny/Geneva, Switzerland.
36. Segers, J. Inceoglu, İ., Vloeberghs, D., Bartram, D. ve Henderickx, E. (.2008). Protean and boundaryless careers: A study on potential motivators. *Journal of Vocational Behavior*, 73, 212–230.
37. Shamim, S., Cang, S., Yu, H. ve Li, Y. (2016). Management approaches for Industry 4.0: A human resource management perspective. *2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, Vancouver, BC, Canada, July 24-29, 5309-5316.
38. Shaw, P. ve Varghese, R. M. (2018). Industry 4.0 and future of HR. *Journal of Management (JOM)*, 5(6), 96–103.
39. Sima, V., Gheorghe, I.G., Subić, J. ve Nancu, D. (2020). Influences of the Industry 4.0 revolution on the human capital development and consumer behavior: A systematic review. *Sustainability*, 12, 1-28.
40. Sivathanu, B. ve Pillai, R. (2018). Smart HR 4.0 – how Industry 4.0 is disrupting HR. *Human Resource Management International Digest*, 26 (4), 7-11.
41. Ten Bulte, A. (2018). *What is Industry 4.0 and what are its implications on HRM practices?* University of Twente, The Faculty of Behavioural, Management and Social Sciences. *1th IBA Bachelor Thesis Conference*, July 10th, 2018, Enschede, The Netherlands.
42. Ulu, S. (2019). *Duygusal ve sosyal yeterliliklerin bireysel iş çıktıları üzerindeki etkisi*. T.C. Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Sakarya.
43. Walsh, K. ve Taylor, M.S. (2007). Developing in-house careers and retaining management talent: What hospitality professionals want from their jobs. *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 48 (2), 163-182.
44. Yasım, Y. K. (2020). Endüstri 4.0: Çalışmanın geleceği, *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi (KLUJFEAS)*, 9 (1), 47-64.

BÖLÜM 10

ENDÜSTRİ 4.0 VE ÜRETİM
SÜREÇLERİ

ENDÜSTRİ 4.0 VE ÜRETİM SÜREÇLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Fatih KESKİNKILIÇ

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0003-4885-717X

*“Endüstrileşmek,
en büyük millî dâvalarımız arasında yer almaktadır.”*
Gazi Mustafa Kemal Atatürk

GİRİŞ

Cumhuriyetin kuruluşundan bu yana başta Gazi Mustafa Kemal Atatürk olmak üzere Türkiye’de görev yapmış tüm yöneticiler Türk Endüstrisi’nin rekabet gücünü artırmak ve Türkiye’deki teknoloji alt yapısını geliştirmek için çalışmıştır. Bu amaçla cumhuriyet ilan edilmeden önce dahi (İzmir İktisat Kongresi 17 Şubat-4 Mart 1923) sanayileşme hedef olarak belirlenmiştir (Yücel, 2015: 106). Fakat savaşların getirdiği ekonomik sıkıntılar ve ardından gelen İkinci Dünya Savaşından sonra ortaya çıkan olumsuzluklar ile sonraki yıllarda alınan dış yardımlar ve tüketim odaklı politikalar nedeniyle kalkınma hamlesi ivmesi azalmıştır (TMMOB, 2007: 5).

Kalkınmış ülkelere baktığımızda gelişmiş sanayileri dikkati çekmektedir. Ürettikleri ile kalkındıkları ortada olduğu için kalkınma ile endüstrileşme eş anlamlı olmuştur (İlkin, 2012: 423).

Endüstrileşmesini tamamlayan ülkelerin önünde artık yeni teknolojileri sanayiye entegre ederek maliyetleri düşürme ve rekabeti kolaylaştırmak vardır. İkinci ve üçüncü sanayi devrimleri ile üretim hızı ve maliyetleri kendinden bir önce gelen sanayi devrimlerine göre oldukça azalmıştır. Son sanayi devrimi ile dünyanın herhangi bir yerindeki alıcı günün herhangi bir vaktinde siparişini verip kısa süre içinde alabilmektedir. Daha önce seri üretiminin yapılamayacağı düşünülen ürünler bile çok daha düşük maliyetle çok daha yüksek bir hızla üretilmektedir (Yazıcı ve Düzkaaya, 2016).

Genel olarak bakıldığında anlaşılacaktır ki sanayi devrimleri üretim süreçlerini etkilememiş aksine üretim süreçlerinde kullanılan teknolojiler ve bu teknolojilerin yaygınlaşması sanayi devrimlerini başlatmıştır. Bu doğrultuda tarihsel olarak endüstri süreçlerine bakıldığında 12. yüzyıldan kalan yazılı eserlerle ilk otomatik makineleri yaptığı kabul edilen El- Cezeri'den 19. yüzyıla kadar pek bir kıpırdanma olmamıştır. 19. yüzyılın başında otomatik dokuma tezgâhları geliştirilmiş o zamandan 1960'lara kadar da robotların geliştirilmesi devam etmiştir. 1960 yılında ilk endüstriyel robot General Motors şirketi tarafından endüstriyel hatlarda kullanılmaya başlanmıştır (Erden, 2003: 4-6). Hatlarda kullanılan ve geliştirilen robotların asıl beklediği ise yapay zekâ teknolojilerinin gelişmesi ve yazılımında kullanılmasıdır.

Son zamanlarda üretim süreçlerinde en önemli katkısı olan robotlar önceleri sıkıcı, tekrarlayan ve insan için tehlikeli işlerde çalıştırılmaya başlanmıştı ama artık havalimanı, müze, alışveriş merkezi gibi yerlerde filo denecek kadar fazla sayıda insansı robot, müşterilere danışmanlık yapmak ve yardım etmek için kullanılmaya başlanmıştır. Bunların yanında yapay zekaya sahip chatbot denilen ve bir ağ tarayıcısında kullanılan robotlar da çevrimiçi sistemlerde kullanılarak bilgisayarla insanın etkileşimini sağlamışlardır (Aydın, 2018: 11).

Zekâ gerektiren işleri yapan sistemlere zeki sistemler denmekte ve bilgisayarları daha zeki hale getirmekle uğraşmaya da yapay zekâ çalışmaları denmektedir (Öztemel, 2006: 13-14). 1950'lerde ortaya çıkmış ilk duyulmasından bu yana da birçok alanda kullanılmıştır (Sucu, 2019: 4). Bu zamana kadar yapay sinir ağları, derin öğrenme, bulanık mantık, genetik algoritma, sürü optimizasyonu vb. birçok yapay zekâ alt dalı/ teknolojisi de ortaya çıkmıştır. Bu teknolojiler ilk zamanlar tek başlarına kullanılırken şimdi birbirleri ile etkileşimli hatta birbirini geliştiren şekillerde çalışarak dezavantajlarını avantaja çevirmişlerdir.

Son yıllarda hızla kullanımı artan ve gelişen bilim teknolojilerinden bulut bilişim, nesnelerin interneti, büyük veri, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve özellikle yapay zekanın içine girdiği her alanda büyük bir devrim olmuş girdiği yapıyı değiştirmiştir. Zeki sistemlerin işe karışmasıyla hızlı bir dijital dönüşüm tetiklenmiş ve artık önceden duymadığımız kavramlar türemiştir. Bu kavramlar şu anda her alanda tam ve etkin şekilde kullanılmasa da geleceğin nasıl olacağını bize göstermektedir. Bu kavramlar genel olarak aşağıdaki gibi olmakla beraber giderek artmaktadır:

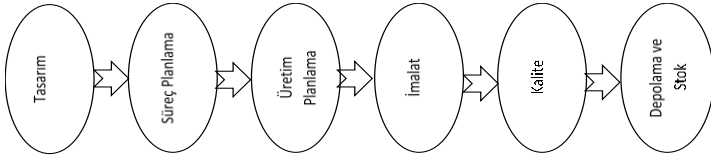
- **Endüstri 4.0:** Zeki sistemlerin ve diğer bilişim teknolojilerinin endüstride kullanılması.
- **Toplum 5.0:** Zeki sistemleri sanal ve gerçek dünyada toplum çıkarları için kullanılması (Büyükgöze ve Dereli, 2020: 2)
- **Eğitim 4.0:** Zeki sistemlerin endüstride kullanılması (Öztemel, 2018: 2)
- **Web 4.0:** Zeki Sistemlerin, büyük veri ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojilerle internette kullanılması (Ersöz, 2020: 1)
- **Çevre 4.0:** Zeki sistem ve teknolojilerinin çevre açısından sürdürülebilir ve tutarlı ürünler olarak kullanılması (Carvalho vd., 2020).

- **İnsanlık 2.0:** Yapay zekâ ve insan zekasının bir noktadan sonra ortak kullanılması (Kurzweil, 2016).
- **Turist 5.0:** Yapay zekâ ve nesnelerin interneti teknolojilerinin konaklama içinde dışında kullanılması (Topsakal vd., 2018: 4).
- **Sağlık 4.0:** Zeki sistemlerin, Nesnelerin interneti, bulut bilişim ve büyük veri gibi uygulamaların sağlık yönetim sistemlerinde ve hizmetlerinde kullanılması.

Yukarıda belirtilen kavramlar ürün ve hizmet üretiminde kullanılan teknolojilerle nasıl bir gelişme gösterdiklerini ve ileride sıradan bir insan için nasıl bir ortam oluşturulacağına göstergesidir. Bu bölümde endüstri, eğitim, genel ağ, çevre, turizm gibi sektörlerin alt sistemlerinde bilişim teknolojilerinin genel olarak üretim sistemlerini nasıl etkilediği imalat sektörü üzerinden anlatılacaktır.

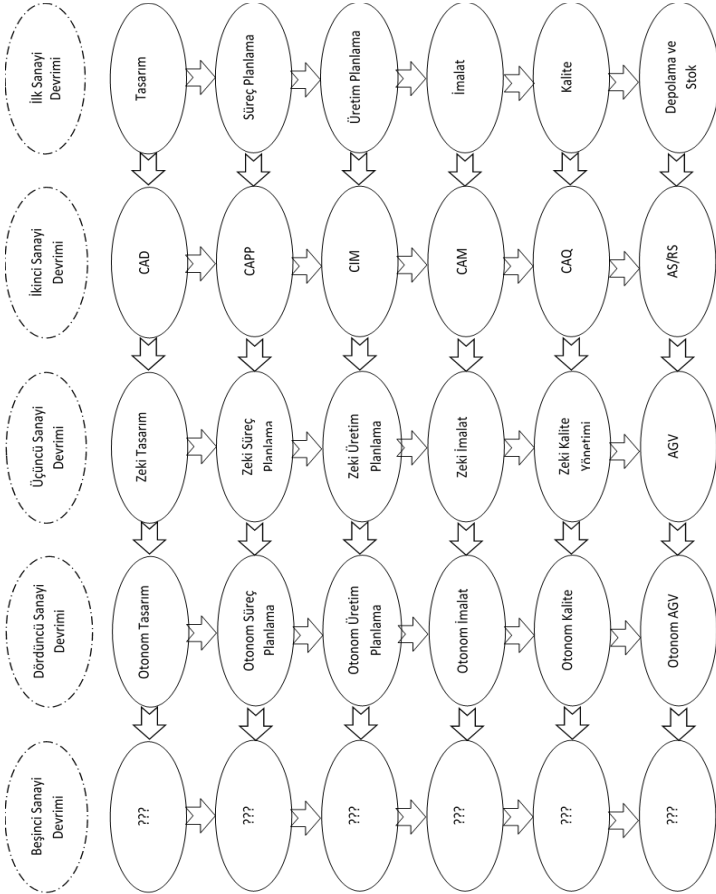
Üretim Süreçleri

Bir üretim sistemi üretim faktörleri olan hammadde, malzeme, iş gücü, sermaye, bilgi ve enerjiyi girdi olarak alarak bir üretim sürecinden geçiren ve ürün/hizmet çıktısı veren sistemdir. İmalat sistemini geleneksel olarak düşündüğümüzde tasarım, süreç planlama, üretim planlama, imalat, kalite, depolama ve sevkiyattan oluşan alt sistemleri olan Şekil 1. deki gibi bir sistem tasavvur ederiz (Öztemel, 2009: 382-384).



Şekil 1: Geleneksel İmalat Sistemi
Kaynak: (Öztemel, 2009: 384)

Geleneksel üretim sistemlerinin en önemli sorunları, üretim maliyetleri, ürün kalitesi, üretim kontrolü, hızlı reaksiyon, envanter, esneklik ve üretim miktarının belirlenmesidir (Rehg ve Kraebber, 2008: 52). Endüstri 4.0 öncesini belirten yukarıdaki şekil ve sorunların diğer ve son endüstri devrimiyle nasıl değiştiği Şekil 2.'de gösterilmiştir.



Şekil 2: İmalat Sistemindeki Değişim ve Gelişim
Kaynak: (Öztemel, 2009: 38)

Tasarım ve Geleceği

Genel olarak bakıldığında üretim sistemleri ürün tasarımdan başlamaktadır. Tasarım tanım olarak önceden çözümlenmemiş problemlere çözüm üretmek için veya başka yollarla çözümlenmiş problemlere yeni çözümler getirmek için gerekli olan çalışmalardır (Hurst, 1999: 4). Yine tasarımın kavramsal tasarım, somut tasarım gibi alt süreçleri bulunmaktadır. Tasarım süreci ihtiyaç belirleme ile başlar problemin tanımlanması ile devam eder sorun çözen kavramlar geliştirilir ve tasarım git gide somutlaşarak nihai ürünün ayrıntılı tasarımı ile sonuçlanır.

Tasarım birinci sanayi devrimi ardından gelen süreçte bireysel ve elle yapılırken ikinci sanayi devrimi sonrası zamanlarda grup halinde ekipmanlarla yapılmıştır. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle ve tasarımda kullanılmasıyla Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD Computer Aided Design) ortaya çıkmıştır (Baykasoğlu ve Dereli, 2006: 60). Üçüncü sanayi devriminden sonra tasarım insan-bilgisayar etkileşimiyle BDT/CAD uygulamalarıyla yapılmaya başlanmıştır. Son sanayi devriminden önce ve hala kullanılmakta olan BDT uygulamaları yapay zekâ teknolojileri ile birleşerek zeki tasarım sistemleri ortaya çıkmıştır.

Endüstri 4.0 zamanına kadar olan uygulamalar genelde tasarımcı kişi veya gruplara karar desteği sağlamaktaydı. Son sanayi devrimi artık kavram olmaktan çıkıp somutlaştığında birden çok yapay zekâ ve bilişim teknolojilerinin kullanıldığı kendi kendine karar verebilen otonom tasarım uygulamalarının ortaya çıkacağı düşünülmektedir. Tasarımın bu gelişimini (Taşkın ve Adalı, 2003) endüstri 4.0 kavramı daha ortaya atılmamışken Tablo 1. 'de göstermişlerdir.

Tablo 1: Tasarım Otomasyonunun Gelişmesi

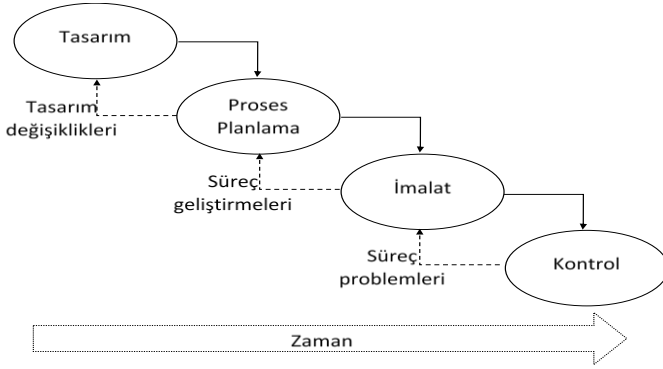
Aşama	Sanayileşmenin Özellikleri	Problemin Tanımlanması	Kavramsal Tasarım	Detaylandırılmış Tasarım
1	Emek Yoğun	Bireysel	Bireysel	Bireysel
2	Ekipman Yoğun	Grup	Grup	Hesap Makineleri ve Taslak Araçları
3	Bilişim Yoğun	Bilgisayar-İnsan	Bilgisayar-İnsan	Etkileşimli Bilgisayar Destekli
4	Bilgi Yoğun	Bütünleşik Dağıtılmış Zeki Sistem	Bütünleşik Dağıtılmış Zeki Sistem	Bütünleşik Dağıtılmış Zeki Sistem

Tablo 1’de görüldüğü üzere aşamalar sanayinin devrimlerine göre ilerlemektedir. Son aşama dördüncü sanayi devrimini göstermekte olup bu kısımda yapılan tasarım Şekil 2.’deki gibi otonom tasarıma denk gelmektedir Bütünleşik dağıtılmış zeki sistemden kasıt büyük ölçekli bir problemi çözmek için, problemin alt dallarının birbirinde farklı birden fazla zeki sistemin sistematik bir şekilde çalışması ile oluşan yapıdır. Bu yapı çerçevesi tasarım probleminde kullanıldığına otonom tasarım ortaya çıkmaktadır. Endüstri 4.0 ile yalnızca otonom sistemlerin tasarımı yapılmayacak tasarım otonom şekilde yapılacaktır.

Süreç Planlama ve Geleceği

Süreç planlama, ekonomik ve rakipleri ile rekabet edebilecek ürünün üretilmesi için gerekli olan üretim süreçlerini ve bunların hangi sırada gerçekleşeceğinin belirlenmesidir (Cay ve Chassapis, 1997: 371). Geleneksel süreç planlama yöntemi, deneyimli süreç planlama mühendisleri tarafından yapılmaktaydı. Süreç planlamasının çıktıları; üretim için gereken işlemler ve işlemlerin sırası, üretim için gereken donanım, ürün hazırlama süreleri ve işlem sürelerini gösteren rota çizelgeleridir (Özden ve Ercan, 2009: 102).

Geleneksel süreç planlama yöntemi; tasarım sürecinden sonra ortaya çıkan teknik bilgilerin uzman bir kişinin üretimin gerçekleşmesi için gerekli olan süreçleri ve sıralarını belirlemesidir. Tasarım ve üretim fonksiyonları birbirinden ayrı olsa da süreç planlama onları Şekil 3.'te daha ayrıntılı olarak gösterildiği gibi birbirine bağlar (Scallan, 2003: 39). Fakat geleneksel yöntem uzmanlık gerektirmesi, standartlaşmanın olmaması, hata oranının yüksekliği ve yavaş olması gibi sorunları ortaya çıkarmaktadır (Demirel ve Karağaç, 2014: 55).



Şekil 3: Süreç Planlama (tasarım ~ üretim ara yüzü)

Kaynak: (Scallan, 2003: 40)

Bilgisayar Destekli Süreç Planlama (CAPP) uygulamaları süreç planlamasının geleneksel yöntemle nazaran daha etkin, daha hızlı ve daha az sorunla yapılmasına destek verir (Aydoğan ve Semiz, 2004: 120). Bilgisayar donanımlarının ve yazılımlarının gelişmesi, süreç planlamadaki bazı sorunların geçmişe göre daha kolay çözülmesini sağladı ve hatta çözülemeyen bazı sorunların çözülmesini mümkün hale getirdi. CAPP kullanarak alternatif süreç planları hazırlamak daha kolaydır. CAPP uygulamaları ile çizelgeleme ve teslim süresine göre atama problemlerini entegre olarak çözmek hem daha faydalı hem de kolay hale gelmiştir

(Demir ve Erden, 2017: 2). Bilgisayar destekli süreç planlama uygulamaları bilgisayar destekli tasarım çıktılarını bilgisayar destekli üretim sürecine aktarır.

CAPP teknolojilerinin mevcut eğilimleri arasında; Özellik Tabanlı Teknoloji, Bilgi Tabanlı Sistem, Genetik Algoritma, Bulanık Küme Teorisi, Petri Ağları, Etmen Tabanlı Teknoloji, İnternet Tabanlı Teknoloji gibi yaklaşımlar vardır (Zhang vd., 2020: 2). Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Mantık gibi yapay zekâ teknikleri, bilginin otomatik elde edilmesi ve zeki süreç planlama sistemlerinin yapımında kullanılmaktadır. Yapay zekanın yeni bilgi edinme ve üretim sistemlerindeki dinamik değişikliklerle başa çıkma yetenekleri zeki süreç planlama sistemlerinde kullanılmasının en önemli nedenlerindendir (Amaitik ve Kilic, 2007: 978).

Otonom süreç planlama, insan yükünü hafifletebilen ve üretim kalitesini garanti eden en önemli işlevlerden biridir. Süreç planlamasının daha zeki hale getirmek için Otonom Süreç planlama sistemleri, insan eli değmeden süreç planlamasını gerçekleştirmeli ve ardından üretim sürecini ürün tasarım gereksinimlerine ve üretim kaynaklarına göre kontrol etme yeteneğine sahip olmalıdır (Zhu vd., 2018: 275).

Üretim Planlama ve Geleceği

İşletmeler kaynaklarını en iyi şekilde kullanmak, üretim kayıplarını en aza indirmek ve istenilen kalitede ürün elde etmek için üretim planlaması yaparlar. Üretim planlaması, ürünün istenen miktar, yer, zaman ve kalitede üretilmesi için nasıl, ne zaman, nerede ve kim tarafından yapılacağını belirlemesidir (Tekin, 1993: 255). Üretim planlamasının amacı, üretim kısıtlarına uygun olarak minimum maliyetle (işleme, elde bulundurma ve geçiş maliyetleri dahil) belirli müşteri talebinin karşılanmasına izin verecek üretim ve envanter seviyelerini belirlemektir. Üretim çizelgelemedeki amaç ise, sınırlı kaynakların rekabet halindeki görevlere tahsisi,

birimlerdeki görevlerin sıralanması ve zamanlamasıdır. Üretim Planlama ve Çizelgeme birbirine bağlıdır çünkü üretim planlamasının çözümü (üretim hedefleri) çizelgelemenin girdisidir ve üretim planlamasındaki üretim kapasitesi kısıtlamaları çizelgeme çözümüne bağlıdır (Kopanos ve Puigjaner, 2019: 9-10).

Üretim planlamada ilk zamanlarda, üretim planlamacılar tarafından, sayısal programlama, doğrusal programlama, tam sayılı programlama, dinamik programlama gibi kantitatif veya kalitatif yöntemler kullanılmaktaydı. İki yöntemde zorlukları vardır;

- Kalitatif yöntemleri kullanmak çok fazla deneyim gerektirmekte ve güvenilirlikleri azdır.
- Kantitatif yöntemlerde ise matematiksel bir model oluşturma süreci çoğu zaman onu çözmek kadar önemli ve zor bir iştir. Gerçek dünya modellerini formüle etmek, gerçek dünyada var olan zenginlik, çeşitlilik, belirsizlik ve bizim muğlak anlayışımız nedeniyle her zaman kolay değildir.

Üretim yazılımları 1960'larda gelişmiş, basit envanter izleme sistemlerinden Malzeme İhtiyaç Planlama (MRP) yazılımlarına evrilmiştir. MRP, bir ana üretim programını karşılamak için üretim miktarı, üretim zamanı ve satın alma siparişi onaylarını belirleyen bir üretim çizelgeme metodolojisidir (Monk ve Wagner, 2013: 22-23). 1970'lerden, sonra imalat işletmelerinde diğer operasyonları ve iş süreçlerini kapsayan, MRP'nin genişletilmiş ve daha kapsamlı bir sürümü olan üretim kaynakları planlama sistemleri (MRPII) ön saflara geldi. MRPII üretim planlamasının yanı sıra, finans, sipariş işleme, envanter yönetimi, dağıtım ve satın alma süreçlerini ele aldı. 1990'larda Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) sistemleri, önceki MRP'lerin bir uzantısı olarak tanıtıldı. ERP sistemlerinin farkı tüm organizasyonu kapsamı,

yalnızca üretimle ilgili operasyonlara değil, temel iş süreçlerine de odaklanmasıdır (Elragal ve Haddara, 2012: 23-24). Bu gelişmelerden sonra kişisel bilgisayarların da artmasıyla araştırmacılar ve işletmeler bilgisayar bütünlüğü üretim (CIM) için, içinde CAD, CAM ve CAPP uygulamalarıyla birlikte çalışacak yazılımlar üretmeye başladılar (Baykasoğlu ve Dereli, 2006: 144). CIM, ürün, süreç ve iş hedeflerine ulaşmak amacıyla doğru bilgiyi doğru zamanda doğru yere sağlamak için bilgisayar bilimi teknolojisinin imalat girişimine uygulanmasıdır. CIM, bir fabrikanın veya bir üretim tesisinin otomatikleştirilmiş üretim gruplarını birleştiren tasarım, üretim ve ilgili iş işlevlerini entegre etmek için mümkün olan her yerde ortak bir veri tabanı ve iletişim teknolojileri kullanır (Yu vd., 2015: 5-6).

Yapay zekâ teknolojilerinin gelişmesiyle beraber üretim kontrol sistemlerinde, uzman sistemler operatörü karmaşık durumlarla başa çıkmada ve bakım personelinin arıza durumunda teşhis konusunda destekler hale gelmiştir. Bilgi tabanlı sistemler, zeki sistemlerin karar katmanının ana parçalarıdır, robotik ve otomasyonda yeni çözümler gösterirler. Yapay sinir ağları, kapsamlı video ve görüntü verilerinin hızlı işlenmesine izin verir. Bulanık mantık teknolojisi, genel olarak belirsiz verilerin işlenmesinde temelde yeni bir yaklaşım sağlar. Tüm bu yaklaşımlar, yüksek karmaşıklık ve belirsizlikle uğraşan CIM uygulamalarında çok büyük kolaylıklar sağlamaktadır (Rembold vd., 1994: 4-5).

Geleneksel CIM ve Zeki CIM sistemleri sayesinde üretim süreçleri kontrol edilmesine ve kararlar bilgisayarlar tarafından desteklenmesine rağmen, fabrika tamamen bağımsız olarak çalışmamaktadır. Bir sonraki endüstri çağında kullanılması beklenen siber-fiziksel sistemler (CPS) ile üretimde otonom ve kendi kendini kontrol eden yapılar inşa etmek için zeki bağlantı ve

veri kullanımı geleneksel sistemlerle arasında en büyük farkı oluşturacaktır (Osterrieder vd., 2020: 2).

İmalat ve Geleceği

Harari, ilk sanayi devrimini aslında ikinci tarım devrimi olduğunu savunmaktadır. Çünkü ilk makineler büyük dumanı tüten fabrikalarda kullanılmak üzere değil tarımda insan gücünü azalmak için kullanılan traktör ve tarım makineleri olmuştur (Harari, 2015: 337). İmalat tarihine baktığımızda insanın temel ihtiyacı olan unun üretiminde insan gücüyle imalat başlamış daha sonra diğer enerji kaynaklarının yardımıyla (rüzgâr, su, hayvan vb.) insan emeği azaltılmıştır. Daha sonra otomatik değirmenler ve taşıma araçları geliştirilmiş ve insanın artık taşıma, öğütme, paketlenme, depolama işlerini sadece makine kullanarak emek yoğun şekilde değil de ekipmanı yoğun şekilde kullanarak yapar duruma gelmiştir.

Otomatik makinelerin kullanılmasının ardından artan üretimle rekabet seviyesi yükselmiştir, işletmelerin müşteri taleplerine yönelik kaliteli ürünleri kısa sürede üretmelerini sağlayan CAM (bilgisayar destekli üretim) sistemlerini kullanmayı gerektirmiştir. Üretim süreçlerinde CAM sistemlerinin kullanılması, işletmelerin performans ölçüm sistemlerinde önemli değişiklikleri beraberinde getirmiştir. Geleneksel yaklaşımın aksine CAM uygulamaları müşteri memnuniyeti, verimlilik, yenilikçilik ve iş gücü verimliliği gibi finansal olmayan performans tedbirleri ön plana çıkarabildikleri için önemli bir konum elde etmişlerdir (Lazol ve Eker, 2008: 177).

Zeki imalat sistemleri, dinamik ve küresel bir pazara hitap etmek amacıyla esnek, zeki ve yeniden yapılandırılabilir üretim süreçleri elde etmek için gelişmiş bilişim ve üretim teknolojilerinden yararlanır (Zhong vd., 2017: 616). Bir ürünün tüm imalat

işlemlerini ve imalat yönetiminin entegrasyonunu arttıran yapay zekâ teknolojileri temelli imalat sistemi modelidir.

Endüstri 4.0 devrimi açıklamasının öncesinde imalat sistemlerinde kullanılmaya başlanan ve gelecekte de birbirleri ile entegre kullanılacağı tahmin edilen modeller için aşağıdaki bazı kavramlar öne sürüldü;

- **Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIOT);** endüstride ve endüstriyel uygulamalarda Nesnelerin İnternetinin (IoT) genişletilmesi ve kullanılması,
- **Bulut Üretim (CM);** bulut bilişim, ürün tasarımı ve üretimini entegre eden bir araştırma alanıdır. Tüketicilerin bilgi teknolojisi ve çevrimiçi üretim kaynakları kullanarak ürün tasarlayıp yapabildikleri hizmet odaklı bir ürün geliştirme modelidir,
- **Dijital İkiz (DT);** Gerçek bir sistemin dijital olarak temsil edilmesi.

Kalite ve Geleceği

İlk olarak 1980'li yıllarda ürün kalitesi ortaya çıktı ardından 1990'lı yıllarda tasarım kalitesi 2000'li yıllardan sonra hizmet kalitesi ve daha sonra kalite güvencesi ortaya çıkmıştır (Kavrakoğlu, 1996: 26). Genel anlamda kalite müşteri isteklerine, organizasyon tarafından istenen özelliklere ve standartlara uygunluk demektir (Yatkin, 2004: 2). Kalite güvencesi ise mamul ve hizmetlerin belirli bir kalitede ve bu kalitede devamlı olmasını üretiminin güvenini sağlamak için gerekli sistemli ve planlı faaliyetlerdir (Çetinkaya, 2000: 52). Toplam Kalite Yönetimi ise bir yönetim felsefesi olarak eşzamanlı olarak kalite, zaman ve maliyet ölçülerini sağlamak için tüm üretim faktörlerini ve kaynaklarını kullanarak rekabet edebilmeyi ve bunun devamlılığını hedeflemektir (Dereli ve Baykasoğlu, 2003: 121).

Bilgisayarın istatistiksel proses kontrol yöntemleri ile beraber ürün kalitesini ölçme ve artırma amacıyla kullanılmasından sonra ortaya çıkan CIM (Bilgisayar Destekli Kalite Sistemleri) üretim süreçlerinin önemli ve temel sistemlerinden biri olmuştur. CAQ ile birlikte istatistiksel süreç kontrolünün amaçladığı önemli sapmaları tahmin etmek için üretim hattının performansını gözlemlemeyi sağlar. Bunun yanında bilgisayar desteğiyle endüstride ürünleri geliştirmek için kullanılan prosedürler ve teknikler çerçevelere erişimi kolaylaştırırken bilinen tehdit-güvenlik açıklarını azaltmak için risk yönetimi önceliklerini değerlendirmek için kullanılabilir (Kuric, 2007: 110-111). CAQ bilgisayar desteğiyle aşağıdaki fonksiyonları bütünlük olarak gerçekleştirilebilmektedir.

- Kalite kontrol;
- Kalite parametreleri değerlendirmesi;
- Kalite maliyetlerinin en aza indirilmesi;
- Kalite denetimleri;
- Uygunsuzlukların yönetimi;
- Ölçme aracı yönetimi;
- Hata türleri ve etkileri analizi;
- Deney tasarımı (Toliusiené vd., 2013: 232).

Kalite yönetim sisteminin kalite kontrol, kalite parametreleri değerlendirilmesi, kalite maliyetlerinin en aza indirilmesi, kalite denetimleri, uygunsuzlukların yönetimi, ölçme aracı yönetimi, hata türleri ve etkileri analizi, deney tasarımı fonksiyonlarıyla yapay zekâ teknolojilerinin biri ya da hibrit yapay zekâ uygulamaları birlikte kullanılabilir. Yapay zekâ uygulamaları yukarıda belirtilen fonksiyonlara girdi sağlayabilir, çıktılarında anlamlı sonuçlar çıkarabilir ya da daha iyi sonuçlar verebilmesi için bu fonksiyonlarla ortak çalışabilir. Sadece Science Direct veri tabanında bulanık mantıkla hata türleri ve etkileri analizinin ortak kullanımıyla oluşan Bulanık HTEA (Fuzzy FMEA) aramasında son 10

yıla ait 684 makale çıkmaktadır. Bunun yanında yapay zekâ uygulamaları bu geleneksel yöntemlerin yerini alabilecek kabiliyetedir. Örneğin Taguchi'nin deney tasarımı yönteminde faktör sayısı arttıkça başarısının düştüğü bilinirken yapay sinir ağlarının daha iyi sonuç verdiği görülmüştür (Öztemel, 2006: 112-113).

IoT, büyük veri, yapay zekâ ve bulut bilişim teknolojileri ile kalitenin en büyük sorunlarından olan ölçme ve veri toplama işleri önümüzdeki dönemlerde çok daha kolay hale gelecektir. Bunun yanında toplanan veriler otonom kalite sistemleri sayesinde iyileştirilerek ürün ve hizmet kalitesi kolaylıkla arttırılabilecektir. Günümüzde bile bu örnekleri bulmak artık mümkündür. Amoon ve arkadaşları yaptıkları çalışmada IoT tabanlı yapay zekâ destekli sağlık yönetim sistemi üzerine çalışmışlardır. Çalışmalarında sağlık verilerinin kalitesini ve güvenliğini iyileştirmek için sezgisel bir yaklaşıma sahip yapay zekâ uygulaması geliştirmişler, veri toplama sürecine esneklik kazandırmak için dinamik IoT tabanlı uygulama geliştirmişlerdir (Amoon vd., 2020: 2).

Depolama/Stok ve Geleceği

Üretimde kullanılmak üzere elde tutulan hammaddeler, yardımcı maddeler, işletme malzemeleri ve yarı mamuller stok olarak adlandırılır (Tekin, 1993: 309). Stokları ileride kullanılmak üzere saklamak ve yönetmek ise depolamadır.

Otomatik depolama ve geri alma sistemleri (AS / RS), hem dağıtım hem de üretim ortamlarında ürünlerin depolanması ve geri alınması için kullanılan depolama sistemleridir. Otomatik depolama ve geri alma sistemleri, 1950'lerden sonra piyasaya sürüldüklerinden beri dağıtım ve üretim ortamlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Otomatik bir depolama ve geri alma sistemi genellikle raflar arasındaki koridorlardan geçen vinçler

tarafından sağlanan araçlardan oluşur (Roodbergen ve Vis, 2009: 343).

Otomatik Kılavuzlu Araç (AGV) yol seçimi ve konumlandırma için programlama yeteneklerine sahip, pille çalışan, insansız araçlardır. Bu sistemlerde AGV'ler bir bilgisayar sisteminin kontrolü altında bir kılavuz yol izler (Soylu vd., 2000: 126). Özellikle işlenen ürünlerin çeşitliliğinin değişken nakliye gereksinimlerine neden olduğu atölye ortamlarında AGV'ler uygun alternatif bir yöntemdir (Bilge ve Tanchoco, 1997: 159).

Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIOT), bulut bilişim ve dağıtık yapay zekâ teknolojilerinin gelişimiyle birlikte otonom AGV'lerin artık hangi konumda olduğunu bilerek en az enerji kullanarak en gerekli taşıma işlemini yapmak için rota ve iş seçimini kendi kendine yapması beklenmektedir.

SONUÇ

Endüstri 4.0 kavramını oluşturan aynı zamanda endüstri 4.0'ın teknolojileri olan yapay zekâ, bulut bilişim, nesnelerin interneti, büyük veri, artırılmış gerçeklik gibi uygulamalar üretim süreçlerinin her alt sürecin ve alanında tek tek ya da birlikte kullanılabilir durumda hatta bazı çalışmalarda uygulandığı görülmüştür. Bu bağlamda doğal olarak, endüstri 4.0'ın kavramdan somuta geçiş sürecinde, üretim süreçlerinin öncelikli olarak geçişi destekleyeceği belli olmuştur. Endüstri 4.0 kavramdan somuta geçtikçe, toplum 5.0, eğitim 4.0, sağlık 4.0 ve turizm 4.0 vb. gibi diğer kavramlar da somut bir çerçeveye oturacaktır.

Endüstri 4.0 devriminin tanıtılmasından bu yana birçok ülke yöneticisi endüstri 4.0 teknolojileri konusunda araştırma ve rapor komisyonları kurmuşlardır. Endüstri 4.0 artık kavram olmaktan

çıkmaya başlamış, ABD, Çin, Almanya, İngiltere gibi birçok ülkenin sanayi ve eğitim politikalarına girmiştir (Coşkunoglu, 2016: 8-11).

Yapay zekâ ve robotlarla ilgili “*Teknolojinin tehdit ettiği 7 meslek*”, “*Dünyanın ilk 'yapay zekâ spikeri' ekrana çıktı*” ve “*Robotlar 2030'a kadar imalat sektöründe 20 milyon kişiyi işsiz bırakabilir*” gibi haberler yüzünden yapılan araştırmalara göre her 4 kişiden 3'ü yapay zekanın işsizlik getireceğini düşünüyor (<http://fintechtime.com>, 2017). Bu gibi bilgiler 19. yüzyılın başından bu yana insanların buluşlara ve teknolojilere karşı çıkmasına neden olmuştur. Daha sanayi devriminin başında 1811 yılında ilk tekstil makineleri bu teknoloji karşıtları tarafından parçalanmış ve devlete karşı dört yıl süren bir ayaklanma başlatmışlardır (Jackson, 2014: 15).

Bölümün başında belirtildiği üzere, Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün “***Endüstrileşmek, en büyük millî dâvalarımız arasında yer almaktadır***” sözünü, endüstri 4.0'a geçmede millî davamız olarak ilke edinmeliyiz. Geçmişten günümüze kadar sanayi devrimlerini geriden takip eden bir ülke olarak artık sanayi devriminin hangi aşamasındayız kavgasını vermenin bir manası yoktur. Son sanayi devrimini yakalayıp bu teknolojileri kullanan değil, üreten milletler arasına girilmesi elzemdir.

KAYNAKÇA

1. Amaitik S.M. ve Kilic, S.E. (2007). An intelligent process planning system for prismatic parts using STEP features. *International Journal of Advanced Manufacturing Technologies* 31, 978–993.
2. Amoon. M., Altameem T. ve Altameem A. (2020). Internet of things sensor assisted security and quality analysis for healthcare data sets using artificial intelligent based. *Heuristic Health Management System, Measurement*, 161.
3. Aydın, U. (2018). Operasyonel Süreçlerde Kullanılan Akıllı Sistemler Açısından Havayollarının İncelenmesi. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 1 (2), 1-11. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jitsa/issue/39569/452302>
4. Aydoğan, E. ve Semiz, S. (2004). İşletmelerde Teknoloji Yönetimi Bağlamında İleri Üretim Teknolojileri ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 115-133.
5. Baykasoğlu, A. ve Dereli, T., (2006). *Üretimde Bilgi Teknolojisi Yöntemleri*. ISBN: 975-9169-05-3, İstanbul: Kırmızı Yayınları.
6. Bilge, Ü., Tanchoco J.M.A., (1997). AGV Systems with Multi-Load Carriers: Basic Issues and Potential Benefits, *Journal of Manufacturing Systems*, 16 (3).
7. Börteçin, E. (2014). "4. Endüstri Devrimi Kapıda mı?", *Bilim ve Teknik Dergisi*.
8. Büyükgöze, S. ve Dereli, E. (2020). *Toplum 5.0 ve Dijital Sağlık*. <https://www.researchgate.net/publication/339091615> (Erişim Tarihi: 22.10.2020).
9. Carvalho, A.C.P., Carvalho, A.P.P. ve Carvalho, N.G.P. (2020). *Industry 4.0 technologies: What is your potential for environmental management?* Industry 4.0-Current Status and Future Trends.
10. Cay, F. ve Chassapis, C. (1997). An IT view on perspectives of computer aided process planning research, *Computers in Industry*, 34, 307-308.
11. Coşkunoglu O. (2016). Endüstri 4.0: Bir Tekno-Politik Değerlendirme. *Elektrik Mühendisliği*, 8(13), 459.
12. Çetinkaya, K. (2000). *Toplam Tasarım*. (1.Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi.
13. Demir, H., Erden, C. (2017). Solving process planning and weighted scheduling with WNOPPT weighted due-date assignment problem using some pure and hybrid meta-heuristics. *Sakarya University Journal of Science*, 21 (2), 210-222.
14. Demirel, M. Y. ve Karaağaç, İ. (2014). Bilgisayar Destekli Üretim Süreçlerine Genel Bir Bakış, *Mühendis ve Makina*, 55(652), 51-61.

15. Elragal, A. ve Haddara, M. (2012). The Future of ERP Systems: look backward before moving forward. *Procedia Technology*, Vol. 5, 21-30.
16. Erden, A. (2003). Bilim ve Teknik Dergisi Mayıs Robotik Eki.
17. Ersöz, B. (2020). Yeni Nesil Web Paradigması-Web 4.0. *Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi*, 1 (2), 58-65.
18. Harari, Y. N. (2015). *Hayvanlardan Tanrılara Sapiens* (Çev. Ertuğrul Genç). İstanbul: Kolektif Yayınları.
19. <http://fintechtime.com/tr/2017/12/her-4-kisiden-3u-yapay-zekanin-issizlik-getirecegini-dusunuyor/> Erişim Tarihi: 20.10.2020
20. Hurst, K. (1999). *Engineering Design Principles*, John Wiley & Sons Inc.
21. Ilkin, A. (2012). Türkiye'de Sanayi Politikası. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 30 (1-4), Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iuifm/issue/844/9373>
22. Jackson, T. (2014). *Elimizin Altındaki Gerçekler, Buluşlar ve Teknoloji, Güç ve Enerji*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları 692(Çev. Ceviz M. A.).
23. Kavrakoğlu, İ. (1996). *Toplam Kalite Yönetimi*, İstanbul: Kalder Yayınları.
24. Kopanos, G. M. ve Puigjaner, L. (2019). *Solving large-scale production scheduling and planning in the process*, Industries. 1st ed.
25. Kuric, I. (2007). *Aspect of Quality In CA Systems*. 5th Research/Expert Conference with International Participations "QUALITY 2007", Neum, B&H, June 06-09, 2007.
26. Kurzweil, R. (2016). *İnsanlık 2.0*, Alfa Bilim.
27. Lazol, İ. ve Eker, M. (2008). Computer-aided manufacturing, just in time production, Total Quality Management and Use of Balanced Scorecard Measures: An Empirical Study. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 63 (02), 171-197.
28. Monk, E.F. ve Wagner B.J. (2013). *Concepts in Enterprise Resource Planning*. 4th Edn., Thomson Course Technology, Boston.
29. Osterrieder, P., Budde, L. ve Friedli, T. (2020). The smart factory as a key construct of industry 4.0: A systematic literature review. *International Journal of Production Economics*, 221.
30. Özden K. ve Ercan S. (2009). *İşyeri / Fabrika Tasarımı ve Yerleşim Düzeni*, İstanbul: Papatya Yayıncılık.
31. Öztemel E.(ed.), (2009). *Endüstri Mühendisliğine Giriş*, İstanbul: Papatya Yayıncılık.
32. Öztemel, E. (2006). *Yapay Sinir Ağları*. İstanbul: Papatya
33. Öztemel, E. (2018). Eğitimde Yeni Yönelimlerin Değerlendirilmesi ve Eğitim 4.0. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*.
34. Rehg, A. J. ve Kraebber, W. H. (2008). *Bilgisayar Bütünleşik. İmalat*. İstanbul: Değişim Yayınları.

35. Rembold, U., Lueth, T. ve Ogasawara, T. (1994). *Intelligent manufacturing components for future CIM systems*. In IFAC Intelligent Manufacturing Systems, Vienna.
36. Roodbergen, K.J. ve Vis, I.F.A. (2009). A survey of literature on automated storage and retrieval systems. *European Journal of Operational Research* 194(2),343-362.
37. Scallan, P. (2003). *Process Planning: The Design / Manufacture Interface*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
38. Soylu, M., Özdemirel, N. E. ve Kayaligil, S. (2000). A self-organizing neural network approach for the single AGV routing problem. *European Journal of Operational Research*, 121 (1), 124-137.
39. Sucu, İ. (2019). Yapay Zekanın Toplum Üzerindeki Etkisi ve Yapay Zekâ (A.I.) Filmi Bağlamında Yapay Zekaya Bakış. *Uluslararası Ders Kitapları ve Eğitim Materyalleri Dergisi*, 2 (2), 203-215.
40. Taşkın, H.ve Adalı, M. R. (2003). *Teknolojik Zekâ ve Rekabet Stratejileri*. İstanbul: Değişim Yayınları.
41. Tekin, M. (1993). *Üretim Yönetimi*, Konya: Günay Ofset.
42. TMMOB. (2007). *Ülke Örnekleri ile Kalkınma ve Sanayileşme Modelleri*. TMMOB Sanayi Kongresi 2007 Oda Raporu, Ankara.
43. Toliusiené, N., Senkuviené, I. ve Mankuté, R.(2013). *Quality Management System for Agile Manufacturing*, Proceedings of 18th International Conference. Mechanika 2013.
44. Topsakal, Y., Yüzbaşıoğlu, N., Çelik, P. ve Bahar, M. (2018). Turizm 4.0- Turist 5.0: İnsan Devriminin Neden Endüstri Devrimlerinden Bir Numara Önde Olduğuna İlişkin Bakış. *Journal of Tourism Intelligence and Smartness*, 1 (2), 1-11.
45. Yatkın, A. (2004). *Toplam Kalite Yönetimi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
46. Yazıcı, E. ve Düzkaaya, H. (2016). Endüstri Devriminde Dördüncü Dalga ve Eğitim: Türkiye Dördüncü Dalga Endüstri Devrimine Hazır mı? *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama*, 7 (13), 49-88.
47. Yu, C., Xu, X. ve Lu, Y. (2015). Computer-integrated manufacturing, cyber-physical systems and cloud manufacturing – concepts and relationships, *Manufacturing Letters*, 6, 5-9.
48. Yücel, T. F. (2015). *Cumhuriyet Türkiye'sinin Sanayileşme Öyküsü*, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı.
49. Zhang, C., Zhou, G., Hu, J. ve Li, J. (2020). *Deep learning-enabled intelligent process planning for digital twin manufacturing cell*. Knowl-Based Syst 191:191. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2019.105247>
50. Zhong, R.Y., Xu, X., Klotz, E. ve Newman, S.T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: A review, *Engineering*,

Elsevier LTD on behalf of Chinese *Academy of Engineering and Higher Education Press Limited Company*, 3(5), 616–630.

51. Zhu, W., Hu T., Luo, W., Yang, Y. ve Zhang, C. (2018). A STEP-based machining data model for autonomous process generation of intelligent CNC controller. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 96, 271–285.

BÖLÜM 11

**ENDÜSTRİ 4.0 VE
PAZARLAMADA YENİ
GELİŞMELER**

ENDÜSTRİ 4.0 VE PAZARLAMADA YENİ GELİŞMELER

Dr. Öğr. Üyesi Cihat KARTAL

Kırıkkale Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0003-2390-8268

Öğr. Gör. Dr. Esmâ Ebru ŞENTÜRK

Hitit Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0002-4528-1518

GİRİŞ

Son dönemlerde üretim süreçlerinin dijitalleştiği bir dönüşüm yaşanmaktadır. Akıllı fabrikaların içinde yer alan yeni robotik teknolojiler, yazılımlar, lazer teknolojisi ve katmanlı üretim sistemleri ile beraber, nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri ve artırılmış gerçeklik gibi kavramlar endüstri 4.0 ile tanımlanan yeni dijital endüstrinin içinde yer alan teknolojileri ifade etmektedir. Endüstri 4.0 üretim teknolojileri üzerinde etkili olduğu kadar pazarlama yapısını da etkilemiştir. Bu durum, müşteriler ile daha fazla etkileşime girme ve onların ihtiyaçlarını daha iyi anlamının gerekli olduğu bir dönemi başlatmıştır.

Endüstri 4.0 ile birlikte ortaya çıkan pazarlama faaliyetlerindeki tüm gelişmeler doğrudan doğruya tüketicilerin ihtiyaçları üzerine odaklanmış olup, bu ihtiyaçları gidermeye yönelik yeni çözümler ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu yeni dönemde pazarlama inovasyonundaki temel felsefe, işbirliği süreçleri çerçevesinde,

sürekli gelişmenin bir amaç olarak ele alınmasıdır. Ayrıca bu amaç sadece tüketici ihtiyaçlarının giderilmesine yönelik değildir. Aynı zamanda tüketicilerin neyi istemeleri gerektiği konusunda motivasyonları belirlemeyi de içermektedir. Diğer yandan rekabetin zorunlu hale getirdiği küreselleşme olgusu, işletmelerin yeni ve hızlı değişikliklerle karşılaşmalarına neden olmuştur. Hızlı değişimin olduğu bir ortamda işletmelerin rekabet avantajı elde edebilmeleri için yenilikçi stratejileri benimsemeleri zorunlu görünmektedir. Bu nedenle endüstri 4.0, işletmeleri ileriye taşıyan inovasyon kavramına ve yeni pazarlama stratejilerine doğru odaklanmıştır. Literatürde yer alan ampirik araştırmalarda genel olarak, endüstri 4.0 bağlamında uygulanan yenilikçi pazarlama stratejilerinin, işletmeleri daha da rekabetçi hale getirdiğini göstermektedir.

Yeni pazarlama stratejilerinin en önemli aracı dijitalleşmedir. Bu nedenle dördüncü sanayi devrimi olarak da adlandırılan endüstri 4.0, dijitalleşmenin izlerini yoğun olarak içinde barındırmaktadır. Ungerman, Dedkova ve Gurinova (2018: 133) endüstri 4.0'ı uygulayan bir işletmenin ürün işlevselliği, kalitesi ve hizmet ömrü açısından müşteri ihtiyaçlarını karşılamada daha iyi olduğunu ve bu yeteneğin işletmeyi daha rekabetçi hale getirdiğini ifade etmektedir. Diğer yandan yeni pazarlamada öne çıkan bir diğer husus ise kişiselleştirmedir. Endüstri 4.0 ile birlikte standart olmayan, kişiye özgü ürün ve hizmetlerin sunumunun pazarlamada büyük rol oynayacağı düşünülmektedir (Battal ve Tuğlu, 2018: 220).

Endüstri 4.0'ın Pazarlama İçin Önemi

Endüstri 4.0, yeni bir ağa bağlı değerler zinciri oluşturabilmek için örgütsel sınırlar boyunca nesnelere, insanların ve makinelerin birbirine entegre edildiği yeni teknolojilerin kullanımını ele almaktadır. Bu anlamda, akademik araştırmacıların bulguları;

işletmelerin verimliliğinin artması ve işletmelerin üretim süreçlerinde müşterilerin artan rolüne atıfta bulunmaktadır (Bettioli vd., 2017: 3). Bu sebeple endüstri 4.0'dan etkilenecek sektörlerin başında pazarlama yer almaktadır. Nesnelerin interneti teknolojisine dayanan iletişim süreci ile tedarikçiler müşterilerle kurdukları iletişim üzerinden satılabilir ürün stokunu belirleyebilecek, üreticiler de imalatı buna göre düzenleyerek üretimde verimlilik artışı sağlayabilecektir (Battal ve Tuğlu, 2018: 219).

Bir diğer yandan *Uluslararası Çalışma Ajansları Birliği* Başkanı, endüstri 4.0'ın getirdiği yeniliklerin özellikle otomatik faaliyetlerde çalışan insanların işlerini kaybetmesine sebep olabileceğini ancak, bu değişimin yakın gelecekte büyük bir işsizliğe sebep olmak yerine özellikle kişisel tasarım içerikli üretimde ve hizmet sektöründe yeni iş imkanları yaratabileceğine dair inancından bahsetmektedir (Holanova, 2016). Çek-Alman Sanayi Odası uzmanlarına göre, endüstri 4.0 işgücü verimliliğinde dramatik bir artışa yol açacak ve makineler sensörler, okuyucular ile kameralar kullanılarak üretim yine kendisi tarafından kontrol edilecek, robotlar revizyon için otomatik olarak bakım personeline rapor verecek, üretim süreci hızlanacak ve genel olarak üretim verimliliği artacaktır. Bu durumun pazarlama faaliyetleri üstünde ciddi bir etki göstereceği öngörülmektedir. Ayrıca pazarlama sürecindeki dağıtım kanallarının kısaltılacağı, siparişlerin doğrudan makineler tarafından karşılanacağı ve tüm işlemlerin endüstriyel nesnelerin interneti tarafından gerçekleştirileceği de düşünülmektedir (Hommerova ve Patrovsky, 2017; Jáčová ve Horák, 2015; Ungerman vd., 2018).

Müşteriler ile etkin bir etkileşimin sağlanabilmesi için CRM politikasının pazarlama yapısında da inşası gereklidir. Müşteriler ile iletişim ve etkileşimi geliştirmek pazarlama faaliyetlerinin sürdürülebilmesi ve gelişebilmesi için önem arz etmektedir.

Müşterilerin işletmeden veya diğer işletmelerden satın almalarının analizi, sosyal medya paylaşımları, şikâyet ya da dilekleri, ödeme durumlarının takibi ve siparişlerin sıklığı gibi birçok veri müşteriler hakkında bilgi sağlamaktadır. Bu veriler, işletmenin büyük verisinin unsurları arasında yer alırken, bu unsurların analizi işletmeye yeni müşterilerin kazandırılmasını ve yeni piyasaları tanımayı olası kılacaktır. Büyük veri kullanımı sadece yeni müşterilerin işletmeye kazandırılmasını sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda pazarlama kararlarına daha güçlü bir alt yapı sağlayabileceğinden dolayı maliyetlerde de ciddi bir azalmaya neden olabilecektir. Bu bağlamda endüstri 4.0' ın, pazarlama maliyetlerini kısa vadede olmasa da uzun vadede aşağıya çekebilmesi her zaman olasıdır. Maliyetlerin aşağıya çekilmesinde endüstri 4.0'ın ürün kalitesini arttıran etkilerini de yadsımamak gerekir.

Pazarlama süreçleri içindeki gelişimin sağlanabilmesi ve bunun uzun dönemli bir işletme stratejisi olarak benimsenebilmesi için başta müşteriler olmak üzere paydaşlar ile ilişkilerin tesis edilmesi ve tüm gelişim süreçlerinin içine paydaşların katılması gereklidir. Bu anlamda endüstri 4.0'ın müşteriler ile ilişkileri yeniden yapılandırılmaya aracılık edeceği düşünülmektedir.

Ayrıca endüstri 4.0 sıradan işgününün azalmasına ve iyi eğitilmiş personele devşirilmesine sebep olacaktır. Bir yandan iş gücünün eğitimi, diğer yandan da yeni teknolojilerin kullanılıyor olması işgücü verimliliğinin artmasını sağlayacaktır. Örneğin; müşteri siparişlerini takip ve analiz eden akıllı terminallere sahip bir pazarlama elemanı daha önceki süreçlerin aksine enerjisinin çoğunu müşterileriyle iletişime ayırıp müşteri bazlı kişiselleştirilmiş talepler yaratmaya ve talepleri çeşitlendirmeye ayırabilecektir. Özetle işletmede çalışan yapısı da değişim gösterecektir. Tüm bu değişiklikler sonucunda, artan verimlilikle doğru orantılı olarak kar artışı yaşanacak, kar artışı daha fazla

yenilikçi uygulamanın işletmeye dâhil edilmesine olanak sağlayacaktır. Dolayısıyla oluşacak olan kar ve yenilik ilişkisi döngüsünün varlığı da bir diğer kaçınılmaz durumdur.

Endüstri 4.0'ın işletmeler açısından bir diğer etkisinin de küresel entegrasyon üzerinde olduğu söylenebilir. Zira işletmelerin yenilik yönündeki hareketleri büyümelerine, büyümeleri de yeni pazarlara dahil olmalarına, girilen yeni pazarlarında uluslararasılaşmaya neden olacağı düşünülebilir. Haliyle uluslararasılaşma muhtemelen yeni işletme evliliklerine yol açacak ve ortaya konan çok uluslu işletme yapısı diğer yeni faaliyet alanlarının da kapılarını açacaktır. İşletme yapısındaki yaşanabilecek bu değişimler dağıtım kanallarının da değişmesine neden olacaktır. Hali hazırda endüstri 4.0 ile açıklanan otonom robotlaşmanın dağıtımda önemli değişikliklere neden olduğu bilinmektedir. Lojistik faaliyetlerde akıllı kamyonlar ve/veya dronlar ile ürünlerin müşterilere ulaştırılması konusundaki planlamalar otonom dağıtıma örnek olabilecek uygulamalardır.

Endüstri 4.0 ve Pazarlama İnovasyonu

Endüstri 4.0' ın getirdiği yenilikleri kullanarak rakiplerinden daha farklı ve daha iyi olma durumu günümüzde pazarlama inovasyonu (yeniliği) kavramı ile açıklanabilir. Ancak pazarlama inovasyonu aynı zamanda bir işletme stratejisi olarak değerlendirilmelidir. Ungerman ve arkadaşları (2018: 137-138), endüstri 4.0 bağlamında pazarlama yeniliğinin uygulanması için 15 temel özellikten bahsetmektedir. Bu özelliklere ek olarak **fijital** uygulamalarını da temel özelliklere eklemek gereklidir.

Bilgi Terminalleri

Bilgi terminalleri (DTE), kullanıcı bilgilerini sinyallere dönüştüren veya alınan sinyalleri yeniden dönüştüren araçlardır (Wikipedia, 2020). Terminallerin önemli bir bölümü mobil olarak

çalışmaktadır. Mobil bilgi terminalleri çoğunlukla kurye araçlarında, ticari kamyon filolarında ve servis kamyonlarında kullanılmaktadır. Bu terminaller depo envanterleri gibi pek çok alanda ve sektörde işlev bulabilmektedir (Transparency, 2020). Bilgi terminalleri, müşteri siparişlerini analiz edebilmesi açısından endüstri 4.0'ın en önemli veri kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir. Müşterilerden anlık veri elde edilmesini sağlama özelliği nedeniyle bilgi terminalleri pazarının sürekli bir gelişim içinde olduğunu görülmektedir.

Sıcak satış, mağazacılık, lojistik gibi sektörlerin pazarlama faaliyetlerinde sıklıkla kullanılan bilgi terminalleri 2020 yılı içerisinde bankacılık sektörünün de pazarlama faaliyetlerinde kendine yer bulmuştur. Salgın gibi beklenmeyen etkiler sonucunda insanların bankalara gidememesi bankacılık hizmetlerinin el terminalleri aracılığıyla tüketicinin ayağına gitmesine olanak tanımıştır. Yanı sıra bilgi terminalleri restoranlarda da inovatif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Daha öncesinde yiyecek ve içeceklere ilişkin kısıtlı bilgilerin yer aldığı mönülerin yerini masalara yerleştirilmiş bilgi terminalleri almaya başlamıştır. Müşteri bu terminalden seçeceği yiyecek ya da içeceğe ait detaylı bilgiye ve görsele ulaşabilmektedir. Garson ile iletişim kurmadan bu sistem üzerinden siparişini verebilmekte, siparişini girdiği notlarla kişiselleştirebilmekte ve hatta siparişinin hazırlanma sürecini takip edebilmektedir.

Büyük Veri

Toplumsal medya paylaşımları, ağ günlükleri, bloglar, fotoğraflar, videolar, log dosyaları, mikrobloglar, iklim algılayıcıları gibi sensörlerden gelen bilgiler, GSM operatörlerinden elde edilen arama kayıtları ve benzeri farklı, ilişkisel veri tabanlarında tutulan, yapısal verinin dışında kalan veri yığınları büyük veri olarak adlandırılmaktadır (Aslan ve Özerhan, 2017: 865). Büyük veri, hacim, hız, çeşitlilik, doğrulama ve değer,

oyunluk, geçerlilik, hassaslık, değişkenlik ve görselleştirme olmak üzere on temel kavram ile betimlenmektedir (Atalay ve Çelik, 2017: 156).

Günümüzde işletmelerin veri tabanları çoğunlukla hızlı gelişen teknoloji ve inovatif süreçler karşısında yetersiz kalmaktadır. Bu durum dış kaynaklardan alınan verilere ihtiyaç doğurmaktadır. Ancak dış kaynaklardan alınan verilerin, işletmenin kendi operasyonel veri tabanlarına kolaylıkla aktarılamaması ve yeniden yapılandırma gerektirmesi çeşitli maliyetler açısından zorluklar yaratmaktadır. Bu nedenle pek çok büyük teknoloji firması büyük veri teknolojilerine önemli yatırımlar yapmaktadır (Doğan ve Arslantekin, 2016: 21).

2012 yılında Davos'ta gerçekleştirilen *Dünya Ekonomik Forumu*'nda para, altın gibi değerli varlıklara ek olarak, yeni bir ekonomik değer olan "veri" den bahsedilmiştir. Tahminler endüstri 4.0. bağlamında, 2023 yılına kadar işletmelerin %97,2'sinin büyük veri teknolojisine yatırım yapmaya başlayacağını göstermektedir. Zira internet kullanıcıları her gün 2,5 kentilyon bayt veri oluşturmaktadır. 2021 yılına kadar her kişi saniyede yaklaşık 1,7 megabayt veri üretecektir (Industry Report, 2020).

Artırılmış Gerçeklik

Bu kavram endüstri 4.0 ile birlikte iş dünyasına girmiştir. Milgram ve Kishino' ya göre artırılmış gerçeklik "*gerçek dünya nesnelere yerine dijital ortam ürünlerinin kullanıldığı bir alandır*" (İçten ve Bal, 2017: 112). Artırılmış gerçekliğin bireyler üzerinde yarattığı gerçeklik algısının pazarlamacılar tarafından farkına varılmasıyla birlikte artırılmış gerçeklik uygulamaları pazarlamanın birçok alanını etkilemeye başlamıştır. Örneğin turizm hizmet sektöründe artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojisi aracılığıyla gerçeğine birebir uygun tasarlanan üç boyutlu görsel nesnelere ve

sanal ortamlar oluşturarak turistlerin destinasyonları ve öğelerini fiziki olarak oradaymış gibi deneyimlemelerine imkân sunulmaktadır (Demirezen, 2019: 2). Sanal gerçeklik uygulamaları konser, tiyatro ve piyano resitalleri gibi çeşitli sanatsal faaliyetlerin pazarlanmasında da kullanılmaya başlamıştır (İçözü, 2020). Günümüzde artırılmış gerçeklik uygulamaları, markalar nezdinde daha fazla kullanım alanı bulmuştur. Örneğin; Nissan, Toyota ve BMW gibi otomotiv devleri halen klasik reklam yöntemlerinden olan dergi reklamlarını kullanmakla birlikte pazarlama inovasyonu sürecine katılmış ve araçların 3D görüntülerini artırılmış gerçeklik uygulaması ile tüketiciye sunmaya başlamıştır.

Artırılmış gerçeklik uygulamaları, reklam ve pazarlama temellerini yeniden şekillendirmektedir. Uygulamalar ile 360 derece pazarlama entegrasyonu sağlanmaktadır. Bu durum uygulamaların fikir ve yaratıcılıkla birleşmesi nedeniyle bilhassa reklam sektörüne anlam katmıştır. Örneğin; klasik billboardların yerine üzerinde artırılmış gerçeklik uygulaması tasarlanmış bir billboard kullanımı, insanların dikkatini daha fazla çekebilmektedir. Reklam filmlerinde gerçek ürün görüntüleriyle sanal görüntülerin birleştirilmesi, reklamı güzel, beğenilir ve çekici kılacağı gibi, anlaşılır, az zamanda daha fazla bilgi verici ve etkileyici yapmaktadır. Ayrıca artırılmış gerçeklik uygulamaları, farklı reklam ortamlarının da birleşik ve eşzamanlı kullanımını sağlayacaktır. Bu sayede basılı reklamların QR kod aracılığıyla okutulmasıyla ürün videoları izlenebilecek, hem ses hem de görüntü açık hava ortamında bile tüketiciye ulaşabilecektir (Uğur ve Apaydın, 2014: 149-150).

Endüstri 4.0 ile birlikte pazarlamada artırılmış gerçeklik kullanımına ilişkin bir diğer uygulama örneği ise konfeksiyon mağazacılığındadır. Bazı konfeksiyon üreticileri tarafından geliştirilen teknoloji ile ürünler giyilmeden denenebilmektedir.

Alış veriş sırasında tüketici artırılmış gerçeklik uygulamasıyla donatılmış bir ekranın önünde kıyafeti üzerine tutarken, ekranda tüketicinin kıyafeti giymiş gibi artırılmış gerçeklik görüntüsü belirlemektedir(Graham, 2013).

Sanal Kripto Para

Sanal paralar, her yerde herkese anında ödeme olanağı sunan, dağıtık veri tabanı ile merkezi olmayan, dijital şifreli alternatif para birimlerini ifade etmekle endüstri 4.0'ın çok önemli bir bileşenidir. Bitcoin ile hayatımıza giren kripto para kavramı, merkezi elektronik paraların ve bankacılık sistemlerindeki aksine, merkezi olmayan yapıdadırlar (Soylu, 2018: 53). Bitcoin' in 2009 yılında iş hayatına girmesinden bu yana pek çok alanda sanal para piyasada yer almaya başlamış (tr.investing.com) ve pazarlama dünyasında bu inovatif ürüne ilgi artmıştır. Bu ilgi patlamasının nedeni; blok zincirleme teknolojisinin, daha önce güvenilir bir aracıyla yürütülebilen uygulamalarının artık merkezi olmayan bir şekilde yürütülebilmesine imkân sunmasından kaynaklanmaktadır. Dijital para birimlerinin kullanımına yönelik talep arttıkça çok sayıda kuruluş ödeme olarak sanal kripto paraları kabul etmek durumunda kalacaktır.

Blockchain tabanlı teknoloji sayesinde, pazarlamacılarla ödül alışverişi yapabilen tüketiciler sadakat ve bağlı kuruluş programlarının bir parçası olmaktadır. Pazarlamacılar bu teknoloji sayesinde, sabit ve sadık müşterileri ayırt ederek, görünürlük ve şeffaflık kazanmakta, her bir gruba hedeflenmiş teklifler göndererek, stratejilerini genişletmektedirler. Blockchain aracılığıyla, pazarlama yöneticisi, reklam harcamasının getirisini ve müşterilerle olan güveni artırabilecek, daha iyi müşteri deneyimleri sağlayabilecek ve sadakati artırabilecek ayrıca geliştirilmiş analizler aracılığıyla kazanca yönelik iç görüyü artıran daha iyi kararlar alabilecektir (Erbaş, 2019: 718-723).

Dağıtım Kanalındaki İşletmelerin Dikey Bağlantısı

Pazarlama, piyasa odaklı bir ekonomik sistem olarak gelişmektedir. Pazar odaklı bir sistem, alıcı ve satıcı etkileşimini sağlayan bir sosyal ağdır. Bu ağda işletme, ürünlerini satarken çevresel koşullar tüm katılımcıları etkileyecektir. Dolayısıyla dikey pazarlama sistemleri rekabetçi dalgalanmaların bir sonucu olarak gelişirler. Endüstri 4.0'ın sunduğu iletişim inovasyonu ile birlikte hibrid pazarlama ve çok kanallı pazarlama kavramları bu dalgalanmaların sonucu olarak ortaya çıkmışlardır. Bu yapıda hem aşağıya hem de yukarıya doğru partnerlik ilişkileri tüm tedarik zinciri için hayati önem taşımaktadır. Pazar başarısı bu tür değer ağlarının oluşturulması ile sağlanabilecektir (Segetlija vd., 2015: 2-3).

Reklam Amaçlı Oyunlar

Uluslararası literatürde advergaming olarak bilinen reklam amaçlı oyunlar, reklam ve oyun oynamanın bir tür uzlaşısıdır. Burada tüketicilere yönelik yaratıcı mesajlaşmayı etkilemek için etkileşimli oyun mekanikleri kullanılmaktadır. Böylece oyuncuların marka ile etkileşimi ve katılımı sağlanmaktadır (Jukic, 2018: 60). Reklam amaçlı oyunlar ile tüketici eğlendirilirken markalara karşı olumlu tutumlar oluşturması sağlanmaktadır (Sharma, 2014: 249). Ulaşılmak istenen hedef kitleye yönelik olarak tasarlanan ve birçok reklamın aksine insanları eğlendirerek yeniden ulaşılabilir olmayı sağlayan reklam amaçlı oyunlar markaya ait görsel ve işitsel öğeleri bir arada kullanarak marka görünürlüğünü arttırmaları (Erkan, 2015).

1994 yılında içecek sektöründe Coca Cola Japonya'da kolanın kişilere enerji verdiğini akıllara kazıyan bir video oyun piyasaya sürmüştür. Sonraki süreçlerde bu oyunların tüketiciler üzerindeki gücünün fark edilmesiyle advergame sayısı artmıştır. Örneğin Efe

Rakı tarafından düzenlenen “Çal Oynasın” isimli advergence Altın Öürümcek’ de dahil olmak üzere çeşitli ödüller toplamıştır (Kılıç, 2011). Yiyecek sektöründe Eti Tutku bir advergence tasarlayarak Facebook üzerinden açık hale getirmiştir. Castrol’ ün “FiestaRally Cup”, Ülker’in “Café Crown Arası”, Carlsberg’ ün “Summer Games”, Bosch Evi, Profilo’ nun Karizma Game oyunları ile (Kaymak, 2006), TEB’ in “Az Tuşlu Piyano” ve Lipton’ un “Her Şeyi Bilen Kadın” oyunları bu alanda verilebilecek örneklerdir.

Otonom Dağıtım

Otonom dağıtım sistemleri yapay zeka ile olan ilişkileri nedeniyle endüstriyel dönüşümün bir sonucu olarak ortaya çıkmış olup, herhangi bir sürücü ya da operatöre ihtiyaç duymadan taşıma işlerini özerk olarak yerine getiren, otomatik yönlendirmeli araçları tanımlamaktadır. Otonom dağıtım sistemleri geleneksel dağıtım sistemlerinin pek çok maliyetini ortadan kaldırmaktadır. Diğer yandan otonom araçlar geleneksel dağıtım sistemlerine göre çok daha esnek çalışabilmekte olup oldukça güvenilir araçlardır. *“Bu sistem insan kaynaklı hataların devre dışı bırakılacağı özerk sistemlerin kullanılması anlamına gelmektedir”* (Çetin, 2018).

Katmanlı Üretim Teknolojisi

Bu kavram, katman katman malzemeler ekleyerek üç boyutlu nesnelere üreten teknolojiler için kullanılmaktadır (Sandvik, 2020). Bu teknolojiye geleneksel üretimin aksine kalıp kullanmadan ürünler tasarlandığı için birçok maliyet ortadan kalkmıştır (Şahin, 2018). Katmanlı üretim konusunda küresel pazarın, pazardaki teknolojik gelişmelerin yanı sıra piyasada kullanılan malzemelerdeki gelişmelerden de etkileneceği öngörülmektedir (Transparency, 2020). Havacılık sektörünün yanı sıra medikal sektörde de katmanlı üretim teknolojileri prototip maliyetlerini düşüreceği gibi kişiye uyumlu protezlerin yapılması hızlanacaktır. Bu sebeple en az havacılık sektörü kadar medikal sektörünün de

katmanlı üretim teknolojilerinden yoğun olarak faydalanacağı beklenmektedir (Jensen, t.y.).

Katmanlı üretim kattığı değer ve faydalar doğrultusunda dördüncü sanayi devrimi konsepti içerisinde önemli bir yere sahiptir. Endüstri 4.0 ile sanayi, istenen bileşenleri esnek ve daha kesin her zamankinden daha hızlı üretebilir makinelere ihtiyaç duymaktadır. Az prototip yapımı, daha az kalıp, daha az süreç katkı üretim sayesinde hayata geçecektir (Kahraman, t.y.)

Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti (IoT) kavramı, "benzersiz bir şekilde adreslenebilir nesnelerin kendi aralarında oluşturduğu, dünya çapında yaygın bir ağ ve bu ağdaki nesnelerin belirli bir protokol ile birbirleriyle iletişim içinde olmaları" olarak tanımlanır (Yetimler, t.y.). IoT teknolojisi sipariş emirlerinin sisteme girilmesinden otomatik stok verilerinin alınmasına, perakende faaliyetlerinin takibinden dağıtım aşamasında ürünlerin araç içi sıcaklığının ölçülmesine kadar birçok süreçte pazarlama alanında da yaygın biçimde kullanılmaktadır. Hizmet sektörü içinde yer alan havuz işletmeciliğinde otomatik su ölçüm sistemlerinin uzaktan kontrol edilmesi ve et üretim tesislerinde hayvan vücut sıcaklığının kontrolü gibi birçok uygulama akıllı endüstri sistemi kullanımına örnek olarak verilebilir.

Dünyada Mitsubishi, General Electric, IBM, Cisco, Microsoft, Google, Siemens, Amazon ve benzeri birçok bilinen önemli markanın endüstri 4.0.'ın başlıca oyuncularını kabul edilip pazarlama faaliyetlerine yönelik ciddi uygulamalara sahip olduğu bilinmektedir. Ülkemizde ise Selçuk Ecza İlaç, aşı ve tıbbi malzemelerin taşıma ve depolama süreçlerinde etkinlik sağlayabilmek için 2000 araç ve 20.000'den fazla dağıtım noktasının takibini, soğuk zincirini kırmadan ve müşteri memnuniyetini sağlayabilecek etkinlikte yürütmek için IoT

teknolojisini kullanmaktadır. Kullandıkları bu teknoloji ile işletme, soğuk zincirinin kopması sonucu oluşabilecek sağlık riski durumlarını ortadan kaldırmayı başarmakla birlikte ürün kayıp ve iadelerini de engellemeye yönelik önlemler almıştır. Ayrıca filo maliyetlerinden tasarruf ederken müşteri memnuniyetini de sağlayabilmektedir (Turkcell.com, 2020).

Bireysel Pazarlama (Sosyal Medya)

Kagerman vd. (2013)'nin çalışmasında endüstri 4.0.'in potansiyelleri arasında bireysel müşteri ihtiyaçlarının karşılanması yer almaktadır (Ertuğrul ve Deniz, 2018: 166). Benzer biçimde Tüsiad 2016 raporunda, endüstri 4.0 sürecinin kendi ekonomisini yarattığından bahisle bireysel üretimin önemine değinilmiştir (Serinikli, 2018: 1608). Dolayısıyla endüstri 4.0 ile birlikte önemi artan bir pazarlama türü olarak bireysel pazarlama öne çıkmıştır.

Bireysel pazarlama, kişiselleştirilmiş pazarlama veya ilişki pazarlaması olarak da adlandırılan bireysel pazarlama bir işletmenin müşterilerine karşı esnek davranmasına olanak sağlar. Buradaki esneklik işletmenin her bir müşterisi için ayrı ayrı davranış geliştirmesinden oluşur. Bu davranışlar müşterinin bildikleri ile müşteri hakkında bilinenlerin birlikte kullanılarak müşteri memnuniyeti doğrultusunda kullanılmasıyla oluşur. İnternet pazarlaması muhtemelen bireysel pazarlama uygulamasının en yaygın yoludur. Bir işletmenin bireysel pazarlamayı kullanmada başarılı olması için, ürün veya hizmeti bir yönden veya bir şekilde her bir müşteriye uyarlayabilmesi gerekir (Hawthorne, 2020). Dolayısıyla bireysel pazarlama stratejileri ile örgütsel esneklik uygulamalarının birlikte kullanılması, bir markanın bireysel müşterileri için davranış biçimini değiştirebilme yeteneğini, bireysel isteklere göre pazarlama politikası oluşturabilmesini ve tüketiciyi ürünlerle tanıştırmak için küçük adımlar atabilme yeteneğini elde etmesini sağlar (Bhasin , 2020).

Bireysel pazarlama için önemli bir zemin olarak kabul edilen sosyal medya aynı zamanda etkili bir iletişim aracıdır. Sosyal medya kavramı insanların diğer ziyaretçiler ile etkileşime girmesini sağlayan çok çeşitli web sitelerini kapsamaktadır. Bu siteler; medya, sosyal haberler (Dig, Propeller), yer imlerine ekleme (Del.lcio.us, Simpy, Blinklist), sosyal ağ oluşturma (Facebook, Myspace, LinkedIn), fotoğraf ve video paylaşımı (YouTube, Vimeo, Flickr) ve vikiler (Wikipedia) gibi uygulama ve web sayfalarından oluşmaktadır (Khan ve Bhatti, 2012: 1).

Kurumsal Sosyal Sorumluluk

Endüstri 4.0 sürecinde kurumsal sosyal sorumluluk (KSS), toplumla ilgili tüm organizasyonları kapsamı bakımından işletmelerin pazarlama faaliyetlerine önemli destekler sağlamaktadır. Günümüzde kurumsal sosyal sorumluluğun pazarlama stratejileriyle entegrasyonu etkili bir sosyo-pazarlama stratejisi olarak görülmektedir. İşletmelerin topluma katkı sunmaları beklenmektedir. Bu nedenle işletmelerin kamu amaçlı pazarlamayı, ekonomi odaklı pazarlama stratejileriyle başarılı bir şekilde bütünleştirdikleri görülmektedir (Chahal ve Sharma, 2006: 205-208). Yapılan bir araştırmada KSS faaliyetlerinde bulunan işletmelerin dürüst ve güvenilir bir itibar yarattığı için, müşteriler nezdinde ürün ve hizmetlerinin daha güvenilir ve daha kaliteli olarak görüldükleri ileri sürülmüştür. Aynı zamanda potansiyel müşterilerin satın alma niyetlerinin de bu yönde geliştiği ifade edilmiştir (Rahman, Serrano ve Lambkin, 2017: 370).

Bulut Depolama

Bulut depolama, verilerin saklandığı, yönetildiği, yedeklenerek bir ağ üzerinden kullanıcılara sunulduğu, uzak depolama sistemlerine iletiildiği ve depolandığı bir hizmet modelidir (Rouse, 2020). Bulut depolamanın endüstri 4.0 ile olan ilişkisi büyük verinin saklanma sorununu çözebilmesi ile ilgilidir (Aksoy, 2017: 40). Bulut

depolamanın yüksek düzeyde benimsenmesiyle bilhassa pazarlamada rekabet avantajı elde eden kuruluşların sayısı son birkaç yılda neredeyse iki katına çıkmıştır. Bulut depolama ile büyük veri de daha basitleştirilmiştir (EMHTechnology, 2020). Özellikle uluslararası işletmelerde eşzamanlı bilgi erişiminin sağlanması, büyük verinin elde edilebilmesi gibi süreçlerde bulut depolama işletmelerin maliyetlerini azaltmaktadır.

Etkileşim (Katılım) Pazarlaması

Etkileşim pazarlaması, insanları meşgul etmek ve zaman içinde anlamlı etkileşimler yaratmak için stratejik ve nitelikli bir içeriğin kullanılmasıdır. İletişim teknolojilerinin pazarlamada kullanılmaya başlanmasıyla birlikte insanlara her gün birçok farklı kanaldan farklı sektöre ait çok sayıda mesaj gönderilmektedir. Ancak günün sonunda insanlar bunların çok azını hatırlamaktadır. Bu durum pazarlamacılar açısından önemli bir sorundur. Daha da önemlisi birçok insan kendisine doğrudan bir şey satılmaya çalışılmasını sevmemektedir. Alıcılarda doğrudan satış davranışına karşı oluşan bu negatif tutumu olumluya dönüştürebilmek için işletmelerin e-posta, içerik yönetimi ve sosyal medya ile pazarlama gibi farklı yollardan alıcılara ulaşması gerekmektedir. Etkileşim pazarlaması da bu noktada devreye girmektedir (Marketo, 2020). Etkileşim pazarlamasında seçilen mecranın hedef kitleye uygun olması işletmenin pazarlama felsefesinin daha hızlı ve kolay şekilde yayılmasına olanak sağlayacaktır.

Etkileşim pazarlaması, işletme ile müşteriler arasındaki ikili ilişkileri besleyen anlamlı etkileşimler yaratmaya odaklanarak, uzun süreli yeni müşteriler edinmenin etkili bir yoludur (Gotter, 2020). Bu bağlamda endüstri 4.0'ın en önemli katkılarından biri kullanılan iletişim teknolojileri ile yaratılan işletme-müşteri ilişkisini, daha üst düzeye çıkarabilme konusunda sağlamış olduğu faydadır.

Buzz Pazarlama, Viral, WoM, Gerilla Pazarlama

Buzz pazarlama bir ürüne ilgi uyandırmak için potansiyel müşterilerde ağızdan ağıza (WoM) pazarlamayı kullanarak müşteriler arasında talep yaratmanın alternatif bir yoludur. Pahwa (2020) buzz pazarlamayı ağızdan ağıza pazarlamanın bir alt kümesi olarak tanımlamaktadır. WoM pazarlamanın, genellikle en iyi pazarlama biçimi olduğu düşünülmektedir. Tüketiciler daha önce duymuş olsalar da hatırlamadıkları bir şeyi bir başkalarında gördüklerinde ya da birkaç kez duyduklarında ilgilerini çekmeye başlar (Caveney, 2020). Buzz pazarlamada bir ürün veya hizmet hakkındaki bilgi, geleneksel pazarlama teknikleriyle değil, yakın veya bilinen bir kişi aracılığıyla iletilmektedir. Buzz pazarlamaya destek verebilmek için internet ve çevrimiçi medyaya odaklanmak gereklidir. İnternet ve viral pazarlama o kadar ilişkilidir ki, çevrimiçi strateji olmadan viralizasyon oluşmayacaktır (UBT, 2018). Buzz pazarlamanın endüstri 4.0 kavramı içinde yer almasının temel nedeni sosyal medya pazarlamasını içine alması ve internet alt yapısı ile ilişkisinden kaynaklanmaktadır.

Porsche firması 2017 yılını sosyal medyada buzz yaratabilmek için ikonik lokasyonlarda açık hava gösterileri yapmıştır (Soyak ve Soyak, 2018: 34). Buzz pazarlama uygulamasının en yakın örneği 2020 yılının Ekim ayında Trendyol isimli online satış sitesi tarafından gerçekleştirilmiştir. Oluşturdukları ilginç pazarlama stratejisinin duyulması ve talebin artması için influencerların sosyal medya hesaplarından yaptıkları paylaşımlarla başlayan buzz pazarlama hareketi, influencerları takip eden kişilerin de bu gönderileri paylaşmaya başlamasıyla çığ gibi büyümüş ve geniş bir kitleye ulaşmayı başarmıştır.

Mobil Pazarlama – AppStore Optimization

Endüstri 4.0 ile birlikte akıllı cihazların yoğun kullanımı hayatımıza ASO kavramını sokmuştur. En kısa şekliyle ASO, işletmenin mobil

uygulamalarını, bir uygulama mağazasının arama sonuçlarında daha üst sıralarda yer alacak şekilde optimize etme sürecidir. ASO'nun amacı, sayfaya daha fazla trafik çekmektir. Böylece potansiyel müşterilerin internette kullandığı anahtar kelimeler hakkında daha fazla bilgi edinerek, onların dilini daha iyi anlamak mümkün olacaktır (Patel, 2020). Knihova (2016: 2)' ya göre eğer bir işletme başarılı olmak istiyorsa müşteri ile etkili bir iletişim kurmasının yanı sıra gelecekte de var olabilmek için müşteriye ilk ulaşan olmanın ön koşul olduğunu bilmelidir.

Doğal olarak işletmenin, bir arama uygulamasında (iTunes, Google Play, Windows Store gibi) sıralaması ne kadar yükseğe potansiyel kullanıcılar için o kadar görünür olacaktır (Mullan, 2020). ASO'nun temel amacı uygulama indirmeleri olmakla birlikte başka hedefler de içerebilir. Bu hedefler daha fazla marka görünürlüğü sağlamak, olumlu uygulama incelemeleri eklemek, izleyici katılımı sağlamak ve ek pazarlama kanalı çeşitlendirmelerine sahip olmak olarak sıralanabilir (Wilson, 2018).

Fijital Uygulamalar

Pazarlama yeniliğinin uygulanması için Ungerman vd. (2018) tarafından belirtilen 15 temel özelliğe fijital uygulamaları da eklemek gerekmektedir. Fijital dünya; fiziksel dünya ile endüstri 4.0'ın sunduğu dijital dünyanın bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Fijital pazarlama, amaca uygun zamanda, içeriğe uygun mesajlarla, ana temaya uygun mecralarda, tüketicilerin temas noktalarında bulunabilmeyi ve onlara dokunabilmeyi olanaklı kılmaktadır (Köse ve Yengin, 2018: 83). Örneğin; C&A firması alışveriş anında müşterilerin ürünlere karşı olan güvensizliklerine çözüm bulabilmek için bir askı türü geliştirmiştir. Müşteriler her bir kıyafet üzerinde yer alan askılara tıklayarak, gerçek zamanlı olarak beğenilerini ifade etmişlerdir. Yine aynı firma bu kez çevrimiçi ve çevrimdışı mecraları birleştirerek farklı bir fijital pazarlama uygulaması gerçekleştirmiştir. Contigo dergisinin özel

bir sayısında firma iki adet kıyafet kombini görseli yayınlamıştır. Bu görsellerin üzerine Facebook uygulamasına bağlı çipler yerleştirilerek, okuyuculardan hoşuna giden kombini beğen butonuna basarak seçmelerini istemiştir. Bu uygulama ile okuyucu en sevdiği görünümün üzerine tıklayarak oy verirken, veriler Facebook sayfasında eş zamanlı olarak görüntülenmiştir (Quick, 2020).

SONUÇ

Teknolojide süregelen gelişim üretimde inovasyonun yanı sıra pazarlama inovasyonunu da zorunlu kılmıştır. Endüstri 4.0' ın pazarlama biliminde kullanılmaya başlanması işletmelere veri akışını hızlandırmakta ve işletmeleri daha rasyonel kararlar almaya zorlamaktadır. Üretimde gerçekleşen otonomlaşıma, rekabet avantajı elde etmek isteyen işletmelere veri toplama ve veriyi işleme süreçlerini daha hızlı gerçekleştirmeyi zorunlu kılmıştır. Endüstri 4.0'ın pazarlama üzerindeki en önemli etkisinin, pek çok pazarlama uygulamasını yapay zeka (AI) uygulamalarına doğru yönlendirmesidir diyebiliriz. Bu noktada pazarlama biliminin AI uygulamalarından faydalanması kaçınılmaz görünmektedir. Çünkü AI'ın en önemli özelliği belli bir hedefe ulaşma şansı en yüksek olan eylemleri rasyonelleştirme ve gerçekleştirme yeteneğidir. AI hedefleri arasında öğrenme, akıl yürütme ve algılama yer almaktadır (Frankenfield, 2020). AI şemsiyesi içinde yer alan, ses tanıma, görüntü tanıma, sanal asistanlar ve arama önerileri gibi pazarlamaya katkı sağlama potansiyeli yüksek unsurlar sebebiyle yapay zekâ uygulamaları pazarlama faaliyetleri için önemli fırsatlar yaratmaktadır.

AI teknolojilerinin tamamı, faaliyetleri "*akıllı*" hale getirmek için bilgisayarlarda insan zekâsını taklit etmeye odaklanmakta olup genel ve dar yapay zekâ olarak iki ana kategoriye ayrılmıştır. Genel yapay zekaya oranla pazarlama alanında kendine kullanım alanı

bulan dar yapay zeka, günümüzde Amazon' un e-ticaret sitesinde ürün önerilerinin kişiselleştirilmesinde, online yayıncılık hizmeti veren Netflix' in kişilerin beğenilerine yönelik kişiselleştirilmiş TV şovu ya da film önerilerinin tüketicilerine sunulması aşamalarında kullanım alanı bulmaktadır. Ayrıca birçok web sitesinde spam posta botları ve öneri sistemlerinde de dar yapay zekâ uygulamaları aracılığıyla pazarlama aktiviteleri yürütüldüğü gözlemlenmektedir (Cannella, 2018: 13).

Demis, AI' ı "makinelere akıllı yapma bilimi" (Cannella, 2018: 12) olarak tanımlamaktadır. Tanımda ele aldığı akıllı kavramı, insanlar tarafından doğal olarak sergilenen zekânın aksine makinelerin ortaya koymuş olduğu bir zekâ olarak açıklanabilir. Günümüzde AI uygulamaları, pazarlamada hedef tüketicilerin bir sonraki satın alma kararlarını sürekli takip etmek ve tahminlemek ayrıca tüketici yolculuğunu iyileştirmek için kullanılmaktadır.

AI kadar önemli olan büyük veri kavramı ise, pazarlamacıların çok büyük miktarda veriyi minimum manuel çalışma ile bir araya getirme ve segmentlere ayırma yeteneğine sahip olduğu anlamına gelmektedir. Pazarlamacılar bu verileri kullanarak, doğru mesajı doğru kişilere doğru zamanda, tercih ettikleri kanal aracılığıyla ileteceklerinden emin olmaktadır. Makine öğrenimi ise, pazarlamacıların büyük veri birikiminden mantıklı sonuçlar çıkarmasına ve anlamasına imkân tanımaktadır. Böylece tüketim eğilimleri daha rasyonel olarak tahmin edilebilecek, tüketici satın almaları izlenebilecek, analiz edilebilecek ve bir sonraki tüketici davranışı daha kolay tahmin edilebilecektir.

Endüstri 4.0'ın temel yapı taşı olan yapay zeka ile birlikte Ungerma'nın pazarlama yeniliği çerçevesinde bahsettiği temel özellikler pazarlamaya önemli katkılar sağlamaktadır. Örneğin; bilgi terminalleri ve bulut depolama ile büyük verinin oluşturulmasına zemin hazırlanmıştır. Artırılmış gerçeklik, advergaming ve sanal para ile satışlar daha kolay hale getirilmiş,

dağıtım kanalları düzenlemesi, IoT ve otonom dağıtımla satış kolaylaştırıcı eylemler gerçekleştirilmiş, 3D teknolojisi ile üretim maliyetleri düşürülmüş, bireysel, etkileşim, fijital ve Buzz pazarlama ile tüketici ilişkileri geliştirilmiştir.

Sonuç olarak endüstri 4.0 uygulamaları ve AI entegrasyonunun gelecekteki pazarlama sorunlarını çözebilmek için alıcıların davranışlarını ve kararlarını kolayca tahmin etmeyi sağlayacağı beklenmektedir. Ayrıca büyük veriyi kullanarak ilerleyen yıllarda, daha akıllı arama deneyimleri yaratılacağı, daha kişiselleştirilmiş reklamlar oluşturulacağı, içerik sunumunun daha başarılı ve iyileştirilmiş hale getirileceği ve botlara güvenerek, sürekli öğrenim yoluyla daha büyük bir AI etkisi görüleceği beklenmektedir (Dimitrieska vd., 2018: 198). Böylece satış tahmini, tahmini müşteri hizmetleri, müşteri segmentasyonu, vb. işlemler günümüzden daha rasyonel yöntemlerle ve otonom olarak kolaylıkla gerçekleştirilebilecektir.

KAYNAKÇA

1. Aksoy, S. (2017). Değişen teknolojiler ve endüstri 4.0: endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş. *SAV-(Sosyal Araştırmalar Vakfı) Katkı, Teknoloji*, 4.
2. Aslan, Ü. ve Özerhan, Y. (2017). Big data, muhasebe ve muhasebe mesleği. *Muhasebe ve Bilim Dünyası Dergisi*, 19(4), 862-883.
3. Atalay, M. ve Çelik, E. (2017). Büyük veri analizinde yapay zekâ ve makine öğrenmesi uygulamaları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, SBE Enstitüsü Dergisi*, 9(22), 155-172.
4. Battal, S. ve Tuğlu, K. (2018). Endüstri 4.0 ve yeni teknolojiler karşısında yerel yönetimlerde yaşanan değişimler. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 6(14), 216-232.
5. Bettiol, M., Capestro, M. ve Di Maria, E. (2017). Industry 4.0: The strategic role of marketing. *Proceedings of the XIV Convegno Annuale SIM*, Bergamo, Italy, 26-27.
6. Bhasin, H. (25 December 2020). Individual marketing and its impact in today's business environment. <https://www.marketing91.com/individual-marketing/>, Erişim Tarihi: 18.10.2020.
7. Cannella, D. (2018). Artificial intelligence in marketing. <https://pdfs.semanticscholar.org/3193/cbf29f1d27b64e3182a2bf65147d9b7aa124.pdf>, Erişim Tarihi: 11.09.2020.
8. Caveney, L. (2020). What is buzz marketing? Strategies And Examples. <https://www.thisisinfluential.com/blog/strategy/what-is-buzz-marketing-strategies-and-examples/>, Erişim Tarihi: 14.10.2020.
9. Chahal, H. ve Sharma, R. D. (2006). Implications of corporate social responsibility on marketing performance: a conceptual framework. *Journal of Services Research*, 6(1).
10. Çetin, S. (31 Temmuz 2018). Otonom araçlar ve teknoloji devrimi. <https://baslangicnoktasi.org/otonom-araclar-ve-teknoloji-devrimi/>, Erişim Tarihi: 20.10.2020.
11. Demirezen, B. (2019). Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojisinin turizm sektöründe kullanılabilirliği üzerine bir literatür taraması. *Uluslararası Global Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 1-26.

12. Dimitrieska, S., Stankovska, A. ve Efremova, T. (2018). Artificial intelligence and marketing. *Entrepreneurship*, 6(2), 298-304.
13. Doğan, K. ve Arslantekin, S. (2016). Büyük veri: önemi, yapısı ve günümüzdeki durum. *DTCF Dergisi*, 56(1), 15-36.
14. EMH Technology. (2020). The business benefits of cloud storage. <https://www.emhtechnology.com/the-business-benefits-of-cloud-storage/>, Erişim Tarihi: 12.10.2020.
15. Erbaş, S. (2019). Reklamcılıkta ve pazarlamada yeni nesil teknoloji: blockchain. *Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 712-729.
16. Erkan, E. (4 Eylül 2015). Advergame- reklam amaçlı oyunlar. <http://www.okanacar.com/2015/09/advergame-reklam-amacli-oyunlar.html>, Erişim tarihi 20.10.2020.
17. Ertuğrul, İ. ve Deniz, G.(2018). 4.0 Dünyası: Pazarlama 4.0 ve Endüstri 4.0, *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi / Journal of Bitlis Eren University Institute of Social Sciences*, 7(1), Haziran/June2018, 158-170.
18. Frankenfield, J. (2020). Artificial intelligence (AI). <https://www.investopedia.com/terms/a/artificial-intelligence-ai.asp>, ErişimTarihi: 10.09.2020.
19. Gotter, A. (2020). How to use engagement marketing to acquire more customers. <https://www.singlegrain.com/marketing-strategy/engagement-marketing/>, Erişim Tarihi: 13.10.2020.
20. Graham, F. (2020). The technology to free your inner shopaholic. <https://www.bbc.com/news/business-23759803>, Erişim Tarihi: 13.10.2020.
21. Hawthorne, M. (2020). The advantages of individual marketing. <https://smallbusiness.chron.com/advantages-individual-marketing-31178.html>, Erişim Tarihi: 18.10.2020.
22. Holanová, T. (23 May 2016). Komu seberoupráciroboti? Vytlačíkaždého, kdomárutinniprofesi, tvrdíexpertka. *Aktualne.cz*, <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/komu-seberou-praci-roboti-vytlaci-kazdeho-kdo-ma-rutinni-pro/r~098d06321e8f11e6851c002590604f2e/>, Erişim Tarihi: 19.10.2020.
23. Hommerová, D. ve Patrovský, Š. (2017). Assessing the level of CRM in the Hennlich company using the crack method. u: Opportunities and

- Threats to Current Business Management in Cross-border Comparison, Chemnitz: Verlag der GUC, 48-58.
24. <http://tr.investing.com>. (t.y.). Tüm kripto paralar. <https://tr.investing.com/crypto/currencies>, Erişim tarihi: 20.10.2020.
25. Industry Report. (2020). Big data statistics, growth & facts 2020. <https://saasscout.com/big-data-statistics/>, Industry Report, Big Data Statistics, Growth&Facts 2020, Erişim Tarihi: 19.10.2020.
26. İçöz, T. (04 Mayıs 2020). Finlandiya, 1 Mayıs'ı tüm ülkenin katılabildiği sanal gerçeklik konseriyle kutladı. <https://webrazzi.com/2020/05/04/finlandiya-1-mayis-i-tum-ulkenin-katilabildigi-sanal-gerceklik-konseriyle-kutladi/>, Erişim tarihi: 20.10.2020.
27. İçten, T. ve Bal, G. (2017). Artırılmış gerçeklik üzerine son gelişmelerin ve uygulamaların incelenmesi, *Fen Bilimleri Dergisi*, Part C,5(2), 111-136.
28. Jáčová, H. and Horák, J. (2015). *Communications in computer and information science*. New York: Springer Publishing.
29. Jensen, M. (t.y.). What is additive manufacturing and its role in product development? <http://steensolutions.com/2017/06/additive-manufacturing-role-product-development/>, Erişim Tarihi: 15.10.2020.
30. Jukic, D. (October, 2018). Advergaming: identity brand analysis in the virtual World. *3rd International Scientific and Professional Conference*, Artificial Intelligence in Marketing At: Varaždin, Croatia.
31. Kaymak, Ö. (10 Aralık 2006). Hem reklam hem oyun advergence. <https://www.hurriyet.com.tr/gundem/hem-reklam-hem-oyun-advergence-5585115#:~:text=Advergence'lerle%201990'lar%C4%B1n%20sonunda,de%20Wired%20dergisinde%20yer%20ald%C4%B1>, Erişim Tarihi: 20.10.2020
32. Khan, S. A. ve Bhatti, R. (2012). Application of social media in marketing of library and information services: a case study from Pakistan. *Webology*, 9(1), 1-8.
33. Kılıç, O. (24 Ocak 2011). Advergaming. <http://onurkilic.blogspot.com/2011/01/advergaming-ve-ornek-uygulamalar.html>, Erişim Tarihi: 20.10.2020.

34. Knihová, L. (2016, October). Marketing mobilních aplikací. VŠFS-Konference Marketingová komunikace a společnost.
35. Köse, N. ve Yengin, D. (2018). Dijital pazarlamadan fijiital (phygital) pazarlamaya geçişe örnek olarak artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik uygulamalarının pazarlama üzerindeki katkılarının incelenmesi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 10(1), 77-111.
36. Marketo. (2020). Engagement marketing. <https://www.marketo.com/engagement-marketing/>, Erişim Tarihi: 18.10.2020.
37. Mullan, E. (2020). The importance and benefits of appstore optimisation (ASO) to mobile marketers. <https://blog.hurree.co/blog/importance-and-benefits-of-aso-to-mobile-marketers>, Erişim Tarihi: 18.10.2020.
38. Pahwa, a. (2020). What is buzz marketing? – strategies & examples. <https://www.feedough.com/buzz-marketing/>, erişim tarihi: 19.10.2020.
39. Patel, N. (2020). Appstore optimization – A crucial piece of the mobile app marketing puzzle. <https://neilpatel.com/blog/app-store-optimization/>, Erişim Tarihi: 19.10.2020.
40. Quick, J. (14 January 2015). Integrating omnichannel retail, retail examples showing how to bring the on and offline worlds together through social and mobile channels. https://www.smartinsights.com/wp-content/uploads/2014/12/C-A-in-Brazil-show-likes-on-its-clothing-hangers_-_Retail-Innovation.png, Erişim Tarihi: 13.10.2020.
41. Rahman, M., Rodríguez-Serrano, M. Á. ve Lambkin, M. (2017). Corporate social responsibility and marketing performance: The moderating role of advertising intensity. *Journal of Advertising Research*, 57(4), 368-378.
42. Rouse, M. (2020). Cloud Storage, <https://searchstorage.techtarget.com/definition/cloud-storage>, Erişim Tarihi: 18.10.2020.
43. Sandvik. (2020). What is additive manufacturing? <https://www.additive.sandvik.com/en/about-us/what-is-additive-manufacturing/>, Erişim Tarihi: 09.09.2020.
44. Segetlija, S., Masarik, J. ve Dujak, D. (2014). Vertical marketing systems, supply chains and the new indicators of retailing's

- significance. *Logistics & Sustainable Transport*, 5(1), 1–7. doi: 10.1515/jlst-2015-0001.
45. Serinikli, N. (2018). Endüstri 4.0'ın Özel, Kamu Ve Kooperatif Sektörlerine Etkisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Y.2018, C.23, Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı, 1607-1621.
46. Sharma, M. (2014). Advergaming – the novel instrument in the adverting. *Procedia Economics and Finance*, 11, 247–254.
47. Soyak, A. ve Soyak, S. (2018). Sanayi 4.0 döneminde pazarlamada dijital arayışlar ve bazı küresel şirketlerden örnekler. 5. *Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi*, 2-3 Kasım 2018, Antalya, c.3,
48. Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0'ye girişimcilikte yeni yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32.
49. Transparency. (2020). Mobile data terminals (MDT) market - global industry analysis, size. Share, Growth, Trends, and Forecast, 2019 – 2027. <https://www.transparencymarketresearch.com/mobile-data-terminals-mdt-market.html>, Erişim Tarihi: 16.10.2020.
50. Turkcell. (2020). Selçuk Ecza Soğuk Zincir Yönetimi'ni Turkcell Konuşan Makineler ile sağlıyor. <https://s.turkcell.com.tr/DeviceDocumentLibrary/kurumsal/Turkcell/m2m-study/selcuk-ecza-case-study.pdf>, Erişim Tarihi: 09.09.2020.
51. UBT. (6 November 2018). Buzzmarketing: definition, concept, key points and examples. <https://ubtconsults.se/en/buzz-marketing-definition-concept-key-points-and-examples/>, Erişim Tarihi: 19.10.2020.
52. Ungerma, O., Dedkova, J. ve Gurinova, K. (2018). The impact of marketing innovation on the competitiveness of enterprises in the context of industry 4.0. *Journal of Competitiveness*, 10(2), 132-148. DOI: 10.7441/joc.2018.02.09.
53. Wikipedia. (t.y.). Data terminal equipment. https://en.wikipedia.org/wiki/Data_terminal_equipment, Erişim Tarihi: 12.09.2020.
54. Wilson, L. (2018). A complete guide to app store optimization (ASO). <https://www.searchenginejournal.com/app-store-optimization-how-to-guide/241967/#close>, Erişim Tarihi: 19.10.2020.

55. Kahraman H. (t.y.), Endüstri 4.0. ile Katmanlı Üretim, <https://www.endustri40.com/endustri-4-0-ile-katmanli-uretim/>, Erişim Tarihi: 15.11.2020.
56. Yetimler, E. (t.y.). Internet of Things (Nesnelerin İnterneti) nedir? cihazların etkileşim trendleri. <https://www.karel.com.tr/blog/internet-things-nesnelerin-interneti-nedir-cihazlarin-etkilesim-trendleri>, Erişim Tarihi: 09.09.2020.

BÖLÜM 12

ENDÜSTRİ 4.0 VE MUHASEBE SİSTEMLERİ

ENDÜSTRİ 4.0 VE MUHASEBE SİSTEMLERİ

Doç. Dr. Tansel HACIHASANOĞLU

Yozgat Bozok Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0003-4229-0192

Dr. Öğr. Üyesi Elçin DALKILIÇ

Yozgat Bozok Üniversitesi

Orcid ID: 0000-0001-5939-8584

GİRİŞ

Muhasebe bilimi ekonomik hayatın doğuşu ile ortaya çıkan ve yönetim tekniklerinin en eskisi olarak kabul görmektedir. İlk zamanlar hesap tutma fonksiyonunu yerine getiren muhasebe, oldukça uzun bir zaman diliminde finansal işlemlerin kontrol edilerek kayıt alınması görevini yerine getirmiştir (Dursun vd., 2019: 266).

Günümüzde dijitalleşme ile birlikte önemli değişimler ve gelişmeler yaşanmaktadır. Yaşanan bu gelişmelerden muhasebe bilimi de etkilenmekte ve geleneksel muhasebe uygulamaları yeterli gelmemekte, muhasebe uygulamalarının da dijital ortam ve araçlarla desteklenen bir yöne doğru hızlı bir değişim gösterdiği görülmektedir (Kurnaz vd., 2020: 82). Muhasebenin temel fonksiyonu olan finansal ve finansal olmayan verilerinin kayıt ve analiz edilerek raporlanması gün geçtikçe daha karmaşık bir yapıya bürünmektedir (Yardımcıoğlu vd., 2019: 42).

Endüstri 4.0'ın literatüre girmesi ile birlikte, muhasebenin temel fonksiyonları olan kaydetme, sınıflandırma, özetleme ve raporlamanın akıllı makineler, akıllı üretim sistemleri, akıllı raflar, akıllı depolar, akıllı stok vb. uygulamalar ile verilerin gerçek zamanlı olarak kaydedildiği yeni bir muhasebe sistemine dönüşeceği öngörülmektedir. Diğer bir ifade ile endüstri 4.0 ile birlikte muhasebe kayıt sistemi akıllı kayıt sistemine dönüşmüş olacaktır (Kablan, 2018: 1568). Giderek karmaşıklaşan bu süreçten sorumlu olan işletme yöneticileri ve mali işler sorumluları, endüstri 4.0 ile birlikte değişen iş yöntemlerine uyum sağlayacak yeni donanımlara sahip olma şansını elde edeceklerdir. Muhasebe işlemlerinde, nesnelerin birbirleriyle iletişime geçmesi sonucu emek gücünün azalması ile geleneksel muhasebe yaklaşımı da bir değişim sürecine girecektir. Muhasebe sistemi vasıtasıyla işletmelerde büyük veri tabanları oluşturulmaktadır. İşletme amaçlarına hizmet edecek anlamlı bilgiye ulaşmak ve bilgi kullanıcılarına ihtiyaç duyulan zamanda bu bilgileri sunmak özellikle karar verici konumundaki yöneticilere geleceğe yönelik doğru kararlar verme noktasında fırsatlar sunacaktır (Yardımcıoğlu vd., 2019: 42). Endüstri 4.0'la birlikte muhasebe sisteminde yaşanan dijitalleşmeyle beraber hata payı minimum düzeylere indirgenmiş olacak, gerek iç muhasebe sistemi gerekse iç ve dış denetim sistemi daha şeffaf daha hızlı daha ve doğru hale gelecektir (Coşkun Arslan ve Demirkan, 2019: 54).

Muhasebe sistemi kayıt aşamasından başlayarak raporlamaya kadar uzanan ve işletme ile bilgileri ilgi duyanlara aktaran bir yapıya sahiptir. Bu sistem içerisinde doğru ve güvenilir bilgi üretme amacına ulaşmak için finansal muhasebe, maliyet ve yönetim muhasebesi ve denetim gibi çeşitli alt sistem bulunmaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte bilişim teknolojilerinde meydana gelen gelişmelerin söz konusu muhasebe sistemlerinde ve muhasebecilik mesleğinde yaratacağı etkilerin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Muhasebe sisteminin

dijitalleşmesi ile zaman ve maliyet boyutunda önemli düzeyde tasarruflar sağlanacaktır. Makinelerin monotonlaşmış süreçleri sürdürmesi ile birlikte muhasebecilere daha karmaşık yapıda olan ve üst yönetimin kararlarına destek sağlayacak sorunları çözmek için daha fazla zaman yaratılmış olacaktır (Karabayır, 2019: 21). Bu nedenle dijitalleşme ile muhasebe sistemi içerisinde yer alan alt sistemlerin endüstri 4.0 ile birlikte ne gibi bir değişim süreci geçireceği ve endüstri 4.0'ın yansımalarının neler olacağı bu bölümün konusu olarak belirlenmiştir.

Endüstri 4.0 ve Muhasebe Kayıt Sistemi

İşletme performansını ölçme sanatı ve bilimi olan muhasebe, bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte gelişmeye devam etmektedir. Veri girişi mekanizmaları, veri depolama ve işleme mekanizmaları, nihai raporlar ve denetim şekilleri ve alanları gibi muhasebe teorisi ve pratiğinde çeşitli uygulamalar kullanılmıştır (Deshmukh, 2006: 1). Dijital muhasebe ise aldığı, işlediği ve aktardığı bilgileri sürekli dijitalleştirerek teknoloji ve insan arasında etkili bir arayüz sağlamaktadır (Tugui, 2015: 26).

Endüstri 4.0 anlık ve hızlı çözümler üreten bir sistem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu yaklaşımın temel özelliği gerçek zamanlı ve yığın veri üretimine sahip olması ve bu verilerin gerçek zamanlı kayıt altına alınmasına olanak sağlamasıdır (Erturan ve Ergin, 2018). Muhasebenin kayıt tutma fonksiyonunun da endüstri 4.0 ile birlikte değişim yaşayacağı kaçınılmaz bir gerçektir. Muhasebe kayıtlarının akıllı yazılımlar tarafından planlanıp gerçekleştirilmesi sayesinde muhasebe meslek mensupları stratejik ve yönetsel kararlara yoğunlaşabileceklerdir. Bu süreç ile birlikte muhasebenin kaydetme, sınıflandırma ve raporlama gibi fonksiyonlarının akıllı makine veya sistemler tarafından eş zamanlı olarak işlendiği ve depolandığı bir muhasebe sistemine dönüşeceği ifade edilebilir (Kablan, 2018: 1568). Bu doğrultuda

muhasebe kayıt sisteminin akıllı kayıt sistemine dönüşeceği aşikârdır.

Dijitalleşme ile birlikte e-fatura, e-defter ve benzeri elektronik uygulamaların vergi denetimini daha etkin hale getireceği düşünülmektedir (Yücel ve Adiloğlu, 2019: 56). Ülkemizde ulusal ve uluslararası standartlara uyum sağlanması amacıyla muhasebenin elektronik ortama aktarılması gerekmektedir (Karasioğlu ve Garip, 2019: 434). Elektronik ortama aktarılması süreci e-dönüşüm olarak adlandırılmaktadır. E-dönüşüm süreciyle birlikte e-fatura, e-defter ve e-beyanname sistemini kullanması zorunlu olan mükelleflerin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu uygulama ile zaman ve maliyet tasarrufu sağlayan e-fatura kullanılması (Taytak ve Vural, 2019: 85), muhasebe kayıtlarının e-defter üzerinden tutulması ve beyannamelerin aynı sistem üzerinden verilmesi, bilgi kullanıcıları arasındaki bilgi akışını ve raporlamayı gerçek zamanlı ve etkin hale getirmektedir (Dursun vd., 2019: 267). E-beyanname kullanımı ile işletmeler vergisel işlemlerini daha hızlı ve güvenilir bir şekilde halledebilecek ve beyanname doldurulması sırasında meydana gelebilecek hataları minimize edebileceklerdir. Ayrıca beyanname zamanlarında vergi idarelerinde ortaya çıkan iş yükü azaltılarak vergi kaçakçılığının önüne geçilebilecektir (Taytak ve Vural, 2019: 83). E-defter uygulamalarının hayata geçirilmesiyle işletmelerin tutmak zorunda oldukları defterler dijital olarak tutulmakta ve denetim esnasında dijital kayıtlar ibraz edilmektedir. Bu uygulama öncesinde yapılan defterlerin basım, saklama ve onay gibi maliyetli işlemleri dijital olarak yapılacağından denetimler daha hızlı ve kolay olarak gerçekleştirilebilecektir (Taytak ve Vural, 2019: 87).

Teknolojik gelişmelerin ışığında muhasebe süreci; e-belgelerin akıllı sistem sayesinde ilgili hesaplara aktarılması ile e-defterlerin otomatik doldurulması, e-kayıtların kullanılması ile bilgi

kullanıcılarının ihtiyaç duyacağı mali raporların e-raporlar şeklinde gerçekleştirilmesi ve tüm mali işlemlerin bulut sistemler sayesinde e-arşivlerde saklanması şeklinde değişecektir (Dursun vd., 2019: 268). Bulut sistemler (bulut muhasebe) sayesinde işletme yöneticileri de istedikleri zaman muhasebe verilerine uzaktan erişim sağlayabileceklerdir (Aytekin vd., 2016: 55). Muhasebe verilerinin işletme içinden bulut sistemlere aktarılması, üstün bir muhasebe dijitalleştirme düzeyine geçişi ifade etmektedir (Tugui, 2015: 25).

Diğer taraftan muhasebede büyük veri kullanımı ile birlikte muhasebe bilgilerinin kalitesi ve uyumluluğu artacak ve böylece şeffaflık ve paydaşların karar verme süreci geliştirilecektir (Warren vd., 2015: 397). Çeşitli kaynaklardan elde edilen veriler ile finansal raporların doğruluğu üzerinde olumlu etki oluşacaktır (Kaya ve Akbulut, 2018: 258). Ayrıca işletmelere ilişkin daha fazla veri sağlanması, yatırımcıların muhasebe uygulamalarına ve genel olarak işletmelere olan güveni olumlu yönde etkileyebilecek bilgi asimetrisini azaltacaktır (Al-Htaybat ve von Alberti-Alhtaybat, 2017: 870).

Endüstri 4.0 ve Maliyet Sistemleri

Günümüzde maliyet kontrolü stratejik bir yönetim aracı haline gelmiştir. İşletmelerin etkin kararlar alabilmeleri için maliyetlerini doğru bir şekilde ölçmeleri ve bu maliyetlerini etkili bir şekilde analiz etmeleri gerekmektedir. Bu sebeple endüstri 4.0 işletmelerin maliyet yönetimlerini doğrudan etkileyecektir (Gökten, 2018: 881).

Endüstri 4.0, iş süreçlerinin birbirine bağlanan akıllı makinelere dayalı olarak kurgulanmasıdır (Gökten, 2018: 889). Endüstri 4.0'ın unsurları olan sensör, veri, bilgi ve işlem'in birleştirilmesi ile vasıfsız işgücü ortadan kalkmaktadır. Bunun yerine hata yapmayan ve istikrarlı işlemler elde edilmektedir (Şener ve Elevli,

2017: 26). Endüstri 4.0 kapsamında üretim yapılan karanlık fabrikalardaki üretim akıllı sistemler sayesinde yapılacağından, üretim yapılırken harcanan süre, maliyetler ve kullanılan enerji miktarının azalacağı, buna karşılık üretim miktarı ve kalitesinin artacağı ifade edilebilir (Kablan, 2018: 1564).

Endüstri 4.0 ile popüler bir kavram olan nesnelerin interneti fiziksel olarak kullanılan araç ve cihazların sürekli olarak internete bağlı olması ve ayrıca bu cihaz ve araçların birbirleri ile iletişim kurmasını sağlayan bir sistemdir. Bu iletişim sayesinde mavi yakalı çalışanların azalması yani direkt işçilik giderlerinin en aza indirgenmesi ile değişken maliyetlerin azalması sağlanacaktır (Ergüden vd., 2018: 145). Bu durum sayesinde işçilikler direkt değil endirekt işçilik olacak ve nitelikli işçilikler **“720 Direkt İşçilik Giderleri”** hesabı yerine **“730 Genel Üretim Maliyetleri”** kapsamında değerlendirilebilecektir (Demirkan ve Arslan, 2019: 51). Ayrıca bu kavram ile birlikte işletmelere, stoklarla ilgili sayım, kontrol ve sipariş gibi işlemlerin yanı sıra makine bakımlarının takibi ve faaliyetlerin denetimi gibi birçok yarar sağlayacaktır (Erturan ve Ergin, 2017: 20). Kullanılan teknolojiler sayesinde ürün maliyetleri düşürülecek ve ilk madde ve malzemelerin zamanında bulunabilirliği ile değer zincirindeki tüm paydaşların kârlılığını artırmak mümkün olabilecektir (Badem ve Kılınç, 2019: 53).

Bunun yanı sıra endüstri 4.0 ile birlikte yoğun teknoloji kullanımı neticesinde duran varlıklarda artış yaşanacak ve amortisman hesaplama yöntemlerinin güncellenmesi gerekecektir. Fiziki varlıkların amortisman süreleri ve tutarlarının hesaplanması gibi faaliyetler de insan faktörü olmadan otomatik olarak yapılabilecektir (Hiçyorulmaz, 2019: 37).

Endüstri 4.0'ın maliyet sistemine bir başka katkısı da, üretimlerin siparişler oranında üretilerek stoklama maliyetlerinin ortadan kalkmasıdır. Tam zamanında üretim anlayışında olduğu gibi ürünler stoklanmadan doğrudan müşteriye teslim edilmektedir

(Hiçyorulmaz, 2019: 37). Endüstri 4.0 ile üretimde otomasyon ile iş süreçleri tamamen değişeceği için çoğunlukla iş gücü ve ilgili maliyet yapısı bundan etkilenecektir. Bu yıkıcı değişimle birlikte muhasebenin işlevsel olarak stratejik yönetim muhasebesine geçmesi gerekecektir (Kaya vd., 2019: 236).

Yönetim muhasebesi yönetsel karar alma sürecine daha fazla açıklık kazandıran ve alınan kararların kesinlik algısını artıran bilgiler üretmeye çalışır. Karmaşıklıkların arttığı organizasyonel ortamlarda yönetim muhasebesinin genel tepkisi, belirsizliği azaltma potansiyelini devam ettirmek ve yönetimin karar vermesine yardımcı olmak için bilgiyi yeniden yapılandırmak olmaktadır (Bhimani, 2020: 12). Teknolojik gelişmeler ile birlikte yönetim muhasebesinde bazı değişikliklerin yaşanması beklenmektedir. Akıllı sistemler sayesinde kâr/zarar, verimlilik ve etkinlik gibi bazı yönetim raporlarının otomatik olarak hazırlanıp ilgililere aktarılması sağlanacaktır (Ergüden vd., 2018: 145). Nesnelerin interneti, yapay zekâ, büyük veri, bulut bilişim ve otonom robotlar gibi endüstri 4.0'ın getirdikleri ile birlikte yönetim muhasebesinin görevleri kolaylaşacaktır. Yönetim muhasebesinin görevlerinden olan maliyet ve finansal muhasebeden gelen verilerin analiz edilmesi, geleceğe yönelik planların yapılıp yorumlanması, bütçelerin hazırlanması, faaliyetlerin denetlenip takip edilmesine yardımcı olunması ve yönetimin karar almasını kolaylaştıracak raporların hazırlanması gibi faaliyetler akıllı sistemler tarafından yapılacaktır (Tutar, 2019: 340). Bu sayede yapılan faaliyetler hem zaman hem de işgücü tasarrufu sağlayacağı için yönetimin etkinliğini artırarak işletmelere önemli katkılar sağlayacaktır.

Endüstri 4.0 ve Muhasebe Raporlama Sistemi

Muhasebe politikasının seçimi ve muhasebe tahminlerindeki değişiklikler; muhasebe verilerinin oluşturulması, işlenmesi, sunulması ve analiz edilmesine ilişkin teknik araçlar bağlamında önemli bir etkiye sahiptir. Modern bilgi teknolojileri finansal raporlamayı yeni bir seviyeye yükseltmeye izin vermektedir (Lugovsky ve Kuter, 2019: 174). İşletmedeki tüm alanlarda olduğu gibi muhasebe alanında dijitalleşmeyi kullanmak, finansal verileri düzenleme, işleme ve değerlendirmede, hem maliyet hem de zamandan tasarruf sağlayarak büyük katkı sağlayacaktır (Kruskopf vd., 2020: 79).

Yapay zekâ kullanımı ile çok büyük boyutlardaki veriler taranarak daha kolay ve hızlı bir şekilde raporlamalar yapılabilecektir (Erturan ve Ergin, 2018: 162). Elde edilen raporlar bulut bilişim teknolojileri sayesinde depolanacak ve depolanan bu veriler internet aracılığıyla anlık ve her yerden ulaşılabilir olacaktır (Tutar, 2019: 337-338). Bu sayede endüstri 4.0 uygulamaları kapsamında verilerin gerçek zamanlı elde edilmesi ile bilgilerin doğruluğu ve güvenilirliğinin artacağı ve bu sebeple sistemlerin kendilerini denetlemesi ile raporlamanın güvenilirliğinin artacağı beklenmektedir (Karabayır, 2019: 29). Bunun yanı sıra, muhasebe kayıtları e-belgeler aracılığıyla yapılacağından, işletmelerin sahte ve yanıltıcı belge kullanmasının önüne geçileceği için ülke ekonomisinde kayıp yaratacak araçlar ortadan kalkacaktır (Dursun vd., 2019: 269).

Endüstri 4.0 kapsamında, e-belgelerden elde edilen veriler işletme yönetimi açısından hem gerçek zamanlı hem de geçmişle ilgili analiz raporlarını daha detaylı ve daha kullanışlı üretilen imkânı sağlayacaktır. İşletme ile ilgili tarafların çeşitli ihtiyaçlarına

cevap verebilecek yapıda hazırlanan raporların sayısı artırılabilir (Tutar, 2019: 337).

Büyük veri ile birlikte değişen bilgi akışı, kontrolün doğasını ve kontrolörlerin rollerini değiştirebilecek, merkezi olmayan ve kendi kendine işleyen bir raporlama ve karar verme ortamına yol açacaktır. Ayrıca robotik otomasyon tekniklerinin kullanılması verimliliği artıracaktır ancak bunu sağlamak için iyi bir yönetim mekanizmasına ihtiyaç duyulacaktır (Möller, Schäffer, ve Verbeeten, 2020: 4).

Muhasebede ortak dil anlayışından yola çıkılarak hazırlanan Uluslararası Finansal Raporlama Standartları ile birlikte dijitalleşme sadece vergi amacıyla raporlama yapmak yerine daha fazla bilgi amaçlı raporlama yapmayı ön plana çıkaracaktır. Bilgi amaçlı raporların ön plana çıkmasıyla meslek mensuplarının işletmelere daha fazla danışmanlık hizmeti vermesi olasılığı artacaktır (Yücel ve Adiloğlu, 2019: 56-57).

Endüstri 4.0 ve Muhasebe Denetimi

Denetim denilince temelde iki tür denetim yaklaşımı aklı gelmektedir. Bunlardan ilki iç denetim, ikincisi ise bağımsız denetimdir. İç denetim işletmelerin iç kontrol faaliyetlerinin etkinliği ile ilgili konular üzerinde yoğunlaşırken, bağımsız denetimin temel konusu işletmenin mevcut durumunu ortaya koyan finansal tabloların doğruluğu ve bütünlüğü ile ilgili makul güvence sunmaktır. Ayrıca bağımsız denetimin uygunluk denetimi, faaliyet denetimi ve muhasebe denetimi olmak üzere üç ana başlıkta toplandığı ifade edilmelidir.

Denetim bir güvence verme ve danışmanlık faaliyetlerinin bütünüdür. Her alanda olduğu gibi yaşanan gelişmelere paralel olarak denetim alanında da önemli gelişmelerin ve değişimlerin yaşandığı görülmektedir. Denetim tarihi incelendiğinde endüstri devrimine paralel olarak Denetim 1.0, denetim 2.0, denetim 3.0

ve denetim 4.0 olmak üzere denetimin gelişim sürecinin şu ana kadar dört aşamalı bir süreçten geçtiği görülecektir.

Denetim 1.0 geleneksel denetim araçlarının kullanıldığı ilk dönemdir. Tamamen insan beynine dayalı olarak ve işlemler gerçekleştiikten sonra yapılan denetim faaliyetleridir. Bu dönemde denetlenen veri sayısının ve risklerin azlığı bu denetim anlayışını şekillenmesine neden olan ana unsurlardır (Yıldız ve Ağdeniz, 2019: 89).

1970'lerden başlayarak bilgisayarların insan hayatına girmesi ve bilgi teknolojileri anlayışına geçilmesi ile birlikte bilgisayar destekli denetim uygulamaları başlamıştır. Denetim 2.0 olarak adlandırılan bu dönemde bilgi teknolojileri denetimi önem kazanmıştır. Bu dönemde temel düzeyde de olsa öncelikle algoritma kullanımı ve devamında hızla gelişen yazılımların kullanıldığı görülmektedir. Söz konusu denetimin çok kısıtlı bir şekilde yapılabildiği görülmektedir. Denetçilerin sahip olduğu teknolojik alt yapıların yetersiz olması bu durumun ana sebebi olarak ifade edilebilir (Erdoğan, 2019: 817).

Doksanlı yılların sonlarından itibaren üretim faaliyetlerinde otomasyona geçişlerin sonucu olarak etkinlik ve verimliliğin önemli düzeyde arttığı görülmektedir. Üretim sürecinin otomasyon şekline dönüşmesine denk gelen bu dönem endüstri 3.0 olarak ifade edilmektedir (Demirkol ve İkvan, 2020: 59). Bu dönemde bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişmelere paralel ortaya çıkan verinin boyutunda önemli düzeyde artışın olduğu görülmektedir. Sadece verinin boyutunun değil aynı zamanda verinin çeşitliliğinin ve hızının da arttığı bu dönemde mevcut denetim teknikleri yetersiz kalmıştır. Bu dönemde sadece geçmişe yönelik bir takım bilgiler elde edilmekteydi. Bu nedenle denetim 3.0 olarak adlandırılan bu dönemde mevcut istatistiksel tekniklerin yanı sıra büyük veri analizlerinin kullanılmaya

başlanması ile birlikte geleceğe yönelik projeksiyonların ortaya konulma şansı elde edilmiştir (Yıldız ve Ağdeniz, 2019: 89).

Literatürde denetim ortamı, eşsiz ve yüksek derecede karmaşıklığa sahip bir karar verme ortamı olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle yapay zekâ gibi gelişmiş sistemlerin kullanılmasının hataları azaltma ve insanlar tarafından verilen yanıtlarda tutarlılığı arttırma noktasında önemli faydalar sağlayacağı öngörülmektedir (Yılmaz Soğuksu, 2020: 288). Dijitalleşmenin kullanılması sayesinde kimin ne zaman hangi dosyaya eriştiğinin görülmesi ile güvencenin artırılmasına yardımcı olunması; denetim sürecinde incelenecek belgelerin fiziki dosya dolaplarında aranması yerine, dijital ortamda aranmasının zaman ve maliyet tasarrufu sağlanması endüstri 4.0'ın denetime sağlayacağı temel faydalara örnek olarak sunulabilir. Daha dijital bir denetim ile birlikte, denetimin verimliliğinin ve doğruluğunun artırılması ve daha da önemlisi örneklem yerine bir işletmenin finansal verilerinin tamamının denetim kapsamına alınabilmesi özellikle denetim riskinin en düşük seviyelere çekilmesine katkı sağlayacağı aşikârdır (Yılmaz Soğuksu, 2020: 288).

2011 yılında ortaya atılan endüstri 4.0 ve bu kapsamda ortaya konulan yöntemlerin denetim alanında kullanılabilirliği sebebiyle önemli gelişmeler yaşanmaya başlanmıştır. Özellikle endüstri 4.0 ile birlikte geçmiş dönemlerde kullanılan denetim yaklaşımları yetersiz kalmıştır. Bu bağlamda denetim 4.0 kavramı ortaya atılmıştır. Denetim 4.0, endüstri 4.0 tarafından ortaya konulan teknolojiyi baz alarak, bir işletme ve onun ilişkili taraflarından sağlanan finansal ve finansal olmayan veriyi endüstri 4.0 ortamına uygun olarak derleyen bir denetim yaklaşımı olarak ifade edilmiştir (Erdoğan, 2019: 816).

Endüstri 4.0 paralelinde ortaya çıkan denetim 4.0 yaklaşımının geleneksel denetim yaklaşımına göre çeşitli üstünlükleri bulunmaktadır. Denetim 4.0'la birlikte denetçinin işletme

hakkındaki bilgi düzeyi kesintisiz ve sürekli bir hal alacaktır. Bu sayede denetçilerin söz konusu faaliyetler tamamlandıktan sonra değil, faaliyetler sürerken haberdar olma ve yönetimi uyarma fırsatı doğacaktır (Erturan ve Ergin, 2017: 21). Endüstri 4.0'ın sağlamış olduğu teknolojik altyapı sayesinde denetçinin istediği bilgiye kolay ve hızlı bir şekilde ulaşma imkânı ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, söz konusu bilginin büyüklüğünün ve hacminin oldukça yüksek düzeyde olduğu unutulmamalıdır. Ancak endüstri 4.0'ın sunmuş olduğu teknoloji ile söz konusu verilerin tamamının, örneklem belirleme ihtiyacı olmaksızın, geleneksel yöntemlere göre daha kısa sürede analiz edilebilmesi mümkün kılınmıştır. Ayrıca bu analizlerin yapılması sürecinde insan faktöründen kaynaklanabilecek hataların en düşük seviyeye çekilmesi nedeniyle ortaya konulan denetim görüşünün ve güvenilirliğinin artması yeni denetim yaklaşımının sağlamış olduğu en önemli üstünlük olarak değerlendirilebilir (Esmeray, 2018: 298). Çünkü bağımsız denetimde en önemli kısıtlardan biri olan yüksek maliyetler nedeniyle, işletmelere özgü çalışmalar azaltılmakta ve ayrıntılara inilememektedir. Endüstri 4.0 kapsamında ortaya çıkan büyük veri sayesinde, standartların sadece sunuma ağırlık vermek yerine, veri ve analizin ön planda tutularak bilgi kullanıcılarına daha fazla yarar sunulacaktır (Kablan, 2018: 1565-1566).

Denetim faaliyetleri günümüzde denetimsiz bir ortamın çıktıkları üzerine odaklanmaktadır. Denetimsiz ortam kavramı ile ifade edilen işletmelerin veya kurumların denetlenmemesi değil süreçlerin sürekli olarak denetlenmemesidir. Etkin bir iç kontrol sistemine sahip olmayan işletmeler sadece dönem sonu finansal tabloları aracılığıyla denetlenmektedir. Söz konusu finansal raporların hazırlanma şekli ve kaynağına ilişkin yeterli düzeyde bilgiye ulaşılamamaktadır. Endüstri 4.0 ile her bir fiziki faaliyetin veri haline getirilip denetlendiği bir ortamın oluşturulması sayesinde sadece faaliyet denetimine ihtiyaç duyulacaktır. Bu faaliyet denetimini de yapay zekâ kendisi gerçekleştirecektir.

Bununla birlikte gelecekte denetim firmaları, finansal tabloların denetiminden ziyade, işletmelerin sahip olduğu ve bu raporları üreten sistemin doğruluğunu denetleyeceklerdir. Endüstri 4.0 ile birlikte denetim firmalarının görev tanımları da değişecek ve denetim faaliyetlerinden ziyade danışmanlık faaliyetine doğru kayacaktır (Tutar, 2019: 338).

Endüstri 4.0 ve Muhasebe Eğitimi

İşletmelerdeki mali nitelikli olayların kaydedilmesi, sınıflandırılması, raporlanması, analiz edilmesi, yorumlanması ve sonuçların ilgili olan taraflara aktarılması görevini muhasebe meslek mensupları yerine getirmektedir. Farklı bir ifade ile bir muhasebecinin temel görevleri arasında, bütçeleme ve denetim amaçlı bilgi üretmek, yönetim faaliyetlerini izlemek, finansal raporları düzenlemek, muhasebe işlemlerini icra etmek, yönetimin ihtiyaç duyduğu raporları hazırlamak ve vergi ile ilgili işlemleri takip ederek beyannameleri hazırlamak yer almaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte günümüzde diğer bilim dallarında ve mesleklerde olduğu gibi görev tanımı bağlamında muhasebe mesleğinde de önemli değişiklikler ve güncellemeler ortaya çıkmıştır. Muhasebe meslek mensubu finansal veri bilimcisi olarak bilgileri değerlendirme, yorumlama ve karar verici için bilgileri belirleyip ortaya koyabilme özelliklerini taşıması gereken bir kimliğe bürünmeye başlamıştır. Muhasebe meslek mensubu görev tanımında meydana gelen değişiklikleri yerine getirebilmek adına, karar vermeye yönelik olarak ortaya çıkan bu yeni iletişim teknolojilerini iyi bir şekilde kullanabilme zorunluluğu ile karşı karşıya kalmıştır (Karacan ve Bayram, 2019: 1165).

Endüstri 4.0 ile birlikte muhasebe alanında meydana gelen değişime ayak uydurabilmek için meslek mensuplarının da yeterli bilgi, birikim ve donanıma sahip olması gerekmektedir. İşletmelerin tercümanı konumundaki muhasebe meslek

mensuplarının yeni sürece adaptasyonun sağlanmasında en önemli araç eğitimidir. Mevcut muhasebe eğitimi geleneksel muhasebe yaklaşımına yönelik oluşturulan bir yapıya sahiptir. Bu nedenle endüstri 4.0 kapsamında görev tanımı oldukça farklılaşan muhasebe faaliyetlerinin yerine getirilebilmesi için, muhasebe eğitiminin bu sistemde rol alabilecek meslek mensuplarının yetiştirilebilmesi adına dönüşümü ve güncellenmesi bir zorunluluk haline gelmiştir.

Günümüzde muhasebe eğitim alan öğrenciler başta bilgi teknolojileri olmak üzere teknolojik ihtiyaçlarını çalışma hayatında bireysel olarak veya çalıştıkları işletmede işverenler tarafından sunulan çeşitli mesleki eğitimlerin yardımı ile öğrenebilmektedirler. Muhasebe meslek mensuplarının birçoğu, bu gereksinimlere uygun şekilde sahip olabilmek ve yetkinlikler elde edebilmek için, çalışma hayatının ilk yıllarında oldukça yüksek düzeyde gayret sarf etmektedirler. Bu nedenle muhasebe eğitim sisteminin dönüşümü sürecinde dikkate alınması gereken en önemli nokta, yeni eğitim sisteminin teknolojik yenilikler ve muhasebe alanında yaşanan gelişmeler göz önünde bulundurularak sistematik bir uyum yakalayan ve sürekli kendini yenileyen bir yapıda olmasını sağlamaktır (Kurnaz vd., 2020: 82).

Muhasebe mesleğinde yaşanan bu değişimlere paralel olarak muhasebe eğitiminin güncellenmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Muhasebe öğrencilerinin dijital çağa hazırlanması, eğitimcilerin entelektüel kapasitelerinin geliştirilmesi, öğrencilerin daha karmaşık ve bütünlük bir şekilde düşünmelerini sağlayacak bir öğretim sisteminin oluşturulması gerekmektedir. Geleceğin meslek mensupları tasarım, entegrasyon ve yaratıcılık konularında esnek olmalıdır. Bunun sağlanabilmesi için eğitimcilerin standartlaştırılmış müfredattan farklı öğretim ve değerlendirme yöntemleri kullanması gerekmektedir (Rasgen ve Gönen, 2019: 2908).

Son yıllarda yaşanan gelişmelerin her adımında teknolojinin bulunduğu görülmektedir. Bununla birlikte sadece teknoloji ile sınırlı kalmayan değişen dünyayı her yönüyle kavrayabilen, takım çalışması yapabilen, muhasebenin sanatsal boyutunu ortaya koyabilen ve insani becerileri ön plana çıkartmayı başaran muhasebe meslek mensubu yetiştirmeyi sağlayacak bir muhasebe eğitime ihtiyaç duyulmaktadır. Hâlihazırda muhasebe eğitiminde kullanılan yöntemler, programlar ve uygulamalar gün geçtikçe geçerliliğini yitirmektedir. Yeni oluşturulacak muhasebe eğitim modeli olay ve olguları disiplinler arası boyutta ele alan, senaryo, örnek olay ve tasarım gibi unsurlardan oluşmalıdır. Ayrıca bu yeni model, söz konusu bileşenleri hem oluşturmaya hem de mevcut bileşenlerden yararlanmaya yönelik olarak kullanılmalıdır (Erdoğan, 2019: 817).

Endüstri 4.0'ın uygulama alanının genişlemesi ile birlikte birçok mesleğin güç kaybedebileceği öngörülmektedir. Birçok işin makineler ve bilgisayarlar tarafından yapılması ile birlikte muhasebe meslek mensuplarının da işlerini kaybetmemek adına bu değişime ayak uydurarak daha donanımlı olmaları zorunluluk haline gelecektir. Yakın gelecekte muhasebe alanında da büyük veri ve bulut kullanımı gibi dijital teknoloji tekniklerinin artması ile birlikte muhasebe meslek mensuplarının bu alanlarda eğitim ihtiyaçları söz konusu olacaktır. Bu bağlamda gelecekte muhasebe meslek mensuplarından, organizasyonun anlatımı hakkında daha fazla bilgi veren, daha kapsamlı her türlü kurumsal raporlama becerisi istenecektir. Bu nedenle muhasebe meslek mensubu yetiştiren okulların eğitim müfredatlarını yenilemeleri yeterli olmayacak, profesyonel muhasebe kuruluşlarının da, yeni alanlarda uzman / öğretim üyelerini bir araya getirerek, yeni kurslar düzenlemek için üniversitelerle işbirliği içerisinde olmaları gerekecektir. Aynı zamanda, üniversitelerin de bu konularda birikime sahip öğretim üyelerini yetiştirmek için de zaman

kaybetmeden yatırım yapmasının zorunluluk haline geldiği ifade edilmelidir (Yürekli ve Şahiner, 2017: 160).

Endüstri 4.0'ın Muhasebe Bilimine Sağlayacağı Avantajlar ve Dezavantajlar

Endüstri 4.0 ile işletmedeki tüm fonksiyonlar birbirine bağlanarak insan gücüne dayanan uygulamalar ortadan kalkmaktadır. Bu uygulamaların yerini akıllı robotlar ve akıllı fabrikalar almaktadır. Ancak bu çeşitli faydaların yanı sıra bu teknolojiyi oluşturmak için gerekli altyapıların sağlanması, işletmeler için önemli bir maliyet unsuru haline gelecektir. Ayrıca bu sistemin devamlılığını sağlamak için de mevcut personelin bu doğrultuda mesleki eğitim alması ve istihdam edilecek personelin yetiştirilmesi amacıyla eğitim müfredatının değişmesi gerekmektedir.

Muhasebe alanında gerçekleşen dijitalleşme beraberinde birçok avantaj sunmaktadır. Yeni nesil muhasebe uygulaması olan e-muhasebenin avantajları şu şekilde sıralanabilir (Tugui, 2015: 24-25) :

- Muhasebe döngüsünün uzunluğunun azaltılması,
- İtranet ve internet üzerinden muhasebe modülleri ile coğrafi olarak dağınık lokasyonların entegrasyonu sonucunda zamansal ve coğrafi engellerin ortadan kaldırılması,
- Muhasebe prosedürlerinin ve işlemlerinin otomasyonu ve insan müdahalesinin ortadan kaldırılması yoluyla hata oranının azaltılması,
- Bilgisayarlaştırmanın doğal bir sonucu olarak muhasebe personelinin azalması
- Karar Destek Sistemleri ve Uzman Sistemler gibi özel modüller aracılığıyla daha etkin bir bilgi hazinesi yönetimi,

- Önceki faydaların doğal bir sonucu olarak maliyet tasarrufu,
- İnsan müdahalesinin ortadan kaldırılması ve finansal muhasebe alanına özgü doğrulama ve kontrol prosedürlerinin uygulanması yoluyla dolandırıcılığın sınırlandırılması,
- Tamamen bilgisayar ortamında kısıtlamalar ve kontrol noktaları uygulayarak etkili iç kontrol,
- İşletmenin muhasebe veritabanına bağlı entegre bilgisayarlı modüller aracılığıyla denetimin kolaylaştırılması,
- Finansal ve muhasebe görevleriyle ilişkili olan varlıkların işlevlerine özgü tüm akışların entegre bilgisayarlaştırılmasının bir sonucu olarak açık, etkileşimli ve gerçek zamanlı sistem,
- Uluslararası Raporlama Standartlarını gerçek zamanlı olarak prosedür düzeyinde uygulayarak yüksek düzeyde standardizasyon,
- Kullanıcıların güvenini artırmanın yanında etkisi ile muhasebe bilgilerinin kalitesini iyileştirilmesi.

Teknolojik gelişmeler her ne kadar hayatı ve uygulamaları kolaylaştırırsa da hedeflenen faydalar konusunda güvenlik ve kontrol gibi sistemin doğasından kaynaklanan faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Dijitalleşme ile muhasebe alanına sağlanan faydaların yanı sıra dijital muhasebe uygulamasının birçok dezavantajı da bulunmaktadır. E-muhasebe uygulamalarının dezavantajları ise şu şekildedir (Tugui, 2015: 24-25):

- Ekipman ve yazılıma ilk yatırım,
- Danışmanlık hizmetleri için maliyetlerin artması,
- Sürekli personel eğitimi masrafları,
- Kullanıcı direnci,

- Sistemlerin tasarımı, kullanımı ve güvenliği vb. ile ilgili risklerden kaynaklanan maliyetler.

Endüstri 4.0 ve Muhasebe Mesleğinin Geleceği

Endüstri 4.0 ile birlikte muhasebe mesleğinde de dijital sistemlerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bilişim teknolojilerindeki bu gelişim, muhasebe mesleğinde de yeni yetkinlikler kazanmayı ve oluşan yeni yapıya ayak uydurmayı zorunlu kılmaktadır (Kurnaz vd., 2020: 83).

Söz konusu gelişmelerle birlikte muhasebe kayıt sistemi de akıllı kayıt sistemi olarak değişim geçirmektedir. Muhasebe faaliyetlerini icra eden meslek mensupları ise muhasebe bilgi sistemini tasarlayan, eş zamanlı oluşturulmuş olan raporların analiz ve yorumunu yapan kişiler olarak tanımlanacaktır (Rasgen ve Gönen, 2019: 2906). Muhasebe meslek mensuplarının muhasebe bilgisinin yanısıra robotik sistem bilgisi, yazılım geliştirme ve enformatik bilgisi, üretim sistemleri ile ilgili entegrasyon bilgisi ve proje yönetim becerileri gibi çeşitli alanlarda yetkinlikler kazanması gerekliliğini doğurmuştur (Ergüden vd., 2017: 146). Dolayısıyla endüstri 4.0 ile birlikte muhasebe meslek mensuplarının mesleki yeterliliklerini sağlayan koşullarda da değişimler yaşanacaktır (Rasgen ve Gönen, 2019: 2906).

Endüstri 4.0 ile birlikte muhasebe mesleğinin ve meslek mensuplarının geleceği ile ilgili çeşitli radikal görüşler ortaya atılmıştır. Bu görüşlerden en çok destek bulanı muhasebe meslek mensuplarının gelecekte bürolarda bulunmadan, uzaktan sanal bürolar vasıtasıyla faaliyetlerine yerine getireceklerine dair olanıdır. Bilişim teknolojisinde ortaya çıkan gelişim ile internet ortamında muhasebecinin bilgisayarını açması ve çevrimiçi olması yeterli olacaktır. Bu yeni düzen yalnızca çalışanlar için değil, aynı

zamanda işverenler için de maliyetlerin düşürülmesi noktasında çok önemli avantajlar sağlayacaktır. Söz konusu değişikliklerin finansal analistleri, yatırım denetçilerini, kredi denetçilerini, mali denetleyicileri, profesyonel yatırımcıları, tüccarları, uluslararası finansal raporlama/muhasebe standartları uzmanlarını ve finansal danışmanlarını da etkileyeceği öngörülmektedir (Buyruk Akbaba, 2019: 28). Gelecek dönemlerde muhasebe mesleğinin kapsamında yer alan birçok işlemin dijital ortamlarda otomatik olarak gerçekleştirileceği ve muhasebe mesleğinin daha çok müşavirlik hizmetlerine doğru kayacağı yapılan araştırmalar neticesinde ortaya konulan diğer görüşler arasında yer almaktadır (Demirkol ve İkvan, 2020: 64). Defterlerin, belgelerin, kayıtların, arşivin ve denetimin dijitalleşmesi ile birlikte daha az sayıda fakat daha nitelikli ve dijital bilgiye sahip meslek mensubu ihtiyacı ön plana çıkacaktır (Dursun vd., 2019: 270).

Endüstri 4.0 ile beraber dijitalleşme ve yapay zeka sisteminin kullanımının artması muhasebe mesleğini ve muhasebe meslek mensuplarını yoğun bir şekilde etkilemesi kaçınılmazdır. Bununla birlikte bu mesleği icra edenler içinde yeni fırsatların ortaya çıkması muhtemeldir. Dijitalleşme ile birlikte muhasebe meslek mensupları daha üretken ve yetkin bir kimliğe bürünecek ve daha fazla müşterinin işlerini yürütebilme ve daha fazla katma değer sağlama kapasitesine sahip olacaklardır. Gelecekte muhasebe meslek mensupları, kayıt tutma ve vergisel boyutta hizmet sunan çalışanlar olmayacak, işletmelerin faaliyetlerini sürdürebilmesi için planlar yapan ve önemli kararlarının verilmesine yardımcı olma görevini yerine getiren çok daha değerli roller üstleneceklerdir. Endüstri 4.0 kapsamında muhasebe meslek mensuplarının başarılı olabilmeleri için iş danışmanı olarak rollerini yeniden tanımlamaları, teknolojiyi benimsemeleri ve yeni bilgi becerileri yönetmeleri gerekmektedir (Yardımcıoğlu, 2019: 43). Muhasebe meslek mensupları söz konusu rollerini yerine getirirken yoğun bir şekilde bilimsel, otomasyon ve dijital çözümlerden faydalanarak

İşletmelerin finansal yapısını oluşturma ve geleceğe yön vermede proaktif bir görev alacaklardır. Kısacası muhasebe meslek mensuplarının kariyerlerinde farklılaşma yaşanacak ve muhasebe mesleği mali müşavirlikten mali mühendisliğe doğru dönüşüm geçirecektir (Tektüfekçi, 2019: 50).

SONUÇ

Endüstri 4.0 ile birlikte birçok bilim dalında önemli değişimler ve gelişmeler yaşanmaya başlamıştır. İşletmelerin hem içe hem de dışa dönük en önemli bilgi kaynağı görevi gören muhasebe bilimi de bu değişimden ve gelişimden önemli derecede etkilenmiş ve etkilenmeye devam etmektedir. Muhasebe biliminin bileşenleri konumunda olan kayıt, maliyet, raporlama ve denetim sistemlerinde de sürekli bir dönüşüm söz konusudur. Endüstri 4.0 kapsamında ortaya çıkan yöntemlerin muhasebe sistemlerinde kullanılması ile birlikte daha hızlı, doğru ve güvenilir bilgi üretilmeye başlanmıştır. Bilgi kalitesinde meydana gelen artış üst yönetimin vereceği kararların doğruluğuna etki etmektedir.

Bununla birlikte muhasebe biliminde de bu değişime ayak uydurulamamak adına muhasebe eğitiminden başlayarak köklü reformların yapılması zorunluluk haline gelmiştir. Muhasebe meslek mensuplarının görev tanımları değişmeye başlamış ve işletme açısından muhasebecilerden beklenen klasik anlamda sadece işlemlerin kaydedilmesi değil, elde edilen verilerin analizi ile birlikte üst yönetimin ihtiyaç duyduğu bilgilerin ortaya konulmasıdır. Ayrıca muhasebe meslek mensuplarının da bu gelişmelere paralel pozisyon almaları ve bu dönüşüme ayak uydurmaları mesleki gelecekleri açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

1. Al-Htaybat, K. ve Von Alberti-Alhtaybat, L. (2017). Big data and corporate reporting: Impacts and paradoxes. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 30 (4), 850-873.
2. Aytekin, A., Y. Erdoğan ve Kavalcı, K. (2016). Yeni Bir İş Modeli: Muhasebe Alanında Bulut Bilişim. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, ICAFR 16 Özel Sayısı*, 46-62.
3. Badem, A. C., ve Kılınc, Y. (2019). *Industry 4.0 revolution and the future of accounting applications*. In S. Koc, S. Y. Genc, ve V. F. Benli (Eds.), *Economic Issues: Global and Local Perspectives* (pp. 44-55): Cambridge International Academics.
4. Bhimani, A. (2020). Digital data and management accounting: Why we need to rethink research methods. *Journal of Management Control*, 31, 9-23.
5. Buyruk Akbaba, A.N. (2019). Bulut Muhasebe ve İşletmelerde Uygulanması, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 82, 21-40.
6. Coşkun Arslan, M. ve Demirkan, S. (2019). Endüstri 4.0 Ve Muhasebe Sistemine Etkisi Üzerine Kuramsal Bir İnceleme, *Enderun Dergisi*, 3 (1), 40-56.
7. Demirkan, S. ve Arslan, M.C. (2019). Endüstri 4.0 ve Muhasebe Sistemine Etkisi Üzerine Kuramsal Bir İnceleme. *Enderun Dergisi*, 3 (1), 40-56.
8. Demirkol, Ö.F. ve İkvan, A. (2020). Denetimin Geleceği: Endüstri 4.0'ın Etkisinde Denetimin Yeniden Dizaynı. *Muhasebe ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 2 (1), 55-72.
9. Deshmukh, A. (2006). *Digital accounting: The effects of the internet and ERP on accounting*. Hershey: IRM Press.
10. Dursun, G.D., Ektik, D. Ve Tutcu, B. (2019). Mesleğin Dijitalleşmesi: Muhasebe 4.0, *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*. 6 (6), 263-271.
11. Erdoğan, M. (2019). Denetim 4.0 ve Ötesi, *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*, 12 (3), 809- 834.
12. Ergüden, A. E., KAYA, C.T., Tanyer, B. ve Türkyılmaz, M. (2017). Endüstri 4.0'ın Getirdiği Devrimsel Değişimler Işığında Muhasebe Sistemlerinin Yeniden Yapılandırılması, *Muhasebe ve Denetime BAKIŞ*. 54, 139-148.
13. Erturan, İ. E. ve Ergin, E. (2018). Muhasebe Mesleğinde Dijitalleşme: Endüstri 4.0 Etkisi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6 (72), 153-165.

14. Erturan, İ.E. ve Ergin, E. (2017). Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti: Stok Döngüsü, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Temmuz 2017, 13-30.
15. Esmeray, A. (2018). Bilişim Teknolojisindeki Gelişmelerin Muhasebe Denetimine Katkısı, *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, Özel Sayı, 20, 294- 309.
16. Gökten, P. O. (2018). Karanlıkta Üretim: Yeni Çağda Maliyetin Kapsamı. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 20 (4), 880-897.
17. Hiçyorulmaz, E. (2019). *Kaynak Tüketim Muhasebesi ve Endüstri 4.0'ın Üretim İşletmeleri Üzerindeki Etkisi*. (Doktora Tezi), Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çorum.
18. Kablan, A. (2018). ENDÜSTRİ 4.0, Nesnelerin İnterneti-Akıllı İşletmeler ve Muhasebe Denetimi, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 23, Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı, 1561-1579.
19. Karabayır, M.E. (2019). *Muhasebe ve Denetimde Güncel Konular*, Siyasal Kitabevi.
20. Karacan, S. ve Bayram, G. (2019). Muhasebe Eğitimi ve Muhasebe Meslek Mensubunun Nitelikleri Üzerine Endüstri 4.0 Çerçevesinde Bir Değerlendirme, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12 (68), 1163-1168.
21. Karasioğlu, F. ve Garip, O. (2019). E-Muhasebe Uygulamaları Kapsamında Güncel Sorunlar ve Çözüm Önerileri: Karaman'da Bir Araştırma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 22, (2), 433-446.
22. Kaya, C. T., Türkyılmaz, M. ve Birol, B. (2019). Impact of RPA technologies on accounting systems. *Journal of Accounting & Finance*, 82, 235-250.
23. Kaya, İ. ve Akbulut, D.H. (2018). Big data analytics in financial reporting and accounting. *PressAcademia Procedia*, 7 (1), 256-259.
24. Kruskopf, S., Lobbas, C., Meinander, H., Soderling, K., Martikainen, M. ve Lehner, O. (2020). Digital accounting: Opportunities, threats and the human factor. *ACRN Oxford Journal of Finance and Risk Perspectives*, 9, 78-89.
25. Kurnaz, E., Tekbaş, Bozdoğan, T. ve Çetin, Ö. O. (2020). Dijitalleşmeyle Birlikte Muhasebe Eğitiminin Muhasebe Meslek Mensupları Açısından Değerlendirilmesi, *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi Özel Sayı*, 22, 81-96.
26. Lugovsky, D. ve Kuter, M. (2019). *Accounting policies, accounting estimates and its role in the preparation of fair financial statements in digital economy*. In T. Antipova (Ed.), *Integrated Science in Digital Age* (Vol. 78, pp. 165-176): Springer.

27. Moller, K., Schaffer, U. ve Verbeeten, F. (2020). Digitalization in management accounting and control: An editorial. *Journal of Management Control*, 31 (1-2), 1-8.
28. Rasgen, M. ve Gönen, S. (2019). Endüstri 4.0 ve Muhasebenin Dijital Dönüşümü, *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8 (3), 2898-2917.
29. Şener, S., ve Elevli, B. (2017). Endüstri 4.0'da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim. *Mühendis Beyinler Dergisi*, 1 (2), 1-13.
30. Taytak, M., ve Vural, K. (2019). Bilişim Sistemlerindeki Gelişmelerin Türkiye'de E-Vergi Uygulamaları Üzerine Yansımaları ve Değerlendirilmesi. *Finans Politik&Ekonomik Yorumlar*, 56 (647), 65-100.
31. Tektüfekçi, F. (2019). Endüstri 4.0 Kapsamında Dijital Dönüşümün Güncel Elektronik Muhasebe Uygulamalarına Yansımaları ve Pragmatik Yaklaşım Olarak Mali Mühendislik, *BEYDER*, 14 (1), 43-56.
32. Tugui, A. (2015). *Meta-digital accounting in the context of cloud computing*. In M. Khosrow-Pour (Ed.), *Encyclopedia of Information Science and Technology*, Third Edition (pp. 20-32): IGI Global.
33. Tutar, S. (2019). Endüstri 4.0'ın Muhasebe Mesleğine Olası Etkileri, *Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi*, 3 (2), 323-344.
34. Warren, J. D., Moffit, K.C. ve Byrnes, P. (2015). How big data will change accounting. *Accounting Horizons*, 29 (2), 397-407.
35. Yardımcıoğlu, M., Karahan, M. ve Yörük, A. (2019). Dijitalleşme Işığında Muhasebe Mesleğinin Geleceği, *Muhasebe Enstitüsü Dergisi-Journal of Accounting Institute*, 61, 35-46.
36. Yıldız, B. ve Ağdeniz, Ş. (2019). Denetim 4.0'ın Teknolojik Altyapısı, *Muhasebe ve Denetim Bakış*, 58, 83-102.
37. Yılmaz Soğuksu, Z. (2020). Muhasebe Denetiminde Dijital Dönüşüm: Denetim Yazılımları, *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*, 13 (2), 281-308.
38. Yücel, G. ve Adiloğlu, B. (2019). Dijitalleşme-Yapay Zeka ve Muhasebe Beklentiler. *Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi*, 17, 47-60.
39. Yürekli, E. ve Şahiner, A. (2017). Muhasebe Eğitimi ve Endüstri 4.0 İlişkisi, *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5 (55), 152-162.

BÖLÜM 13

**GELENEKSEL DENETİMDEN
DENETİM 4.0'A GEÇİŞ**

GELENEKSEL DENETİMDEN DENETİM 4.0'A GEÇİŞ

Doç. Dr. Azize ESMERAY

Kayseri Üniversitesi

Orcid ID: 0000-3483-6258

GİRİŞ

Muhasebe işletmeler için eski ve önemli bir fonksiyondur, bu nedenle de genel olarak 'işletmelerin dili' olarak ifade edilir. Bu dil sayesinde işletmelerin faaliyet sonuçları konusunda bir kanaate ulaşılır. Faaliyet sonuçlarının sunumu mali tablolar aracılığı ile gerçekleşir. Mali tablolar aslında işletmenin gerçek durumunu gösteren bir beyan niteliği taşırlar. Dolayısı ile bu beyanın doğruluğunun ispatına ihtiyaç vardır ki bu ispata denetim adı verilir. Dolayısı ile denetim; işletmenin durumunun muhasebe vasıtasıyla gerçeği yansıtıp yansıtmadığının tespit edilmesidir.

Endüstri 4.0 tüm disiplinleri etkileyen bir sistemdir öyle ki artık hayatın her alanına 4.0 ilave edilerek dijital teknoloji kullanımı ile yeni yaklaşımlar geliştirilmeye başlanmıştır. Eğitim 4.0, tarım 4.0, sağlık 4.0, hukuk 4.0, finans 4.0 gibi. Denetim 4.0 da denetim alanında dijital teknolojinin kullanımına ilişkin bir kavram olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Teknolojik gelişmelerin bir sonucu olarak ortaya çıkan denetim 4.0, geleneksel denetim anlayışının yerine yeni nesil denetim anlayışına geçişin bir ifadesidir. Bu çalışmada denetim anlayışının endüstri 4.0 ile birlikte değişimi ele alınacaktır.

Geleneksel Denetim

Örgütsel ve sosyal yaşamın önemli bir bileşeni olan muhasebe hem teknik hem de sosyal bir uygulamadır. Şöyle ki; kaydetme, ölçme ve yorumlama fonksiyonu nedeniyle teknik bir uygulamadır. Bu ölçüm ve yorumlamalar bireylerin hedeflerini ve ilgili davranışlarını etkilediği için ve bu süreçte örgütsel ve sosyal işleyiş ve gelişme üzerinde istenen ve istenmeyen etkiler yarattığı için de sosyal bir uygulamadır (Carnegie, 2014: 1241). Hem teknik hem de sosyal bir uygulama olan muhasebede için, mali tablolar bir araç ve aynı zamanda da sonuçlardır. Bilgi kullanıcıları için söz konusu bu sonuçların, yani mali tabloların güvenilir olması çok önemli bir unsurdur. Sonuç olarak; mali tabloların hazırlanması muhasebenin görevi iken güvenilir olup olmadığının tespiti ise denetimin görevidir.

En geleneksel tanımı ile denetim; iktisadi faaliyet ve olaylara ilişkin iddiaların, önceden saptanmış ölçütlere uygunluğunu araştırıp sonuçlarını ilgi duyanlara bildiren sistematik bir süreçtir (Güredin, 1995: 5). Bu tanımdan hareketle denetim tanımının unsurlarını gösteren şekil aşağıda verilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1: Denetim Tanımının Unsurları
Kaynak: (Yazar tarafından oluşturulmuştur.)

Şekil 1’de de görüleceği üzere işletmelerdeki iktisadi olay ve eylemler, muhasebe raporları hazırlamak suretiyle ekonomik bilgi

niteliği kazanır ancak bu bilgiler denetimden geğmedikleri takdirde yalnızca bir iddia niteliği taşır. Örneğin işletmenin hazırladığı temel mali tablolardan bilançonun iddiası; işletmenin varlıklarının ne kadarının yabancı ne kadarının öz kaynakla finanse edildiğidir. Denetçi topladığı kanıtlarla bu iddiaların geręeęi yansıtıp yansıtmadığına dair bir kanaate ulaşarak, denetim raporu yazmak suretiyle bilgi kullanıcılarına ekonomik bilginin güvenirliliği konusunda makul bir güvence verir. Denetçi bu işlemi bir süreç dahilinde yapar ve bu süreç geleneksel denetim anlayışının temelidir.

Geleneksel denetim geriye dönük bir denetim anlayışına sahiptir. Denetçi, işletmenin geğmiş yıl verilerine bakarak bir kanaate ulaşır. Bu da ekonomik olayların kaydedilmesi üzerinden epey vakit geçtikten sonra denetim yapılması anlamına gelir. Gelişen teknoloji sayesinde geriye dönük denetim anlayışı yerini eş zamanlı denetim anlayışına bırakmaktadır.

Geleneksel Denetimden Yeni Nesil Denetime Doğru

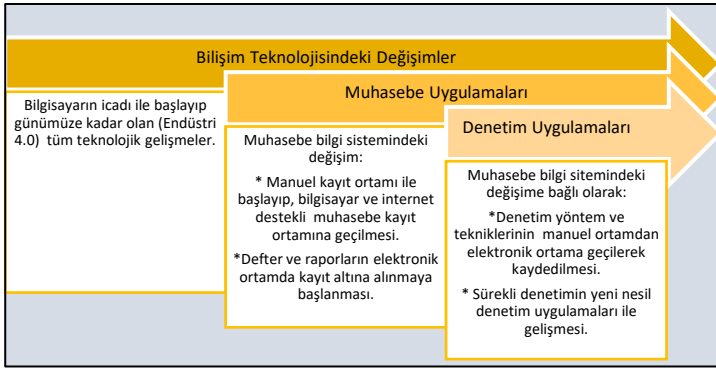
Muhasebecilik mesleğine **“otuz altı kuruşluk bir sefil farkın arkasından koşmak**”** şeklinde yapılan eleştirel yorum, önemli Türk yazarlardan Halid Ziya'nın 1894 yılında yazdığı “Ferdî ve şürekası” romanında bir muhasebecinin hayatını anlatırken kullandığı ifadedir. Kuşkusuz ki bu yorum dijitalleşmeden önce, manuel olarak kaydedilen muhasebe işlemlerinin zorluğuna dikkat çekecek çarpıcı bir cümledir çünkü o dönemlerde geleneksel muhasebe tanımında yer alan “kaydetme fonksiyonu” muhasebeciler için hayli zaman kaybına neden oluyordu. Zamanla gelişen ve sürekli değişen bilgi teknolojileri, hayatın her alanında olduğu gibi muhasebe mesleğine ve muhasebecilere de radikal

** Uşaklıgil, H. Z. 2016. Ferdî ve şürekası. Can Yayınları. 1. Basım. s.12.

değişimler, yeni kolaylıklar ve bunun yanında yeni görev ve sorumluluklar getirmiştir (Esmeray ve Esmeray, 2020: 354). Bu bölümde bilişim teknolojisindeki değişimin muhasebe ve denetim üzerindeki etkileri incelenecektir.

Bilişim Teknolojisi, Muhasebe ve Denetim İlişkisi

Bilişim teknolojilerindeki gelişim, geleneksel muhasebe ve denetim anlayışını değiştirerek dinamik bir görünüm sergiler. Şekil 2’de muhasebe uygulamaları ve denetimin bilişim teknolojileri karşısındaki gelişim ve değişimi gösterilmiştir.



Şekil 2: BT'nin Muhasebe ve Denetim ile ilişkisi

Kaynak: (Yazar tarafından oluşturulmuştur.)

Şekil 2’de de görüldüğü gibi bilişim teknolojileri (BT), muhasebe uygulamaları ve denetimin gelişimi birbirlerine paralel seyretmektedir. Dolayısı ile değişim ve yenilenme kaçınılmazdır. Manuel muhasebe işlemlerinin bilgisayar ortamında yapılmaya başlanması ile muhasebe fonksiyonları çok daha hızlı gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Doğal olarak denetim de bu hıza ayak uydurmak durumunda kalmıştır. Kağıtsız muhasebe uygulamaları kağıtsız denetim uygulamalarını başlatmıştır.

Analog kelimesinin karşısı olarak kullanılan dijital kelimesi “bilgisayar ile yapılan” (Fischer, 2011) anlamına gelmektedir. Dolayısı ile bilgisayar kullanılarak yapılan her bir işlem “dijital işlem” ve bilgisayar kullanımı ile gerçekleşen muhasebe ve denetim eylemleri de dijital muhasebe ve dijital denetim olarak düşünülebilir.

Muhasebe ve denetim mesleğinin dijitalleşmesi, internetin de devreye girmesi ile çok farklı bir boyuta gelmiştir. Büyük veri (Big Data), akıllı robotlar, nesnelerin interneti (IoT), bulut bilişim gibi teknolojik trendler tamamen internet alt yapısı ile oluşturulmuş endüstri 4.0 bileşenleridir.

Bu teknolojik trendlerin takip edilmesi dijital muhasebenin gereğidir. Bu trendler ifade edildiği gibi aslında endüstri 4.0'ın bileşenleridir. Söz konusu trendleri “veri”, “etkileşim” ve “finansal teknolojiler” olarak üç gruba ayırarak sınıflandırmak mümkündür. Muhasebecilerin bu trendleri tanımaları ve kullanırken hangisine öncelik verecekleri bu konudaki farkındalıkları ile ilgilidir (ICAEW 2015, 5-6). Muhasebenin etkilendiği bir teknolojik trendin denetimi de etkileyeceği mutlakdır ve bu trendler denetçiler tarafından da takip edilmelidir (Tablo.1)

Tablo 1: Teknolojik Trendler

Veri ile ilgili Trendler	Etkileşim ile ilgili Trendler	Finansal Teknoloji ile ilgili Trendler
Büyük veri ve veri analitiği	Bulut bilişim	Kripto paralar veya dağıtılmamış defter teknolojisi
Otomasyon	Mobil	Ödeme sistemleri ve mobil para
Siber güvenlik	Online hizmetler	Analitik tabanlı finansal hizmetler
Veri standartları	Sosyal medya	Platformlar

Kaynak: ICAEW, 2015: 5-6).

Tablo 1’de bahsedilen bu trendler kısaca aşağıdaki gibi açıklanabilir:

Veri ile İlgili Trendler

Geleneksel olarak muhasebe; mali nitelikli ve para ile ifade edilebilen verinin kaydetme, sınıflama ve yorumlanmasıdır. Değişen teknoloji bu verinin nereden alınacağını belirler, örneğin büyük veri, yapay zekâ teknikleri kullanımı, siber güvenlik hizmetleri, veri standartları gibi (ICAEW, 2015: 5):

Büyük veri: Yeni veri kaynaklarını, yapılandırılmamış verileri, açık verileri ve fiziksel öğelerin internete bağlı olduğu nesnelerin internetinden gelen verileri içerir.

Otomasyon: Daha önce insanlar tarafından yapılan çok çeşitli görevlerin yerine getirmek için yapay zekâ teknikleri kullanılmasıdır.

Siber güvenlik: Bilginin gizliliğini, bütünlüğünü ve kullanılabilirliğini korumayı amaçlayan geleneksel güvenlik uygulamalarının genişletilmesidir.

Veri standartları: Standart tanımlara dayalı öğelerin elektronik etiketlenmesi, verilerin daha kolay karşılaştırılabilirliğini ve analizini ve ayrıca veri akışlarının daha fazla otomasyonunu sağlar. Finansal raporlama için veri standardı olan genişletilebilir işletme raporlama dili (XBRL) buna bir örnektir.

Etkileşim İle İlgili Trendler

Değişen eğilimler insanların birbirleriyle etkileşim yollarını da değiştirir, örneğin bilgisayar yerine verinin bulutta saklanması sayesinde verinin diğer kullanıcılarla paylaşımı kolaylaşır (ICAEW, 2015: 5).

Bulut bilişim: İnternet üzerinden erişilen, bilgi işlem varlıkları satın almak yerine bir hizmet modeline dayanan ve kaynakları farklı kullanıcılar arasında paylaşarak verimliliği en üst düzeye çıkaran bir bilgi işlem modeli. Birçok farklı bulut modeli vardır.

Mobil teknolojiler: Akıllı telefonlar ve tabletler olmak üzere mobil teknolojinin kullanılması. Bu, esnek çalışmayı geliştirebilen ve yeni

iletişim yolları sağlayan video ve konferans yeteneklerinde geliştirmeleri içerir.

Online hizmetler: İnternet üzerinden hizmet sunmak, böylece fiziksel veya telefonla teması azaltmak ve kâğıt tabanlı işlemlerin kullanımını en aza indirmek.

Sosyal medya: Kullanıcıların bağlanması, bilgi ve daha zengin içerik paylaşmasına ve birbirlerinin etkinliklerini takip etmesine olanak tanıyan, esasen ücretsiz, internet tabanlı uygulamalar.

Finansal Teknoloji İle İlgili Trendler

Finansal teknolojiler bu finansal kaynaklara erişme, taşıma ve yönetme biçimleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilirler (ICAEW, 2015: 5):

Kripto paralar, dağıtık defter teknolojisi: Bitcoin gibi yalnızca dijital biçimde var olan para birimleri ve blok zinciri gibi temel defter sistemleri bu teknolojilere örnek olarak verilebilir. Bu sistemler merkezi olmayan bir şekilde çalışır ve böylece işlemler, merkezi bir otoriteye ihtiyaç duyulmadan kriptooloji yoluyla paylaşılan kamu kayıtlarına kaydedilir ve doğrulanır.

deme sistemleri ve mobil paralar: Çevrimiçi demeler, mobil para ve dijital cüzdanlar dâhil olmak üzere dijital altyapıyı kullanarak para transferini mümkün kılan çok çeşitli yenilikler.

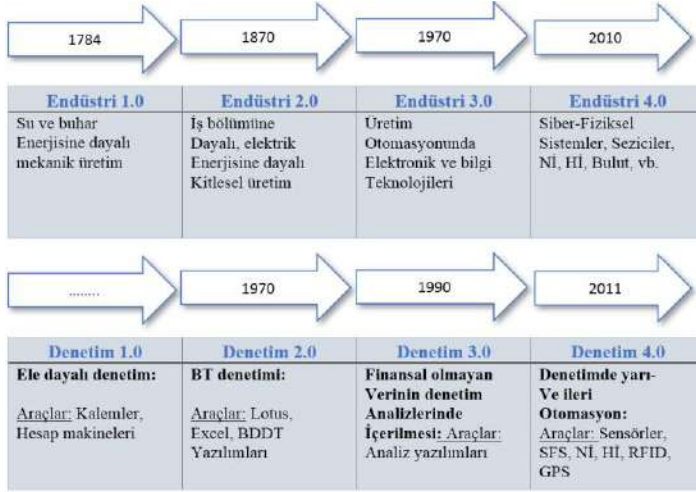
Analitik tabanlı finansal hizmetler: Finansal hizmetlerdeki yeni veri ve analitik yeteneklerine dayanan çeşitli yenilikler. Bunlar, kredi referanslama, sermaye piyasaları ve sigorta hizmetlerindeki yenilikleri içerir.

Platformlar: Finansal hizmet sağlayıcılarını ve kullanıcılarını birbirine bağlayan platformlar.

Denetim Evrimi

“Denetim 4.0, endüstri 4.0 tarafından kullanılan teknolojiyi temel olarak, bir işletme ve onun ilişkili taraflarından sağlanan finansal

ve finansal olmayan veriyi ve bununla birlikte denetimle ilişkili diğer veriyi, endüstri 4.0 ortamına uygun olarak derleyen bir denetim yaklaşımıdır.” (Erdoğan, 2019: 816). Endüstri 4.0'dan hareketle denetim 4.0'ın evrimini Şekil 3'deki gibi göstermek mümkündür.



Şekil 3: Denetim Evrimi

Kaynak: Erdoğan, 2019, 816.

Şekil 3'de görüldüğü üzere (Erdoğan, 2019: 816);

- Denetim 1.0, endüstri 1.0 ve 2.0 evrelerini kapsar.
- Endüstri 3.0, 1970'lerden başlayarak, üretim otomasyonundan elektronik kullanımına ve bilgi teknolojileri anlayışına geçilmesi sürecidir. Denetim 2.0'da karşılığını bulan ise basit de olsa öncelikle algoritma kullanımı ve devamında hızla gelişen yazılımların kullanılmaya başlanmasıdır.
- 1990'lara gelindiğinde değişen denetim anlayışı, finansal olmayan verinin de analiz yazılımlarını kullanarak denetim

analizlerinde kullanılması ile denetim 3.0 olarak niteleyebileceğimiz dönemi ifade eder.

- Denetim 4.0 ise endüstri 4.0'da kullanılan araçların aynılarını kullanma esasına dayanmakta ve tarihsel olarak örtüşmektedir

Çevrimiçi denetim hizmetlerini sağlayabilmek için, denetçilerin işletmelerden gerçek zamanlı olarak doğru mali verileri alması gerekecektir (Dai vd., 2019: 29). Gerçek zamanlı bu veriler ile çevrimiçi muhasebe, çevrimiçi muhasebe ile çevrimiçi denetim hizmetleri sağlanır.

Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan denetim 4.0, gerçek dünyadan sürekli olarak veri toplayacak, gerçek zamanlı denetim, izleme, dolandırıcılık tespiti vb. için çeşitli akıllı modüller oluşturacak ve böylelikle güvence hizmetlerinin etkinliğini ve verimliliğini arttıracaktır (Dai vd., 2019: 23).

Sürekli Denetim

Denetim evriminin önemli unsurlarından biri sürekli denetim konusudur. Çünkü sürekli denetim yeni nesil denetim anlayışına geçiş sürecinde denetimin kalitesini arttıran bir iç denetim anlayışıdır.

Bu kavram 1980'lerde ortaya çıkmış olup, denetçilerin bilgisayar destekli denetim araçlarını ve tekniklerini (BDDT) kullanarak soruşturma ve analizler yapmaları ile başlamıştır. 1990'larda ise veri analizi çözümleri ile kontrollerin verimliliğini test etmede önemli bir yardımcı haline gelmiştir (Gönen ve Rasgen, 2015: 182). Bilgisayar teknolojilerinin geleneksel muhasebe ve denetim anlayışına getirdiği değişim ile ortaya çıkan bir kavram olan sürekli denetim bu yönüyle dijital denetim olarak tanımlanabilir. Dijital denetim daha önce bahsedildiği gibi denetimin bilgisayar ortamında kâğıtsız olarak uygulanmasıdır.

Günümüzde farklı tanımların yapıldığı sürekli denetim kavramı hem iç hem de bağımsız denetim için kullanılan bir yöntemdir

(Uludağ, 2018: 147). Değişen denetim anlayışı ile iç denetçilerin geleneksel denetimde çok dar kapsamda faaliyet gösterdikleri saptanmış ve dolayısıyla iç denetçilerin faaliyetlerinin modern denetim anlayışındaki kapsamı genişletilerek, özellikle sürekli denetim olgusu ile iç denetimin daha etkin yürütülmesi sağlanmıştır (Marşap vd., 2012: 9), öyle ki sürekli denetim iç denetimin bir fonksiyonu olarak kabul görülmüştür.

Sürekli denetim otomatik olarak işletmede olan verilerin analiz edilerek, anlık verilerin seçilmesiyle, sapmaların üzerine odaklanıp denetimin canlı olarak yapılmasıdır (Çağlar, 2018: 27). Modern denetimin en önemli gelişmelerinden biri olan sürekli denetim; denetim prosedürleri, BDDT ve denetim planındaki diğer görevlerin tam olarak biçimlendirilmesine dayanmaktadır. Sürekli denetimde, yüksek riskli işlemler ve fiili zamanlı kontrol hatalarının otomatik izleme cihazlarının mevcudiyeti ile uzaktan denetimi esastır (Şen, 2016: 385).

“Sürekli denetim; fiziki belgelere ihtiyaç duyulmaksızın, gerçek zamanlı muhasebe bilgi sisteminde üretilen bilgilerin denetlenmesine olanak sağlayan, ACL, IDEA gibi özel bilgisayar destekli denetim programları kullanılarak yapılan bir denetim türüdür. Bu yaklaşımda yapılması muhtemel hata ve hileler henüz gerçekleşmeden, programlarla bütünleşmiş senaryolarla tespit edilebilmektedir. Dolayısıyla geçmişin değil, aslında geleceğin denetimi yapılmış olmaktadır” (Serçemeli ve Orhan, 2017: 33).

Sürekli denetim; varlıkların muhafaza edilmesi, verilerin doğruluğunun sürdürülebilir olması ve güvenilir finansal bilginin üretilmesi için gerçek zamanlı muhasebenin etkinliğini ve verimliliğini sağlamak suretiyle kanıtların bir araya getirilerek değerlendirilmesi süreci olarak adlandırılmaktadır (Acar vd., 2016: 1562).

Geleneksel denetim ve sürekli denetim kavramının benzerlik, farklılık ve sınırlamaları Tablo 2’de kısaca gösterilmiştir.

Tablo 2: Geleneksel Denetim ve Sürekli Denetimin Mukayesesi

	Geleneksel denetim	Sürekli Denetim
Benzerlikleri	Bağımsız profesyonel tasdik hizmetleri yapılır. GKGMİ'ni kriter olarak kullanır	Bağımsız profesyonel tasdik hizmetleri yapılır. GKGMİ'ni kriter olarak kullanır
Farklılıkları	Kağıt temelli muhasebe bilgi sistemi kullanılır. Yılda bir raporlama yapılır.	Kağıtsız/dijital muhasebe bilgi sistemi kullanılır. Talebe göre, istenildiği anda raporlama yapılır.
Sınırlamaları	Teknolojik uyum eksikliği söz konusudur. Sadece periyodik denetim raporları hazırlanır.	Önemli teknolojik engeller söz konusu olabilir. Standartlar ve rehber eksikliği vardır.
Avantajları	Kullanılan teknik ve standartların geçmişi vardır.	Gerçek zamanlı finansal bilgi değerinde artış vardır. Talep edildiği her zaman denetim raporu hazırlanabilir.

Kaynak: (Zhao vd., 2004: 395)

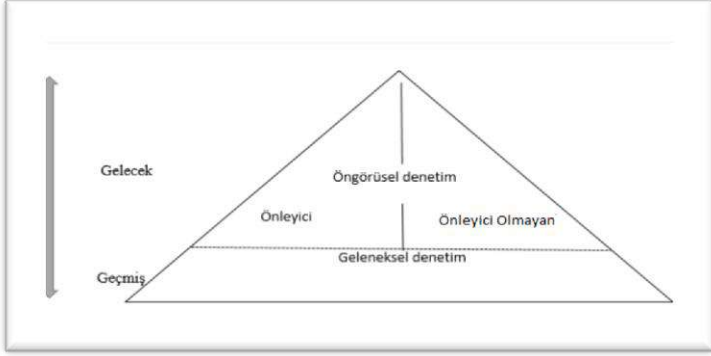
Denetim evrimine bakıldığında, BDDT bir denetimin tamamlanmasına yardımcı olmak için kullanılan herhangi bir teknoloji kullanımı olarak açıklanabilir, bunu belirli yazılımlar vasıtası ile gerçekleştirir (Ajoa vd., 2016: 36). BDDT denetim sürecinin herhangi bir aşamasında (mesela kanıt toplamak gibi) denetim işleyişine katkı sağlamak için kullanılır. Oysa sürekli denetim ile tamamen teknoloji tabanlı bir denetim anlayışına geçilmiştir.

Öngörüs el Denetim

Geleneksel denetimde denetçi geçmişe ait bilgiler doğrultusunda hareket eder. Oysa denetimin sadece geçmişe değil geleceğe de ışık tutan bir felsefesi vardır. Şöyle ki, denetim için finansal tablolardaki geçmiş veriler kullanılsa da geleceğe ilişkin beklentiler için hazırlanır ve denetlenir. Bu noktada denetçinin ileri görüşlü hareket etmesi de gerekir.

İşletmeler için ancak etkili ve tahmin başarısı yüksek öngörüler aracılığı ile gerçek zamanlı güvence mümkün olabilecektir (Uludağ, 2018: 153). Bu güvenceye, çalışmasında Kuenkaikaew

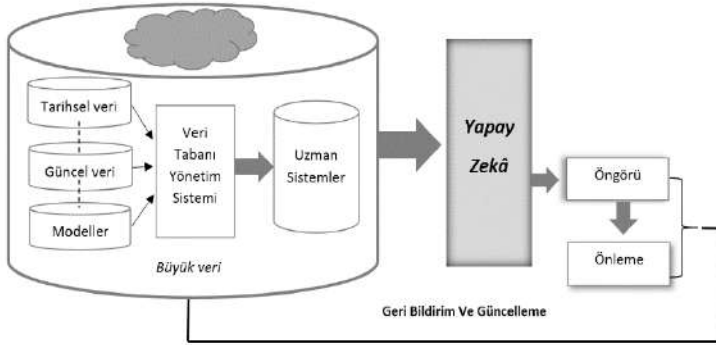
“öngörüşel denetim” ismini vermiştir. Öngörüşel denetim denetçinin sadece geçmiş faaliyetleri doğrulaması değil gelecekteki olayları tahmine dayalı bir denetim vizyonu ile öngörüşeleridir (Kuenkaikaew, 2013: 11). Bu durum geleneksel denetimin çağdaş denetime evrilmesi olarak açıklanabilir (Şekil 4).



Şekil 4: Çağdaş Denetim Anlayışı
Kaynak: (Kuenkaikaew, 2013: 11)

Şekil 4'ten de görüleceği gibi çağdaş denetim anlayışı geleneksel denetimi dışlamamakta aksine temel oluşturmaktadır. Öngörüşel denetim sürekli denetimin gerçekleştirilmesine uygun bir yaklaşım (Uludağ, 2018: 169) ve geçmiş verilere/işlemlere bakmaktan ziyade potansiyel problemlere odaklanmayı öneren bir anlayıştır (Kuenkaikaew, 2013: 55).

Örnek olarak; endüstri 4.0'ın unsurları arasında yer alan yapay zekâ ve bulut teknolojisinin öngörüşel denetime göre işleyişleri şekil 5'deki gibi gösterilebilir.



Şekil 5: Yapay Zekâ ile Öngörüsöl Model
Kaynak: (Uludağ, 2018: 169)

Şekil 5 kısaca şöyle açıklanabilir;

- Bulut bilişim sayesinde büyük veri kullanılabilir hale gelir.
- Büyük veri, yapay zekâ uygulamaları sayesinde denetime anlamlı katkılar sağlar. Yukarıdaki şekilde de görüldüğü üzere, büyük veri (veri analitiği yöntemi) ve yapay zekâ teknolojisi kullanılarak öngörülebilir denetimin sonuçlarına ulaşılır.
- Ulaşılan öngörülere dayanarak önleyici tedbirler alınır.

Tablo 3'de geleneksel denetim, öngörüsöl denetim ile mukayese edilmiştir.

Tablo 3: Geleneksel Denetim Öngörüsül Denetim Ayrımı

	Geleneksel Denetim	Öngörüsül Denetim
Kontrol Yaklaşımı	Geçmişe dönüktür.	Geleceğe yöneliktir.
Amaç	Finansal tabloların denetimi yapılır.	Yalnızca finansal tablolar değil faaliyet denetimi uyum, kontrol ve izleme fonksiyonunu da içerir.
Denetim Alanı	Finansal tabloları denetlenir.	Finansal tablolardaki yüksek riskli alanlar, işlem süreçleri, hesap düzeyleri, alt hesapları denetlenir.
Frekans	Periyodik yapılır.	Sürekli veya sıklıkla yapılabilir.
Ölçüm	Statikdir.	Dinamiktir.
Yöntem	Manuel yapılır.	Otomatik yapılır. (Radyo frekanslı görüntüleme tekniği- RFGT, barkod veya veri analizi, veri madenciliği teknikleri gibi)

Kaynak: (Kuenkaikaew, 2013: 14)

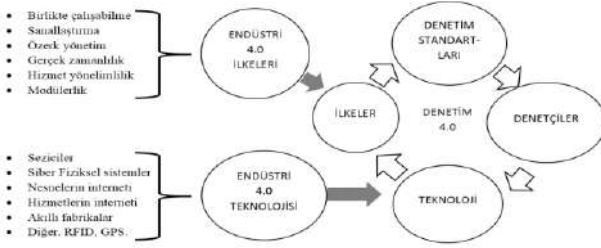
Denetçinin geleceğe ilişkin öngörülerde bulunması, geleceğin denetiminden ve denetçisinden de beklenen bir durumdur.

Denetim 4.0-Yeni Nesil Denetim

Teknoloji, standart denetim prosedürünü değiştirirken, denetçilerin rol ve sorumlulukları için de birtakım değişiklikleri gündeme getirmiştir.

Denetçilerin rolleri, denetim teorisinin evrimi ile iç içe geçmiştir, çünkü denetim koşullara bağlı olarak gelişmiştir, bu evrim doğrudan denetçilerin işlevlerini ve tüm uygulamalarını etkilemektedir (Ajao ve diğerleri, 2016: 38).

Denetim 4.0, bir kuruluşun ve ilişkili taraflarının denetimle ilgili finansal ve finansal olmayan verilerini toplamak için nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistemler, akıllı fabrikalar gibi endüstri 4.0 tarafından desteklenen teknolojilerden destek almaktadır (Dai ve Vasarhelyi, 2016: 2). Şekil 6'da denetim 4.0 ve unsurları gösterilmiştir.



Şekil 6: Denetim 4.0 ve Unsurları

Kaynak: (Erdoğan, 2019: 824)

Muhasebe standartları muhasebe için ne kadar temel bir referans kaynağı ise denetim için de denetim standartları aynı niteliktedir (Şekil 6). Endüstri 4.0'da olduğu gibi denetim 4.0'ın da ilkeleri vardır. Bu ilkeler tablo 4'deki gibi gösterilebilir.

Tablo 4: Denetim 4.0 İlkeleri

Birlikte Çalışılabilirlik	Örneğin; tedarikçiler, tüketiciler, bankalar ve diğer işletme varlıklarının gerçek zamanlı olarak birlikte çalışabilmeleri mümkün olup anomaliler anında görülür.
Sanallaştırma	Teknoloji, fiziksel dünyanın sanal bir kopyasını yaratmıştır, tıpkı Google Earth örneği gibi, "Ayna Dünya" adı verilen bu yapı, akıllı fabrikaların sanal bir kopyasıdır. Denetçiler, fiziksel dünya ile bu ayna dünyayı karşılaştırma olanağına sahiptirler.
Özerk Yönetim	Bilgi Teknolojileri, bulut teknolojileri ile bağlantılı çalışmaktadırlar ve üretim artık siparişe göre giderek özelleşmekte ve hatta kişiye göre üretime dönüşmektedir. Bu bakımdan merkezi üretimi sürdürmek güçleşir. Yerine kendi kararlarını verecek biçimde tasarlanmış montaj hatları özerkleşir. İç kontrol mekanizmalarının her makine veya makine grubuna göre tasarlanmalarıyla normal olmayan veya eşği aşan işlemler gerçek zamanlı olarak görülebilir. Bu durum sürekli denetimin maddi rolünü artıran bir işlev sağlar.
Gerçek Zamanlılık	Verilerin anlık olarak toplanıp analiz edilebilmesiyle, sürekli hileli işlemleri ortaya çıkaran, hile belirtilerinin ön tanımlı yapan ve hile risklerini tahmin eden ve potansiyel hileler için uyarı veren bir model kullanılır.
Hizmet Yönelimlilik	Hizmetlerin interneti üzerinden, denetim çalışmalarına destek olabilecek, veri analiz hizmeti ve çeşitli uzmanlık hizmetleri sağlanır
Modülerlik	Endüstri 4.0'ın modüler yapısına uygun olarak tasarlanacak denetim App'leri ile modüller ayrı ayrı izlenir ve analiz edilir, istisna denetimi yapılır.

Kaynak: (Erdoğan, 2019: 814)

Denetim 4.0'ın kazanımları ise aşağıdaki gibidir (Hoffman, 2019: 9):

- Denetim 4.0 sensörler, gömülü bilgisayarlar, yazılım modülleri gibi gerçek zamanlıya yakın bir network vasıtasıyla tüm işletme, tedarikçiler ve müşteriler için veri toplama ekipmanı kullanır.
- Ürün kalitesinin izlenmesi, makine hatalarının belirlenmesi, maliyetlerin düşürülmesi ve karar vermenin kolaylaştırılması amacıyla bu veriler üzerine modeller oluşturmak için veri analitiği teknikleri kullanılır.
- İstisna yoluyla denetim, büyük ölçüde otomatikleştirilmiş bir denetimde önemli sorunlara dikkat çekmek için kullanılır.
- Denetim süreci, güçlü bir şekilde süreçlerin ayna dünyada temsiline ve yalnızca finansal değil finansal olmayan verilerin de güçlü bir analitik bağlantısına dayanır.
- Bu yaklaşım, savunma hattı kavramlarını önemli ölçüde yeniden dengeleyecek, birçok güvence türüne (harici, dâhili, özel) uygulanacak ve esas olarak otomatik hale getirilecektir.

Denetim 4.0'a Yön Veren Makro Trendler

Endüstri 4.0'ın unsurları denetim 4.0'ın unsurları ile aynıdır. Bu bölümde daha önce ifade edilen endüstri 4.0'ın makro trendleri denetim açısından incelenecektir

Denetimde Büyük Veri ve Bulut Teknolojisi

Endüstri 4.0'ın unsurları arasında yer alan büyük veri (big data) ve bulut (cloud) teknolojileri birbirleri ile bağlantılıdır. Endüstri 4.0 devrimini başlatan faktör aslında büyük veridir. Büyük veri ifadesi; büyük hacimli, çok çeşitli ve hızlı ulaşılabilen veri unsurlarını içerir.

Büyük veri, neredeyse tüm verilerin bulunduğu teknolojik bir ortamın ürünüdür. Her şey dijital olarak kaydedilebilir, ölçülebilir ve yakalanabilir ve böylece veriye dönüşür. (AICPA, 2015: 96). Büyük veriyi insanlar, uygulamalar, makineler ve sensörler oluşturmaktadır (Yıldız, 2018: 106). Dolayısı ile hem yapılandırılmış hem de yapılandırılmamış birçok veri büyük veriyi oluşturur. Teknolojik her bir sistem gibi bilgisayar sistemi de girdi, süreç ve çıktı gibi üç ana aşamayı takip eder (Zanoon vd., 2017: 6977). Bu sistemin girdisi büyük veri, çıktısı bulut teknolojisidir, büyük veriden bulut teknolojisine geçişi sistem mantığı içerisinde süreç kısmında gerçekleşir (Şekil 7). Büyük veriye mouse, hücrel cihazlar ve diğerk akıllı cihazlar ile giriş yapılır. Süreç kısmı ham verinin işlendiğı veri analitiğı kısmıdır. Veri işlendikten sonraki değeri ise çıktı kısmıdır (Zanoon vd., 2017: 6977). Büyük veri içerisindeki değerkli bilginin elde edilmesi sürecine veri madenciliğı denir. Veri madenciliğinde var olan, elde bulunan ve depolanmış hazır veri analiz edilmektedir. Bunun için denetçilerin -özellikle iç denetçilerin- kullanabileceğı yazılımlar bulunmaktadır (Yıldız, 2018: 109). Ancak bu sayede denetçiler ihtiyaçları olan alakalı ve yararlı veriyi toplayarak bir araya getirebilir.



Şekil 7: Büyük Veri-Bulut Bilişim İlişkisi

Bulut teknolojisi yüksek hızlı internet sayesinde talep üzerine sunulan bir bilgi işlem hizmeti olarak düşünülebilir. Aslında büyük veriden istenen bilginin ayıklanması sürecidir.

“Bulut muhasebesi, veri kalitesi ve depolama avantajı sayesinde daha çok finansal ve finansal olmayan performans verisinin biriktirilerek ihtiyaca özgü ve interaktif raporlamanın gerçekleştirilmesini sağlayacaktır. Ayrıca tarihi ve cari maliyet bilgilerinin bir arada sunulabilmesine imkân sağlaması nedeniyle

Kıyaslama (Benchmarking), Stratejik Analiz ve geleceğe dönük tahmin ve modelleme çalışmaları için de bulut muhasebesi vazgeçilmez bir çözüm ortağı gibi görünmektedir.” (Aksu, 2017: 100).

Denetimde Blok Zinciri ve Bitcoin

Blok zinciri, nesnelerin interneti, robotik, yapay zeka gibi geleceğin ticaretinin teknik temelini temsil eden unsurlar ile ekosistem içinde güvenli para transferi sağlamak amacı ile gelişmiştir (Dai vd., 2019: 29). Sanal para veya ödeme sistemi olan Bitcoin ile yapılan her bir işlem blok zinciri adı verilen dijital deftere kaydedilmektedir. Blok zinciri dağıtık defter teknolojisi olarak adlandırılır, çift taraflı kayıt sistemine alternatif üç taraflı kayıt sistemi ile kayıt yapılır ve halka açık olan bu kayıt defterlerindeki her işlem, tarafların mutabakatı ile doğrulanır, bilgi kayıt edilip onaylandıktan sonra bir daha silinemez.

Blok zinciri teknolojisinden işlemlerin silinmesi ve değiştirilmesi söz konusu olmadığı için izlenebilir denetim materyalleri ve denetlenmiş işlem süreçlerinin bir arada gösterilmesi mümkün olmaktadır (Uysal ve Kurt, 2018: 474).

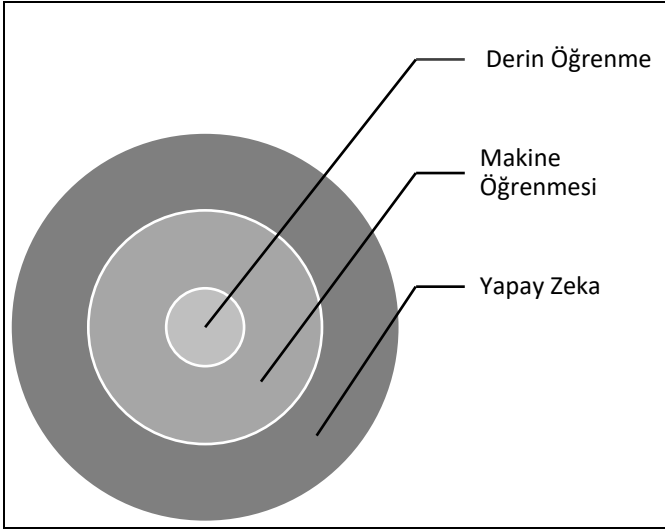
Blok zincirinin denetime faydaları; hataların azalması, doğru ve güvenilir denetim görüşüne ulaşılması, kolay mutabakat sağlanması, maliyet ve hilelerin azalması ve dahası denetime duyulan ihtiyacın azalması (Uysal ve Kurt, 2018) şeklinde ifade edilebilir.

Denetimde Yapay Zekâ

Endüstri 4.0 ortamı, tamamen internet alt yapısı ve bileşenleri ile çevrelenmiştir. Her şey, her şey ile ağ teşkil edecek şekilde ilintilidir. Her türlü işlem ve öge akıllı (yapay zekâ) bilişim teknolojilerinin etkisi altındadır (Fırat ve Fırat, 2017: 7).

Yapay zekâ kısaca makinenin insan gibi davranabilmesidir. Öğrenme, yaratıcılık, sezgi gibi insana ait yetenekleri, insan gibi sergileyebilecek sistemlerin tanımlanmasıdır. Makine öğrenmesi,

yapay zekânın sahip olabileceği yetenekleri kısmen sergileyebilen algoritmalarıdır. Bir açıdan dar yapay zekâ olarak düşünülür. İflas tahmini, suç işlenecek bölgelerin tahmini gibi... Derin öğrenme ise bir makine öğrenme algoritmasıdır, yüz tanıma, konuşma tanıma algoritması gibi (Yıldız, 2018: 118). Şekil 8'de bu üç kavramın bağlantısı gösterilmiştir.



Şekil 8: Yapay Zekâ

Kaynak: (Yıldız, 2018: 119)

Derin öğrenme modelleri aracılığıyla sözleşmeler ve e-postalar gibi yapılandırılmamış verilere erişim sağlanır ve bunların analizini yapılır. Makine öğrenimi modelleri aracılığı ile sahtekarlık tespiti yapılır ve 'normal' faaliyetler ile dolandırıcılık faaliyetlerine ilişkin veriler daha iyi ayırt edilebilir (ICAEW, 2018: 8). Bu sayede denetçi sahtekârlık eğilimlerini tespit ederek daha kontrolcü bir yaklaşım sergileyebilir.

Bağımsız Denetim Sürecinde Endüstri 4.0 Kolaylıkları

Denetimi başından sonuna risk açısından ele alan **risk esaslı denetim yaklaşımı (3R)**, geleneksel denetim sürecini **risk değerlendirme**, **riske karşılık verme** ve **raporlama** olarak üç bölüme ayırır. Buna göre müşteri seçimi ve işin kabulü ile denetim programının oluşturulması **risk değerlendirme**, denetim programının yürütülmesi **riske karşılık verme** ve denetimin tamamlanması sonuçların **raporlaması** ile biter. Risk esaslı denetim sürecine endüstri 4.0 araçlarının katkısı Tablo 5'deki gibi gösterilebilir.

Tablo 5: 3R Yaklaşımına Göre Endüstri 4.0 Araçları

Risk Esaslı denetim	Denetimin Konusu	Endüstri 4.0 Araçları İle Denetim
Risk Değerleme	Müşteri seçimi ve işin kabulü ile başlar. Denetim programı oluşturulması ile devam eder. -İlk adım, müşteri işletme ile ilgili bilgiler toplanır. -İş gücü ve zaman planlanması yapılır.	Veri Madenciliği/Veri Analitiği/Yapay zekâ/Metin madenciliği. ✓ Müşteri işletmeyi ve çevresini tanımak için bu araçlar sayesinde detaylı bilgi toplanır. Gazete ve sosyal medya aracılığı ile metin madenciliği gibi. ✓ Dijital denetim sürecinde sürekli denetim sayesinde denetim günlük akışın içinde otomatik olarak yapılan bir süreç olacaktır. Denetçi kaynaklı riskler ortadan kalkacaktır Erturan ve Ergin.2018.820.
Riske Karşılık Verme	Denetimi gerçekleştirme. Kanit toplama Denetim programını yürütme.	Büyük veri/RFGT/Bulut bilişim/Yapay zekâ/Dronlar. ✓ Bu araçlarla hileli işlemlerin tespiti daha kolaydır. ✓ Elektronik kanıtlar sayesinde kanıt toplama maliyetini azaltır. ✓ Örneklemeye gerek kalmaz veri tabanından tüm veriye ulaşılır.

Raporlama	Denetim raporunun toplanan kanıtları esas alarak hazırlanması.	Sürekli denetlenen işletme verileri sayesinde dönemsel rapor yerine istenildiği zaman rapor hazırlanacak ve bilgi kullanıcıları gerekli bilgilere (yetki ve ilgi alanları doğrultusunda) her zaman ulaşabilecek.
------------------	--	--

Kaynak: (Erturan ve Ergin, 2018: 820; AICPA, 32-33).

Denetçinin endüstri 4.0 araçları sayesinde müşteri işletme ile ilgili edindiği bilgiler daha güvenilirdir. Bu bilgilere dayanarak denetime karar verirse denetimin kalitesi daha da artar. Aynı biçimde denetim sürecinin her aşamasında ileri teknoloji kullanımı denetim riskini azaltacak ve kalitesini arttıracaktır.

Ayrıca denetçinin, daha fazla denetçi muhakemesi gerektiren ve yüksek düzeyde tahmin belirsizliği içeren, daha karmaşık ve daha yüksek risk alanlarını dikkatlice incelemek için daha fazla zamanı olmalıdır (See ve Quot, 2017).

Denetçi dış kaynaklardan sağlanan büyük veri ile müşteriden sağlanan bilgiyi tamamlayarak, denetçinin işletmeden elde edemeyeceği bir kanıtla ulaşılabilir. Özellikle hile denetiminde, geleneksel denetim kanıtlarının yetersiz ise büyük verinin desteği önemli olabilir. Çünkü hile vakalarında kanıt toplamak zordur çünkü bireyin yaşam tarzı, davranışı, ahlakı gibi bir takım hile belirteçlerini sadece gözlem yoluyla belirlemek zor olmaktadır. Büyük veri sayesinde tüm işletme bilgilerine erişebilen denetçi hile belirteçlerini ortaya çıkarma ve değerlendirme imkânı bulabilir (Meriç, 2020: 90). Denetimin dijital dünyanın kolaylıkları sayesinde teknoloji yoğun bir denetim anlayışına geçmesi ile denetçinin mesleki yargısı artarak denetim daha objektif, şeffaf ve hesap verilebilir nitelik kazanır.

SONUÇ

İsmi ister denetim 4.0 olsun, ister modern denetim, yeni nesil denetim veya dijital denetim her durumda denetim statik değil dinamik bir süreçtir. Bu süreç ile ilgili aşağıdaki tespitler yapılabilir:

- Denetimde teknoloji kullanımı isteğe bağlı değil bir zorunluluk haline gelmiştir.
- Artık çevrimiçi bir denetim anlayışına geçilmiştir. Bu anlayış ile tutarlılık daha kolay sağlanacak ve dolayısı ile denetimin kalitesi artacaktır.
- Yüz yüze denetim yerini uzaktan denetime bırakacaktır.
- Denetimdeki değişim, denetim tanımının ve denetçinin görev tanımının güncellenmesi ihtiyacını ortaya çıkartmıştır.
- Denetçi rutin işlere vakit harcamayacağı için danışmanlık gibi ileri düzey hizmetlere yönelecektir.
- Denetim standartları denetim süreçlerine dâhil edilen teknolojiye bağlı olarak sık aralıklarla güncellenmelidir.
- Tarihi veriye dayanan geleneksel denetim anlayışı yerini öngörüsül denetime benzer bir yaklaşımla geleceğin planlanması üzerine oluşturmalıdır.
- Denetçiler bilişim teknolojilerinin kullanımı konusunda eğitilmiş olmalıdır.
- Gerek denetçi gerek yönetim siber güvenlik ve veri güvenliği ihlali konusunda temkinli olmalıdır. BT teknolojisi değıştikçe mevcut denetim süreçleri gözden geçirilmeli gerekirse eş zamanlı güncellenmelidir. “Bilişim teknolojisi denetimi” konusunda denetçiler ve işletmeler alt yapı oluşturmalıdırlar.

KAYNAKÇA

1. Acar, D., Öztürk, M. S., ve Usul, H. (2016). Dijital ortamda denetim: Sürekli denetim. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21 (Muhasebe Denetimi Özel Sayısı), 1561-1571.
2. ICPA-American Institute of Certified Public Accountants. 2015. Audit Analytics and Continuous Audit. Erişim Adresi: https://www.aicpa.org/interestareas/frc/assuranceadvisoryservices/downloadabledocuments/auditanalytics_lookingtowardfuture.pdf
3. Aksu, İ. (2017). Bilişim Teknolojisinden Muhasebeye Açılan Pencere: Bulut Muhasebesi. *Birey ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(1), 79-102.
4. Ajao, O. S., Olamide, J. O., ve Ayodeji Temitope, A. (2016). Evolution and development of auditing. *Unique Journal of Business Management Research*, 32-40. Erişim Adresi: <https://www.babcock.edu.ng/oer/journals/Management%20Science/s/Evolution%20and%20Development%20of%20Auditing.pdf> Erişim Tarihi: Ekim 2020
5. Carnegie, G. D. (2014). The present and future of accounting history. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 27(8), 1241-1249.
6. Çağlar, İ.M. (2018). TİDE Bugün 800'den Fazla İşletmeyi Temsil Ediyor. (05.2018 -11.05.2018) , Yayın Yeri: Uluslararası Akademik Forum, 26-29.
7. Dai, J., & Vasarhelyi, M. A. (2016). Imagineering Audit 4.0. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 13(1), 1-15. Erişim Adresi: <http://aaajournals.org/doi/abs/10.2308/jeta-10494?code=aaan-site> Erişim Tarihi: Eylül, 2020.
8. Dai, J., He, N., ve Yu, H. (2019). Utilizing blockchain and smart contracts to enable audit 4.0: From the perspective of accountability audit of air pollution control in China. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 16(2), 23-41.
9. Erdoğan, M. (2019). Denetim 4.0 ve ötesi. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi (MUVU)/Journal of Accounting & Taxation Studies (JATS)*, 12(3).
10. <https://www.cpajournal.com/2017/06/26/big-data-business-analytics-implications-audit-profession/>
11. Erturan, Ü. İ. ve Ergin, E. (2018). Dijital denetim ve dijital ikiz yöntemi. *World of Accounting Science*, 20(4).
12. Esmeray, A. ve Esmeray, M. (2020). Digitalization in accounting through changing technology and accounting engineering as an

- adaptation proposal. *In Handbook of Research on Strategic Fit and Design in Business Ecosystems* (pp. 354-376). IGI Global.
13. Fırat, S. Ü. ve Fırat, O. Z. (2017). Sanayi 4.0 devrimi üzerine karşılaştırmalı bir inceleme: Kavramlar, küresel gelişmeler ve Türkiye. *Toprak İşveren Dergisi*, 114 (2017), 10-23.
 14. Fischer, T. (2011). *When is analog? When is digital?* Erişim adresi: <https://www.emeraldinsight.com/loi/k,1004-1014>.
 15. Gönen, S. ve Rasgen, M. (2015). Sürekli Denetim Sisteminin Bir Yazılım Programında Uygulanabilirliğine İlişkin Örnek Olay Çalışması. *Journal of Alanya Faculty of Business/Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 7(1).
 16. Güredin, E. (1995). "Muhasebe Denetimi ve Mali Analiz" Anadolu Üniversitesi Yayınları 2. Baskı, No:835, Eskişehir.
 17. Hoffman, C. (2019). Accounting and Auditing in the Digital Age. Erişim Adresi: <https://www.ifac.org/knowledge-gateway/supporting-international-standards/discussion/summary-covid-19-audit-considerations>_Erişim Tarihi: Ekim 2020.
 18. ICAEW. (2015). Information Technology Faculty, Providing leadership in a digital world. London: ICAEW. Erişim Adresi: <https://docplayer.net/21072709-Providing-leadership-in-a-digital-world.html> Erişim Tarihi: Ekim 2020.
 19. ICAEW Thought Leadership It Faculty (2018). Artificial Intelligence and The Future of Accountancy. Erişim adresi: <https://www.icaew.com/-/media/corporate/files/technical/information-technology/thought-leadership/artificial-intelligence-report.ashx?la=en>
 20. Kuenkaikaew, S. (2013). *Predictive Audit Analytics: Evolving to a new era* (Doctoral dissertation, Rutgers University-Graduate School-Newark).
 21. Meriç, A. (2020). *Büyük Veri ve Denetim Kanıtları. Denetimde Seçme Konular 3. BDS Örnek Uygulamalar ve Araştırmalar*. Gazi Kitabevi. 77-92.
 22. See, B. ve Uot, J. (2017). Blockchain, accounting and audit: What accountants need to know. *Accounting Today*. Erişim adresi: <https://www.accountingtoday.com/opinion/blockchain-accounting-and-audit-what-accountants-need-to-know>
 23. Serçemeli, M. ve Orhan, M. S. (2017). Sürekli denetim ve denetimin geleceğine bakış üzerine Bist-100 şirketlerinde bir araştırma. *Sayıştay Dergisi*.

24. şen, İ. K. (2016). Bilgi teknolojilerindeki değişimin finansal tabloların bağımsız denetimine etkisi: Sürekli denetim. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 383-404.
25. Uçma, T. U. ve Kurt, G. (2018). Muhasebede ve denetimde blok zinciri teknolojisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(2), 467-481.
26. Uludağ, S. (2018). Gerçek Zamanlı Güvence Modelini Oluşturmada Öngörüsel Yaklaşım, (05.2018 -11.05.2018) , Yayın Yeri: Uluslararası Akademik Forum, Türkiye İç Denetim Enstitüsü Yayınları (Yayın No:15).145-175.
27. Yıldız, B. (2018). Sürekli Denetim Teknolojisi. Yayın Yeri: Uluslararası Akademik Forum Türkiye İç Denetim Enstitüsü Yayınları (Yayın No:15). Türkiye İç Denetim Enstitüsü Yayınları (Yayın No:15), 97-133.
28. Zanoon, N., Al-Haj, A. ve Khwaldeh, S. M. (2017). Cloud computing and big data is there a relation between the two: a study. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(17), 6970-6982.
29. Zhao, N., Yen, D. C. ve Chang, I. C. (2004). Auditing in the e-commerce era. *Information Management&Computer Security*. 12(5), 389-400.

NOTLAR

NOTLAR