

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
İŞLETME ENSTİTÜSÜ**

ENDÜSTRİ 4.0'IN MUHASEBEYE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Salih TUTAR

**Enstitü Anabilim Dalı : İşletme
Enstitü Bilim Dalı : Muhasebe ve Finansman**

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Recep YILMAZ

Aralık - 2018

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
İŞLETME ENSTİTÜSÜ

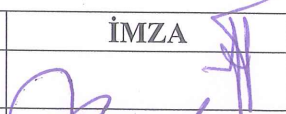
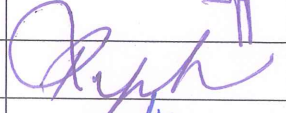
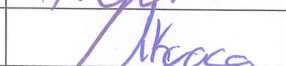
ENDÜSTRİ 4.0'IN MUHASEBEYE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Salih TUTAR

Enstitü Anabilim Dalı : İşletme
Enstitü Bilim Dalı : Muhasebe Finansman

“Bu tez 19/12/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.”

JÜRİ ÜYESİ	KANAATI	İMZA
Prof. Dr. Vasi HAFTACI	Başarılı	
Doc. Dr. Recep YILMAZ	Başarılı	
Doc. Dr. Nevrin KARACA	Başarılı	



SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
İŞLETME ENSTİTÜSÜ

TEZ SAVUNULABİLİRLİK VE ORJİNALLİK BEYAN FORMU

Sayfa : 1/1

Öğrencinin

Adı Soyadı : Salih TUTAR

Öğrenci Numarası : 1660Y04111

Enstitü Anabilim Dalı : İşletme

Enstitü Bilim Dalı : Muhasebe Finansman

Programı : YÜKSEK LİSANS DOKTORA

Tezin Başlığı : Endüstri 4.0'ın Muhasebeye Etkisi

Benzerlik Oranı : %6

İŞLETME ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının benzerlik oranının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

19/12/2018

İmza

Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez çalışması ile ilgili gerekli düzenleme tarafımda yapılmış olup, yeniden değerlendirilmek üzere gsbttez@sakarya.edu.tr adresine yüklenmiştir.

Bilgilerinize arz ederim.

...../...../20.....

İmza

Uygundur

Danışman

Unvanı / Adı-Soyadı: Doç. Dr. Recep YILMAZ

Tarih: 19.12.2018

İmza:

KABUL EDİLMİŞTİR

REDDEDİLMİŞTİR

EYK Tarih ve No:

Enstitü Birim Sorumlusu Onayı

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
ÖZET	xi
SUMMARY	xii
GİRİŞ	1
BÖLÜM 1: DİJİTALLEŞME	5
1.1. Muhasebe ve Dijitalleşme	7
1.2. Finans ve Dijitalleşme	9
1.3. Dijitalleşmenin İşletmelere Etkisi	10
1.4. Dijitalleşmeyle Gelen Fırsatlar, Zorluklar ve Riskler	11
1.5. Dijital Muhasebe	13
1.6. Elektronik Dönüşüm Uygulamaları	14
1.6.1. E-Fatura	15
1.6.2. E- Defter	16
1.6.3. E-Arşiv Fatura	17
1.6.4. E-Gümrük İşlemleri	18
1.6.5. E-Müstahsil Makbuz	19
1.6.6. E-İrsaliye	19
1.6.7. E-Serbest Meslek Makbuzu	20
1.7.E-Dönüşümün Muhasebe Etkisi	20
1.7.1. Elektronik Muhasebenin Avantajları	21
1.7.2. Elektronik Muhasebenin Dezavantajları	22
1.8. Elektronik Ticaret	24

1.8.1. Elektronik Ticaretin Kapsamı	25
1.8.2. Elektronik Ticaretin Araçları	26
1.8.3. Elektronik Ticarete Güvenlik	26
1.8.4. Elektronik Ticaret ve Muhasebeye Etkisi	28
1.9. Geliştirilebilir İşletme Dili (XML)	29
1.9.1. İşaretleme (Markup) Dilleri	30
1.9.2. XML'in Avantajları	30
1.9.3. XML'in Kullanım Alanları	30
1.10. Genişletilebilir İşletme Raporlama Dili (XBRL)	31
1.10.1. Teknik Yapısı ve Unsurları	33
1.10.2. XBRL'in Muhasebe Bilgi Sistemine Etkisi	35
1.10.2.1. Temel İşlemlere Etkisi	35
1.10.2.2. Bilgi Kullanıcılarına Etkisi	39
1.10.2.3. Muhasebe Denetimine Etkisi	39
1.10.2.4. Sürekli Denetim Açısından Etkileri	40
1.11. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP I)	41
1.11.1. Malzeme İhtiyaç Planlamasının Amacı	41
1.11.2. Malzeme İhtiyaç Planlamasının Kapsamı ve Girdileri	42
1.11.2.1. Ana Üretim Planı	43
1.11.2.2. Ürün Ağacı	44
1.11.2.3. Stok Verileri ve Kontrol Sistemleri	44
1.11.3. Malzeme İhtiyaç Planlamasının Avantajları	45
1.11.4. Malzeme İhtiyaç Planlamasının Dezavantajları	45
1.12. Üretim Kaynakları Planlaması (MRP II)	46
1.12.1. Üretim Kaynakları Planlamasının Kapsamı	46

1.12.2. Üretim Kaynakları Planlamasının Sistem Elemanları	47
1.12.3. Üretim Kaynakları Planlamasının Faydaları	49
1.13. Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP)	49
1.13.1. ERP Amaçları ve Özellikleri	50
1.13.2. ERP Sisteminin Modülleri	52
1.13.3. ERP Kullanımının İşletmelere Etkisi	54
1.13.4. ERP Sisteminin Muhasebeye Etkisi	55
1.14. Kurumsal Kaynak Planlaması II (ERP II)	57
BÖLÜM 2: ENDÜSTRİ 4.0 VE YENİ NESİL TEKNOLOJİLER	59
2.1. Endüstri 4.0: Temel Prensipler ve İlişkili Kavramlar	64
2.2. Endüstri 4.0'ın Tarihsel Gelişim Süreci	69
2.2.1. Endüstri 1.0	71
2.2.2. Endüstri 2.0	72
2.2.3. Endüstri 3.0	73
2.2.4. Endüstri 4.0	74
2.3. Endüstri 4.0 ve Sistemsel Yapısı	75
2.3.1. Nesnelerin İnterneti	75
2.3.1.1. Nesnelerin İnterneti Sistemindeki Teknolojiler	77
2.3.1.2. Nesnelerin İnternetinin Kullanım Alanları	78
2.3.1.3. Nesnelerin İnternetinin İşletmelere Etkisi	78
2.3.2. Otonom Robotlar	79
2.3.2.1. Otonom Robotların İşletmelere Etkisi	81
2.3.2.2. Robotik Süreç Otomasyonunun Faydaları	82
2.3.3. Büyük Veri	83
2.3.3.1. Büyük Verinin Boyutları	84
2.3.3.2. Büyük Verinin İşletmelere Etkisi	85
2.3.3.3. Büyük Verinin İşletmelerdeki Uygulama Alanları	86
2.3.3.4. Büyük Verinin Yararları	88
2.3.3.5. Büyük Verinin Riskleri	88

2.3.4. Veri Madenciliği	89
2.3.4.1. Veri Madenciliği Süreci	91
2.3.4.2. Veri Madenciliği Kullanım Alanları	93
2.3.4.3. Veri Madenciliğinin İşletmelere Etkisi	94
2.3.5. Bulut Bilişim	95
2.3.5.1. Bulut Bilişim Hizmet Çeşitleri	96
2.3.5.2. Bulut Bilişimin Avantaj ve Dezavantajları	98
2.3.6. Siber Fiziksel Sistemler ve Simülasyon	99
2.3.6.1. Kavramsal Gerçekleştirme Teknolojileri	102
2.3.6.2. Siber Teknolojiler	103
2.3.6.3. Siber Fiziksel Sistemlerin Yapısı	104
2.3.6.4. Siber Fiziksel Sistemler ve Siber Risk	109
2.3.6.5. Siber Fiziksel Sistemlerin Fırsat ve Zorlukları	109
2.3.7. Katmanlı Üretim ve 3D Yazıcılar	112
2.3.7.1. 3D Yazıcıların Avantaj ve Dezavantajları	114
2.3.7.2. 3D Yazıcıların İşletmelere Etkisi	115
2.3.8. Artırılmış Gerçeklik	116
2.3.8.1. Artırılmış Gerçekliğin İş Süreçlerine Etkisi	117
2.3.8.2. Artırılmış Gerçekliğin Avantaj ve Dezavantajları	118
2.3.9. Karanlık Fabrikalar	118
2.3.9.1. Karanlık Fabrikaların Temel Fonksiyonları	120
2.3.9.2. Karanlık Fabrikaların Avantaj ve Dezavantajları	121
2.3.10. Yapay Zeka	122
2.3.10.1 Yapay Zekanın Uygulama Alanları	124
2.3.10.2. Yapay Zekânın Getirdiği Fırsatlar ve Riskler	124
2.3.11. Blok Zinciri (Block Chain)	125
2.3.11.1. Blok Zincirinin Türleri	127
2.3.11.2. Blok Zinciri Kullanım Alanları	127
2.3.11.3. Blok Zinciri Teknolojisinin Etkileri	127
2.3.12. Kripto Paralar/Bitcoin	128

BÖLÜM 3: ENDÜSTRİ 4.0 VE MUHASEBE	131
3.1. Nesnelerin İnterneti (IoT) Ve Muhasebe	131
3.2. Otonom Robotlar Ve Muhasebe	133
3.3. Büyük Veri Ve Muhasebe	134
3.4. Veri Madenciliği Ve Muhasebe	138
3.5. Bulut Bilişim Ve Muhasebe	139
3.5.1. Bulut Tabanlı Muhasebe Yazılımlarının Avantajları	142
3.5.2. Bulut Tabanlı Muhasebe Yazılımlarının Dezavantajları	143
3.6. Yapay Zeka Ve Muhasebe	144
3.7. Blok Zinciri ve Muhasebe	146
3.8. Bitcoin ve Muhasebe	150
3.9. Genel Bir Bakış	150
SONUÇ	180
KAYNAKÇA	183
ÖZGEÇMİŞ	208

KISALTMALAR

AICPA	: Amerika Sertifikalı Muhasebeciler Enstitüsü
AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme
BT	: Bilişim Teknolojileri
BSC	: Balans Denge Kartı (Balanced Scorecard)
CSS	: Basamaklı Stil Şablonu (Cascading Style Sheets)
EDI	: Elektronik Veri Alışverişi
EFKS	: Elektronik Fatura Kayıt Sistemi
EFT	: Elektronik Fon Transferi
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlaması
ETİK	: e-Ticaret Kurulu
FDM	: Faaliyete Dayalı Maliyetleme
FIFO	: İlk Giren İlk Çıkar (First In First Out)
GİB	: Gelir İdaresi Başkanlığı
GSM	: Cep Telefonu İletişim Protokolü
HTML	: Hiper Metin İşaret Dili
IaaS	: Altyapı Hizmeti (Infrastructure as a Service)
ICT	: Bilgi ve İletişim Teknolojileri
IoT	: Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)
IPv6	: İnternet Protokolü
ISACA	: Bilgi Sistemleri Denetim ve Kontrol Birliği
İK	: İnsan Kaynakları
KDEP	: Kısa Dönem Eylem Planı
LAN	: Yerel Alan Ağları
LIFO	: Son Giren İlk Çıkar (Last In First Out)
M2M	: Makineler Arası Bağlantı
MRP II	: Üretim Kaynakları Planlaması
MRP	: Malzeme İhtiyaç Planlaması
NCTS	: Yeni Bilgisayarlı Transit Sistemi
NFC	: Yakın Alan İletişimi
NIST	: ABD Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü

PaaS	: Platform Hizmeti (Platform as a Service)
RFID	: Radyo Frekanslı Etiketleri
RPA	: Robotik Süreç Otomasyonu
SaaS	: Yazılım Hizmeti (Software as a Service)
SET	: Güvenli Elektronik İşlemler
SFS	: Siber Fiziksel Sistemler
SGML	: Yapılandırılmış ve Genelleştirilmiş İşaretleme Dili
SOA	: Servis Odaklı Mimari
SSL	: Güvenli Soket Katmanı
WAN	: Geniş Alan Ağları
Wi-Fi	: Kablosuz Bağlantı Alanı
WSN	: Kablosuz Sensör Ağlar
WTO	: Dünya Ticaret Örgütü
XBRL	: Genişletilebilir İşletme Raporlama Dili
XML	: Geliştirilebilir İşletme Dili

TABLO LİSTESİ

Tablo 1	: Dijital Muhasebenin Fayda ve Maliyetleri	14
Tablo 2	: Endüstri 4.0'dan Beklentiler	65
Tablo 3	: Veri Madenciliği Süreci ve Süreçlerin Görevleri	91
Tablo 4	: Bulut Teknolojisinin Güçlü ve Zayıf Yönleri	96
Tablo 5	: Siber Fiziksel Sistemlerin Tarihi	100
Tablo 6	: Geleneksel İmalat Sistemi ile Endüstriyel SFS Karşılaştırması	101
Tablo 7	: Günümüz Fabrikaları ile SFS'le Donatılmış Fabrikaların Karşılaştırılması	108
Tablo 8	: 3D Yazıcılarla Üretim Yöntemleri ve Kullanılan Malzemeler	113
Tablo 9	: Yapay Zekanın Tarihsel Gelişimi	122
Tablo 10	: Yapay Zekanın Dört Tipi	123
Tablo 11	: Farklı Ülkelerdeki Bitcoin Uygulamaları	130
Tablo 12	: Büyük Verinin Muhasebe Mesleği İçin Avantaj Ve Dezavantajları	138
Tablo 13	: Geleneksel Muhasebe ile Bulut Tabanlı Muhasebe Karşılaştırması	141
Tablo 14	: Muhasebecilerin Bulut Bilişimi Benimsememe Nedenleri	142
Tablo 15	: Geleneksel Denetim ile Yapay Zeka İle Denetim Karşılaştırması	145
Tablo 16	: Endüstri 4.0 ve Yalın Üretim Tekniği	157
Tablo 17	: Muhasebecinin Görevleri ve Geleceği	178

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1	: Endüstriyel Devrimler	5
Şekil 2	: Dijitalleşmenin Kullanım Alanları ve Yaygınlaşması	6
Şekil 3	: Sektörlerin Dijitalleşme Performansları	10
Şekil 4	: İnternet ve E-Ticaretin İşletmeler Üzerine Etkisi	13
Şekil 5	: Geleneksel ve XBRL ile Finansal Raporlama Süreci Karşılaştırması	32
Şekil 6	: XBRL Öncesi ve Sonrası Finansal Raporlama	37
Şekil 7	: XBRL İle Finansal Raporlama	38
Şekil 8	: Malzeme İhtiyaç Planlaması Sistemlerinin Yapısı	42
Şekil 9	: Malzeme İhtiyaç Planlamasının Girdileri	43
Şekil 10	: Ana Üretim Programının Çalışma Alanı	44
Şekil 11	: Üretim Kaynakları Planlamasının Yapısı	46
Şekil 12	: Kapasite İhtiyaç Planlaması	48
Şekil 13	: ERP Sisteminin Konumu	51
Şekil 14	: ERP II ile ERP I Arasındaki Farklılıklar	58
Şekil 15	: Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Finansal Performans Üzerine Etkisi	61
Şekil 16	: Dünya Çapında Endüstriyel Robotların Satış Dinamikleri	62
Şekil 17	: Fabrika Organizasyonlarında Üç Yeni Model	63
Şekil 18	: Sanayi Devrimlerinin Üretim Hacmi ve Ürün Çeşitliliğine Etkisi	70
Şekil 19	: Endüstri 4.0'ın Tarihsel Gelişim Süreçleri	70
Şekil 20	: Kişi Başına Bağlı Cihazların Artışı	76
Şekil 21	: Otonom Robotlara Entegrasyon Sürecinde 5N1K	83
Şekil 22	: Büyük Veri ve Analitiğin Kullanım Alanları	86
Şekil 23	: Büyük Veride Kullanılan Veri Türleri ve Amaçları	87
Şekil 24	: Veri Madenciliğinin Tarihsel Gelişimi	89
Şekil 25	: Veri, Bilgi ve Kanı Süreci	91
Şekil 26	: Siber ve Fiziksel Domainlerin Bağlantısı	103
Şekil 27	: SFS'nin Planlama Tabanlı Yapısı	105
Şekil 28	: Üretim İşletmeleri İçin SFS Mimarisi	106
Şekil 29	: Bulut Destekli SFS'lerin Yapısı	107
Şekil 30	: Katmanlı Üretim Genel Süreci	114
Şekil 31	: Artırılmış Gerçekliğin İş Süreçlerine Etkileri	117
Şekil 32	: Akıllı Fabrikada Yatay ve Dikey Entegrasyon	120
Şekil 33	: Bulut Muhasebesinde İletişim	140
Şekil 34	: Endüstri 4.0 Sürecine Entegre Olmuş Firma Faaliyetleri	152
Şekil 35	: Muhasebe ve İşletme Fonksiyonları.....	154
Şekil 36	: Balanced Scorecard Temel Ölçütleri.....	158
Şekil 37	: Artırılmış Gerçeklik ve 3D Görüntüleme İle Prototip Kontrolü	161
Şekil 38	: Yazılım Programıyla Mamul Teknik Yapısı	162
Şekil 39	: Arttırılmış Gerçeklik İle Makine Kontrolü	163
Şekil 40	: Yeni Nesil Stok Ve Depo Yönetimi	165
Şekil 41	: Yeni Nesil Teknolojilerle Üretim Sürecinin Takibi	168
Şekil 42	: Mikro Denetleyiciden Sunucuya Aktarılan Saatlik Üretim Raporu	169
Şekil 43	: Volsoft Yazılımı Saatlik Performans Raporlama Örneği	170
Şekil 44	: Kaynak Operasyon Takibi.....	171
Şekil 45	: Yapay Zeka ve Sensörler Aracılığıyla Mamul Kontrol.....	172
Şekil 46	: Akıllı Personel Takip Cihazı	172

Şekil 47 : Mamul Veri Giriş Ekranı	173
Şekil 48 : Mamul Takip Rapor Ekranı	174

Tezin Başlığı: Endüstri 4.0'ın Muhasebeye Etkisi	
Tezin Yazarı: Salih TUTAR	Danışman: Doç. Dr. Recep YILMAZ
Kabul Tarihi: 17 Şubat 2018	Sayfa Sayısı: xii (ön kısım) + 208 (tez)
Anabilim Dalı: İşletme	Bilim Dalı: Muhasebe ve Finansman
<p>2011 yılında Almanya'nın açıklamış olduğu Endüstri 4.0 ile yeni bir döneme geçilmiştir. Endüstri 4.0 nesnelerin interneti (IoT), big data, bulut bilişim, siber fiziksel sistemler, arttırılmış gerçeklik, otonom robotlar, akıllı/karanlık fabrikalar ve block chain gibi bir çok alt başlığı içinde barındırmaktadır. Endüstri 4.0 ile üretim zincirindeki tüm halkaların birbiriyle entegre olan, sürekli etkileşim ve iletişim içinde bulunan, sensörler aracılığıyla ortamı algılayabilen, veri toplayan ve analiz ederek ihtiyaçları belirleyen robotlarla üretimin gerçekleştirilmesi sonucunda daha kaliteli, hızlı, esnek ve daha düşük maliyetli üretimin gerçekleştirilmesi tasarlanmaktadır. Ürün geliştirme aşamasında; tasarımdan gerekli malzeme kullanımına, pazarlamadan sevkiyata birçok süreçte daha şeffaf ve birbirine bağlı bir sistem kurulacaktır. Endüstri 4.0'ın piyasaların ve sektörlerin bir çok alanını etkilemesi beklenmektedir. Bu alanlardan biri olan muhasebe mesleğini de etkileyeceği/değiştireceği ortadadır.</p> <p>ERP sistemleriyle donatılmış piyasalardan müşteri talepleriyle ilgili verilerin toplanması ve bu verilerin analizi ile üretime karar verilmesi süreçlerinde, stok döngüsünü sensörler ve yapay zekalar aracılığıyla etkin ve verimli şekilde yönetilmesi sürecinde, üretim esnasında insandan kaynaklı hata payını robotlar aracılığıyla minimuma indirmesi, sanal gerçeklik, sanal fabrika veya 3D yazıcılar aracılığıyla üretilecek ürünün maliyetler çıkmadan önce kontrol edilmesinde, üretim sonucu elde edilen çıktının takibinde ve müşteri tarafından alınan geri bildirimlerin analizinde, tüm bu işlemlerin muhasebe kayıtları, faturalandırılması gibi görevlerin akıllı sistemler aracılığıyla yapılması, sistemden anlık veriler elde edilmesi sayesinde gerçek zamanlı raporlamaya imkan vermesi, denetim kalitesini ve sürekliliği arttırması gibi muhasebe alanında bir çok yenilik, kolaylık ve verimlilik getirmesi beklenmektedir. Bu sebeple bu çalışmada kavramsal açıdan Endüstri 4.0 ve getirdiği yenilikler incelenmiş, günümüz muhasebecilik mesleğine olası etkilerinin neler olabileceğine ilişkin tespitler yapılmıştır.</p>	
Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Muhasebe, Dijitalleşme, Maliyet Muhasebesi, Yönetim Muhasebesi	

Title of Thesis: The Effect of Industry 4.0 On Accounting**Author:** Salih TUTAR**Supervisor:** Assoc. Prof. Recep YILMAZ**Date:** 17 Şubat 2018**Nu. of Page:** xii (Prep.) + 208 (Main Body)**Department:** Business**Subfield:** Accounting and Finance

A new era was started with the "Industry 4.0" announced by Germany in 2011. Industry 4.0 contain many sub-headings such as IoT, big data, cloud computing, cyber physical systems, augmented reality, autonomous robots, smart/dark factories and block chains. Industry 4.0 integrates all the factors in the production chain, incessant interaction and communication between machine, sensing sensor, determine needs by collecting and analyzing data by robots. Thus, the production process is planned to be realized in a more qualified, fast, flexible and lower cost production. In this way, a more transparent and interconnected system will be established in many processes during product development. Industry 4.0 is expected to affect many areas of markets and sectors. It is obvious that it will affect / change the accounting profession which is one of these areas.

In the processes of collecting data related to customer demands from markets equipped with ERP systems and analyzing these data and deciding on production, efficient and efficient management of the stock cycle through sensors and artificial intelligence; minimizing the amount of error caused by the human during production; pre-control of products to be produced through virtual reality, virtual factory and 3D printers; the analysis of the output obtained from the production and the feedback received from the customers; doing task such as accounting and invoicing of all these transactions through smart systems; allowing real-time reporting by taking instant data from the system; increase the quality and continuity of the audit. it is expected to bring many innovations, convenience and efficiency in accounting. For this reason, in this study, it is aimed to examine the concept of Industry 4.0 and its innovations and present the possible effects on the accounting profession.

Keywords: Industry 4.0, Accounting, Digitalization, Cost Accounting, Management Accounting

GİRİŞ

Birinci sanayi devrimi 18. yüzyılda İngiltere öncülüğünde buharlı makineler ve lokomotifler gibi teknolojik ilerlemelerin ve toplumda yaşanan diğer değişkenlerin neticesinde başlamış ve tüm dünyaya yayılmıştır. Birinci endüstri devrimiyle birlikte yaşanan en önemli değişim, organizasyon yapısında gerçekleşti. Önceleri el ile üretim yapan zanaatkarlar fabrikalar olarak adlandırılacak olan sistemin çatısı altında toplandı ve “mavi yakalı” denilen sınıfı oluşturdu. Fabrikalarla birlikte iş bölümünü, uzmanlaşma ve seri üretim gibi faaliyetler başarılı bir şekilde yürütülmeye başlandı.

İkinci endüstri devrimi 19. yüzyılın sonlarına doğru ABD öncülüğünde yaşanmaya başladı. İkinci sanayi devriminin yaşandığı dönemde kimya alanındaki gelişmeler doğrultusunda içten yanmalı motorlar icat edildi ve çelik, elektrik, petrol, haberleşme, ulaştırma ve tıp alanında yaşanan gelişmeler süreci hızlandıran etkenler oldu. 20. yüzyılın başlarında yaşanan en büyük değişikliklerden biri ise montaj hattında gerçekleşti. Henry Ford, 1913 yılında otomotiv üretim fabrikasında ilk hareketli montaj hattını kurdu ve üretim sürecinde köklü bir değişime vesile oldu. Ford’un tasarladığı üretim hattında, her bir işçi, her bir ürün için tekrarlanan üretim süreci içinde tek bir göreve atıldığı ve görevi bittiğinde, ürünün tüm aşamaları tamamlanıncaya kadar kendine özgü görevini yerine getiren bir sonraki işçiye aktarıldığı bir organizasyon şekli oluşturdu. Elektriğin üretim sürecinde kullanılmasıyla, üretim hatlarını çalıştırmak için konveyör bantlarını kullanan otomatik üretim süreçleri uygulanmaya başlayarak seri üretimde verimlilik artışı yaşandı. Ayrıca, üretim sürecinin birçok özel görevlere bölünmesi ve otomatik montaj hatlarının uygulanması, yönetme, organize etme, izleme ve kontrol etme süreçlerini hızlandırdı ve kolaylaştırdı.

Aynı dönemde literatüre “Taylorizm” olarak geçen ve Frederick W. Taylor tarafından vurgulanan montaj hatlı fabrikalarda büyük ölçekli üretimin temel ilkelerini ortaya koyarak verimliliği ve karı maksimize etme fırsatlarından yararlanılabileceği vurgulandı. Taylor’un ortaya koyduğu üretim sistemine karşı yapılan en önemli eleştirilerden biri işgörenlerin yaptıkları işe karşı yabancılaşmalarına neden olmasıdır. Bu durum işgücünü ticarete konu olan bir metaya dönüşmesine ve işçiler arasındaki

rekabetin yoğunlaşmasına neden olarak maaşların ve işçi güvencelerinin düşmesine neden oldu.

İşçilerin durumlarının kötüleşmesi ve emeğin sömürülmesi görüşü sendikaların ortaya çıkmasına neden oldu. Sendikaların yeni sahip oldukları pazarlık gücü ile yönetim ve fabrika sahiplerini çalışma ortamını iyileştirmeye, ücretleri artırmaya ve diğer ayrıcalıklar tanımaları için zorlamaya başladılar. Sendikaların güçlenmesi ve fabrika sahiplerinin karlarının azalması, yöneticilerin otomasyon sürecini hızlandırmasına yönelik bir baskı yarattı. Bu sayede üretim sürecinde karlılığı ve verimliliği arttırmak için makinelerin kullanılması daha da önemli bir konuma gelmiş oldu. Üretim sürecinde makineler kullanılarak, insan emeğindeki yüksek risk faktörünü ortadan kaldırmaya çalışarak üretim süreçlerini öngörülebilir, tutarlı ve güvenilir hale getirdiler.

Transistörlerin 1947 yılında tanıtılması teknolojik bir sıçrama yaşanmasına neden oldu ve sonraki 20 yıl içinde bilgisayarların gelişmesinin önünü açtı. Bilgisayarların 1980'lerde daha da yaygınlaşması, birçok iş için bir zorunluluk haline geldi ve bilgisayar kontrollü süreçleri, üretim otomasyonunu ve süreçten beşeri güce duyulan ihtiyacın azalmasını hızlandırdı. Yaşanan bu gelişmeler Dijital Devrim veya üçüncü endüstriyel devrim olarak adlandırıldı.

Bu sürecin devamında 2011 yılında Almanya'da Hannover Fuarı'nda ortaya atılan ve Endüstri 4.0 veya Makine Çağı olarak adlandırılan dördüncü endüstri devrimini başlandı. İşletmelerin küresel ekonominin gerisinde kalmamaları ve rekabet gücü elde edebilmeleri için, çalışanlardan ülkelerin ekonomik yapısına kadar geniş bir kitlenin dördüncü sanayi devrimine uyum sağlamaları gerekmektedir.

Genel olarak, Dördüncü Endüstri Devrimi'nin karmaşık yapısı ve yeni güvenlik sorunlarının yanı sıra, işletme süreçlerini ve örgüt yapılarını değiştireceği ortadadır. Bu değişimin temel etmenleri arasında Endüstri 4.0'ın sekiz temel teknolojisi yatmaktadır. Bunlar otonom robotlar, veri analizi ve yapay zeka, gömülü sistemler (sensörler), nesnelerin interneti, bulut bilişim, katmanlı üretim ve artırılmış gerçekliktir. Bu teknolojiler siber güvenlik, RFID ve RTLS teknolojileri ve mobil teknolojiler, gerçek zamanlı veri yönetimi, birlikte çalışabilirlik, dijitalleşme, esneklik ve çeviklik, entegrasyon gibi faaliyetleri desteklemektedir.

Her bir endüstri devrimi meslekleri, sektörleri, toplumları, organizasyon yapılarını ve çalışanları etkilemiştir. Dördüncü endüstri devrimi de diğer devrimlerde olduğu gibi birçok alanı etkileyecektir. Muhasebe temel konusu işletmeler olması sebebiyle işletmeleri etkileyen her gelişim muhasebe mesleğini ve muhasebe çalışanlarını da etkileyecektir.

Çalışmanın Konusu:

Bu bağlamda araştırmanın konusu, Endüstri 4.0'ın tasarım ilkeleri ve destekleyici teknolojileri açıklamak, aralarındaki temel ilişkileri ortaya koymaktır. Akıllı ürünler ve akıllı süreçler arasındaki temel bağlantılar konusunda kavramsal bir çerçeve çizerek Endüstri 4.0'ın işletmelere olası etkilerini muhasebe çerçevesinde ele almaktır.

Çalışmanın Önemi:

Günümüzde işletmeler teknolojiye ve dijitalleşmede yaşanan hızlı değişimlere maruz kalmakta ve sürdürülebilirliklerini sağlamak için uyum sağlamak zorundadır. Bu çalışma Endüstri 4.0'ı ve temel bileşenlerini kavramsal açıdan detaylı bir şekilde ele alması bakımından önemlidir. Konunun yeni olması, işletmelere etkisinin, genel çerçevelerinin ve özellikle muhasebe ile ilişkisi hakkındaki çalışmaların kısıtlı olması çalışmanın bir diğer ayırıcı yönüdür. Çalışmada işletmeler açısından yeni bir kavram olan Endüstri 4.0'ın işletme süreçleri ile ilişkisini ortaya koymak ve uygulamaların olumsuz etkilerini azaltmak için yol haritası sunulmuş olacaktır.

Çalışmanın Amacı:

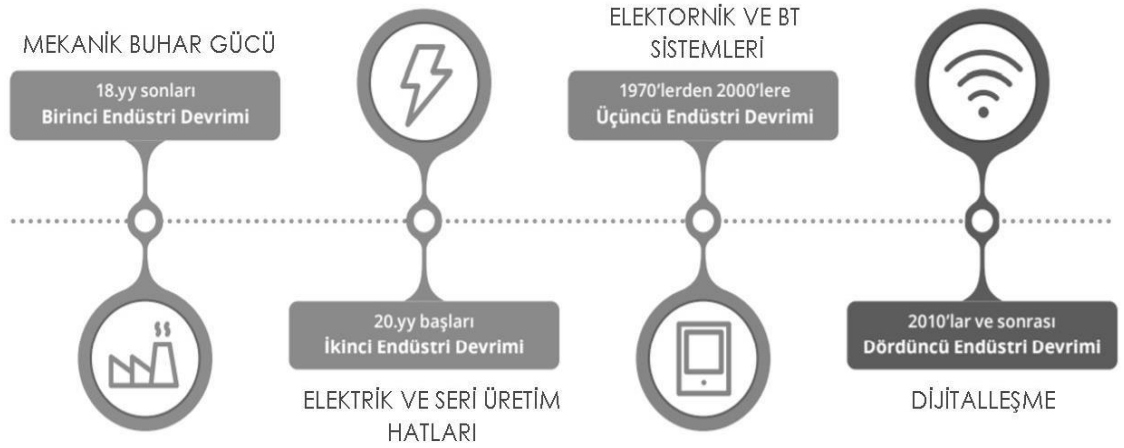
İşletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri için dijitalleşmedeki hızlı değişimleri iyi bir şekilde kavramalı ve organizasyonlarına uygulamaları kaçınılmaz bir hal almıştır. İşletmeler açısından dijitalleşme, müşteri talepleriyle ilgili verilerin toplanmasından satış ve sonrası hizmetlere kadar tüm süreçleri kapsamaktadır. Gelişmiş sistemler aracılığıyla tüm bu süreçlerin belgelendirilmesi ve muhasebeleştirilmesi gibi işlemlerin gerçekleştirilmesi, sistemden gerçek zamanlı veriler elde edilerek anlık raporlamaya imkan vermesi, denetim kalitesini ve sürekliliği arttırması gibi muhasebe alanında bir çok yenilik getirmektedir. Bu çalışmada günümüzde yaşanan dijitalleşmenin ve teknolojik gelişmelerin getirdiği yenilikler incelenerek, muhasebe alanına olası etkilerinin neler olabileceğinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Çalışmanın Yöntemi:

Çalışmada yöntem olarak teoriyi parçalara ayırarak daha derinlemesine bir inceleme yapması açısından kavramsal bir çalışma niteliği taşımakla beraber kapsamlı bir literatür taraması da yapılmıştır. Türkiye'nin dijitalleşme seviyesi de göz önünde bulundurulduğunda işletmelerin tam anlamıyla Endüstri 4.0'a entegre olabilecek alt yapıya sahip olmamalarından dolayı Endüstri 4.0 ile Endüstri 3.0 beraber ele alınacaktır. Endüstri 4.0'ın tam anlamıyla uygulanabilmesi için tüm sektörlerin ve firmaların endüstri 4.0'a entegre olması gerekmektedir. Tek bir firmanın endüstri 4.0 düzeyinde faaliyet göstermesi, firma dış çevresiyle iletişim kopukluğuna neden olacağından sürecin tıkanmasıyla sonuçlanacaktır. Tüm sektörlerin endüstri 4.0'a uyumlu olması zaman alacağı gibi bir firmanın da tümüyle Endüstri 4.0'a uyum sağlaması da zaman alacaktır. Bu sebeple firmalarda öncelikle bazı süreçler endüstri 4.0'a entegre olurken bazı süreçler ise günümüzde kullanılmakta olan teknolojiyle devam edecektir. Bu bağlamda Dünya'da neler oldu, neler oluyor ve ne olacağı konusu, işletmelerin bu sürece entegre olmasını kolaylaştırmak ve yol göstermek açısından örneklerle anlatılacaktır. Bu doğrultuda konuyu ele alırken birinci bölümde öncelikle dijitalleşme kavramı açıklanmış, dijitalleşmenin getirdiği ve ülkemizde de hızlı bir şekilde ilerleyen e-dönüşüm süreçleri ele alınmış ve devamında ise temel işletme bilişim programlarından bahsedilmiştir. İkinci bölümde Endüstri 4.0 bileşenleri ve işletmelere etkileri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmanın son bölümü olan üçüncü bölümde ise dördüncü sanayi devriminin muhasebeye olası etkileri örneklerle anlatılmaya çalışılmıştır.

BÖLÜM 1: DİJİTALLEŞME

Teknoloji, özünde üretime yönelik bilgi birikimidir, bu sebeple üretim süreçlerine direkt veya endirekt etkisi vardır. Bu etki ile teknolojik gelişmeler sonucunda üretim sistemleri/yöntemleri de değişmekte ve gelişmektedir. Üretim yöntemi olarak makinelerden ziyade el becerilerinin kullanıldığı 1800-1930 yılları arasında müşteri taleplerine duyarlılık ve ürün seçenekleri bakımından avantajlı olsa bile, üretim miktarının azlığı, üretim süresinin uzun olması ve üretim maliyetlerinin yüksek olması dezavantajları arasındadır. 20. yüzyıla gelindiğinde makineleşme artmış ve kitlesel üretim kavramı ortaya çıkmıştır (Agrawal ve Hurriyet, 2004: 325). Kitlesel üretim yöntemi sonucu üretilen ürünlerin benzerliği devamında kitlesel kişiselleştirme kavramını ortaya çıkarmıştır. Bu sürecin devamında da kişisel bilgisayarların ve internetin yaygınlaşması ile dijitalleşme kavramı önem kazanmıştır. Yaşanan teknolojik gelişmeler veya devrimler üretim yöntemlerini etkilediği gibi toplumsal yapıları da etkilemektedir. Buharlı makinelerin kullanıldığı 18. ve 19. yüzyıllarda tarım toplumundan sanayi toplumuna doğru dönüşüm yaşanmış, 20. yüzyılda ise bilgi teknolojilerinin artması sonucu sanayi toplumundan bilgi toplumuna doğru değişim göstermiştir (Şeker, 2005: 388).



Şekil 1: Endüstriyel Devrimler

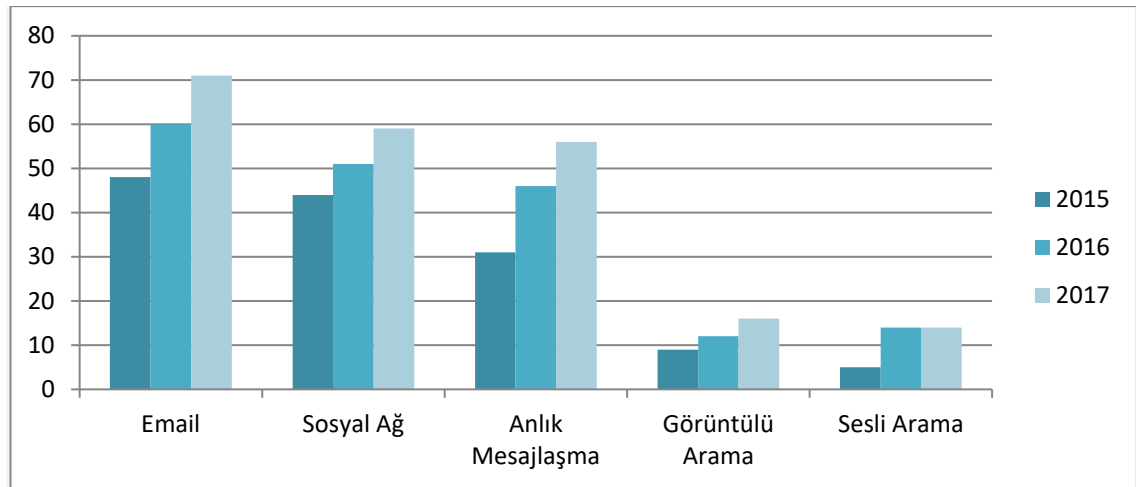
Kaynak: Saçıkara G. ve Özdemir T., “Tedarik Zincirinde Dijital Tedarik Ağlarına Geçiş”, Deloitte Times, 2017, 20-22.

Dijital kelimesinin sözlük anlamı sayısal verilerin bir ekran üzerinde gösterilmesidir (TDK, 2018). Ancak internetin ve bilgisayarın gelişmesi ve yaygınlaşması sonucu

verilerin dijitalleşmesinin yanı sıra süreçlerde dijitalleşmektedir. Dijitalleştirme ise bir organizasyon, endüstri ya da ülke tarafından dijital veya bilgisayar teknolojisinin kullanımının benimsenmesi veya artmasıdır (Brennen ve Kreiss, 2014). İş dünyasında dijitalleşme ise, gelir yaratmak, işleri geliştirmek, iş süreçlerini değiştirmek ve günlük işler için bir ortam yaratmak amacıyla dijital teknolojilerin ve verilerin kullanılması anlamına gelir (I-Scoop, 2017).

BarNir, Gallagher ve Auger (2003: 795), iş süreçlerinin dijitalleştirilmesini, yenilikçiliğin ve düşük maliyetli üretimin sağlanmasına yönelik stratejik çabaların yürütülmesine katkıda bulunan faktörlerden biri olarak görmektedir. Bu dijitalleşme hem yeni teknolojinin organizasyona dahil edilmesini hem de bu yeni teknolojinin mevcut süreçlerle bütünleşmesini içerdiğinden, hem bir ürün hem de süreç olarak görülebilir.

Wolfgang ve Leo (2015: 1) teknolojik gelişmeyi “birçok hizmet endüstrisinde tipik olan analitik, yorumsal ve etkileşimli görevleri yerine getiren yazılımların geliştirilmesini sağlamaktadır” şeklinde açıklar.



Şekil 2. Dijitalleşmenin Kullanım Alanları ve Yaygınlaşması

Kaynak: Deloitte, “There Is No Place Like Phone, Global Mobile Consumer Survey 2017: UK Cut” 2017, sayfa 42.

Toplumda yeni nesil teknolojilerin ne kadar hızlı geliştiğini anlamak için Deloitte’in 2017 yılında dijitalleşmenin kullanımındaki değişikliği ortaya çıkarmak için yaptığı araştırmanın sonuçları Şekil 2’de gösterilmiştir.

PWC (2016: 3), yeni nesil teknolojide mobil cihaz kullanımının önemini göstermiştir. Yayınladıkları araştırma sonuçlarına göre, “Dijital teknoloji etkisini genişletmeye devam ediyor. Dijital dünyanın altyapı omurgası, milyarlarca tüketiciye ekonomik geniş bant getiriyor. Paralel olarak, her endüstride düşük maliyetli bağlı cihazlar devreye sokuluyor, bulut bilişim ve hızlı bilgi işleme makineleri hızla ilerliyor”. Düşük maliyetli cihazlar (özellikle mobil cihazlar) ve hızlı bilginin varlığı (sosyal medya ve analitik) yeni nesil teknolojiyi oluşturmaktadır.

Dijital inovasyon hem insanlar hem de şirketler açısından içinde buldukları çağa uyum sağlayabilmeleri için bir zorunluluktur. “Her şeyin” dijitalleştirildiği bir dünyada gerçek zorunluluk, işletmelerin rekabette önce kendi iş modellerini değiştirmek için inovasyonu sürdürmeleridir. Yeni nesil müşterilerin talep ve beklentileri, şirketlerin değişim hızına ayak uydurması gerekliliğini ortaya çıkarır. Aksi halde şirketlerin bu değişim hızına uyum sağlayamaması varlıklarını sürdürememesi anlamına gelir.

Genel olarak tüm endüstrilerde tamamen dijitalleşmiş şirketlerin, tamamen dijitalleşmemiş şirketlerden faaliyetler, araçlar, bilgi paylaşımı ve iletişim konusunda daha etkili oldukları gözlemlenmiştir. Bu stratejik avantajları yakalamak için şirketlerin inovasyon stratejileri olmalı ve dijitalleşme yoluyla işlerini hızla entegre edebilecek nitelikleri bulunmalıdır. Dijitalleşme sürecine başarılı şekilde uyum sağlayan şirketlerin çalışanlarına dijital teknikleri etkili bir şekilde kullanabilmeleri konusunda daha fazla bilgi sağladıkları da belirtilmiştir (Kane vd. 2015: 33).

Dijitalleşmenin bir yenilik olduğunu ve bu nedenle muhasebe endüstrisinde değişiklik sağlayacağını anlamak önemlidir. Dijital muhasebe, yeni müşteri segmentlerini karşılamak ve yeni pazarların yükselmesini sağlamak için yeni teknikler, hizmetler ile endüstri değeri yaratmayı sağlayacaktır. Muhasebe faaliyetlerinin dijitalleşmesi, daha iyi ve yeni çözümler geliştiren yeni teknolojilere dayanmakta ve muhasebe şirketlerine yeni teknolojiyi adapte etmeye ve sunulan hizmetleri ve ürünleri değiştirmeye zorlamaktadır (<https://online.scu.edu.au>, 2016).

1.1. Muhasebe ve Dijitalleşme

Muhasebe mesleğinin geçmişi milattan önce 4000 yılına dayanmaktadır. Bu süre zarfında yaşanan teknolojik ilerlemeler ve endüstri devrimlerine uyum sağlayabilme kabiliyeti sayesinde bir meslek olarak varlığını sürdürmeye devam etmektedir (I

Boundless, 2015). Amerikan Yeminli Mali Müşavirlik Enstitüsü muhasebe mesleğinin tanımını: “finansal karaktere sahip, parasal işlem ve olayları, sonuçlarıyla birlikte önemli ölçüde ve maddi olarak kaydetme, sınıflandırma ve özetleme sanatı” olarak tanımlamaktadır. Muhasebe “işletme dili ”dir ve finansal bilgilerin raporlanmasını içerir (I Boundless, 2015). Muhasebe tanımına son yıllarda eklenmesi gereken bir diğer özellik de muhasebenin, bir işletmenin ekonomik sürdürülebilirliğini yöneten, finansal kaynakları kullanarak çevresel sürdürülebilirliği de içeren geleneksel bir bakış açısına sahip olması olacaktır (UNSW, 2016).

Kâğıt tabanlı muhasebe, analog muhasebenin saf şeklidir. Verileri yönetmek ve depolamak için kullanılan ilk muhasebe tekniğidir. Günümüzde, verilerin toplanması, analiz edilmesi ve depolanması süreçleri daha karmaşık, zaman isteyen ve paralel veri depolama talebine ihtiyaç duyulan bir hale gelmiştir. Muhasebe mesleğinin yaşı göz önünde bulundurulduğunda çok fazla dönüşüm yaşadığı söylenemez. İlk büyük değişim, 1980'lerde bilgisayarların icat edildiği zaman yaşandı, o zamana kadar muhasebe yalnızca analog olarak yapıldı. Bilgisayarlar çevrimdışı yazılımları kullanıma sunmuş ve daha verimli yönetmeyi kolaylaştırmıştır. Ancak bugün hala, analog prensipler ve araçlar birçok muhasebe şirketinin günlük çalışmalarının bir parçasıdır. Muhasebe endüstrisi için ikinci büyük teknolojik değişim bugün hala devam eden dijitalleşme sürecidir. Bu değişim endüstrinin dijitalleştirilmiş muhasebe fırsatları göz önüne alındığında yazılım programları, çevrimiçi araçlar, bulut çözümleri, web uygulamaları, verilerin dijital olarak saklanması gibi dijital araçlara sahiptir.

Finansal bilgileri dijital araçlar ve yöntemler yardımıyla ileterek, muhasebe süreçlerinin dijitalleşmesine dijital muhasebeye denilmektedir. Muhasebe mesleğindeki birçok günlük süreç yeni teknolojilerle değişti ve günümüzde de birçok alanda dahili olarak büyük ölçüde dijital hale geldi. Dijitalleştirilmiş araçlar, muhasebe faaliyetlerinin günlük süreçlerinde ve eylemlerinde daha fazla esneklik sağlamaktadır. Dijital fırsatlar gittikçe daha fazla kabul görmekte ve muhasebe endüstrisine entegre olmaktadır, aynı zamanda dijital teknolojiler daha hızlı gelişmekte ve yeni çözümler sunmaktadır. Bu, muhasebe şirketlerini sadece yeni teknolojiye adapte olmalarını değil, aynı zamanda rekabetçi olmalarını sağlamak için dijitalleşme değişiklikleriyle hizmetlerini ve ürünlerini nasıl değiştireceklerini de dikkate almaya zorlamaktadır. Dijitalleştirilmiş muhasebenin bir çok faydası vardır, ancak temel olarak üç kategori ile açıklanırsa:

Verilere erişim, karşılaştırmanın daha hızlı yapılabilceği ve daha esnek çalışma imkânları sunabilir (Southern Cross University, 2016).

Muhasebe endüstrisinin dijitalleşmesiyle meydana gelen bir trend sayesinde, geleneksel faturalandırma sistemi, müşteri iletişimi için saatlik faturalandırma sistemine yerini bırakıyor. Dijitalleşme muhasebe mesleğine yukarıda bahsi geçen faydalarla verimlilik artışını sağlamaktadır. Dijitalleşmiş ve bilgisayarlı çevrimiçi muhasebe araçları daha fazla iş imkanı yaratacaktır. Otomatik, detaylı, sayısal ve daha doğru verilere daha kolay erişim; otomasyon sayesinde daha güvenilir veri; bulut depolama yoluyla daha güvenli depolama; daha az maliyet ve zamanın verimli kullanılması durumları gerçekleşecektir. Verilerin daha kolay gözden geçirilmesi ve şirketin büyümeye yönelik ölçeklendirilebilirliği kolaylaşacak ve raporlar daha az karmaşık hale gelecektir (Southern Cross University, 2016).

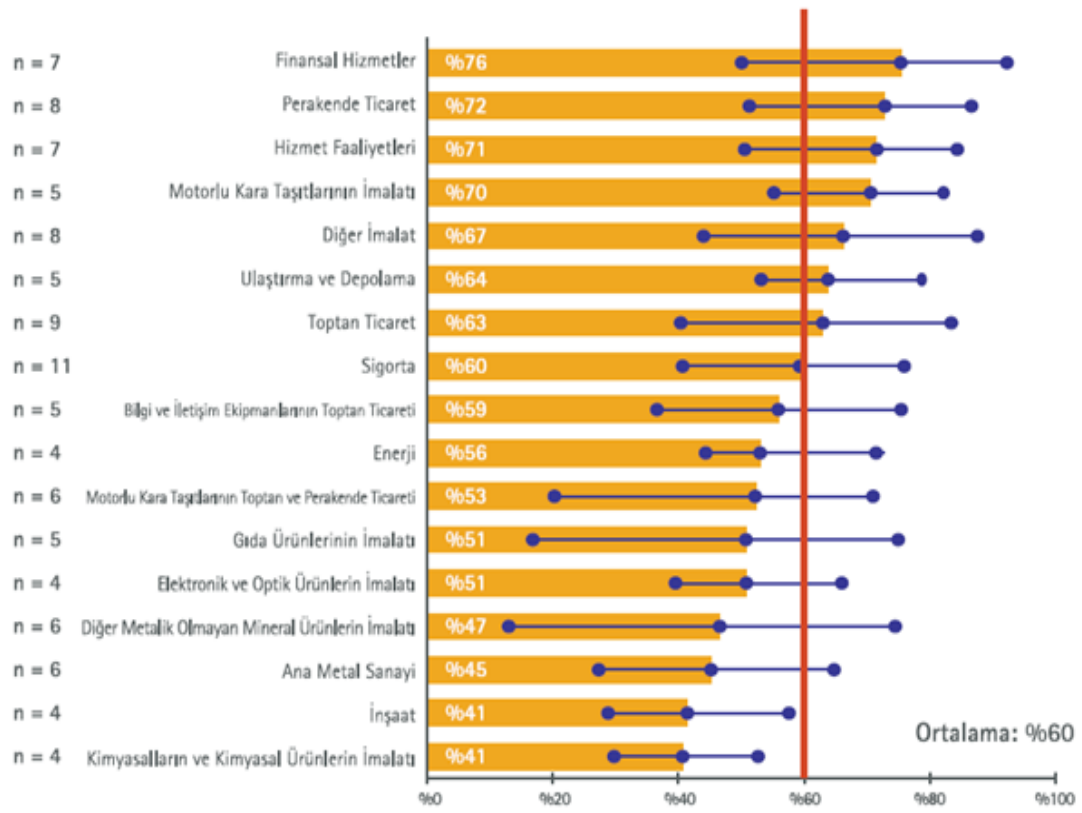
1.2. Finans ve Dijitalleşme

Accenture'nin (2016: 4) yaptığı Yeni Nesil Finansal Hizmetler Araştırması'na göre: "Gelişmiş teknolojilerin ve yeteneklerin ortaya çıkarılması, yeni mevcut verilerden değer katma yeteneklerinin benimsenmesi ve finansal hizmetler şirketlerinin liderlik rollerinde değişikliğe neden olmaktadır". Finans sektöründe yeni nesil teknolojinin sağladığı faydaları veriye dayalı karar verme, yeni iş fırsatlarını keşfetme, daha fazla verimlilik ve risk yönetimi şeklinde açıklamışlardır.

Finansal hizmet sağlayıcıları, verileri korumak ve kullanmak için veri depolama sistemlerine sahip olmak zorundadır. Çoklu platform sistemlerini entegre etmek için veri detaylandırma yapmaları gerekmektedir (Accenture, 2016: 8). Yeni nesil teknoloji, finansal hizmet sağlayıcıları için dünya çapında geniş kapsamlı fonksiyonlar oluşturmaktadır. Bu fonksiyonların kontrol edilmesi, izlenmesi ve planlanması iş arayanlar için yeni fırsatlar yaratmaktadır. Dijitalleşmeyle birlikte verilerin daha etkili ve verimli bir şekilde kullanılması risk yönetimi ve raporlama sürecine katkı sağlayacaktır. Eldeki verilerin korunması ve saklanması için güvenlik düzenlemeleri yapılmalıdır. Finansal hizmet sağlayıcıları, verileri korumak ve kişisel bilgilerin güvenliğini sağlamaktan sorumludur. Bu yüzden yeni nesil teknoloji, iyi tasarlanmış veri modelleri ve düzenleyici sistemlere uygun güvenlik sistemleri ile uygulanmalıdır.

1.3. Dijitalleşmenin İşletmelere Etkisi

Accenture firmasının 2015 yılında farklı sektörlerdeki dijitalleşme seviyesini ortaya koymak için yaptıkları çalışma olan Accenture Dijitalleşme Endeksi'ne göre finansal hizmetler dijitalleşme anlamında en iyi performansı gösteren sektör olmuştur. Yapılan çalışmada, Türkiye'deki işletmelerin dijitalleşme seviyelerinin ortalaması %60 olarak hesaplanmış ve bu oranın altında kalan sektörlerin en son ikisi ise kimyasal ürünlerin imalatı ve inşaat sektörleri olarak belirtilmiştir. Bu araştırmanın sonuçları Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3: Sektörlerin Dijitalleşme Performansları

* n= Sektördeki şirket sayısı

** Mavi çizgiler sektör grubundaki maksimum ve minimum puan farkını göstermektedir.

Kaynak: Accenture Dijitalleşme Endeksi Türkiye Sonuçları, 2015, s.18

Yapılan çalışmanın bir diğer sonucu ise işletmelerin dijitalleşmiş ürünler ve müşteriye yönelik yetkinliklerden ziyade işletme içindeki kabiliyet ve süreçlerde dijitalleşmeye odaklanılmış olduğudur. Şirketlerin dijitalleşme amaçları öncelikle süreç verimliliğini

arttırmak ve maliyetleri azaltmaktır. Büyüme desteklemek ve yeni müşterilere ulaşmakta dijitalleşme amaçları arasındadır (Accenture, 2015: 19).

1.4. Dijitalleşmeyle Gelen Fırsatlar, Zorluklar ve Riskler

Dijitalleşme süreci ve bu sürecin sonucu olan yeni nesil teknolojiler üretim süreçlerini, müşteri taleplerini, iletişim yapısını ve ekonomik yaşamın tüm taraflarının faaliyet yapılarını değiştirmiştir.

Günümüzde dijitalleşme sürecine entegre olabilen işletmelerde; dijitalleşmenin getirdiği yenilikçi fırsatlar ve yeni iş modelleri, işletmenin verimlilik seviyelerini artırarak beklentilerine ulaşmaları ve karlılık seviyelerini arttırmalarına yardımcı olduğu kabul edilmektedir (Downes ve Nunes, 2014: 77).

İşletmelerin sürdürülebilirliklerini sağlayabilmeleri için dijitalleşme sürecine entegre olması ve bu doğrultuda çalışmalar yapması gerekmektedir. Bu sebeple işletmeler belirlediği strateji ve hedeflere ulaşma sürecinde dijitalleşmeyi dikkate almaları gerekir. Dijitalleşme ve yeni nesil teknolojilerdeki hızlı değişim her sektörü ve her işletmeyi etkileyebilecek potansiyel riske sahiptir (OECD, 2015: 24).

İşletmelerin dijitalleşme hedeflerine ulaşabilmek için maliyetler, karmaşık yapılar ve mevcut altyapılarının yetersiz kapasitesi gibi engelleri aşmaları gerekmektedir. Dijitalleşme yatırım esnekliği ve diğer işletmelerin bilişim teknolojilerini kullanma imkanı sağlar. Ayrıca veri depolama, analiz etme ve kullanma faaliyetlerinde bulut bilişim teknolojisi işletmelere fayda sağlayacaktır.

Dijitalleşmenin işletmelere etkisi iki temel görüş üzerine dayanmaktadır. Bunlardan birincisi yıkıcı etki diğeri ise yüksek etkidir. Konuyla ilgili yapılan bir araştırma da yöneticilere sorulan “Dijitalleşmenin, sektörünüze etkisini nasıl değerlendiriyorsunuz?” sorusuna verilen cevaplar; %45 yıkıcı etki, %47 yüksek etki, %8 ise düşük etki şeklindedir (Harvard Business Review(a), 2015: 3). Buradan çıkarılacak sonuç ise çalışmaya katılan her yöneticinin dijitalleşmenin sektörlere olan etkisinin farkında olmasıdır.

İşletmelerin dijitalleşme sürecindeki karşılaştıkları engelleri aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür (Harvard Business Review(a), 2015: 14):

- Departmanlar arası koordinasyon yetersizliği,
- İşletme içindeki karar alma süreçleri ve çeviklik,
- Regülasyonlar,
- Örgütsel kültür,
- Finansal kaynak tahsisindeki yetersizlik,
- Dijitalleşmenin finansal katkısına olan inanç,
- Örgütsel hedefler,
- Örgütsel yetenekler ve kaynaklar,
- Bilgi güvenliği,
- Üst yönetim desteği,
- Geçmiş proje deneyimleri.

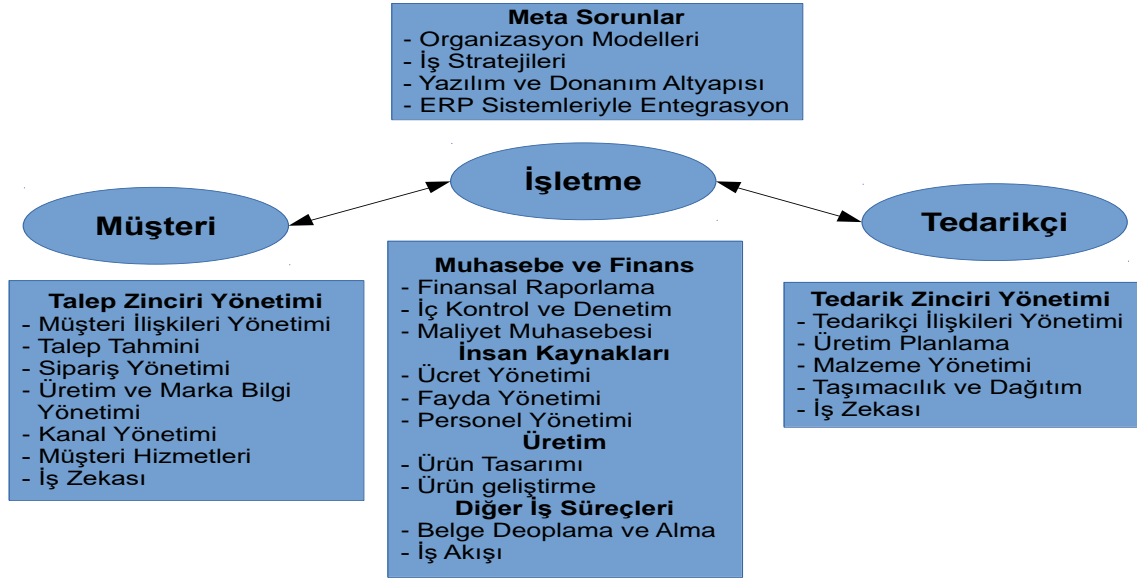
İşletmelerin dijitalleşme sürecine entegrasyon sırasında güvenlik konusuna da dikkat etmeleri gerekmektedir. Sürekliliği sağlamak ve karşılaşılabilecek riskleri minimuma indirebilmek için işletmelerin sahip oldukları verilerin korunması konusunda hassas davranmaları gerekir. Bunun için sanal ağ güvenliğinin ve internet bağlantılarının bant genişliğinin korunması için gelişmiş teknolojiler kullanılmalıdır (Harvard Business Review(b), 2015: 42).

Dijitalleşmenin işletmeler üzerine etkisini tam anlamıyla bir fırsat veya bir risk olarak nitelendirmek mümkün değildir. Dijitalleşmenin yıkıcı tarafı işletmelerin elde ettikleri rekabetçi gücü çok hızlı bir şekilde tersine çevirebilecek potansiyele sahiptir. İçinde bulunduğumuz bilgi çağında son on yıl içinde birçok geleneksel işletme çağa uyum sağlayamayarak yok olmuştur. Fortune 500'daki şirketlerin neredeyse yarısının 2000 yılından bugüne kadar iflas etmesi veya satın alınması bu yıkıcı etkinin açık bir göstergesidir (Constellation Research, 2014: 28). Öbür taraftan dijitalleşme ile ortaya çıkan fırsatları iyi değerlendiren işletmeler faaliyet ve örgütsel yapılarını kısa sürede değiştirerek rekabet etme güçlerini arttırabilmektedir.

1.5. Dijital Muhasebe

Muhasebe, bilgi teknolojilerindeki değişimlerle birlikte iş performansını ölçme bilimi veya sanatı tanımlamasından öteye geçmiştir. Veritabanları ve veri ambarları, kişisel bilgisayarlar ve verimlilik yazılımları, özel muhasebe yazılımları ve Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) sistemleri, Yerel Alan Ağları (LAN) ve Geniş Alan Ağları (WAN) ile diğer dijitalleşmenin getirdiği yenilikler muhasebe teorisi ve pratiği üzerine damgasını vurmuştur. Veri giriş mekanizmaları, veri depolama ve işleme mekanizmaları, dönem sonu raporları, iç kontroller ve denetim yöntemleri son birkaç yıldır sürekli olarak dijital olarak değişmekte ve gelişmektedir (Deshmukh, 2006: 95).

Elektronik Veri Alışverişi (EDI) ve Elektronik Fon Transferinin (EFT) gelişmesi muhasebe bilgilerinin dijital olarak değişiminin başlangıcı olarak kabul edilebilir (Deshmukh, 2006: 97). İnternet ve e-ticaretin yaygınlaşması sadece iş süreçlerini değiştirmekle kalmamış, aynı zamanda yerleşik iş süreçlerinin temellerini de sarsmıştır. Bu değişimler özet olarak Şekil 4’te gösterilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4: İnternet ve E-Ticaretin İşletmeler Üzerine Etkisi

Kaynak: Deshmukh, A., “Digital accounting: The effects of the internet and ERP on accounting” IGI Global, 2006, 45.

İnternetin muhasebe üzerindeki etkileri temel olarak şu şekilde belirtilebilir: Elektronik ağlar veya internet, muhasebe ve finansal bilgi alışverişi için bir iletişim aracı olarak kullanılması; İnternet üzerinden ürün veya hizmet satma veya sunma yeteneğini

destekleyen muhasebe ve finans işlevlerinin varlığı; Muhasebe ve finans süreçlerini ve iş akışlarını yeniden tasarlamak için elektronik ağları ve dijital bilgilerin kullanılması internetin muhasebe üzerindeki etkilerindedir (Deshmukh, 2006: 104).

Bilgisayar ve elektronik ağlardaki gelişmeler artık muhasebede hemen hemen her alanı etkilemiştir. Bu etkilerin maliyetlerinin ve faydalarının genel bir listesini sunmak kolaydır. Asıl zor olan ise bu fayda ve maliyetleri makul bir doğruluk derecesiyle ölçmektir. Yazılım araçları ile dijital muhasebenin fayda ve maliyetleri Tablo 1’de kavramsal bir şekilde ele alınmıştır.

Tablo 1.

Dijital Muhasebenin Fayda ve Maliyetleri

FAYDALARI	MALİYETLERİ
Günlük işlemleri otomatikleştirerek ve hızlandırarak daha kaliteli analizler için fazla zaman yaratması (kredi onayları, ödemeler ve tahsilatlar, işlemlerin kaydı, hesapların kapatılması, raporlama işlemleri)	İlk konfigürasyon sırasında finansal işlemler için güvenlik, kontrol ve denetim şartlarına dikkat edilmesi gerekir. Sistemin ilk yapılandırması doğru değilse veya ERP yazılımının eski sistemler ile entegrasyonu arızalıysa, maliyetler artacaktır.
Geniş coğrafi erişim	İlk aşamalarda ortaya çıkan danışman maliyetleri
Sürekli hizmet sunmaya imkan vermesi, 7/24 erişim ve daha fazla iç ve dış müşteri memnuniyeti	Sistemlerde yer alan maliyetler, süreçler, bilgi işleme ve rapor oluşturma değişiklikleri
Hata payını azaltması.	Özel becerilere sahip personel için sürekli veya yeniden eğitim ihtiyacı
Azaltılmış muhasebe personeli ve geliştirilmiş verimlilik	Çalışanların değişime karşı direnci

Kaynak: Deshmukh, A., “Digital accounting: The effects of the internet and ERP on accounting” IGI Global, 2006, 89.’den uyarlanmıştır.

Muhasebe mesleği; yeni küresel ve teknoloji merkezli iş dünyasına uygun muhasebe standartlarını, prosedürlerini ve hizmetlerini geliştirmeye ve yenilemeye devam ederek, yaşanan dijital devrimlere diğer sektörlere nazaran takdire değer biçimde uyum sağlamıştır (Hunton, 2012: 13).

1.6. Elektronik Dönüşüm Uygulamaları

E-dönüşüm; bir işletmenin örgütsel kültürünün, iş modelinin, örgütsel yapısının, örgütsel faaliyetlerin, üretilen mal ve hizmetlerinin; işgören, müşteri, ortaklar ve diğer paydaşların menfaatlerini göz önünde bulundurarak revize edilmesi sürecinde bilişim

teknolojilerinin kullanılmasıdır. Günlük hayattaki işlemlerin elektronik ortamlarda izlenebildiği, kaydedilebildiği ve elektronik ortamlarda gösterilebildiği bir sistemdir. E-Dönüşüm; internet, web teknolojileri ve mobil cihazlarla enformasyon üretimi ve kontrolünde, entegre çevrimiçi hizmet sunmada, güvenliği kontrol etmede ve genel anlamda yönetim kalitesi anlamında yüksek olanaklar sağlamaktadır (Turan, 2008: 44).

E-Dönüşümün amacı bilgi havuzu oluşturmak, ekonomik taraflar arasındaki koordinasyonu arttırmak, faaliyetlerde hız, kolaylık ve zaman avantajı sağlamak, etkili bir denetim sistemi (uzaktan denetim, e-denetim, küresel denetim, sürekli denetim vb.) oluşturmak şeklinde sıralanabilir (İSMMMO, 2015: 5).

Türkiye’de e-dönüşüm süreciyle ilgili olarak Devlet Planlama Teşkilatı’na bağlı Bilgi Toplumu Dairesi Başkanlığı kurulmuştur. E-dönüşümün ülke açısından amaçları, yapısı ve esasları 2003 yılında yayınlanan Başbakanlık Genelgesi ile belirlenmiştir. Aynı yıl uygulamaya konulan e-dönüşüm Türkiye Projesi Kısa Dönem Eylem Planı (KDPEP) sürecin ana çerçevesini çizmiştir. 2006 yılına gelindiğinde, e-Devlet Kapısı Projesi başlatılmıştır (Bensghir, 2008: 84). E-dönüşüm sürecinde yetkili bir diğer kuruluş ise Gelir İdaresi Başkanlığı (GİB)’dir. Gelir İdaresi Başkanlığı e-belge, e-defter, e-fatura, e-arşiv fatura, e-irsaliye, e-bilet ve e-yolcu listesi gibi elektronik uygulamalara geçilmesine ön ayak olmuştur (Tektüfekçi, 2017: 47).

1.6.1. E-Fatura

E-fatura, vergi entegrasyonu veya denetim amacıyla kağıt faturaya gerek olmadan elektronik ortamda faturaların gönderilmesi, alınması ve saklanmasıdır. E-fatura, satıcıların faturalama sistemindeki verilerin, alıcıların ERP sistemlerine eski usul kağıt faturalara gerek olmadan iletilmesiyle ortaya çıkmıştır. Bu gelişmenin sonucu olarak denetimi ve vergi entegrasyonunu desteklemek amacıyla dijital imza kavramı ortaya çıkmıştır.

E-fatura uygulamalarında küresel bir standart bulunmamaktadır ve E-faturanın kullanımı sektör yapısına ve ülke politikalarına göre farklılık göstermektedir. E-fatura AB ülkelerinde vergi yasalarına entegre faturaların elektronik ortamlarda kullanılmasıdır. ABD’de ise belirli bir yapıda otomatik olarak oluşturulan faturalar e-fatura olarak işlem görmektedir. Ülkemizde ise işletmeler arası elektronik ortamlarda

düzenlenen ve elektronik ortamda alınıp verilen, depolanan ve gösterilebilen belgeler e-fatura olarak kabul edilmektedir.

E-fatura kullanımının taraflar açısından kağıt faturaya göre avantajları şu şekilde sıralanabilir (Aydın, 2017: 38):

- Faturaya ilişkin bilgilere ulaşımı hızlandırır,
- Fatura hazırlama sürecini ve maliyetlerini azaltır,
- Faturaların taraflara ulaşımını ve ödemeleri hızlandırır,
- Süreçlerin kontrol ve denetimini kolaylaştırır,
- Nakit yönetimini kolaylaştırır,
- Taraflar arasındaki uzlaşma işlemlerini kolaylaştırır,
- İş akışıyla faturalandırma arasındaki tutarlılığı artırır,
- Denetimi (vergi idaresi denetim, mali müşavir denetimi vb.) kolaylaştırır,
- Vergi idaresinin verilere otomatik ulaşmasını sağlayarak süreci hızlandırır,
- Maliye Bakanlığı tarafından faturaların anlık olarak takip edilebilmesini sağlar,
- Vergi tahsilatını kolaylaştırır ve vergi denetim maliyetini azaltır,
- Ekonomik işlemlerin anlık olarak kaydedilmesini sağlar,
- İstatistiki çalışmalarını ve istatistiksel verilere ulaşmayı kolaylaştırır.

1.6.2. E- Defter

1 Sıra No.lu E-Defter Genel Tebliğine göre e-defter “*şekil hükümlerinden bağımsız olarak Vergi Usul Kanununa ve/veya Türk Ticaret Kanununa göre tutulması zorunlu olan defterlerde yer alması gereken bilgileri kapsayan elektronik kayıtlar bütünü*” olarak tanımlanmıştır (<http://www.gib.gov.tr>).

E-defter uygulaması kanunen işletmelerin tutması gereken defterlerin belirli bir format ve standartlara uyumlu olarak hazırlanan, dijital ortama kaydedilen ve e-imza ile doğruluğu sağlanan hukuki düzenlemedir (Ertürk, 2015: 66). Kanunen tutulması zorunlu olan defterlerin kağıt ortamında hazırlama mecburiyetini ortadan kaldırarak, arşivleme ve baskı gibi maliyetleri ortadan kaldırır (Doğan ve Tercan, 2015: 265). Bu uygulama sayesinde muhasebede kullanılan defterler elektronik ortamda hazırlanmakta, sunulmakta ve saklanmaktadır.

E-defter oluşturma sürecinde öncelikle mükellefler tebliğde belirlenen şartlar ve XBRL formatında aylık defterini hazırlarlar. Sonraki aşamada belgeye doğruluk ve hukuki bir

vasıf yüklemek için gerçek kişiler tarafından e-imza veya mali mühür, tüzel kişiler tarafından ise mali mühür ile imzalanır. GİB e-defter uygulaması veya web servis aracılığıyla e-defter beratı uygulamaya yüklenir. Uygulamaya yüklenen e-defter beratları GİB tarafından kendi mühürleriyle onaylanır. Son olarak mükellefler e-defteri ve uygulamadan indirilen beratı yasal saklama süresi boyunca muhafaza ederler (İSMMMO, 2015: 25).

1.6.3. E-Arşiv Fatura

Türkiye’de ilk e-arşiv fatura uygulaması 2008 yılında Elektronik Fatura Kayıt Sistemi (EFKS) ile düzenlenen faturaların elektronik ortamda GİB sistemine aktarılarak kağıt olarak saklanması zorunluluğu ortadan kaldıran bir ön uygulama ile hayata geçmiştir.

E-arşiv fatura, GİB tarafından belirlenen standartlara uygun olarak faturaların elektronik ortamda hazırlanması, muhafaza edilmesi gerektiği zaman gösterilmesi ve raporlamasını kapsayan uygulamadır. Sanal ortamda tüketicilere satış yapan ve brüt satış hacmi 5.000.000 TL üzerinde olan işletmelerin bu uygulamaya geçmeleri zorunludur (<http://www.efatura.gov.tr>).

E-arşiv uygulamasının amacı, vergiye tabi mal veya hizmet satışı sonucu düzenlemesi gereken belgelerin çok olduğu işletmelerin bu belgeleri kağıt ortamında muhafaza etme ihtiyacının önüne geçerek maliyetlerin azalmasına yardımcı olmaktır (<https://home.kpmg.com>, 2016). E-fatura sisteme dahil olanlar tarafından kullanılırken, e-arşiv fatura kullanmak için sisteme kayıtlı olmak gerekmektedir.

Yasal düzenlemeler doğrultusunda e-Arşiv Fatura şunları içermelidir (<http://www.efatura.gov.tr>):

- Fatura No,
- Düzenleme Tarihi,
- Düzenleyenin TC veya Vergi kimlik numarası,
- Alıcının TC veya Vergi kimlik numarası,
- Ödenecek Tutar,
- Son ödeme tarihi.

1.6.4. E-Gümrük İşlemleri

Ülkelerin ve işletmelerin dış ticarete verimlilik ve etkinlik düzeylerini arttırmanın en önemli etkenlerinden biri gümrükleme işlemleridir. Dijitalleşme çağında yaşanan teknolojik ilerlemeler gümrük işlemlerini de etkilemekte ve Türkiye bu konuda birçok uygulamayı gerçekleştirmiş durumdadır.

Dış ticaret işlemlerine konu olan eşyaların gümrük idaresine bildirmek amaçlı hazırlanan beyanname, söz konusu eşyanın niteliğine uygun gümrük rejimine, eşyanın teslimine göre çeşitli belge ve izinlerin eklenmesi ve gümrük idarelerine bildirilmesi gerekmektedir (Gümrük Yönetmeliği, md.114).

Küreselleşmenin artması, teknoloji ve internetin yaygınlaşması ve dış ticaret politikalarındaki gelişmelerin dış ticaret hacmini arttırmasından dolayı konuyla ilgili beyanname sayıları da artmıştır. Bu artış sonucu ortaya çıkan yoğunluktaki işlemlerin maliyetleri azaltması, rekabet gücünü arttırması ve kaynakların etkin kullanılabilmesi için verimli ve etkin bir şekilde yürütülmesi oldukça önemlidir. Ülkeler ve işletmeler için risk unsuru olan bu sebeplerin ortadan kaldırılması ve bürokratik işlemlerin azaltılması amacıyla gümrük işlemlerinin kolaylaştırılması gerekmektedir. Bu gereklilik doğrultusunda dijitalleşme çağının etkisiyle atılan en büyük adımlardan birisi e-gümrük işlemleridir.

E-gümrük uygulaması, veri değişimlerinin elektronik ortamlarda gerçekleştirilmesini, hazırlanması gereken beyanname ve izinlerin elektronik ortamda oluşturulması ve tarafların yükümlülüklerini yerine getirmelerinde basit usullerden yararlanmalarını öngörmektedir. E-gümrük işlemleri adı altında, Yeni Özet Beyan Uygulaması, Hızlı Geçiş Hattı, Yetkilendirilmiş Yükümlü Statüsü, Tek Pencere, Kağıtsız Beyan, Yeni Bilgisayarlı Transit Sistemi (NCTS), Hızlı Kargo Taşımacılığı, Tek Durak, Varış Öncesi Yolcu Bildirimi gibi uygulamalar vardır (Aydemir, 2015: 94).

E-gümrük işlemleri aracılığıyla;

- Ticaret hacmi artmıştır ve işlem maliyetleri azalmıştır,
- İlegal ticarete önüne geçmek kolaylaşmıştır,
- Ticareti yapılan eşyanın nakliye süresi kısalmıştır,
- Gümrük işlemlerindeki prosedürler azalmıştır.

1.6.5. E-Müstahsil Makbuz

Müstahsil Makbuzu, defter tutan çiftçilerle defter tutmayan çiftçiler arasında gerçekleştirilen ticaret esnasında düzenlenen belgedir. E-Müstahsil Makbuzu, niteliği itibariyle kağıt müstahsil makbuzu ile aynı hukuki özellikleri taşımaktadır. Çiftçiler arasında düzenlenen müstahsil makbuzunun elektronik ortamda düzenlenmesi, sunulması ve raporlanmasına e-müstahsil makbuz adı verilmektedir. E-müstahsil makbuz kullanılması zorunlu bir uygulama değildir. 2018 yılının başından itibaren tercih edenlerin kullanımına sunulmuş bir uygulamadır.

E-Müstahsil Makbuzu belgesinde tarafların isim ve soy isimleri, satıcının TC kimlik numarası ve ikamet numarası, alıcının vergi kimlik numarası ve adresi, söz konusu malın cinsi, miktarı, bedeli ve kesintilerin toplam tutarı gibi bilgiler bulunmak zorundadır.

E-Müstahsil Makbuzu her ne kadar elektronik olarak düzenlense ve elektronik imza ile imzalanırsa da belgenin bir çıktısı alınarak tarafların ıslak imzaları atılmalı ve satıcı tarafından saklanması gerekmektedir. Elektronik ortamda düzenlenen e-Müstahsil Makbuzları, doğrulanabilmeleri ve sorgulanabilmeleri amacıyla karekoda veya barkoda sahip olması gerekmektedir (<https://www.verginet.net>, 2017).

1.6.6. E-İrsaliye

Sevk irsaliyesi, ticari maddi hal hareketinde fatura bulunsun veya bulunmasın malın cinsini, miktarını ve nereden nereye gittiğini gösteren, Maliye bakanlığınca kullanılması zorunlu tutulan bir belgedir (Altınkaynak vd., 2014: 31). Sevk irsaliyesinin elektronik ortamda oluşturulmasına ise e-irsaliye denmektedir. E-irsaliye, niteliği itibariyle kağıt sevk irsaliyesi ile aynı hukuki özellikleri taşımaktadır. E-İrsaliye Uygulaması 2018 yılının başından itibaren hayata geçirilmiş zorunlu olmayan bir uygulamadır. E-irsaliye uygulamasından yararlanabilmek için, e-fatura uygulamasını kullanabilme iznine sahip olunmalıdır. E-irsaliye, irsaliye düzenleme ve iletebilme için yeterli donanıma sahip olan ve uygulamaya dahil olmak için başvuru yapan mükellefler tarafından kullanılabilir.

Elektronik ortamda oluşturulan e-İrsaliye belgesinde belgenin düzenlenme tarihi ve numarası, düzenleyen tarafın ismi, unvanı, adresi, vergi dairesi ve hesap numarası, karşı tarafın ismi, unvanı, şayet varsa vergi dairesi ve hesap numarası, söz konusu malın

çeşidi, miktarı, fiili sevk tarihi (saat, dakika) bulunması gerekmektedir. Eğer söz konusu malın e-faturası e-irsaliyesinden önce oluşturulmuşsa e-irsaliye üzerinde e-faturanın tarihi ve belge numarası da yer almalıdır. Elektronik ortamda düzenlenen e-irsaliye belgelerinin, doğrulanabilmeleri ve sorgulanabilmeleri amacıyla karekoda veya barkota sahip olması gerekmektedir (<https://www.verginet.net>, 2017).

1.6.7. E-Serbest Meslek Makbuzu

Serbest meslek erbabının vermiş olduğu hizmetten dolayı elde ettiği geliri belgelemek için kullanılan belgeye serbest meslek makbuzu denilmektedir (Altınkaynak vd., 2014: 74). E-serbest meslek makbuzu ise serbest meslek makbuzunun elektronik ortamda hazırlanması, saklanması, gösterilmesi ve raporlamasıdır. E-Serbest meslek makbuzu uygulaması 2018 yılının başından itibaren hayata geçirilmiş zorunlu olmayan bir uygulamadır.

E-Serbest Meslek Makbuzu belgesinde; serbest meslek erbabının ismi, soy ismi, vergi dairesi, vergi kimlik numarası, TC kimlik numarası, adresi; müşterinin ismi, soy ismi, adresi, eğer mükellef ise vergi dairesi, vergi kimlik numarası veya TC kimlik numarası; belgenin düzenlenme tarihi (saat, dakika) ve belge numarası; verilen hizmet sonucu tahsil edilen paranın miktarı bulunmak zorundadır.

E-serbest meslek makbuzu her ne kadar elektronik olarak düzenlense ve elektronik imza ile imzalsansa da müşterinin istemesi üzerine çıktısı alınarak ıslak imzalı bir şekilde teslim edilmelidir. Elektronik ortamda düzenlenen e-serbest meslek makbuzunun, doğrulanabilmeleri ve sorgulanabilmeleri amacıyla karekoda veya barkota sahip olması gerekmektedir (<https://www.verginet.net>, 2017).

1.7.E-Dönüşümün Muhasebe Etkisi

Örgüt içinde ve örgütler arasında gerçekleşen işlemlerde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanım alanının her geçen gün artması sonucunda, dijital muhasebe terimi muhasebenin güncel konularından biri haline gelmiştir.

Muhasebecilerin rolü de bilgi teknolojisindeki gelişmeler sonucunda değişmiştir. Muhasebeciler bugün muhasebe kayıtlarının kaynaklarıyla yani muhasebe kayıtlarının dayandığı işlemlerle (muhasebe rakamlarının bir işletmenin finansal durumu, performansı ve nakit akışı üzerindeki etkileri, makul karşılaştırmalar yapmak için yerel

ve uluslararası veri tabanı kaynaklarına erişim vb.) daha fazla ilgilenmeye başlamıştır. Yatırımcı ve kreditor gibi karar vericiler de bilinçli yatırım ve borç verme kararları verebilmek için anlık ve güncel muhasebe bilgilerine ulaşmak isterler. Bütün bu gelişmeler, güvenilir ve hızlı bilgi işlemeyi gerektirmektedir.

Elektronik muhasebe sistemi, muhasebe operasyonları için yararlı bilgi işlem yetenekleri sağlayan önemli teknolojilerden biridir. Elektronik muhasebenin en önemli avantajları arasında hız ve güvenilirlik seviyesinin yüksek olması yer alır. Hesapların yapılması, verilerin saklanması, gerekli raporların hazırlanması ve denetlenmesini hızlandırma yeteneği sayesinde, elektronik muhasebe sistemleri dünya çapında birçok kuruluş tarafından (devlet veya özel olarak) benimsenmiştir.

Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler, iş operasyonlarına yeni yaklaşımlar getirmiş, bu gelişmeler kurumların muhasebe uygulamalarını da etkilemiştir.

Elektronik Muhasebe terimi, bilgisayardaki geleneksel muhasebe görevlerini internet üzerinden veya dijital araçlarla bir uygulama aracılığıyla gerçekleştirmeyi ifade eder. Elektronik muhasebede bilgisayar tarafından kayıt, postalama, mizan ve manuel olarak hazırlanan finansal tablolar gibi tüm faaliyetler mekanik olarak gerçekleştirilir. Elektronik muhasebede geleneksel kağıt bazlı defterleri tutmaya gerek yoktur, çünkü geleneksel kağıt bazlı tutulan muhasebe işlemleri artık elektronik olarak tutulur.

1.7.1. Elektronik Muhasebenin Avantajları

1. *Muhasebe verilerinin işleme, kaydedilme ve gönderilme hızı:* Bilgisayarlar veriyi çok hızlı bir şekilde işleyerek saniyede bir milyonun üzerinde matematiksel veya mantıksal işlem gerçekleştirebilirler.
2. *Doğruluk:* Bilgisayarların herhangi bir stres olmadan veri işlemede uzun süre sürekli çalışabileceği, bilgisayarlara girilen talimatların ve verilerin doğru ve uygun olması kaydıyla, herhangi bir sayıda hata veya değişiklik olmadan işlemi tekrarlayabileceği bilinmektedir. Başka bir deyişle, bilgisayar doğru şekilde programlanmışsa, verileri hatasız bir şekilde işleyecektir.
3. *Bütçe tahminlerinin hazırlanmasının daha hızlı yapılabilirliği:* Bilgisayar, yıllık bütçeyi daha hızlı hazırlamaya yardımcı olur. Bütçeyi hazırlamak için

gerekli olan tüm raporları ve muhasebe verilerini temin eder (Alhubaity ve Alsaqah, 2003: 47).

4. *Kayıtlardaki değişikliği kolaylaştırması:* Bir hata veya verilerde ani bir değişiklik olması durumunda olayları kolayca fark etmeyi ve kontrol etmeyi sağlar.
5. *Mevcut bilançoyu hızlı bir şekilde belirleme:* Elektronik muhasebe, bağlı hesapların bakiyeleri dahil olmak üzere tüm hesap bakiyelerini hızlı bir şekilde almanıza yardımcı olur. Bir muhasebeci veya yönetici; bir kuruluşun varlıkları, yükümlülükleri, gelirleri, giderleri ve maliyetleri hakkında her an bilgi edinebilir.
6. *Rapor hazırlama sürecini hızlandırması:* Bilgi işlem kapasitesi ile elektronik muhasebe sisteminden mali tablolar da dahil olmak üzere her türlü muhasebe raporunu almak çok kolaydır. Bu kapasite, yönetim kararlarını daha hızlı ve daha doğru hale getirmektedir.

1.7.2. Elektronik Muhasebenin Dezavantajları

1. Sistemin hedeflerine ulaşılmasını sağlamak ve olası bir asgari maliyetle güvenilir bilgi işlem kapasitesini güvence altına almak için elektronik sistemin oluşturulması durumunda donanım, yazılım ve diğer alt sistemlerin optimal kombinasyona sahip olmak gerekmektedir. Bu alt yapıyı temin etmek her zaman kolay olmamakta ve maliyetli olabilmektedir.
2. Elektronik muhasebe; yazılım kullanımını, diğer bir deyişle muhasebe programlarının kullanımını gerektirir. Çok basit hesapların yanı sıra çok karmaşık muhasebe yazılımları vardır. İşletme faaliyetleri çerçevesinde en uygun yazılımı seçmek çok önemlidir. Muhasebe yazılımı seçiminde en önemli kriter örgütsel yapıya ve faaliyet alanına uygunluk durumudur. Yanlış bir yazılım seçmek daha yüksek maliyetlere veya yetersiz kapasiteye yol açabilir.
3. Bilgisayar sisteminde birden fazla yazılım kullanılması durumunda birden fazla derleyiciye ihtiyaç duyulacaktır bu da muhasebe sistemini daha karmaşık hale getirecektir.

4. Kurumlar ve tesisler için uygun bir bilgisayar enerji sistemi seçiminde yaşanan zorluklar.
5. Yerel elektronik muhasebe sistemleri ve programcılarını üzerinde çalışan bireyler arasındaki uyum sağlamanın zorluğu, sistem tasarımının ve işleyişinin tüm aşamalarına yansıtılır.
6. Kontrol sorunları, denetim mesleğine gerçek bir meydan okuma olan elektronik muhasebe sisteminde; bilgisayar dillerinin ve programlarının dış gözlemcilerin bilgi eksikliği olarak özetlenebilir.
7. Bilgisayarların varlığının ana gerekçesi, karar verme sürecinin idari performansını iyileştirmektir. Ancak en önemli sorun, elektronik muhasebe sisteminin tasarımında ve işlevlerinde yöneticilerin bilgi eksikliğidir. Bazen yöneticiler, elektronik muhasebe sistemlerinin bilgi işlemeye katkısını anlayamaz ve takdir edemez. Yöneticiler gerekli bilgiye sahip değilse, manuel sistemden elektronik sisteme geçişe direnirler.
8. Bilgisayarlar; yangın, doğal afet, hırsızlık veya bilgi kaybı, düşük veya değişken voltaj gibi güç sorunları, fiziksel hasar gibi birçok riske maruz kalabilmektedir.
9. Bilgisayar virüsü, bir bilgisayarla sınırlı değildir, sorun tüm bilgisayarlara bulaşabilir ve bu da elektronik muhasebe sisteminin çalışmasını engeller (Alhubaity ve Alsaqah, 2003: 61).

Dijitalleşme ve yeni nesil teknolojilerle muhasebe mesleği kayıt tutma fonksiyonunu; raporlama, denetim ve danışmanlık fonksiyonlarına doğru ilerlemektedir. Bu doğrultuda muhasebecilerden beklenenlerde değişmektedir. Muhasebeciler günümüz konjonktüründe piyasalardaki karmaşık verileri finansal tablo okuyucularına etkili ve hızlı bir şekilde sunabilmelidir (Balsarı vd., 2018: 118).

Muhasebe mesleği yaşanan değişim ve teknolojik gelişmeler içinde yeni meslek alanları ile karşılaşmaktadır. Dijitalleşme ile muhasebe literatüründeki bu yeni mesleklerden biri olan veri yönetimi kavramı; finansal verilerin, yazılımlar aracılığıyla saklanması, işlenmesi, finansal raporlarda kullanılması süreci ve yönetimidir. Dijitalleşme ve e-dönüşüm çağında yetişen muhasebeciler teorik altyapı kadar finansal veri yönetimi

alanında da yetkin olması işletmeler tarafından beklenmektedir. Bu sebeple finansal veri yönetimi, çağdaş muhasebecide bulunması gereken bilgi, beceri ve yetkinliklerin varlığını gerektirmektedir (Balsarı vd., 2018: 118).

1.8. Elektronik Ticaret

Elektronik ticaret kavramının sanal ortamda çok sayıda kullanıcısının olması, bu kullanıcılar arasındaki ilişkilerin çok değişken olması ve elektronik ticaretin yapısının, işleyişinin ve ilişki biçimlerinin çok hızlı şekilde değişmesinden dolayı evrensel bir tanımlaması yoktur (Mann vd., 2000: 9). Dünya Ticaret Örgütü (WTO)'ne göre elektronik ticaret; üretim, reklam, satış ve dağıtım fonksiyonlarının bilgisayar ağları aracılığıyla gerçekleştirilmesidir (World Trade Organization Special Studies, 1998: 1).

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ise elektronik ticaret kavramını; mal ve hizmetlerin; örgütler, devletler ve diğer kurumlar arasında telekomünikasyon ağları aracılığıyla ticaretinin gerçekleştirilmesi şeklinde tanımlamıştır (OECD, 2015: 89).

Elektronik ticaret, üretilen mal ve hizmetlerin elektronik olarak ticaretinin yapılması, dijital ürünlerin internet üzerinden teslim edilmesi, elektronik para transferi ve elektronik hisse ticareti, elektronik taşıma senetleri, elektronik ihaleler ve satış sonrası hizmetler gibi birçok konuyu barındırmaktadır.

Dış Ticaret Müsteşarlığı'nın başkanlığınca gereken teknik ve yönetsel altyapı sistemlerinin kurulması, hukuki düzenlemelerin oluşturulması, e-ticareti yaygınlaştırma faaliyetlerinin belirlenmesi ve ulusal politikalarla uluslararası politikalar arasındaki entegrasyonun sağlanması amacıyla e-Ticaret Kurulu (ETİK) oluşturulmuştur (<http://www.elektronikticaretrehberi.com>, 2006).

E-Ticaret Kurulu'na (ETİK) göre elektronik ticaret, katılımcıların ağ ortamında sayısal bilgilerin işlenmesi, transferi ve muhafazasına dayanan ve değer yaratan ticari faaliyetlerin tümüdür. Bu tanımlama doğrultusunda, ticari sonuçları olan ya da ticari faaliyetlere katkı sağlayan; eğitim, reklam ve tanıtım gibi elektronik ortamda gerçekleştirilen faaliyetler de elektronik ticaret olarak değerlendirilmektedir (<http://www.e-ticaret.gov.tr>, 2017).

E-ticaret dijitalleşmenin yardımıyla sadece bir satış yöntemi olarak değil işletmeler için yeni tedarik zinciri, yeni lojistik hizmetleri, maliyet azaltma yöntemi, yeni satış

politikaları gibi fırsat kapısı olarak değerlendirilmelidir (Dolanbay, 2000: 33). E-Ticaret sisteminden yararlanma sonucu faydayı maksimize edebilmek ve rekabet gücü elde edebilmek için mümkün olduğu kadar fazla faaliyeti e-ticaret yapısına entegre etmek gerekmektedir (Dolanbay, 2000: 34).

1.8.1. Elektronik Ticaretin Kapsamı

E-Ticaret'in yaygınlaşmasıyla bilişim teknolojileri kavramlarının iç içe geçmesi, e-ticaretin kapsamını belirlemeyi zorlaştırmaktadır. Bir faaliyetin e-ticaret olarak tanımlanabilmesi için taşınması gereken özellikler şu şekilde sıralanabilir (Demir, 2008: 44):

- Faaliyet elektronik ortamda gerçekleşmelidir,
- Faaliyetin ekonomik olarak bir değeri olmalıdır (alım-satım-reklam vb),
- Yazı, ses ve görüntü biçimindeki sayısal verilerin işlenmesi ve muhafaza edilmesi temeline dayanmalıdır.

Elektronik ticaretin kapsamını veya desteklemesi gereken görevleri; çift taraflı işlemler, veri tabanı entegrasyonu ve güvenli iletişim olarak üç başlık altında sınırlandırabiliriz. Çift taraflı işlemler, kişiler ve bilgisayar arasındaki ağ tarayıcı aracılığıyla sağlanan etkileşime dayanır. Veri tabanı entegrasyonu, bilgisayarlar arasındaki etkileşime dayanır. İki farklı bilgisayarın ticari faaliyetleri birbirleri arasında ağ tarayıcısı üzerinden paylaşması olarak düşünülebilir. Güvenli iletişim ise doğruluk, ispat edebilirlik, gizlilik gibi iletişim esnasında karşılaşılan sorunlara çözüm olacak hizmetleri kapsamaktadır.

E-ticaret kapsamında gerçekleştirilebilecek faaliyetler şu şekilde sıralanabilir:

- Ürünlerin elektronik ortamda alınıp/satılması,
- Üretim zinciri oluşturma ve üretimi takip etme,
- Reklam ve tanıtım faaliyetleri,
- Sipariş veya teklif verme,
- E-banka ve nakit işlemleri,
- E-belge düzenleme, gönderme ve saklama,
- Gümrük işlemleri,
- Dağıtım ve sevkiyat yapısı oluşturma ve takip etme,

- Ürün tasarımı ve geliştirilmesi,
- İhale işlemleri,
- Elektronik hisse ticareti ve borsa faaliyetleri,
- Ticari faaliyetlerin kaydedilmesi, izlenmesi ve raporlanması,
- Direkt pazarlama yöntemleri,
- Elektronik imza ile güvenilirlik,
- Verilerin depolanması, analizi ve paylaşılması,
- Anlık bilgi üretme ve iletme,
- Vergi işlemleri.

1.8.2. Elektronik Ticaretin Araçları

E-ticaret araçları, elektronik ortamda ticaret faaliyetlerinin gerçekleştirilmesine ve kolaylaştırılmasına yardımcı olan teknolojik ürünler şeklinde tanımlayabiliriz (Rüzgar ve Sevinç, 2007: 3). E-ticaret araçları sürekli ve hızlı bir şekilde artmakta ve gelişmektedir. Özellikle internet kullanımının yaygınlaşması e-ticaret faaliyetlerine verilen önemi her geçen gün arttırmaktadır. E-ticaret, yeni ticaret fırsatları sunmasının yanı sıra geleneksel ticaret araçlarını daha etkili, hızlı ve düşük maliyetli olarak ticari faaliyetlerde kullanma imkanı vermiştir.

Elektronik ticaretin araçlarına örnek olarak: telefon, faks, televizyon, bilgisayar, elektronik ödeme ve para sistemleri, elektronik veri değişimi, internet, telekomünikasyon verilebilir. Ancak e-ticaret faaliyetleri yoğunlukla internet aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.

1.8.3. Elektronik Ticarete Güvenlik

E-ticaretin gelişmesinde en önemli unsurlardan biri elektronik ortamda toplanan verilerin güvenliğinin sağlanmasıdır. Elektronik ortamdaki verilerin güvenliği sağlanmadan güven ortamı yaratılamayacağı için e-ticaret faaliyetleri de gelişme gösteremeyecektir.

E-ticaret faaliyetlerinde önemli bir yere sahip olan internet uygulaması açık bir sistem olmasından dolayı tüketiciler açısından; ağ hizmetlerinin güvenliği, hukuki açıdan hak ve sorumlulukların açıklığı, bilgilerin doğrulanabilme derecesi oldukça önemlidir. Tüketiciler verilerinin üçüncü kişilerle paylaşılacağı veya müdahale edileceği

düşüncesine kapılırlarsa internet ortamını e-ticaret amacıyla kullanmayı tercih etmeyeceklerdir (Çak, 2002: 65).

İnternet’te Genel Güvenlik Sorunları

İnternet ortamındaki güvenlik sorunları arasında birinci sırada üçüncü kişilerin bilgisayarlara veya ağ sistemine sızıp veri hırsızlığı yapması veya verilere zarar vermesi gelmektedir. Veri hırsızlığı gibi “uzaktan erişim” sorunlarına çözüm olarak firewall uygulamaları yaygın olarak tercih edilmektedir. Firewall’ın temel işlevi, güvenlik açığı olan uygulamalara ait verilerin iç ağa erişmesine engel olmaktır. Bu sayede, niyetine bakılmaksızın, dışarıdan ağ içine erişim engellenmektedir.

E-ticaret araçlarından biri olan bilgisayarların güvenliğini tehdit eden düzeni bozma, durdurma ve değiştirme şeklinde sıralanabilecek üç öge bulunmaktadır. Düzeni bozma (interruption), bilgisayarda ki verilerin kaybolması, erişilememesi veya kullanılmaz hale gelmesidir. Durdurma (interception), yetkili olmayan kullanıcıların verilere erişebilmesi durumudur. Değiştirme (modification), durdurma durumunun ileri aşaması olan bu durum verilere sadece erişmeyi değil verileri tahrip etmeyi de kapsamaktadır (Al, 2002: 40).

Kimlik, bütünlük ve gizlilik elektronik ortamdaki iletişimin kullanıcılara sağlaması gereken unsurlardır. Kimlik ile kastedilen alıcıların veriyi gönderenin kimliği hakkında şüpheye kapılmamasıdır. Başka bir ifadeyle kimlik e-imza uygulamasının taklit edilemez olmasını ifade etmektedir. Bütünlük ise, verilerin sadece gönderen ve alıcı arasında kalmasını, üçüncü bir kullanıcının müdahalesi maruz kalmadığının güvencesidir. Gizlilik, internet ortamında kullanılan bilgilerin gönderen veya alıcı üçüncü bir kullanıcının erişimine engel olmak amacıyla şifrelenebilmesidir (Al, 2002: 42).

Elektronik imza, elektronik ortamdaki bir veriyle bağlantısı kurulan ve kimlik doğrulamasına yardımcı olan veridir. Elektronik imza teminat sözleşmeleri ve kanunlar tarafından özel bir şekle tabi tuttuğu işlemler haricinde, ıslak imza ile aynı hukuki niteliğe ve geçerliliğe sahiptir. E-imza uygulaması e-ticaret faaliyetlerinde güvenliğin artmasına ve işlemlerin hızlanmasına destek olduğundan dolayı e-ticaretin gelişmesine önemli katkı sağlamıştır.

Güvenli Soket Katmanı (SSL), internet üzerindeki taraflar arasındaki ilişkileri şifreleyerek güvenliği sağlayan protokoldür (Karabulut, 2009: 23). Mesajlaşmada güvenliği sağlamak amacıyla geliştirilen SSL, günümüzde mesajlaşmadan ziyade ödeme faaliyetlerinde kullanılmaktadır (Özmen, 2003: 218). Güvenli Soket Katmanı (SSL) verileri şifreleyerek iletmesi bakımından güvenlidir ancak kimlik belirleme yapmamaktadır. Veri iletimindeki şifrelemenin gücü kullanılan anahtarın uzunluğu ile doğru orantılıdır. Güvenli Soket Katmanı (SSL) protokolünde 40 bit ve 128 bit olmak üzere iki çeşit şifreleme kullanılmaktadır. 128 bit şifrelemede 2¹²⁸ farklı anahtar mevcuttur ve bu şifrenin çözülebilmesi için ciddi bir maliyete katlanmak ve uzun bir zaman harcamak gerekmektedir (Karabulut, 2009: 36).

Güvenli Elektronik İşlemler (SET) sayesinde işlemler sadece ilgili taraflar arasında görülebilmektedir. Örnek olarak kredi kartı bilgilerini sadece banka görebiliyorken, sipariş bilgilerini ise sadece satıcı görebilmektedir. Tam SET sisteminde sanal cüzdan, sanal POS, ödeme geçidi ve sertifika sağlayıcı olmak üzere dört bileşen kullanılır. Sanal cüzdan müşterilerin kimliğinin belirlenmesini sağlar; sanal POS, satıcı kimliğinin belirlenmesini sağlar; ödeme geçidi, bankaların ticari faaliyete erişimini sağlarken son bileşen ise güvenlik anahtarlarının doğruluğunu belirler (Özmen, 2003: 220).

1.8.4. Elektronik Ticaret ve Muhasebeye Etkisi

Muhasebe, mali niteliğe sahip ve parasal değeri olan işlemlerin veri olarak kaydedilmesi, sınıflandırılması, raporlanması ve denetlenmesi faaliyetlerini kapsamaktadır (Tektüfekçi ve Tek, 2007: 12). Dijitalleşmenin bir sonucu olarak yaşanan e-dönüşüm süreci iş yöntemlerini değiştirmiş, bilişim teknolojilerindeki gelişmeler de muhasebecilik mesleğini etkilemiştir. İnternetin günlük yaşamda gelişmesi, ticaretin ve örgütlerin bu gelişime entegre olmasını zorunlu hale getirmiştir (Atasever ve Uçar, 2000: 109).

İşletmeler rekabet gücünü geliştirebilmeleri ve sürdürülebilirliklerini sağlayabilmeleri için faaliyetlerle, piyasalarla ve ticari taraflarla ilgili verilerin yönetimini etkili bir şekilde gerçekleştirmek durumundadır. Her türlü veri sisteminin farklı düzeyde kullanıcısı olduğundan dolayı veri yönetimini en iyi şekilde gerçekleştirebilecek sektör muhasebedir. E-ticaret faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi, yeni uygulamalar ve yeni yasal

düzenlemelerin gelişmesine neden olmuştur (Yaltı, 2003: 2009). Bu sebeple e-ticaret uygulaması, muhasebecileri elektronik ortamı keşfetmeye yönlendirmektedir.

İşletmelerde kullanılan muhasebe programlarının e-ticaretle entegre edilmesiyle, ticari faaliyetler sonucu ortaya çıkan veriler otomatik bir şekilde satış, üretim, pazarlama ve muhasebe departmanlarına gönderilmekte ve muhasebe kayıtları anında gerçekleşmektedir. Bu durum, maliyetleri azaltmasının yanı sıra muhasebe faaliyetlerinin güvenilirliğini de arttırmaktadır.

Bilişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler sonucunda yeni fırsatlar ortaya çıkarmıştır. Büyük şirketlerde internet ve bilişim teknolojileri konusunda deneyime sahip muhasebe elemanları aranmaktadır. Veri girişi ve kayıt işlemleri önemini gün geçtikçe kaybetmekte ve muhasebe mesleği yönetim bilgi sisteminin bir unsuru haline dönüşmektedir. Artık muhasebecilerden mesleğin temel fonksiyonlarından biri olan kaydetme işleminden ziyade teknolojiye dayalı kontrol sistemlerinin planlanmasını ve uygulamaya konulması konusunda aktif olmaları beklenmektedir. Bu sebeple muhasebe meslek mensupları ve muhasebe eğitimi; e-ticaret, bilişim teknolojileri ve internet uygulamaları konusunda kendini revize etmelidir.

1.9. XML (Geliştirilebilir İşletme Dili)

Geliştirilebilir İşletme Dili (XML), Türk literatürüne İngilizceden “EXTANSİBLE MARKUM LANGUAGE” çevirisi olarak girmiştir. XML, internet aracılığıyla veri alışverişine taraf olanlar arasındaki iletişime standart getirmek amacıyla oluşturulmuş işaretleme dilidir (Demirkol: 2002: 13). 1998 yılında oluşturulmuş bir standart olan XML birçok kişi ve işletme tarafından verileri saklamak ve iletmek amacıyla kullanılmaktadır.

XML ile hazırlanmış bir belge herhangi bir programlama dili ile açılmasına, şekillendirilmesine ve yeni veriler eklenmesine izin vermektedir. XML'nin text tabanlı olması dosyaların her platformda kullanılabilmesine olanak sağlar. XML verilerini kullanabilmek veya herhangi bir işlem gerçekleştirmek için uzman bir kişiye ihtiyaç yoktur. Belgelerdeki verileri anlamlı etiketlerle işaretleyebilir, okuyabilir ve internet sayfasına aktarabilirsiniz.

1.9.1. İşaretleme (Markup) Dilleri

a. SGML: İngilizce “Structured Generalized Markup Language” cümlesinin baş harfleri kullanılarak kısaltılmış SGML’nin Türkçe karşılığı “Yapılandırılmış ve Genelleştirilmiş İşaretleme Dili”dir. SGML işaretleme dili teknolojisinin ilk örneğidir ve diğer işaretleme dillerine önderlik etmektedir. Verilerin bağımsız ve küresel olarak kullanımına izin veren işaretleme dili olan SGML oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir (Demirkol, 2002: 15).

b. HTML: İnternet ortamında veri transferinde en yaygın olarak kullanılan HTML, İngilizce Hyper Text Markup Language cümlesinin baş harfleri kullanılarak kısaltılmıştır ve Türkçe karşılığı ise “Hiper Metin İşaret Dili”dir (<https://www.ws.com.tr>). HTML, SGML’nin daha da özelleştirilmiş ve daraltılmış bir şeklidir. İnternet ortamında belge düzenleme, şekillendirme ve görüntülenmesini sağlar. HTML ile internet ortamındaki kurallar belirgin hale gelmiş ve HTML’deki karmaşıklığın önüne geçilmiştir (Demirkol, 2002: 15).

1.9.2. XML’in Avantajları

Geliştirilebilir İşletme Dili (XML)’nin kullanıcılarına sağladığı avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Veri etiketlerini kullanıcıların belirlemesine izin vermesi kullanıcıya esneklik sağlar.
- Geliştirilebilir bir işletme dili olduğundan ihtiyaç halinde XML dosyasına veya verilere yeni etiketler eklemesine izin verir.
- Platformlardan bağımsız olması XML dosyalarının tüm platform ve işletim sistemlerinde kullanılmasını sağlamaktadır.
- XML teknolojisi Windows uygulamalarından web servislerine kadar her alanda kullanılabilir.
- Dosyaların yönetiminde aracı gerektirmemesi veri transferini kolaylaştırmakta ve maliyetleri düşürmektedir.

1.9.3. XML’in Kullanım Alanları

İşletmelerin ticari faaliyetleri ile ilgili raporlamalar muhasebe departmanları tarafından bu bilgilerin kullanıcıları (devlet, yatırımcı, ortak, yönetici vb.) için hazırlanır ve

sunulur. Hazırlanan bu raporların farklı formatlarda (doc, exe, pdf, html vb.) hazırlanması verilerin kullanımını zorlaştırmaktadır. Bu verilerle analiz etmek isteyen kişilerin verileri tekrar bilgisayar ortamına girmeleri gerekmektedir. Bu nedenle yatırımcıların verilere ulaşımı zorlaşmakta ve verilerin denetimi sınırlanmaktadır. Bu sorunlara çözüm olacak, finansal raporlara erişmek ve bu raporların kullanımını basitleştirmek açısından bir devrim olarak kabul edilebilecek fikir, Charles Hoffman tarafından 1999 yılında ortaya atılmıştır. Hoffman finansal raporlamanın Geliştirilebilir İşletme Dili (XML)'nin kullanılmasıyla yapılabileceğini fark ederek muhasebe dünyasında finansal raporlamanın finansal kodlamaya dönüştüğü yeni bir boyut kazandırmıştır (Tokatlı, 2013: 702).

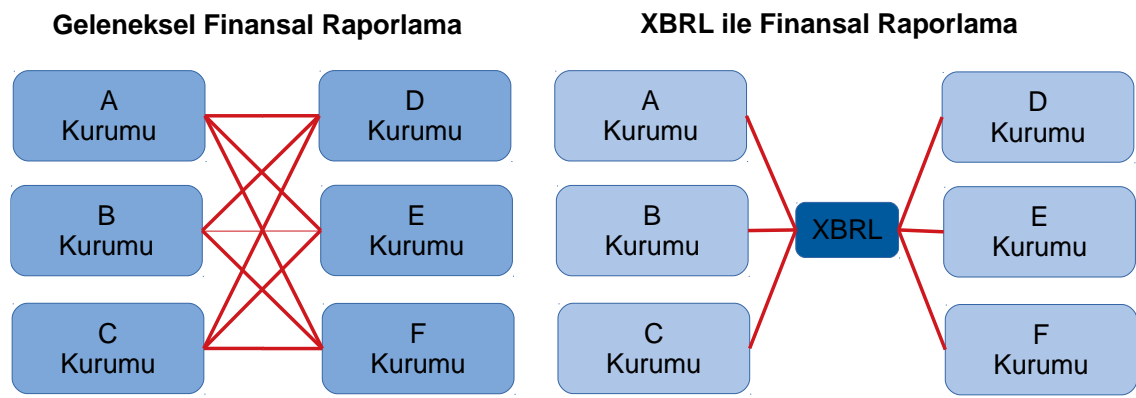
Bir ticari faaliyette taraflar arasında kullanılan verilerin paylaşımına ihtiyaç duyulur. Bu verilerin sorunsuz bir şekilde paylaşılması ve kullanılması da gerekmektedir. Bu noktada Geliştirilebilir İşletme Dili (XML) yukarıda bahsedilen avantajları itibariyle verilerin iletilmesi sürecindeki sorunları ortadan kaldırmaktadır.

Dijitalleşme, e-dönüşüm veya küreselleşme gibi olayların etkisi sonucu bilgiye hızlı ve güvenli bir şekilde ulaşmak çok daha önemli hale gelmiştir. Yaşanan bu gelişmeler doğrultusunda muhasebe mesleği yoğun olarak kayıt işlemleriyle uğraşan bir meslek olmaktan ziyade, mali danışmanlığa doğru ilerlemektedir. Geliştirilebilir İşletme Dili (XML) ile muhasebe mesleği, internet üzerinden sürekli bir veri üretimi ortamı oluşturmuş ve yeni bir bilgi sistemi kurmuştur. İnternet ortamındaki finansal bilgilerin ulaşılabilirliğini kolaylaştırmak, doğruluğunu ve güvenilirliğini arttırmak ve finansal raporlamalara standart getirerek tutarlılık kazandırması açısından XML yazılım dilinin kullanılması işletmelere birçok fırsat sunmaktadır (Debreceny ve Gray 2001: 47).

1.10. Finansal Kodlama: XBRL

İngilizce Extensible Business Reporting Language olan ve Türkçe Genişletilebilir İşletme Raporlama Dili olarak çevrilen XBRL, Amerika Sertifikalı Muhasebeciler Enstitüsü'nün (AICPA) de dahil olmak üzere altı bilgi teknolojisi ve beş büyük muhasebe şirketi tarafından tasarlanmıştır (Farewell, 2010: 25). XBRL, basit XML kodları kullanılarak, finansal bilgilerin derlenmesini, raporlanmasını, sınıflandırılmasını, denetlenmesini, paylaşılmasını kolaylaştırmak ve aynı zamanda bir standart oluşturmak amacıyla tasarlanmıştır.

XBRL finansal bilgilerin raporlanması ile ilgili ticari faaliyet taraflarına çeşitli avantajlar sağlamak için geliştirilmiş XML yapısına dayanarak kurulmuş ve belli standartlar getiren ücretsiz ve elektronik bir dildir (Koşan, 2006: 77). XBRL ile hazırlanmış finansal tablolar incelenirken günlük satışlar, gelir ve giderlerdeki büyüme gibi birçok bilgi istenilen formatta görüntülenebilir ve bu bilgiler arasında karşılaştırmalı analizler yapılabilir (Uyar ve Çelik, 2006: 17). XBRL sayesinde finansal raporlama süreci sade, hızlı ve fonksiyonel bir yapıya kavuşarak geleneksel finansal raporlamanın karmaşasından kurtulmaktadır. Şekil 5'te geleneksel finansal raporlama ile XBRL ile finansal raporlama arasındaki farklılık gösterilmeye çalışılmıştır.



Şekil 5. Geleneksel ve XBRL ile Finansal Raporlama Süreç Karşılaştırması

Kaynak: Toraman, C., Abdioğlu, H., “Genişletilebilir İşletme Raporlama Dili (GİRD) ve Gelir İdaresince Kullanımı”, Afyon Kocatepe Üniversitesi, **İ.İ.B.F. Dergisi**, 2008, Cilt: 5, Sayı: 2.

“XBRL, finansal bilginin internet ortamında eş zamanlı olarak sunumuna imkân sağlayan ve elektronik iletişimi mümkün kılan standart bir dildir” (Toraman ve Abdioğlu, 2008: 79). XBRL standardı, Geliştirilebilir İşletme Dili (XML) standardı üzerine kurulmuş ve XML’den farklı olarak ticari ve finansal ihtiyaçlar çerçevesinde özelleştirerek, veri akışını rahatlatmaktadır (Tokel vd., 2007: 14).

Kullanımı lisans veya herhangi bir ücret gerektirmeyen, işletmelerin oluşturduğu raporlamada kullanılan şeffaf dildir. Finansal ifadelerin XBRL dilindeki tanımlamalarını anlatan belgeleri veya spesifikasyonlar XBRL toplulukları tarafından oluşturulur. Bu sayede raporlama, karşılaştırma ve transferine bir standart getirilmiş olur (Tokel vd., 2005: 8). Başka bir ifadeyle çevrimiçi finansal raporlamalar için bir

standart getirerek finansal raporlar arasındaki farklılığı ortadan kaldırır (Aktaş ve Başçı, 2007: 18).

XBRL'nin arkasındaki mantık esasında oldukça basittir. Finansal verilerin blok metin olarak kullanılmasından ziyade verilerdeki her bir kalemi farklı şekilde etiketlenerek hazırlanmasını öngörmektedir. Bu sayede oluşturulan veriler, varlık, yükümlülük, kar gibi finansal kavramların bilgisayarlar tarafından okunabilir ve analiz edilebilir hale gelmesini sağlamaktadır (Erkuş, 2008: 42). Yani XBRL, muhasebe kayıt ve raporlamayla ilgili kavramları yeniden tanımlamaktan ziyade, mevcut kavramları elektronik ortama taşımaktadır.

1.10.1. Teknik Yapısı ve Unsurları

XBRL yapısı itibariyle karmaşıktır ve işleyişinin anlaşılabilmesi için XBRL Spesifikasyonları, XBRL Sınıflandırma Sistemleri (taksonomileri), XBRL Örnek Dokümanları ve Biçem Stil şablonları (style sheet) kavramlarının iyi bir şekilde bilinmesi gerekmektedir.

XBRL'in asıl fonksiyonu, finansal raporlama faaliyetlerini iyileştirmektedir. Bu çerçevede, standart bir hesap şeması veya taksonomisi yoktur. İşletme içinde oluşturulan hesap şemalarıyla işletme dışında kullanılan ortak terimleri eşleştirmektedir (Tokel ve Yücel, 2005: 8). Terimler üzerinde uzlaşıldıktan sonra, her işletme kendi değerlerini bu terimleri kullanarak sunabilmektedir. XBRL, neyi ve niye sorularıyla ilgilenmekten ziyade nasıl yapılması gerektiği üzerine standartlar koymaktadır (Tokel ve Yücel, 2005: 9).

XBRL'in en önemli avantajı “verileri tanımlayan veriler” olarak tanımlanabilen meta veri kavramıdır. Meta verinin işletmelere avantajlarını; veri tarama sürecini kolaylaştırması, istatistiki verileri tanımlaması, bilgi teknoloji sistemleri aracılığıyla verilerin yönetiminde (işleme, transfer, sunum) kullanılması, standart bir ara yüz yaratması şeklinde sıralanabilir.

XBRL spesifikasyonu, XBRL uyumlu belgelerin nasıl oluşturulacağını belirleyen kurallardır. Bu kurallar taksonomiler aracılığıyla anlam kazanır. Taksonomi, belge düzenlemede kullanılan terimler arasındaki ilişkileri etiketler cinsinden ifade edilmesidir. Taksonomi kavramı; etiketler, tanımlamalar, sunum, referans ve hesaplamalardan oluşmaktadır. Farklı sektörlerle ait farklı etiket sistemleri bir

taksonomidir. Taksonomilerin kullanımıyla etiketleme işlemi yapılmış veriler XBRL Örnek Dokümanını oluşturmaktadır (Tokel ve Yücel, 2005: 10).

XBRL Sertifikasyonları: Finansal kavramların XBRL dilinde tanımlanma biçimini anlatan dokümandır. Bu dokümanlar finansal raporların oluşturulmasını, karşılaştırılmasını ve iletilmesini kolaylaştırmayı sağlayan bir standarttır. Herhangi bir işletmede birbiriyle entegre olarak çalışan spesifikasyonların olmaması durumunda raporlamada kullanılacak verilerin her seferinde tekrar hazırlanması gerekecektir. Bu sebeple muhasebe alanının görevi, raporlamaları standartlaştırmayı sağlayacak bir spesifikasyon oluşturmaktır. Bu sayede finansal raporların hazırlanması, analizi, iletilmesi ve farklı şekillerde yayınlanması için bir standart oluşturulmuş olacaktır.

Sınıflandırma Sistemleri (Taksonomiler): Taksonomiler, her bir ticari raporlama bilgisinin standart bir biçimde tanımlanmasıdır. Taksonomiler veya XBRL sınıflandırma sistemleri, finansal raporların muhtevasını standardize ederek tanımlar ve sınıflandırır. Bu taksonomiler, genel kabul görmüş muhasebe ilkeleri, düzenleyici otoriteler ve standartlar çevresinde detaylı kuralları sisteme tanımlamak için oluşturulmaktadır. Özetle sınıflandırma sistemleri (taksonomiler), finansal verilerin raporlanması sırasında nasıl etiketlenmesi gerektiğini göstermektedir. Taksonomiler sayesinde işletmelerin raporları veya finansal bilgileri tüm kullanıcılar için anlaşılabilir ve karşılaştırılabilir olmaktadır. Taksonomilerin konjonktür ve ihtiyaçlar doğrultusunda revize edilebilmesi ve artırılabilmesi özelliği bu raporlama diline geliştirilebilir bir nitelik kazandırmaktadır (Toraman ve Abdioğlu, 2008: 79).

Tek düzen hesap planı veya bilanço muhasebe sektöründe bilinen en genel taksonomiler arasındadır. Tek düzen hesap planı işletme faaliyetlerini varlıklar, yükümlülükler, gelirler ve giderler olarak sınıflandırırken; bilanço ise varlıklar, yükümlülükler ve öz kaynaklar olarak sınıflandırmaktadır. XBRL yeni bir hesap planı oluşturulamakta ve genel kabul görmüş muhasebe ilkelerini de değiştirmemektedir; sadece finansal bilgilerin bilgisayar ortamı için kaydedilmesini, raporlanmasını ve karşılaştırılabilmesini sağlamak için standartlar oluşturmaktadır (Erkuş, 2008: 135)

Stil Şablonları (Style Sheet): Geliştirilebilir işletme raporlama dili (XBRL), aracılığıyla işletmelerin finansal raporlar hazırlamak istemleri durumunda örnek dokümanlar yeterli olacaktır. XBRL verilerin güvenli ve tutarlı bir şekilde sistemler

arasında transfer edilebilmesini sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. XBRL ile raporlar, CSS (Cascading Style Sheets), XSL (Extensible Stylesheet Language) gibi stil şablonları kullanılarak oluşturulmaktadır. Finansal raporların farklı biçimlerde oluşturulabilmesi için örnek dokümanlardaki verilere oluşturulmak istenen biçim unsurları eklenmelidir.

1.10.2. XBRL'in Muhasebe Bilgi Sistemine Etkisi

Muhasebe sistemi tarafından üretilen bilgilerin kullanıcılar için önemi göz önünde bulundurulduğunda XBRL muhasebe uygulamalarının bilişim teknolojileri ile entegre olmasını sağlaması yönünden muhasebe bilgi sistemine değer kattığı söylenebilir.

Son yıllarda Türkiye'de ve diğer birçok ülkede e-Dönüşüm, e-Devlet, e-Ticaret ve e-Yönetişim gibi yapılan çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, XBRL standardının çağa entegre olma etkisi daha rahat bir şekilde ortaya konulabilir. Bunun yanı sıra Avrupa Birliği Uyum süreci, Basel Kriterleri ve Ulusal ve Uluslararası Finansal Raporlama Standartları gibi gelişmelerin temel amacı olan şeffaflığı sağlamak ve veri paylaşım kültürünü de geliştirmektir (Tokel vd., 2007: 2).

Veri paylaşımı konusundaki temel sorun, verilerin farklı formatlarda hazırlanması ve sunulmasıdır. Bu sorun verilerin yazılımlar arasındaki uyumu engellemesidir. Bu uyumsuzluğu çözmek için kullanıcıların verileri tekrar bilgisayar ortamına girmeleri veya yazılımlarını değiştirmeleri gerekmektedir ki bu iki çözümde zaman kaybına ve maliyet artışına neden olmaktadır (Stamps, 2005: 1).

Geliştirilebilir İşletme Raporlama Dili (XBRL) yukarı bahsedilen soruna çözüm olacak finansal raporlardaki şeffaflığı ve dolayısıyla raporlara duyulan güvenilirliği artıracak niteliktedir. XBRL, finansal raporları uluslararası finansal raporlama standartları ile entegre şekilde hazırlanmasına imkan vermektedir. İhtiyaç duyulan her an ve her noktada bilgiye erişime imkân vererek verilerin çok yönlü dağıtımını gerçekleştirebilmektedir (Sevim ve Temizel, 2009: 224).

1.10.2.1. Temel İşlemlere Etkisi

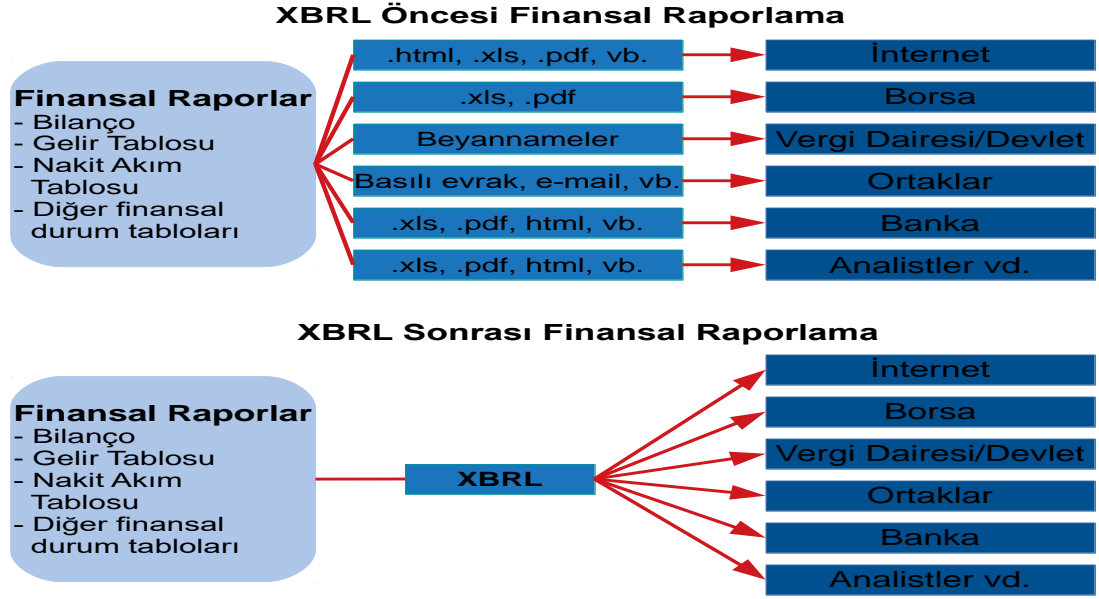
Veri Toplama: Muhasebe bilgi sisteminin ilk aşaması ticari faaliyet sonucu oluşan ve parasal değeri olan belgelerin (fatura, irsaliye, makbuz, çek vb) toplanmasıdır. Bu belgeler her ne kadar kağıt olarak hazırlansa da dijitalleşmenin ve e-imza teknolojisinin

yaygınlaşmasıyla bu belgelerin dijital formatta hazırlanması halinde XBRL ile kodlanacak ve belge toplama süreci yeni bir boyut kazanacaktır. Bu sürecin devamında XBRL'in uygulama alanı ve kullanımı genişledikçe muhasebenin dijitalleşme seviyesi artacak ve sistem tam olarak etkinleşecektir. Böylelikle veri toplama işlemlerinin maliyeti ve toplama süresi azalacaktır. XBRL formatında toplanana veri sisteme bir defa girildikten sonra, raporlama esnasında tekrar manuel olarak girilmesine gerek kalmadan otomatik olarak uygulama tarafından kullanılabilir (Deran ve Hatipoğlu, 2008: 48).

Kaydetme ve Sınıflandırma: Verilerin toplanmasından sonraki aşama ise bu verilerin anlamlı ve düzenli bir şekilde kaydetme ve sınıflandırma işlemleridir. İçinde bulunduğumuz bilişim çağında verilerin kaydedilmesi tamamen bilgisayar ortamında gerçekleştirilmektedir.

XBRL bilgisayar ortamında kaydedilmiş veriler sayesinde yevmiye ve büyük defter kayıtlarının takibini, arşivlenmesini ve sınıflandırılmasını sağlamaktadır. XBRL'in bu süreçteki bir diğer katkısı ise uluslararası muhasebe standartlarına entegrasyonu kolaylaştırması ve standartların yaygınlaşmasını hızlandırmasıdır.

Özetleme ve Raporlama: Verilerin kaydedilmesi ve sınıflandırılması sonucunda elde edilen sayısal çıktı, çift taraflı kayıt sistemine hakim bir uzman için anlaşılabilir ve analiz edilebilir olsa bile, diğer birçok kullanıcı için anlaşılabilir değildir. Bu sebeple elde edilen sayısal çıktının anlaşılabilirliğini arttırmak için özetleme ve raporlama faaliyetleri gerçekleştirilir.

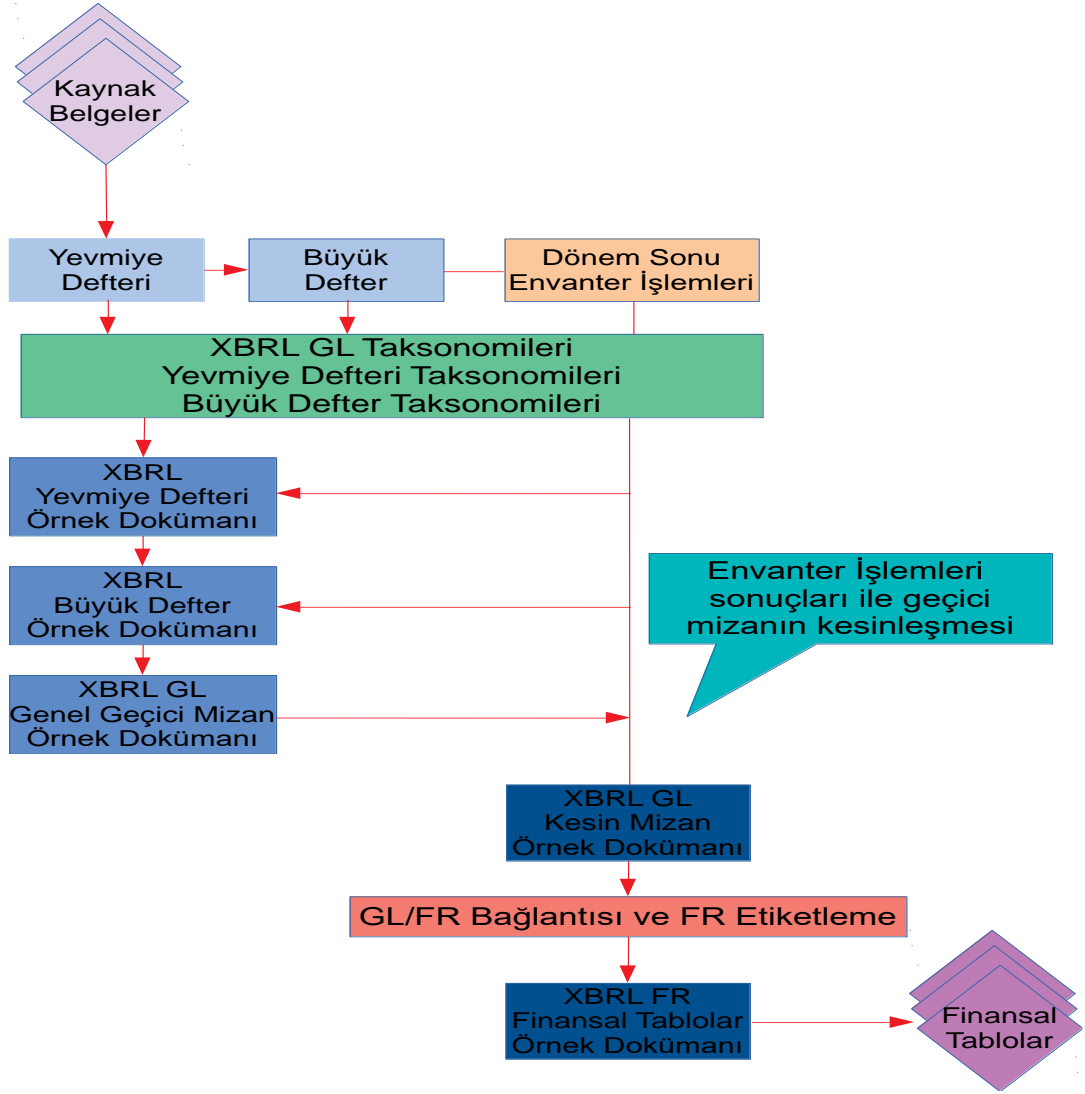


Şekil 6: XBRL Öncesi ve Sonrası Finansal Raporlama

Kaynak: Tokatlı Erkan, “XBRL (Geliştirilebilir İşletme Raporlama Dili)’in Muhasebe Bilgi Sistemine Etkileri”, Marmara Üniversitesi, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2013, İstanbul, s.65

Bu özetleme ve raporlamalar için veri mahiyetinde olan yevmiye defteri, büyük defter, mizan ve raporlar arasındaki ilişki bilişim teknolojileri ile kurulmaktadır. XBRL, veriler arasındaki ilişkiyi kurmasının yanı sıra raporların işlevselliğini de arttırmaktadır. Muhasebe uygulamalarında XBRL ile etiketlenmiş veriler ile hazırlanan finansal tabloların birleştirilmesi kolaylaşacaktır (Erkuş, 2008: 127).

İşletmelerde XBRL kullanılması; finansal durumla ilgili verilere daha hızlı ve güvenilir şekilde ulaşılmasını, veri toplama ve analiz için harcanan zaman ve maliyetleri azaltmayı, katma değeri daha fazla işler üzerinde yoğunlaşabilmeye imkan tanınması ve kağıtsız raporlamaya imkan vermesi gibi faydalar sağlamaktadır. XBRL aracılığıyla hazırlanan raporlar farklı formatlarda kullanılabilen her bir format için ayrıca veri girişi ve analiz işlemleriyle uğraşmanın önüne geçmektedir. Bu durum şekil 6’da tasvir edilmiştir.



Şekil 7: XBRL ile Finansal Raporlama

Kaynak: Tokatlı Erkan, “XBRL (Geliştirilebilir İşletme Raporlama Dili)’in Muhasebe Bilgi Sistemine Etkileri”, Marmara Üniversitesi, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2013, İstanbul, s.66.

Şekil 7’de XBRL ile verilerin toplanmasından raporlanmasına kadarki sürecin muhasebe programları tarafından yapıldığı gösterilmektedir.

XBRL destekli raporlamanın zayıf noktası ise sermaye piyasasındaki şirketlerin anlık/gerçek zamanlı raporlamaya karşı çıkabilme ihtimalleri olmasıdır. Anlık/gerçek zamanlı raporlama her ne kadar yatırımcılara veya analistlere yardımcı olsa da kontrol dışında şirketler hakkındaki bilgilerin yazılımlar aracılığıyla yayılması yöneticileri kaygılandıracaktır (Erkuş, 2008: 128).

1.10.2.2. Bilgi Kullanıcılarına Etkisi

Muhasebe bilgi sisteminin ürettiği bilgilerin sunum aracı olan finansal raporlamaların kullanıcıları ticari faaliyetlerin tarafı olan tüm bireylerdir. Muhasebeciler tarafından oluşturulan finansal raporlar esasında bilgi ve hesap verme aracıdır. Ancak bu bilgi ve hesap verme aracının her kullanıcı tarafından anlaşılabilir, yorumlanabilir ve ulaşılabilir olması gerekmektedir. TMS-24'e göre finansal raporların ilgili tarafları yanıltmayacak nitelikte olması gerekmektedir. XBRL aracılığıyla hazırlanan finansal raporlar işletmelerin finansal durumlarını ve gerçekleştirilen faaliyetlerin sonuçlarını açık, şeffaf ve gerçek zamanlı olarak hazırlanmasına yardımcı olmaktadır (Gökçen vd., 2006: 219).

1.10.2.3. Muhasebe Denetimine Etkisi

Son yıllarda gerçekleşen muhasebe ve denetim faaliyetlerindeki usulsüzlüklerin ve manipülatif eylemlerin artması ve ciddi boyutlara ulaşması bu gibi durumların ortaya çıkarılması ve önlenmesi için kullanılan yöntemlerin yeniden gözden geçirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır (Balcı, 2008: 62). Bu başlık altında XBRL ile raporlamanın muhasebe uygulamalarındaki manipülatif eylemlerin önlenmesi ve finansal raporlara olan güvenilirliği arttırması konusundaki etkileri incelenecektir.

a. İç Denetime Etkileri: İç denetim, işletme bünyesindeki bireylerin niyetlerine bakılmaksızın hata, hile gibi işletmelere zarar verebilecek eylemlerin önlenmesi amacıyla işletme yönetimine bağlı olarak gerçekleştirilen denetim türüdür (Dabbağoğlu, 2007: 134). İç denetimden sorumlu olan iç denetçiler; işletme içinde istihdam edilen ve ticari faaliyetlerin işletme amaçlarına uygunluğunu incelemek amacıyla, finansal tabloların denetimini, uygunluk denetimini ve faaliyetlerin denetimini gerçekleştiren kişidir (Çetinoğlu, 2007: 11).

XBRL uyumlu yazılımlar kodlanmış veriler sayesinde iç denetçilerin, işletme bünyesindeki her departmanın muhasebe bilgilerine istedikleri zaman ulaşabilmelerini sağlamaktadır. Bu kolaylık iç denetçilerin verilere ulaşma sürecinde karşılaştıkları zorlukların önüne geçmektedir (Erkuş, 2008:129).

b. Dış Denetime Etkileri: Dış denetim, kamu gücünü kullanarak işletmelerin finansal kontrollerini gerçek ve tüzel kişiler aracılığıyla gerçekleştirme faaliyetidir. Dış denetçiler işletmelerin finansal durumunu kontrol ederken yazılım programları kullanmaktadır.

Bağımsız ve uzman kişiler tarafından gerçekleştirilen dış denetim faaliyetleri için XBRL önemli avantajlar sağlayacaktır. XBRL'in kodlama yapısı verileri sorgulamaya imkan vermektedir ve denetim sürecini hızlandırmaktadır (Çetinoğlu, 2007: 70).

Denetçiler tarafından XBRL'in kullanımının getirdiği avantajlar şu şekilde sıralanabilir: Bilgisayar destekli denetim tekniklerinin kullanılmasına izin verir, denetim sürecini hızlandırır, denetim kanıtlarının sağlanmasını daha hızlı ve güvenilir kılar, denetimde etkinlik ve verimlilik sağlar, kayıt dışı ekonominin önüne geçer, usulsüzlükleri azaltır (Toraman ve Abdioğlu, 2008: 79).

1.10.2.4. Sürekli Denetim Açısından Etkileri

Sürekli denetim kavramı John Kearns tarafından literatüre katılmış bir kavramdır. Kearns bilişim teknolojilerindeki artışın, büyük hacimli verilerin bilişim teknolojileriyle işlenmesi ve denetim teknolojisinin gelişmesinin sonucu olarak sürekli bir denetimin mümkün olacağını savunmuştur. AICPA ve CICA'nın sürekli denetim konusunda birlikte hazırladıkları raporda sürekli denetim "denetçi tarafından, denetimin konusu olan faaliyetlerin gerçekleşmesiyle eşzamanlı olarak güvence vermesini sağlayan yöntem" şeklinde tanımlanmıştır (Ağca, 2006: 68).

Sürekli denetimin "sürekli kontrol değerlendirmesi" ve "sürekli risk değerlendirmesi" olmak üzere iki ana unsuru vardır (Kogan vd., 1999: 92). Sürekli kontrol değerlendirmesi ile kastedilen, mümkün olduğunda çabuk bir şekilde denetim yapılmasıdır. Sürekli risk değerlendirmesi ise risk düzeyinin üzerindeki sistem ve süreçlerin belirlenmesidir.

XBRL sürekli denetime imkan verecek beş unsura sahiptir. Bu unsurlar, verilerin güvenli bir şekilde toplayabilmesi ve analiz yapabilmesi, performans ölçütlerini belirleyebilmesi, raporlamaları anlaşılır kılabilmesi, izlenebilirliği artırması ve gerçek zamanlı olarak bilgi dağıtımını sağlamasıdır. Gerçek zamanlı olarak bilgi dağıtımını sağlama unsuru diğer dört unsuru da etkilemektedir. XBRL finansal verilere ulaşılmasını kolaylaştıran yapısı gereği finansal raporlamaların ve finansal verilerin şeffaflığını arttıracaktır. XBRL'in gerçek zamanlı raporlamaya imkan vermesi sürekli denetime de imkan sağlayacaktır (Çetinoğlu, 2007: 70).

1.11. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP I)

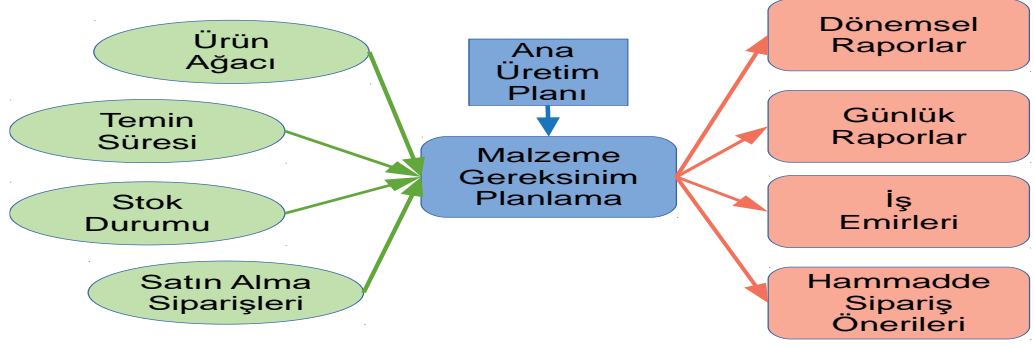
Üretim işletmelerinin, üretim esnasında gereken malzemelerinin tedariki aşaması zaman kaybı, verimsizlik, maliyet ve dolayısıyla müşteri memnuniyetsizliğine neden olmaktadır. Gelişen teknolojiler, üretim yöntemlerindeki değişiklikler yukarıda bahsedilen sorunlara çözüm ihtiyacını daha fazla ortaya çıkarmıştır. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP) bu süreçte ortaya çıkmıştır.

Malzeme İhtiyaç Planlaması, üretim işletmelerindeki üretimi gerçekleştirmek için gereken malzemelerin temin edilmesini, maliyetini ve zamanını belirlemek amacıyla bilgisayarların kullanıldığı yöntemdir. MRP sistemleri, hangi malzemenin, ne kadar ve ne zaman gerektiğini belirleyerek stok maliyetlerinin düşürerek ve üretim imkanlarını arttırarak rekabet gücünün kazanılmasına yardımcı olur (Monks, 1996: 274). MRP'nin temel amacı üretim planları, tüketici talepleri, tedarik süreleri ve üretim süreleri gibi üretim süreciyle alakalı verileri detaylı bir biçimde raporlayarak yönetici kararlarının etkililiğini arttırmak için gerekli bilgilerin sunulmasıdır.

MRP sistemi, üretim için gereken malzemeleri otomatik olarak hesaplar ve satın almadan önce tahmini olarak satın alım ve satış siparişlerini eşgüdümle ve tahmini sonuçları ortaya koyar. Bu sayede üretim kararlarının müşteri talepleri ve stok seviyesine bağlı olarak verilmesine yardımcı olur ve verimliliği artırır. Üretilen ürünlerin daha komplike özellikte olması veya parça sayısının çok olması malzeme/stok ihtiyaç planlamasının bilgisayar aracılığıyla yapılmasını gerektirmektedir (Öztemel, 2006: 24).

MRP sistemlerinin temel özelliklerini iki başlık altında sıralanabilir: bunlardan ilki MRP sisteminin ürün esaslı olmasıdır. MRP sistemi üretilecek olan üründen yola çıkarak üretim için gerekli olan ham madde ve yarı mamul gereksinimlerini belirler. İkinci olarak ise MRP sistemi son ürününün temin edilmesi için gerekli olan malzeme miktarını hesaplaması yönüyle gelecek zamanlı olarak hareket etmektedir (Yetiş, 2003: 36).

MRP sistemlerinin ürün ağaçları, malzeme temin süreleri, stok durumu ve müşteri talepleri gibi verileri toplayarak üretim kararlarının verilmesine yardımcı olan yapısı şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Malzeme İhtiyaç Planlaması Sistemlerinin Yapısı

Kaynak: Heizer, Jay and Barry Render, “Principles of Operations Management”, Prentice Hall, Fourth Edition, New Jersey, 2001, s.581.

1.11.1. Malzeme İhtiyaç Planlamasının Amacı

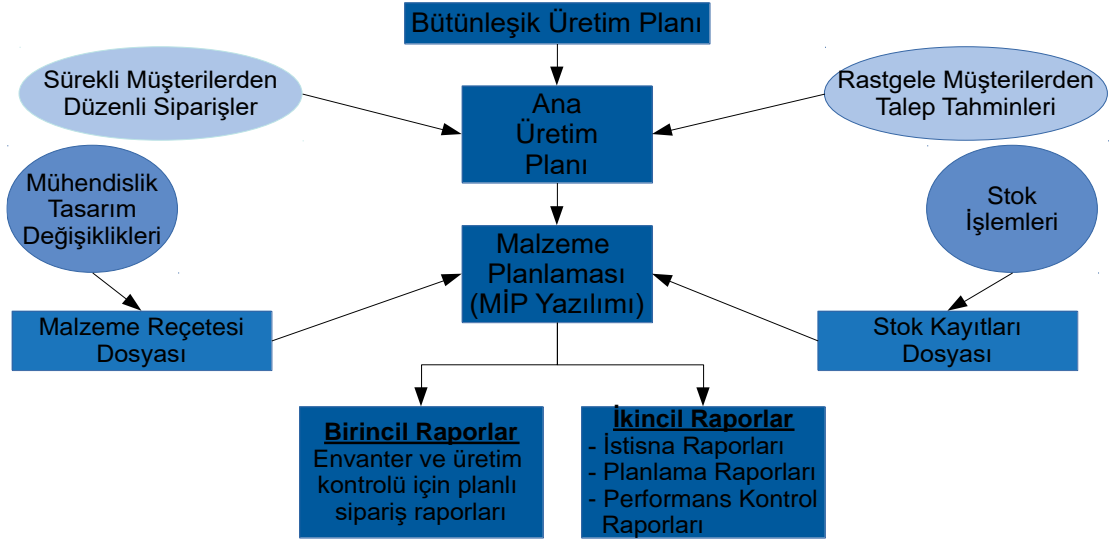
Üretim sürecinde gerekli olan girdilerin kullanım etkinliğini arttırmaya yönelik bir uygulama olan MRP sisteminin öncelikli amaçları şu şekilde sıralanabilir (Compton, 1999: 374):

- Hedeflenen üretimi gerçekleştirmek için ihtiyaç duyulan malzemelerin teminini sağlamak,
- Hedeflere ulaşmak için gerekli olan optimum stok seviyesini belirlemek,
- Üretim planlarının hazırlanmasına katkı sağlamak,
- Üretim yönetimi konusunda geleceğe dönük planlamaya yardımcı olmak,
- Üretim girdilerine yönelik ihtiyaçlar hakkında bilgi üretmek,
- Üretim sürecindeki maliyetleri minimize etmek,
- Üretim kontrol sürecine katkı sağlamak,
- Maliyet minimizasyonu aracılığıyla rekabet gücü kazandırmak.

1.11.2. Malzeme İhtiyaç Planlamasının Kapsamı ve Girdileri

MRP sisteminin verimli bir şekilde çalışması ana üretim planı, malzeme master bilgileri, ürün ağaçları, stok kayıtları ve malzeme temin süreleri girdilerine ihtiyaç duymaktadır. Ana üretim planı, üretilecek olan ürünlerin en son ne zaman ve ne kadar üretileceği hakkındaki bilgidir. Malzeme master bilgileri, malzemelerin kodlarını, tanımlamalarını ve spesifikasyonlarının belirtildiği dosyadır. Ürün ağaçları ile kastedilen, son çıktının ve onunla ilgili yarı mamullerin hangi parçalardan oluştuğunu

içeren bilgilerdir. Stok kayıtları adından da anlaşılacağı üzere işletme stok durumunu gösteren dosyadır.



Şekil 9: Malzeme İhtiyaç Planlamasının Girdileri

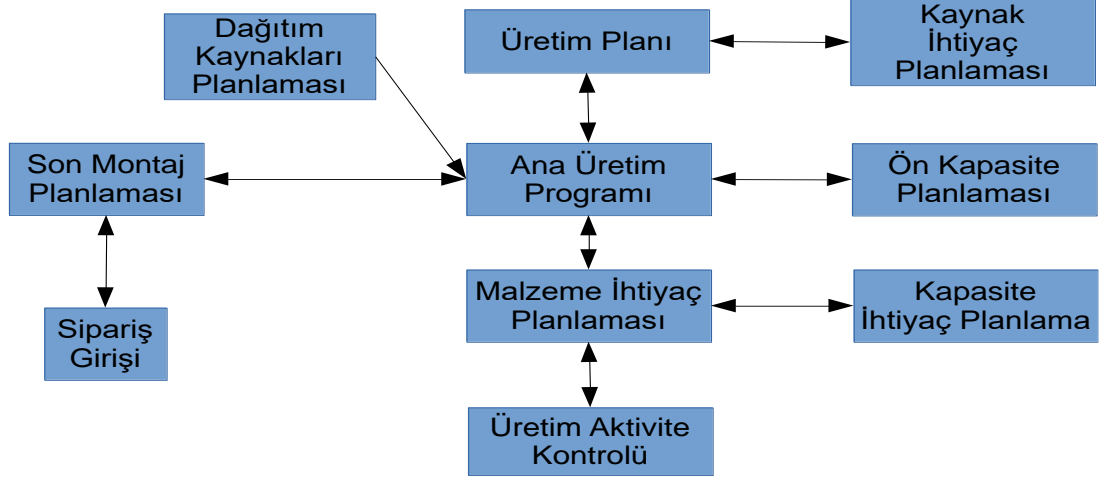
Kaynak: Acar, Nesime, “Malzeme İhtiyaç Planlaması”, Milli Prodüktivite Merkezi Yayını, Ankara, 199, s. 27.

1.11.2.1. Ana Üretim Planı

Ana üretim planı üretim işletmelerinin ihtiyaçları doğrultusunda oluşturulmuş çizelgedir. Başka bir tanımlamayla üretim işletmelerinin yaptığı veya yapacağı parça numaralarının miktarlarını belirleyen planlama numaralarıyla sistemi yürüten çizelgedir. Bu çizelge her spesifik parça için gereksinim duyulan öğelerin miktarlarını göstermektedir. Ana üretim planlarının ürün talep tahmini, kontrol seviyeleri, satış ve faaliyet planları arasındaki entegrasyon, teslimat zamanları ve siparişle üretilen ürünlerin türlerinden etkilenmektedir.

Üretim işletmelerinde birbirinden farklı birçok üretim yöntemi mevcuttur. Ana üretim planı her bir üretim tipine göre farklı aşamaları öngörmektedir (Lee, 2009: 87).

Şekil 10’da ana üretim planının çalışma şekli gösterilmiştir. Şekilde görüleceği gibi ana üretim planını birbirinden farklı üretim planı ve kontrol işlemleri ile ilişkilidir.



Şekil 10: Ana Üretim Programının Çalışma Alanı

Kaynak: Fogarty, D., Blackstone, J., Hoffmann T.R., “Production and Inventory Management”, South Western Publishing Co., Cincinnati.1991, 465.

1.11.2.2. Ürün Ağacı

Malzeme ihtiyaç planlama sisteminin ilk girdisi olan üretim için gerekli parçaların listesidir. Bu liste farklı boyutlarda oluşturulabilmekte ve farklı amaçlarda kullanılabilir. Bu listeler üretim sürecini kademe kademe göstermektedir. Bu kademelerin grafiksel olarak gösterimi bir ağaca benzediğinden dolayı ürün ağacı denilmektedir.

Ürün ağaçları, üretimde maliyetleri minimize ederken karı maksimize etmek için hangi parçaların üretileceğini ve hangi parçaların satın alınacağını belirlemek için kullanılmaktadır. İşletmelerin muhasebe departmanları ürün ağacından elde edilen veriler aracılığıyla ürün maliyetini hesaplamaktadır (Fogarty vd., 1991: 471).

1.11.2.3. Stok Verileri ve Kontrol Sistemleri

Stok verileri ve kontrol sistemleri, stoklardaki tüm malzemeler hakkında giriş, çıkış ve sipariş tarihi, temin süresi, miktarı gibi tüm bilgilerin kaydedildiği veri setidir. MRP sistemi bu verileri kullanarak planlama yapmaktadır. İşletmeler üretim ve satın alma faaliyetlerini “siparişe göre üretim, stok için üretim ve sipariş tipi üretim” olmak üzere üç farklı şekilde gerçekleştirebilir. Siparişe göre üretimde üretime sipariş alındıktan sonra başlanmaktadır. Stok için üretim yönteminde müşteri taleplerini daha hızlı sürede karşılamak amacıyla talep oluşmadan üretim tamamlamaktır. Sipariş tipi üretim ise yarı

mamul, stok ve nihai ürünler için üretimin yapılmasıdır. Bu üretim politikaları doğrultusunda stok kontrolü, sipariş verme sistemi, sipariş verme seviyesi gibi verilerin tespitinde kullanılabilir.

1.11.3. Malzeme İhtiyaç Planlamasının Avantajları

MRP sistemi ile verilen siparişlerin, tüm üretim süreçlerinde kontrol edilebilmesi zamanlamada ve miktarda optimizasyonu sağlamaktadır. Üretim işletmeleri MRP sistemini etkili bir şekilde uygularsa aşağıda sıralandığı gibi birçok avantaj elde eder (Jonsson, 2008: 385):

- Müşteri hizmetleri kalitesini artırır,
- Satın alma maliyetlerini azaltır,
- Stok seviyelerini optimize eder,
- Zaman tasarrufu sağlar,
- Piyasa taleplerine cevap kabiliyetini artırır,
- İşletme verimliliğini artırır,
- En etkili ve verimli ana planın oluşturulmasına imkan sağlar,
- Mamul ve malzemelerin amortisman seviyelerini düşürür,
- Yönetim kararları için kullanışlı veriler sunar.

1.11.4. Malzeme İhtiyaç Planlamasının Dezavantajları

MRP sistemlerinin en temel sorunu sadece malzeme ihtiyaçlarına odaklanması ve gerçek zamanlı olmamasıdır. Teknoloji ve piyasalardaki hızlı değişimler ve ekonomik konjonktür doğrultusunda ise gerçek zamanlı üretim planlamasına gerek duyulmaktadır (Na vd., 2008: 25). MRP sisteminin bir diğer dezavantajı ise işletmelerin kapasitelerinin üretim için yeterlilik durumunu incelememesidir (Bhat, 2009: 8). İşletmelerin kapasitesini incelememesi sonucunda “Kapalı Çevrim Malzeme İhtiyaç Planlaması”nın oluşturulması, MRP sistemini sadece siparişleri ve stokları kontrol eden bir sistem olma durumundan çıkarıp, üretim kontrolüne de katkı sağlayan bir sistem haline getirmiştir (Yılmaz, 2009: 74). Bir diğer dezavantaj olarak da piyasalarda birçok farklı sektör ve her sektörde birçok farklı yöntem kullanılmaktadır (Acar, 1999: 35).

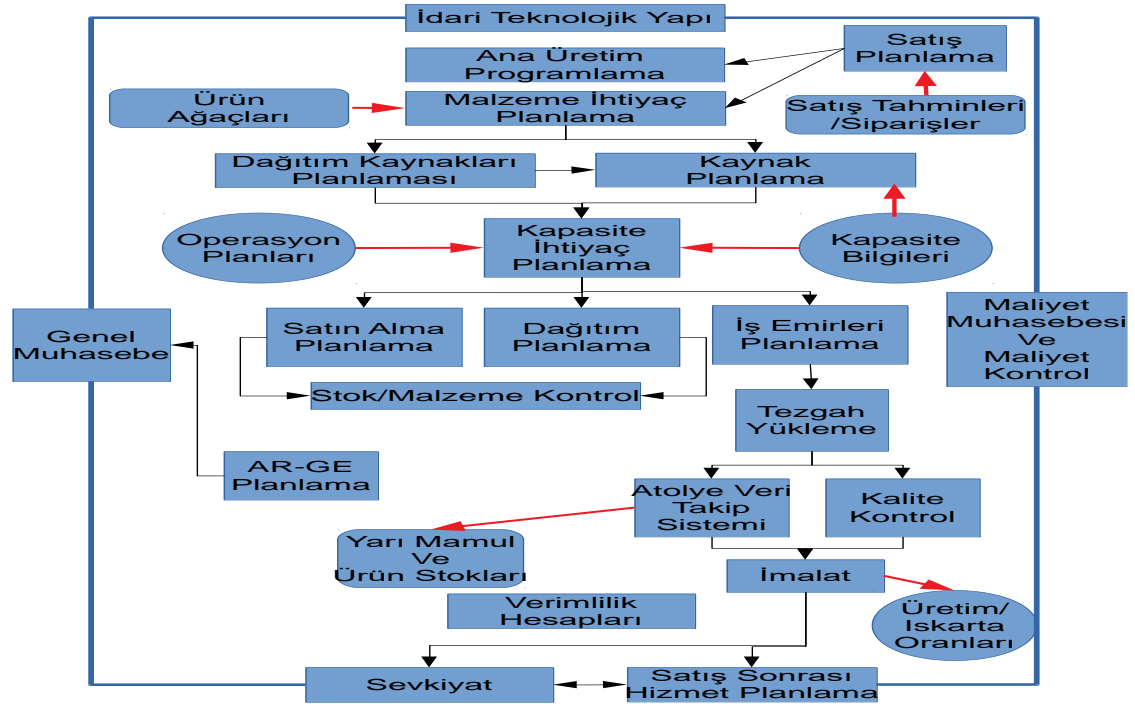
1.12. Üretim Kaynakları Planlaması (MRP II)

Pazar koşullarının değişmesi ve artan rekabet ortamı işletme araçlarının birçoğunu etkilediği gibi ürün odaklı sistem olan Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP)'ni da etkilemiştir. Bu etki sonucunda 1980'lerin başlarında Üretim Kaynakları Planlaması Sistemi (MRP II) ortaya çıkmıştır (Teresko, 1994: 53).

MRP II sisteminin temel amacı, işletme içindeki pazarlama, finans ve tasarım gibi tüm üretim kaynaklarını entegre ederek ele almaktır. Bir diğer amacı ise, oluşturulan sistemden elde edilen geri bildirimler aracılığıyla yönetim ve planlama kararlarına yardımcı olmaktır (Chase vd., 1998: 647).

1.12.1. Üretim Kaynakları Planlamasının Kapsamı

Dijitalleşme ve ekonomik konjonktürdeki değişimler sonucunda işletmelerin, rekabet gücünü koruyabilmeleri ve sürece entegre olabilmeleri için kaynaklarını etkili ve verimli bir şekilde kullanmaları zorunlu hale gelmiştir. Üretim kaynakları planlama sistemi (MRP II) işletmelerin kaynaklarını en verimli şekilde kullanmalarını sağlamak için üretilmiş bir bilgisayar modelidir (Durmuşoğlu, 1995: 102).



Şekil 11: Üretim Kaynakları Planlamasının Yapısı

Kaynak: Barbarosoğlu, G., "Endüstriyel Yönetim Sistemleri, MRP, MRP II, ERP ve CIM", Üretim Kaynakları Planlaması Workshop Bildiriler Kitabı, İstanbul, 1994, 14-25.

Şekil 11’de MRP II sisteminin genel yapısı gösterilmeye çalışılarak işletmelerin karar mekanizmalarının verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayan bir sistem olduğu gösterilmiştir.

1.12.2. Üretim Kaynakları Planlamasının Sistem Elemanları

Üretim kaynakları planlaması, işletme içindeki farklı fonksiyonları tanımlayan modüllerin entegre biçimde çalıştığı sistemdir. MRP II sisteminin yapısını belirleyen ve entegre olan modüller; ana üretim planlama, ürün ağaçları, stok kontrol sistemleri, malzeme ihtiyaç planlaması, satın alma planlama ve kontrol sistemi, üretim emirlerini planlama, kapasite ihtiyaç planlama, atölye kontrol sistemi, dağıtım kaynaklarının planlanması, maliyet simülasyonu, maliyet yönetimi, genel muhasebe, borçlu ve alacaklı hesaplar şeklinde aşağıda daha detaylı bir şekilde açıklanmak üzere sıralanabilir.

Ana üretim planlama: Ne üretileceği, ne zaman ve ne kadar üretileceği gibi sorulara; talep tahminleri, satış tahminleri, dağıtım fonksiyonları ve üretim kapasitesini entegre bir şekilde değerlendirerek verimli bir şekilde cevap verilmesini sağlayan modüldür.

Ana üretim planlama:

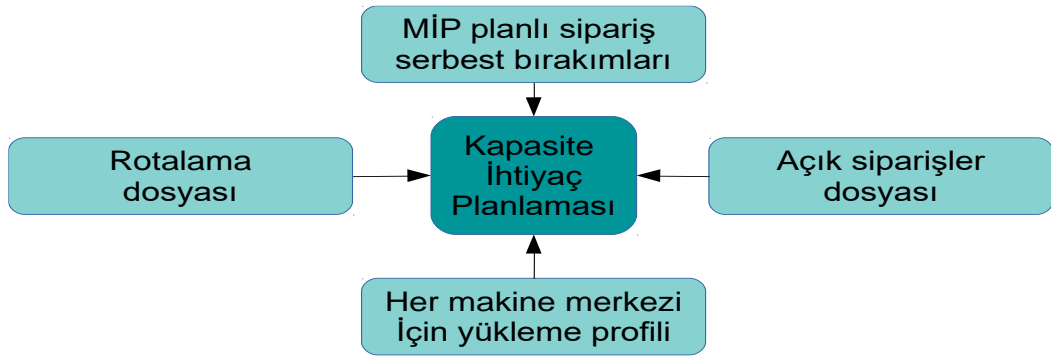
- Siparişi açılan parçaların bir listesi,
- Üretim sürecindeki parçaların durum bilgileri ve faaliyet bitiş sürecinin listesi,
- Üretim için gereken malzemelerin kontrolü,
- Yeni siparişlerin programa ilave edilebilmesi,
- Farklı üretim yöntemlerine uygun olarak çalışabilme özelliklerine sahip olmalıdır.

Stok kontrol sistemleri: MRP sistemleri, işletme içindeki stok seviyesini ve işletme dışındaki satın alma, tedarik ve teslimat gibi faaliyetleri eş zamanlı olarak ele almaktadır. Stok kontrol sistemleri; stoklardaki malzemeler hakkındaki bilgilere müdahale edebilme ve listeleyebilme, stoklardaki malzeme giriş çıkışlarını ve malzeme hareketlerini maliyet ve zaman bakımından raporlayabilme ve analiz edebilme özelliklerine sahip olmalıdır (Özkul, 1991: 23).

Malzeme ihtiyaç planlaması: Malzeme ihtiyaç planlama modülü, piyasadaki arz ve talep dengesini analiz ederek işletmeler için malzeme planları hazırlamakta ve

değişiklikler (tedarik tarihi, miktarı vb.) halinde önerilerde bulunmaktadır. Bir MRP modülü; ana üretim programında, stoklarda, sipariş miktarlarında, tedarik sürelerinde ortaya çıkabilecek değişikliklere anında cevap verebilmelidir. Malzemelerin tedarik süreleri, maliyetleri, fiyatları, stok durumları ve sipariş durumları gibi bilgileri sağlayabilmeli; üretim hattındaki malzemelerin mevcut durumlarını ve malzemelerin gelişme raporlarını hazırlayabilmelidir (Özkul, 1991: 23).

Kapasite ihtiyaç planlaması: Kapasite ihtiyaç planlaması modülü, işletmeler açısından üretimin dengelenmesini ve işgücü planlamasını sağlamaktadır. Kapasite ihtiyaç planlaması modülü; bir işi alabilmek için veya bir faaliyete başlamak için gerekli olan kapasite ile mevcut kapasite arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Kapasite ihtiyaç planlaması işletmelerin mevcut tesislerinden faydalanma seviyelerini incelemekte ve işletmeler açısından öncelik sıralamalarının ortaya çıkarılmasını sağlamaktadır (Asal, 2009: 54). Şekil 12’de kapasite ihtiyaç planlamasının genel yapısı gösterilmiştir.



Şekil 12: Kapasite İhtiyaç Planlaması

Kaynak: Russell, R.S., Pamplin, R.B., “Production and Operations Management”, Prentice–Hall Co., New Jersey, 666, 1995.

Atölye kontrol sistemi: Atölye kontrol sistem modülü; üretim kontrolü, işçilik ve makine çalışma sürelerinin belirlenmesi ve tesis performanslarının değerlendirilmesini sağlar (Asal, 2009: 55).

Finansal planlama modülleri: İşletme içindeki maliyet hesaplarını ayrıntılı bir şekilde yapmak amacıyla; işçilik maliyetleri, stok maliyetleri, üretim sapmalarının işletmeye yüklediği maliyetler gibi işletmenin maliyet kalemlerinin hepsini göz önünde bulundurarak hesaplama ve raporlama faaliyetlerini gerçekleştirmektedir (Asal, 2009: 55).

1.12.3. Üretim Kaynakları Planlamasının Avantaj ve Dezavantajları

Üretim işletmeleri, MRP II sistemini etkili bir şekilde uygulamaları durumunda aşağıda sıralanan birçok avantajı elde edecektir (Wallace, 1985: 25):

- Satış hacminin arttırır,
- İşletme verimliliğini arttırır,
- Satın alma maliyetlerini azalır,
- Nakliye maliyetlerini azaltır,
- Stok optimizasyonunu sağlar,
- Üretim süreçlerinin düzenlemektedir,
- İşletme içindeki ürün takibini sağlamaktadır,
- Kalite kontrol sisteminde süreklilik sağlar,
- Ürün ağaçlarına esneklik kazandırır,
- Üretim sürecinde karşılaşılan firelerin tespitini kolaylaştırır ve firelerden kaynaklanan maliyetleri düşürür,
- Ham madde ve malzeme ihtiyaçlarını, işletme kapasitesini de göz önüne alarak daha rasyonel şekilde hesaplar,
- Gerçek zamanlı ve anlık üretim verilerinin raporlanmasını sağlar.

Üretim kaynakları planlama sistemi (MRP II) genellikle işletmelerin sınırsız üretim kapasitesine sahip olduğu varsayımına dayanır. Sistemin eksik yönlerinden biri, üretim planlarının kapasite durumuna göre sürekli olarak ayarlanmasının gerekli olmasıdır. Üretim kaynak planlaması sisteminde; üretim ve tedarik zamanı, teslimat kalitesi, sistem yapısı gibi verilerin doğru şekilde belirlenmemesi problemlere sebep olmaktadır (Sipper ve Bulfin, 1997: 321).

1.13. Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP)

Kurumsal Kaynak Planlaması, üretim işletmelerinde kullanılan makine, malzeme, emek gibi üretim faktörlerinin etkili bir şekilde kullanılmasını sağlayan entegre bir yönetim sistemidir. Kurumsal kaynak planlaması (ERP) sistemi, işletmelerdeki iç ve dış kaynaklı tüm verileri toplayarak analiz eden ve bilgisayar yazılım ve donanımlarından faydalanan bir sistemdir. Bu doğrultuda kurumsal kaynak planlaması her türlü işletme, kurum ve kuruluş tarafından kullanılabilir, birden çok yazılımın entegre edilmesiyle paket olarak kullanılan bir uygulamadır. Buonanno ve arkadaşları (2005: 384) kurumsal

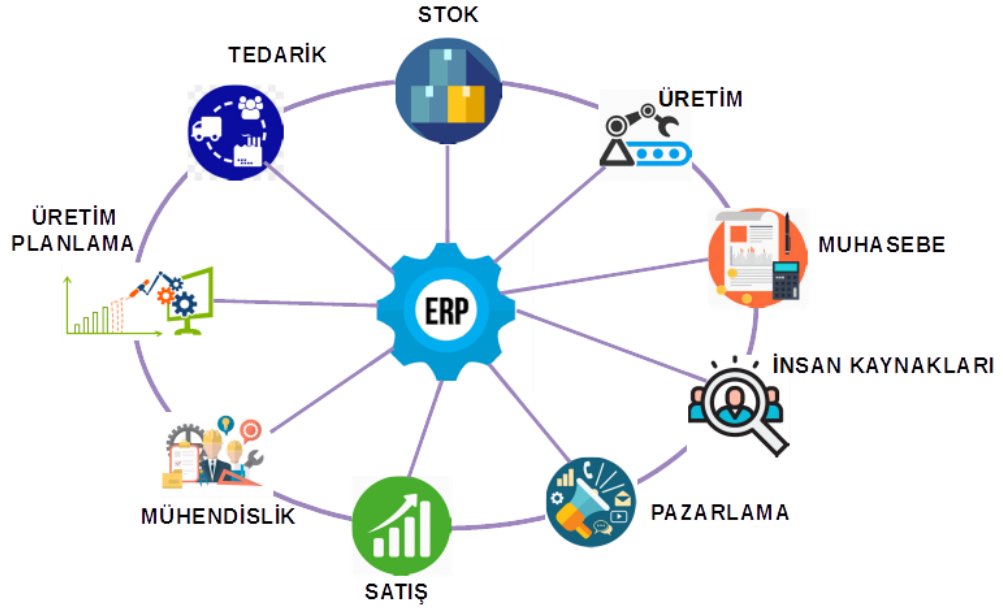
kaynak planlamasını, “bilgi işleme ihtiyacını karşılamak amacıyla entegre çözümler sunan, işletmelerin kaynaklarını verimli bir biçimde yöneten sistemlerdir” şeklinde tanımlamışlardır (Buonanno vd., 2005: 402).

ERP sistemi, birden fazla yazılımı tek bir yazılım içinde birleştirerek kullanım kolaylığı ve kaliteli bir raporlama imkânı sağlamaktadır. ERP sisteminde; imalat, mali yönetim, tedarik, satış ve satın alma, İK ve müşteri ilişkileri gibi işletme faaliyetleri entegre bir biçimde çalışmaktadır.

1.13.1. ERP Amaçları ve Özellikleri

Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP), MRP sistemlerinin ve teknolojilerin gelişmesinin bir sonucudur. ERP sisteminin ortaya çıkışında ve gelişmesinde işletmelerin yönetim anlayışındaki süreç ve müşteri tatminine odaklı süreç yönetimi anlayışının yaygınlaşması etkili olmuştur. Bu doğrultuda ERP sistemleri, MRP sistemlerinin gerçekleştirdiği fonksiyonlara ilave olarak pazarlama, üretim, tedarik, İK ve müşteri ilişkileri gibi fonksiyonları da entegre ederek işletme içi karar mekanizmasına yardımcı olmayı amaçlamaktadır (Bingi vd., 1999: 9). Temel olarak kurumsal kaynak planlama sistemi, işletmelere süreç yönetimi odaklı bakış açısı ile yaklaşarak, işletme hedefleri doğrultusunda işletmelerin tüm fonksiyonlarını entegre ederek, karar mekanizmaları için veri ihtiyaçlarını veren, bir çok alt yazılımı kapsayan bir yazılım olarak tanımlanabilir (Demir, 2000: 15).

Günümüzde kurumsal kaynak planlaması (ERP), şekil 13’te görüldüğü gibi işletmelerin tüm fonksiyonlarının merkezinde yer almaktadır.



Şekil 13: ERP Sisteminin Konumu

Kurumsal kaynak planlaması (ERP), işletmeler ve süreçler arasındaki entegrasyonu sağlayarak üretimde etkinlik ve verimlilik sağlayacaktır (Gupta, 2000: 116). Kurumsal kaynak planlaması (ERP)'nin genel özellikleri başlıklar halinde aşağıda verilmektedir:

- a. Entegrasyon:** Kurumsal kaynak planlama sistemi imalat, planlama, satış ve satın alma, envanter ve stok yönetimi, finans, İK ve muhasebe gibi işletme fonksiyonlarını bütünleştirir (Palaniswamy ve Frank, 2000: 481).
- b. Fonksiyonellik, Modülerlik ve Esneklik:** Kurumsal kaynak planlaması işletme fonksiyonlarını sınıflandırarak “modül” olarak isimlendirilen parçalarla çalışmaktadır. Farklı sektörlerin farklı faaliyet süreçleri doğrultusunda modüler kombinasyonlar halinde uygulanmasına izin verir.
- c. Çok yerden işletme imkânı:** Kurumsal kaynak planlama sistemleri farklı çevrelerdeki tesis ve iş süreçlerini birleştirme imkânı tanır.
- d. Çok sektörde işletme imkânı:** Kurumsal kaynak planlaması imalat ve hizmet işletmelerinde uygulandığı gibi şirket ve kamu sektörlerinde de başarıyla uygulanabilmektedir.
- e. Farklı üretim tiplerini destekleme özelliği:** Kurumsal kaynak planlamasının esnek yapısı; montaj, imalat, fabrikasyon, parti üretimi, kesikli ve sürekli üretim gibi farklı üretim tiplerini destekler.

- f. Bilgiye hızlı erişim:** Kurumsal kaynak planlama sisteminde bulunan ortak veri tabanı sayesinde işletme içindeki her departmanın birbirine bağlanabilmesi veri transferi önündeki engelleri kaldırmaktadır. Bu sayede bilgi kullanıcıları, ihtiyaç duyduğu bilgiye doğru ve hızlı bir şekilde ulaşır.
- g. Ekip Çalışması:** Kurumsal kaynak planlama sistemi, işletme içinde ekip ve grupların çalışmalarını entegre ederek iş akımını yönetimini sağlamaktadır.
- h. Yeniden Yapılanma:** Kurumsal kaynak planlaması işletme fonksiyonları ve süreçler hakkında doğru raporlamalara imkân vererek verimliliğin artırılmasına yönelik bilgiler sağlayarak işletmenin işleyiş yapısının yeniden yapılanmasına olanak verir (Yılmaz, 2009: 79).
- i. Evrensellik:** İşletmelerin rekabet gücünü elde edebilmeleri ve sürdürülebilirliklerini sağlayabilmeleri için küresel çaplı değişimlere ve teknolojik gelişmelere işletmelerini entegre edebilmeleri için yazılımlarını revize etme imkanı sağlar.

1.13.2. ERP Sisteminin Modülleri

ERP sistemlerinin en önemli özelliği modüler yapıda olması ve işletmelerin ihtiyaçları doğrultusunda uygun modülleri sisteme katmalarına imkân vermesidir. ERP sisteminde modüller; üretim sürecini oluşturmak, departmanlar arasında veri trafiğini kontrol etmek, müşteri ve tedarikçiler arasındaki ilişkileri düzenlemek için farklı işletme fonksiyonları ve süreçler arasında bağlantı kurmaktadır (Balcıoğlu, 1998:85). Ticari faaliyetlerde bulunan pek çok sektör ve her sektörde birçok işletme vardır ve her bir işletme içinde de farklı bir ERP sistemi bulunabilmektedir. İşletmeler içindeki ERP sistemlerinin farklı olmasının kaynağı, ERP yazılımı içinde alternatif modül kombinasyonlarının kullanılmasına izin verilmesidir. ERP modülleri kısaca stok yönetimi, satış ve dağıtım, kalite kontrol, insan kaynakları, finans yönetimi, üretim, tedarik zinciri yönetimi, satın alma, müşteri ilişkiler yönetimi, proje yönetimi şeklinde sıralanmaktadır.

Stok Yönetimi Modülü: Stok yönetim modülü hammadde, mamul/yarı mamul ve diğer malzemelerin depoya girdiği andan üretim aşamasında kullanılmasına ve müşterilere satılmasına kadar tüm süreçlerin takibini sağlamaktadır. Bu modül işletme bünyesindeki tüm stoklara ait verilerin toplanmasını, analizini ve raporlamasını sağlamaktadır. Bu sayede stok kontrolünde verimlilik ve maliyetlerde avantaj kazandırır.

Satış ve Dağıtım Modülü: Satış dağıtım modülü ile işletme tarafından üretilen veya satılmak amacıyla bulundurulmuş ürünler için; alınan siparişlerden verilen tekliflere, üretimden teslimata kadar olan tüm sürecin entegre bir biçimde kontrol ve takip edilmesini sağlar.

Kalite Yönetimi Modülü: Kalite yönetimi modülü ile üretilen mal ve hizmet kalitesinin tüm alt bileşenlerinin takibini ve kontrolünü sağlar. İmalat, stoklama, araştırma-geliştirme, teslimat gibi tüm işletme faaliyetlerinde, kalite yönetim sistemini aracılığıyla takibi, gerekli durumlarda faaliyetlerin durdurulması ve hataların düzeltilmesi amacıyla kararlar alınmasına yardımcı olmaktadır.

İnsan Kaynakları Modülü: İnsan kaynakları modülü örgüt içindeki işgörenlerin işe alınma sürecinden kariyer basamaklarına ve eğitimlerine kadar tüm süreçlerin takibini ve bu süreçlerin stratejik olarak gerçekleştirilmesini sağlar.

Finans Yönetim Modülü: Finans yönetim modülü, işletmelerin finansal hareketlerinin, vadeli işlemlerinin, ticari alacak/borçlarının kayıt altına alınmasını ve takip edilmesini sağlar. Finansal yönetim modülü ile muhasebe departmanının özel alanı olan menkul kıymetler, finansal muhasebe ve bütçeleme gibi faaliyetlerin de kontrol edilmesine yardımcı olur.

Üretim Planlama ve Kontrol Modülü: Üretim planlama ve kontrol modülü, müşterilerin talepleri ve pazarın ihtiyaçları doğrultusunda işletmelerin üretimi planlamalarını, takip etmelerini, talep yönetimini, üretim kontrolünü, süreç takibini ve maliyetlerin analiz edilmesini sağlayarak, üretimde etkinlik sağlar ve işletmelerin rekabet gücünü kazanmalarına yardımcı olur.

Tedarik Zinciri Modülü: Tedarik zincir modülü, işletmelerin içindeki ve işletmeler arasındaki stok tedarikiyle alakalı verilerin anında transferini sağlayarak, kapasite kullanımında verimlilik ve reaksiyon süresinin azalmasını sağlar.

Satın Alma Modülü: Satın alma modülü, işletme departmanlarının malzeme ihtiyaçlarını belirlenmesinde, tedarikçi firmalara bildirilmesinde ve teslimat faaliyetlerin takibinde yardımcı olmaktadır. İşletmelerin muhasebe ve finansman departmanı ile veya modülüyle entegre çalışan satın alma modülü, işletmelerin gerçekleştireceği tüm alımları, bu alımlar karşılığında katlanılacak tüm maliyetleri ve bunlara ait sonuçların takip edilmesini ve raporlanmasını sağlar.

Müşteri İlişkileri Yönetim Modülü: Müşteri ilişkileri yönetimi modülü aracılığıyla müşterilerle olan ilişkilerin ve müşterilerle ilgili hareketlerin tek bir noktadan planlanarak, müşterilerle yapılan görüşmeler ve müşterilerden alınan geri bildirimler aracılığıyla müşterilerle etkileşimli bir şekilde kararlar verilmesini sağlar. Bu sayede müşterilerin memnuniyeti ve işletmeye bağlılıkların artırılmasına yardımcı olur.

1.13.3. ERP Kullanımının İşletmelere Etkisi

Kurumsal kaynak planlaması, işletmelerin çeşitli fonksiyonlarını modüler yapılarla içerisinde barındırmaktadır. ERP sistemleri, bilgisayar tabanlı olarak tasarlanmış yazılım paketi ile birlikte çalışmaktadır (İlter, 2004: 87). ERP sisteminin bu esnek yapısının ve içerisinde barındırdığı modüllerin işletmelere sağladığı faydalar şu şekilde sıralanabilir (Bayındır, 2000: 114):

- İşletme içi ve işletmeler arası bilgi entegrasyonu sağlar,
- Bilgilere/verilere ulaşım hızını artırır ve gerçek zamanlı ulaşma imkanı tanır,
- Küresel lojistik ve arz talep dengesinin takip edilmesini sağlar,
- Piyasaların ve müşterilerin taleplerini hızlıca tespit edebilme ve hızlı şekilde reaksiyon verilmesini sağlar,
- İşletme içerisindeki departmanlar ve işletme faaliyetleri arasında entegrasyonu ve iletişimi güçlendirerek koordinasyon seviyesini artırır,
- İşletme faaliyetlerini ve bu faaliyetlerin tüm süreçlerinin kaydedilmesini ve takip edilmesini kolaylaştırır (Yen vd., 2002:341),
- Maliyetlerin azalmasını sağlar,
- Stok seviyesini azaltır,
- Hata ve fireleri azaltarak atıl kapasite ve atıl malzeme seviyesinin düşmesini sağlar,
- Müşteri ile ilişkileri geliştirerek müşteri memnuniyetini artırır,
- Satın alma ve nakliye maliyetlerini azaltır,

Al-Mashari ve arkadaşları (2000: 7) ERP'nin işletmelere avantajlarını beş grupta toplamıştır:

1. Operasyonel: Maliyetlerin azalması, süreçlerin kısılması, verimlilik artışı ve müşteri ile ilişkilerin gelişmesi

2. İdari: Etkili kaynak yönetimi, sağlıklı karar verme ve planlamada performans artışı,
3. Stratejik: Değişen ekonomik koşullara ve müşteri taleplerine uyum sürecini kısaltarak rekabet gücü kazandırma,
4. Bilişim sistemleri: İşletmelere esneklik kazandırması ve bilişim gücünü arttırması,
5. Organizasyonel: Örgütsel kültürü değişimlere yatkın kılar, gelişimi destekler ve örgüt içinde ortak hedefler oluşturur.

Kurumsal kaynak planlamasının bazı sakıncaları veya işletmeler açısından olumsuz yönleri şu şekilde sıralanabilir:

- ERP sisteminin satın alınması ve kurulması için bir maliyete katlanma zorunluluğu,
- ERP sisteminden etkili ve verimli şekilde yararlanmak için danışmanlık firmalarından veya danışmanlardan yardım alma gerekliliği,
- ERP sistemine uyum süreci uzun sürebilir ve bu durum işletmelerin normal işleyişini sekteye uğratabilir. (Gupta, 2000: 116).

1.13.4. ERP Sisteminin Muhasebeye Etkisi

Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) sistemi; yüksek performanslı, doğru ve güncel bilgiye erişimi kolaylaştırmaktadır (Keklik, 1999: 3). ERP sistemlerinin işletmelerde etkili bir şekilde uygulanması durumunda muhasebecilerin gelecek dönemlerde “bilgi teknolojilerinin sakıncaları ve kontrol edilmesi, sürekli finansal raporlama ve sürekli denetim” gibi ana başlıkları literatürlerine katmaları ve bu konularda kendilerini geliştirmeleri gerekecektir (Hayes vd., 2001: 15).

ERP sistemi muhasebe alanında giderleri değişken ve sabit, direkt ve indirekt, kontrol edilebilir olmalarına göre ayırmaktadır. Bu sayede maliyetleri katkı payı analizlerinde, sorumlulukların belirlenmesinde, direkt maliyet sisteminin uygulanabilmesine göre ayrılabilir ve yönetilebilir kılmaktadır. Dolayısıyla işletmelere istenilen şekilde rapor hazırlamalarına ve faaliyetleri değerlendirmelerine olanak tanımaktadır. ERP sistemleri modern muhasebe (maliyet ve yönetim) tekniklerinin işletmelerde uygulanmasına imkân vermektedir. Geleneksel yöntemlerle maliyetli ve fazla zaman isteyen muhasebe

faaliyetlerinin ERP sistemi ile otomatik olarak yapılması sağlanmaktadır (Yükçü, 2001: 156).

ERP sistemi, finansal verilerin daha verimli ve etkili şekilde raporlanmasını sağlayarak işletmelerin kar-zarar hesabını daha etkili şekilde yapabilmelerine imkân sağlamasıyla, işletmeler için çok önemli olan muhasebe departmanlarına verilen önemi daha da arttırmaktadır (Uçaktürk, 2000: 173). Kurumsal kaynak planlaması (ERP) sisteminin en önemli özelliği sisteme esneklik ve kullanılabilirlik kazandıran modüler yapısıdır. Bu sistem içindeki veriler her bir modül arasında veri transferine imkan vermekte ve her bir modül sistem içerisinde entegre olarak çalışmaktadır (Yegül, 2002: 25).

Sistem içinde bulunan finans modülü, işletmelerin mali yapısının yönetilmesini ve alıcıların, tedarikçilerin ve kreditorlerin takibi amacıyla hazır değerler, risk yönetimi, nakit akış süreci gibi finansal faaliyetlerin kontrolünü sağlamaktadır. ERP sisteminin sağladığı nakit yönetim kolaylığı sayesinde hem tahsilat hem de ödeme işlemleri düzene girmektedir (Çetinkaya, 2000: 25).

İşletmelerde nakit ve benzeri hareketlerini oluşturan satın alma, imalat ve satış faaliyetlerindeki tüm işlemlerin eşzamanlı ve entegre olarak kayıt altına alınması, bütçe oluşturulmasına yardımcı olmakta ve gerçek zamanlı veriler elde edilmesini sağlamaktadır. ERP sistemleri sabit varlıkların kapasite ve yeterlilik durumlarını piyasadaki talepler doğrultusunda analiz ederek üretim kararlarının verilmesinde ve uzun vadeli planlamalar yapılmasına yardımcı olmaktadır (Çelikkol, 2000: 81).

ERP sistemi; içerisindeki muhasebe modülü aracılığıyla, alacaklar, borçlar, İK, satın alma ve satış faaliyetleri entegre edildiğinden, tüm bu faaliyetler sonucu işletmedeki nakit girişleri ve nakit çıkışları hakkındaki veriler anında kaydedildiği için muhasebe departmanlarının ve yöneticilerin rasyonel nakit tahminlerinde bulunmalarına yardımcı olmaktadır. ERP sistemi muhasebe departmanlarının ve yöneticilerin yapacakları nakit tahminlerinde sisteme entegre diğer modüllerden, işletmelerden veya piyasalardan elde edilecek verilerin de kullanılmasına imkan vermektedir (Mugan, 2000: 119).

ERP sistemi, muhasebe kayıtlarını farklı dil ve para birimleri ile kayıt ve raporlama yapabileceği şekilde tasarlanmıştır. Bu sayede yasal mevzuat doğrultusunda raporlamalarda kur farkları otomatik olarak muhasebe kayıtlarına uygulanabilmektedir.

Otomatik kur farkını hesaplamasının yanı sıra, genel kabul görmüş muhasebe ilkelerine ve standartlara uygun olarak mali tablo hazırlayabilmektedir (Mugan, 2000: 119).

ERP sistemi işletme departmanlarına ve maliyet merkezlerine göre bütçeleme imkanı vermekte ve departman veya işletme bazında veri analizine imkan sağlamaktadır (Atay, 1997: 97).

Finans modülüne entegre edilen borç ve alacak yönetimi; ödeme ve tahsilat planlarını oluşturmada, nakit akışlarının takip edilmesinde, ödeme ve tahsilatlar arasındaki dengenin sağlanmasında, fatura takibinde, iade edilen/alınan ürünlerin ve faturaların kayıt ve takibinde ve bunun gibi finansal faaliyetlerde işletmelere yardımcı olmakta ve bu faaliyetlerin etkili bir şekilde yürütülmesini sağlamaktadır.

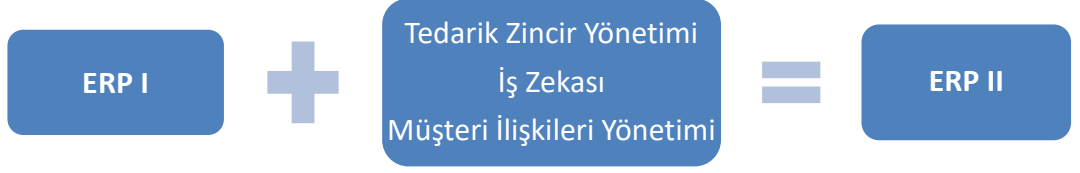
Sisteme entegre olarak çalışan varlık yönetimi, amortismanların takip edilmesi, yatırım kararları ve varlıkların kötü niyetli olarak zimmete geçirilmesi gibi yapılması gereken denetimleri de kolaylaştırmaktadır (Mugan, 2000: 120).

ERP sistemi, bordro işlemleri ve işgörenlere yönelik değerlendirmeler yaparak İK planlamasına yardımcı olmakta ve işgörenlerin verimlilik değerlendirmesini yaparak İK departmanına ve yöneticilere işgörenler hakkında analiz ve raporlar sunmaktadır (Çetinkaya, 2000: 26).

1.14. Kurumsal Kaynak Planlaması II (ERP II)

Dijitalleşme ve teknolojik gelişmelere paralel olarak ERP sistemleri de gelişmektedir. İlk tasarlandığı dönemlerde imalat, finans ve İK gibi faaliyetlere ağırlık veren ERP sistemleri günümüzde elektronik ticaretin ve teknolojinin gelişmesi sonucu ERP sistemi içinde bulunmayan uygulamaları da ekleyerek, ERP sisteminin ve uygulama alanlarının genişletilmesi sağlanmaktadır. ERP II; işletmenin işlevsel ve finansal süreçlerini, işletmelerin iç ve dış çevreleriyle entegre olarak yürütmesini ve optimize etmesini sağlayarak iş stratejisi geliştirmeye yarayan ve bazı sektörlerde uygun olarak tasarlanmış özel bir uygulamadır. Teknolojideki hızlı değişimler, piyasalardaki eğitimleri de etkilemiş, bunun sonucu olarak işletmelerin ERP yazılımlarından beklentilerini de değiştirmiştir. ERP sistem tasarımcıları, değişen piyasa koşulları doğrultusunda küçük ve orta büyüklükteki işletmelere yönelik üretim yapmaya başlamışlardır (Yılmaz, 2004: 96). ERP II ile e-ticaretin yaygınlaştığı günümüz dijitalleşme çağında, internet

aracılığıyla yapılan alış verişlerden elde edilen veriler sisteme entegre edilmektedir (Çetinkaya, 2000: 17).



şekil 14: ERP II ile ERP I Arasındaki Farklılıklar

Kaynak: TEVATİROĞLU Ersin, “Kurumsal Kaynak Planlama (ERP)”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2007, s. 84

şekil 14’te ERP II sisteminin kapsamı gösterilmektedir. şekilden de anlaşılacağı üzere ERP sistemine Tedarik Zincir Yönetimi, Müşteri İlişkileri Yönetimi ve İş Zekasının dahil edilmesiyle ERP II sistemi oluşmaktadır (Yılmaz: 2009: 77).

BÖLÜM 2: ENDÜSTRİ 4.0 VE YENİ NESİL TEKNOLOJİLER

Endüstri 4.0 kavramı; dijitalleşmeyle ve teknolojik gelişmelerle ortaya çıkmasından dolayı bu iki terimdeki hızlı ve sürekli değişim, Endüstri 4.0 kavramının tanımını da değiştirmektedir. Literatürde kavram üzerine henüz tam bir uzlaşma sağlanamasa da konuyla ilgili yapılan tanımlamalar aşağıda verilmiştir.

Endüstri 4.0 tüm fiziksel varlıkların dijitalleşmelerinin yaygınlaşması ve bu varlıkların sayısal ekosisteme entegrasyonu, değer zincirinde birliktelik sağlar (McKinsey, 2015).

Sensörlerin ürün bileşenlerinde ve üretim süreçlerindeki entegrasyonu, siber fiziksel sistemlerin kullanımı ve veri analizi yoluyla endüstrinin dijitalleşmesi olarak tanımlanır (Banger, 2017: 45).

Endüstri 4.0'ın temel önermeleri, siber fiziksel sistemlerini üretim için geliştirmeyi ve kullanmayı amaçlayan üretim ve bilişim sistemlerinin bütünleştirilmesidir (Herter ve Ovtcharova, 2016: 401).

Bilgi ve iletişim teknolojileriyle üretim sistemlerinin bütünleştirilmesidir (Meisser vd., 2017: 166).

Fiziksel ve sanal dünyaların birleştiği siber fiziksel üretim sistemlerine dayalı endüstri devrimidir (Schlaepher, 2015: 21).

İşletme içinde değer yaratan tüm departmanların ve işletmelerin diğer unsurlarının dijitalleşmesi ve entegrasyonudur. Geleceğin fabrikalarında, bilgi ve iletişim teknolojileri tamamen entegre olacaktır (KPMG, 2016: 14).

Endüstri 4.0 gömülü sistemlerden siber-fiziksel sistemlere geçişi önermektedir. Bununla beraber paradigma merkezi olmaktan merkezi olmayan yönetime doğru bir geçiş gerçekleşir. Gerçek ve sanal dünyaların birleştiği ve akıllı üretim süreçlerinin başladığı bir devrimdir (Hoffmann ve Marco, 2017: 25).

Endüstri 4.0'ın temeli, işletme içindeki tüm unsurları değer zincirine bağlayarak gerçek zamanlı bilgilere erişimi sağlamasıdır (Geissbauer vd. 2014: 5).

Tamamen otomatikleştirilmiş dijital üretime geçiş, işletmelerin iç ve dış çevresiyle sürekli etkileşim içinde olan ve gerçek zamanlı olarak akıllı sistemlerce kontrol edilen,

küresel sanayi ve hizmet ağlarına dahil olmaya imkan tanınmasıyla işletmelerin sınırlarının ötesine geçmesini sağlayan dönüşümdür (Cooper, 2017: 3).

Endüstri 4.0 kavramının tarihindeki önemli oluşumlardan biri Dünya Ekonomik Forumu olmuştur (Tasarov, 2018: 55). Forumun kurucusu ve başkanı Klaus Martin Schwab, Dördüncü Endüstri Devrimi'nin ne olduğunu ve ekonomi tarihindeki yerini şu şekilde açıklamıştır. "Birinci endüstri devrimi 18. yüzyılın ikinci yarısında başladı, el ile çalışan makinelerden su ve buhar gücüyle çalışan makinelere geçilmesi mümkün oldu. İkinci endüstri devrimi, elektrik teknolojisindeki gelişmeler kitlesel üretiminin gelişimi ile karakterize edildi. Geçen yüzyılın ikinci yarısında dijital bilgisayarların yaratılması ve ardından bilgi teknolojisinin gelişmesiyle başlayan üçüncü dijital devrim yaşandı. Günümüzde, teknolojinin birleşmesi ve fiziksel, dijital ve biyolojik dünyalar arasındaki çizginin bulanıklaşması ile karakterize edilen dördüncü endüstri devrimine kademeli olarak geçilmektedir" (Schwab, 2016: 7). Endüstri tarihindeki yaşanan devrimler sadece endüstriyel süreçleri değil toplumsal süreçleri de etkilemektedir.

Dördüncü endüstri devrimindeki endüstriyel üretimin başlıca özellikleri şunlardır:

- Değer zinciri boyunca gerçekleşen dijitalleşme ve dikey entegrasyon,
- Değer zincirlerinin dijitalleştirilmesi ve yatay entegrasyon,
- Ürün ve hizmetlerin dijitalleştirilmesi.

Endüstri 4.0 teknolojisini kullanmak reaktif kaza/hasar kontrolüne harcanan zamanı ve aynı zamanda proaktif ve önleyici bakımlarını azaltarak ve endüstriyel üretimin dönüşümünü beraberinde getirmektedir.

Dördüncü endüstri devrimi (Endüstri 4.0) kavramı ilk olarak siber-fiziksel sistemlerin fabrika süreçlerine girmesi olarak formüle edilmiştir (Tarasov, 2018: 56). Sistemin bir ağa entegre edilmesiyle gerçek zamanlı iletişimin kurulması, oto kontrol ve yeni üretim modellerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Endüstri 4.0 teknolojileri ile daha az hatayla üretim yapabilmeyi, üretilen mallarla etkileşimde bulunmayı ve tüketicilerin yeni ihtiyaçlarına olan uyumun kolaylaştırılması beklenir (Vladimirovic ve Linder, 2017, 48).

Endüstri 4.0'ın temelleri dört ilkedен oluşur:

- Doğrudan internet üzerinden bağlanma yeteneği,
- Bilgi şeffaflığı ve sistemlerin fiziksel dünyanın sanal bir kopyasını oluşturma yeteneği,

- Üretim sürecinde makinelerin teknik yardımı,
- Kararların sistemler aracılığıyla bağımsız ve otonom bir şekilde yapma yeteneği.

Bazı şirketlerin uygulamaları, endüstri devriminin dördüncü aşamasına geçildiğini göstermektedir. Endüstri 4.0 kullanıcıları planlanan çalışma, öncelikler, gerekli kaynaklar, bakım programlarındaki olası problemler ve bunların uygulanmasındaki mevcut gelişmeler hakkında günlük ve haftalık bir rapor hazırlayabilmektedir. Geliştirilmiş koordinasyon ve entegrasyon sonuçları dikkat çekicidir:

- Sabit varlıkların plansız kesintileri sayısı önemli ölçüde azalmıştır,
- Üretim için harcanan zaman % 47 azalmıştır,
- Önleyici bakım çalışmaları için harcanan zaman % 61 azalmıştır,
- Pilot projeler de dahil olmak üzere hizmet takvimi ile uyum % 22 artmıştır.

Üretimdeki bu gelişmeler, şirketlerin finansal performansını önemli ölçüde etkilemektedir. Sanayideki dönüşümünden kaynaklanan ana etkiler Şekil 16'da gösterilmiştir.

GELİRLER	 Üretim döngüsünün hızlanması nedeniyle yeni ürünlerin pazara çıkış hızında artış	 Müşterilerin kişisel ihtiyaçlarının daha doğru tanımlanarak üretilen mal ve hizmetlerin kişiselleştirilmesi.	 İletişim ağının gelişmesiyle mal ve hizmet tedariki kalitesinin artması: teslim süresi
MALİYET BEDELİ	 Tahmine dayalı analitik ile bakım ve onarım maliyetlerin azaltılması	 İnsan gücü yerine robotların kullanılmasıyla işgücü maliyetlerinde azalma	 3D baskı ile tek tek parçaların üretimi ile üretim maliyetlerin azaltılması
YÖNETİM MALİYETLERİ	 Elektrik dağıtımının akıllı yönetimi ile elektrik maliyetlerinde azaltılması	 Üretim hatlarındaki hata oranının azalması ile üretim maliyetlerinin düşürülmesi	 Depo robotları ve RFID etiketleri ile dahili depo lojistiği maliyetlerinde düşüş
DURAN VARLIKLAR	 Kurumsal dönüşüm sürecinde yeni teknolojilerin tanıtımı için danışmanlık maliyetlerinde artış	 Yeni teknolojilerle çalışmak için işgörenlerin eğitim masraflarının artması	 Otomatik sistemlerin kullanımıyla hat yöneticileri için işgücü maliyetlerinin azaltılması
	 Duran varlıklardaki yatırımların büyümesi: - Sanayi faaliyetleri - 3d yazıcılar - Sunucu donanımı vd.	 Maddi olmayan duran varlıklarının büyümesi: - Yazılım - Lisans - Patentler	 Araştırma ve geliştirme yatırımlarında artış

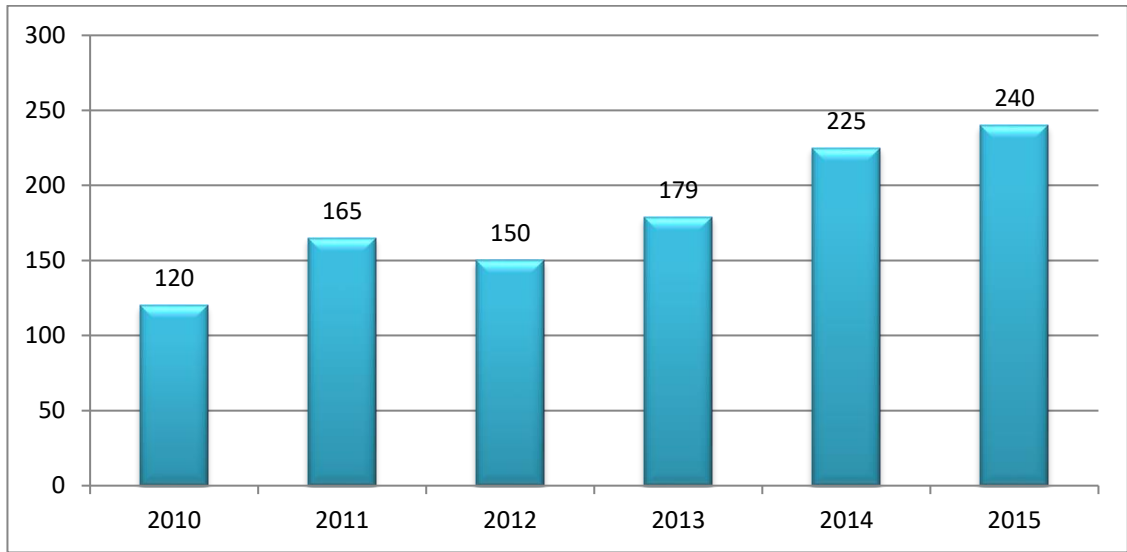
Şekil 15: Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Finansal Performans Üzerine Etkisi

Kaynak: Tarasov I.V., “Technologies Of 4.0 Industry: Impact On The Performance Improvement Of Industrial Companies”, **Strategic Decision & Risk Management**, (107), 57

Endüstri 4.0 sürecine uyum aşamasında yeni teknolojilere olan ihtiyaç, sabit varlıklar ve maddi olmayan duran varlıklara yapılan yatırımlarda önemli bir artış meydana getirecektir.

Modern teknolojiler olağanüstü bir hızla geliştikçe, şirketlerin tüm gerekli yetkinlikleri kendi başlarına geliştirmek için yeteri kadar zamanlarının olmaması nedeniyle, sektörlerde birleşmeler, devralmalar ve stratejik ittifakların sayısı artacaktır.

Dördüncü endüstri devriminin açık sonuçlarından biri sektörlerin dinamik gelişimini kanıtlayan tüm destekleyici teknolojilerin pazarları ve satış hacimlerini büyütmesidir (<https://www.statista.com>, 2017). Endüstri 4.0 ile ortaya çıkan teknolojiler hemen hemen tüm sektörler için önemli bir büyüme etkisine sahiptir. Örnek olarak, endüstriyel robotların satış dinamikleri Şekil 17'de gösterilmektedir. Bu ve diğer eğilimler doğrultusunda endüstrinin geleceği, hem devlet hem de işletmeler tarafından dikkate alınmalıdır.



Şekil 16: Dünya Çapında Endüstriyel Robotların Satış Dinamikleri

* Bin adet

Kaynak: Worldwide sales of industrial robots from 2004 to 2016 (in 1,000 units)//Statista. URL:[https:// www.statista.com/statistics/264084/worldwide-sales-of-industrial-robots/](https://www.statista.com/statistics/264084/worldwide-sales-of-industrial-robots/).

Uzun vadede, Endüstri 4.0 çığır açan teknolojilerin kullanımıyla operasyonel verimliliği arttırarak mevcut tesislerin geliştirilmesini amaçlamaktadır. Yeni nesil organizasyonel ve teknik modellerin oluşumuna da öncülük etmek istemektedir.

Şekil 18’de günümüz organizasyonlarına yönelik oluşturulmuş üç ana model gösterilmiştir.



Şekil 17: Fabrika Organizasyonlarında Üç Yeni Model

Kaynak: Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector (2015) McKinsey. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/industry-four-point-of-how-to-navigate-the-digitization-of-the-manufacturing-sector>.

Akıllı, otomatikleştirilmiş tesisler, düşük maliyetli seri üretime yöneliktir. Tüm üretim zincirinde entegre bir dizi teknolojiler uygulanmaktadır. Robotlar üretimin her aşamasında kullanılır ve ürünlerin üretim zinciri boyunca hareketi, radyo frekansı etiketleri (RFID) kullanılarak gerçek zamanlı olarak izlenir. Fabrika operatörleri, üretim sistemlerini ve işlem verilerini izlemek için mobil cihazları kullanır.

Müşteri odaklı fabrikalar, piyasa değişikliklerine hızlı bir şekilde tepki verme ve müşteri için kişiselleştirilmiş bir teklif verme eğilimindedir. Müşterilerin kendi ürünlerini kendi ihtiyaçları doğrultusunda tasarlamalarına ve fabrikalar için gereksinimleri belirlemelerine olanak veren tasarım uygulamaları, büyük verilere göre maksimum doğrulukla tahmin ve 3D teknolojisiyle modelleme kullanılır.

Mobil fabrikalar iş ve bölgesel olarak uzak pazarlara yöneliktir. Nispeten küçük üretim hacimlerine, düşük sermaye maliyetlerine ve yüksek hareketliliğe sahiptirler. Sınırlı bir ürün yelpazesi vardır, ancak kısa sürede dağıtılabılır ve üretim kapasitesi

yüksektir. Üretim sürecinde hızlı bağlanabilir ve yapılandırılabilir montaj robotları; tek tek parçaların üretimi için 3 boyutlu yazıcılar ve esnek lojistik sistemleri kullanılır.

2.1. Endüstri 4.0: Temel Prensipler ve İlişkili Kavramlar

Endüstri 4.0 değer zincirinin tüm bileşenlerinin bir otomasyon sistemi içinde entegre bir şekilde yapılandırılmasını gerektirmektedir. Bu sayede gerçek zamanlı ve sürekli veri iletişimi sağlanarak hızlı, kaliteli ve verimli bir sanayi dönüşümü öngörülmektedir (Fırat ve Fırat, 2017: 114).

Endüstri 4.0 olarak isimlendirilen dördüncü endüstri devrimini önceki devrimlerden ayıran özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- **Değer zincirinde dijitalleşme ve dikey entegrasyon:** Endüstri 4.0 ürün geliştirme ve tedarikten, lojistik ve satış sonrası hizmetlere kadar işletme genelindeki tüm süreçlerin dijitalleştirilmesini ve entegrasyonunu sağlar. Operasyonel süreçler, verimlilik, kalite yönetimi ve operasyonel planlama ile ilgili tüm veriler, farklı platformlar için optimize edilerek gerçek zamanlı olarak erişime imkan tanımaktadır (Bauer vd., 2016: 45).
- **Değer zincirlerinin dijitalleştirilmesi ve yatay entegrasyonu:** Yatay entegrasyon bir işletmenin kapsamının ötesine geçer ve tedarikçileri, tüketicileri ve tüm kilit ortakları değer zinciri aracılığıyla birleştirir. Entegre planlama araçları kullanılarak planların hızlı bir şekilde ayarlanmasını mümkün kılar.
- **Ürün ve hizmetlerin dijitalleşmesi:** Ürünlerin dijitalleştirilmesi, mevcut ürünlere akıllı sistemler veya veri analiz cihazlarının eklenmesiyle iletişim ve veri paylaşımı sağlar. Bu sayede işletmeler nihai kullanıcılardan ürünlerin performanslarıyla ilgili veriler elde ederler (Bauer vd., 2016: 47).
- **Müşterilerle ilişkiler:** İşletmeler, karmaşık kişiselleştirilmiş veri hizmetleri ve entegre platformlar gibi dijital çözümler aracılığıyla sunulan hizmetlerin yelpazesini geliştirmektedir (Vladimirovich, 2014: 22). Endüstri 4.0 işletmelerin müşteri etkileşimini optimize etmeyi ve müşterilerle ilişkileri iyileştirmeyi hedeflemektedir. Dijital ürünler ve hizmetler, dijital ekosistemde

işletmelere entegre çözümler sunarak müşterilere hizmet vermek için tasarlanmıştır (<https://www.mckinsey.com>, 2016).

- **Gelişmiş teknoloji platformu:** İşletmeler dijitalleşme ve entegrasyon sağlayan ileri teknoloji ürünü makine ve teçhizat, bilgi ve iletişim çözümleri ve siber fiziksel sistemler kullanmaktadır (Geissbauer vd., 2014: 17).

Uluslararası Robotik Federasyonu'nun Endüstri 4.0 ile ilgili yapmış olduğu araştırmada, çalışmaya katılanların Endüstri 4.0'dan beklentileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçları Tablo 2'de özetlenmiştir (Verl, 2017: 147).

Tablo 2
Endüstri 4.0'dan Beklentiler

<p>➤ Esneklik ve Uyarlanabilirlik</p> <ul style="list-style-type: none">• Sabit yapılar uyarlanabilir ağlarla değiştirilecek• Yerel zeka, karmaşıklığı gidermeye yardımcı olacak	<p>➤ Modülerlik ve Özerklik</p> <ul style="list-style-type: none">• Siber Fiziksel Ürünler her seviyedeki otomasyonda kullanılacak• Granülerlik Pazar ihtiyaçlarına göre ayarlanacak
<p>➤ En Yüksek Üretkenlik</p> <ul style="list-style-type: none">• Kaynak optimizasyonu ağ tabanlı sürü optimizasyonunda yapılacaktır• Tak ve Üret özelliği, geliştirme maliyetini önemli ölçüde düşürecektir• Yönetim, yangınla mücadeleden daha fazla optimizasyon yapacak	<p>➤ Yeni İş Modelleri</p> <ul style="list-style-type: none">• Yeni bilgi yönetim modelleri oluşacak• Prosumer-Modeller• Birinci büyüklük uygun olmalı• Büyük verilerle yeni modeller• Açık kaynaklı yaklaşımlar yeni fırsatlar sağlayacak

Kaynak: Fırat, Zihni Oktay, Fırat, Seniye Ümit, “Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, Vol: 46, No: 2, Kasım, 2017, 215

Yukarıda dördüncü endüstri devrimini diğer endüstri devrimlerinden ayıran yönler ve kişilerin Endüstri 4.0'dan beklentileri belirtildi. Burada ise Endüstri 4.0'ı daha iyi kavrayabilmek için temel özelliklerine değinilecektir. Endüstri 4.0'ın temel özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- **Birlikte Çalışabilirlik:** İnsanlar ile makinelerin birlikte çalışabildiği ve akıllı fabrikaların birbiriyle etkileşim içerisinde olma durumunu ifade eder. Burada birlikte çalışabilirlik iki açıdan ele alınmaktadır. Hem insanlar ve makinelerin birlikte çalışabilmesi hem de akıllı makinelerin iletişim teknolojileri aracılığıyla birlikte çalışabilmeleridir (TOBB, 2016: 18).

- **Sanallaştırma:** Akıllı fabrikanın, sensörlerden elde edilen verilerin modelleme sistemleriyle birleştirilmesi aracılığıyla kopyasının oluşturulmasıdır (TOBB, 2016: 21).
- **Özerk Yönetim:** Akıllı fabrikaların, otonom robotların ve siber fiziksel sistemlerin özerk karar verme yeteneklerinin bulunması ve 3D baskı, arttırılmış gerçeklik gibi teknolojiler aracılığıyla üretim sürecini yerinden yönetme imkanına sahip olmasıdır.
- **Gerçek Zamanlı Yetenek:** Verilerin toplanması, analiz edilmesi, saklanması ve raporlanmasının anlık olarak gerçekleştirilebilmesine izin vermesidir (Schwab, 2016: 151).
- **Hizmet Oryantasyonu:** Nesnelerin interneti aracılığıyla siber-fiziksel sistemler, insanlar ve akıllı fabrikaların entegre bir şekilde çalışmasıyla hizmetlerin herkese ulaşabilme imkanının sağlanmasıdır.
- **Modülerlik:** Değişen ihtiyaçlara adaptasyonun arttırılmasını ve reaksiyon süresinin azaltılmasını sağlayacak, değiştirilebilir veya geliştirilebilir modüler sisteme sahip akıllı fabrikaların olmasıdır.

Endüstri 4.0 ile hayatımıza giren teknolojilerin bir kısmı tanıtılmakta, bir kısmı AR-GE merkezlerinde geliştirilmektedir. Ancak bu teknolojilerin etkinliği simülasyon yazılımlar aracılığıyla test edilmiş ve kanıtlanmış durumdadır. Teknolojiler Endüstri 4.0 kavramının temelini oluşturmaktadır ve bu teknolojiler olmadan endüstriyel üretimin dönüşümünden bahsedilemez (Trachuk ve Linder, 2017b: 34).

- **Nesnelerin İnterneti:** Nesnelerin interneti; fiziksel dünyadaki nesnelerin içinde barındırdıkları sensörler aracılığıyla internet ağından veri toplayabilmeleri ve paylaşabilmelerine imkan tanıyan teknolojidir (Banger, 2016: 95). Günümüzde, üretimdeki bazı süreçlerde makineler arası bağlantı (M2M) kullanılmaktadır. Nesnelerin interneti ile gerçek zamanlı çalışma sağlanabilmektedir. RFID (Radyo Frekans Tanımlama) etiketleri ile çalışma sürecinin hangi aşamada olduğu ve her bir operasyona nasıl adapte edileceği kontrol edilmektedir. Nesnelerin İnterneti (IoT), işletme içindeki farklı kaynaklardan verilerin toplanması, paylaşılması ve organizasyon amacı doğrultusunda kullanılabilmesini sağlamaktadır (Alçın, 2016: 25).

- **Siber Fiziksel Sistemler:** Sanal dünya ve fiziksel dünya arasındaki etkileşimi sağlayan teknolojiler dizisine siber fiziksel sistemler denir. İşletmelerdeki üretim sürecinde takip, işbirliği ve denetim gibi temel faaliyetlerin teknolojik araçlar tarafından gerçekleştirildiği ve yönetildiği sistemlerdir. Siber fiziksel sistemler, yeni uygulamalar ve değer zincirindeki değişmelere aracı olması sebebiyle mevcut üretim ve pazarlama yapısını değiştirebilecek niteliktedir (GTAI, 2014: 8). Siber fiziksel sistemler, çevreyi daha iyi anlamak ve daha hassas eylemler gerçekleştirmek için fiziksel bir ortama dağıtılan akıllı sensörlerden gelen bilgileri birleştirir (Zanni, 2015: 14).
- **Üç Boyutlu (3D) Yazıcılar:** İşletmeler katmanlı üretim olarak da adlandırılan 3D baskı ile dijital bir tasarımdan fiziksel bir nesne oluşturan kademeli üretim araçları kullanmaya başladılar. Günümüzde ana uygulama alanı prototip ve temel bileşenlerin oluşturulması olsa bile, Endüstri 4.0 endüstri devrimi ile küçük boyutlardaki özelleştirilmiş ürünler üretilebilecek ve ilave üretim araçları daha yaygın kullanılacaktır (Montess, 2016: 1).
- **Akıllı Fabrikalar:** Sanal dünya ile fiziksel dünyanın siber-fiziksel sistemler aracılığıyla birleştirilmesi ve bunun bir sonucu olarak teknik ve iş süreçlerin entegre edilmesi ile oluşturulmuş fabrikalara denilmektedir. Akıllı fabrikalar esneklik, otonom yönetim, hata ve risk yönetimi gibi uygulamalarla zenginleştirilmiştir. Akıllı fabrika içindeki gerçek zamanlı verilere anlık tepkiler verebilen esnek üretim sistemleri aracılığıyla üretim süreçlerinin optimizasyonu sağlanmaktadır (GTAI, 2014: 10). Akıllı fabrikalar, klasik üretim sistemleriyle kıyaslandığında akıllı fabrikaların zaman, kalite ve maliyet yönünden çok avantajlı olduğu görülmektedir. Akıllı fabrikaların işletmelere sağladığı üretim avantajları maliyetlerin %10 ile %20 arasında azalacağı öngörülmektedir (EBSO, 2015: 25).
- **Akıllı Robotlar:** Modern robotlar birbirleriyle ve insanlarla etkileşime girecek şekilde tasarlanmıştır. Endüstri 4.0 ile hedeflenen, üretim sürecinin tam otomatik ve entegre şekilde gerçekleştirilmesidir. Geleneksel üretim sürecindeki malzemeler akıllı robotların bünyesinde bulunan sensör teknolojileriyle algılanıp, hangi süreçlerin tamamlandığı ve hangi süreçlerin takip edileceği analiz edilerek o doğrultuda otonom olarak hareket

edebilmektedir. Akıllı robotlar üretim sürecinin ve üretim sonucu malların kalite kontrolünü de yaparak üretim hatalarını azaltmakta, maliyet optimizasyonu sağlamak ve satış sonrası memnuniyet seviyesini maksimize etmektedir (EKOIQ, 2014: 4).

- **Büyük Veri:** Bu teknolojinin hedefi, ürünlerin kalitesini arttırmak, enerji tasarrufu sağlamak ve malzeme bakımlarının iyileştirilmesidir. Etkili bir şekilde uygulayabilmek için üretim yönetimi, muhasebe, müşteri ilişkileri gibi çeşitli bilgi sistemlerinin entegre edilmesi gerekmektedir. (McKinsey, 2011: 1). Büyük veri uygulamasında doğru analiz ve yöntemlerin uygulanması işletmelerin stratejik karar almalarına, risk analizi yapmalarına ve inovatif faaliyetler gerçekleştirmelerine yardımcı olmaktadır (EBSO, 2015: 19).
- **Bulut Bilişim Sistemi:** Bilişim cihazlarının veri paylaşımı yapabildikleri ve depolayabildikleri hizmete verilen genel isimdir. Mevcut tüm faaliyetler, programlar ve verilerin sanal bir ortamda depolanması ve internet aracılığıyla herhangi bir yerden herhangi bir cihazla bu bilgilere, verilere, programlara ulaşımı kolaylaştıran ve hızlandıran hizmetler bütünüdür (EBSO, 2015: 22). Günümüzde birçok işletme bulut platformlarına dayalı yazılımları ve sistemleri kullanmaktadır. Endüstri 4.0, işletmelerin sınırlarının ötesine geçmelerini sağlayacak veri değişim akışlarına imkan vermektedir. Gelecekte, üretim izleme ve kontrol sistemleri, muhtemelen bulut platformlarına geçecektir.
- **Simülasyon:** Günümüzde tasarım geliştirme aşamasında ürün, malzeme ve süreçlerin sanal modellenmesi zaten uygulanmaktadır. Gelecekte ise uygulama tam bir operasyonel ve üretim süreci döngüsünü simüle etmek için genişleyecektir. Bu modeller, makineler, ürünler ve çalışanların dahil olduğu gerçek hayattaki üretiminin sanal bir kopyasını oluşturmak için gerçek zamanlı veriyi kullanacaktır. Bu gelişmelerle sanal model kullanarak bir sonraki ürün için ekipman planlamasının yapılmasını ve ayarlamasını sağlar.
- **Sanal Gerçeklik:** Sanal gerçeklik uygulamaları planlama, tasarım, imalat, servis, bakım/onarım ve kontrol gibi birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Siemens, 2016: 13). Sanal gerçeklik, depodaki çalışmaları ve bileşenlerin seçimini optimize eder. Endüstri 4.0. süresince uygulamaların

kapsamı, üretim faaliyetlerini basitleştirmek ve karar alma sürecinde destek sağlamak amacıyla genişletilecektir.

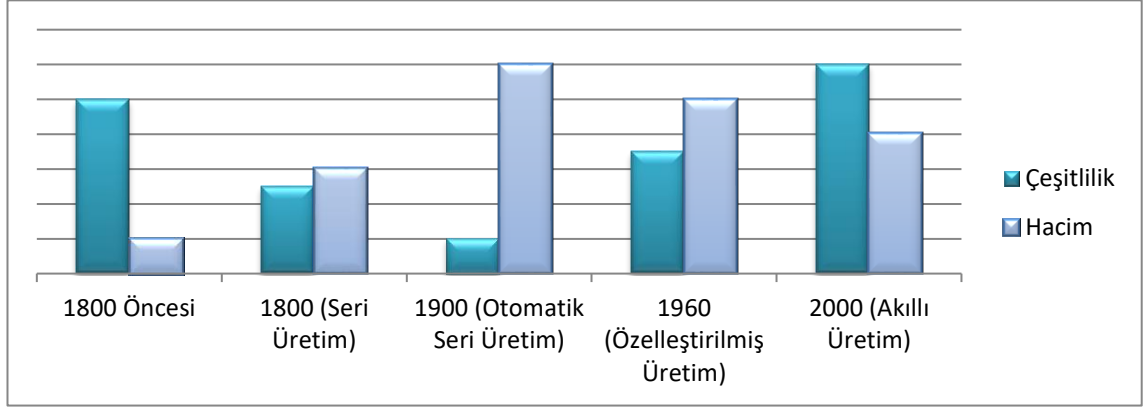
- **Yatay ve Dikey Entegrasyon:** Yatay Entegrasyon, üretim sürecindeki tüm faaliyetlerin kendi arasında ve farklı işletmelerin üretim faaliyetleri arasındaki sürekli bağlantıyı ifade etmektedir. Bu entegrasyon uçtan uca sistemler kurarak tedarikten satış sonrası hizmetlere kadar tüm faaliyetleri kapsamaktadır. Dikey Entegrasyon, işletme içindeki tüm süreçlerde aktif olan teknolojik altyapının sürekli etkileşim ve veri transferinde bulunacak şekilde entegre edilmesidir.
- Endüstri 4.0 ile üretim süreçlerindeki olası değişikliklere ve karşılaşılan problemlere reaksiyon süreci hızlanmakta, müşteri talepleri doğrultusunda kişiselleştirilmiş üretim sağlanmakta, kaynak verimliliği arttırılmakta, tedarik zincirinde yaşanan aksaklıklar ve maliyetler optimize edilmektedir (Siemens, 2016: 10).
- **Siber Güvenlik:** Yönetim ve üretim sürecinde, birçok işletme dış dünyaya kapalı olan Bilişim Teknoloji sistemlerine güvenmektedir. Entegrasyonun artması ve Endüstri 4.0 özelliği olan standart bağlantı protokollerinin kullanılmasıyla, kilit üretim sistemlerinin ve hatların siber tehditler karşısında korunması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, kurumsal bilgi sistemlerinin geliştirilmesi için yönetim sistemlerinde güvenli bağlantı ve güvenilir yaklaşımların uygulanması vazgeçilmezdir (Gerbert vd., 2015: 6).

2.2.Endüstri 4.0'ın Tarihsel Gelişim Süreci

İnsanlık tarihinde yaşanan gelişmeler incelendiğinde bu gelişmelerin birçoğunun temelinde üretim tekniklerinde yaşanan gelişmelerin etkisinin olduğu görülmektedir. İnsanlık tarihini tarımsal üretim, sanayileşme ve bilgi ekonomileri olarak üçe ayırabiliriz. Toplumsal yapıların değişmesinde bu akımlar oldukça önemlidir.

İnsanlık tarihindeki yaşam tarzının ilk değişimi yaklaşık 10.000 yıl önce insanların avcılık ve toplayıcılıktan tarımsal üretime geçmeleri ile olmuştur. Bu geçişteki en önemli unsurlardan biri hayvanların evcilleştirilerek tarımsal faaliyetlerde kullanılmasıdır. Tarımsal üretime geçişle birlikte insan emeğinin verimliliği artmış, bunun sonucunda ise nüfus artışı, mülkiyet kavramı ve şehirleşme olgusu ortaya

çıkmıştır. Tarımsal üretim süreci küçük değişimlerle 18. yüzyıla kadar çok farklılaşmadan süregelmiştir.



Şekil 18: Sanayi Devrimlerinin Üretim Hacmi ve Ürün Çeşitliliğine Etkisi

Kaynak: Digital Asset (2016), The Digital Asset Platform: Non-technical White Paper, Digital Asset Asset Holdings, LLC.

18. yüzyılda tarımsal üretim yerini sanayi alanındaki endüstriyel gelişime bırakmıştır. Sanayi alanındaki bu gelişme ile üretim sürecinde kas gücü yerine buharlı makineler kullanılmaya başlanmıştır (Schwab, 2016: 15). Bu sayede makinelere bağlı üretim yöntemi ortaya çıkmış ve üretim miktarında artış yaşanmıştır. Üretim miktarındaki bu artış satış odaklı ticaretin gelişmesine ve buradan elde edilen gelirin artmasına neden olmuştur. Sanayileşmenin ve fabrikaların artması işgücüne olan ihtiyacı da arttırmış, bunun sonucunda kent nüfusu artarak, tüketim toplumu oluşmaya başlamıştır (Siemens, 2016: 5).



Şekil 19: Endüstri 4.0'ın Tarihsel Gelişim Süreçleri

Kaynak: Görçün, Ömer Faruk (2017), Endüstri 4.0, 2. Baskı, İstanbul, s.11.

2.2.1. Endüstri 1.0

Tarihte meydana gelen devrimlerin hiçbiri endüstri devrimi kadar uzun bir sürece yayılmamıştır ve ekonomik bir gelişime vesile olmamıştır (Görçün, 2016: 11). 18. Yüzyılda buharlı makinelerin üretimde kullanılmasıyla üretim sürecinin değişmesi birinci endüstri devrimi olarak tanımlanmaktadır. Endüstri devrimlerinde bir süreklilik olduğu ve her devrimin bir öncekinin devamı niteliğinde olması vesilesiyle devrimler tarihindeki ilk basamak olma özelliği taşımasıyla en önemli devrimin birinci endüstri devrimi olduğu söylenebilir. İngiltere'deki dokuma atölyelerinde kas gücü yerine makinelerin kullanılmaya başlanmasıyla Birinci Endüstri Devrimi başlamıştır. Başlangıçta tekstil veya dokumacılık sektöründe kendini gösteren devrim sonraki zamanlarda diğer sektörlerde de kendini göstermeye başlamıştır (Sedefçi, 2018: 6). Dönemde yaşanan teknolojik gelişmelerle demiryolu taşımacılığı da gelişmiştir. Bu gelişmeyle ürünlerin ve teknolojilerin taşınması kolaylaşmış ve Birinci Endüstri Devrimi tüm Avrupa'ya hızla yayılmıştır (Siemens, 2016: 5).

Endüstri 1.0 olarak tanımlanan birinci endüstri devrimi ile el sanatlarına dayalı üretim tarzından makineye dayalı üretim tarzına geçilmiştir. Bu dönemde, şehirleşme, okuryazarlık oranı, kitle iletişim araçlarının kullanımı artmıştır (Yılmaz, 2004: 22).

Birinci Endüstri Devriminin günlük hayata etkileri çok yönlü olmuştur. Toplumsal, siyasal ve ekonomik yaşamda bir çok değişim yaşanmış ve emek-sermaye ilişkisi daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır (Görçün, 2017: 11)

Birinci Endüstri Devrimi'nin temel yapı taşı olan buhar makineleri; suyun farklı fiziksel halleri arasında ortaya çıkan basıncın kinetik enerjiye dönüştürülmesi prensibiyle çalışmaktadır. Isısı arttırılan su kapalı bir odacıkta buharlaştırılır, buharlaşan sıvıyla dolu bu odacığın hızlı bir şekilde soğutulmasıyla basıncın düşmesi ve kinetik enerjiye çevrilebilecek vakum etkisinin oluşması sağlanır.

Birinci Endüstri Devrimi'yle birlikte İngiltere'de yaşanan makineleşme; üretim biçimini değiştirmiştir. Üretim tarzının değişmesi sosyal yapının değişmesine neden olmuştur, buhar gücünü basım işlerinde kullanılarak toplumun kültürel ve entelektüel alanda farklı gelişmelerine vesile olmuştur. Birinci Endüstri Devrimi, ulaşımın kolaylaşması ve entegrasyonunun arttırılması açısından küresel çapta önemli bir adımdır.

Birinci endüstri devriminin sonuçlarını şu şekilde sıralanabilir:

- Sanayileşmenin artması verimliliği arttırmıştır,
- Kent nüfusunda artış yaşanmıştır,
- Ulus devletlerinin etkinliği azalmıştır,
- Ulaşımın kolaylaşması sonucu ulus ötesi şirketler artmıştır,
- Üretimde ve hayatın bir çok noktasında demirin kullanılması artmıştır (Freyer, 2014: 41),
- Yeni toplumsal sınıfların ve yeni ideolojilerin doğmasına zemin hazırlamıştır,
- Sendikalaşma hareketlerinin doğmasına zemin hazırlamıştır,
- Hammadde bulma amacıyla emperyalist hareketlerde artış yaşanmıştır (Duman, 2008: 106),
- Mavi yakalı işçi sınıfı denilen vasıflı işçi sınıfı oluşmuştur (Hall, 1994: 72).

2.2.2. Endüstri 2.0

Birinci Endüstri Devrimi sonucu oluşan yeni toplumsal yapı, teknolojik ilerlemeler, hammadde ve enerji kaynaklarındaki gelişmeler toplumsal yapının değişmesine vesile olacaktır. İkinci Endüstri Devrimi'nin temel motivasyonu yeni makinelerle üretim kapasitesini arttırmaktır. Teknolojik gelişmelerle verimde ve kapasitede artış sağlayan makineler sanayinin ve toplumsal hayat standartlarının artmasını sağlamıştır. Bu gelişmeler ışığında küreselleşme süreci hızlanmıştır (Maker, 1998: 6).

İkinci Endüstri Devrimi'nin en önemli özellikleri; fabrikaların seri üretim kapasitelerini arttırması, üretim hızının artması, ürün çeşitliliğinin artması ve üretim maliyetlerinin azalması, elektrik kullanımının yaygınlaşmasıdır (Sedefçi, 2018: 7).

1860'lerde kömüre kıyasla taşıma, depolama ve enerji gibi bir çok yönden faydası olan ham petrolün bulunmasıyla sanayide yeni bir çağ başlamıştır (Görçün, 2016: 53). Bu yeni ekonomik dönemde kitlesel üretim süreci başlamıştır (Sak, 2014: 4).

İkinci endüstri devriminde üretim süreçlerinin kontrol edilebilirliği artmıştır ve müşteri ihtiyaçlarına odaklı üretim modelinin gelişmesi temel özellikleri arasındadır (Görçün, 2016: 91).

İkinci endüstri devrimi kapsamında bir çok araştırma karşımıza çıkmaktadır. Bu yapılan çalışmalar arasında ilk ve en önemlisi diyebileceğimiz araştırma Taylor'un işçi emeğinin maksimum seviyede kullanılarak üretim sürecini optimize etme ilkelerine

dayanan araştırmadır. Esasında ise Taylorizm olarak adlandırılacak olan üretim sistemi insanların makineler için çalıştığı, emeğin sömürülmesine dayanan bir üretim tarzıdır.

İkinci endüstri devriminin bir diğer önemli adımı ise 1903 yılında Henry Ford tarafından kurulan seri imalat bandıyla otomobil ürettiği üretim tarzıdır. Henry Ford'un uyguladığı seri imalat bandıyla üretim sistemi ve elektriğin fabrikalarda yaygınlaşması endüstrileşmeyi hızlandırmıştır. Fordist üretim sisteminin çıkış noktası üretim sürecini mikro parçalara ayırmaktır. Bu düşünceden yola çıkarak otomobil üretim sürecinde faaliyetleri sadece vida sıkma seviyesine indirmiştir. Sonraları fordizm olarak adlandırılacak olan bu üretim sistemi, iş bölümünün katılaştığı, ürünlerin standartlaştığı ve verimlilik artışı sağlayan bir üretim sistemidir. (Görçün, 2017: 61)

2.2.3. Endüstri 3.0

Birinci ve ikinci endüstri devrimi gibi üçüncü endüstri devrimi de çalışma ve yaşam koşullarını temelden etkilemiştir (Rıfkın, 2014: 57). Üçüncü endüstri devrimi ana bilgisayarların, kişisel bilgisayarların ve internetin yaygınlaşmasıyla geliştiği için literatürde Bilgisayar Devrimi veya Dijital Devrim olarak da adlandırılmaktadır (Schwab, 2016: 6). Üçüncü Endüstri Devriminin temel yapı taşı transistörün icadıdır. John Bardeen, Walter Brattain ve William Shockley tarafından icat edilen transistör bilgisayar üretiminin başlangıç noktası niteliğindedir. Üçüncü endüstri devrimi, ticari ve toplumsal hayata elektriğin girmesiyle elektrik motorların kullanılmasının yoğunlaştığı süreçtir.

Üçüncü endüstri devrimin temel özelliklerini şu şekilde sıralanabilir:

- Programlanabilir dijital sistemler geliştirilmiş ve üretim süreçlerinde kullanılmaya başlamıştır (Canberi, 2016: 11),
- Sektörler arasındaki rekabet seviyesi artmıştır,
- İşletmeler için tüketici taleplerine ve ihtiyaçlarına reaksiyon gösterme hızı önem kazanmıştır (Görçün, 2016: 136),
- Küreselleşme bilgi işlem ve otomasyon sistemlerindeki gelişmeler sonucu hızlanmıştır,
- Tedarik zinciri global hale gelmiştir,
- Markaların küreselleşmesi başlamıştır,

- İşletmeler için bütün dünya genelindeki nitelikli işgücüne erişim imkanı doğmuştur (Görçün, 2016: 105),
- İletişim araçları, internet ve kişisel bilgisayarlar yaygınlaşmıştır (Dursun, 2015: 4).

2.2.4. Endüstri 4.0

Temelinde kar güdüsü barındıran ve takas yöntemiyle başlayan ticaret, günümüzde temel güdüsünü korumak amacıyla maliyetlerin minimize edilmesi için Dördüncü Endüstri Devrimi üretim sürecinden insanı çıkartarak insan gücünü ve işgücü maliyetlerinin azalmasını amaçlamaktadır. İlk defa 2011 yılında Almanya Hannover Fuarı'nda ortaya atılan bu devrimin üretimde verimliliği arttıracığı çok açıktır. Tüm üretim süreçleri entegre edilerek bilgi transferinin ve bilgiye erişimin maksimum seviyeye çıkarılması amaçlanmaktadır (Aksoy, 2017: 1).

Buhar gücünün kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle başlayan endüstriyel devrimler süreci bugün akıllı makineler, bulut bilişim, büyük veri, 3D yazıcılar ve nesnelere interneti gibi kavramların söz konusu olduğu yeni bir endüstriyel sürece geçmiştir. Üçüncü endüstri devrimiyle üretimde kullanılmaya başlayan otomasyon sistemleri, dördüncü endüstri devrimiyle siber fiziksel sistemlerle akıllı bir yapıya bürünerek üretimde hız ve kalite artışına odaklanmaktadır.

Dördüncü endüstri devrimi veya yaygın adıyla Endüstri 4.0 ile oluşturulan akıllı fabrikalar, üretim sürecinin akıllı yazılımlarla donatılmış siber fiziksel sistemlerin yönetmesi ve denetlemesini öngörmektedir. Endüstri 4.0 ile yeni nesil teknolojiler sisteme entegre biçimde çalışmaktadır. Yeni nesil teknolojilerin gelişmiş ve akıllı yapısı sonucunda insan ile nesne arasındaki etkileşim en üst düzeye taşınmıştır. Endüstri 4.0 ile söz konusu olan bir diğer yenilik ise siber fiziksel sistemlerin öğrenen ve analiz edebilen akıllı yapısı ile en iyi şartlara göre süreci optimize ederek verimliliği ve katma değeri maksimum seviyeye çıkarabilmesidir (Banger, 2017: 26).

Yukarıda endüstri dört sıfırın temel prensipleri ve diğer devrimlerden farklılıkları belirtilmişti. Dördüncü endüstri devriminin özellikleri veya potansiyellerini ise şu şekilde özetlenebilir: (Kagermann vd., 2013: 16):

- Bireysel açıdan müşteri taleplerine yönelim,
- Üretimde esneklik,

- Karar sürecinde optimizasyon,
- Kaynak kullanımında etkinlik ve verimlilik artışı,
- Yeni iş imkanları ve değer yaratma fırsatları.

2.3.Endüstri 4.0'ın Sistemsel Yapısı

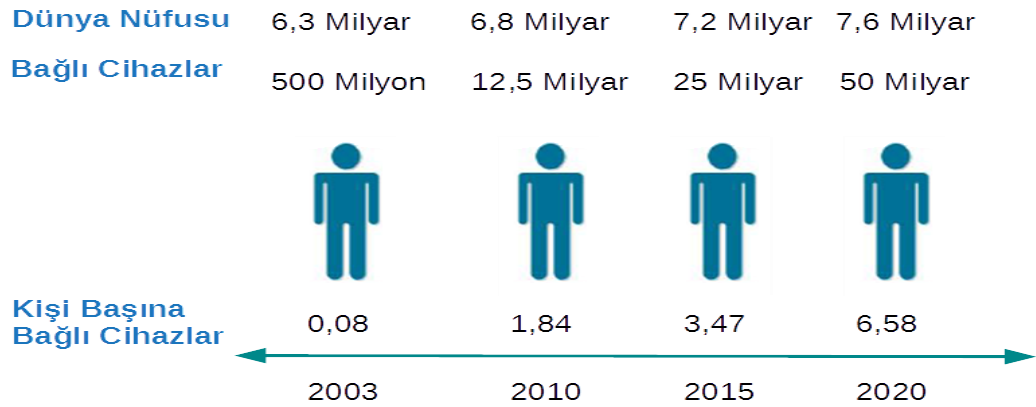
Takip eden bölümde, Endüstri 4.0'ın sistemsel yapısı ve bu yapının unsurları açıklanmaya çalışılacaktır. Bu unsurların işletmelere etkisi ışığında ele alınarak, avantaj ve dezavantajlarına da değinilecektir.

2.3.1.Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti literatürde IoT (Internet of Things) şeklinde kısaltılarak kullanılmaktadır. IoT, son yıllarda iş dünyasında gelişen işletmelerin değer zincirini geliştiren, iş süreçlerini değiştiren, stratejilerini ve sektörden bağımsız olarak yetkinliklerini güçlendiren önemli bir teknoloji olarak algılanmaktadır (Lee ve Lee, 2015: 431). Nesnelerin interneti Endüstri 4.0 ile hayatımıza yeni girmiş kavramlardan biri olmamakla beraber, bu kavramın tanımı üzerine literatürde ortak bir kanıya varılmış değildir.

IoT ilk olarak 1999 yılında Ashton tarafından; “Veriler, insanların internet üzerinden bilgisayarlar aracılığıyla manuel olarak girmelerine bağımlıdır ve nesnelerin interneti aracılığıyla bilgi sadece insanlardan değil nesnelere de toplanabilecektir” şeklinde açıklanmıştır (Ashton, 2009: 1). Böylece veri işleme süreçlerindeki insani hatalardan kaynaklanan zarar ve maliyetlerin önüne geçilmiş olacaktır. Schwab (2016: 27), nesnelerin interneti kavramını nesnelere arasında iletişim ve bağlantının gelişen teknoloji ve çeşitli platformlar aracılığıyla sağlanması olarak tanımlamaktadır. Wortmann ve Flüchter'e göre (2015: 221) nesnelerin interneti, iletişim teknikleri ve internet aracılığıyla birimleri birbirine bağlayarak gelişmiş hizmetlerin sunulmasıdır. Atzori ve diğerleri (2010: 2788), ortak bir hedefe ulaşmak için birimler arasındaki etkileşim sağlayan nesnelere arasındaki kablosuz iletişim olarak tanımlamaktadır. Başka bir tanımda nesnelerin interneti çevresiyle ilgili farkındalığı olan ve çevresinden veri toplayabilen, internet vasıtasıyla diğer nesnelere ile veri transferi gerçekleştirerek bu verilerden bilgi üretebilen ve üretilen bilgi ışığında faaliyete geçebilen nesnelerin tamamı şeklinde tanımlanmaktadır (Kalafatoğlu, 2015: 27).

Telefon, kamera ve üretim makineleri gibi internet bağlantısı olan tüm birimler bir IoT cihazı olarak kabul edilir (PWC, 2015: 1) ve 2020 yılında yaklaşık 50 milyar IoT cihazının hayatımızın her alanında var olacağı tahmin edilmektedir (Weinberg vd., 2015: 616). Nesnelerin İnterneti teknolojisinin yaygınlaşması rakamlar aracılığıyla şekil 21’de gösterilmiştir. Bu yaygınlaşma sonucunda veri trafiğinde minimum kayıp ile haberleşme mümkün olacaktır (Arslan ve Kırbaş, 2016: 37).



Şekil 20: Kişi Başına Bağlı Cihazların Artışı

Kaynak: Dave Evans, The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything, Cisco IBSG, Nisan 2011, s.3.

Nesnelerin interneti, veri transferini gerçekleştirebilmek için RFID (Radio Frequency Identification) ve WSN (Wireless Sensor and Actuator Network) gibi entegre teknolojileri kapsayan internet tabanlı bir sistemdir. Nesnelerin İnternet'i hangi sensörden nasıl veri alınacağı, hangi yöntem ile merkezi sunuculara verilerin transfer edileceği, veri iletişim protokolleri ve karar sistemleri gibi faaliyetlerde kullanılmaktadır (Bozdoğan, 2016: 37).

IoT sistemi üç temel ögeden oluşmaktadır. Bunlar: (Özvural, 2015: 86)

- Nesneler,
- İletişim ağları,
- Transfer edilen verileri kullanacak bilgisayar sistemleridir (Ulaş, 2010: 105).

Nesnelerin interneti kavramının temel sloganı olan Nesnelerin İnternetinin 4H'si şu şekildedir: Her yerden, Herkesle, Her zaman ve Her Nesne ile bağlantı (Kutup, 2016: 74).

2.3.1.1. Nesnelerin İnterneti Sisteminde Kullanılan Teknolojiler

Nesnelerin interneti sisteminde RFID (Radyo Frekanslı Tanıma), IPv6 (İnternet Protokolü), NFC (Yakın Alan İletişimi), Wi-Fi (Kablosuz Bağlantı Alanı), GSM (Cep Telefonu İletişim Protokolü), ZigBee ve WSN (Kablosuz Sensör Ağlar) gibi birçok farklı teknoloji kullanılmaktadır (Bozdoğan, 2015: 9).

RFID (Radyo Frekanslı Tanıma): Yapısında etiket ve okuyucu barındıran ve etiketten yayılan elektromanyetik dalgalar aracılığıyla okuyucuya veri ulaştıran radyo frekanslı, kablosuz iletişim sistemidir (Bozdoğan, 2015: 41). Literatürde ve sektörde RFID olarak kullanılan kavram “Radio Frequency Identification” kavramının kısaltmasıdır. RFID teknolojisi, her türlü nesnenin uzaktan tanımlanmasında ve izlenmesinde kullanılmaktadır. RFID her ne kadar nesnelerin interneti sisteminin temel bileşeni ve aktifleştiricisi olarak kabul edilse de IoT farklı teknolojileri de içinde barındırmaktadır (Torğul, 2015: 56).

IPv6 (İnternet Protokolü): Belli bir ağdaki makine ve cihazların iletişime geçebilmeleri için uymaları gereken ortak kurallardır. IP, cihazın tanımlanmasında ve kodlanmasında kullanılan bir adrestir, bu sebeple cihazların sanal ortamda veri transfer edebilmeleri için IP adresine sahip olmaları gerekmektedir. IoT sisteminde bir çok nesne internete bağlanacağını öngörmesi nedeniyle 128 bitlik bir adresleme alt yapısına sahip IPv6 sistemi tercih edilmiştir (Bozdoğan, 2015: 44). IPv6’de 2¹²⁸ adet IP adresi bulunması sayesinde trilyonlarca cihazın internete bağlanması sağlanmaktadır.

NFC (Yakın Alan İletişimi): RFID iletişim sistemiyle benzer alt yapıya sahip olan NFC sistemi, yakın mesafelerde (10 cm) ve Bluetooth sistemindeki gibi eşleştirme koduna gerek olmadan radyo frekansı ile iletişim sağlayan kablosuz teknolojidir. Günümüzde kullanımı yaygınlaşan akıllı telefonlara entegrasyon sağlaması ve çok fazla enerjiye ihtiyaç duymaması sebebiyle bankacılık, e-bilet ve mobil ödeme gibi pek çok alanda kullanılmaktadır (Buzdoğan, 2015: 46).

WSN (Kablosuz Sensör Ağlar): Farklı ortamlardaki çeşitli fiziksel veya çevresel koşulları (ısı, nem, ışık, ses, basınç, kirlilik, titreşim vb.) izlemek ve tespit etmek için sensör kullanan kablosuz ağlardır. WSN’ler askeriyeden biyomedikal sektörüne kadar birçok alanda uygulanmaktadır (Dolay, 2009: 3).

ZigBee: Düşük güçlü dijital radyo frekansları ile yüksek düzeyde iletişim protokollerinin geliştirilmiş halidir. ZigBee ile amaçlanan güvenilirlik seviyesi yüksek, maliyetleri düşük, enerji tasarrufu sağlayan, izleme ve yönetim amacıyla ağlar kurmak için uygun ürünler üretmektir.

2.3.1.2. Nesnelerin İnternetinin Kullanım Alanları

a. Ev ve Bina Otomasyonu: Nesnelerin interneti aracılığıyla ev ve bina gibi mimari yapılar akıllı ortamlara dönüşmektedir. Havalandırma, aydınlatma, ısınma sistemleri ve güvenlik kontrol sistemleri mobil cihazlar ve akıllı sensörler aracılığıyla takip ve kontrol edilebilmektedir (Erdem, 2015: 73).

b. Çevre ve Altyapı: Akıllı sensörler sayesinde su kirliliği, hava kirliliği, deprem ve sel gibi doğal olaylar erken aşamada tespit edilip kişilere ve ilgili kurumlara aktararak önlem alınmasını sağlayarak can ve mal kayıplarını minimum seviyeye indirmektedir.

c. Sağlık: Nesnelerin interneti aracılığıyla bireylerin sağlık durumlarını anlık olarak takip ederek, önlem alma, teşhis ve tanı koyma gibi çözümler sunmaktadır (Torğul, 2015: 114).

d. Ulaşım ve Lojistik: sensörler aracılığıyla, güzergah üzerindeki yoğunluk, trafik çalışmaları, dinlenme tesisi ve park yerlerinin konumu ve doluluk oranları gibi veriler elde edilerek ulaşımı rahatlatmaktadır (Torğul, 2015: 114).

e. Tarım ve Hayvancılık: Nesnelerin internetiyle donatılmış akıllı tarlaların kurulması topraktan ve ürünlerden elde edilen veriler aracılığıyla sulama ve diğer takviyelerin gereklilik seviyesini belirlemektedir. Bu sayede ürün kalitesi artarken, üretim maliyetleri de azalmaktadır.

2.3.1.3. Nesnelerin İnternetinin İşletmelere Etkisi

Nesnelerin interneti aracılığıyla ürünlere yerleştirilen sensörler tüketicilerden anlık ve detaylı verilerin toplanmasını sağlamaktadır. Bu sayede bir tüketicinin en son ne aldığı, sonraki alışverişinde ne alabileceği, yakın tarihte özel bir günün olup olmadığı gibi bilgiler işletmeler tarafından takip edilmektedir. Böylece detaylı ve anlık olarak müşteri analizi yapılmakta ve piyasaya/müşteriye en uygun ürünün üretilmesi kolaylaşmaktadır.

Nesnelerin interneti aracılığıyla üretilen “akıllı ürün” uygulamaları üründeki herhangi bir arıza durumunda hem üreticiye hem de müşteriye uyarı mesajı göndererek sorunun

kaynağını ve yapılabilecek aşamaları bildirerek üretici ve müşterilere önemli kolaylıklar sağlamaktadır.

Nesnelerin interneti aracılığıyla anlık ve detaylı müşteri analizi ve kişiselleştirilmiş ürün fırsatı üretici işletmeye en uygun fiyatlandırma konusunda yardımcı olmaktadır. Bu sayede geleneksel fiyatlandırma yöntemleri kullanılmadan, daha ölçülebilir ve makul fiyat seviyesi belirlenmektedir.

Nesnelerin interneti teknolojisiyle işletmelerde kullanılmaya başlayan “akıllı dağıtım” ile ürünler, depolar, mağazalar ve işletme arasında bağlantı kurulmaktadır. Bu sayede depolama ve nakliye gibi tedarik zinciri entegre edilmektedir. Akıllı dağıtım ile depolama ve teslimat faaliyetleri daha verimli olmakta ve maliyetler azalmaktadır.

Nesnelerin interneti ile işletmelerin hayatına giren bir diğer kavram ise “akıllı tutundurma”dır. Nesnelerin interneti aracılığıyla ürün ve müşteri hakkındaki belirsiz hipotezlere dayanarak hareket etmekten ziyade, geçerli, doğruluğu bilinen verilere dayanarak hareket edilmektedir. Bu sayede işletmelerin ürünü tutundurma faaliyetleri sonucunda katlandığı maliyetlerden kurtulmaktadır.

IoT sadece avantajları olan bir kavram değildir. ISACA olarak bilinen Bilgi Sistemleri Denetim ve Kontrol Birliğine (2015: 9) göre, piyasadaki yeni teknoloji genellikle risk artışı ile sonuçlanmaktadır. IoT, hacimli sistemi nedeniyle karmaşık bir teknolojidir. Adams (2017: 15), karmaşıklık nedeniyle bilgi güvenliği gibi konularda sorunların ortaya çıkabileceğini savunmaktadır. Bunların yanı sıra sistemin işletmelere uygulanmasındaki maliyet unsuru, kullanıcıların gizlilik ve bilgi güvenliği endişesi, sektörlerde iletişim standartlarının olmaması, protokol uyumsuzluğu, denetim yetersizliği ve yasaların yetersizliği gibi konular nesnelerin interneti teknolojisinin eksik yönleri veya dezavantajları arasındadır (Dubash, 2016: 3).

2.3.2. Otonom Robotlar

Robot kelimesi ilk kez Capek'in “Rossum's Universal Robot” isimli oyununda kullanılmıştır. Çek filozof ve oyun yazarı Karel'in 1922 yılında kaleme aldığı bu oyunda Robot kelimesinin kullanılmasının nedeni Çek dilinde işçi, esir gibi anlamlarının olmasından kaynaklanmaktadır.

Otonom robot, kendi kendini yönetme ve denetleme niteliğine sahip mekanik bir yapay yaratıktır. Otonom özelliğini yapay zeka içermeyen basit ve sıradan cihaz ve araçlardan ayırt etmektedir. Otonom robotların beş farklı niteliği vardır. Bunlar, hareket edebilme niteliği, çevreyi algılayabilme niteliği, sanal sinir sistemi aracılığıyla kendini yönetme ve denetleme niteliği, enerji tüketme ve depolama niteliği ve iletişim kurabilme niteliğidir (Banger, 2018: 72).

Robotlar; işletmelerde özellikle üretim sürecindeki faydaları açısından önemli bir karaktere sahiptir. İnsan gücü ile yeterli düzeyde katma değer yaratmayan ve tek düze olan faaliyetler, günümüzde robotlar aracılığıyla gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Robotlar endüstriyel sektörlerde 20. Yüzyılın ortalarında kullanılmaya başlamıştır (Görçün, 2017: 187).

Otonom robotların sahip olduğu yazılım ve donanımlar aracılığıyla yapay zeka uygulamaları gerçekleştirebilir ve çevresiyle iletişim kurabilirler. Robot yüksek kapasiteli faaliyet gösteren, bir insan gibi fakat insana özgü eksiklikleri bünyesinde barındırmayan bir teknoloji modelidir. Robotlar, insani ihtiyaçlardan (dinlenme, yeme vb.) arınmıştır; 24 saat boyunca çalışabilir ve programlandıkları işi insana kıyasla daha fazla duyarlılıkla yerine getirebilirler.

Otonom Robotlar; kendisinden beklenen faaliyetleri yüksek otonomi derecesiyle gerçekleştiren robotlardır. Otonom robotların verileri analiz ederek karar verme ve verdiği kararlar doğrultusunda faaliyete geçme yeteneği vardır. Başka bir tanımlamayla otonom robot, herhangi bir operatör müdahalesi gerekmeden kendi başlarına karar verip faaliyette bulunabilen robot türüdür (Banger, 2017: 71). Otonom robotlar Endüstri 4.0'da esnek üretim sisteminin benimsenebilmesi açısından kritik değere sahiptir.

Robotlar; insanlar için tehlikeli sayılabilecek uzay, maden ocağı, su altı, radyoaktif madde ve zehirli kimyasallarla alakalı alanlarda faaliyet gösterebilmektedir. Endüstri 4.0 ile robotlarla insanların birlikte çalışabildikleri veya sadece robotların faaliyet gösterdikleri üretim tesisleri oluşturulması amaçlanmaktadır. Robotlar, tehlike arz etmeyen ancak tekrarlı ve sıkıcı olması sebebiyle uzun süre çalışıldığında insanı monotonlaştıran faaliyetlerde de insanlara yardımcı olmaktadır. İnsanların zekasını körelten bu tür faaliyetlerde robotların kullanılması daha uygundur. Robotlar bu tarz

faaliyetleri yorulmadan, sıkılmadan, daha güvenilir bir doğruluk seviyesinde ve zaman kavramı tanımadan gerçekleştirebilecek potansiyele sahiptir.

2.3.2.1. Otonom Robotların İşletmelere Etkisi

İşletmelere ve üretim sürecine sağladığı kolaylıklar nedeniyle, robotlar dünyada birçok endüstriyel işletmenin dikkatini çekmiş durumdadır. Tıp endüstrisi, savaş silahları endüstrisi, film endüstrisi, uzay endüstrisi gibi endüstrilerde çok yaygın olarak kullanılmasının yanı sıra, ev içinde ve çevresinde, tarım ve hayvancılıkta, tıp alanında ve spor alanında da basit robotlar kullanılmaktadır.

Robot teknolojisinin Endüstri 4.0 ile işletmelerin çalışma ve faaliyet süreçlerine dahil olmasını incelemeyen önce cobot kavramının da açıklanması önem arz etmektedir. İnsanlarla birlikte kusursuz bir şekilde çalışabilen ve insanlarla en üst seviyede etkileşime giren robotlara cobot (kollobratif robot) denilmektedir. Bu alandaki çalışmalar, robotlarla insanların güvenli bir şekilde çalışabilecekleri bir yapı oluşturmayı amaçlamaktadır.

Cobotların özelliklerini şu şekilde sıralanabilir (<https://www.endustri40.com>, 2018):

- Robotlar çevrelerine dikkat etmeden sabit bir programı izleyerek faaliyetlerini gerçekleştirmektedir. Cobotlar ise çevreleriyle uyumlu bir şekilde insanlarla çalışabilen teknolojik makinelerdir.
- Cobotlarda robotlar gibi insanlar için riskli olan faaliyetlerde kullanılarak iş kazalarının azalmasını ve iş güvenliğinin artırılmasını sağlamaktadır.
- Cobotlar sahip olduğu gelişmiş sensörler aracılığıyla insanlara yönelik herhangi bir tehlikeyi önleyebilecek şekilde programlanmışlardır.
- Cobotların öğrenme yeteneği sayesinde esnek bir yapıda yeniden programlanabilmesi ve bu sayede farklı görevlerde kullanılabilmesi mümkün olmaktadır.

Otonom robotlar, görevlerini gerçekleştirmede ve çevresel değişikliklere uyum sağlamada yeni yöntemler geliştirebilme veya yeni yöntemler öğrenbilme yeteneğine sahiptir. Bu yeteneği sayesinde otonom robotlar için “öğrenen robot” kavramı da kullanılmaktadır (Nof, 1999: 127).

2.3.2.2. Robotik Süreç Otomasyonunun Faydaları

Robotlar üretim, iletişim, pazarlama ve personel maliyetleri gibi maliyetlerin işletmeler tarafından, gerçek zamanlı ve online olarak hesaplayarak bilanço ve gelir tablosu üzerindeki etkisinin hesaplanması, dağıtım kanallarındaki robotiklerin satış ve teslimat sürelerinin maksimize edilmesi gibi avantajlar sağlamaktadır.

- Robotların boş zamana ve dinlenmeye ihtiyaçları yoktur,
- Görev performansını % 80 -% 90 oranında arttırır,
- İnsan hatalarının ortadan kaldırılmasıyla çıktı kalitesinde artış sağlar,
- İnsan tabanlı ekiplerden farklı olarak ölçeklenebilir çözümler sunar,
- Mevcut muhasebe ERP sistemlerine entegre olur,
- Yerel yetkinlik ve kontrol için izin verir,
- Robotlardaki iş hızı kullanılarak kalite düşürülmeden üretim artırılabilir,
- Fazla işgücü yerine, birkaç kişinin yapabileceği iş tek robot ile yapılarak işçi maliyetleri azaltılabilir,
- İş güvenliği ve çalışma şartlarının iyileştirilmesi, manuel olarak yapılan faaliyetlerin azaltılması, sağlığa zararlı, kirli ve tehlikeli işlerin robotlar aracılığıyla gerçekleştirilmesi sağlanabilir,
- Girdilerin hassas bir şekilde ele alınması ve bu sayede üretim artışı sağlanabilir,
- Yüksek kalitede ürün talebi karşılanabilir.

Robotik süreç otomasyonunun etkisini en üst düzeye çıkarmak için, iş liderlerinin mevcut araçları ve işletmelerini otomatize ederek net ve sağlam tanımlanmış bir strateji anlayışına sahip olmaları gerekmektedir. Robotik süreç otomasyonunu uygulamak için cevaplanması gereken sorular şekil 22'deki gibi özetlenebilir:

 NE	 NEDEN	 NASIL	 NE ZAMAN	 KİM
Otomasyon Fırsatlarını Değerlendirmek Otomasyon için hangi süreçler daha iyi adaydır? Hangi süreçler pilot uygulama için daha uygun? Süreç liderleri otomasyonu denemek için nasıl bir araya gelmeli? Pilot uygulama ile ilerlemenin etkileri nelerdir?	İş Durumunu Oluşturmak Otomasyon iş süreçlerini neden destekliyor? Faydaları nelerdir? Hafifletilen süreçler nelerdir? Otomasyonun değerini belirleyen ölçütler nelerdir? Otomasyondan sonra mevcut kaynakları yeniden uygulama stratejisi nedir?	Optimal Çalışma Modelini Belirlemek Hangi işletim modeli kuruluşunuz için en iyi şekilde çalışır? Çözümü desteklemek ve sorumlulukları yerine getirmek için doğru ekibiniz var mı? Yazılım robotunu kim takip edecek ve yönetecek?	Otomasyon Yol Haritasını Planlamak Pilot uygulama ne kadar sürmeli? Pilot uygulamadan sonraki aşamalar nelerdir? Ölçek için stratejiniz nedir? Etkilenen paydaşların neyin, niçin ve otomasyonun ne olduğunu anlamalarını nasıl sağlayacaksınız?	Otomasyon Ortağını Tanımlamak RPA alanındaki ana satıcılar kimlerdir? İşinize en çok ihtiyaç duyan sağlayıcılar hangileridir? Hangi kaynak seçeneği daha uygundur? Ne için ödeme yaptığınızı anlamak için fiyatlandırma modellerini nasıl karşılaştırmalısınız?

Şekil 21: Otonom Robotlara Entegrasyon Sürecinde 5N1K

Kaynak: Kasthuri Henry (2018), <https://www.accountexnetwork.com/blog/2018/02/emerging-trends-robotics-accounting/>

1939 yılında Isaac Asimov, robotlarla ilgili bilim kurgu romanı Ben Robot isimli kitabı ele almıştır. Bu kitapta Asimov günümüzde hala geçerliliğini koruyan Robot Yasaları'nı ortaya koymuştur:

1. Bir robot bir insana zarar veremez ve zarar görmesine seyirci kalmaz.
2. Birinci maddeyle çelişmediği sürece bir insanın emirlerine uymak zorundadır.
3. Bir robot birinci ve ikinci maddeyle çelişmediği sürece kendi varlığını korumakla yükümlüdür.

Bu maddeler ışığında işletme içinde kullanılan bir robotun uyması gereken kurallar şu şekilde yorumlanabilir:

1. Bir işletmeci robot bir işletmeye zarar veremez ve zarar görmesine seyirci kalmaz.
2. Birinci maddeyle çelişmediği sürece bir yöneticinin emirlerine uymak zorundadır.
3. Bir işletmeci robot birinci ve ikinci maddeyle çelişmediği sürece kendi varlığını korumakla sorumludur.

Kar modellemeleri, muhasebe temel kavram ve ilkeleri, kontrol ve denetim sistemi, müşteri ile ilişkiler, sözleşmeler ve güvenlik yazılımları birinci kuralın bileşenleridir. İkinci kural karar destek sistemleriyle sağlanabilir. Üçüncü kural güvenlik yazılımları ile desteklenmelidir.

1950’de Asimow “Robotik Kuralları” belirledikten sonra bir yasanın daha gerekliliğinden söz etmiştir. Bu da SIFIRINCI YASADIR. O yasa da şu şekildedir “*Bir robot insanlığa zarar veremez ya da insanlığın zarar görmesine seyirci kalamaz*”. İşletme açısından ise “*Bir işletmeci robot, işletmenin insanlığa zarar vermesine neden olamaz ya da insanlığın zarar görmesine seyirci kalamaz*” şeklindedir.

- 0. yasa: Bir işletmeci robot, işletmenin insanlığa zarar vermesine neden olamaz ya da insanlığın zarar görmesine seyirci kalamaz.
- 1. Yasa: Bir işletmeci robot 0. Yasa ile çelişmediği sürece bir işletmeye zarar veremez ve zarar görmesine seyirci kalamaz.
- 2. Yasa: Bir işletmeci robot sıfırncı veya birinci maddeyle çelişmediği sürece bir yöneticinin emirlerine uymak zorundadır.
- 3. Yasa: Bir işletmeci robot ilk üç Maddeyle çelişmediği sürece kendi varlığını korumakla sorumludur.

2.3.3. Büyük Veri

Günümüzde internet teknolojisi ve mobil cihazların kullanımının yaygınlaşması bir sonucu olarak bilgi paylaşımı ve bu paylaşılan bilgiye erişim de yaygınlaşmış ve hızlanmıştır. 2004 yılında sanal ortamdaki veri büyüklüğü 1 petabayt iken 2019 yılında sanal ortamdaki veri hacminin 1 yotabayt olacağı öngörülmektedir (Banger, 2016: 50). Bu yaygınlık aynı zamanda işe yaramayan ve yanlış bilgilerinde artmasına neden olmuştur. Çok fazla bilginin bulunduğu sanal ortamdan doğru ve güvenilir bilgilerin seçilmesi ve saklanması Büyük Veri teknolojisiyle mümkün hale gelmiştir. Bu doğrultuda büyük veri; sosyal medya paylaşımları, ağ günlükleri, bloglar, web sunucu logları, sanal istatistikler, iklim algılayıcılar gibi sensörlerden elde edilen bilgiler ve GSM operatörlerinden alınan bilgiler gibi birçok değişik kaynaktan elde edilen verilerin, depolanması ve yönetilmesini sağlayarak, anlamlı ve analiz edilebilir şekilde dönüştürülmesi süreçlerini kapsayan bir kavramdır (EBSO, 2015: 19).

Örgütlerin ve devletlerin dijital verileri birleştirerek, veri analizi teknikleriyle gizli kalmış bilgileri ortaya çıkarması büyük veri olarak tanımlanmaktadır (Manyika vd., 2011: 3). Beyer ve Laney, (2012: 14) ise büyük veri, karar verme mekanizmasını güçlendirmek için verinin işlenmesinde yenilikçi yöntemler sunan, maliyet ve etkinlik avantajı sağlayan yüksek hacim, hız ve çeşitlilik özelliklerine sahip bilgi varlığı

şeklinde açıklamıştır. Büyük veri çok büyük, çok karmaşık, çok dinamik ve Microsoft Excel gibi temel yazılım programları aracılığıyla yönetilemeyecek kadar kapsamlı veri topluluğudur (ACCA ve IMA 2013: 11).

2.3.1.1. Büyük Verinin Boyutları

Büyük verinin yapısı gereği literatürde 5V (Volume: hacim, Velocity: hız, Variety: çeşitlilik, Verification: doğrulama, Value: değer) şeklinde tanımlanan boyutları aşağıda açıklanmaktadır (Gobble, 2003: 65).

Hacim (Volume): Hacim, büyük veri aracılığıyla üretilen bilginin büyüklüğü ifade etmek amacıyla kullanılmaktadır (Hoy, 2014: 323). İşletmelerin, veri depolama, analiz etme ve örgütsel yapıya entegre edilmesi gibi faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi için gerekli alt yapının kurulması ve sürecin iyi bir şekilde planlanması gerekir.

Hız (Velocity): Hız, büyük veri olarak adlandırılan teknolojide verilerin toplanma ve verilere ulaşılma hızıyla ilgilidir (Hoy, 2014: 323). Büyük verinin hacmi ve ergonomik olma ihtiyacı yüksek hızlı bağlantı ve geniş bant büyüklüğü aracılığıyla karşılanmaktadır (Schaeffer ve Olson, 2014: 43).

Çeşitlilik (Variety): Çeşitlilik, büyük veride toplanan verilerin homojen olmaması nedeniyle çok farklı tipte verilerin olduğunu ifade etmektedir (Hoy, 2014: 234). Başka bir açıklamayla çeşitlilik (variety); boyutu büyük olan sistemdeki tüm verilerin heterojen yapısını ifade etmektedir.

Doğrulama (Verification): Büyük veri sistemindeki hacim ve çeşitlilik boyutu doğrultusunda verilerin güvenilir, gerçek ve doğrulanabilir olmasını gerektiğini ifade eder. Veri akışı esnasında, verilerin gerekli güvenlik seviyesinde kullanılması gerekmektedir.

Değer (Value): Büyük verinin en önemli boyutu sistemdeki verilerin kullanıcılar için değer yaratmasıdır.

2.3.3.2. Büyük Verinin İşletmelere Etkisi

Günümüz teknoloji ve bilgi çağında veri, sermaye ve emek gibi üretimin çok önemli bir parçası konumundadır. Özellikle Endüstri 4.0'ın sanayi ortamına getirdiği yüksek rekabet koşulları, işletmelerin sürdürülebilirliklerini sağlamak için, en küçük bir bilginin bile büyük öneme sahip olduğunu göstermektedir (EBSO, 2015: 19). Büyük veri,

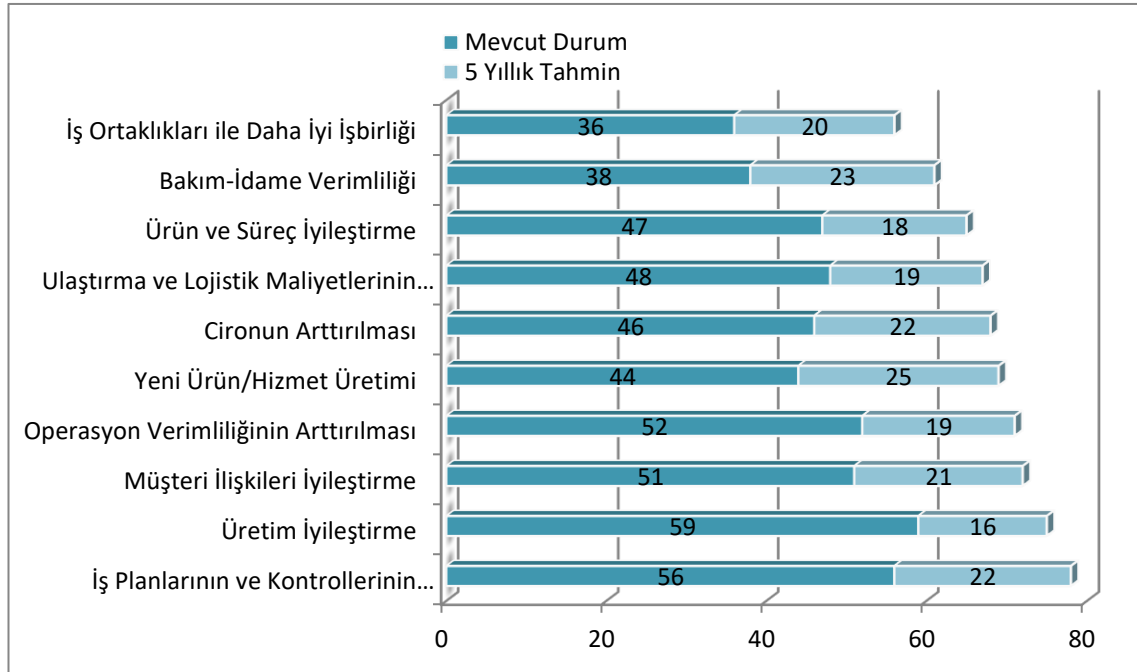
işletmelerin doğru stratejik karar alabilmelerine, risk yönetiminin etkinliğini arttırabilmelerine ve inovasyon yapmalarına imkan tanıyarak rekabet gücü elde etmelerine ve sürdürülebilirliklerine yardımcı olmaktadır (Banger, 2016: 49).

Büyük verinin işletmelere sağlayacağı faydalar şu şekilde sıralanabilir (Ulusoy, 2016);

- Tüm cihaz ve sensörlerinin bağımsız bir şekilde internete bağlanarak veri elde etmelerini kolaylaştırır,
- İvedilik arz eden sorunların çözümlerinin kısa sürede bulunmasını sağlar,
- İnsansız üretim sistemlerinin oluşmasına yardımcı olur,
- İnovasyon sürecini hızlandırır,
- Müşteri ile ilişkileri güçlendirir,
- Kaynak kullanımını optimize eder.

2.3.3.3. Büyük Verinin İşletmelerdeki Uygulama Alanları

İşletmeler, büyük veri aracılığıyla işletme performansını artırma ve rekabet gücü elde etme açısından, işletme içinde birçok alanda ve birçok faaliyet sürecinde uygulanmaktadır.



Şekil 22: Büyük Veri ve Analitiğin Kullanım Alanları

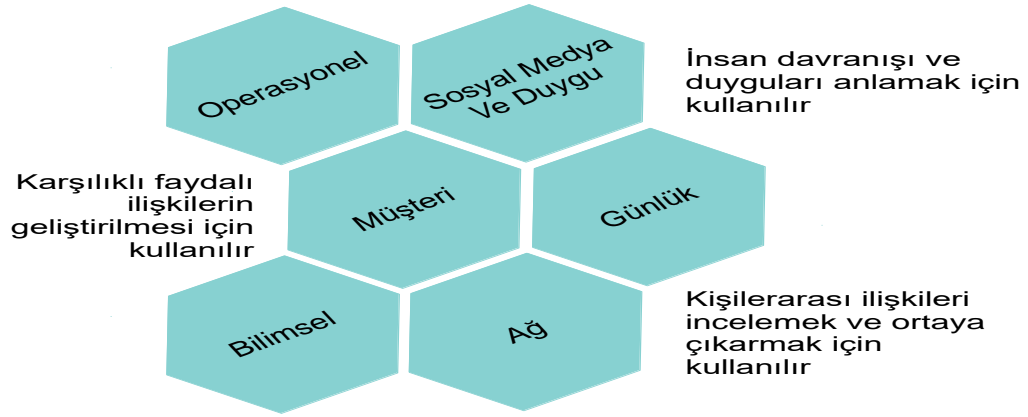
Kaynak: Korkut, Ömer, “Siber Güvenlik ve Büyük Verinin Endüstri 4,0’daki Yeri”, Yeni Nesil Sanayi Endüstri 4.0 Paneli, 14 Ekim 2016, Eskişehir.

Aşağıda büyük verinin işletmeler içindeki uygulama alanları ele alınmaktadır.

Yönetimsel Amaçlar Doğrultusunda Kararların Alınması: Büyük veri işletmelerde yönetim etkinliğini arttırmada ve yönetimle ilgili kararların alınmasında kullanılmaktadır. Günümüz bilişim ve internet çağında, veriye ulaşım hızı dikkate alınırsa, elde edilen verilerin işletmelerin amaçları doğrultusunda analiz edilerek karar alma mekanizmalarında uygulanması işletmeler açısından rekabet gücü elde etmelerine yardımcı olacaktır.

Pazarlama ve Müşteri İlişkilerin Güçlendirilmesi: Büyük veri aracılığıyla müşteri talep ve ihtiyaçları hakkında elde edilen veriler doğrultusunda üretim kararı almak ve satış sonrası müşterilerden geri bildirim niteliğindeki verileri elde ederek analiz etmek işletmenin pazarlama yeteneklerini ve müşteri ile ilişkilerinin kalitesini arttıracaktır (Gürsakal, 2013: 77).

İşletme Denetimi ve Verimliliğin Artırılması: Merkezi veri tabanından elde edilen veriler aracılığıyla, harcama ve maliyetlerin takibi gibi finansal hizmetlerin denetimi kolaylaşacaktır.



Şekil 23: Büyük Veride Kullanılan Veri Türleri ve Amaçları

Kaynak: Narayanan, V. (2014), "Using big-data analytics to manage data deluge and unlock real time business insights", Journal of Equipment Lease Financing, 32 (2), s. 4

Bilgi işlem, telekomünikasyon, veri depolama ve ağ teknolojileri alanındaki ilerlemeler, muazzam veri paketlerinin işlenmesini, aktarılmasını ve depolanmasını sağlamaktadır (Vasarhelyi vd., 2015: 44). Dünyanın dört bir yanındaki şirketler büyük veri analizinin önemini kabul etmekte ve rekabet ortamlarını analiz edebilmek için çok miktarda veriyi işlemek ve toplamak için büyük veri analizi araçlarını kullanmaktadır (Griffin ve

Wright, 2015: 74). Büyük veri analizinin şirketlerin iş stratejileri ve yönetim kontrol sistemleri ile ilgili karar alma süreçlerini etkilemesiyle büyük veri analizinin kullanımı, artan iş performansı ve karlılık beklentilerini de etkilemektedir (Warren vd., 2015: 174).

2.3.3.4. Büyük Verinin Yararları

McKinsey Global Institute tarafından hazırlanan büyük verinin yararları ile ilgili rapordaki başlıklar şu şekilde sıralanabilir (Manyika vd., 2011: 44):

1. Büyük veriden dört farklı yöntemle değer yaratılmaktadır.
 - Veriyi sık, şeffaf ve kullanışlı hale getirmek,
 - İşlevsel veriler elde ettikçe bunları saklayarak işletme süreçlerini takip etmek ve karar mekanizmalarında kullanmak,
 - Çok daha özel pazarların bölümlenmesinde kullanmak,
 - Öngörü ve tahminde verileri kullanarak yeni ürün ve hizmet geliştirmede kullanmak.
2. İşletmelere rekabet etme gücü kazandırır.
3. Tüketiciler talepleri doğrultusunda birçok mal ve hizmete kolay ve hızlı bir şekilde ulaşabilir.
4. Karmaşık analizler aracılığıyla karar verme sürecini kolaylaştırır.
5. İşletme faaliyetlerini ve süreçleri optimize eder.
6. Raporlama faaliyetlerini zamanında ve etkin bir şekilde gerçekleştirir.
7. Risk yönetimi etkinliğini artırır.
8. Performans ve verimlilik artışı sağlar.

2.3.3.5. Büyük Verinin Riskleri

Her ne kadar büyük verinin faydası olsa da, bazı riskleri de içinde barındırmaktadır. Kişisel gizliliğin ihlal edilmesi ve terör saldırıları bu konudaki en önemli risk unsurlarıdır. Kişilere, örgütlere ve hatta devlete ait verilerin kötü niyetli kişi ve gruplar tarafından ele geçirilmesi ciddi sorunlara neden olabilir.

Büyük veri ile söz konusu olan bir diğer risk veya kaygı ise kişilerin sanal ortamda bulunmaları ve paylaşımları arttıkça sisteme vermedikleri veya sanal ortama girmedikleri kişisel bilgilerin tahmin edilebilir bir boyut kazanmasıdır (Demirtaş ve Argan, 2015: 11).

Büyük verinin taşıdığı diğer risk başlıkları şu şekilde sıralanabilir:

- Doğru verinin nasıl tanımlanacağı ve kullanılacağı hakkında bilgilerin açık ve net olarak bilinmemesi,
- Veriyi analiz etme, tanımlama ve yorum yeteneğine sahip kalifiye eleman sayısındaki yetersizlik,
- Veriye ulaşma konusunda yaşanan zorluklar,
- Büyük veriden etkin bir şekilde faydalanabilmek için yeterli teknolojik altyapıya sahip olamamak,
- Büyük verileri etkili şekilde kullanabilmek için gerekli olan departmanlar arasındaki uyumu sağlamada karşılaşılan zorluklar,
- Siber güvenlik olarak da bilinen verileri koruma konusundaki zorluklar.

2.3.4. Veri Madenciliği

Geçmişe dönük bilgiler sunan raporların aksine analizler aracılığıyla geleceğe dönük veri madenciliği teknikleri kullanmak işletmelerin rekabet gücü elde etmelerini, sürdürülebilirliklerini sağlamalarını ve karar alma mekanizmalarını güçlendirmelerini sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle veriler içindeki örüntülerin, ilişkilerin, değişikliklerin ve istatistiksel açıdan önem arz eden yapıların keşfedilmesi faaliyetleridir (Ulucan vd., 2009: 71). Şekil 24’te veri madenciliği teknolojisinin tarihsel gelişimi gösterilmiştir.

1950’lar	- İlk bilgisayarlar
1960’lar	- Verilerin depolanması
1970’ler	- İlişkisel veri tabanı yönetim sistemleri - Basit kurallara dayanan uzman sistemler
1980’ler	- Büyük miktarda veri içeren veri tabanları - SQL sorgulama dili
1990’lar	- Veri tabanlarında bilgi keşfi çalışma grubu - Veri madenciliği için ilk yazılım
2000’ler	- Tüm alanlar için veri madenciliği uygulamaları

Şekil 24: Veri Madenciliğinin Tarihsel Gelişimi

Kaynak: Savaş, Serkan, Nurettin Topaloğlu, Mithat Yılmaz. “Veri Madenciliği ve Türkiye’deki Uygulama Örnekleri”. İst. Tic. Üni., Fen Bilimleri Der., 2012, s. 21

Günümüzde emek, doğa, sermaye ve girişimciden oluşan üretim kaynaklarına bilgide eklenmiştir. Teknolojinin gelişmesiyle büyük miktarda veriler elde etmek ve depolamak mümkün olmaktadır. Konunun önemini ve boyutunu vurgulamak için Acxiom, Epsilon, Rapleaf, Flurry, Bluekai gibi şirketlerin veri simsarlığı ile ilgili faaliyetlerine bakmak

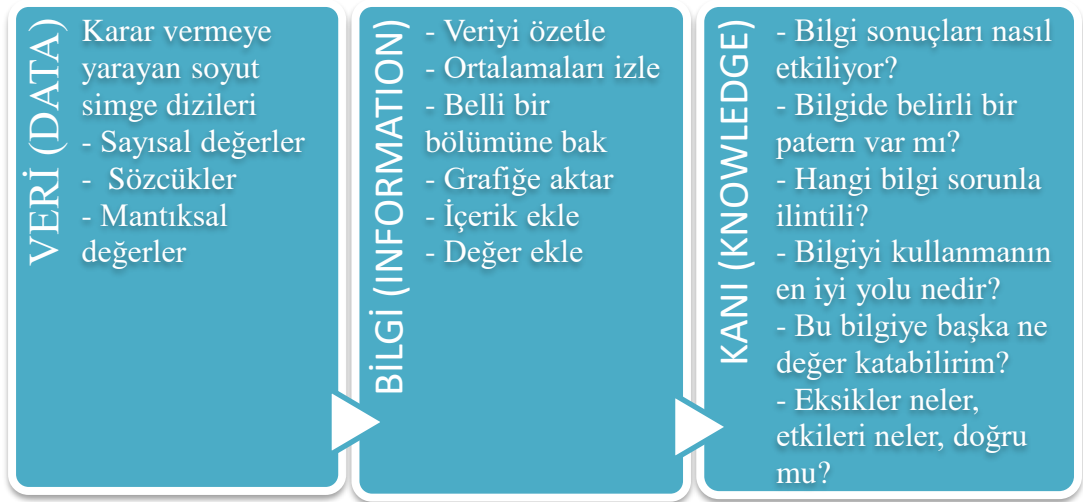
gerekmektedir. Bu şirketler pek çok amaçla kullanılmak üzere verilerimizi toplar, analiz eder ve analiz sonuçlarını reklamcılık ve pazarlama sektörlerine satar. Bu faaliyetle ilgili en güncel örneklerden biriside 2018 yılında yaşanan Facebook'un elinde bulunan verileri Cambridge Analytica şirketiyle paylaşarak başkanlık seçimlerinde kullanması örnek verilebilir. Bir başka açıdan yaklaşıldığında 2012 yılında Instagram uygulamasının Facebook tarafından 1 milyar dolara satın alınması da bu konudaki önemli bir diğer noktadır. Bu fiyatın nedeni Instagram uygulamasının yazılımsal yapısından ziyade, uygulamadan elde edilebilecek verilerin boyutudur. Yani günümüzde veri simsarlığı yapan şirketler uygulamalardan ziyade bu uygulamaların kullanıcılarından gelir elde etmektedirler. Yapılan bir araştırmaya göre hemen hemen herkesin bildiği Twitter'da her bir kullanıcının değeri 48 dolar, bu değer Facebook'ta 253 dolar, Google'da 359 dolar ve Amazon'da ise bu değer 1793 dolardır. Her ne kadar kişiler kullanıcı ve tüketici olarak görülse de esasında kişiler ürüne dönüşmüştür.

İşletmelerin sahip oldukları bu büyük miktarda verilerden anlamlı sonuçlar çıkarabilmek ve işletme amaçları doğrultusunda kullanabilmek amacıyla verilerin analiz edilmesi, veriler arasındaki uyumun ve farklılıkların tespit edilmesi, anormal durumların keşfedilmesi oldukça önemlidir (Çağiltay, 2010: 9). Veri madenciliği bu noktada işletmeler açısından hayati bir konum teşkil etmektedir.

Veri madenciliği büyük hacimli, çeşitli ve karmaşık veriler arasından işletme için değerli olan bilgiyi ortaya çıkarma işidir. Veri madenciliği aracılığıyla veriler arasındaki korelasyon ortaya çıkarılmakta ve geleceğe yönelik kararlar alınmasına yardımcı olmaktadır (Özkan, 2013: 11). Veri madenciliği veriler arasındaki ilişkilerin karmaşık bir yapı sergilediği durumlarda ilişkilerin keşfedilmesi amacıyla özel yöntemler sunmaktadır (Çağiltay, 2010: 220).

Veri madenciliğinin amacı büyük hacimli verileri üst düzey modelleme yöntemleriyle bilgiye dönüştürmektir (Tsiptsis ve Chorianopoulos, 2009: 2). Veri modellerinin kullanılmasıyla çok daha kapsamlı analizler gerçekleştirilmesini sağlar. Bu sayede veri ambarındaki büyük hacimli verilerin analiz edilerek bilinmeyen, gizli ve yararlı bilgilerin ortaya çıkarılmasında kullanılır (Çağiltay, 2010: 221).

Veri madenciliği ile amaçlanan karmaşık veriden bilgi üretme ve kaniya varma süreci Şekil 25'de gösterilmiştir.



Şekil 25: Veri, Bilgi ve Kanı Süreci

Kaynak: Kürşat Taşkın, Marmara Üniversitesi, Bilgisayar Destekli Denetim Araç ve Teknikleri Ders Notları, 2012.

2.3.4.1. Veri Madenciliği Süreci

Veri madenciliği süreçlerinin tam olarak belli olmaması, veri hacminin büyük olması ve verilerin karmaşık yapısı süreçte yapılacak bir hatanın ciddi zaman ve maddi kayıplarla sonuçlanmasına neden olabilmektedir. Bu sebeple veri madenciliğinden etkin bir şekilde yararlanabilmek için sürecin bir standarda oturtulması gerekmektedir. “The Cross Industry Standard Process For Data Mining” konsorsiyumunu altı başlık altında ve her biri bir diğerinin sonucu niteliğinde olan veri madenciliği sürecine standartlar getirmeye çalışmıştır.

Tablo 3

Veri Madenciliği Süreci ve Süreçlerin Görevleri

1. Problemin Tanımlanması	4. Modelleme
İş ihtiyaçlarını ve amacı anlamak	Uygun modele karar verme
Durum değerlendirmesi	Veri setlerini ayırarak anlamayı kolaylaştırma
İş amacını veri madenciliği sürecine tanımlamak	Alternatif modelleri test etme ve değerlendirme
Proje planının geliştirilmesi	Modelin performansını artırma çalışmaları
2. Verinin Anlaşılması	5. Modelin Değerlendirilmesi
Veri ihtiyaçlarına karar vermek	Başarı kriterlerine göre modeli değerlendirme
Veri toplama ve zenginleştirme	Modelin doğrulanması
Veri kalitesi çalışmaları	

3. Verinin Hazırlanması	6. Modelin Kullanılması
Gerekli verinin seçilmesi	Bulguları yayınlama
Veriyi elde etme	Uygulama sürecini planlama ve geliştirme
Veri entegrasyonu ve formatlama	Modelin uygulamaya alma
Veri temizleme	Sonuçları operasyonel CRM sistemi ile entegre etme
Veri dönüşümü ve veri zenginleştirme	Bakım ve güncelleme için süreçlerin tasarlanması
Sonraki süreçleri planlamak	Projeyi gözden geçirme

Kaynak: Tsipstis ve Chorianopoulos, Data Mining Techniques in CRM, 1.bs., (Londra: John Wiley & Sons. Ltd, 2009), 11.

Veri madenciliği faaliyetlerini gerçekleştirmek için kullanılan yöntemleri şu şekilde sınıflandırabiliriz (Hormozi ve Giles, 2004: 64):

- 1) **Kümeleme/Bölümleme (Clustering/Segmentation):** Verilerin kümelenmesi ve bölümlenmesi, verileri nitelikleri itibariyle benzer olanları ve alakasız olanları ayırma yöntemidir. Kümeleme/Bölümleme faaliyetlerinin amacı anormal davranışları işaret eden verilerin tespit edilmesidir.
- 2) **Verilerin Grafikselleştirilmesi (Visualization):** Verilerin grafik araçları yardımıyla gösterilmesi ve çok boyutlu grafikler aracılığıyla veri setindeki gizli anormallikler ortaya koyulmaya çalışılmaktadır.
- 3) **Öngörü Modellemesi (Predictive Modeling):** Öngörü modellemesi yönteminin amacı öngörü aracılığıyla anormallikleri tespit etmektir.
- 4) **Bağlantı Analizi (Link Analysis):** Bir veri setindeki işlemler arasında ilişki kurarak analiz yapılmasıdır. Başka bir ifadeyle veriler arasındaki korelasyonun ortaya çıkartılmasıdır.
- 5) **Sapma Tespiti (Deviation Detection):** Analizin sonuçlarından beklentiler göz önünde bulundurularak analiz edilmesidir. Bu sayede veriler arasında beklentilerden sapması yüksek olan veriler anormal olarak tanımlanmaktadır.
- 6) **Bağımlılık Modellemesi/Analizi (Dependency Modeling/Analysis):** Veri madenciliğinin bu yönteminde veriler arasındaki bağımlılıklar ortaya çıkarılmaktadır.
- 7) **Özetleme (Summarization):** Bu yöntem veri analizinden elde edilen sonuçların ilgili kişilerin kullanabilmeleri için daha basit ve açık bir şekilde raporlanmasıdır.

2.3.4.2. Veri Madenciliği Kullanım Alanları

Veri madenciliği, günümüzde işlem verilerine incelemek, fiyat belirlemek, müşteri tercihlerini ve ürün konumlandırması araştırmak, müşteri memnuniyeti ve şirket karlarını tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır. Veri madenciliği, farklı alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu başlık altında, veri madenciliği uygulamalarını ve eğilimlerini birkaç örnekle ele almaya çalışılmıştır.

Finansal Data Analizi: Bankacılık ve finans sektöründeki finansal veriler genellikle sistematik veri madenciliğini ve analizi kolaylaştıracak şekilde güvenilir ve yüksek kalitededir. Finansal alanda kredi ödeme tahmini ve müşteri kredi politikası analizi ve müşterilerin pazarlama faaliyetleri için sınıflandırılması ve kümelenmesi gibi konularda veri madenciliği kullanılmaktadır.

Parakende Sektörü: Parakende satış sektöründe, müşterilerin satın alam dönemleri, mal taşımacılığı, tüketim ve diğer hizmetlerden çok miktarda veri toplanabilmesi nedeniyle veri madenciliği uygulaması için elverişli bir sektördür. Veri madenciliği, müşteri hizmetlerinin kalitesinin artmasına, müşteri memnuniyetinin artmasına, müşteri eğilimlerinin belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Satışların, müşterilerin, ürünlerin, zamanın ve bölgenin çok boyutlu analizi ve satış kampanyalarının etkinliği analiz edilebilmektedir.

Telekomünikasyon Sektörü: Günümüzde telekomünikasyon sektörü, faks, çağrı cihazı, cep telefonu, e-posta, web veri iletimi gibi çeşitli hizmetler sunan güncel sektörlerden birisidir. Telekomünikasyon sektöründeki veri madenciliği, telekomünikasyon kalıplarının belirlenmesinde, hileli faaliyetlerin ortaya çıkartılmasında, kaynakların daha verimli kullanılmasında ve hizmet kalitesinin artırılmasında kullanılmaktadır.

Sağlık Sektörü: Veri madenciliği, sağlık sistemlerinin iyileştirilmesinde büyük bir potansiyele sahiptir. Çok boyutlu veri tabanları, veri görselleştirme ve istatistik gibi veri madenciliği yaklaşımları sağlık sektörünü iyileştiren ve maliyetleri azaltan uygulamalardandır. Veri madenciliği ile her kategorideki hastaların hacminin tahmin edilmesinde ve hastaların doğru yerde ve doğru zamanda bakım almasında kullanılmaktadır. Veri madenciliği aracılığıyla sağlık sigortasının dolandırıcılık ve kötüye kullanımını önüne geçilmesine yardımcı olmaktadır.

Eğitim: Eğitim ortamlardan elde edilen verilerle öğrencilerin gelecekteki öğrenme davranışlarını tahmin etmek, eğitim desteğinin etkilerini analiz etmek ve öğrenmeyle ilgili bilimsel verileri iletmek için veri madenciliği kullanılmaktadır. Eğitim kurumlarının doğru kararlar almasına ve öğrencinin durumu hakkında doğru tahminler edilmesine yardımcı olmaktadır. Böylelikle eğitim kurumları neyin, nasıl ve ne zaman öğretileceğine odaklanabilir, öğrencilerin öğrenme örüntüsünü yakalayabilir ve yeni teknikler geliştirebilirler.

Üretim: Veri madenciliği, karmaşık üretim sürecinde kalıpları keşfretmek için oldukça yararlı olmaktadır. Veri madenciliği, ürün mimarisi, ürün portföyü ve müşteri ihtiyaçları arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak için kullanılmaktadır. rn geliştirme süresi, maliyeti ve diğer görevler arasındaki bağımlılıkların tahmin edilmesine yardımcı olmaktadır.

Hile Tespiti: Veri madenciliği, anlamlı desenler sağlamada ve verileri bilgiye dönüştürmede kullanılmaktadır. Mükemmel bir hile tespit sistemi, tüm kullanıcıların bilgilerini korumalıdır. Veri madenciliği kullanıcılardan elde ettiği verilerin hileli olanların sınıflandırılmasında, veriler arasındaki anormalliklerin tespitinde kullanılabilir.

2.3.4.3. Veri Madenciliğinin İşletmelere Etkisi

Büyük veri teknolojisi ile işletmeler piyasa sektörler hakkında her zamankinden daha fazla bilgiye erişebilmektedir. Bu veriler toplandığında, analiz edildiğinde ve doğru bir şekilde kullanıldığında işletmeler için müşteriler ve faaliyetler hakkında doğru kararlar verilmesini ve süreçlerin tutarlı olmasını sağlamaktadır. Verilerin analiz edilmesinde proaktif olan işletmeler büyük öneme sahip fırsatlar elde etmektedir.

Veri madenciliğinin işletmeler açısından yararları şu şekilde sıralanabilir:

- Müşteri analizinin daha etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi ve müşteri hareketlerinin modellenerek sınıflandırılarak verimli bir pazarlama politikasının oluşturulması
- Müşterilerin deme performansları analiz edilerek, verimli bir risk yönetim politikasının oluşturulması

- Günümüz rekabet ortamında işletmelerin doğru kararlar vermesi ve karar verme sürecini hızlandırması
- İşletmeyle ilgili taraflardan elde edilen verilerin analiz edilmesiyle işletme performansı hakkında doğru veriler elde edilmesi ve performans arttırmak için yeni politikalar belirlenmesi.

2.3.5. Bulut Bilişim

Bulut bilişim teknolojisi Büyük Veri ve Endüstri 4.0 kavramlarının kesiştiği noktada karşımıza çıkmaktadır. Endüstri 4.0 devriminin içinde barındırdığı nesnelerin interneti teknolojisiyle ortaya çıkan büyük miktardaki, çeşitli ve karmaşık verilerin depolanması, işlenmesi ve kullanılmasında bulut bilişimi ön plana çıkarmaktadır.

Küresel ekonomideki rekabet ortamında işletmelerin sürdürülebilirlikleri sağlamak amacıyla bilgiye ulaşma ve yönetme sürecinde bilgi teknolojilerini kullanmaları çok önemli bir hal almıştır. Günümüz işletmeleri kar politikalarında gelirleri arttırmanın yanında maliyetleri düşürmeyi de amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda işletmeler son zamanlarda teknolojik ve ekonomik açıdan önem arz eden “Bulut Bilişim” teknolojisini kullanmaktadırlar. Bulut bilişim basitçe, internet üzerinden sağlanan verileri ifade etmektedir.

ABD Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) bulut bilişimi, yönetim çalışmasıyla veya servis sunucusu yardımıyla; hızlı bir şekilde ayrılabilen ve işletilebilen; yapılandırılabilir ağlar, depolama sistemleri ve servisler gibi bilişim teknolojisi kaynaklarının kullanıldığı; paylaşımlı bir veri tabanına kolay bir şekilde ağ üzerinden ulaşılması mümkün olan model olarak tanımlamaktadır (Mell vd., 2011: 2).

Bulut bilişim modelinin ana motivasyonu, işletmeler için gerekli olan tüm bilişim teknolojileri bir portal üzerinden istedikleri hizmetlerden hızlı bir şekilde yararlanabilmelerini sağlamaktır (Brandas vd., 2015: 91).

Bulut teknolojisi veri, kaynak ve yazılımların kullanıcı istekleri doğrultusunda bilgisayar ve internete bağlı cihazlar aracılığıyla ulaşabildiği ve paylaşımında bulunabildiği bir yapıdır. Bulut bilişim teknolojisi kullanıcı istekleri doğrultusunda hizmet vermektedir (Saritaş ve Üner, 2013: 36).

Bulut bilişim, hizmetlerin daha ucuza gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Bilişim uzmanlarına bilişim teknolojilerini yönetmek için yardım etmesi aracılığıyla kullanıcılara daha hızlı hizmet sunulmasına yardımcı olmaktadır (Kossmann, 2010: 125). Bulut bilişim temel özelliklerini şu şekilde sıralanabilir (Höfer ve Karagiannis, 2011: 87):

- Sanal altyapılar aracılığıyla çalışır,
- Esnek bir yapıya sahiptir ve ölçeklenebilir,
- Kullanıcı istekleri doğrultusunda hizmet vermektedir,
- Kullanıcılarına kalite güvencesi vermektedir,
- Paylaşılabilir ve yönetilebilirdir.

Bulut teknolojisi ve mobil uygulamaların güçlü ve zayıf yanları aşağıdaki tablo 4'te verilmiştir (Brandas vd., 2015: 92);

Tablo 4
Bulut Teknolojisinin Güçlü ve Zayıf Yönleri

Güçlü Yanlar	Zayıf Yanlar
İşletmelere göre ölçeklenebilirlik	Hizmet Anlaşmasına Gereksinimi
Maliyetlerin azaltılması	İnternet bağlantısı gereksinimi
İşbirliği ortamının oluşması	Bulut sağlayıcıları arasında standart olmaması
Küresel yaklaşım	Yeni teknolojinin mevcut alt yapı ile entegrasyonu
Veri yedekleme ve kurtarma imkanları	Veri aktarımında yaşanacak standartlar

2.3.5.1. Bulut Bilişim Hizmet Çeşitleri

Bulut bilişim teknolojisine internet altyapısı olan cihazlarla her zaman ve her yerden ulaşabilmektedir. Bulut bilişim hizmetleri; altyapı hizmeti (IaaS), platform hizmeti (PaaS) ve yazılım hizmeti (SaaS) olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Elitaş ve Özdemir, 2014: 95).

Altyapı Hizmeti (Infrastructure as a Service–IaaS): Kullanıcıya bulut bilişim teknolojisini istekleri doğrultusunda kullanabilmeleri için işlemci gücü, depolama alanı ve ağ hizmetleri sunmaktadır (Seyrek, 2011: 705).

Platform Hizmeti (Platform as a Service–PaaS): Bulut hizmeti veren işletme bünyesinde kullanıcı adına bir uygulama alanı oluşturabilir ve kullanıcılara geliştirme

araçları, yapılandırma yönetimi ve yerleştirme platformu gibi seçenekler sunan hizmetlerdir (Seyrek, 2011: 705).

Yazılım Hizmeti (Software as a Service–SaaS): Kullanıcılara ihtiyaç duydukları faaliyetlerini gerçekleştirebilmeleri için gereken yazılımları sağlayan ve bu yazılımların servis sağlayıcının sunucusunda tutulmasını sağlayan modeldir. Yazılım lisans ücreti olmayan ve güncelleme problemlerinden etkilenmeyen bir hizmettir (Seyrek, 2011: 706).

Bulut bilişimin hizmet modelleri genel bulut, özel bulut, melez bulut ve topluluk bulutu olmak üzere dört farklı türde kullanılmaktadır.

Genel Bulut (Public Cloud): Depolama ve diğer kaynak erişimleri bulut bilişim hizmet sağlayıcısı tarafından kullanıcılara ücretsiz veya kullanıma göre fiyatlandırılarak sunulmaktadır. Bu sayede küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin ihtiyaçları karşılanmaktadır.

Özel Bulut (Private Cloud): Özel bulut sisteminde veriler kullanıcı kontrolündedir ve genellikle büyük ölçekli işletmeler tarafından tercih edilmektedir (Elitaş ve Özdemir, 2014: 96).

Melez Bulut (Hybrid Cloud): Genel bulut ve özel bulut türlerinin birleşmesiyle oluşur ve özellikle güvenliğin önemli olduğu alanlarda kullanılır. Melez bulut modeli işletme hacmine göre farklılıklar göstermektedir.

Topluluk Bulut (Community Cloud): Bulut sisteminden alınan hizmetin birden fazla işletme tarafından birlikte kullanılmasıdır (Armutlu ve Akçay, 2013: 24).

Bulut bilişim teknolojisi günümüzde birçok sektörde kullanılmaktadır. Tüm sektörlerdeki ortak amaç ise faaliyetleri ve süreçleri hızlandırmak, verileri ve faaliyetleri sanal ortama taşımak ve maliyetleri azaltmaktır (Akın ve Onat, 2014: 217). Bulut bilişim teknolojisinin uygulandığı sektörlerle ilgili literatürdeki çalışmaların bazıları aşağıda verilmiştir.

Kütüphanecilik sektöründe bulut bilişim teknolojisinin kullanımını araştıran Cervone (2010: 163) bulut bilişim aracılığıyla, sanal kütüphanelerin kullanımının yaygınlaşacağını ve daha etkin olacağını vurgulamıştır. Eğitim sektöründe bulut bilişim teknolojisini araştıran Thomas (2011: 220) ise sektörde kullanılan belgelerin

depolanması ve daha fazla kullanıcıya mekan sınırı olmadan ulaştırılması konusunda yardımcı olacağını vurgulamıştır. Sağlık sektöründe bulut bilişim teknolojisinin etkisini araştıran Waxer vd. (2013: 60) özellikle hastaların takip edilmesi ve izlenmesi konusunda yardımcı olacağını belirtmiştir. Yukarıda verilen örneklerden de görüleceği gibi birçok sektörde kullanımı yaygınlaşan bulut bilişim teknolojisi muhasebe sektöründe de kullanılmaya başlamıştır.

2.3.5.2. Bulut Bilişimin Avantaj ve Dezavantajları

Bulut bilişim ister kamu, ister özel isterse hibrit olsun tüm şirketlerin rekabet gücü elde etmeleri için önemli bir faktör haline gelmiştir. Bulut bilişimin kullanıcılarına sağladığı avantajlar aşağıda ele alınmıştır.

Maliyet Verimliliği: Bulut bilişime geçmenin en büyük avantajlarından biri, şirket içi depolama maliyetlerini önemli ölçüde azaltarak maliyet verimliliği sağlamasıdır.

Yüksek Hız: Bulut bilişim hizmeti, verilere daha hızlı bir şekilde erişmeyi sağlamaktadır.

Erişilebilirlik: Verileri bulutta bilişim aracılığıyla depolamak, verilere her zaman ve her yerden erişim sağlayan esnek bir teknoloji sunmaktadır.

Yedekleme ve Geri Yükleme: Veriler bulutta depolandıktan sonra, yedekleme ve geri yükleme işlemleri kolaylaşmakta ve hızlanmaktadır.

Her teknolojiye olduğu gibi bulut bilişim teknolojisinin de olumsuz yönleri bulunmaktadır. Yukarıda bulut bilişim teknolojisinin kullanımının avantajlarına değinildi, aşağıda ise bulut bilişim teknolojisinin potansiyel dezavantajları ele alınacaktır.

Güvenlik Sorunları: Bulut bilişim teknolojisinin kullanılmasında veri hırsızlığı soruna ciddi bir endişe kaynağıdır. Gelişmiş güvenlik önlemleri bulut teknolojisi sağlayıcıları tarafından sunulmasına rağmen işletmeler açısından gizli ve önemli bir veriyi bulutta saklamak riskli olabilmektedir.

Düşük Bant Genişliği: Zaman zaman bant genişliği düşük olduğu için, birçok kullanıcı aynı anda bulut sisteme erişmesi sistemde tıkanıklıklara neden olabilecektir. Bu tıkanıklıklar bulut bilişim teknolojisinin avantajlarından yararlanmanın önüne geçecektir.

Esneklik Sorunları: Bulut hizmetleri, işletmelerin üzerinde kontrol sahibi olduğu yazılım ve donanım sistemlerinden uzak sunucular aracılığıyla çalışır. Bu durumda işletmeler bulut bilişim sistemine, mobil cihazlara ve internete bağımlı hale gelmektedir.

Uyumsuzluk: Bulut bilişim teknolojisi tüm altyapıyı sanallaştırdığı için, mevcut alt yapı ile uyum sorunlarının ortaya çıkması, hizmetlerin kusursuz bir şekilde yürütülmesinde ciddi engeller ortaya çıkarabilmektedir.

2.3.6. Siber Fiziksel Sistemler ve Simülasyon

ABD Ulusal Bilim Kurumu (The National Science Foundation) yayınladığı raporda siber fiziksel sistemleri (SFS); “takip, koordinasyon ve kontrol gibi üretim sürecindeki temel ilkelerin, hesaplamaların ve işbirliğinin yönetilmesinde fiziksel makinelerin ve siber teknolojinin bütünleştirildiği sistem” olarak tanımlamıştır (EBSO, 2015: 19). Siber fiziksel sistemler ile kastedilen sanal dünyayla fiziksel dünyanın birleştirildiği bilgi işlem dünyasıdır. Siber fiziksel sistemler; gömülü teknolojiler, yazılım sistemleri, bilgi iletişim teknolojileri ve sensörleri içermektedir.

Krishna ve diğerlerine göre, (2015: 84) SFS, “Bir çok yeni yaklaşımla insanlarla etkileşim kurabilecek; entegre dijital ve fiziksel yeteneklere sahip yeni nesil sistemler” olarak tanımlanmaktadır. Lee ve diğerleri, ise (2014: 21) siber fiziksel sistemleri şu şekilde tanımlamıştır: “Fiziksel varlıklar ve dijital yetenekler arasında birbirine bağlı sistemleri yönetmek için kullanılan dönüştürücü teknolojilerdir.” Yue ve diğerleri, (2015: 1267), SFS'yi “gömülü bilgisayarların, ağların, sensörlerin ve aktüatörlerin birleşimi” olarak tanımlar.

Siber fiziksel sistemler bilgi işlem, iletişim teknolojileri, fiziksel malzeme ve mühendislik sistemlerinin bilgisi ve teknolojileri ile harmanlamaktadır (Wan vd., 2011: 1902). SFS'ler sanal dünya ile fiziksel dünya arasında bir köprü oluşturmaktadır. Siber fiziksel sistemlerinin amacı; doğal, biçimsel, teknik, sosyal ve beşeri bilimlerin temel ilkeleriyle çoklu alan bilgisini tutarlı bir bilgi gövdesinde harmanlamaktır. Ana araştırma temaları ise sistem yapısının tanımlanması, fiziksel ve siber sistem parçalarının birleştirilmesi, teknoloji entegrasyonu, sistem davranış analizi, sistemin otonomlaştırılması, gerçek zamanlı sistem kontrolü ve yeni nesil uygulama prensipleri olarak sayabiliriz.

Tablo 5’te siber fiziksel sistemin tarihsel gelişimi özet bir şekilde gösterilmiştir.

Tablo 5
Siber Fiziksel Sistemlerin Tarihi

YILLAR	GELİŞİM
1932	Nyquist, kontrol sistemleri konusunda frekans teknikleri geliştirmiştir
1940-1945	Örneklenmiş veri sistemleri teorisi ortaya atılmıştır
1945	İlk amplifikstör tasarımı
1946	Bilgisayar ENIAC icadı
1950	Root Locus metodu geliştirilmiştir
1959	Devlet-uzat tekniklerinin geliştirilmesi
1969	Arpanet (internetin ilk oluşum hali)
1973	Gerçek zamanlı işletme sistemleri geliştirilmiştir
1974	Non-linear kontrol sistemleri ile skolastik sistemler geliştirilmiştir
1990	Hibrit sistem
1997	IEEE 802.11 wifi standardı geliştirilmiştir
2000	Ağ önceliği sistemi (Qos) başlatılmıştır
2006	Siber fiziksel sistemler
2007	PCAST, SFS’yi ulusal öncelik olarak isimlendirdi
2010	SFS hakkında uluslar arası konferansı yapıldı
2012-2014	Sayırsız SFS atölye çalışması düzenlendi

Kaynak: Justin Bradley; Ella M. Atkins. (2015), Optimization and Control of Cyber Physical Vehicle Systems. Sensors, No:15, p.23024

SFS'in farklı tanımlarındaki ortak nokta ise SFS'in aynı zamanda veri erişimine ve veri işlemeye hizmet etmek için makineleri, insanı ve verileri birleştiren karmaşık ağ bağlantılı çözümleri kullanmasıdır. SFS, daha sonra kullanmak üzere makinelerden elde ettiği verileri sürekli olarak nesnelere interneti aracılığıyla büyük veri sisteminde toplamaktadır.

Siber fiziksel sistemler aracılığıyla gelecekteki işletme ve fabrikalar gerçek zamanlı kontrolün ve üretim hattında anlık değişikliklerin sağlanabildiği esnek yapı ve üretim sürecinde ortaya çıkabilecek sorunların üstesinden gelmek için gereken sürenin minimuma indirebileceği, verimliliğin arttığı yeni bir yapıya bürünecektir. Tablo 6’da geleneksel imalat sistemi ile siber fiziksel sistemli imalat sistemi karşılaştırılmış.

Tablo 6
Geleneksel İmalat Sistemi ile Endüstriyel SFS Karşılaştırması

TİP	Geleneksel İmalat Sistemi	Endüstriyel SFS
Üretim Modu	- manuel kontrol, montaj hattı çalışması - Tekli üretim prosesi ve üretim hattı - Yarı mekanik montaj hattı	- Uzaktan kumanda, otomatik üretim - Esnek üretim hattı - Mekanik montaj hattı çalışması
Çalışma Tarzı	- İzole edilmiş makineler, kendi başlarına çalışırlar - Mekanik ekipmanın fonksiyonu tek - manuel bakım	- Kooperatif makineleri, ağ yoluyla etkileşim ve işbirliği - Esnek çok işlevli ekipman farklı görevi bitirebilir - Kendi kendini tespit, erken uyarı, kendini ayarlama
Üretim Maliyeti	- Malzeme israfı, sadece seri üretimi uygundur	- Her ürünün bireysel maliyeti ve malzemesi aynıdır
Esneklik	- Tüm tasarımlar tasarımcılar tarafından belirlenir	- Müşteri her zaman tasarımlarını değiştirebilir
Gerçek Zaman	- Müşteri kurumsal ideal ürününü tasarlayıp üretene kadar alamıyor	- Akıllı üretim ve akıllı lojistik gerçek zamanlı ürünler sağlar
Kişisel Odaklı Hizmet	- İşlem satılması sonra terminaldir	- Şirket, ürünün yaşam döngüsünü izler ve müşteri hizmetleri sağlar

Kaynak: Yue ve diğerleri (2005), Cloud-assisted industrial cyber-physical systems: An insight microprocessors and microsystems, No:39,P:1265

Makine ve sensörlerden elde edilen veriler, makinelerin ve üretim sürecinin performansını değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Makinelerdeki veya süreçteki herhangi bir anormallik sisteme entegre olan kontrol cihazlarına aktarılır. Kontrol cihazları sorunu çözer ve çözümü daha sonra kullanmak üzere bulutta depolar. SFS'in siber parçaları sensörler, aktüatörler, hesaplama cihazları ve büyük veri sistemidir. Fiziksel varlıklar ise, makineler, araçlar veya insan yapımı fiziksel sistemlerdir.

Siber fiziksel sistemlerin ayırt edici özelliklerini şu şekilde sıralanabilir:

- 1- Teknolojik, sosyolojik ve ekonomik çevre ile uyumlu olarak, işbirliği yoluyla insan faaliyetlerini ve refahını desteklemek için tasarlanmıştır.
- 2- SFS'ler, genel bir sınırlaması olmasının yanı sıra, işlevsel ve yapısal olarak açık sistemlerdir.
- 3- SFS'lerin sınırlarını ve davranışlarını dinamik olarak değiştirme, içyapılarını geliştirme ve yeniden yapılandırma yeteneği olan esnek bir yapıya sahiptir.

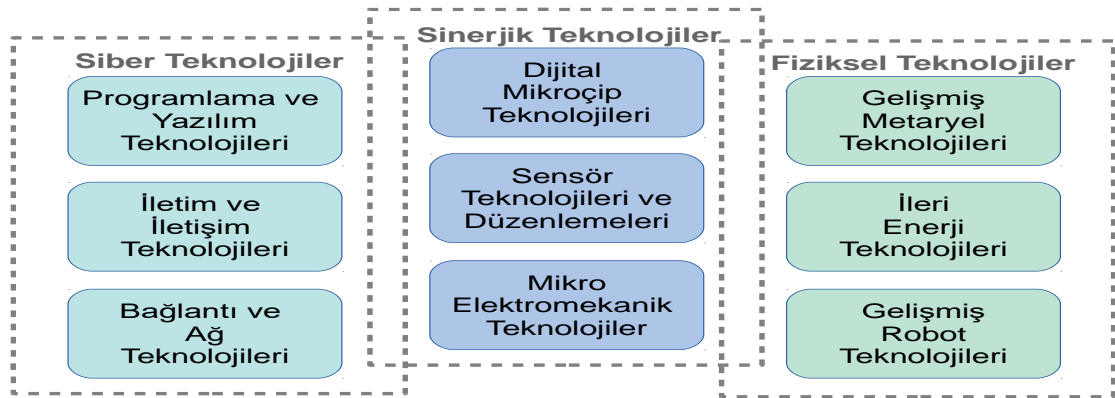
- 4- SFS'ler, yüksek düzeyde fonksiyonel ve yapısal bir sinerji için birlikte çalışması gereken dijital-siber kısımdan ve analog-fiziksel kısımdan oluşur.
- 5- SFS'ler yapısı gereği heterojendir ve sisteme her an girip çıkabilen çok çeşitli bileşenlerden oluşur.
- 6- Siber fiziksel sistemler, gerçek zamanlı bilgi işleme kabiliyeti sağlayan çeşitli yapay nesnelere ve gömülü siber varlıkları kapsayan hibrid yapılardır.
- 7- Bileşenleri, sistemin genel amacına ulaşmaya yönelik farklı problem çözme stratejilerine göre çalışma yeteneğine sahiptir.
- 8- Bileşenler formel bilgiyi, sensörler tarafından elde edilen bilgiyi, yeniden programlama ve öğrenme mekanizmasıyla elde edilen bilgiyi işleyebilmektedir.
- 9- Bileşenlerin karar verme, açıklayıcı bilgiler toplayabilme, nedensel ve prosedürel akıl yürütme yetenekleri sayesinde otonom olarak problem çözebilirler.
- 10- Bileşenler, durum ve vakaları kaydedebilir, öğrenebilir ve akıllı yazılım araçları aracılığıyla uzmanlaşabilirler.
- 11- Bileşenler, öngörülme sistemsel ve çevresel koşullardaki değişikliklere tepki olarak yeniden planlayabilir ve proaktif olarak hareket edebilirler.

2.3.6.1. Kavramsal Gerçekleştirme Teknolojileri

SFS'lerin uygulanmasını sağlayan teknolojiler arasında özel bir konuma sahip olan teknolojiler uygulama ve simülasyonu kolaylaştırır. Bu teknolojiler;

- Soyutlamalar ve kavramsal modeller,
- İşlevsel ve kontrol modelleri,
- Mantıksal çerçeveler ve mimariler,
- Protokoller ve diller,
- Standartlar ve yönetmelikler,
- Prototipleme araçları gibi geniş çaplı sağlayıcıları içerir.

SFS'lerin kavramsallaştırılmasında hem mantıksal hem de yapısal çerçeveler önemli bir rol oynar (Rajhans vd., 2009: 6). Mantıksal çerçeve, sistemlerin öğeleri, ara bağlantıları ve işlemleri ile ilgili bir dizi varsayım, kavram ve girdi/çıkı kümesidir. Yapısal çerçeveler ise sistemleri yüksek bir soyutlama seviyesinde tanımlayan, fonksiyonlara işlevsellik verilmesini sağlayan, parçaların uyumluluğunu değerlendiren performans, güvenilirlik ve süreklilik gibi farklı kalite özellikleri arasında entegrasyonu sağlayan yapısal ifadelerdir. Şekil 26'da siber fiziksel sistemlerin, fiziksel ve siber teknolojilerinin bağlantısı gösterilmiştir.



Şekil 26: Siber ve Fiziksel Domainlerin Bağlantısı

Kaynak: Imre Horvath and Bart H. M. Gerritsen, Cyber-Physical Systems: Concepts, Technologies and Implementation Principles, Proceedings of TMCE 2012, p.23.

2.3.6.2. Siber Teknolojiler

Programlama Ve Yazılım Teknolojileri: SFS'lerin uygulanması için çoklu yazılım ve kontrol programlama teknolojileri gerekmektedir. Bu teknolojiler şu şekilde sıralanabilir:

- Programlama Dilleri ve İşlevsel Kütüphaneler (ADA95, JFC, JB, Java3D, EJB, NET, C ++, VC ++, MFC),
- Jenerik İşletim Sistemleri ve Programlama Platformları (W7, WMobile, Mac OS, Linux, Unix, Android, TinyOS)
- Gerçek Zamanlı İşletim Sistemleri (QNS, VxWorks, RTLinux, Windows CE)
- Ağ içerik geliştirme araçları (HTML, XML, XSL, JSP),
- Veri Yönetimi Dilleri (SQL, QBE, CQL, DMX),

- Veri Görselleştirme Araçları (OpenGL, DirectX, VRML, Flex)
- Jenerik Program Uygulama Ve Test Standartları.

SFS etmenlerinin ortak bir hedefe ulaşmak için işbirliği yapma, öğrenme ve uyarlama gibi yetenekleri vardır. Ağa bağlı ortamda bulunan siber fiziksel sistemin faktörleri bağımsız bir şekilde otonom olarak hareket edebilmekte ve çevresel değişikliklere tepki gösterebilirler. SFS'ler otonom olarak kendisini yapılandırma, yönetme, örgütlenme, olayları tanılama ve kendini onarma gibi yetenekleri vardır (Hosokawa vd., 1998: 2860).

İletim ve İletişim Teknolojileri: SFS'ler bağlamında iletim teknolojileri terimi, farklı konumlar üzerinden mesaj iletimini destekleyen teknolojilerden oluşan bir sistem iken, iletişim teknolojileri terimi, etkinlik ve bilgi aktarma faaliyetiyle ilgilidir (Jones ve Groom, 2011: 143). SFS'lerde iletim ve iletişim; eşler arası (1:1), eşlerden kümeye (1:N) veya kümeden kümeye (N:M) olabilmektedir. İletim teknolojisinin karakteri: (1) iletilen sinyalin türü, (2) taşıyıcının formu, (3) transmisyon içeriği ve (4) iletinin modu ile karakterize edilebilir. SFS'lerde analog ve dijital, kablolu ve kablosuz, sinyal ve veri iletimi, tek yönlü ve çift yönlü modlar yaygın olarak kullanılmaktadır (Xia vd., 2011: 8).

Bağlantı ve Ağ Teknolojileri: SFS'lerin temel özelliği bağlantıdır yani diğer bileşenler ile iletişim kurma becerisidir. Ağlar farklı aralıkları ve işlevleri kapsayabilir. Sınırlı menzil içinde, kişisel alan ağları genellikle bilgisayar veri yollarıyla; kablosuz PAN'lar ise RFID, IrDA, Bluetooth, UWB, ZigBee, WAP ve Z-Wave gibi teknolojilere dayanmaktadır.

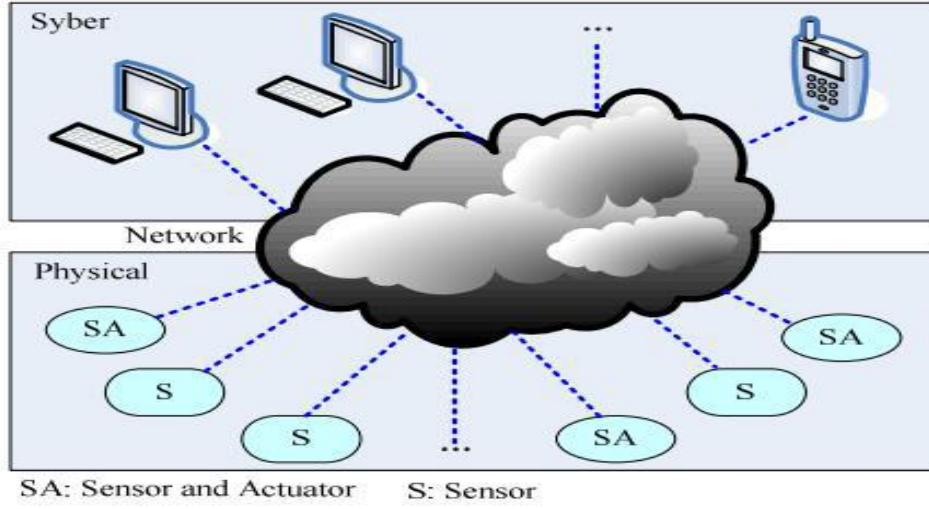
2.3.6.3. Siber Fiziksel Sistemlerin Yapısı

a. SFS Planlama Tabanlı Yapısı

Shi ve diğerleri (2011: 4) tarafından yapılan, planlama tabanlı yapısı bileşenleri arasındaki iletişime dayanmaktadır. Bu çok temel model, BT ile entegre edilen fiziksel süreçlerin dinamiklerini göstermektedir. Planlama tabanlı yapısı, SFS'in farklı özelliklerini açıklamaktadır;

- SFS ve fiziksel süreçler sıkı bir şekilde entegre edilmiştir,
- SFS'nin kapasitesi kaynak kısıtlıdır,

- SFS'deki ağlar, kablolu/kablosuz, Bluetooth, WLAN gibi karmaşık ağlardır,
- Otomasyon ve siber güvenlik saldırıları için savunmasızdır.

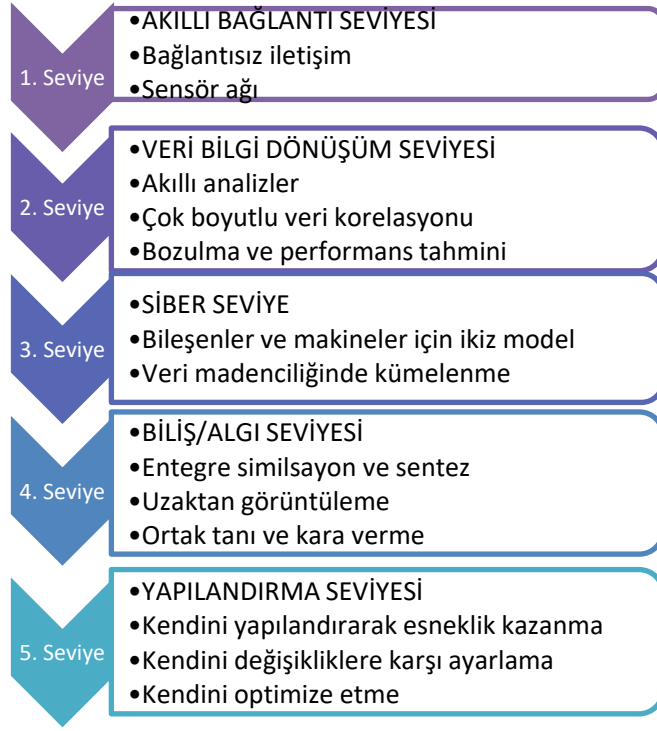


Şekil 27: SFS'nin Planlama Tabanlı Yapısı

Kaynak: Imre Horvath and Bart H. M. Gerritsen, *Cyber-Physical Systems: Concepts, Technologies and Implementation Principles*, Proceedings of TMCE 2012, May 2012, Karlsruhe, Germany, Organizing Committee of TMCE 2012, ISBN 978-90-5155-082-5, p.23

b. Üretim İşletmeleri İçin SFS Yapısı (5C)

Lee ve arkadaşları, (2014: 21) üretim uygulaması için 5C yapısını önermektedir. 5C ile kastedilen; bağlantı (connection), dönüşüm (conversion), siber (cyber), algılama (cognition) ve yapılandırma (configure)'dir. 5C Yapısı, SFS'nin iki temel fonksiyonel birimi olduğunu savunur; fiziksel dünyadan veri edinimini sağlayan akıllı ağ, ve siber alanın sayısal yetenekleri ile veri yönetimi. Şekil 28 üretim işletmeleri için SFS mimarisini göstermektedir.



Şekil 28: Üretim İşletmeleri İçin SFS Mimarisi

Kaynak: Kolla, Sri Sudha Vijay Keshav (2016), Future Manufacturing Systems in Norway – Strategy, Architecture and Framework, Master's Thesis, Master in Sustainable Manufacturing, 30 ECTS, Department of Technology, Economy and Management, Norwegian University of Science and Technology, Box 191, N-2802 Gjøvik, Norway, p:16

Bir endüstride SFS'i uygulamaya yönelik ilk adım, sensörlerden ve kontrolörlerden veri elde etmektir. Bu mimari seviyesi, esas olarak geçerli veriler toplamak için sensörler ve makineler arasında bağlantı kurmaktadır. Veriler farklı tiplerde olabilir ve dolayısıyla farklılaştırma için bir sunucuya aktarılmalıdır.

İkinci seviye, anlamlı verilerin bilgiye dönüştürüldüğü dönüşüm seviyesidir, böylece bu seviye, makinelere kendi kendine farkındalık getirir.

Üretim sektöründe SFS'in uygulanmasının üçüncü aşaması, makinelerin gerçek durumları hakkında daha iyi bilgi elde etmek için farklı makinelerden elde edilen verilerin analiz edildiği bir bilgi merkezine veri aktarımıdır.

SFS'nin 5C yapısında bir sonraki ve çok önemli aşama algılama (cognition) bileşenidir. Bu aşamada farklı alanlardan uzmanlar önceki aşamadan elde edilen verilere dayanarak optimize edilmiş bir karar verirler.

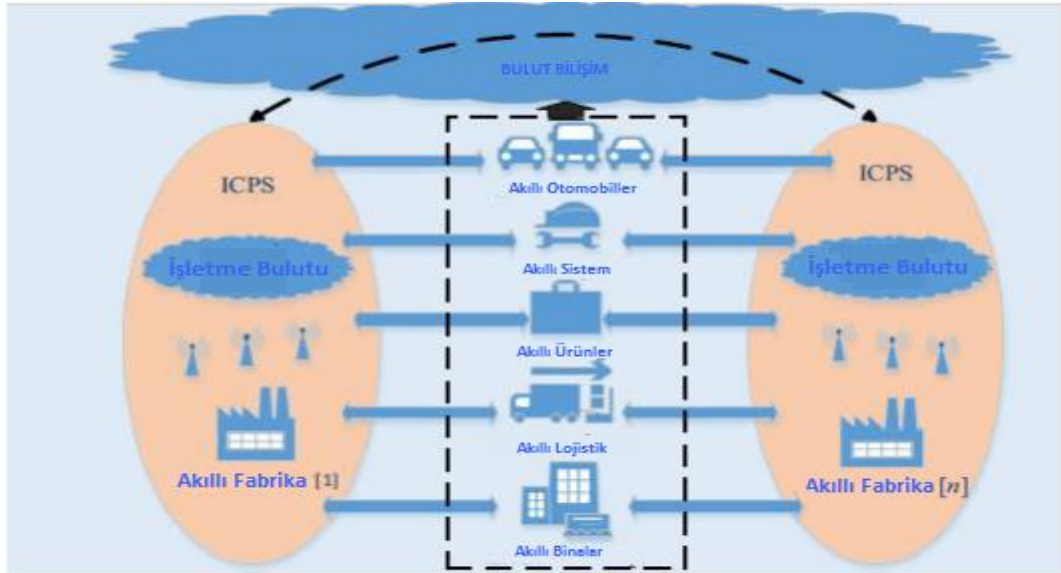
Son aşama yapılandırma (configure), siber alandan elde edilen geribildirim fiziksel alana gönderildiği ve denetleyici bir kontrol olarak hareket ettiği bir önceki aşamadan gelen kararların işletmeye uygulanmasıdır.

c. Hizmet Odaklı ve Bulut Destekli SFS

Yue ve diğerleri (2015: 1264), endüstriyel sistemlerin sürdürülebilirliğinin hizmet odaklı yapıya ve SFS'e bağlı olduğunu iddia etmektedir. Bu yapı, sosyal kaynak paylaşımını mümkün kılmak için akıllı fabrikalar arasındaki işbirliğini sağlamaktadır. Bu yapının optimizasyonu üç ana faktöre bağlıdır;

1. Dağıtık hızlı bilgi işleme,
2. Esneklik ve ölçeklenebilirlik hizmetleri
3. Güvenlik

Şekil 29'da bulut destekli SFS'in yapısı gösterilmektedir.



Şekil 29: Bulut Destekli SFS'lerin Yapısı

Kaynak: Sri Sudha Vijay Keshav Kolla, 2016, Future Manufacturing Systems in Norway – Strategy, Architecture and Framework, Master's Thesis, Master in Sustainable Manufacturing, 30 ECTS, Department of Technology, Economy and Management, Norwegian University of Science and Technology, Box 191, N-2802 Gjøvik, Norway, p:17

Bu yapının temel argümanı, doğru bilgi üretmek ve maliyetleri azaltmak için akıllı fabrikaların işbirliği içinde olmasıdır. İşbirliği güvenli verilerin savunmasız olmasına neden olabileceğinden, işbirliği öncesinde uçtan uca güvenlik sağlanmalıdır.

Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi ile ilgili verilerin bulutta toplanmasıyla müşteri talebi hesaplanabilir. Hizmet odaklı ve bulut destekli SFS'in Servis Odaklı Mimarisinde (SOA) veri sunucuları, bulut depolama ve ERP önemli rol oynamaktadır.

Bu yapının avantajları; akıllı fabrikalar arasındaki işbirliği, tüm fabrikalara bilgi iletilmesi ve müşterinin talebi ile ilgili kesin bilgileri sağlamasıdır.

d. SFS'in IMC-AESOP Yapısı

IMC - AESOP, hizmet odaklı yaklaşıma dayanan Avrupa Komisyonu kapsamındaki bir işbirliği projesidir. Bu yapı sistemin fiziksel ve siber kısımları arasındaki dengeyi sağlamak için yeni nesil yazılımları ve Servis Odaklı Mimari'yi (SOA) kullanır. Bu yapının avantajı, bulut hizmetlerinden faydalanabilecek bir yapı oluşturmasıdır (Leitão vd.,2015:184).

Tablo 7'de bugünün fabrikası ile gelecekteki SFS ile donatılmış fabrikalar karşılaştırılmıştır.

Tablo 7
Günümüz Fabrikaları ile SFS'le Donatılmış Fabrikaların Karşılaştırılması

TİP	GÜNÜMÜZ FABRİKASI	SFS İLE DONATILMIŞ FABRİKA
ÜRETİM SİSTEMİ	Yarı otomasyon, manuel kontrol, Üretkenlik, Kalite, Atık Azaltma	Ağ bağlantılı üretim sistemleri, Uzaktan kontrol, Esnek üretim hattı, Tam otomasyon, Yerleşik kalite sistemleri
ÇALIŞMA TARZI	Otonom makine faaliyetleri, Ürün yaşam döngüsünün takibi mümkün değildir, manuel bakım	İşbirlikçi makineler, Bilgi transferi, Ağ üzerinden sorun giderme, Akıllı ürünler, Ürün yaşam döngüsünü takip etmek mümkündür, Oto takip, Oto düzenleme, Oto kontrol
BİLEŞENLER	Sensörlerin kullanılması, hassas üretimi ve hata tespitini kolaylaştırmaktadır, Kontrolörler, makinelerin üretimini ve performansını arttırmak zorundadır.	Akıllı sensörlerin kendi kendini tanıması için kullanılması, kendini düzenleyen öz kontrol sistemleri, cihaz izleme sistemleri için akıllı sensörler
ESNEKLİK	Tüm tasarımlar tasarım	Müşteri istediği zaman tasarımı

	departmanı tarafından kontrol edilir ve üretim başladıktan sonra tasarım değiştirilemez, ürün servis kılavuzu zaman alıcıdır	optimize edebilir ve ağ üzerinden bir sonraki üretim adımlarını değiştirebilir, ürün servisleri ağa bağlı ve anlık olarak takip edilebilir
ÜRETİM MALİYETİ	Seri üretim için uygun ancak az miktarda ürün üretimi pahalıdır	Her ürün için malzeme ve maliyet aynıdır
GERÇEK ZAMANLILIK (REAL-TİME)	Ürünler işletmeler tarafından üretilmektedir	Müşteri internet üzerinden üreticinin desteği ile 3D baskı kullanarak üretim yapılabilir
VERİ	Makinelerden gelen veriler kayıt defterlerinde saklanır ve müşteriler için erişilebilir değildir	Veriler big data kullanılarak bulutta depolanır ve gelecekteki analiz, önleyici bakım ve hizmetler için müşteriler ve ilgili kişiler tarafından erişilebilir

Kaynak: Yue, X., Cai, H., Yan, H., Zou, C. and Zhou, K., (2015). Cloud-assisted industrial cyber-physical systems: An insight. *Microprocessors and Microsystems*, 39(8), pp.1262-1270

2.3.6.4. Siber Fiziksel Sistemler ve Siber Risk

Deloitte (2014: 12) tarafından İsviçre'deki 50 üretim şirketi arasında yapılan araştırma, geleneksel üretim sistemlerine göre SFS kapsamında ağ bağlantılı sistemlerin siber riskinin oldukça yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Geleneksel BT sistemlerinde güvenlik unsurları gizlilik, kullanılabilirlik ve bütünlüktür (Conklin, 2009: 327). Bu üç unsur arasındaki denge, iş süreçleri için çok önemlidir.

SFS'de ağlar farklı kullanıcılar arasında açık şekilde organize edilmiştir, bu özellik güvenlik risklerini arttırmakta ve saldırılara açık hale getirmiştir. Bilgilere erişimde ve kullanmada karşılaşılabilecek gecikme SFS'in uygulanmasında kabul edilmezdir (Krishna vd., 2015: 194). Bu nedenle normal çalışma koşulları ve iyileştirme süreçlerinde gereklilikler katıdır.

2.3.6.5. Siber Fiziksel Sistemlerin Fırsat ve Zorlukları

Müşteri ve Tedarikçi Entegrasyonu: SFS müşterileri, ürünlerinin nasıl tasarlandığını ve üretildiğini bilir ve ürünü istedikleri gibi optimize edebilir. Endüstri 4.0'daki ağın kapsamı, şirketlerin mevcut performansından daha fazla kişiselleştirmeyi arttırmak için daha kapsamlı, verimli, akıllı ve esnek olmalarını kolaylaştırır. Doğru zamanda malzeme mevcudiyetini sağlamak için tedarikçileri entegre etmek aynı derecede önemlidir. Tedarik zinciri ağları ile dijital entegrasyon birçok yönden (pazara daha kısa

süre girme, verimli iş bölümü, artan işbirliği, daha yüksek yenilik hızı, riskin en aza indirilmesi ve bilime erişim gibi) fayda sağlayacaktır (PwC ve Strategy, 2015: 21).

Kaynak Verimliliği: Uzun vadeli üretim verimliliği, başarılı imalat sanayilerinin temel özelliğidir. Makine verilerinin analiz edilmesi, üretim sistemlerinin sağlık durumunun izlenmesi, daha az hammaddenin kullanılması ve daha az enerji kullanılması, kaynak verimliliğinin artırılmasına yardımcı olmaktadır. SFS'i uygulamak, süreçteki fazlalıkları azaltacak, makinelerin sağlığını izleyerek, esnek süreci ve çekirdek alanlara odaklanarak ürünlerin kalitesini artıracaktır.

Yatırımlar ve Karlar: Endüstri 4.0'a uyum sağlamak için gereken dijital dönüşüm çok pahalıdır, ancak sayısız fırsatları beraberinde getirir. PwC ve Strategy (2015: 23) tarafından araştırılan Alman şirketleri, şirketlerin 2020'ye kadar yıllık gelirlerinin ortalama % 3,3'ünü dijital dönüşüme yatırım yapmak istediklerini ve bu yatırımların önümüzdeki on yılda iki katına çıkacağını tespit etmiştir.

Veri Kullanılabilirliği: Veri kullanılabilirliği, değer zincirlerinin entegrasyonu, artan sensör sayısı ve fiziksel sistemlere bağlı elektronik sistemler ile artar. SFS'nin verimli veri alışverişi, etiketlerin etkin kullanımı, gerçek zamanlı veri kullanılabilirliği, büyük veri analizi ve gelecekte referans olması için yeni verilerin oluşturulması konusunda potansiyel yetkinliğe sahip olduğu tahmin edilmektedir.

Dijital İş Modelleri: Endüstri 4.0'da iş modellerinin değişeceğini ileri sürer. Müşteriler ile tedarikçilerin dijital ağlar ve dijital hizmetlerin genişlemesini ve güvenli ağ oluşumunu kolaylaştırdığı sonucuna varılmıştır. SFS'li yeni iş modelleri, ürünlerin gelecekteki taleplerini karşılamak için mevcut ürünlerin portföyünü genişletecektir.

Siber Fiziksel Sistemlerin işletmelere sağladığı faydalar arasında şunlar sayılabilir:

- Üretim maliyetlerini düşürerek karlılığı artırmak,
- Üretim esnekliğini artırarak ürün çeşitliliğini genişletmek,
- Operasyonel verimliliği artırarak zaman ve kaynak tasarrufu sağlamak,
- Üretim sistemini uzaktan izleyip arıza teşhislerini kolaylaştırarak plansız duruşlardan kaynaklanan kayıpları önlemek,

- Gerçek zamanlı yapılandırma sağlama aracılığıyla değişikliklere uyumu kolaylaştırır,
- İşletme içindeki farklı uygulamaları entegre eder,
- Üretim maliyetlerini düşürerek, karlılığı arttırır,
- Üretim esnekliğini artırarak ürün çeşitliliğinizi genişletebilir,
- Üretim sistemi uzaktan izleyip arıza teşhislerini kolaylaştırarak plansız duruşlardan kaynaklanan kayıpları önler,
- Tesisleri çevre dostu yöntemlerle yönetebilir, enerji tasarrufu ile maliyetleri azaltabilir,
- Operasyonel verimliliği artırarak zaman ve kaynak tasarrufu sağlar,
- Otomasyon sayesinde kazanılan zaman ile yeni hizmet ve iş modelleri geliştirebilir, yönetsel işlere daha fazla zaman ayırma imkanı tanır.

Teknoloji entegrasyonu ve Standartlar: SFS'in önemli özelliği, üretim mühendisliği, makine mühendisliği, süreç mühendisliği, otomasyon mühendisliği ve Bilgi ve İletişim Teknolojileri (ICT) ile bütünleşmektir. Tüm bunlar ortaklar arasında işbirliğini entegre etmek için gereklidir. Bireysel alanlarda birçok standart olmasına rağmen, bunların entegrasyonu için ortak stratejiler hala eksiktir.

BT Altyapısı: SFS'in uygulanması, sıfırdan geliştirilmek zorunda ve tamamen yeni bir yapıya ihtiyaç duymaktadır. Tedarik zinciri, lojistik, finans, imalat ve Ar-Ge gibi farklı iş segmentlerinin SFS ile entegre edilmesi gerekir. Kullanıcılar için basit, ölçeklenebilir, güvenli, uygun fiyatlı ve geniş bant altyapısı SFS için gerekliliktir (Kagermann vd., 2013: 18).

Yetenek: Dijital dönüşümün şirketlere getirdiği zorluklardan biride yetenekli iş görenlerle ilgilidir. Sektörler, SFS'in teknoloji altyapısı konusundaki belirsizlik nedeniyle vasıflı işçilere ihtiyaç duymaktadırlar.

Siber risk: SFS siber saldırılara eğilimlidir. Veri güvenliğinde gecikmeyi önlemek kadar işe yarayan veriler ile işe yaramayan verileri birbirinden ayırmakta oldukça önemlidir (Yue vd., 2015: 1267). SFS'deki güvenlik çözümleri sadece siber saldırıları önlememeli, aynı zamanda bunlarla nasıl başa çıkılacağını da ele almalıdır.

Diğer zorluklar: SFS'in zorluklarından biri ekonomik faydaları konusundaki belirsizliklerdir ve ilk yatırımların çok yüksek olmasıdır. Yasal konulardaki eksiklikler ülkeler arasında standartların farklı olması güvenlik konusunda endişeler yaratmaktadır. SFS'de, farklı formatlara sahip büyük miktarda veriler alınır, alınan veriler arasından faydalı verileri ayırmak çok büyük bir sorundur. Çoğu zaman alınan veriler gereksizdir ve işletme politikaları açısından bir önemi yoktur. Bu durum veri madenciliğinde gecikmeyi artırabilir veya tüm süreci durdurabilir.

2.3.7. Katmanlı Üretim ve 3D Yazıcılar

Günümüzde teknolojik gelişmeler sonucu hammadde tedarikinde, enerji kullanımında, işçilik ve taşıma maliyetlerinde hızlı değişimler yaşanmaktadır. Bu gelişmeler üretim sektörünün yanı sıra diğer birçok sektörü etkilemektedir. Üretim sektöründeki değişikliklere neden olan gelişmelerden biri de üç boyutlu yazıcı veya katmanlı üretim yöntemidir (Manners-Bell ve Lyon, 2012: 1).

Günümüzde kullanılan tedarik zinciri teknolojik gelişmeler karşısında ve dijitalleşme çağının gerekliliğinin aksine karmaşık bir yapıdadır. Karmaşık yapıdaki tedarik zinciri yakın zamanda yerini üç boyutlu yazıcı teknolojisini kullanan tedarikçilere bırakacaktır (Hessman, 2013: 35). Dünya genelinde işletme cihazlarının %98'i 3D baskı kullanılarak üretilmesi konunun geleceği ile ilgili kanıya varmak için önemli bir veridir.

Üç boyutlu yazıcıların çalışabilmesi için yazıcı, tarayıcı ve bilgisayar gibi donanımların yanı sıra katmanlı üretimi sağlayacak programlar gibi yazılımlarda gerekmektedir. Üretim fiziksel bir ürün ortaya çıkarmak için hammadde malzemeleri de gerekmektedir. Bu hammadde malzemeleri olarak, özel yapılı plastikler, cam dolgulu poliamidler, stereolitografi malzemeleri, gümüş, fotopolimerler gibi birçok yeni nesil maddeler örnek olarak verilebilir. Tablo 8'de katmanlı üretim yöntemleri ve kullanılan malzemeler gösterilmektedir.

Tablo 8
3D Yazıcılarla Üretim Yöntemleri ve Kullanılan Malzemeler

Üretim Yöntemleri	Kullanılan Malzemeler
Seçici lazer sinterleme	Termoplastik, metal ve seramik tozlar
Doğrudan metalle lazer sinterleme	Her türlü metal alaşım
Bileşimli yığma tekniği	Termoplastik, maksimum erime yeteneği olan metaller
Stero litofrafi	Foto polimerler
Dijital ışık işletme	Sıvı reçine
Bileşimli telleri birleştirme	Politiaktik asit ve akrilonitrilbütadiyenstiren gibi polimerler
Eritme ve püskürtme tekniği	Metal ve plastik tel
Tabakalı üretim	Kağıt, folyo, plastik film
Elektron demeti ile eritme	Titanyum alaşımları
Seçici ısı sinterleme	Termo plastik tozları
Alçı injekt esaslı teknik	Alçı, renkli alçı

Kaynak: Ekici, Ö.K., (2012). Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisi, Bilim ve Teknik Dergisi, Aralık, 46, (541), 27

Üç boyutlu üretim veya diğer bir adıyla katmanlı üretim, üç boyutlu olarak tasarlanmış bir ürünün prototipinin oluşturulması işlemidir. Diğer bir ifadeyle bilgisayar ortamında üç boyutlu olarak dizayn edilmiş tasarımlardan birçok malzeme kullanarak hızlı bir şekilde fiziksel ürünler elde edilen üretim tekniğidir (Özbolet, 2012: 57).

Üç boyutlu yazıcı teknolojisi tedarik, imalat, lojistik, satış ve pazarlama gibi tedarik zincirinin yapısını kısa ve etkili bir yapıya kavuşturacaktır (Jin ve Ji, 2013: 6822). Üç boyutlu yazıcı teknoloji üretim yapısını basitleştirecek, stokları azaltacak ve operasyonel süreçleri modernize edecektir. Tasarımcılar tarafından geliştirilen yaratıcı fikir ve tasarımlar bu teknoloji aracılığıyla nihai ürünlere ve prototiplere dönüştürülebilmektedir (Ekici, 2012: 25).

Şekil 30'da üç boyutlu yazıcı ile üretim süreci gösterilmektedir. Bu süreçte ilk olarak bilgisayar destekli üretim yazılımı aracılığıyla bir model oluşturulup üretim başlatılır. Sonraki aşamada yazılımlar aracılığıyla katmanlar oluşturularak bilgisayar dosyası (.STL) halinde yazıcıya iletilir. Üç boyutlu yazıcı bu bilgisayar dosyasındaki data'lara göre nesneyi oluşturarak üretim süreci tamamlanmış olur (Campbell vd., 2011: 3).



Şekil 30: Katmanlı Üretimin Genel Süreci

Kaynak: Thomas Campell, Christopher B. Williams, Olga Ivonova, Could 3D Printing Change the World? Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing, Atlantic Council, Strategic Foresight Report, October 2011, p.3

2.3.7.1. 3D Yazıcıların Avantaj ve Dezavantajları

Son dönemlerde gittikçe popüler olan 3D yazıcıların diğer tüm teknolojik ilerlemelerde olduğu gibi avantajları ve dezavantajları vardır.

Avantajları

- Üç boyutlu yazıcılar aracılığıyla yapısı karmaşık olan nesnelerin dizaynı kısa sürede gerçekleştirilebilecektir,
- Tasarımcıların veya dizaynırların fikirlerini daha kolay bir şekilde yansıtmalarını sağlar (Mackley, 2014: 28),
- Yazdırılan nesnelerin tüketim merkezine yakın olması sonucunda ekolojik ayak izi sorununun çözülmesine katkı sağlayabilir (Kietzmann vd., 2015: 212),
- Üretim sürecinde gerekli olan materyaller tabakalar halinde nesneye ilave edildiği için gerektiği kadar malzeme kullanılmakta ve fire ve atık miktarı sifıra düşmektedir (Campbell vd., 2011: 6),
- Tasarım, pazarlama ve üretim ilişkisinin kalitesini arttırmaktadır (Troselj, 2014: 24),
- Üretim ve tedarik zinciri sürecini kolaylaştırır,
- Üç boyutlu yazıcılar sayesinde sipariş kadar ürün üretileceğinden stok miktarı ve stoklama maliyetleri azalacaktır (Çetinkaya ve Özceylan, 2015: 650).

Dezavantajları

- Üretim işletmeleri yazdırılan nesneler üzerindeki kalite kontrolünü kaybeder (Kietzmann vd., 2015: 212),
- Günümüzde üç boyutlu yazıcılar ile üretimde kullanılan hammadde sınırlıdır,

- Üç boyutlu üretimde kullanılan hammaddelerin kanserojen içerikliği olduğuna dair görüşler vardır.
- İmalat işindeki düşüş, ekonomik olarak çok sayıda düşük vasıflı işe dayanan ülkelerin ekonomisini büyük ölçüde etkileyecektir.
- 3D yazıcılarla oluşturulan nesnelerin boyutu şu anda sınırlı kalmaktadır;
- 3D baskının en büyük dezavantajı taklittir. Gereklî madde ve malzemeye sahip olan herkes ürünleri kolayca taklit edebilir. Birçok telif hakkı sahibi, haklarını koruyacak zor zamanlar geçirecek ve benzersiz ürünler üreten işletmeler zarar görecektir.
- 3d yazıcılar aracılığıyla, bıçaklar, tabancalar ve diğer tehlikeli nesnelere oluşturulabilir.

2.3.7.2. 3D Yazıcıların İşletmelere Etkisi

Üç boyutlu yazıcıların özellikle tedarik zincirinde kökten değişiklikler yapacaktır.

Esneklik: Üç boyutlu yazıcılar aracılığıyla üretim için gereken malzemelerin gerekli olduğu zamanda, tek bir tedarikçiden ziyade bir çok tedarikçiden malzemelerin temin edilebilmesini sağlar (Mashhadi vd., 2015: 4).

Stok Seviyesi ve Maliyetlendirme: Üç boyutlu yazıcılar sayesinde üretim talep doğrultusunda üretildiğinden depolardaki hammadde ve malzemelerin yanı sıra nihai ürünlerinde stoklanması gerekmeyecek, stoklama maliyetleri azalacaktır (Dychko, 2015: 27).

Lojistik: Siparişler doğrudan üreticiler ile tüketiciler arasında gerçekleşebilecektir (Dychko, 2015: 28).

Minimal Atık Seviyesi: üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle nihai ürünler katmanlı olarak üretildiğinden gerekli malzeme seviyesi optimum seviyede, atık miktarı ise minimum seviyede olacaktır (Dychko, 2015:29).

Müşteri ile İlişkiler: Üretilen ürünlerin müşteri talepleri doğrultusunda kişiselleştirilmesi ve sürece daha az aracının dahil olması müşterilerle olan ilişkileri geliştirecektir (Dychko, 2015:29).

Birim başına maliyet: 3D baskı malzeme ve işçi maliyetlerinin azalması birim başına maliyetleri azaltacaktır.

Araştırma ve Geliştirme (AR-GE) Fırsatları: Ar-Ge süreçlerine 3D baskı teknolojisini uygulamak, ar-ge harcamaları aracılığıyla vergi ödemelerinin azalmasını sağlayacaktır.

2.3.8. Artırılmış Gerçeklik

İleri teknolojik aletlerin belirli programlar aracılığıyla nesnelere tanıma özelliğini kullanarak dijital görüntü ve seslerin gerçek nesnelere eklenmesidir. Artırılmış gerçeklik bilgisayar ortamında sanal ilavelerle reel dünyanın zenginleştirilmesi faaliyetidir. Artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklikte olduğu gibi tamamen sanal değil gerçekle sanalın iç içe olduğu bir yapıdır (Banger, 2017: 157) Kullanıcıların sanal nesnelere gerçek dünyada görmelerini sağlar.

Arttırılmış gerçeklik teknolojisi; yazılım ve donanım alt yapısı, işaretleyici(marker) ve AR gözlük olmak üzere dört birimden oluşmaktadır. Arttırılmış gerçeklik bu birimlerin üç boyutlu olarak reel dünyada biçimlendirilmesidir. Akıllı ürünler aracılığıyla görüntülenen nesnelere; bilgiye, içeriğe, ankete ya da bir görsele dönüştürülerek monitör üzerinden kullanıcıya yansıtılmasını sağlar.

Donanım Alt Yapısı: Artırılmış gerçeklik uygulamaları bilgisayar, kamera ve mobil cihazlar gibi teknolojik aletler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu aletlerden etkin bir şekilde yararlanabilmek için gerekli donanımsal alt yapıya sahip olması gerekmektedir.

Yazılım Alt Yapısı: Artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanılması için gerekli yazılımlar; modelleme araçları, marker üretim araçları, mobil uygulama araçları ve web ara yüzleri olarak sayılabilir.

İşaretleyici (Marker): Gerçek dünya ile sanal dünya arasındaki ilişkiyi sağlayan birimlerdir.

Artırılmış Gerçeklik Gözlükleri: AR gözlüklerin üstündeki kamera ve bilgisayardan gelen verileri birleştiren teknolojik bir üründür. Kamera aracılığıyla gerçek dünya görüntüleri kullanıcıya sunulurken, bilgisayardan gelen veriler doğrultusunda görüntüleri gerçeklikle birleştirerek kullanıcının ekranına taşır (Çakal ve Eymirli, 2012: 8).

Dijital ve fiziksel verilerin artırılmış gerçeklik ile birleştirilmesi daha gerçekçi eğitim hizmetleri sunulabilir, tekrarlayan görevleri hızlandırabilir ve yeni iş biçimleri geliştirebilir.

2.3.8.1. Artırılmış Gerçekliğin İş Süreçlerine Etkisi

Pazarlama Faaliyetleri: İşletmeler artırılmış gerçeklik aracılığıyla interaktif bir şekilde pazarlama imkanı bulmaktadır. Müşteriler ambalaj açılmadan veya direkt olarak katalogdan ürünü önizleyebileceklerdir. Bu sayede müşterilerle etkileşim ve iletişim kalitesi artmaktadır.

Eğitim Faaliyetleri: Artırılmış gerçeklik teknolojisi aracılığıyla öğrenme sürecinde görsel hafızanın kullanılması eğitim kalitesini arttırmaktadır.

Endüstriyel Tasarım: Tasarımcılara dizayn ettikleri ürünü üretmeden önce işleyişini ve fonksiyonlarını kontrol etme imkanı sağlar.

Görev Desteği: Artırılmış gerçeklik aracılığıyla işgörenler ürünler veya makineler hakkında ortaya çıkan problemlerin nedenini ve yerini görebilecekler ve bakım yapmaları kolaylaşacaktır.

Şekil 31’de artırılmış gerçekliğin iş süreçlerine etkileri gösterilmektedir.

		Görev Çeşitliliği	
		Düşük	Yüksek
Veri İhtiyacı	Yüksek	2- SONSUZ AKIL: İşçilere ihtiyaç duydukları anda gerçek zamanlı olarak karmaşık veriler sağlamak için AR'yi kullanmak.	4- TAM SİMBİYOZ: Çalışanlara son derece karmaşık görevlerde veriler sunmak için AR'nin yeteneklerini kullanmak.
	Düşük	1- DENGELEME : İnsan duyularında veya yeteneklerindeki Sınırlamaları kaldırmak için AR'yi kullanmak	3- YENİ BAĞLANTILAR: Zaman ve mekan boyunca gerçek insani bağlantılar kurmak için AR'yi kullanmak

Şekil 31: Artırılmış Gerçekliğin İş Süreçlerine Etkileri

Kaynak: Thomas Campell, Christopher B. Williams, Olga Ivonova, Could 3D Printing Change the World? Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing, Atlantic Council, Strategic Foresight Report, October 2011, p.9

2.3.8.2. Artırılmış Gerçekliğin Avantaj ve Dezavantajları

Artırılmış gerçeklik çok çeşitli alanlarda ve çok çeşitli amaçlarda kullanılmaktadır. Ancak endüstri 4.0 ile işletmelerin hayatına giren diğer yeni nesil teknolojiler kadar yaygın değildir. Aşağıda artırılmış gerçekliğin olası avantaj ve dezavantajlarına değinilmiştir.

Avantajları:

- Artırılmış gerçeklik teknolojisi doğası gereği son derece interaktif ve gerçek zamanlı ortam ile eşzamanlı olarak çalışır.
- Gerçek dünya ve sanal dünya arasındaki çizgiyi azaltır.
- Gerçek dünya ile algıları ve etkileşimleri artırır.
- Hastalıklara etkin ve erken bir şekilde tanı konulmasına yardımcı olur.
- Üretimde yeni fikir ve düşüncelerin uygulamaya konulmadan veya gerçekleştirilmeden önce birçok yönden incelenmesini ve gözlenmesini sağlamasından dolayı maliyetleri düşürecektir.
- Savaş, inşaat, tarım, baraj gibi çevresel ve yeryüzü şekillerine bağımlılığı yüksek olan faaliyetlerde simülasyon yoluyla maliyetleri, riskleri ve tehlikeleri azaltacaktır.

Dezavantajları

- Artırılmış gerçeklik tabanlı cihazların ve sisteme entegre edilmesini maliyetlidir.
- Artırılmış gerçeklik temelli uygulamalarda gizlilik ve güvenlik eksikliği bir endişe kaynağıdır.
- Artırılmış gerçekliğin düşük performans seviyesi, yeterli donanım ve yazılıma sahip olunmaması test işlemi sırasında yanlış kararların verilmesine, yanlış sonuçlar elde edilmesine neden olabilir.
- Artırılmış gerçeklik teknolojisine uyumlu cihazları etkin bir şekilde kullanabilecek kalifiye işgörenlerin az olması ve eğitimlerinin maliyetli olması diğer bir dezavantajdır.

2.3.9. Karanlık/Akıllı Fabrikalar

Karanlık fabrikalar, fabrika içindeki tüm süreci bilgisayarların kontrol ettiği, insana ihtiyaç olmadan makineler ile üretimin yapıldığı fabrikalardır. Karanlık fabrikada programlanmış aygıtlar dışarıdan yönlendirmeye gerek duyulmadan üretime devam

edebilmektedir (Noël vd., 2007: 162). Karanlık fabrikada ham madde ve malzemelerin sürece girmesinden nihai ürün olarak süreçten çıkışına kadarki tüm süreçte insanı ortadan kaldırmaktadır.

Karanlık fabrika olgusu ilk kez 1980'li yıllarda Japonya'da gündeme girmiştir (New, 1998: 677). İşletmeler beşeri işgücünün yüksek maliyetlerinden kurtulmak için robotları, otomasyon teknolojilerini kullanmaya başlamışlardır (Pearson, 2014: 14).

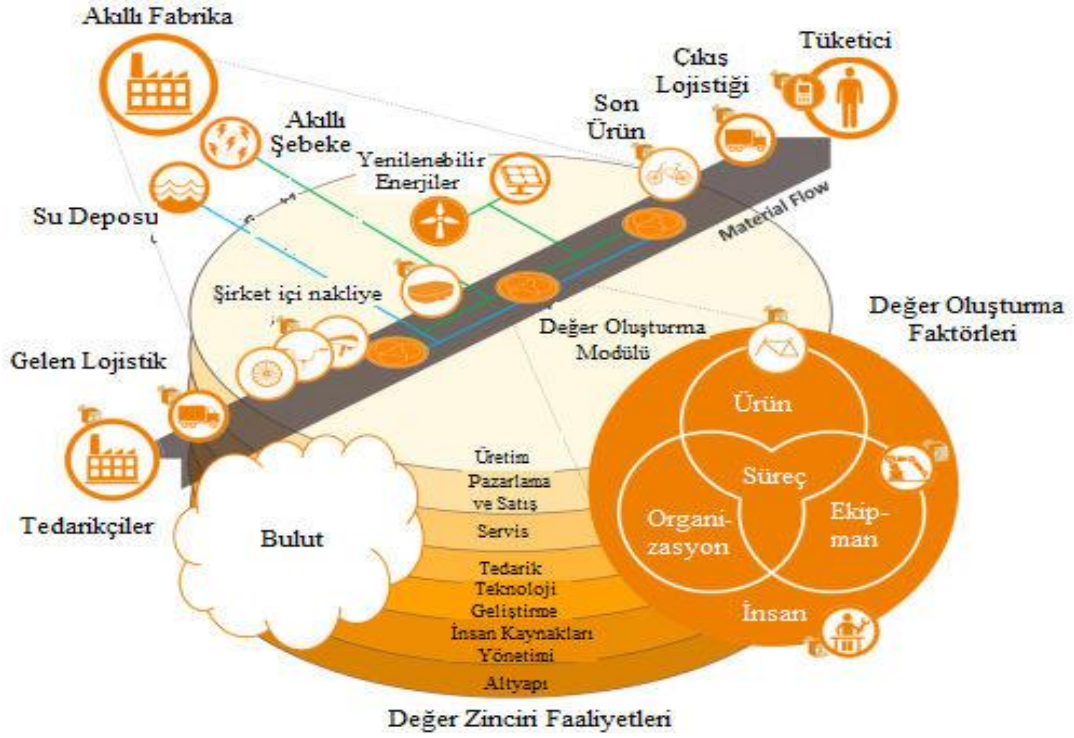
Karanlık fabrikalarda kullanılan tek bir robot ortalama 7 kişinin gerçekleştireceği performansı gerçekleştirebilmektedir. Üretim sürecinde karanlık fabrikaların kullanılması işletme bünyesindeki çalışan sayısını %90, hatalı ürün oranı ise %20 oranında azalmaktadır (Alkan, 2018: 3).

Karanlık fabrika bünyesinde insanlar, makineler ve diğer üretim sürecinde kullanılan kaynaklar internet ağı üzerinden iletişim halinde olması nedeniyle akıllı fabrika da denilmektedir. Akıllı veya karanlık fabrikalar dördüncü endüstri devriminin önemli özelliklerin biridir. Karanlık fabrikalarda üretim sürecinde kullanılan malzemeler üretim sürecinde bağımsız olarak hareket etmekte ve takip edilebilmektedir. Karanlık fabrikalar üretim sürecinin karmaşık yapısının sadeleştirilmesini, yönetilebilmesini, sürdürülebilmesini ve işletmelerin karlılığını arttıracaktır (Hoffmann ve Rüsçh, 2017: 27).

Endüstri 4.0'ın en önemli alt başlıklarından biri olan karanlık fabrikalarda, sürecin sürdürülmesi için gereken ihtiyaçlar sensörler aracılığıyla algılanmakta, tüm üretim araçları ile nesnelerin interneti aracılığıyla iletişim ve entegrasyon sağlanmakta, gerekli üretim bilgileri bulut bilişimde depolanan büyük veri'den akıllı makine ve sistemlere veriler aktarılmaktadır (Alçın, 2016: 25). Bunlara ek olarak ürünlerin tasarımı, üretim sürecinin planlanması ve üretim mühendisliği süreçleri uçtan uca entegre edilerek yönetime yardımcı olacaktır (Qui vd., 2016: 175).

Sistemin uçtan uca entegre yapısı, ürün yaşam döngüsü boyunca ham maddelerin alımı, üretim süreci, ürünlerin müşterilere ulaştırılması ve müşterilerden gelecek geri bildirimlere kadar tüm ürün ömrünü takip etmekte ve dijitalleştirmektedir.

Şekil 32'te yatay ve dikey entegrasyonun sağlanabileceği yapı kapsamlı olarak gösterilmiştir.



Şekil 32: Akıllı Fabrikada Yatay ve Dikey Entegrasyon

Kaynak: Stock T. and Seliger G. (2016), “Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0”, Procedia CIRP, vol. 40, pp. 536-541.

2.3.9.1. Karanlık Fabrikaların Temel Fonksiyonları

Karanlık fabrikaların temel yapısı “mimar 4.0” olarak da isimlendirilebilecek olan otomasyonu ve kurumsal ağ yapısını ifade eden fabrika ağı sistemidir. Bu sistem, açık, gerekli standartlar tabanlı, güvenilir ve ölçeklenebilir. Üretim sistemlerini ve iş ağlarını entegre eder. Faaliyetleri gerçek zamanlı olarak takip ve kontrol edilmesine olanak tanır. Faaliyetlerde ve süreçlerdeki kesinti süresini azaltarak verimlilik artışı sağlar ve normal bir fabrikaya göre çok daha güvenilir bir şekilde çalışmaktadır.

Fabrikanın güvenlik yapısı “güvenlik 4.0” ise tesisin güvenliğini, varlığını, bütünlüğünü ve fikri mülkiyet haklarını savunmaktadır. İşe devamlılığı arttırmakta, kriz yönetimini ve olumsuz durumlara reaksiyon süresini hızlandırmaktadır. Çalışanların, yöneticilerin ve diğer tarafların tesise her zaman güvenli bir şekilde erişebilmeleri sayesinde üretkenlik artmakta ve uzaktan kontrol, bakım ve işbirliği gibi iş süreçlerine müdahaleye kolaylaştırmaktadır.

“Esneklik (mobility) 4.0” ile karanlık fabrikalar daha hızlı montaj hattına ve malzeme akış verimliliğine sahip olurlar. Gerçek zamanlı olarak varlıkların görüntüsü, konumu ve durumları hakkında verilere ulaşılabilir.

Karanlık fabrikalarda “işbirliği 4.0” ile iletişim gerçek zamanlı, konum tabanlı ve profil tabanlı olarak sağlanabilmektedir. Tek bir platformdan izleme, analiz ve raporlama sağlanabilmektedir.

2.3.9.2. Karanlık Fabrikaların Avantaj ve Dezavantajları

Karanlık fabrikaların avantajlarını şu şekilde sıralanabilir (Alkan, 2018: 4):

- Makineler insanlara göre daha fazla çalışabilmekte ve üretimdeki kusuru azaltmaktadır,
- Süreç iyi şekilde planlanırsa üretim robotlar aracılığıyla 24 saat devam ettirilir ve enerji maliyetlerini azaltır,
- Fabrikayı işletmek için gerekli işgücünü azalttığından dolayı işgücü maliyetlerini de azaltacaktır
- Organizasyon bünyesindeki yüksek vasıflı yönetici ve AR-GE çalışanlarının bakım-onarım hariç diğer süreçlerle ilgilenmeleri gerekmeyeceği için görevlerine odaklanmalarını ve verimli çalışmalarını sağlayacaktır,
- Ürün başına düşen enerji maliyetleri azalacaktır,
- Üretim sürecinde artan verimlilik sayesinde rekabet avantajı elde edilmektedir,
- Üretim için söz konusu olan risk oranını en aza indirmektedir,
- Üretim süreci başlamadan önce maliyetlerin doğru şekilde hesaplanmasını sağlamaktadır,

Karanlık fabrikaların azda olsa dezavantajlı olduğu durumlarda vardır. Bu dezavantajlı durumları şu şekilde sıralanabilir:

- Üretim sürecinde aksaklık olmaması için maliyetli rutin bakımlar yapılmalıdır,
- Sistemin kurulması ve yükseltilmesi maliyetlidir (Akben ve Avşar, 2018: 32).

2.3.10. Yapay Zeka

Yapay zeka düşüncesi ilk kez mantık ve matematikçi olan Alan Turing tarafından ortaya atılmıştır. Alan Turing günümüzde Turing makinesi olarak adlandırılan, verileri depo edebilen bilgisayarı kuramsal olarak ifade etmiştir. Turing makinesinin ana amacı, makinenin performansı ile insanın performansının bir uzman tarafından ayırt edilip edilmeyeceğini ölçmektir (Pottala,2018: 3).

Tablo 9’da yapay zekanın gelişimindeki olayların kronolojik sıralaması verilmiştir.

Tablo 9
Yapay Zekanın Tarihsel Gelişimi

1943	McCulloch ve Pitts’in geliştirdiği “Beynin Boolean devre modeli”
1950	Turing’in “Bilgi işleyebilen cihazlar ve zeka” isimli çalışması
1956	Dartmouth Çalıştayında “yapay zeka” kavramının ortaya çıkması
1965	Robinson tarafından geliştirilen mantıklı düşünebilen algoritma
1969	IBM tarafından geliştirilen satranç oynayabilen yapay zeka
1975	Bilgiye dayalı sistemlerin gelişmesi ve yaygınlaşmaya başlaması
1980	Yapay zekanın bir endüstri haline gelmesi
1997	Yapay zekanın dünya satranç şampiyonu Kasporov’u yenmesi
2000	Robotik oyuncakların üretilmesi

Kaynak: Matias Pottala, Artificial Intelligence:Artificial Intelligence in Sports, Centria University Of Applied Sciences, Thesis, International Business, May 2018, p:4

Yapay zekanın temel çıkış noktası, insan zekasının bilgisayar teknolojileri kullanılarak taklit edilmesidir. Yapay zeka teknolojisi dil, öğrenme, akıl yürütme yetenekleri olan ve bu yetenekleriyle problem çözebilme donanım ve yazılım uygulamalarıyla donatılmış tasarımıdır. Bu yeteneklerin yanı sıra insana özgü öğrenme, düşünme, akıl yürütme, etkileşim kurma, analiz ve karar verme gibi özelliklerine sahip teknolojilerdir. Yapay zeka; verileri toplama, verilerden bilgi üretme ve karar verme süreçlerinde kullanılmaktadır.

Kaliforniya’da Future of Life Institute (FLI)’ın “Faydalı Yapay Zeka” konulu konferansta yapay zekanın prensiplerin belirlenerek, yapay zekanın insanlık için faydalı olması için barındırması ve uyuması gereken konuların belirlendiği yönetmelik hazırlanmıştır (Sonakin, 2017: 1). Bu yönetmelikte yapay zekanın sürekli olarak insanların gözetiminde olmasının yanı sıra zeka yeteneklerinin de sınırsız olacağı belirtilmiştir.

Yapay zekâ, çalışma prensibinde büyük verilerden beslenen algoritmalar yatmaktadır. Algoritma, insanların işleyemeyeceği ve yorumlayamayacağı kadar büyük hacimdeki verilerin makineler aracılığıyla işlenebilmesini sağlayan teknolojidir. Yapay zekaların etkili bir şekilde çalışabilmesi için algoritmasının dayandığı verilerin tam, doğru ve güvenilir olması oldukça önemlidir.

Yapay zekanın temel hedefleri uzman sistemler oluşturmak ve makineler arası iletişim sağlamak, makineler arası iletişim ile süreçler arasında entegrasyon sağlayarak, tüm süreçlerden veriler elde edilmesi sağlanmaktadır. Uzman sistemler ise verileri analiz ederek, akıllı davranışlar gösterebilen, öğrenebilen, raporlama yapabilen ve kullanıcıya tavsiyeler sunabilen sistemdir.

Tablo 10
Yapay Zekanın Dört Tipi

İP I	Yapay zekanın en basit biçimi olan ve belirli durumlarda aynı tepkiyi veren “tepkisel makineler”dir. Örnek olarak satranç oynamaya programlanmış makineler verilebilir.
İP II	Yapay zekanın ikinci tipi sınırlı hafızadır. Bu tipte yapay zeka geçmişte bakabilmekte ancak geçmiş kaydedilememekte ve geçmişten ders çıkarılamamaktadır.
İP III	Zihin kuramı da denilen yapay zekanın üçüncü tipinde; Yapay zeka ile donatılmış bir cihazın insanların fikirlerini, duygularını ve hedeflerini anlayabilmekte ve davranışlarını bu doğrultuda şekillendirebilmektedir.
İP IV	Yapay zekanın varlığının farkında olmasıdır. Zihin kuramının geliştirilmesiyle oluşan bu tipte yapay zeka kendilerinin farkında olarak hareket etmektedir.

Kaynak: Understanding the four types of AI, from reactive robots to self-aware beings
<http://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616>

Yukarıda sayılan tipleri ve özelliklerini daha iyi anlamak için konuyu örnekle açıklamak yararlı olacaktır. II. Tip yapay zeka ile donatılmış sürücüsüz araç yolda bir yaya ile karşılaşırsa bunu bir engel olarak algılar ve şerit değiştirmeye karar verir. III. Tip yapay zeka ile donatılmış sürücüsüz araç aynı durumda yoldaki yayanın aracın durmasını bekleyeceği algılar ve o doğrultuda hareket eder. IV. Tip yapay zeka ise olayı hem yoldaki yayayı hem de kendisini göz önünde bulundurarak aracın durmasına karar verir.

2.3.10.1 Yapay Zekanın Uygulama Alanları

Yapay zeka günümüzde ses tanıma, görüntü işleme, doğal dil işleme ve muhakeme yapma alanlarında kullanılmaktadır.

Ses tanıma: Sisteme iletilen sesler mikrofon aracılığıyla dijitalleştirilerek yapay zeka tarafından tanımlanmaktadır. İşletmeler tarafından sesli yanıtlama sistemleri, çağrı merkezleri, sesli imza gibi uygulamalarda yapay zeka kullanılmaktadır.

Görüntü İşleme: ses tanıma sisteminde kullanılan mikrofon gibi görüntü işlemede ise kameralar kullanılmaktadır. Kameralar aracılığıyla sisteme gönderilen veriler dijitalleştirilerek yapay zeka aracılığıyla tanımlanmaktadır. Sisteme gönderilen her bir görüntünün pikselleri ayrı olarak kodlanarak kaydedilmektedir. Bu teknoloji, sürücüsüz araçlar, güvenlik uygulamaları ve sağlık sektöründe kullanılmaktadır.

Doğal Dil İşleme: Gelişen yapay zeka teknolojisi ile sistem yazılı metinleri okuyabilmekte ve anlam çıkarabilmektedir. Bu konuda en bilindik örnek olarak Google'ın "Bunu mu demek istediniz" uyarısı verilebilir.

Muhakeme: Yapay zeka aracılığıyla alternatifler arasında seçim yapılırken, sistem otomatik olarak tüm veriler analiz eder, hesaplar ve uygular. Yapay zekanın bu fonksiyonuna örnek olarak satranç oynayan yazılımlar verilebilir. Yapay zekanın muhakeme gücünün gelişmesiyle birlikte sağlık alanında cerrahi müdahalelerde ve hukuk alanında verilecek kararlarda kullanılması gün geçtikçe çok daha fazla günlük hayatımıza gireceğinin göstergesidir.

Yukarıda belirtilen fonksiyonları aracılığıyla yapay zeka, spordan ekonomiye; sağlıktan askeriye kadar bir çok alanda kullanılmaktadır. Sanal asistanlar, sürücüsüz araçlar ve akıllı ev sistemleri yapay zekanın kullanıldığı örneklerdir ve gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır.

2.3.10.2. Yapay Zekânın Getirdiği Fırsatlar ve Riskler

Yapay zekânın kullanıcılara sağladığı fırsatları ve riskleri şu şekilde sıralanabilir (<https://content.wisestep.com>: 2018):

- Veri analiz süreci kısalmır,
- Tekrar eden faaliyetlerin yapay zeka ile donatılmış cihazlar aracılığıyla gerçekleştirilmesi hataları azaltır,

- Faaliyetlerin gerçekleştirilme süresi ve işçilik maliyetleri azalacaktır,
- Hata Azaltma: Yapay zeka, hataların azaltılmasında bize yardımcı olur ve belirlenen hedeflere daha hassas ve doğru şekilde ulaşılmasını sağlar,
- Dijital Asistanlar: Kullanıcılarıyla etkileşime girebilen yapay zeka ile donatılmış dijital asistanlar insan kaynağına duyulan ihtiyacı azaltır,
- Tekrarlayan İşler: Üretim sürecinde tekrarlanan görevler makineler aracılığıyla daha verimli bir şekilde gerçekleştirilir,
- Tıbbi Uygulamalar: Tıp alanında hastaların takip edilmesinde ve sağlık risklerinin değerlendirilmesinde yapay zeka kullanılmaktadır. Tıp eğitiminde yapay zeka teknolojisiyle geliştirilmiş ameliyat simülatörleri kullanılmaktadır.
- Yapay zeka donatılmış cihazların üretilmesi sürecinde insan kaynaklı hataların bulunma riski,
- Müşterilerin, işgörenlerin ve diğer paydaşların yapay zeka projesini benimsememe riski,
- Yüksek Maliyet: Yapay zekânın oluşturulması ve örgütsel süreçlere entegre edilmesi büyük maliyetler doğurur,
- Yaratıcılık Olmaması: Yapay zeka tasarım yapmamıza ve yaratıcı olmamıza destek olurlar. Ancak tasarım yapamaz ve yaratıcılık özellikleri yoktur.
- İşsizlik: Üretim süreçlerinde insanlar yerine makinelerin kullanılması mavi yakalı olarak tabir edilen kişilerin işsiz kalmasına neden olabilir,

2.3.11. Blok Zinciri (Block Chain)

Blok zinciri (Block chain) teknolojisi Bitcoin gibi kripto paraların piyasaya girmesiyle gelişmeye başlamış ve günümüzde bankacılık, ticaret ve sigortacılık gibi sektörlere ulaşmıştır (Dai ve Vasarhelyi, 2017: 5).

Blok zinciri sistemindeki her blok işlemlerin birleşimi olarak oluşur ve her blok başka bloklarla bağlantılıdır. Bu bağlantı aracılığıyla sistemde bütünlük ve güvenlik sağlanmakta, işlemler kümesinin oluşmasıyla büyük bir veri birikimi sağlanmaktadır. (Nofer vd., 2017: 184). Blok zinciri teknolojisi dağıtılmış birçok blokta yeni işlemlerin kaydedilmesini, doğrulanmasını, güncellenmesini, takip edilmesini ve yayılmasını sağlar (Dai ve Vasarhelyi, 2017: 6).

Blok zincirinin dağıtık defter yapısı işletmeler açısından avantajlardan birisidir. Sistemdeki tüm işlemler tek bir deftere kaydedilmekte ve işlemler prosedürlerden ayıklanarak süreçler hızlanmaktadır. Tüm işlemlerinin kayıt altında tutulması da teknolojinin avantajlarından bir diğeridir. Blok zincirine daha önce kaydedilmiş verilerin saklanması sayesinde tüm işlemlere anlık olarak ulaşılabilir (Deloitte Raporu, 2017: 4). Blok zincirinde merkezi bir otoritenin bulunmaması, tüm işlemlerin kullanıcılar tarafından görülmesini, kaydedilmesini ve onaylanmasını sağlamaktadır. İşlemlerin silinmesi ve değiştirilmesine izin verilmemesi; sistemin daha da şeffaflaşmasını sağlamaktadır (Ovenden, 2017: 1). Blok zinciri teknolojisinin otomatik olarak her işlemle birlikte güncellenmesi, sistemden raporlama yönelik verilerin anlık olarak ve kolayca elde edilmesini sağlar.

Akıllı sözleşmeler blok zinciri teknolojisinin kullanıcılara sunduğu bir diğer avantajdır. Akıllı sözleşme, normal işletme faaliyetlerinde kullanılan sözleşmelerin blok zincirinde saklandığı kod parçalarıdır (Deloitte Raporu, 2017: 12). Akıllı sözleşmeler aracılığıyla performans hedeflerini ölçmede ve bütçeleme faaliyetlerinde kullanılmak üzere doğru veriler üretecektir. Bu durum blok zinciri teknolojisine uyum sağlamanın işletmelerin raporlamalarını, finansal ve performans durumlarını etkili bir şekilde yönetmelerine yardımcı olmaktadır (Wunsche, 2016: 18). Bu açıdan bu yeni teknolojiden uzak durmak yerine teknolojinin sunduğu hizmetlerden yararlanmak rekabet gücü elde etmek isteyen işletmeler için kaçınılmaz bir durumdur.

Blok zinciri teknolojisinin temel özellikleri şu şekilde sıralanabilir (Deloitte Raporu, 2017: 4):

- 1. Gerçek zamanlı uygulamalar:** Blok zinciri teknolojisinde işlemler gerçek zamanlı olarak kaydedilmektedir.
- 2. Dağıtık defter yapısı:** : Dağıtık defter yapısı ticari faaliyetlerin ve sisteme kaydedilen tüm işlemlerin tarihsel olarak sınıflandırılmasını sağlamaktadır.
- 3. Değiştirilemez ve silinemez yapısı:** Blok zincirine kaydedilen her işlem doğrulanabilir bir yapıdadır. Zincirin doğrulanabilir yapısı işlemlerin kaydında tekerrürü önlemekte ve faaliyetlerin değiştirilemez ve silinemez yapısı verilerin gerçeğe uygun olarak raporlanmasını sağlamaktadır.

4. **Erişebilirlik:** Blok zincirindeki tüm verilere sistem içindeki tüm paydaşların kolayca ulaşabilmesine imkan tanır.

2.3.11.1. Blok Zincirinin Türleri

Blok zinciri erişilebilirlik durumuna göre genel blok zincirleri, izinli blok zincirleri ve özel blok zincirleri olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Aşan ve Avunduk, 2018: 377).

Genel Blok Zincirleri: Genel blok zinciri Bitcoin gibi yaygın ve geniş dağıtım ağlarına sahiptir. Genel blok zinciri ağına her kullanıcı her seviyede erişim sağlayabilmektedir.

İzinli Blok Zincirleri: İzin verilen blok zincirinde kullanıcıların ağ içinde gerçekleştirdiği faaliyetlerin izinleri kontrol edilebilmektedir. Kontrollü bir ağ yapısına sahiptir.

Özel Blok Zincirleri: Genel ve izinli blok zincirlerine kıyasla yapısı daha küçüktür. Özel blok zinciri ağındaki birbirine güvenen ve aralarında gizli verilerin saklandığı belgeleri paylaşanlar kullanıcılar tarafından kullanılmaktadır.

2.3.11.2. Blok Zinciri Kullanım Alanları

Sanal para olan Bitcoin'in yaygınlaşmasıyla tanınan ve bilinirliği artan blok zinciri teknolojisi bir çok farklı alan ve sektörde de kullanılmaya başlanmıştır. Blok zinciri teknolojik ilerlemeler ve yaygınlaşma ile daha geniş bir çerçevede uygulama alanı bulacağı düşünülse de günümüzde dijital kimlik, nakit transfer işlemleri, tedarik zincir yönetimi, noterlik faaliyetleri ve tapu kayıt sistemi gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Usta ve Doğanekin, 2017: 24).

2.3.11.3. Blok Zinciri Teknolojisinin Avantaj ve Dezavantajları

Partida'ya göre (2018: 52) blok zinciri teknolojisinin kullanımında; teknolojiyi elde etme ve örgütsel sürece uygulamada karmaşık yapısı gereği gibi çeşitli zorluklar ve engeller vardır. Teknolojinin işletme tarafından benimsenmesi ve uygulanması maliyet artışına neden olabilir. Blok zinciri teknolojisi kullanıcılarına özellikle araçların ortadan kaldırılarak faaliyetleri gerçekleştirme gibi avantajlar yanında diğer bir çok teknolojik ilerlemede olduğu gibi dezavantajları da beraberinde getirmektedir.

Avantajları:

- Bilgi ve veri iletiminde merkezi olmayan yapısı ve araçları ortadan kaldırmasıyla hız kazandırmaktadır.
- Blok zincirinde gerçekleştirilebilen her bir faaliyete, her zaman ve her yerden erişim sağlanabilmektedir.
- Blok zinciri aracılığıyla gerçekleştirilen işlemler zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır.
- Blok zincirinde daha önceki tarihlerde yapılmış tüm işlemler anlık olarak izlenebilir olması taraflar arası güvenilirliği arttırmaktadır.

Dezavantajları:

- Merkezi bir yönetimin olmaması maliyetleri düşürmesinin yanı sıra herhangi bir güvenlik sorunu karşısında başvurulacak ve hakların korunacağı merciinin de olmaması anlamına gelmektedir.
- Blok zinciri teknolojisinin yapısı gereği her işlem ciddi bir işlemci gücü gerektirmektedir. Bu sebeple kullanıcılarının elektrik gibi enerji tüketim maliyetlerini arttırmaktadır.

2.3.12. Kripto Paralar/Bitcoin

Bitcoin, ihraç edilmesinin ve güvence sağlanmasının hiçbir kurum tarafından gerçekleştirilmediği kripto para birimlerinden biridir (Sönmez, 2014: 8). Paranın temel özellikleri olan değişim aracı olması, bölünebilir olması, taklit edilemez olması ve değer saklama aracı olması bitcoinin de özellikleri arasındadır. Ancak kripto paranın farklarından biri; bir merkez bankası tarafından kontrol edilmemesi ve basılı bir materyal olmamasıdır. Kripto paraların diğer farkları ise şu şekilde sıralanabilir:

1. Kripto paralar merkezi bir otorite tarafından kontrol edilmez.
2. Tamamen dijitaldir.
3. Kripto paralar karmaşık ürünlerdir.
4. Kullanım alanı sınırlıdır.
6. Kripto paralar sigortalanamaz.

Bitcoin, Kasım 2008 yılında Satoshi Nakamoto isimli bir girişimci tarafından özel bir kesime mail olarak yollanarak tanıtılmıştır. 2009 yılında ise ilk bitcoin yazılımı yayınlanmıştır. Nakamoto'un yazdığı bitcoini tanıttığı makalede; bitcoin para biriminin dijital ortamda herhangi bir finansal kurum olmadan taraflar arasında çevrimiçi ödeme ve transfer işlemlerin mümkün kılındığı yapı olarak tanımlamıştır.

Sistemde paranın el değiştirmesi sırasında paranın sahibi, parayı gönderirken kendi dijital imzasıyla bir önceki işlemin özetini ve bir sonraki sahibin açık anahtarını imzalamakta ve bu imzayı paranın sonuna eklemektedir (Raiborn ve Sivitanides, 2015: 27).

Bitcoin teknolojisi, dünyanın her yerine kolay bir şekilde ağ üzerinden kolayca ödeme ve transfer işlemlerinin merkezi bir kuruluşa gerek duymadan yapılmasını sağlamaktadır. Günlük ticaret hayatında kullanılan diğer ödeme yöntemlerindeki hesap işletim ücreti, kart aidatı gibi maliyetler veya ücretler söz konusu değildir (Sönmez, 2014: 24). Bu sayede bitcoin teknolojisi muadillerine göre masrafları minimuma indirirken, işlem hızını maksimum seviyeye çıkarmaktadır.

Bitcoin ile ticari faaliyetlerin gerçekleşmesinde ve kaydedilmesinde önceki bölümde anlatılan "blok zinciri" teknolojisi kullanılmaktadır.

Blok zincirinde Bitcoin'in transfer süreci şu şekilde gerçekleşmektedir: Alıcı göndericiye adresini gönderir. Gönderici adresi sistemde alıcı olarak kaydeder ve kişisel imzası ile onayladıktan sonra tüm kullanıcılar tarafından görülebilir şekilde sisteme kaydederek gönderme işlemini tamamlar. İşlemlerin tüm kullanıcılar tarafından görülebilmesini sağlayan sistem sayesinde faaliyetler şeffaf bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Aynı bitcoin'in farklı faaliyetlerde kullanılmasının önüne geçmek için her işlemin bir kopyası tüm kullanıcıların görebileceği şekilde sistemde kayıt altına alınır.

Tablo 11'de dünyadaki bazı ülkelerde gerçekleşen bitcoin ile ilgili faaliyetler gösterilmiştir:

Tablo 11
Farklı Ülkelerdeki Bitcoin Uygulamaları

Kanada	İlk bitcoin ATM'si faaliyete geçmiştir
Çin	Önceleri Bitcoin'in yasal statüsünün bulunmadığını belirtmiştir. Sonraki zamanda ise ulusal dijital para birimini geliştirmeye çalıştıklarını duyurmuşlardır.
Finlandiya	Finlandiya Merkez Bankası bitcoini bir para birimi olarak kabul etmediğini açıklamıştır.
Almanya, Norveç, Kore	Bitcoin'in para tanımına uymadığı açıklanmıştır.
Rusya	Bitcoin faaliyetlerini yasaklanmıştır.
Avustralya	Bitcoin'in diğer para birimleriyle eşdeğer görülmesi için yasa tasarısı hazırlanmıştır.
Türkiye	2016 yılının başından itibaren bitcoin ile TL değişimi yapan bürolar açılmıştır.

Kaynak: Aslantaş Ateş, Burcu, 2016: Kripto Para Birimleri, Bitcoin ve Muhasebesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7(1): 349-366

Bitcoin'in dezavantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Siber saldırıların açık hedefidir.
- Cüzdanlardaki paraların kaybolduğu olaylar gerçekleşmiştir.
- Güvenli bir şifrelemenin oluşturulmadığı durumlarda hackerler tarafından paraların çalınması söz konusu olmaktadır.
- Merkezi bir otoriter kurum olmamasından dolayı mağdurların başvurabileceği kurum ve mahkeme bulunmamaktadır.
- Denetleyici bir kurumun bulunmamasından dolayı kara para aklama, uyuşturucu gibi illegal faaliyetlerde kullanılabilir.

BÖLÜM 3. ENDÜSTRİ 4.0 VE MUHASEBE

Bu bölümde birinci ve ikinci bölümde anlatılmaya çalışılan konular muhasebe mesleği ışığında değerlendirilmeye çalışılmıştır. Öncelikle yeni nesil teknolojilerin muhasebe mesleğine olası etkileri anlatılıp, ardından hayali bir işletmenin tüm süreçleri ve taraflarının oluşturulduğu bir yapı aracılığıyla etki daha özet bir şekilde örneklerle ele alınmıştır.

3.1. Nesnelerin İnterneti (IoT) Ve Muhasebe

Nesnelerin internetinin muhasebede kullanımı finansal muhasebe sürecini kolaylaştırmak için diğer iş süreçleriyle bağlantı ihtiyacından kaynaklanmaktadır (Cao ve Zhu, 2012: 741). IoT aracılığıyla veriler, cihazlar arasında güvenilir bir şekilde aktarılabilir (Mishra vd., 2016: 1332). Koordinasyon, üretim, envanter ve insan kaynakları gibi çeşitli süreçleri analiz etmek ve izlemek için kullanılabilir. IoT kullanımı ile gerçek zamanlı veri üretilebilmekte, finansal tablolarda muhasebeleştirilmesi gereken envanter, stoklar ve diğer faaliyetlerin bilgileri elde edilebilmekte ve raporlanabilmektedir (O'Leary, 2013: 61). Bu teknoloji, manuel olarak kayıt yapan muhasebecilere duyulan ihtiyacın azalmasına ve zaman tasarrufu sağlayarak muhasebecilerin diğer görevlere odaklanmalarına izin verir (Qiu, 2016: 15). Nesnelerin interneti bir insanın ulaşamayacağı bilgilere ulaşabilme ve tespit edemeyeceği bilgileri tespit edebilme imkanı tanır (Alarcon ve Staut, 2017: 3). Nesnelere aracılığıyla toplanan veriler, nesnelerin kullanım ömürleri, bakım zamanları, hurdaya ayrılma zamanı gibi birçok konuda zamanında bilgi sağlayacaktır. Bu sayede işletme açısından bir gider kalemi olan amortisman giderleri azalacak ve muhasebecilerin görevleri arasında olan amortisman hesaplama, kaydetme, raporlama ve değerlendirme işlemleri sistem tarafından otomatik olarak gerçekleştirilebilecektir.

Nesnelerin interneti ile işletmelerde teknoloji uygulamalarının artmasıyla danışmanlık hizmetleri daha fazla önem kazanacaktır (Alarcon ve Staut, 2017: 4). IoT teknolojisinin uygulanması, faaliyetler üzerinde kontrol açısından olumlu etki getirmeyi, aynı zamanda hem muhasebeciler hem de müşteriler için muhasebe sistemine erişimin geliştirilmesini amaçlamaktadır (Mishra vd., 2016: 1355).

IoT ağına yazılım ve sensörler aracılığıyla canlı veya cansız olmasına bakılmaksızın her şey bağlanabilmektedir. Günümüzde bazı şirketler müşterilerinin tüketim

alışkanlıklarını IoT aracılığıyla takip ederek satış potansiyeli daha yüksek ürünlerin üretilmesine karar verebilmektedir. İşletmelerde üretim ve yönetim sürecinde IoT teknolojisi uygulanarak, gereken lojistik destek sağlanmakta ve üretim sürecinde karşılaşılabilecek aksaklıkların önüne geçilmektedir (Erturan ve Ergin, 2017: 20). Nesnelerin interneti ile donatılmış otonom robotlar aracılığıyla, üretim sürecinde ortaya çıkacak hata önceden algılanabilecek ve önlemler alınabilecektir.

IoT ile sürekli iletişim içinde bulunan nesnelere ve sistemden alınan geri bildirimler aracılığıyla hata riski minimum seviyeye inecektir ve kaynaklar etkin kullanımı sağlanacaktır. Bilgiye ulaşım hızlanacak ve bilgilerin görünürlüğü artacağından dolayı işletme faaliyetlerinin şeffaflık seviyesi artacaktır.

IoT yardımıyla; işletmelerin stok kontrol sürecinde insana olan ihtiyacı ortadan kalkacaktır. İşletme varlıkları arasında stoklar genellikle en büyük hesaptır. Stokların fiziki olarak sayılması ve takip edilmesi zaman isteyen ve maliyetli bir süreçtir. Stokların çeşitli olabilmesi nedeniyle hata ve hile olasılığı yüksek bir faaliyettir (Bozkurt, 2006: 308). Stok kontrolünde meydana gelen hata veya hile, işletmelerin finansal tablolarının doğru bir şekilde hazırlanması ve sunulmasını engellemektedir. Nesnelerin interneti aracılığıyla stok kontrolü elektronik, kimyasal veya biyolojik sensörler aracılığıyla anlık olarak, doğru ve kesin bir şekilde gerçekleştirilebilir (Erturan ve Ergin, 2017: 34).

Nesnelerin interneti teknolojisi tedarik zinciri kontrolünde ve takibinde de kullanılmaktadır. Nesnelere elde edilen bilgiler gerçek zamanlı olarak tedarik zincirindeki ilgili kişilere iletilmektedir. Bu sayede ürünlerin ne zaman, nerede olduğuna dair takip sağlanabilecek ve en uygun stok koşulları sunulabilecektir.

IoT sistemi denetim sürecinde de kullanılmaktadır. Nesnelerin internetine dayalı denetimde, denetim yapan taraf işletme faaliyetleri hakkındaki bilgilere anlık olarak ulaşabilmektedir. Bu sayede işletme faaliyetleri bittikten sonra değil, faaliyet esnasında denetleme imkanı elde edilir.

Üretim süreci karmaşık olan işletmelerde çok sayıda mamul ve yarı mamul kullanılması, maliyetlerin hesaplanmasını zorlaştırmakta ve hatalara neden olmaktadır. Maliyet hesaplamada meydana gelecek bu hatalar, stok tutarlarının ve satış maliyetlerinin finansal tablolarda hatalı bir şekilde gösterilmesine neden olacaktır (Erturan ve Ergin, 2017: 27). Nesnelerin interneti aracılığıyla üretimde kullanılan her

makine, mamul, yarı mamul ve her çalışan anlık olarak takip etmek mümkün olacağından maliyetler doğru bir şekilde hesaplanıp, doğru anahtarlarla dağıtılabilecektir.

3.2. Otonom Robotlar Ve Muhasebe

Veri toplama, veri analiz, raporlama ve görselleştirme modern muhasebenin temel fonksiyonlarıdır. Robotik süreç otomasyonu (RPA) insan faaliyetlerine dayanan, manuel muhasebe işleri ve müşteri odaklı süreçleri yürütmenin maliyetini, verimliliğini ve kalitesini dönüştürmeyi vaat etmektedir. Robotik Muhasebe veya Robotik Süreç Otomasyonu (RPA), insanların faaliyetlerini taklit ederek işletmelerin muhasebe faaliyetlerinde sanal işgücü kullanmalarını sağlayan yazılımdır.

Akıllı robotların kendi durumunu takip edebiliyor olmaları, önleyici bakım konusunda gerekli olan bilgilerin elde edilmesini sağlar. Bu sayede zamanında gerçekleştirilen bakım çalışmalarıyla makine kullanım ömrü uzamakta, amortisman maliyetleri azalmakta ve üretim kesintiye uğramamaktadır.

Otonom robotlar yeni üretim modellerinin ve ilkelerinin oluşturulmasına imkan vermektedir. Bu imkanın temelinde robotların sahip olduğu esneklik özelliği yatmaktadır. Esneklik kavramı, üretim hattında hızlı ürün değiştirebilme, aynı hatta birden fazla ürün üretebilme gibi farklı anlamlara gelebilmektedir (Wang vd., 2016: 47). Robotik süreç otomasyonu (RPA), muhasebe ve finans alanları için gittikçe daha faydalı ve kullanışlı bir hal almıştır. RPA, finansal hizmetleri yeniden yapılandırmaya yardımcı olmakta ve bu süreci olduğu gibi otomatikleştirerek işletmelere açık bir avantaj sağlamaktadır. RPA; alacak hesapları, faturalar, tahsilat gibi verilerin operasyonel muhasebede etkili bir şekilde kaydedilmesine yardımcı olur. Bu sistem günlük milyonlarca veri girişi gibi sıradan faaliyetleri operatör veya herhangi bir insan gerekmeden 24 saat boyunca aktif bir şekilde ve insani hata riskini minimize ederek muhasebe faaliyetlerine yardımcı olur. Bununla birlikte, finansal raporlama, bütçeleme, planlama, tahmin ve diğer bütçe faaliyetlerini de otonom robotlar aracılığıyla gerçekleştirilebilmektedir. RPA işletme maliyetlerini minimum, üretkenliği maksimum ve zamanlamayı optimum seviyede tutar.

Finans ve Muhasebe Hizmetlerinde Robotik süreç otomasyonuna sahip olmanın birkaç önemli nedeni şu şekilde sıralanabilir:

- 1. Etkin maliyet:** Ofis kaynaklarına olan ihtiyacı ortadan kaldırarak manuel ofislerin maliyetini önemli ölçüde azaltır.
- 2. Verimlilik artışı:** İş saati sınırlaması yoktur; 365 gün 7/24 çalışabilir. Aynı zamanda müşteri ile ilişkileri geliştirir ve daha fazla hizmet sağlar. Bunları gerçekleştirirken daha az kaynak tüketerek daha verimli bir sistem sağlar.
- 3. Performans:** Bir yazılım robotunun performansı bir insana göre daha iyidir, çünkü hatasız ve görevleri çok daha hızlı bir sürede yapma becerisine sahiptir.
- 4. Azaltılmış hata oranı:** Finans ve muhasebe otomasyonu süreçte ortaya çıkabilecek insan hatalarını azaltabilir veya ortadan kaldırabilir.
- 5. Kontrol:** İşletme içinde bazı süreçlerin otomatikleştirilmesi; prosedürlerin daha iyi uygulanmasına, süreçlerin otomatik olarak takip edilmesine, sürekli kontrole ve daha hızlı raporlamaya imkan tanır.

Robotik süreç otomasyonu mevcut denetim uygulamasında önemli değişikliklere neden olacaktır. Gelir denetimleri, mutabakatları ve analitik prosedürleri gibi kurallara dayalı işlevler yazılım robotları tarafından otomatik hale getirilebilir.

Robotik süreç otomasyonu toplam satışları hesaplayabilir ve bunu ortalama bakiye ile karşılaştırabilir. RPA mevcut ve önceki yıl listelerinden elde edilen toplam gelir miktarının maddi olarak farkını hesaplar ve bu farkın önemlilik eşiğini aşması durumunda yöneticiye iletilmesi için uyarı mesajı oluşturur.

Robotik süreç otomasyonu satışların, satış siparişlerinin ve gönderim belgelerinin fiyatını ve miktarını hesaplamak için kullanılabilir. Denetçiler bu prosedürleri otomatikleştirerek, denetim kalitesini doğal olarak arttıracak daha fazla katma değerli faaliyetlere vakit ayırabileceklerdir.

Denetim testlerini kural tabanlı fonksiyonlar olarak programlamak, bu testlerin otomatik olarak yürütülmesini sağlayacaktır. Denetim testleri programlandıktan sonra denetçi verileri almak ve okumak, performansa dayalı denetim testleri yapmak ve bir denetimin sonuçlarını denetim çalışma kâğıdına aktarmak için RPA tabanlı denetim testlerini tek tuş ile gerçekleştirebilecektir (<https://www.cpajournal.com>, 2018).

3.3. Büyük Veri Ve Muhasebe

Maliyet ve Yönetim Muhasebesi Üzerindeki Etkisi: Büyük veri aracılığıyla finansal bilgilere anlık olarak erişilebilmekte ve bu bilgiler kullanıcılara hızlı bir şekilde

ulaştırılabilmektedir. Büyük veri bilgilerin elde edilmesi ve iletilmesi konusunda maliyetleri düşürecek, alınacak kararların etkinliği ve yönetim performansını arttıracaktır (Ke ve Shi, 2014: 80). Büyük veri aracılığıyla karar mekanizmasında değişiklik anlık olarak yapılabilecek ve kararların işletme faaliyetlerine etkisi kolay ve hızlı bir şekilde takip edilebilecektir.

Büyük veri, yöneticilerin ihtiyaç duyduğu işgören performansının ölçümü konusunda da yardımcı olmaktadır. Müşterilerden elde edilecek geri bildirimler, faaliyet verileri, sektörel değişiklikler büyük veri aracılığıyla bir araya getirilerek analiz için uygun bir zemin hazırlayabilir. Büyük veri analizleri aracılığıyla gerçekleştirilen faaliyetler zamanın ve kaynakların verimli kullanılmasını sağlayacak yeteneğe sahiptir (Tuan ve Memiş, 2007: 13).

Finansal Muhasebe Üzerindeki Etkisi: Geleneksel olarak manuel olarak kayıt altına alınan finansal bilgiler, gelişen teknolojiler aracılığıyla otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Büyük veri aracılığıyla geleneksel kaynaklardan elde edilen finansal bilgilere ek olarak video, resim ve metinler gibi elektronik ortamdaki bilgilerde kullanılabilir (Warren vd., 2015: 402).

Büyük veri ile elde edilen veriler ve bu verilerin kaydedildiği muhasebe bilgi sisteminin entegre olması, faaliyetlerle muhasebe girişlerinin eş zamanlı olmasını sağlamaktadır. Bu sayede, kıymetli evrak takibi, alacak yönetimi, stok kontrolü, satışlara ve yatırımlara yönelik analizler entegre bir sistem içinde gerçekleştirilebilmektedir (Önal, 1999: 191). Bu gelişmeler ışığında muhasebe meslek mensupları finansal muhasebe faaliyetlerinden ziyade denetim ve danışmanlık faaliyetlerini gerçekleştirmekten sorumlu olacaklardır (Sledgianowski, 2017: 4).

Bütçeleme Faaliyetleri Üzerindeki Etkisi: Bütçeleme faaliyetleri, planlama ve kontrol mekanizmalarına katkı sağlaması sebebiyle yönetimle direkt alakalı bir süreçtir. İşletmelerin faaliyet döneminde elde ettiği veriler doğrultusunda yapılacak değişiklikler veya alternatifler arasında yapılacak seçimler açısından verilerin doğruluğu, hacmi ve analiz edilebilirliği oldukça önemlidir. Bu noktada bütçeleme faaliyetlerinin doğruluğunu, tutarlılığını ve etkinliğini arttırmak için yöneticilere ve finansal rapor hazırlayıcılarına sağlıklı veriler sağlayamaya büyük veri analizleri yardımcı olacaktır (Yılmaz vd., 2017: 87).

Denetim alanındaki etkileri

Büyük veri analizinin denetimde kullanımı denetim görevlerinin etkinliğini arttırmaktadır. Büyük veri analizi, otomatikleştirilmiş veri toplanmasını mümkün kılarak, müşteriler tarafından sağlanan verilere olan bağımlılığı azaltıp denetim verilerinin güvenilirliğini ve uygunluğunu güçlendirir. Büyük verinin denetimde kullanılması, denetçilerin veri kaynaklarını ve formatlarını geleneksel denetimlerde mevcut olmayan diğer denetim kanıtlarını (örneğin; GPS konumları, ses ve video dosyaları) kullanılabileceği anlamına gelmektedir. Büyük veri analizinin kullanımı sadece denetim kanıtlarının kalitesini artırmakla kalmaz aynı zamanda teknolojik ilerlemeler sayesinde geleneksel denetim yaklaşımlarına göre daha düşük maliyetli ve şeffaf olmalarına olanak tanır (Yoon vd., 2015: 14).

Denetçilerin ele alması gereken verilerin miktarı ve çeşitliliği yıllar içinde önemli ölçüde artmıştır (Brown-Liburd vd, 2015: 36). Denetçiler genellikle zamanlarını denetim sürecine çok az katma değer yaratan görevlerde harcarlar. Algoritmalar ve diğer büyük veri analizi araçları dahil olmak üzere teknolojik çözümler, manuel analiz için harcanan süreyi azaltabilir ve denetçilerin zamanlarını daha profesyonel analizler için ayırmalarına olanak tanır. Denetim sürecindeki büyük veri analizinin kullanılması, denetimin kapsamını genişletmek ve kontrollerin etkinliğine ve işlemlerin doğruluğuna ilişkin daha fazla güvence sağlamak ve aynı zamanda denetim maliyetlerini, kaynaklarını ve harcanan zamanı önemli ölçüde azaltmak için kullanılmaktadır (Dai ve Vasarhelyi, 2016: 8).

Büyük veri analizi tekniklerinin kullanımı ile anomalilerin ve istisnaların daha doğru tanımlanması, hata ve gözden kaçan unsurların sayısının önemli ölçüde azaltılması sağlanmaktadır (Issa ve Kogan, 2013: 74).

Finansal tabloların denetiminde büyük veri analizinin kullanılması, denetçinin uygun profesyonel muhakeme ve mesleki şüphecilik uygulama gereğini ortadan kaldırmayacaktır. Bu, denetçilerin denetlenen kurum ve çevresi hakkında kapsamlı bir anlayışa sahip olmaları gerektiği anlamına gelmektedir.

Büyük veri teknolojisinin denetime avantajının yanı sıra bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Çeşitli veri kaynakları ve bunların bazen yapılandırılmamış olması denetçiler için ek zorluklar yaratmaktadır. Bu nedenle veri kaynaklı riskler, yeni veri

odaklı iş ortamında karşılaşılması beklenen en belirgin risk grubudur (Zhang vd., 2015: 474).

Diğer teknik ve kavramsal verilerle ilgili riskler arasında, büyüklükleri ve hacimleri nedeniyle verileri depolamak ve işlemek için yeterli altyapıya sahip olmayan denetçilerle ilgili kaygılar ve denetlenen kuruluşun talep edilen tüm verileri sağlamaya isteksiz olması riski bulunmaktadır (IAASB, 2016).

Bir denetim firmasının büyük veri analizinin kullanımıyla marka imajını korumak ve rekabet avantajını sağlamak için müşterilerden aldığı verilerin güvenliğini ve gizliliğini koruması son derece önemlidir (Zhang vd., 2015: 474). Büyük veri analizi, müşterilerin genellikle denetçiler tarafından sağlanan dışındaki kamuya açık olmayan bilgileri talep etmesi, verilerin gizliliğinde daha da büyük bir endişe kaynağı oluşturur. (Cao vd., 2015: 425).

Meslek Mensupları

Büyük Veri teknolojisinin etkili bir şekilde yönetimi, bu konuda gerekli teknik yetenekleri olan kişilere ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır. ACCA'nın konuyla ilgili yaptığı araştırmaya göre, gelecek 10 yıl içinde muhasebe mensuplarının, büyük veriyi dahil oldukları işletmelerde avantaja dönüştürebilmeleri için şu konulara dikkat etmeleri gerekmektedir (ACCA ve IMA 2013, 15):

i) Veri değerlendirme yöntemleri geliştirmek, verilerin kontrolünü sağlamak ve işletme faaliyetleri ile entegre etmek.

ii) Karar Almada Büyük Veriyi Kullanmak: Verilerdeki anormallikleri, risk, hata ve hile faktörlerini algılama becerisi, yeni veri kaynakları tespit edebilme yetenekleri muhasebe mensuplarında bulunması gereken temel yetenekler arasında sayılmaktadır (Ciğer vd, 2017: 249).

iii) Büyük Veriyi Risk Yönetiminde Kullanmak

Bu açıklamalar doğrultusunda büyük verinin muhasebe mesleği için yaratacağı avantaj ve dezavantajlar Tablo 12'de özet bir şekilde gösterilmiştir (ACCA ve IMA 2013: 23).

Tablo 12**Büyük Verinin Muhasebe Mesleği İçin Avantaj Ve Dezavantajları**

ALAN	FIRSATLAR	TEHDİTLER
Veri Kaynaklarının Değerlemesi	<ol style="list-style-type: none">1. Değerleme yöntemlerinin geliştirilmesi yoluyla şirketlerin veri kaynaklarını değerlemelerine yardımcı olması2. Yönetim ve kalite kontrolü yoluyla verilerin değerini arttırması	<ol style="list-style-type: none">1. Yeni veriler kullanılabilir olduğunda, Big Datanın değerinin hızlı bir şekilde azalması,2. Verinin değerinin kullanıma göre değişmesi3. Yasal düzenlemelerle ilgili gelecekteki belirsizlikler4. Küresel yönetim ve gizlilik haklarına ilişkin belirsizlikler
Karar Almada Big Data'nın Kullanımı	<ol style="list-style-type: none">1. Big Datanın gerçek zamanlı ve daha spesifik karar alma imkanı sunması2. Big Datanın, işletmenin paydaşları ile paylaşacağı bilgiler için diğer departmanlar ile ortak çalışma imkanı sunması	<ol style="list-style-type: none">1. Self servis ve otomasyonun, standart iç raporlamaya duyulan ihtiyacı azaltması2. Kültürel engellerin kurumlar arasında veri paylaşımını engellemesi
Risk Yönetiminde Big Datanın Kullanımı	<ol style="list-style-type: none">1. Big Datanın büyük resmini görmek için, risk tahmininde kullanılan veri kaynaklarını genişletmesi2. Big Datanın, hile tespiti ve adli muhasebe konularında, riskin gerçek zamanlı olarak tespit edilmesini sağlaması3. Yeni pazarlar ve ürünler için uzun vadeli yatırım fırsatlarının riskini test etmek için tahmini analitik yöntemlerinin kullanılması	<ol style="list-style-type: none">1. Riskin belirlenmesi için Big Data analitiği ve farklı veri kaynaklarının kullanımında, korelasyon ve nedenselliğin karıştırılabilir olması,2. Tahmin edici analitik tekniklerin kullanımı, bütçeleme ve yatırım getirisi hesaplamasında, farklı sonuçlara ulaşılmasına neden olması

3.4. Veri Madenciliği Ve Muhasebe

Büyük hacimli verilerin analiz edilmesi ve olağan dışı faaliyetlerin tespit edilmesi amacıyla kullanılan veri madenciliği yöntemi sağlık, finans, iletişim, perakende gibi sektörlerin yanı sıra muhasebe ve denetim alanında da uygulanmaktadır (Ata ve Seyrek, 2009: 161). Veri madenciliği aracılığıyla gerçekleştirilen muhasebe defter denetimleri diğer yöntemlere kıyasla daha az hata payı içermektedir (Ulucan vd., 2009: 72).

Veri Madenciliği, muhasebe bilgi sisteminde verilerin toplanması, sınıflandırılması ve bilgi üretimi sağlayarak karar verme süreçlerini geliştiren bir teknolojidir (Rahman,

2008: 23). Mevcut verilerde gözle görülmeyen ve geleneksel raporlama yöntemleriyle ortaya çıkarılmayacak veya gözden kaçabilecek anormalliklerin ortaya çıkarılmasına yardımcı olur. Bu sayede işletmelerde performans artışı sağlar ve riskleri azaltır.

Muhasebede veri madenciliği şu alanlarda kullanılabilir (Birant vd., 2010: 7):

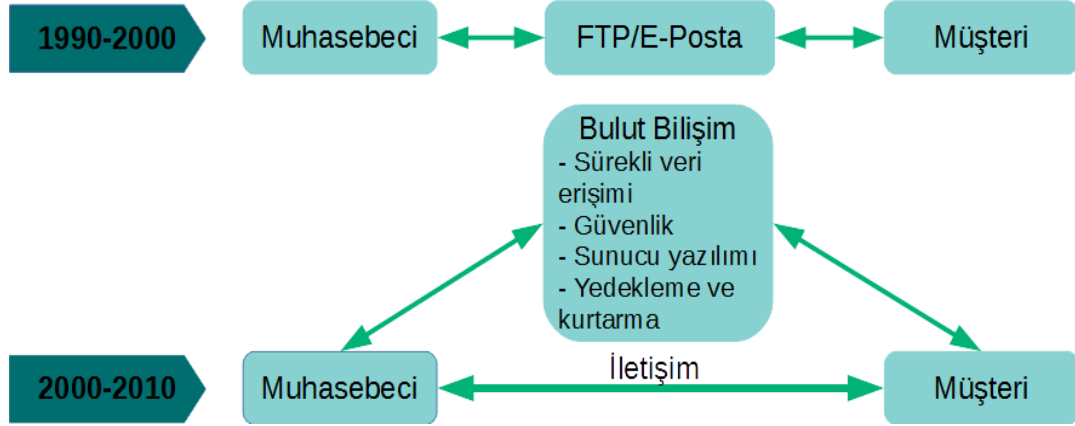
- Müşterilerin satın alma eğilimleri bölgesel ve dönemsel olarak tespit edilebilir,
- Farklı bölgelerdeki satış bayileri için farklı eğilimler tespit edilerek bayi bazında stok politikası geliştirilebilir,
- Müşterilerden alınan geri bildirimler aracılığıyla müşteri memnuniyeti artırılır,
- Borçluların ödeme yapıları belirlenebilir,
- Bayiiler büyüklük, müşteri sayısı ve yıllık ciro gibi veriler doğrultusunda sınıflandırılabilir,
- Müşteriler talep ettikleri ürün grubu, ödeme karakteristiği, yaş, cinsiyet ve gelir durumuna göre sınıflandırılabilir,
- Kredi ve sigorta faaliyetlerinde riskler belirlenebilir,
- Üretilcek ürünlerin piyasadaki satış miktar ve fiyatları tahmin edilebilir,
- Üretilmesine karar verilen yeni ürünlerin satış tahminlerini yapılabilir,
- Hangi ürünün hangi bölgede satılma olasılığının yüksek olduğu tespit edilebilir,
- Müşterilerin risk sınıfları belirlenebilir,
- Kredi yolsuzlukları tespit edilebilir,
- Anormal satışlar, anormal siparişler ve anormal iptal işlemleri tespit edilebilir.

Sonuç olarak veri madenciliği muhasebe bilgi sistemiyle entegre edilerek standart raporlamaların yanı sıra öngörülmesi zor olan olayların tahminini kolaylaştırarak bilgi kullanıcılarına sunulur (Rahman, 2008: 2). Bu sayede veri madenciliği, problemlerin çözümü, analiz etme, planlama, algılama, entegrasyon, tahmin etme ve önleme gibi faaliyetlerde alternatif yöntemler sağlamaktadır (Hedelin ve Allwood, 2002: 125).

3.5. Bulut Bilişim Ve Muhasebe

Bulut teknolojisinin muhasebe faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi için kullanılmasıyla bulut muhasebesi kavramı ortaya çıkmıştır. Bulut muhasebesinin literatürde tam olarak bir açıklaması olmamakla birlikte, konu daha çok işletmelere ve muhasebe mensuplarına sağladığı avantajlar doğrultusunda ele alınmaktadır. Bulut muhasebesi

aracılığıyla işletmelerin muhasebe departmanlarında gün geçtikçe karmaşıklaşan ve sayısı artan işlemler için ihtiyaç duyulan personel sayısı azalmaktadır (Dimitriu ve Matei, 2014: 842).



Şekil 33: Bulut Muhasebesinde İletişim

Kaynak: Phillips B.A, “How cloud computing will change accounting forever”, <http://accountantsone.com/jobseekers/CloudComputing.pdf>, 5-6

Pyke (2009: 47), bulut bilişimini internete bağlanabilen bir cihaz aracılığıyla her yerden ve her zaman erişim imkanı olan soyut hizmetler bütünü olarak tanımlamıştır. İşletmelerin faaliyetlerine daha iyi odaklanmalarına ve işletmelerin performanslarını arttırmalarına yardımcı olan bulut bilişim teknolojileri genellikle dış kaynaklar aracılığıyla kullanılması tercih edilmektedir.

Bulut bilişim teknolojisinin dış kaynak alımı yoluyla kullanmak, maliyetleri azaltmaktadır. Bu sebeple işletmeler bulut teknolojisine geçerek ağ yönetimi, donanım ve yazılım kaynaklarından kaynaklanan maliyetleri düşürmektedir. Muhasebe faaliyetlerinin de bulut bilişim teknolojisine geçmeleri maliyet tasarrufu sağlamaktadır (Christauskas ve Miseviciene, 2012: 16).

Geleneksel muhasebe yazılımları ile bulut muhasebesinin karşılaştırılması Tablo 13’te özet olarak gösterilmiştir.

Tablo 13
Geleneksel Muhasebe ile Bulut Tabanlı Muhasebe Karşılaştırması

Geleneksel Muhasebe Yazılımlar	Bulut Tabanlı Muhasebe Sistemleri
Yazılımın sahibi şirketin kendisidir	Şirket yazılımın kiracısıdır
Sistemin bulunacağı yere şirket karar verir	Sistem bulut içindedir
Donanım ve yazılımları şirket karşılar	Donanım ve yazılımlar bulut sistemi içerisinde
Bakım maliyetleri şirket tarafından karşılanır	Bakım maliyeti bulut hizmeti sağlayıcıları tarafından karşılanır
Kullanıcı sayısı lisansla kısıtlıdır	Kullanıcı sayısı sınırsızdır
Veriler el ile girilir	Veriler otomatik girilir
Sisteme uzaktan erişim imkanı yoktur	Sisteme uzaktan erişim imkanı vardır
Kurulum ve güncelleme el ile gerçekleşir	Kurulum ve güncelleme uzaktan erişim ile gerçekleşir
İş yeri dışında bağımsız olarak çalışılmaz	İş yeri dışında bağımsız olarak çalışılabilir
Yedekleme yerel terminalde gerçekleşir	Yedekleme bulut bilişim sisteminde ve yerel terminalde gerçekleşir
Mevzuat değişiklikleri bireysel olarak takip edilir	Mevzuat değişiklikleri bulut bilişim sisteminden takip edilir
Beyannameler elle doldurulur ve gönderilir	Beyannameler otomatik olarak doldurulur ve gönderilir
İşlemlerde zaman kayıpları yaşanır	İşlemlerde zaman tasarrufu sağlar
Faturaların ve diğer resmi belgeler elle doldurulur ve gönderilir	Faturalar ve diğer resmi belgeler otomatik ve web tabanlı olarak doldurulur ve gönderilir
İşletme yöneticilerinin finansal verilere istedikleri an uzaktan erişimi mümkün değildir	İşletme yöneticilerinin finansal verilere istedikleri an uzaktan erişimi mümkündür
Mali müşavirlerde müşteri işletmeler ile sürekli bir iletişim yoktur	Mali müşavirlerde müşteri işletmeler ile sürekli web tabanlı iletişim vardır

Kaynak: Elitaş, C. ve Özdemir, S. (2014), “Bulut Bilişim ve Muhasebede Kullanımı”, Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi (MÖDAV), Cilt: 16, Sayı: 2, ss. 100.

Muhasebenin bulut teknolojisine doğru ilerlemesinin durdurulamayacağı kabul edilirken, muhasebecilerin yeni teknolojiye geçmekte zorluk yaşadığı ve yavaş olduğu belirtilmektedir. Her yeni teknolojiye olduğu gibi, insanları yeni trendlere yatırım yapmaktan kaçınmalarına neden olan pek çok endişe vardır. Muhasebe meslek mensuplarının bulut bilişim hakkındaki görüşlerini araştırmak için Wolters Kluwer firması, 1.018 küçük işletme sahibi ve 212 muhasebeciyle bulut muhasebesi üzerine bir anket gerçekleştirdi.

Tablo 14’te, anket sonuçları doğrultusunda muhasebecilerin bulut bilişimini neden benimsemedikleri konusundaki en önemli endişeleri ortaya koymaktadır (Flaherty, 2018: 8).

Tablo 14
Muhasebecilerin Bulut Bilişimi Benimsememe Nedenleri

Çalışan bir sisteme sahip olmak	% 37
Güvenlik endişesi	% 31
İncelemek için yeterli vakte sahip olmamak	% 29
Mevcut olana aşına olmamak	% 25
Fikir sahibi olmamak	% 16
Müşterilerinin bulut bilişim hakkındaki endişesi	% 12
Katlanılan maliyete değmeyeceği düşüncesi	% 12
Fayda görmemek	% 6
Diğerleri	% 5

Kaynak: Cloud Computing: A Matter of Survival for the Accounting Industry. (2013, April). Retrieved October 23, 2017, from <https://www.cch.com.au/DocLibrary/CCH-Research-2013-Cloud-computing-a-matter-of-survival-for-the-accounting-industry.pdf>

3.5.1. Bulut Tabanlı Muhasebe Yazılımlarının Avantajları

Bulut tabanlı muhasebe yazılımlarının avantajlarını şu şekilde sıralanabilir (Ionescu vd., 2013: 427):

- 1. Güvenlik:** Bulut bilişim teknolojisi aracılığıyla güvenlik seviyesi bulut sistemi sağlayıcısının verdiği teminatla daha da artacaktır. Servis sağlayıcısı aracılığıyla temin edilen güvenlik, işletmeler için muhasebe uygulamalarının güvenliği amacıyla harcanan zaman ve maliyetleri azaltmaktadır. Bulut bilişim teknolojisi kullanılarak verilerin başka bir alt yapıda yedeklenmesi, işletmenin karşılaşacağı doğal afet gibi olumsuz olaylar karşısında verilerin kaybolmasının önüne geçilmektedir.
- 2. Adaptasyon:** Bulut bilişim teknolojisinde güncelleme işlemleri işletmeler için basit ve sık sık olmaktadır. Bu sayede işletmelerin gelişmelere olan adaptasyonunu kolaylaştırmaktadır. Muhasebe ve iç kontrol standartlarına uyumu kolaylaştırmaktadır.
- 3. Yönetim Kolaylığı:** Muhasebe faaliyetlerinin gerçekleştirildiği işletim sistemi ve yazılımlarının bulut sistemine entegre edilmesi faaliyetlerin yönetilmesini kolaylaştırmakta ve hızlandırmaktadır.

4. **Erişim Kolaylığı:** Muhasebe uygulamalarının bulut bilişim aracılığıyla gerçekleştirilmesi muhasebe bilgilerine herhangi bir yerden ve herhangi bir zamanda müdahale edilmesini ve ulaşılmasını sağlamaktadır.
5. **Deneme Süresi:** Bulut bilişim teknolojisinin muhasebe uygulamalarına sağladığı deneme fırsatı ile işletmeler uygulamayı test edebilmekte ve kendi işletmeleri için uygunluğunu kontrol edebilmektedirler.
6. **Kişiselleştirme:** Bulut bilişim sisteminde gerçekleştirilen işlemler için uygulama işletmelerin ihtiyaçları doğrultusunda değiştirilebilmektedir.
7. **Paylaşım ve İşbirliği:** Bulut bilişim, işletmeler arasındaki işbirliğini ve bilgi paylaşım seviyesini arttırmaktadır.
8. **Düşük Maliyet:** Bulut bilişimin muhasebe uygulamalarında kullanılması işletme maliyetlerini düşürmektedir.
9. **Esneklik ve Verimlilik:** Bulut bilişim sistemi kullanıcıların talepleri doğrultusunda kapasite değişikliği yapılmasına imkan vermektedir ve verimlilik artışı sağlamaktadır.
10. **Sabit Yatırım Maliyetinin Olmaması:** Bulut bilişim sistemi kullanımı kadar ödeme imkanı ve ne kadar ödeneceğinin belli olmasıyla sabit yatırım maliyetlerini azaltır, bu sayede küçük işletmelerin rekabet avantajı elde etmelerini sağlar.
11. **Raporlama:** Finansal raporlama standartlarına uyumlu alt yapı sunması sayesinde kolayca raporlama yapılmasını sağlamaktadır. Bulut muhasebesi gerçek zamanlı bilgi üretimi ve paylaşımı yönüyle anlık raporlamaya imkan vermektedir.

3.5.2. Bulut Tabanlı Muhasebe Yazılımlarının Dezavantajları

Bulut tabanlı muhasebe yazılımlarının riskleri şu şekilde sıralanabilir (Ionescu vd., 2013: 76):

- Bulut bilişim teknolojisinde verilerin güvenliği ve gizliliği konusunda sorunlar ortaya çıkabilmektedir.
- Bulut bilişim sistemine erişebilmek için internet bağlantısı gerekmektedir. Bu durum muhasebe işlemlerinin gerçekleştirilmesi, yönetilmesi ve yedeklenebilmesi için internete olan bağımlılığı arttırmaktadır.

- Bulut bilişim hizmet sağlayıcılarının veri merkezlerinin farklı ülkelerde olması hizmet sunarken farklı yasal düzenlemelere uyum sağlamalarını gerektirdiğinden ve bu konuda bir standart olmadığından dolayı sorunlara neden olmaktadır.
- Sistemin maruz kalacağı siber saldırıların sonucu verilere erişememe veya verileri kaybetme gibi riskler barındırmaktadır.
- Bulut bilişim kullanıcısı ile servis sunucusu arasında imzalanan sözleşmeden doğan sorumlulukların servis sunucusu tarafından yerine getirilmemesi durumunda ne yapılacağı konusunda yasal boşluklar bulunmaktadır.

3.6. Yapay Zeka Ve Muhasebe

Yapay zeka sistemi iyi yapılandırılmışsa, genellikle bulunması zor olan muhasebe hatalarını ortadan kaldırılabılır ve böylece muhasebecilerin ve denetçilerin sorumluluğunu azaltabilir ve daha fazla danışmanlık rolü üstlenmelerini sağlayabilir.

Boston Consulting Group tarafından 2017 yılında 3.000 kişiye uygulanan araştırmaya göre, katılımcıların %83'ü yapay zekayı iş ve strateji için bir öncelik olarak gördü. %63'ü ise şirketlerinin önümüzdeki beş yıl içinde yapay zekayı kullanarak maliyetleri düşüreceğini düşündüğü ortaya çıktı. Araştırmanın sonuçlarından biri ise yapay zekanın insanların yerine almayacağı, sadece işleri kolaylaştıracağı ve insanların daha az sıradan işlere odaklanma şansı vereceğidir.

Yapay zekanın muhasebeye etkileri şu şekilde sıralanabilir:

- İnsan kaynaklı hata payını minimize edecek ve sınırsız sayılabilecek hesaplama yeteneği sayesinde işleri adeta ışık hızıyla yapabilecek olması nedeniyle öncelikli olarak üretim, ulaşım, haberleşme ve sağlık gibi sektörlerde ve sonrasında (muhasebe dahil) bir çok meslekte kullanılması verim yönünden mantıklı olacaktır.
- Muhasebe gibi rutin bir döngüye dayanan ve aynı işlerin yapıldığı bir meslekte yapay zekanın kullanılması teorik olarak faydalı olacaktır.
- Yapay zeka, vergi zayıatının önüne geçecektir.
- Yapay zeka ile yönetilen muhasebenin yine yapay zeka ile denetlenmesi süreçleri kolaylaştıracaktır.
- Firmalar muhasebeci yükünden kurtulabilir.

- İşletmelerin amaçları doğrultusunda uygulama koydukları iş süreçlerini algılayabilirler,
- Yapay zeka işletme içinde uygulamaya konulan faaliyetlerin amaca ulaşma derecesini ölçebilir,
- Risk yönetimi faaliyetleri ile ilgili yöneticilere bilgi sunabilir (IIA, 2017: 7).

Aşağıdaki tablo 15'te muhasebe denetiminde yapay zeka kullanımının avantajları geleneksel denetim yaklaşımlarıyla karşılaştırılarak gösterilmiştir.

Tablo 15
Geleneksel Denetim ile Yapay Zeka İle Denetim Karşılaştırması

Aşama	Yapay Zeka ile Denetim	Geleneksel Denetim
Planlama Öncesi	<ul style="list-style-type: none"> •Müşterinin organizasyon yapısına, operasyonel yöntemlerine ve muhasebe ve finansal sistemlerine, faaliyet gösterdiği sektöre ve diğer bilgilere ilişkin veriler, yapay zeka aracılığıyla büyük veriden alınır ve analiz edilir, 	<ul style="list-style-type: none"> •Denetçi, müşterinin sektörünü inceler. •Denetçi, müşterinin organizasyon yapısını, operasyonel yöntemlerini, muhasebe ve finansal sistemleri inceler.
Sözleşme	<ul style="list-style-type: none"> •Yapay zeka 1. Aşamadan elde ettiği veriler doğrultusunda, risk seviyesinin tahmin eder, denetim ücretlerini ve süreyi hesaplar. •Yapay zeka sözleşmelerin veritabanını analiz eder ve uygun sözleşmeyi hazırlar. •Denetçi ve müşterilerin sözleşmeyi imzalamaları için gönderir. 	<ul style="list-style-type: none"> •Denetçi tarafından oluşturulan risk tahmininin de içinde bulunduğu sözleşme mektubu oluşturularak imzalanmak üzere denetçi ve müşteriye gönderilir.
İç Kontrolleri Anlama ve Risk Faktörlerini Belirleme	<ul style="list-style-type: none"> •Yapay zeka akış şemalarını, anketleri ve diğer belge ve dökümanları toplayarak analiz eder. Geleneksel denetim kaynaklarının yanı sıra görüntü tanıma, dronlar ile video analizi, akıllı sensörler ve veri madenciliği gibi kaynakları da kullanır. •Risk faktörlerini tanımlamak için görselleştirme yapar. •Yapay zeka, sahtekarlık ve yasa dışı eylemlerin risk faktörlerini tanımlamak için tüm bu verileri toplayarak analiz eder. 	<ul style="list-style-type: none"> •Akış şemaları, anketler ve diğer belgeler toplanarak analiz edilir. •Denetçi risk faktörlerini belirlemek için analizlerin yanı sıra tecrübe ve deneyimlerini kullanır.
Kontrol Risk Değerlendir	<ul style="list-style-type: none"> •Müşterinin iç kontrol sistemi tasarımı ve uygulamasının incelenmesini içerir 	<ul style="list-style-type: none"> •Müşterinin iç kontrol politikaları ve prosedürleri denetçi tarafından incelenir

mesisi	<ul style="list-style-type: none"> •İç kontrol sisteminin sadece doğru bir şekilde tasarlanmasının yanı sıra, doğru şekilde yapılandırılıp doğru bir şekilde uygulandığından emin olmak için süreç madenciliği uygulamaktadır. •Verilerin bütünlüğünü sağlamak ve bu tür denetim kanıtları ile uğraşmayı önlemek için günlükler otomatik olarak oluşturulur 	<ul style="list-style-type: none"> •Her bir özellik için risk değerlendirmesi, kontrol restleri, belge testleri denetçi tarafından gerçekleştirilir.
Önemli Testler	<ul style="list-style-type: none"> •Sürekli veri elde edilmesi sayesinde kanıtların güvenilirliğini artırır. • İşlemlerin bir örneğini periyodik olarak test etmekten ziyade, yapay zeka, verilerin tamamını sürekli olarak inceleyebilir. •Sürekli örüntü tanıma, aykırı durum tespiti, ölçütler ve görselleştirme sağlar 	<ul style="list-style-type: none"> •Periyodik örnekleme tabanlı testler, iç kontrol testlerine ve zamanlamasına bağlıdır. •İşlemlerin bir örneği periyodik olarak belirli zamanlarda test edilir. •Analitik prosedürler denetçiler tarafından gerçekleştirilir.
Kanıtların değerlendirilmesi		<ul style="list-style-type: none"> •Denetçi, toplanan kanıtların yeterliliğini, açıklığını ve kabul edilebilirliğini değerlendirir. •Elde edilen kanıtların değerlendirilmesi sonucunda denetçi daha fazla kanıt toplayabilir veya sözleşmeden çekilebilir.
Denetim raporu	<ul style="list-style-type: none"> •Yapay zeka, belirlenen çeşitli riskleri tahmin etmek için bir tahmin modeli kullanır •Denetim raporu kategorik (olumlu, olumsuz, şartlı görüş bildirme) olarak derecelendirmekten ziyade, sürekli bir değerlendirme notu verilebilir (0-1 arasında derecelendirir). 	<ul style="list-style-type: none"> •Denetçi, rapor hazırlamak için önceki bilgileri özetler •Raporlamayı kategorik olarak: olumlu, olumsuz, şartlı görüş bildirme şeklinde raporlar veya görüş bildirmekten kaçınabilir.

3.7. Blok Zinciri ve Muhasebe

Muhasebe uygulamalarında manipülatif eylemlerin, dolandırıcılığın ve ciddi miktardaki kayıpların olması ve bu durumların yaygınlaşması, yapıdaki güvenlik seviyesini arttıracak bir sistemin varlığına olan ihtiyacı doğurmuştur. Blok zinciri muhasebe alanındaki bu güvenlik açığını kapatabilecek potansiyele sahip bir teknolojidir. Sistemdeki tüm blokların birbirine bağlı olması sistem içindeki tüm işlemlerin

doğrulanmasını ve sistem içinde kaydedilmesini sağlamaktadır. Blok zinciri teknolojisinin sürece katkısı daha iyi ve daha güvenilir bilgi sağlamaktır (Rechtman, 2017: 15).

Blok zinciri sistemindeki tüm veri ve belgeler dijital sisteme yerleştirilmiş olmaktadır (Fanning ve Centers, 2016: 56). Bu teknoloji yapısı gereği, taraflar arasındaki faturaların gönderilmesini kaydeder ve bunların takibini sağlar. Verilerin dijital ortama aktarılması sayesinde faturalama gibi muhasebe sürecindeki tüm işlemler gerçek zamanlı olarak paylaşılır. Tüm verilerin dijitalleştirilmesi sistemin kapsamını genişletir, bilgiye olan güveni artırır ve bilgiye erişimini kolaylaştırır (Fanning ve Centres, 2016: 56). Blok zinciri teknolojisi işlemlerin onaylanma süresini azaltır (Alarcon ve Ng, 2018: 3)

Blok Zinciri teknolojisi ile süreçlerin tutarlı bir şekilde uygulanması, yorumlanması, anlık erişim ve olayların gerçek zamanlı olarak sıralı şekilde kaydedilmesi denetimin etkinliğini ve güvenilirliğini bir adım daha ileriye götürecektir (Digital Asset, 2016: 740). Blok Zinciri sisteminin işleyişi; işlemler sisteme kaydedildikten ve sonraki bloklar tarafından teyit edildikten sonra işlemler defterin daimi bir parçası haline gelir ve blok zinciri ağının tüm katılımcıları tarafından geçerli kabul edilir. Bu yapı denetimdeki makul güvence seviyesini, denetim hızını ve verimliliğini artırır (KPMG, 2016). Blok zinciri teknolojisinin denetim sürecine standardizasyon getirmesiyle denetçilerin finansal tabloları oluşturmasında kullanılan verileri otomatik olarak doğrulamalarına izin vermesi, verilerin güvenliğini arttırmakta ve denetim sürecinin maliyetini ve denetimde harcanan zamanı azaltmaktadır (Deloitte, 2016: 27). Blok zinciri sistemine kaydedilen veriler değiştirilemez ve silinemez yapısı, hata riskini en aza indirmekte ve veriler arası bütünlüğü sağlamaktadır (PwC, 2017: 42).

Blok zincirinin muhasebe alandaki en önemli katkılarından biri, verilerin dijital olarak kaydedilmesini sağlayarak finansal varlıkların ve diğer belgelerin kişiler arasında iletimini sağlayarak anlık olarak görülmesini sağlayan yazılım ile donatılmış olmasıdır. Blok zinciri teknolojisinin bileşenlerinden biri olan dağıtık defter yapısı kolay ve hızlı bir şekilde verilerin finansal tablolara dönüştürülmesini sağlayacak ve dönem sonu raporlama sürecindeki gecikmeleri ortadan kaldıracaktır (Wunsche, 2016: 18).

Anderson'a göre (2016: 3), blok zinciri teknolojisinin kendine has defter yapısı muhasebe uygulamalarını doğrudan etkilemektedir. Muhasebe süreçlerinin blok zinciri

ile entegre edilmesi, faaliyetlerin kaydedilmesinden denetim süreci için bu kayıtların gerçek zamanlı olarak izlenebilirliğe kadar tüm süreçleri kapsamaktadır (Simon vd., 2016: 9).

Wunsche'e göre (2016: 18) blok zinciriyle entegre edilmiş muhasebe uygulamalarında kullanılan hesaplara yönelik alt yapıyı şu şekilde özetlemiştir:

- **Nakit:** Bitcoin gibi dijital paralar nakit akışlarının üçüncü kişilerce doğrulanmasına gerek olmadan açıklanabilecektir.
- **Tahsilat:** Akıllı sözleşmeler aracılığıyla tüm tahsilat ve ödeme işlemleri otomatik olarak sistemde toplanacak ve depolanabilecektir.
- **Stoklar:** Akıllı sözleşmelerdeki varlıkların satışı veya transferi doğrultusunda kaydedilecek ve alıcıların stok yönetim sistemlerinde aktifleştirilebilecektir.
- **Maddi olmayan duran varlıklar:** Akıllı fikri haklar, sözleşmeler aracılığıyla ortaya çıkan mülkiyet hakları ile ilgili uyuşmazlıklar blok zincirindeki tarih damgası sayesinde ortadan kalkacaktır.
- **Sermaye:** Sermaye hesapları blok zinciri üzerinden takip edilebilecek, kolayca erişilebilecek ve gerektiğinde transfer edilebilecektir.
- **Krediler:** Akıllı sözleşmeler ile kredili işlemler dijital olarak kaydedilebilecek ve borçluların yükümlülüklerini yerine getirene kadarki süreç tarihsel olarak gerçek zamanlı olarak takip edilebilecektir.

Eisenberg yaptığı çalışmada blok zinciri teknolojisinin muhasebe mesleğine etkilerini ortaya koymaya çalışmıştır. Eisenberg'in değindiği noktalar ana başlıklar olarak aşağıda gösterilmiştir (Eisenberg, 2018: 4):

1. Etkinliğin Artması: Blok zinciri teknolojisi geleneksel kayıt tutma sürecini değiştirerek, kayıt düzeninde ve raporlamada standart getirecek ve sürecin şeffaflaşmasını sağlayacaktır. Bu sayede finansal verilerin analiz edilmesinde ve yöneticilerin karar verme süreçlerinde etkinliği arttıracaktır (Deloitte Raporu, 2017: 2). Blok zinciri teknolojisiyle muhasebe süreçleri daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilecek ve zamandan tasarruf sağlanacaktır.

2. Hataların Azalması: Blok zincirindeki tüm işlemlerin doğrulanabilir olması ve tüm tarafların işlemleri onaylama gerektirmesi, hem finansal tabloların oluşturulması

sürecindeki hataları ortadan kaldıracak hem de denetim uygulamaları açısından işletmelerin finansal tablolarından doğru ve güvenilir şekilde görüş sunmalarını sağlayacaktır. (Ovenden, 2017: 2).

3. Uzlaşma sürecini kolaylaştırma: Blok zinciri teknolojisinin bileşenlerinden biri olan akıllı sözleşmeler aracılığıyla tarafların sözleşme içeriğini (sözleşme konusu, zamanı ve bedeli) taraflar arasında doğrulama imkânı sağlanmaktadır. (Deloitte Raporu, 2017: 12).

4. Hilelerin Azalması: Blok zincirinin dijital bir defter yapısına sahip olması ve tüm işlemlerin tarih sırasına göre anlık olarak kaydedilmesi işletmeler ve denetçiler için finansal bilgilerdeki anormallikleri fark etmelerini sağlayarak; hilelerin ortadan kalkmasına yardımcı olacaktır.

5. Denetim İhtiyacının Azalması: Blok zinciri teknolojisi ile denetçiler tarafından raporlamaların güvenilirlik seviyesini belirten makul güvence değeri anlamını yitirmekte makul güvence yerine mutlak güvence terimi söz konusu olmaktadır. Blok zinciri aracılığıyla işletmelerin faaliyetlerinin sunulduğu bilgiler, sistem üzerinde otomatik olarak doğrulanmaktadır. Bu durum denetçilerin mesleki rollerinin değişmesine vesile olacaktır. Denetim mesleğinde ortaya çıkabilecek olası roller aşağıdaki gibi sıralanabilir (Deloitte Raporu, 2017: 13).

- **Akıllı Sözleşmelerin Denetlenmesi:** İşletmelerin faaliyet süreçlerini akıllı sözleşmeler aracılığıyla gerçekleştirmeleri sonucunda denetçilerin bu sözleşmelerin gerekli kontrollerini yapmaları gerekecektir.
- **Blok Zincirindeki Ticari Birliklerin Denetimi:** Blok zinciri sisteminde özel bir yapılanmanın veya ticari birliğin oluşması durumunda sürecin etkinliğinin ve güvenilirliğinin tespitinde denetçilere ihtiyaç duyulacaktır.
- **Protokollerin Takibi:** Blok zincirindeki protokollerin takip edilmesi ve tarafların sorumluluklarını yerine getirmelerinin etkin bir şekilde sağlanması denetçilerin yeni sorumlulukları arasında olacaktır.
- **Arabuluculuk Faaliyetleri:** Blok zinciri teknolojisinde karmaşık işletme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi için uzlaşma sağlanmasında denetçilerin görüş ve yardımlarına ihtiyaç duyulacaktır.

3.8. Bitcoin ve Muhasebe

Muhasebenin kripto paralarla yapılan ticari faaliyetlerin güvenilirliğini teyit etme veya sağlama gibi bir görevi yoktur. Ancak muhasebe, işletmelerin kripto paralar kullanılarak gerçekleştirilen ticari faaliyetlerini finansal bilgi kullanıcılarına doğru ve tam bir şekilde sunmakla yükümlüdür. Bu yükümlülük gereği kripto paralar muhasebeciler tarafından kaydedilmelidir (Raiborn ve Sivitanides, 2015: 33).

Ancak muhasebecilerin kripto paraları nasıl kayıt altına alacakları konusunda yasal bir düzenleme bulunmamaktadır. Kripto paraların yabancı para birimi olarak kabul edilmesi en yaygın görüştür. Yabancı para birimi olarak kabul edilmesi durumunda; kripto para ulusal para birimine çevrilerek kayıt altına alınır. Kripto paranın işletme bünyesine girmesiyle 100 Kasa ana hesabının altında “kripto para kasası” şeklinde bir alt hesaba kaydedilmelidir. Kripto paranın elden çıkarılması durumunda hesap, alış değeri ile alacaklandırılır ve kripto paranın elden çıkarıldığı tarihteki satış değeri kurdan hesaplanarak, aradaki fark 646 Kambiyo Karı veya 656 Kambiyo Zararları hesaplarına kaydedilmelidir (Ateş, 2016: 355).

3.9. Genel Bir Bakış

Dördüncü endüstri devrimi, sektörel açıdan ele alındığında konu üretimden ticarete, sağlıktan askeriye kadar birçok sektörü kapsamaktadır. Tüm bu gelişmeler sektörlerdeki değişimlerin yanı sıra iş modellerini, işletme faaliyetlerini ve fonksiyonlarını da etkileyecektir. Bu durum daha öncede belirtildiği gibi muhasebeciler için yeni fırsatları ve zorlukları da beraberinde getirmektedir.

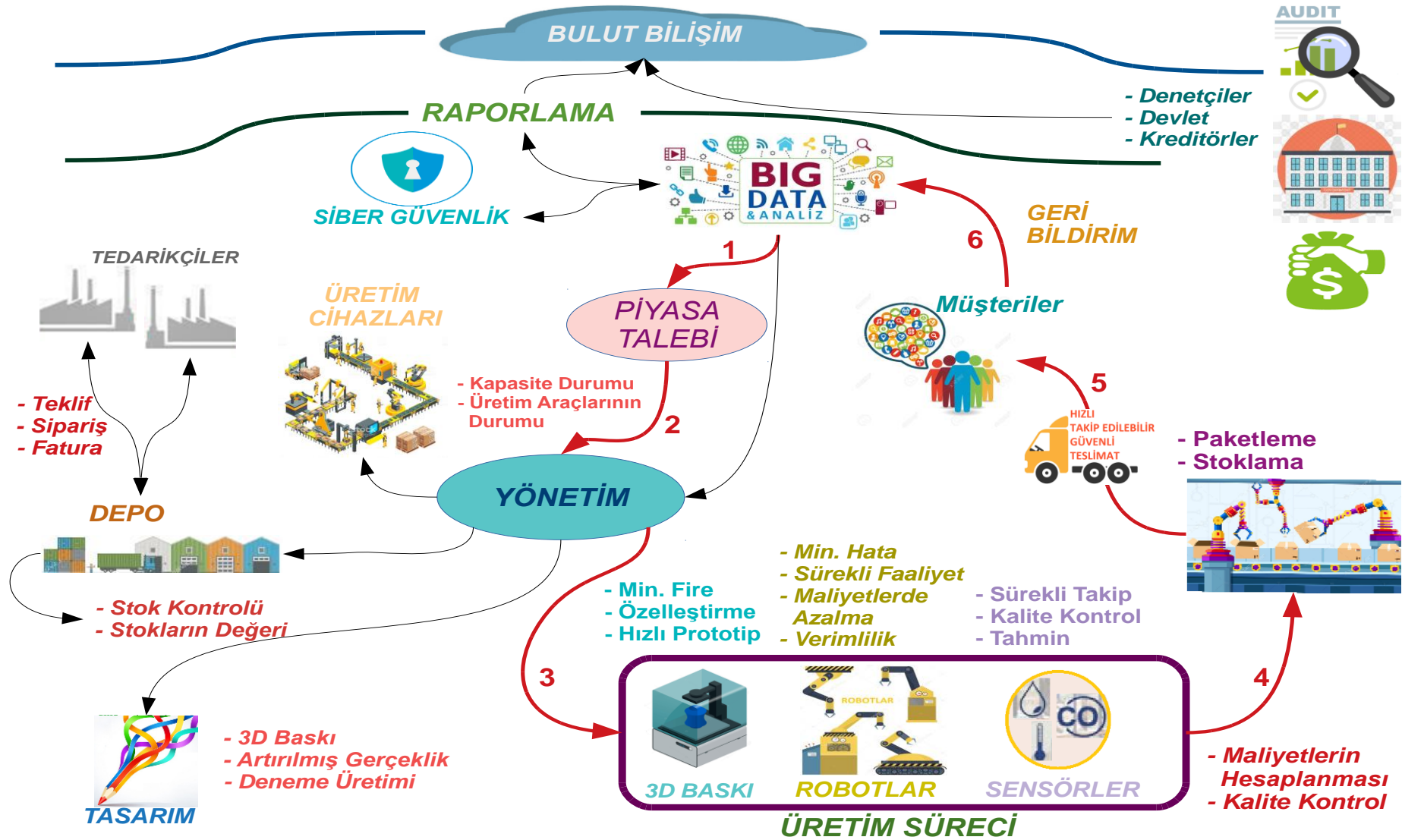
Teknolojik gelişmeler muhasebe mesleği açısından heyecan verici fırsatlar yaratırken, muhasebe mesleği teknolojik gelişmeler sonucu varlığını sürdürebilecek en riskli meslekler listesine girmiştir. Konuyla ilgili 158 ülkede denetim, danışmanlık ve vergi hizmetleri sunan PWC (2017:14) tarafından gerçekleştirilen araştırmaya göre, gelecek yirmi yıl içinde % 97,5 olasılıkla otomatikleştirilebilen faaliyetlerin ortadan kalkma veya yeni nesil teknolojiler aracılığıyla gerçekleştirileceği riski barındırmaktadır. Kayıt, defter tutma gibi rutin muhasebe faaliyetlerinin çoğu otomatik olarak yapılabileceğinden dijital dönüşüm muhasebe mesleğini büyük oranda etkileyeceğini söyleyebiliriz.

Muhasebeciler ilk zamanlarda, işletmelerdeki finansal faaliyetleri manuel olarak fiziki muhasebe defterine kaydetme, sınıflandırma ve bu bilgiler ışığında finansal durum

tabloları düzenlemeden sorumluydular. İlk zamanlar muhasebe departmanının ürettiği bilgilerin kullanıcıların sayısı azdı, finansal raporlamalar bilanço ve gelir tablosuyla sınırlıydı ve sermaye piyasaları gelişmemişti. Dijitalleşme ile birlikte faturanın gelmesi, hammaddenin kabulü, sözleşme fiyatı ile gerçekleşen fiyat arasındaki uyum, nakit hareketlerinin kontrolü, işgörenlerin kontrolü gibi faaliyetler iç kontrol sisteminin sorumluluğudur ve bu sorumluluklar yazılım sistemlerine aktararak tüm bu kontroller sistem tarafından otomatik olarak takip edilmekte ve raporlanmaktadır.

Maliyetleme ve tahminleme gerçek zamanlı veri aracılığıyla gerçekleştirildiğinden daha doğru bir şekilde hesaplanacaktır. Yönetim muhasebesinde karar vermek için veri girişleri ve veri hesaplamaları karar vermeye yönelik olmalıdır. Stratejik yönetim için ihtiyaç duyulan verilerin nasıl olacağı ve toplanacağı sisteme girilmelidir. Muhasebe sisteminden elde edilen veriler ve analizler doğrultusunda işletmelerin stratejik yönetim kararları almasında kullanılacaktır. Stratejik yönetim muhasebesi aracılığıyla hangi makinelerin kullanılacağı, atıl (boş) kapasite durumu, yeni ürünün fiyatını ve maliyetinin belirlenmesi, ne kadar üretileceği ve ne kadar satılacağı, piyasa durumu, karlılık durumu gibi hesapları yapılmalıdır. Stratejik yönetim muhasebesinin bu hesaplamaları yapabilmesi veri üreten bir sistemin varlığına bağlıdır.

Dijital dönüşümün ve bilgi çağında yaşanan teknolojik gelişmelerin bir çoğunu içinde barındıran Endüstri 4.0 kavramını daha somut bir şekilde ortaya koyabilmek için örnek bir işletme/organizasyon modeli oluşturulmuştur. Şimdiye kadar bahsedilen tüm gelişmeler, teknolojiler ve süreçler bu modele entegre edilerek gelişmelerin ve değişimin daha açık bir şekilde örneklerle gösterilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 34: Endüstri 4.0 Sürecine Entegre Olmuş Firma F Faaliyetleri

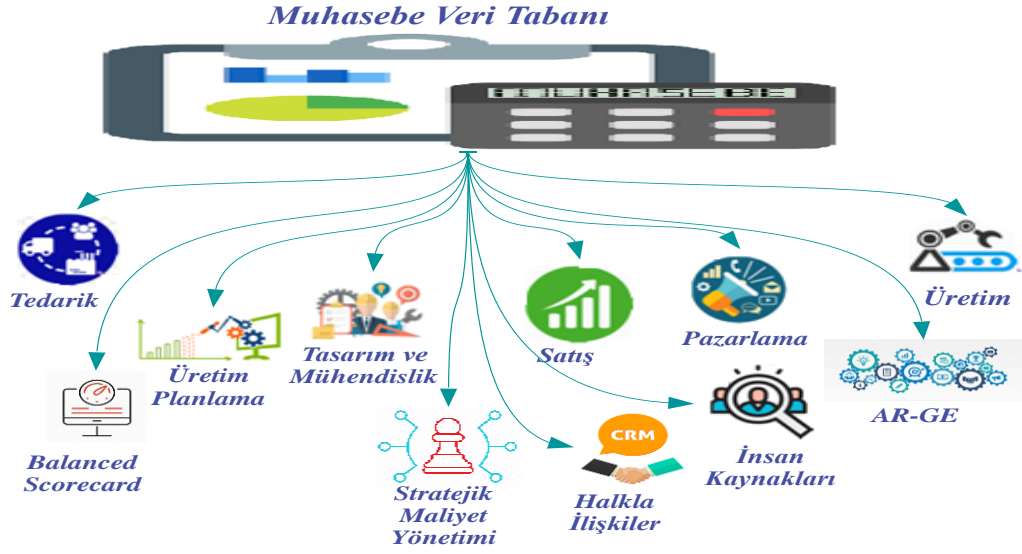
Piyasa talebi

Büyük veri teknoloji aracılığıyla işletmelerin tüm paydaşları ve iş ortakları hakkında veriler bir yerde toplanmaktadır. Önemli olan büyük hacimli ve karmaşık yapıdaki bu verilerden işletme faaliyetleri açısından önem arz kısmı veri analizi yöntemleriyle anlamlı bilgiler elde etmektir. Veri analizi ile anlamlı bilgiler elde etmekten kastedilen verilerin sınıflandırılması, veriler arasındaki korelasyonların ortaya çıkarılması, pazar eğilimleri ve müşteri talepleri gibi işletme için yararlı bilgiler kastedilmektedir. Örneğin; muhasebe açısından ise veri analizi, şüpheli borçların belirlenmesi, hata ve hilenin erkenden tespit edilmesi ve önlem alınması, denetimde verimlilik ve etkinlik artışı, müşterilerin işletme sürecine katkı sağlaması, ileriye dönük hesaplamalar ve tahminler yapmayı kolaylaştırması gibi alanlarda kullanılabilir.

Büyük veriyi kullanarak bir işletme tüketicilerin ve piyasaların taleplerini, beklentilerini, ekonomik durumu, yaşam tarzları gibi birçok veri elde edebilirler. Bu veriler aracılığıyla Şekil 34'te gösterildiği gibi Firma F piyasanın talebi doğrultusunda hangi ürünü üretmesi gerektiği konusunda bilgi elde etmektedir.

Özel müşteri talebi doğrultusunda üretim kararı alan bir işletme de ise, piyasa verileri, geçen sene ne satıldığı, bu sene piyasadaki beklentiler, Pazar fiyatı gibi veriler toplanarak, miktarsal ve fiyatsal olarak bütçeleme yapılır. Fabrikadan ve piyasadaki toplanan verilerle, kapasiteye, geçmiş verilere ve ürünlere göre maliyetler simüle edilerek, maliyetler daha doğru ve öngörülebilir şekilde hesaplanabileceği için teklifler daha gerçekçi olacaktır.

Büyük veri ve veri analiz sistemleri yönetim için sadece piyasa talebini belirleyip, üretim kararı alma sürecinde değil, stratejik kararlar verme sürecinde de yardımcı olmaktadır. Maliyet muhasebesinin temel fonksiyonu işletme bünyesinde üretilen mamul ve hizmetlerin üretiminden müşterilere ulaştırılmasına kadarki tüm süreçlerde işletmenin katlandığı fedakarlıkların parasal değerini gösteren, birim maliyetleri hesaplayan ve bu maliyetlerin kontrolünü sağlamaktır (Akdoğan, 1998: 6). Maliyet muhasebesi çerçevesinde gerçekleşen teknolojik ve üretim sistemlerindeki değişiklikler yeni maliyet yapısının oluşturulmasını gerekli kılmıştır (Yükçü, 2000: 23). Bu nedenle, daha doğru ve güvenilir maliyet verilerinin oluşturulması gerekliliği stratejik maliyet yönetimi yaklaşımının benimsenmesiyle çözülmeye çalışılmıştır.



Şekil 35: Muhasebe ve İşletme Fonksiyonları

Stratejik karar verme sürecinde en önemli girdilerden biri performans ölçümleridir. İşletme içinde gerçekleştirilen faaliyetlerin, işletme içinden elde edilen sonuçlarını tanımlayan sisteme performans ölçümü denilmektedir. Performans ölçümü finansal olan (birim maliyetler, satış gelirleri, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin maliyetleri vb.) ve finansal olmayan (müşteri memnuniyet derecesi, kusurlu parça sayısı, teslimat verileri, işgören sayısı, işgörenlerin moral ve örgütsel bağlılık düzeyleri vb.) ölçümleri içermelidir (Köse, 2004: 156). Dr. William Edwards DEMİNG'in geleneksel performans ölçümleri ile ilgili olarak; "kâra bakarak bir firmayı yönetmek dikiz aynasına bakarak araba kullanmaya benzer. Dikiz aynası nerede olduğunuzu gösterir ancak nereye gittiğinizi göstermez" (Ağca ve Tunçer, 2006:176) sözü finansal verilerin geçmiş döneme ait olmaları sebebiyle eleştirilmesine örnek olarak verilebilir. Finansal verilerin "tarihi" olarak nitelenmesi üzerinden yapılan eleştiriler finansal olmayan ölçülerin ön plana çıkmasına sebep olmaktadır.

Hedef maliyetleme

Stratejik maliyet yönetiminin tekniklerinden biri olan hedef maliyetleme tekniği, müşterilerin ürüne ödemeye hazır olduğu hedef fiyatı belirlemek ve bu veriden geriye doğru giderek tahmini kar payı bırakan ürün maliyetlerini belirlemektir. Hedef maliyetleme; maliyetlerin daha verimli hale getirilmesi, maliyet kesintisinin yapılması

ve maliyetlerin kaydırılması şeklinde sonuçlanabilir (Bayou, 1998: 31). Hedef maliyetleme tekniğinin uygulanmasında değer mühendisliği önem arz etmektedir. Değer mühendisliğinin amacı değer yaratmayan maliyetleri olabildiğince ortadan kaldırmak, değer yaratan maliyetlerin ise ilişkin olduğu unsurların etkinliğini arttırmaktır. Değer mühendisliği sadece üretim maliyetleriyle değil, tüm mamul ömrünün her aşamasındaki maliyetlerin minimizasyonu ile ilgilenen değer yönetimi tekniğidir (Basık, 2012: 264).

Değer mühendisliğinin yöneticilere sağlayacağı katkı üretilen ürünlerin türüne çok bağlıdır. Üretilen ürünlerdeki fonksiyonel değişikliklerin müşteriler için ne anlama geldiği ve müşteri tercihleri konusunda fikir sahibi olmalıdırlar. Günümüzde ürün çeşitliliğinin hızlı bir şekilde artması ve değişmesinden dolayı müşteri tercihleri de hızlı bir şekilde değişmektedir. Yöneticilerin bu değişiklikleri de yakından takip etmeleri gerekmektedir. Bu noktada nesnelerin interneti, bulut bilişim, big data ve veri analizi gibi yeni nesil teknolojiler yöneticilerin stratejik yönetim kararları vermesinde yardımcı olacak ve daha rasyonel kararlar vermelerini sağlayacak müşteri davranışları hakkındaki verileri kolay bir şekilde elde edebileceklerdir.

Hedef maliyet yaklaşımının birinci adımı olan hedef fiyatın belirlenmesi; ürüne müşterilerin algılamalarına göre verdikleri değere dayalı olarak belirlenen satış fiyatının doğru bir şekilde belirlenmesidir (Can, 2004: 11). Hedef fiyatı belirleyen faktörlerden ilki, alıcıların davranışı ve tüketim alışkanlıklarıdır. İkinci faktör ise kalite standardı ve fiyat politikalarını etkileyecek olan rakiplerin davranışlarıdır. Üçüncü faktör ise döviz kuru, enflasyon, sübvansiyon ve hükümet fiyatlandırma politikaları gibi değişkenleri içinde barındıran piyasa koşullarıdır. Hedef faaliyetin belirlenmesinde ve piyasa tutunmada kullanılan bir diğer etken ise vade yapısıdır. Yeni nesil teknolojiler aracılığıyla hedef fiyatın belirlenmesinde etkili olan faktörler hakkındaki verilere anlık olarak, doğru ve kolay bir şekilde erişim sağlanabilecektir.

Hedef maliyetlemenin ikinci aşaması ise, hedef maliyetin belirlenmesidir. Hedef maliyetler teknik ve tasarım özellikleri ile işletme içi faktörler esas alınarak saptanır (Can, 2004: 75). Üretim sürecinin gerektirdiği, malzeme, emek ve kapasite kullanımının gerektirdiği maliyetler esas alınır. Bu hesaplamada, işletmenin kullandığı teknoloji, üretim hacmi, üretim süresi, genel üretim maliyetlerinin dağıtılması, kalite standartları, işletme politikaları ve maliyetleri etkileyecek diğer etmenlerde dikkate alınır. Bu

aşamada nesnelerin interneti teknolojisi, yapay zeka ve otonom robotlar aracılığıyla sisteme sürekli olarak veri gönderilmesi ve anlık olarak tüm süreçlerin takip edilmesi hedef maliyetlerin belirlenmesini kolaylaştıracaktır. Örneğin; telefon üreten bir firma piyasadan elde ettiği veriler doğrultusunda müşterilerin telefonda önemsendiği nitelikler olarak sırasıyla, işlemci hızı, kamera görüntüleme kalitesi, şarj süresi ve boyut olarak belirlemiştir. Bu doğrultuda sistem her bir niteliğin geliştirilmesi ve arzulanan seviyeye ulaştırılması için gerekli olan parçaları ve parçaların özelliklerini belirleyecek. Sonraki aşamada, örneğin; kamera görüntüleme kalitesi için kullanılan lensin maliyeti ile müşterinin kamera görüntüleme kalitesine verdiği önem derecesi karşılaştırılarak hedef maliyet değer endeksini otomatik olarak hesaplayacaktır. Bu hesaplama doğrultusunda daha kaliteli bir lens kullanmanın işletmeye yüklediği maliyet ile müşterinin verdiği değer karşılaştırılarak karar verilecektir.

Yalın Üretim

Stratejik maliyet yönetim tekniklerinden biri olan yalın üretim tekniğinin temelleri ise her türlü israfın önlenmesine dayanmaktadır (Edward vd., 2010: 771). Bu israflar yalın üretim tekniğinde hatalı üretim, fazla üretim, stok, gereksiz işler, hareket, taşıma ve bekleme olmak üzere yedi başlık altında toplanmıştır (Öksüz vd., 2017: 1).

Hatalı üretim; ürünün teknik özelliklere uygun olarak üretilmemesi sonucunda hurdaya ayrılması veya tamir edilmesi gibi işletmelere zaman ve maliyet kaybına neden olmaktadır. *Fazla üretim*; müşterinin veya piyasanın talep ettiği kadar fazlasını üretmek veya gereğinden erken üretmek depolama maliyetlerini arttıracaktır. *Stok*; üretim için gerekenden fazla hammadde veya yarı mamul stok maliyetlerin artmasına ve stokların takibinin zorlaşmasına neden olacaktır. *Gereksiz işler*; katma değer yaratmayan faaliyetler veya müşteri açısından değeri olmayan faaliyetler israfa neden olur. Bu sebeple mamullerin üretiminden, müşteriye teslimine kadarki tüm süreçlerde katma değer yaratmayan faaliyetler ortadan kaldırılmalıdır. *Taşıma*; gereksiz ekipman, hammadde, yarı mamul ve mamul taşımaları israftır. Bir yerden bir yere gereksiz malzeme ve bilgi aktarımı, üretim yerinin yanlış tasarımı nedeniyle ortaya çıkan fazla taşıma mesafeleri ve belgelerin sık sık ve uzun mesafelerde dolaşımı önemli israflardandır. *Hareket*; İyi organize edilmemiş veya planlanmamış tesislerin neden olduğu insan hareketleri zaman ve kapasite israfıdır. Süreçler için önemli olan

malzemelerin faaliyet alanlarına uzak olması da hareket israfına neden olmaktadır. *Bekleme*; üretimin herhangi bir olumsuzluk veya yanlış planlama nedeniyle durması, yavaşlaması veya bekletilmesi israftır. Tablo 16’da yalın üretimin temellerinin dayandığı yedi israf ve Endüstri 4.0 ile bu süreçleri optimize edecek yeni nesil teknolojiler gösterilmiştir.

Tablo 16
Endüstri 4.0 ve Yalın Üretim Tekniği

İsraf	Yeni Nesil Teknolojiler	Açıklama
Hatalı Üretim	Nesnelerin interneti, sensörler, otonom robotlar ve yapay zeka	Yeni nesil teknolojiler aracılığıyla üretim süreçleri anlık olarak takip ve kontrol edilecektir. Bu sayede üretimde karşılaşılan hata oranları minimum seviyeye inecektir.
Fazla Üretim	Nesnelerin interneti, bulut bilişim, veri madenciliği ve yapay zeka	Yeni nesil teknolojiler aracılığıyla piyasalardan ve müşterilerden anlık olarak alınan veriler talep tahminleme sürecini optimize ederek işletmelerin fazla üretim yapmalarının önüne geçecektir.
Stok	Nesnelerin interneti, sensörler, 3D teknolojiler, otonom robotlar ve yapay zeka	Yeni nesil teknolojiler aracılığıyla üretim için gereken hammadde ve yarı mamul miktarları, üretim süreçleri daha doğru şekilde hesaplanacak ve bu hesaplamalar doğrultusunda stoklama faaliyetleri optimum seviyede olacaktır.
Gereksiz İşler	Nesnelerin interneti, sensörler, veri madenciliği, otonom robotlar, yapay zeka	Yeni nesil teknolojiler aracılığıyla işletme içindeki her bir faaliyet anlık olarak takip edilecek ve detaylı bir şekilde raporlanacaktır. Bu raporlar doğrultusunda katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetler daha etkin bir şekilde belirlenerek süreçten elimine edilmesi kolaylaşacaktır.
Taşıma ve Hareket	Otonom robotlar, nesnelerin interneti, yapay zeka, karanlık fabrika	Yeni nesil teknolojilerin üretim sürecinde ve diğer faaliyetlerde kullanılması taşıma faaliyetlerini optimize edeceği gibi, tüm süreçlerde insan emeğinin azaltması insanların fiziksel faaliyetlerden ziyade zihinsel faaliyetlerde bulunmasını gerektirecektir.
Bekleme	Nesnelerin interneti, otonom robotlar, yapay zeka ve sensörler	Yeni nesil teknolojiler aracılığıyla tüm süreçler toplanan veriler ışığında hesaplanarak gerçekleştirileceği için üretim sürecinde karşılaşılabilecek olan aksaklıklar minimum seviyeye inecektir.

Balanced Scorecard

Balanced Scorecard (BSC) ise işletme içinden elde edilen finansal ve finansal olmayan verileri belirli göstergeler aracılığıyla ölçerek, her iki veri kaynağı arasındaki ilişkiyi ve entegrasyonu sağlamak amacıyla stratejik geri bildirim sağlayan bir yöntemdir. BSC işletme stratejilerinin yönetilmesinin yanı sıra stratejilerin uygulanmasında ve geliştirilmesinde yardımcı olmaktadır. Stratejinin uygulanması sırasında karşılaşılan sapmalar BSC ile giderilmektedir. BSC ile işletmeler mevcut durumda ve uzun dönemde karşılaşılabilecek gelişmeler ve değişimlere işletmenin tepki göstermesini kolaylaştırmaktadır. Bu açıdan bakıldığında BSC finansal veriler ile finansal olmayan verileri ve uzun vadeli stratejiler ile kısa vadeli uygulamalar arasındaki dengeyi kurmasına yardımcı olmaktadır. BSC'nin finansal, müşteri, içsel süreç ve öğrenme olmak üzere dört temel boyutu vardır.

Öğrenme ve gelişim boyutunda gerçekleştirilecek bir iyileşme iç süreçler boyutunu olumlu yönde etkileyecek, iç süreçler boyutunda meydana gelen iyileşme müşteri tatmini, müşteri devamlılığı gibi unsurlarda iyileşme ortaya çıkartarak müşteri boyutunun daha iyi bir noktaya gelmesine sebebiyet verecek ve nihayetinde finansal boyutta iyileşme meydana gelecektir.



Şekil 36: Balanced Scorecard Temel Ölçütleri

Kaynak: Yılmaz Recep ve Gudil Orhan (2016), Makine İmalat Sektöründe Dengeli Sonuç Kartı ve Bütçe Uygulaması, Kastamonu Üniversitesi, İİBF Dergisi, Sayı 12, 484

Balanced Scorecard tekniğinin uygulanması sonucunda, her bir boyutun etkinliğinin ölçülmesi gerekmektedir. Finansal boyutta; gelirler ve maliyetlerdeki değişiklikler, müşteri boyutunda; müşterilerin sayısı, müşteri sadakati ve memnuniyeti, iç süreç boyutunda; üretkenlik seviyesindeki değişim, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin tespiti, öğrenme ve gelişim boyutunda ise eğitime harcanan zaman, gelecek tahmini ve bunların etkileri gibi konuların tespit edilmesi gerekmektedir. Bu tespite sayısal veri sunacak olan birim ise işletme bünyesindeki muhasebe birimidir. Endüstri 4.0 ile sürekli takip, detaylı raporlar, anlık erişim ve performans ölçümleri gibi kolaylıkları sayesinde muhasebe biriminin BSC tekniği uygulamasının etkilerini ölçebilecek verileri üretmesi kolaylaşacaktır.

Faaliyete Dayalı Maliyetleme

Faliyete Dayalı Maliyetleme sistemi (FDM); performans ölçüm sürecinde faaliyetlerle ilgili maliyet etkenlerinden yararlanır. Faliyete Dayalı Maliyetleme'nin amacı, mamul üretiminden müşterilere teslimine kadar ki tüm faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için gereken kaynak kullanımını ölçmek ve bu kaynak miktarının parasal değerini saptamaktır (Garrison ve Noreen, 2003: 316). Başarılı bir FDM sisteminin kurulabilmesi, şirketin tüm faaliyetleri ile ilgili her tür bilgiye ulaşılmasına bağlıdır. Faaliyetler konusunda ne kadar ayrıntıya inilirse FDM'nin vereceği sonuçlar o kadar doğru olacaktır. FDM'nin en önemli bölümü performans ölçülerinin davranışsal etkileridir. Satın alma sipariş sayısı ve mühendislik değişiklikleri sayısı gibi maliyet etkenleri, performans ölçüm sisteminin bir parçası olarak FDM sisteminde kullanılmaktadır. Bu nedenle FDM sisteminde ürün maliyetleri ve performans ölçümlerinin doğru hesaplanması önem arz etmektedir (Köse, 2004: 156).

Faaliyete dayalı maliyetleme, işletme kaynaklarının faaliyetler tarafından tüketildiğini varsaydığından, bu yöntemde bir ürünün ya da hizmetin maliyeti, hammaddenin maliyeti ile mamul ya da hizmeti üretmek için gerekli olan tüm faaliyetlerin maliyetlerinin toplamından oluşur (Yılmaz, 2009: 16).

Endüstri 4.0 ile işletme süreçlerine dahil olan yeni nesil teknolojiler aracılığıyla, maliyetlerin ortaya çıkmasına neden olan spesifik faaliyetlerde ölçülebilecektir. Böylelikle ortaya çıkan maliyetlerin keyfi biçimde dağıtılmasının önüne geçilerek, mamul maliyetleri doğru bir şekilde hesaplanabilecektir. Faliyete dayalı maliyetleme

Endüstri 4.0 ile birlikte ölçüm yapısı değiştiği gibi, dağıtım anahtarları kararları da sistem aracılığıyla gerçekleştirilecektir. Bu duruma verilebilecek en tipik örnek tesis düzeyinde katlanılan genel maliyetler verilebilir. Günümüzde tespit edilmesi zor olan günlük yaşamın karmaşık faaliyetleri de yeni nesil teknolojiler aracılığıyla kolay bir şekilde tespit edilebilecektir. Örneğin; mamul maliyet kalemlerinden biri olan sevkiyat maliyetlerini sevkiyatın gece mi gündüz mü yapıldığı veya tam dolu bir kamyonla mı yoksa yarı dolu bir kamyonla mı yapıldığı maliyetleri etkileyecektir. Nesnelerin interneti, yapay zeka ve otonom robotlar gibi yeni nesil teknolojiler aracılığıyla her faaliyetin verileri takip edilebildiği için sistem dağıtımları tüm değişkenleri göz önünde bulundurarak yapacaktır. Böylelikle üretim sürecinin karmaşıklığından kaynaklanan maliyet dağıtım hataları minimum seviyeye inecektir.

Bunların yanı sıra endüstri 4.0 aracılığıyla FDM sisteminde karşılaşılan sorunlardan biri olan subjektif cevaplardan kaynaklanan maliyetlendirme hatasının da önüne geçilecektir. Örneğin; sensörler, nesnelerin interneti ve yapay zeka aracılığıyla işgörenlerin veya makinelerin boşa geçirdiği zamanlar takip edilerek maliyet dağıtımını gerçekleştirilecektir. Bu sayede FDM sisteminin maliyet dağıtım sırasında üretim faktörlerinin tam kapasitede çalıştığı varsayımına dayanarak maliyet dağıtımının önüne geçilecek ve tüm faaliyetlerin mamule yüklediği maliyetler doğru bir şekilde hesaplanacaktır (Kaplan ve Anderson, 2007: 7).

Yukarıda bahsedilen stratejik maliyet yönetimi, balanced scorecard ve faaliyet tabanlı maliyetleme gibi işletme performansını ölçme ve geliştirme konusundaki yaklaşımların ihtiyaç duyduğu veriler büyük veri ve veri analiz sistemleri aracılığıyla toplanabileceği, ölçülebileceği ve analiz edilebileceği için işletmelerde uygulanma sürecini kolaylaştıracaktır.

Prototip

Üretilmesi düşünülen ürünün, üretim sürecine başlamadan önce yöneticiler Endüstri 4.0 aracılığıyla hayatımıza giren diğer teknolojilerden yararlanarak daha etkili, verimli ve rasyonel karar verebileceklerdir. Yöneticilerin üretim kararı vermeden önce üretilmesi planlanan ürünün prototipini 3D görüntüleme teknolojileri ve arttırılmış gerçeklik teknolojisi aracılığıyla kolay ve hızlı bir şekilde elde edebilirler. Arttırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak prototipin ergonomik olup olmadığı ve piyasa talebine

uygunluğu gibi konularda bilgi elde edilebilir. Üretimde CAD/CAM programları, 3D görüntüleme ve artırılmış gerçeklik teknoloji ile ürünler simüle edilerek görüntülediğinden hata oranını azaltarak maliyetleri minimum seviyeye indirecektir. Artırılmış gerçeklik teknolojisi, yeni ürünlerin test edilmesi ve değerlendirilmesi sürecinde ve ürün tasarımının gözden geçirilmesi sürecinde zaman kaybetmeden ve gerçek prototip üretme maliyetini yüklenmeden gerçek kullanım koşulları test edilebilmektedir. Örneğın; önde gelen otomobil firmalarından Volkswagen tahmini ve gerçek çarpışma testi görüntülerini karşılaştırmak için artırılmış gerçeklik teknolojisinden yararlanmaktadır. Tasarıma yönelik artırılmış gerçeklik teknolojisi günümüzde havacılık, otomotiv, endüstriyel ürünler ve gayrimenkul sektöründe uygulanmaktadır.

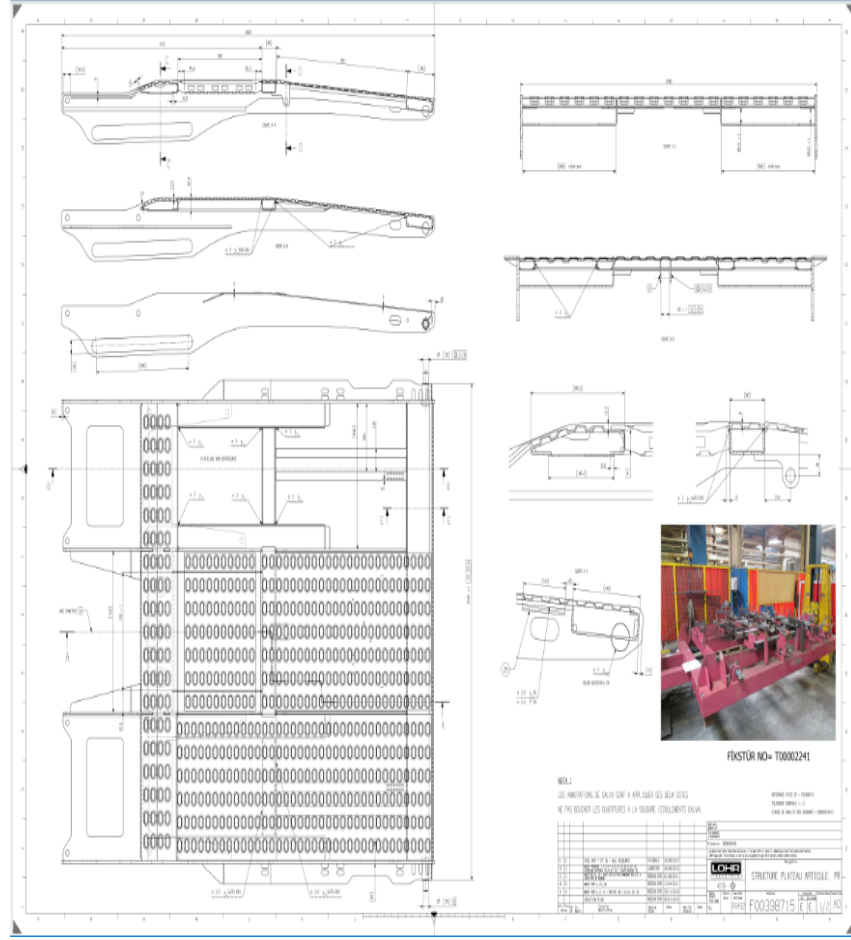
Aşağıdaki şekil 37’de artırılmış gerçeklik ve 3D görüntüleme teknolojisi ile üretilmesine karar verilen bir ürünün detaylı bir şekilde inceleme örneği gösterilmiştir.



Şekil 37: Artırılmış Gerçeklik ve 3D Görüntüleme İle Prototip Kontrolü

Kaynak: <http://makinatek.com.tr/bolumler/imalat/dijital-donusum-surecinde-endustride-artirilmis-gerceklik-sanal-gerceklik-ar-vr-uygulamalari/>

Bu teknolojiler aracılığıyla sisteme aktarılan veriler doğrultusunda üretilmesi planlanan mamulün ürün ağacı ve teknik resmi elde edilerek karar aşamasında, ürünün tahmini maliyeti, tahmini üretim süresi gibi bilgilerde elde edebilecektir. Aşağıdaki şekil 38’de yazılım programı aracılığıyla bir mamulün teknik yapısı detaylı olarak gösterilmiştir.



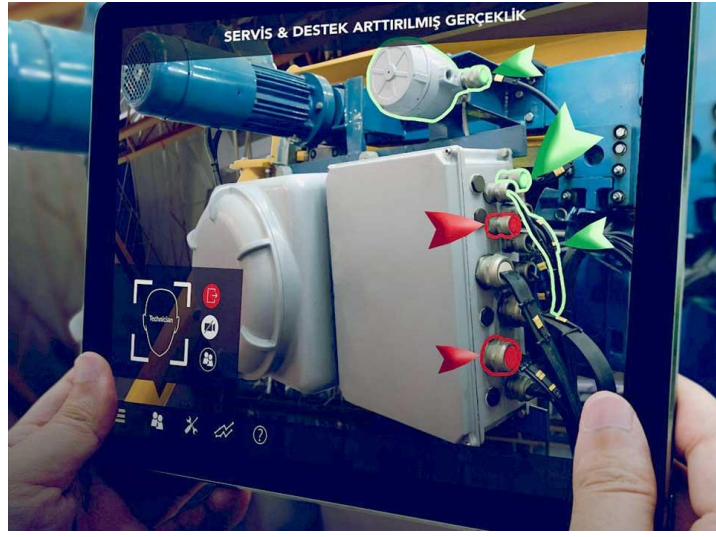
Şekil 38: Yazılım Programıyla Mamul Teknik Yapısı

Kaynak: Yılmaz, Recep (2016), Tasarıma Dayalı Üretim Tipinde Maliyetlendirme ve Fiyatlandırma, Sakarya Yayıncılık, Sakarya, s.61

Makine uygunluğu

Nesnelerin interneti teknoloji aracılığıyla üretim yerindeki makinelerin fiziksel ve kapasite durumu hakkında bilgiler makineler tarafından işletme bilgi sistemine akıllı sistemler aracılığıyla gönderilmektedir. Üretim araçları, makine ve cihazların fiziki durumları, parça ömürleri, dayanıklılık ve yıpranma oranları yapay zeka, sensörler ve nesnelerin interneti teknolojisi aracılığıyla anlık olarak takip edilerek bakım/onarım ve amortisman maliyetleri minimum seviyeye indirilerek, oluşacak maliyetler otomatik olarak muhasebe bilgi sistemine aktarılır. Üretim sürecinde aktif rol alacak akıllı makine ve teknolojik sistemlerin uçtan uca entegre edilmesi ve sürekli etkileşim halinde olmaları ile üretim kapasitesi de otomatik olarak kontrol edilebilmektedir.

Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile makineler için gerçekleştirilecek olan servis ve destek faaliyetleri daha kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilecektir. Sorunun nerede olduğu, sorunun çözülmesi için hangi işlemlerin yapılması gerektiği gibi veriler kişilere aktarıldığı gibi artırılmış gerçeklik ile bu işlemlerin gerçekleştirilmesinde kişilere yardımcı olacaktır. Bu cihazlar aracılığıyla teknisyenlerin montaj ve bakım çalışmalarında kullanım klavuzunu kontrol etmek veya uzman kişilere danışmak için harcanan zamanın önüne geçilecek ve hata oranı minimum seviyeye inecektir. Aşağıdaki şekil 39’da artırılmış gerçeklik ile makine üzerindeki önemli kısımlar doğrudan ve anlık olarak kullanıcı ekranına yansıtılması gösterilmiştir.



Şekil 39: Artırılmış Gerçeklik İle Makine Kontrolü

Kaynak: https://www.tworeality.com/realidad-aumentada-vision-resultados-consejos/Stok_depo

Üretim sürecine geçilmeden önce incelenmesi gereken bir diğer konu ise stokların durumudur. Üretime başlanmadan önce depodaki akıllı sensörler aracılığıyla stokların kontrolü sağlanarak üretim için gerekli olan hammadde ve yarı mamullerin miktarı belirlenebilmektedir. Eskiden şirketler kendi stok kodlarını belirlediği yapı, tüm sistemin entegre olmasıyla uluslararası raporlama standartları doğrultusunda her stoğun kodunun tüm şirketler için aynı olduğu bir yapıya dönüşecektir. Böylece sipariş sürecinde şirketler arasındaki karmaşıklık ortadan kalkacak ve piyasada her hammaddenin mamule dönüşürken geçirdiği tüm süreçler takip edilebilecektir. Örneğin; suntanın kodu SNT32 ise bu kod tüm şirketler için kullanılacaktır. Tıpkı

bilgisayarlardaki tüm yazılımlarda F1 tuşunun yardım işlevini gerçekleştirmek için standardize edilmesi gibi.

Endüstri 4.0'la beraber işletmelerin hayatına giren nesnelerin interneti, akıllı sensörler ve yapay zeka teknolojilerinden yararlanan bir işletmede, hammadde, malzeme ve mamul siparişlerinde sistem dönemsel ya da periyodik olarak sipariş vermekten ziyade, depodan elde ettiği verilerle tüketim hızını hesaplayıp, bu hesaplama doğrultusunda stok sipariş miktarını belirleyerek ve siparişin nereden yapıldığını tedarikçi firmaların ERP sistemleri ile iletişime geçerek işletme açısından fiyat ve zaman açısından en uygun merkezde belirleyerek siparişe karar verecektir. Örneğin; A ve B mamulü var, A ürününün en az stok seviyesinin 10 adet B'nin de 10 adet olduğunu düşünelim elimizde her iki üründen de 100 adet bulunuyor. A ürününün tüketim hızı ya da satış hızı, haftada 15 adet, B ürünün ise 2 haftada 1 adettir. Her iki ürününde sipariş verilip tarafımıza ulaşması 10 gündür. A ürününe talebin arttığını düşündüğümüzde haftada 20 adet çıktığını varsayalım. Böyle bir algoritmada A ürünü 10 adete düştüğü zaman, sipariş vermeye kalktığımız zaman, tükenen ürün tedarik edilemeyecektir. Öyleyse zaman ve tüketim hızına göre sistem stok devir hızına göre talep miktarını kendisi hesaplamalı ve sipariş sürecini başlatmalıdır.

Endüstri 4.0 ile stok kod yapısındaki değişiklik gibi sipariş verme biçimi de değişecektir. Fatura veya faks göndermekten ziyade çok sayıda kalem ERP sistemi ile otomatik olarak tedarikçi firmaya ulaştırılacaktır. ERP sistemi ile gönderilen bu belge tedarikçi için satış sipariş, üretim işletmesi için de alış sipariş belgesi niteliğinde olacağından dolayı otomatik olarak bunların kaydedilmesi gerçekleşecektir.

Tedarikçi firmada hangi stoğun nerede ve ne kadar olduğu akıllı raf sistemleri, yapay zeka ve sensörler aracılığıyla takip edilip, alınan sipariş doğrultusunda robotlar aracılığıyla hazırlanacak, paketlenecek, faturalandırılacak ve gerekli kayıtları otomatik olarak sisteme girilecektir. Siparişlerin üretim işletmesine ulaşması ile öncelikle sensörler ve diğer teknolojik araçlarla siparişlerin kalite kontrolü gerçekleştirilecektir. Kalite kontrolünden geçen siparişlerin depoda miktarı ve nereye gideceği akıllı sistemler aracılığıyla belirlenecek ve yerleştirilecektir. Tedarikçi ile gerçekleştirilen akıllı sözleşme doğrultusunda ne kadar ürün geldiği ve maliyeti otomatik olarak muhasebe bilgi sistemine aktarılacaktır.



Şekil 40: Yeni Nesil Stok Ve Depo Yönetimi

Kaynak: <https://cognitionfactory.com/example-of-a-smart-warehouse/>

Üretim kararı verildiğinde sistem depoda bulunan stokları üretim birimi için otomatik olarak hazır duruma getirerek gerekli stok kullanım bilgileri gerçek zamanlı olarak sisteme kaydedilmektedir.

Üretime başlamadan önce müşterilerden elde edilen verilerden yararlanılması nihai ürün miktarı ile talep arasındaki uyumu artırarak stok maliyetlerini de azaltmaktadır. Robotların sıcaklık ve aydınlık gibi fiziksel etkenlere karşı duyarsız olmaları işletmeleri bu ihtiyaçları karşılamak için gereken maliyetlerinde önüne geçmektedir. Depolarda kullanılan sensörler aracılığıyla stoklanacak ürünler için en uygun şartlar otomatik bir şekilde sürekli olarak kontrol edilmekte ve ayarlanmaktadır. Bu sensörler aracılığıyla karar vericilerin ve stoklardan sorumlu kişilerin depodaki tüm ürünler anlık olarak kontrol ve takip edilebilmektedir. Depolarda kullanılacak akıllı raf sistemleri ve sensörler depodaki hangi üründen ne kadar kaldığı, ne kadarının satıldığı gibi bilgilere de anlık olarak ulaşılabilir ve raporlanabilecektir. Sensörler ve nesnelerin internetinin muhasebe alanı ile entegre edilmesiyle, depoya giren ve çıkan her malzeme anlık olarak takip edilmekte ve stok kartlarına kaydedilmektedir. Geleneksel stok kontrol yöntemleri yerine, her ürünün barkot ile takibi mümkün olduğu için ürün ya da hammadde bazında maliyet fiyatı takip edilebilecektir. Bu sayede finansal tablolar daha doğru ve güvenilir olacaktır.

Hangi satış bölgesinde veya hangi bayide, hangi ürünün ne kadar tüketildiği gibi bilgilere ulaşarak yönetim için gerekli analizler elde edilebilecektir. Akıllı depo

yönetiminde süreç hammadde depo yönetimi, yarı mamul depo yönetimi ve mamul depo yönetimi olarak üç boyutta ele alınmaktadır. Müşterilerden alınan siparişler gerçek zamanlı olarak en küçük hücreden sisteme aktarılacaktır. Örneğin; Tadım Gıda A.Ş. öncelikle süreçteki en düşük birimden (bakkal, market vs.) topladığı verilerle talep, miktar ve ne zaman ihtiyaç duyulduğunu gün esaslı olarak oluşturmaktadır. Bu talepler bölge müdürlüklerinde toplanarak oradan fabrikaya iletilerek, fabrikada günlük olarak ne kadar ürüne ihtiyaç olduğu firmanın ağında elde edilmektedir. Bu doğrultuda müşterilerin ihtiyaçlarına göre hammadde tedarikini planlanması sistem tarafından otomatik olarak belirlenmektedir. Böylelikle üretimde ve müşteri taleplerinin karşılanmasında ki zaman kayıplarını azaltmakta ve optimum depoda durma süresi belirlenmektedir.

Sistem burada stok bulundurmaya azaltmakta ve ürünün taze olarak temin edilmesini sağlayarak maliyetleri minimum seviyeye indirmektedir. İnsan kaynakları planlaması, üretim planlaması ve kapasite planlamasını sistem otomatik olarak yapabilecektir. Bunun sonucunda üretim kapasitesini, vardiya sürecini, hammaddesini planlayacak ve bu doğrultuda maliyet planlamasını gerçekleştirecektir. Bu sistem otomatikman üretimin kaliteli ve taze olmasını, ürünlerin zamanında yetiştirilmesini, müşteri memnuniyetinin artmasını sağlayacaktır.

Gönderilen her siparişin faturası ERP sisteminde gerçek zamanlı olarak taraflar arasında aktarılarak, fatura giriş işlemleri otomatik olarak gerçekleşecektir. Üretimde kullanılan her stoğun maliyeti ve firesi otomatik olarak CAD/CAM programı aracılığıyla ürün ağacına aktarılmaktadır. Fiyatlandırma da yaşanan güncellemeler yine akıllı sözleşmeler aracılığıyla sistem içinde taraflar arasında paylaşılması mümkün olacaktır. Sistem stok kalemleri ile elektronik sözleşmedeki verileri karşılaştırarak fiyatlardaki sapmaları otomatik olarak ortaya çıkarmaktadır.

Tedarik zinciri

Üretime karar verildikten sonra stoklarda yeterli hammadde ve malzeme olmaması durumunda yapay zeka ve otonom robotlar tedarikçilerin ERP sistemiyle entegre olan yapıda iletişime geçerek gerekli hammadde ve malzemeleri tedarikçiler ağına bildirirler. Karşılıklı veri alışverişi aracılığıyla işletme faaliyetleri açısından en uygun tedarikçi sistem tarafından otomatik olarak belirlenir. Tedarikçi ile yapılan karşılıklı anlaşmalar,

teklif, sipariş, fatura bilgileri ve stok kayıtları yine robotlar tarafından otomatik olarak kaydedilerek muhasebe bilgi sistemine aktarılır.

Sistem her siparişin faturasını sözleşme fiyatı ile karşılaştırarak kontrol eder. Bu sayede sipariş/tedarik sürecinde akıllı cihazların kullanılması insani hataları ortadan kaldıracaktır. Örneğin; akıllı sözleşme aracılığıyla üretim işletmesi ile tedarikçi arasında anlaşılan; fiyat, miktar ve süre gibi bilgiler işletmeye gelen faturadaki bilgiler yapay zeka ve robotik teknolojileri tarafından karşılaştırılarak herhangi bir sapma veya tutarsızlık durumunu ilgili birimlere iletacaktır. İşletmeye gelen ürünler akıllı sensörler aracılığıyla tek tek kontrol edilerek siparişlerin kalite kontrolü de yine sistem tarafından otomatik olarak gerçekleştirilecektir.

Üretim süreci

Üretim için gerekli makine/cihaz kontrolleri, ürün verimliliği ve stok kontrolü yapılabildiği hammadde ve malzeme temin edildikten sonra üretim süreci başlatılır. Endüstri 4.0 ile üretim sürecinde kullanılmaya başlayan 3D yazıcılar, robotlar ve sensörler aracılığıyla işletmelerin üretim yöntemleri ve süreçleri de değişmektedir. 3D yazıcılar aracılığıyla müşteri talepleri doğrultusunda müşterilere uygun üretim gerçekleştirilmekte, daha önce belirtilen 3D teknolojisinin çalışma yapısı nedeniyle üretim sürecindeki fire ve hata miktarı minimum seviyeye indirilmektedir.

Özellikli ürün siparişlerinde sistem üretim sürecindeki her bir faaliyeti göz önünde bulundurarak operasyon zamanını ve kullanılacak malzeme miktarını hesaplayarak maliyet tahmini yapacaktır. Zeki çizelgeleme ile hesaplama ürünün tamamlanma zamanı doğru bir şekilde hesaplanması, siparişin kabul edilip edilmemesinde önemli rol oynayacaktır. Maliyet tahminlemede geçmiş datalardan hangi ürünün nerede üretildiğine, üretimin ne kadar sürdüğüne ve kapasitesine bakarak maliyet tahminlemede bulunacak, maliyetlerine bakıldıktan sonra üzerine kar konularak fiyat ortaya çıkarılacak, fiyat teklifi kabul edildikten sonra teklifin kabul edilme boyutunda termin tarihi belirlenecek ve sipariş sistem tarafından belirlenen termin tarihi doğrultusunda müşteri tarafından kabul veya reddedilecektir. Reddedilmesi durumunda sipariş ya başka bir işletmeye devredilecek ya da fasona aktarılacaktır. Üretim hatlarını robotlar veya yapay zeka piyasadan elde ettiği veriler doğrultusunda güncelleyecektir. Üretim hattındaki üretim zamanı ölçülebilir ve belli olduğu için toplam piyasa talebine göre ayarlayacaktır.

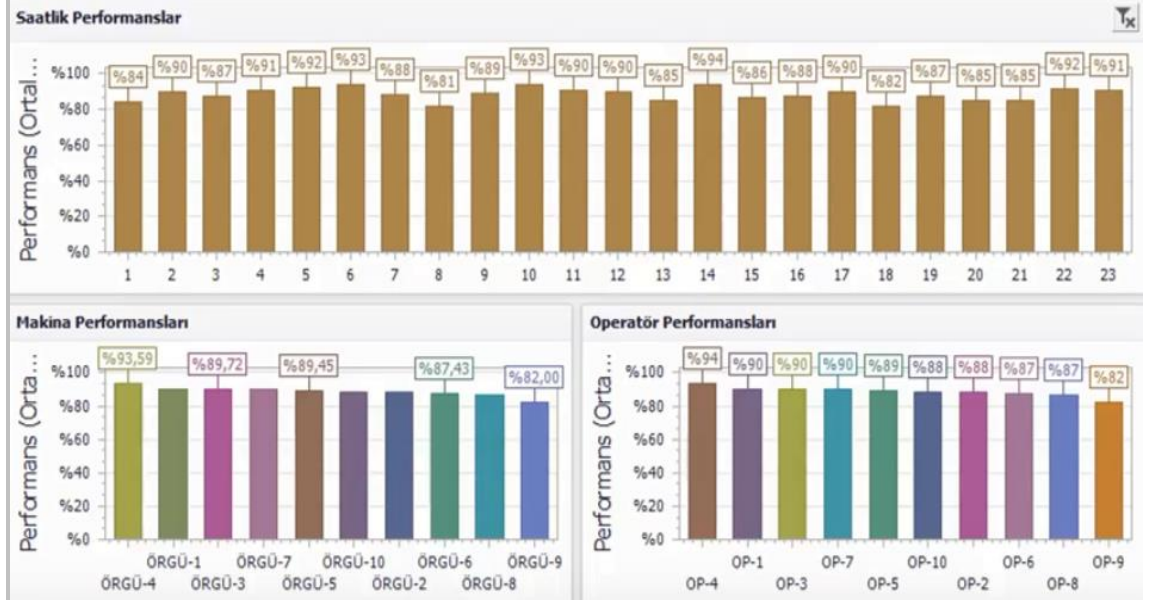
tabanına işlendikten sonra aktarılan veriler mikro denetleyiciden otomatik olarak silinir. Bu şekilde tesis sürekli bir şekilde anlık olarak takip edilebilir. Verimlilik takibi ve kalite takibi otomatik olarak sistem tarafından gerçekleştirilir. Sipariş takibi ve termin süresi otomatik olarak sistem tarafından tespit edilir. Şekil 42’de mikro denetleyiciden sunucuya ve bulut veri tabanına aktarılan saatlik rapor örneği gösterilmiştir.

ID	KayıtTarihi	Cihaz	Üretilen	Barkod	Performans	Operatör	Duruş
15536	13.01.2017 01:00	ÖRGÜ-1	576,90	405982-1	0,85	OP-1	216,50
15537	13.01.2017 02:00	ÖRGÜ-1	748,66	405982-1	1,10	OP-1	221,93
15538	13.01.2017 03:00	ÖRGÜ-1	521,86	405982-1	0,77	OP-1	295,35
15539	13.01.2017 04:00	ÖRGÜ-1	500,99	405982-1	0,74	OP-1	231,85
15540	13.01.2017 05:00	ÖRGÜ-1	739,03	405982-1	1,09	OP-1	207,62
15541	13.01.2017 06:00	ÖRGÜ-1	618,79	405982-1	0,91	OP-1	217,95
15542	13.01.2017 07:00	ÖRGÜ-1	709,94	405982-1	1,05	OP-1	286,77
15543	13.01.2017 08:00	ÖRGÜ-1	486,58	405982-1	0,72	OP-1	234,32
15544	13.01.2017 09:00	ÖRGÜ-1	566,67	405982-1	0,83	OP-1	161,26
15545	13.01.2017 10:00	ÖRGÜ-1	618,57	405982-1	0,91	OP-1	38,68
15546	13.01.2017 11:00	ÖRGÜ-1	714,93	405982-1	1,05	OP-1	88,70
15547	13.01.2017 12:00	ÖRGÜ-1	563,11	405982-1	0,83	OP-1	78,72

Şekil 42: Mikro Denetleyiciden Sunucuya Aktarılan Saatlik Üretim Raporu

Kaynak: <https://www.volsoft.com.tr/akilli-fabrika/>

Veri işleme ve üretilen verilerin raporlanması kısmında çok daha detaylı ve yönetim açısından kullanışlı gerçek zamanlı durum raporları ve geçmişe dönük analiz raporları üretilebilir. Herhangi bir makinenin, çalışanın, operatörün veya departmanın akıllı sistemler tarafından ölçülen performansı yönetici tarafından belirlenen oranın altına düştüğünde (örneğin %75), sistem otomatik olarak üretim müdürüne veya vardiya sorumlusuna bilgilendirme mesajı göndermektedir. Bunun yanı sıra bir makinenin günlük duruş süresi de sistem tarafından tespit edilerek yönetici tarafından karar verilen süreyi (örneğin 50 dk) aşması durumunda sistem otomatik olarak sorumlu kişilere bildirim mesajı göndermektedir. Sistem tarafından gönderilen bildirimlere belli bir sürede cevap alınmaması durumunda sistem otomatik olarak başka bir görevliye bildirim göndererek, aksaklıkları minimum seviyeye indirmektedir. Volsoft yazılımı aracılığıyla üretilen saatlik raporlama örneği aşağıdaki şekil 43’de gösterilmiştir.



Şekil 43: Volsoft Yazılımı Aracılığıyla Üretilen Saatlik Performans Raporlama Örneği

Kaynak: <https://www.volsoft.com.tr/akilli-fabrika/>

Üretim işletmelerinin Endüstri 4.0'a entegre edilmesiyle, nesnelerin interneti ve akıllı sensörler makinelerden veri toplamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu sayede çeşitli makinelerden çeşitli operasyon süreçleri takip edilerek üretim ortamının durumu dijital ortamda anlık olarak takip edilebilmektedir. Akıllı sensörler olarak, kamera, ultrasonik mesafe sensörleri, lazer pointerlar, kızılötesi sıcaklık sensörü, GPS ve RFID sensörleri kullanılmaktadır. Bu sensörler aracılığıyla malzeme tanıma, makine hareketlerinin algılanması, duraklama ve çalışma sürelerinin algılanması gibi işlemler gerçekleştirilmektedir. Örnek olarak kaynak operasyonunda görüntü işleme ile takip edilmesi aşağıdaki şekil 44 aracılığıyla gösterilmiştir.

1 numaralı fotoğraf operasyon durumunun orijinal görüntüsüdür. 2 numaralı fotoğraf ise sistem tarafından parlaklık değerine göre ayarlanmış halidir. 3 numaralı fotoğrafta 2 numaralı fotoğraftaki kenar noktalar tespit edilmiştir. 4 ve 5 numaralı fotoğraflar ise özel filtrelerden geçmiş görüntülerdir. 4 numaralı fotoğrafta kenar noktalar kırmızı renkte belirtilmiştir. 5 numaralı fotoğrafta ise renge duyarlı filtreden geçirilerek, kaynak ışığının vurduğu her yüzey siyah olarak belirtilmiştir. 5 numaralı fotoğrafta belirlenen alan içinde belirtilen sayıdan fazla siyah nokta tespit edilmesi halinde kaynak operasyonun başladığı anlaşılmaktadır. 4 numaralı fotoğrafta alan boşaldığında ise operasyonun tamamlandığı anlaşılmaktadır. Eğer operasyon başlamadan önce 4

numaralı resimde herhangi bir değişiklik olması durumunda operasyon hazırlığının başladığı anlaşılmaktadır.



Şekil 44: Kaynak Operasyon Takibi

Mamul kontrol

Üretim sürecine entegre edilmiş sensörler aracılığıyla üretilen ürünlerin kalite kontrolleri bir çok açıdan (koku, ağırlık, hacim vb.) sağlanmakta ve süreç sürekli olarak takip edilebilmektedir. Üretim sürecinden geçen tüm ürünlerin birim ve toplam maliyetleri otomatik olarak robotlar aracılığıyla hesaplanmakta ve muhasebe bilgi sistemine aktarılmaktadır.

Yapay zekaya ürün hakkındaki optimum bilgiler verildikten sonra yapay zeka, ürün hakkındaki sensörlerden ve kameralardan gelen verilerden yola çıkarak, deformasyonların tespiti, lekelerin tespiti, çiziklerin belirlenmesi, yüzeydeki anormalliklerin tespiti, renk kontrolü ve boyut ölçümü gibi fiziksel hatalar tespit edilerek hata oranı minimum seviyeye indirilir. Yapay zeka tarafından kontrol edilecek olan bu verilerdeki sapma miktarları karar verici birey tarafından belirlenecektir. Aşağıdaki şekil 45'te yapay zeka ve kameralar aracılığıyla bir üründeki hataların ortaya çıkarılması gösterilmektedir.



Şekil 45: Yapay Zeka Ve Sensörler Aracılığıyla Mamul Kontrol

Sisteme hatalı bir ürün öğretildiğinde veya veriler yanlış girildiğinde, standartlara uygun ürünler hatalı olarak algılanacaktır. Ürün üzerindeki su damlası bulunması durumunda sistem tarafından kusurlu ürün olarak tanımlanacaktır.

Üretim maliyetleri

Maliyetlerde otomatik olarak sistem tarafından gerçekleştirileceği için ihtiyaç doğrultusunda çok farklı hesaplama parametreleri ortaya çıkacak ve daha spesifik hale gelecektir. Sabit, değişken veya yarı değişken değil doğrusal, yarı doğrusal, regresif ve agresif gibi farklı parametrelerde ortaya çıkacaktır.



Şekil 46: Akıllı Personel Takip Cihazı

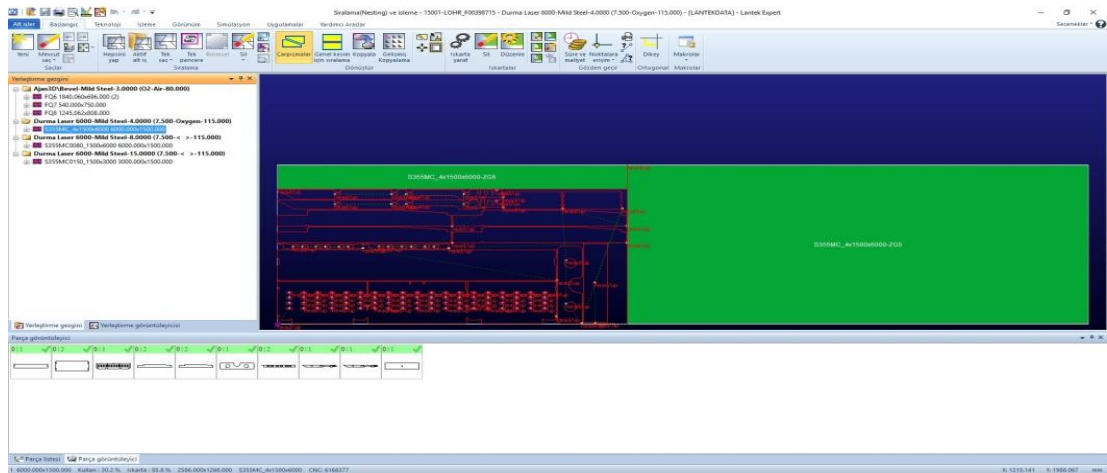
Kaynak: <http://www.wipelot.com/Urunler/Aktif-RFID-Kisi-Mobil-Cihazlar>

Sisteme tanıtılan işçiler ve diğer işgörenlerin fabrikaya giriş ve çıkışları personel yönetimi yazılımı ve çevrimiçi kamera görüntüleri aracılığıyla takip edilerek kaydedilmektedir. Üretim emirleri doğrultusunda hangi işçinin operasyon süreleri de sistem aracılığıyla takip edilmektedir. Yukarıdaki şekil 46'da gösterildiği gibi sensör ve IoT teknolojisi ile donatılmış bir personel yaka kartı, çalışanın konum ve acil durum

bilgileri, hareketsizlik algılama donanımı ile hareketsizlik, düşme ve konum bilgilerini toplayarak ilgili birimlere gönderebilir. İşgörenlerin kimlik bilgileri, faaliyet alanları, vardiyaları, çalışma kapasiteleri, tek düzen hesap planı doğrultusunda maliyet bilgilerinin hangi hesaptan çekileceği ve hangi hesaba kaydedileceği sistem tarafından otomatik olarak hesaplanmakta ve gerçekleştirilmektedir.

Üretim sürecinde otonom robotlar gibi diğer yeni nesil teknolojilerin kullanılması tekrar eden sıkıcı ve katma değeri düşük faaliyetlerin insanlar tarafından gerçekleştirilmesinin önüne geçecektir. Böylelikle işletmelerin çalıştırması gereken vasıfsız işçi ihtiyacı azalarak işletmeler için önemli bir maliyet kalemi olan işçilik maliyetleri minimuma inmektedir. Çalışan sayısı veya diğer işçilik maliyetleri azalmasına rağmen, kullanılan robotların amortismanı, bakım çalışması, temin edilmesi, kurulması, yazılım güncellemeleri ve tüm bunlar hakkında yeterli bilgi ve beceriye sahip kalifiye elemanları duyulan ihtiyaç maliyetlerin artmasına neden olacaktır. Ancak kurulacak sistem sayesinde firmalar seri üretim imkanı kazanacakları için birim maliyetler düşecektir.

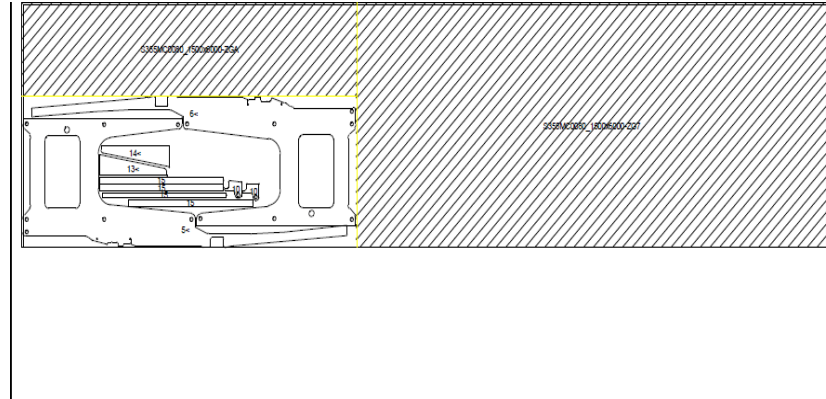
Mamul maliyetinin hesaplanmasında yazılımların kullanılması, sistemde bulunan yerleşim planı ve veri girişleri aracılığıyla mamul üretiminde kullanılan her bir hammadde, hurda ve fire oranları sistem tarafından otomatik olarak takip edilmekte, raporlanmakta ve kaydedilmektedir. Tahmini operasyon süresi ve malzeme ölçüleri detaylarında sistem tarafından görüntülenebilmektedir. Aşağıdaki şekil 46’da üretilen bir mamulün veri giriş ekranının çıktısı görülmektedir.



Şekil 47: Mamul Veri Giriş Ekranı

Kaynak: Yılmaz, Recep (2016), Tasarıma Dayalı Üretim Tipinde Maliyetlendirme ve Fiyatlandırma, Sakarya Yayıncılık, Sakarya, s.84

Bu proses takip sistemi aracılığıyla, mamul üretiminde kullanılan malzeme miktarı, toplam üretilen mamul miktarı, toplam hurda ve fire miktarları otomatik olarak hesaplanabilmektedir. Sistem aracılığıyla raporlanan, hangi mamulün üretildiği, mamul üretiminde hangi makinenin kullanıldığı, operasyonun ne kadar sürdüğü, hangi malzemelerin kullanıldığı ve fiziki ölçülerin gösterildiği ekran görüntüsü aşağıdaki şekil 47’de gösterilmiştir.



Makine	Durma Laser 6000	Ağırlık	576 kg
Malzeme	Mild Steel	X	2491.014
Toplam süre	00:26:55.97	Y	933.196
Kesim uzunluğu	34545.096 mm	Kullan (%)	15.079
Kullanıcı verisi 2		Iskarta (%)	68.908 21.883

#	Referans	Malz Kalitesi	Rota	Saç	Toplam	Part Time	Ağırlık	Kesim uzunluğu	Ölçüler
5	F00398951	S355MC	L-B	1	1	00:08:40.53	35.422	9.674	2420.01* 789.796
6	F00398955	S355MC	L-B	1	1	00:08:40.53	35.422	9.674	2420.01* 789.796
15	F00399616	S235JR	L	4	4	00:01:36.89	2.367	1.929	924.5 x 40
13	F00292619	S355MC	L-B	1	1	00:01:01.19	2.816	1.187	505.3 x 131.6
14	F00292620	S355MC	L-B	1	1	00:01:01.19	2.816	1.187	505.3 x 131.6
10	F00292673	S355MC	L	2	2	00:00:32.48	0.448	0.506	127 x 105.23

Şekil 48: Mamul Takip Rapor Ekranı

Kaynak: Yılmaz, Recep (2016), Tasarıma Dayalı Üretim Tipinde Maliyetlendirme ve Fiyatlandırma, Sakarya Yayıncılık, Sakarya, s.85

Bu veriler aracılığıyla kullanılan toplam hammadde, hurda ve fire malzeme miktarları hesaplanabilir. Hesaplanan malzeme kullanım oranları ile birim fiyatlar üzerinden malzeme maliyeti hesaplanabilmektedir.

Depolama, paketleme ve lojistik

Üretim sürecinin ardından nihai ürünler, birbirine entegre olan sistemde robotlar aracılığıyla paketlemeye oradan da depolara iletilmektedir. Paketlenen ve depolanan ürünler lojistik firmalarının ERP sistemleriyle entegre olan yapıda iletişime geçerek müşterilere iletilecek olan nihai ürünlerin miktarları, ağırlıkları, boyutları ve diğer bilgiler lojistik ağına bildirilir. Lojistik firmaları ile gerçekleştirilen karşılıklı veri alışverişi aracılığıyla işletme faaliyetleri açısından en uygun lojistik firması sistem

tarafından otomatik olarak belirlenir. Lojistik firmaları ile yapılan karşılıklı anlaşmalar, teklif, sözleşmeler ve fatura bilgileri yine robotlar tarafından otomatik olarak kaydedilerek yönetime ve muhasebe bilgi sistemine aktarılır. Lojistik firması tarafından teslim alınan ürünler müşterilere ulaşana kadar diğer tüm faaliyetlerde olduğu gibi anlık olarak işletme ve müşteriler tarafından takip edilebilmektedir.

Müşteri geri bildirim

Müşterilere ulaşan ürünlere entegre edilmiş nesnelere interneti aracılığıyla ürünlerden sürekli olarak veriler işletme sistemine aktarılmaktadır. Bu sayede müşterilere ulaşan ürünlerde ortaya çıkabilecek herhangi bir hata, müşterilerin bu ürünleri kullanım biçimleri ve memnuniyet seviyeleri gibi bilgiler işletmeler tarafından elde edilmektedir. Böylelikle günümüz işletmelerin çok zorlandığı faaliyetlerden biri olan müşterilerden geri bildirim süreci otomatik olarak yeni nesil teknolojiler aracılığıyla kolay bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Geri bildirim sürecinde yaşanacak olan bu kolaylık, değer zincirindeki koordinasyonu ve müşteri memnuniyetini arttıracaktır. Sistemden otomatik ve anlık olan veriler aracılığıyla finansal analizlerde sistem tarafından gerçekleştirilecektir. Akıllı cihazlar aracılığıyla gerçekleştirilen finansal analizler, hem firmanın önceki dönem analizleriyle hem de sektördeki analizlerle karşılaştırılarak işletmenin finansal durumu hakkında daha doğru ve daha detaylı bilgiler yöneticilere iletilecektir.

Raporlama ve Denetim

Tüm bu sürecin uçtan uca entegre edilmesiyle süreç boyunca elde edilen verilerin otomatik olarak sisteme aktarılması süreçleri daha şeffaf, takip edilebilir ve anlık olarak raporlanabilir olmasını sağlamaktadır. Endüstri 4.0 çok daha fazla ve çok daha kapsamlı veri sunmasıyla yönetim muhasebesinin kullanacağı araçlarda değişecektir. Önceden gelir tablosu, bilanço ile kararlar verilebilirken, günümüzde ihtiyaç duyulan finansal durum tablo sayısı artmıştır. Endüstri 4.0 ile bu raporların sayısı daha da artacaktır. Yeni nesil teknolojiler aracılığıyla hazırlanan raporlarda sadece dışa dönük değil içe dönük bilgilerde elde edilebilecektir. Örneğin; faaliyet karlılığının yanı sıra, esas üretim faaliyetlerinin karlılığı, çalışanların karlılığı, yöneticilerin karlılığı şeklinde içe dönük raporlar hazırlanacaktır. Raporlama olarak bakıldığında istekler doğrultusunda detaylanabilecek ve hazırlanan rapor sayısı arttırılacaktır.

Fatura girişleri, stokların kontrolü, maliyetlendirme ve maliyet değerlendirmede, maliyetlerin nasıl dağıtılacağını sisteme girildikten sonra hesaplamalar daha doğru ve daha fazla veriyle, analiz edilerek karar vermeye yönelik bilgiler oluşturulacaktır. Sistem verileri ayrıştırma faaliyetini sabit, değişken, katma değeri az veya fazla faaliyet, karlı/karlısız faaliyet veya karlı/karlısız müşteri, karlı/karlısız ürünler şeklinde gerçekleştirerek ayrı ayrı raporlar halinde yönetime sunarak yöneticilerin karar verme süreci kısaltacaktır ve raporlamayı çeşitlendirecektir.

Bu faaliyetlerin ve raporlamaların bulut bilişim teknolojisi aracılığıyla depolanmakta ve muhafaza edilebilmektedir. Bulutta depolanan tüm verilere anlık olarak, her yerden ve internete bağlanabilen mobil cihazlarla her zaman erişilebilmektedir. Burada önemli olan ve dikkat edilmesi gereken asıl konu verilerin siber saldırılara karşı korunması olmaktadır. Bulut bilişim teknolojisinde depolanan verilerin işletmelerle alakalı diğer kullanıcıları ise denetçiler, kreditorler, yatırımcılar ve devlettir.

Denetçilerin işletme faaliyetlerine ve finansal durum tablolarına ulaşmaları kolaylaşmaktadır. Tüm verilerin yeni nesil teknolojiler aracılığıyla sisteme aktarılması faaliyetlerde ve raporlamalardaki hile, hata ve manipülasyonları minimum seviyeye indirecektir. Sisteme anlık olarak ve her yerden ulaşılabilmesi sayesinde sürekli olarak denetim gerçekleştirilmekte, denetim için kullanılacak kaynak sayısı artmakta ve denetim sürecinde zaman ve maliyet avantajı sağlanmaktadır. Denetimde endüstri 4.0 ile işletme hayatına girecek olan robotlar aracılığıyla verilerin toplanması hata oranını azaltacaktır ve block chain teknolojisi ile veriler değiştirilemez, silinemez hale gelecektir.

Fiziki olarak her aşamanın nasıl ilerlediğini takip eden ve sorgulayan bir sistem olmaktadır. Günümüzde denetim faaliyetleri denetimsiz bir ortamın çıktılarını denetlemeye çalışmaktadır. Yani iç kontrol sistemi yeterince kaliteli olmayan bir işletmenin raporlarının gerçeğe uygun olup olmadığı denetlenmektedir. Yapılan her bir fiziki faaliyetin veri haline getirilip, denetlendiği bir ortamda sadece faaliyet denetimine gerek olacaktır. Bu faaliyet denetimini de yapay zeka kendisi gerçekleştirecektir. Geleceğin denetim firmaları ise, işletmelerin kullandığı sistemin doğruluğunu denetleyeceklerdir, dolayısıyla denetimden ziyade danışmanlık faaliyetine doğru evrilecektir. Örneğin; Sabancı gibi büyük şirketlerin denetimi sırasında denetçiler

raporlamalardaki oynamalar üzerine yoğunlaşmaktadır. Kayıtlarda hata olup olmadığı üzerine durmamaktadır. Bunun sebebi Sabancı gibi büyük ve kurumsal bir şirketin kendi çıkarları için her faaliyeti kaydetmek ve takip etmek zorunda olmasıdır. Sistem büyüdükçe sistemdeki tüm faaliyetlerin kaydedilme oranı artmaktadır. Büyük holdinglerin muhasebe kayıtları ve diğer ön muhasebe işlemlerinin tartışılması yerine bu kayıtlardan ortaya çıkarılan raporların detayları incelenmektedir.

Kreditör

Kreditörler işletme hakkında bulut bilişimdeki verilere erişebilmeleri halinde işletmelerin kredi notlarını, alacak ve borç bilgilerini gibi finansal durum analizleri daha doğru bir şekilde elde ederek kredi sürecinde daha uygun kararların verilmesi sağlanmaktadır. Kreditörlerle benzer şekilde yatırımcılarında yatırım kararlarını verirken işletmelerle ilgili bilgilerin ulaşılabilir ve şeffaf olması yatırımcıların daha rasyonel kararlar vermelerine yardımcı olmaktadır.

Devlet

İşletmeler ile devlet arasındaki kesişimin temel noktası vergilendirme sürecidir. Tüm sürecin otomatik olarak gerçekleştirilmesi ve kaydedilmesi vergi denetiminin etkinliğini artırarak, vergi sürecindeki en önemli sorunlardan biri olan kayıt dışı ekonomik faaliyetleri azalmakta ve vergi kaçakçılığının önüne geçmektedir. Yöneticilerde bulut bilişim aracılığıyla mevzuatta yaşanan değişimleri sistem üzerinden takip edebilmekte ve beyannameleri otomatik olarak doldurabilmektedir.

Yukarıda Endüstri 4.0 ile endüstri hayatına giren teknolojiler ve bunların örnek bir işletmeye entegre edilerek üretim kararının alınmasından, tüketicilere ulaşmasına ve geri bildirim sağlanmasına, faaliyetlerin raporlanmasından denetlenmesine ve devlet, kreditorler gibi diğer piyasa aktörlerinin faaliyetlerine kadar tüm süreçler ve içinde barındırdığı faaliyetler ele alınmaya çalışıldı. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, insan faktörünün sadece karar aşamasında ve faaliyetlerin değerlendirilmesi sürecinde dahil olmasıdır. Tek düze ve katma değer yaratmayan faaliyetler yeni nesil teknolojiler aracılığıyla gerçekleştirilerek maliyetleri düşürmekte, karlılık artmakta ve verimlilik artışı sağlanmaktadır.

Bilgisayarların işletme süreçlerinde kullanılması ve yaygınlaşmasıyla manuel olarak tutulan defterler bilgisayar aracılığıyla tutulmaya başladı. Finansal durum tabloları

bilgisayar programları aracılığıyla daha kolay hazırlanır hale geldi. Sermaye piyasalarının gelişmesiyle bilanço ve gelir tablosuyla sınırlı finansal raporlamalara, nakit akış tablosu ve öz kaynak değişim tablosu da eklenmiştir. Bilgisayarın ve bilgisayar programlarının muhasebe uygulamalarında kullanılması, meslek mensuplarının faaliyetlerini bilgisayar ortamında gerçekleştirerek daha kolay yapmalarına ve zamandan tasarruf sağlamalarına yardımcı olmuştur.

İnternetin icat edilmesi ve yaygınlaşması ile muhasebe uygulamaları yeni bir boyuta taşınmıştır. Bu sayede işletmeler ileri teknolojileri daha düşük maliyetlerle kullanabilmiş ve çalışma faaliyetleri zamandan ve mekandan bağımsız hale getirmiştir. Daha hızlı hizmet sunmalarına yardımcı olarak müşterilerle ilişkilerin gelişmesini sağlamıştır. Veri kayıplarının azalması ve verileri saklamak için sınırsız depo imkanı tanınması diğer avantajları arasındadır.

Dijital dönüşümün muhasebe faaliyetlerinde kullanılması; varlıkların ve kaynakların takibinde, performans analizinde, nakit akış yönetiminde, iç kontrollerde etkinliğin sağlanmasında ve verimli finansal raporlama hazırlanmasında kolaylıklar sağlamaktadır. E-defter gibi sanal ortamda hazırlanan ve sunulan belgeler muhasebe süreçlerini kolaylaştırmaktadır.

Tablo 17’de geleneksel muhasebe meslek mensubunun görevleri ve yeni nesil iş dünyasında bu görevlerin nasıl gerçekleştirileceği gösterilmiştir.

Tablo 17
Muhasebecinin Görevleri ve Geleceği

	GÖREVLER	TEKNOLOJİK AKTÖRLER
FİNANSAL MUHASEBE	Alış ve satış faturalarını kontrol etmek ve muhafaza etmek	Otonom robotlar ve bulut bilişim
	Tahsilat ve ödemeleri gerçekleştirmek, gerekli belgeleri almak ve takip etmek	Otonom robotlar ve bulut bilişim
	Alınan ürünlerin kalite kontrollerini gerçekleştirmek	Otonom robotlar ve sensörler
	İrsaliye ve faturaların karşılaştırmak ve kontrol etmek	Otonom robotlar
	Faaliyet sonucu oluşan gelir ve giderleri düzenli olarak kaydetmek ve raporlamak	Otonom robotlar
	Tüm belge ve evrakları sınıflandırmak	Otonom robotlar ve bulut bilişim
	Ay sonlarında genel muhasebeden personel maaş pusulalarını ve bordrolarını almak ve dosyalamak	Otonom robotlar ve bulut bilişim

	Banka hesap özetlerini takip ve kontrol etmek	Otonom robotlar ve bulut bilişim
	Duran varlıkların durumunu takip etmek ve amortismanlarını ayırmak	Nesnelerin interneti, otonom robotlar ve sensörler
MALİYET MUHASEBESİ	Satılan veya üretilen mal/hizmetlerin maliyetini hesaplamak ve muhasebe kayıtlarını atmak	Otonom robotlar
	Maliyetler ile ilgili tüm veri ve bilgileri yönetime iletmek	Bulut bilişim, nesnelerin interneti, otonom robotlar
	Maliyetleri düşürmek için önerilerde bulunmak ve önlemler almak	Otonom robotlar ve yapay zeka
	Bütçe hazırlama faaliyetlerine veri temin etmek ve yardımcı olmak	Bulut bilişim, nesnelerin interneti, otonom robotlar
	Stok değerlemesi yapmak	Nesnelerin interneti, sensörler, otonom robotlar
	Optimum maliyet sistemi oluşturmak	Otonom robotlar, yapay zeka, siber fiziksel sistemler
	Kapasite kullanım oranını belirlemek ve optimize etmek	Nesnelerin interneti, otonom robotlar ve sensörler
	Başa baş noktası hesaplaması yapmak	Otonom robotlar, yapay zeka
YÖNETİM MUHASEBESİ	Faaliyetlerin planlamasına ve yürütülmesine yardımcı olmak	Nesnelerin interneti, yapay zeka, otonom robotlar
	Faaliyetlerin denetlenmesine ve takip edilmesine yardımcı olmak	Nesnelerin interneti, otonom robotlar, bulut bilişim
	Karar mekanizmasını optimize etmek ve doğru kararlar alınmasına yardımcı olmak	Nesnelerin interneti, yapay zeka, otonom robotlar
	Verileri analiz etmek ve yorumlamak	Big data, Bulut bilişim,
	Geleceğe ilişkin tahminlerde bulunmak ve bütçe hazırlamak	Big data, Bulut bilişim
	Optimum yatırım kararını almak ve fırsat maliyetlerini değerlendirmek	Big data, bulut bilişim, nesnelerin interneti, yapay zeka
	Finansal analizleri yapmak, değerlendirmek, raporlamak ve yönetime sunmak	Big data, bulut bilişim, nesnelerin interneti, yapay zeka, SFS
	Tahmini değerlerle gerçekleşen değerleri karşılaştırmak ve sapmaları tespit ederek önlem almak	Otonom robotlar, yapay zeka, bulut bilişim, big data, SFS

Tablo 17’den çıkarılacak sonuç Endüstri 4.0 ile işletmelerin muhasebenin temel fonksiyonlarından olan kayıt, sınıflama, özetleme ve raporlama gibi faaliyetlere ihtiyacı ortadan kalkmamaktadır. Değişim bu faaliyetlerin kim tarafından ve nasıl gerçekleştirileceği konusundadır.

SONUÇ

Buharlı makinelerin kullanıldığı 18. ve 19. yüzyıllarda tarım toplumundan sanayi toplumuna doğru dönüşüm yaşanmış, 20. yüzyılda ise toplumsal düzen bilgi teknolojilerinin artması sonucu sanayi toplumundan bilgi toplumuna doğru değişim göstermiştir. Birinci endüstri devrimiyle el ile çalışan makinelerden su ve buhar gücüyle çalışan makinelere geçilmiş oldu. İkinci endüstri devrimi, elektrik teknolojisindeki gelişmeler kitlesel üretiminin gelişimi ile karakterize edildi. Dijitalleşme ve teknolojik ilerlemeler sonucunda bilgisayarların üretilmesi ve yaygınlaşması sonucunda toplum yapısını ve üretim yapısını değiştiren üçüncü endüstri devrimi gerçekleşti. Kitlesel üretim yöntemi sonucunda üretilen ürünlerin benzerliği devamında kitlesel kişiselleştirme kavramını ortaya çıkarmıştır. Günümüzde ise sanal ve gerçek dünya arasındaki çizginin bulanıklaşması ile karakterize edilen dördüncü endüstri devrimine kademeli olarak geçilmektedir.

Endüstri 4.0 ile kişilerin ve işletmelerin hayatına yeni teknolojiler ve kavramlar girmiştir. Yaşanan teknolojik gelişmeler veya devrimler işletmeleri ve üretim yöntemlerini etkilediği gibi toplumsal yapıları da etkilemektedir. Dijital dönüşüm toplumsal açıdan ele alındığında sosyal ilişkiler, iletişim yapıları, kültür ve insan algısı da değişmektedir. Bu sürecin devamı niteliğinde akıllı toplumlar olarak tabir edilen Toplum 5.0 çalışmaları da yapılmaya başlamıştır.

Geleneksel karmaşık üretim süreçlerindeki maliyet hesaplama yöntemleri maliyetlerin hesaplanmasında hataların artmasına neden olmakta ve bu hatalar alınan kararları da etkilemektedir. Günümüzde maliyet muhasebesi, maliyet yönetimi, maliyetlerin kontrolü, mamul maliyetlerinin hesaplanması ve stok değerlendirme olarak dört farklı amaca hizmet etmektedir. Maliyet muhasebesinin bu amaçları arasında stok değerlendirme finansal raporlamalar için öncelikli değere sahiptir. Dijitalleşme ile üretim süreçlerinde maliyetlerin hesaplanmasında ki değişiklikler yaşanmıştır. Bu değişikliklerin nedenleri; süreçte direkt işçiliklerin azalması, donanım maliyetlerinin artması ve bilgisayar programlarına dayalı bilgi sistemlerinin maliyetler üzerindeki etkisidir.

Yönetim muhasebesinin görevleri ise; mamul geliştirme, karlılık analizi, kalite kontrol, performans değerlendirme gibi faaliyetlerdir. Veri hacminin artması ve verilere gerçek zamanlı olarak erişme yönetim muhasebesinin yukarıda sayılan faaliyetlerini

gerçekleştirmesini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca stratejik yönetim kararları verirken gerekli verilerin hazırlanması ve raporlanması süreci kısılacak ve etkinliği artacaktır. Bunun yanı sıra uygulanan stratejik yönetim kararlarının performanslarının değerlendirilmesinde ve işletmeye etkisinin tespit edilmesinde de önemli katkılar sağlayacaktır.

Denetim sürecinde, işletme faaliyetlerin denetlenmesinde ve denetim sonuçlarının raporlanmasında kullanıcılara hız ve pratiklik kazandırmaktadır. Büyük veri aracılığıyla veri aktarımının sağlanması, işletme faaliyetlerinin anlık olarak takip edilmesini ve sektördeki değişimlere hızlı bir şekilde reaksiyon gösterilmesini sağlayacaktır. Verilere anlık erişimi sağlaması sayesinde kaynak kullanımının ve faaliyetlerin kontrolünün denetimi kolaylaşacaktır. Risklerin değerlendirilmesinde ve risklere karşı önlem alınmasında denetçilerin teknolojik gelişmelerden faydalanması ve bilgiye daha hızlı ulaşılması faaliyetlerde zaman avantajı ve maliyet avantajı kazandırmaktadır.

Muhasebe bilgi sisteminde ve faaliyetlerinde yaşanan değişimlerle süreç daha hızlı, daha şeffaf, anlık olarak erişilebilir ve daha verimli hale gelmektedir. Muhasebecilerin bu değişen dünyadaki görevleri ise bu veri akış sistemini oluşturmak ve finansal verileri analiz ederek ve yorumlayarak yöneticilerin kararlarını optimize etmektir. Muhasebe uzmanları, bütçe hazırlama, maliyet tahmini, maliyetleme, finansal yönetimin ve yönetim muhasebesinin ihtiyaç duyduğu bilgilerin neler olduğunu, hangi tablodan nasıl alınacağı, nasıl hesaplanacağı ve nasıl rapor edileceğini tasarlayacak ve raporlanmasını sağlayacaktır. Bu nedenle yeni nesil muhasebecilerin meslek tanımlarında değişeceği öngörülebilir. Örneğin; *Muhasebe Sistem Analizi ve Tasarım Uzmanı/Mühendisi*: Yazılım sürecinde ve işletmeye entegre edilmesi faaliyetlerinde görev alacaktır. *Muhasebe Veri Madenciliği Uzmanı/Mühendisi*: İşletmede içindeki ve dışındaki verilerden işletme faaliyetleri doğrultusunda kullanılabilir faydalı bilgiler üretmek için analiz etme faaliyetleri gösterecektir. *Muhasebe Raporlama Uzmanı/Mühendisi*: İşletme içi ve işletme dışı raporların üretilmesi, depolanması, analiz edilmesi ve paylaşılması sürecinde görev alacaklardır. *Stratejik Yönetim Muhasebesi Sistem Analizi ve Tasarımı Uzmanı/Mühendisi*: Stratejik yönetim kararlarının alınması ve uygulanması sürecinde bilgilerinin oluşturulması ve kontrol edilmesi için, muhasebenin sunduğu bilgilerle karşılaştırılarak performans değerlendirme sürecinde faaliyet gösterecektir.

İçkontrol/Denetim Sistem Tasarımı ve Kontrol Uzmanı/Mühendisi: Denetim süreçlerinin etkinliğinin artırılmasında faaliyet gösterecektir.

Dijitalleşmenin muhasebe alanına uygulanmasında karşılaşılan engelleri üç başlık altında toplanabilir. Birincisi, işletmelerin teknoloji yatırımları finansal açıdan ele alındığında öncelikli bir alan değildir. İkincisi, üretim ve muhasebe süreçlerinde teknolojinin uygulanması hem örgütleri hem de çalışanlarını karşı karşıya getirebilmektedir. Bu olumsuzlukların önüne geçebilmek için kullanılacak en iyi yol ise muhasebecilerin eğitim yöntemini değiştirmektir.

Üniversitelerin akademik programlarına bakıldığında muhasebe mesleği ile ilgili teorik bilgilerin yeterli derslerin olduğu ancak günümüz dijitalleşme çağının gerekliliklerini tam olarak karşılayamamaktadır. Öğrencilerin üniversiteden mezun olduktan çağın ve işletmelerin ihtiyaçlarına karşılık verebilmeleri için teknoloji kullanma yeteneği, esnek ve analitik düşünebilme yeteneğine sahip olması gerekmektedir. Bu sebeple muhasebe eğitimin sürecinde muhasebenin teorik kısmının yanı sıra yeni nesil teknolojilerin nasıl kullanılacağı, veri analiz yöntemleri öğretilmeli ve yeni nesil bir fabrikada muhasebe bilgi sistemi için gerekli olan veri akış sürecini oluşturabilmek yeterli bilgi ve beceri ile donatılmalıdır.

Yapılan bu araştırmanın sınırlılıkları Endüstri 4.0 gibi kapsamlı bir konunun, araştırmanın amacı doğrultusunda muhasebe alanına olası etkisi şeklinde daraltılarak incelenmiştir. Araştırmanın kısıtlılığı ise ülkemizde dördüncü sanayi devrimine ve beraberinde gelen yeni nesil teknolojilere tam olarak entegre olmuş işletme veya organizasyon olmamasıdır. Hem zaman açısından hem de dördüncü endüstri devrimi hakkında görüş alabilmek için yeterince işletme yöneticisi veya işletme sahibi olmamasından dolayı görüş ve fikirlerinin alınacağı yeterli kişiye ulaşılamamasıdır.

Çalışmada dördüncü endüstri devriminin muhasebe mesleğine olası etkilerini kapsamlı olarak ele alması açısından literatüre önemli bir katkı sağlamakta ve literatürdeki yeni bir boşluğu doldurmaktadır. Araştırmanın sınırlılıkları ve kısıtlılıkları göz önünde bulundurulduğunda konuyla ilgili yapılacak diğer çalışmaların daha somut sonuçlar elde etmek için Endüstri 4.0'ı ve yeni nesil teknolojileri işletmeye entegre etmiş örnek bir firmadan veriler elde ederek veya konuyla ilgili yeterli bilgi ve beceriye sahip kişilerle anket çalışması veya odak grup çalışması yapılarak nitel analizler yapılabilir.

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Acar, Nesime (1999), *Malzeme İhtiyaç Planlaması*, Milli Prodüktivite Merkezi Yayını, Ankara.
- Akdoğan, N. (1998), *Tekdüzen Muhasebe Sisteminde Maliyet Muhasebesi Uygulamaları*, (4. Baskı), Cem Kitabevi: Ankara.
- Altınkaynak, Fırat vd. (2014), *Ticari Belgeler İle Muhasebe Uygulamaları*, Detay yayıncılık, Ankara.
- Banger, Gürcan (2017), *Endüstri 4.0 Extra*, Dorlion Yayınları, 1.Baskı, Ankara.
- Banger, Gürcan (2016), *Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme*, Dorlion Yayıncılık, Ankara.
- Basık, Orhon Feryal (2012), *Rekabet Stratejisinde Maliyet Yönetimi*, Türkmen Kitabevi, İstanbul.
- Bozkurt, Nejat (2006), *Muhasebe Denetimi*, Alfa Yayıncılık, İstanbul.
- Can, Ahmet Vecdi (2004), *Hedef Maliyetleme: Kuram ve Uygulama*, Sakarya Kitapevi, Adapazarı.
- Compton, W.D. (1999), *Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi*, Çev: Dr. Gül E. Okudan, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul.
- Dolanbay, Coskun (2000), *E-Ticaret Strateji ve Yöntemler*, Meteksan Sistem Yayınları, Ankara.
- Çağıltay, Negiz Ercil (2010), *İş Zekası ve Veri Ambarı Sistemleri*, 1.baskı, Odtü Geliştirme Vakfı Yayıncılık, Ankara.
- Demirkol, Zafer (2002), *XML*, 2.Baskı, Pusula Yayıncılık, İstanbul.
- Deshmukh, Ashutosh (2006), *Digital accounting: The effects of the internet and ERP on accounting*, SCOPUS, IGI Global.
- Downes, Larry, ve Nunes, Paul (2014), *Big Bang Disruption, Strategy in the Age of Devastating Inovation*, Portfolio; First Edition edition.
- Edward j. Blocher, David E. Stout, Gary Cokins (2010), *Cost Management: A Stratehic Emphasis*, 5. Ed., Irwin McGraw-Hill Companies, Boston.
- Erkuş, Hasan (2008), *XBRL*, Gazi Kitapevi, Ankara.
- Fogarty, Donald., ve diğerleri (1991), *Production and Inventory Management*, South Western Publishing Co., Cincinnati.

- Freyer, Hans. (2014), *Sanayi Çağı*, Çev.: Akarsu, B. ve Batuhan, H., Doğu Batı Yayıncılık, Ankara.
- Garrison Ray H., ve Noreen Eric W. (2003), *Managerial Accounting*, 10. Ed. McGraw-Hill Irwin, Boston.
- Gökçen, Gürbüz ve diğerleri (2006), *Türkiye Muhasebe Standartları Uygulamaları*, 1.Baskı, Beta Basım, İstanbul.
- Görçün, Ömer Faruk (2016), *Dördüncü Endüstri Devrimi*, Beta Yayıncılık, İstanbul.
- Görçün, Ömer Faruk (2017), *Endüstri 4.0*, Beta Yayıncılık, 2. Baskı, İstanbul.
- Gürsakal, Necmi (2013), *Büyük Veri*, Dora Yayıncılık. Bursa
- Hall H. Richard (1994), *Sociology Of Work: Perspectives, Analyses and Issues*, A Sage Publications Company, 72.
- Krishna, P. Venkata ve diğerleri (2014), *Challenges, opportunities, and dimensions of cyber physical systems*, SCOPUS, 9781466673120, 10.4018/978-1-4666-7312-0
- Monks, J. G. (1996), *Schaum's Outline of Theory and Problems of Operations Management*, 2nd Edition, McGraw-Hill Inc.
- Nof, Y. Shimon (1999), *Handbook of Industrial Robotics*. 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc
- Özkan, Yalçın (2013), *Veri Madenciliği Yöntemleri*, 2.baskı,Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Özmen, Sule (2003), *Ağ Ekonomisinde Yeni Ticaret Yolu; E-Ticaret*, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Rıfkın, Jeremy (2014), *Üçüncü Endüstri devrimi*, İletişim Yayınları, İstanbul.
- Schwab, Klaus (2016), *Dördüncü Endüstri devrimi*, Çev: Zülfü Dieleli, 1. Baskı, Optimist Kitap, İstanbul.
- Sipper, Daniel ve Bulfin, Robert (1997), *Production: Planning, Control and Integration*, Mc Graw-Hill, New York.
- Tektüfekçi, Fatma ve Tek, Nergis (2007), *Finansal Muhasebe*, Birlesik Matbaacılık, İzmir.
- Tsiptsis, Konstantinos ve Chorianopoulos, Antonios (2009), *Data Mining Techniques in CRM*, 1.baskı, John Wiley & Sons. Ltd, Londra.
- Usta, A., Doğantekin, S., (2017), "Blockchain 101". Kapital Medya Hizmetleri A.Ş., ISBN: 978-605-4584-97-0, İstanbul.

- Wallace, F. Thomas (1985), *MRP II: Making it Happen*, Oliver Wight Publications, Essex, 25.
- Yaltı, Billur (2003), *Elektronik Ticarete Vergilendirme*, Der Yayınları, 1. Baskı, ISBN: 9753533055, İstanbul.
- Yılmaz, Aytekin. (2004), *İkinci Küreselleşme Dalgası: Kavram, Süreç ve Sorunlar*, eBook Collection (EBSCOhost), Ankara.
- Yılmaz, Recep (2016), *Tasarıma Dayalı Üretim Tipinde Maliyetlendirme ve Fiyatlandırma*, Sakarya Yayıncılık, Sakarya.

Sürekli Yayınlar

- Agrawal, R. K. ve Hurriyet, H. (2004), The Advent of Manufacturing Technology and its Implications for the Development of the Value Chain, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(3/4), 319-336.
- Ağca, Ahmet (2006), Sürekli Denetim: Denetimde Bir Devrim mi Yoksa Bir Hayal mi?, *MODAV Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, Cilt:8, Sayı:1.
- Ağca, Veysel ve Tuncer, Ender (2006), Çok Boyutlu Performans Değerleme Modelleri ve Bir Balanced Scorecard Uygulaması, Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, C.8, S.1, s.173-193.
- Akben, İbrahim ve Avşar, İlker İbrahim (2018), Endüstri 4.0 Ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış, *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, Nisan 2018, Cilt:3, Sayı:1, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep.
- Akın, Osman. ve Onat, O.K. (2014), Bulut Bilişimin Finansal Raporlamaya Etkisi ve Bir Model Önerisi, 33. *Türkiye Muhasebe Eğitimi Sempozyumu*, 23-27 Ocak, 211-231.
- Aktaş, Rafet ve Başçı, Eşref Savaş (2007), Elektronik Ortamda Finansal Raporlamada Geliştirilebilir Finansal Raporlama Dilinin (XBRL) Kullanılması, *MÖDAV Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, Cilt 9, Sayı 1, Mart.
- Al, Umut (2002), İnternet'te Veri Güvenliği, (*Data Security on the Internet*) *Olusum*, 10(38), Nisan-Mayıs-Haziran, s.40.
- Alarcon, J.L., ve Staut, M.T. (2017), The Internet of Things: The CPA's Role in the New World of Business. *Pennsylvania CPA Journal*, January 1, 26-31.
- Alarcon, J.L., ve Ng, C. (2018), Blockchain and the future of accounting, *Pennsylvania CPA Journal*, January 1, 3-7.
- Alçın, Sinan (2016), Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0, *Journal of Life Economics*, sayı 8
- Alhubaity M. I. ve Alsaqah Z. H. Y. (2003), Accounting Information System, *Al-Hadbaa Unit For Printing And Publishing - A Mechanism Humpback University / Mosul / Iraq*.
- Al-Mashari, Mohammed (2000), Constructs of Process Change Management in ERP Context: A Focus on SAP R/3, *Americas Conference on Information Systems AMCIS*.
- Armutlu, Hasan ve Akçay, Muharrem (2013), Bulut Bilişimin Bireysel Kullanımı İçin Örnek Bir Uygulama, *Akademik Bilişim Konferansı*, 23-25 Ocak.

- Arslan, Kadir ve Kırbaş, İsmail (2016), Nesnelerin İnterneti Uygulamaları İçin Algılayıcı / Eyleyici Kablosuz Düğüm İlkörneği, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Özel Sayı 1: 35-43.
- Aşan, Hakan ve Avunduk, Hüseyin (2018), Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisi ve İşletme Uygulamaları: Genel Bir Değerlendirme, *Dokuz Eylül Üniversitesi, İİBF Dergisi*, Cilt 33, Sayı 1
- Ateş Aslantaş, Burcu (2016), Kripto Para Birimleri, Bitcoin ve Muhasebesi, *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1): 349-366
- Ata, H. Ali ve Seyrek, İbrahim (2009), The Use Of Data Mining Techniques In Detecting Fraudulent Financial Statements: An Application on Manufacturing Firms, *Suleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 14, Sayı 2, s.157-170.
- Atasever, Mesut ve Uçar, Mustafa (2000), Elektronik Ticaret ve Muhasebeleştirilmesi, Elektronik Ticaret, Elektronik Para. ve Bilgi Güvenliği Açısından Muhasebe, *Vergi Sorunları Dergisi*, Haziran.
- Atzori, Luigi ve diğerleri (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54 (15), 2787-2805.
- Balsarı, Çağnur ve diğerleri (2018), E-Dönüşüm Işığında Çağdaş Muhasebeciden Beklenen Yetkinliklerin Muhasebe Eğitimi Kapsamında Tasarlanması, *Muhasebe ve Denetim Bakış* (53) : 115-126.
- Barbarosoğlu, Gülay (1994), Endüstriyel Yönetim Sistemleri, MRP, MRP II, ERP ve CIM, Üretim Kaynakları Planlaması Workshop Bildiriler Kitabı, İstanbul, 14-25.
- BarNir, Anat ve diğerleri (2003), Business process digitization, strategy, and the impact of firm age and size: the case of the magazine publishing industry, *Journal of Business Venturing* 18(6), pp. 789-814.
- Bayou, E. Mohamed (1998), Three Routes for Target Costing, *Managerial Finance*, Vol: 24, No:1, pp: 28-45.
- Bensghir, Türksel Kaya (2008), E-Dönüşüm ve E-İmza Uygulamaları, Seminer, *TODAİE*, Mart 2008.
- Bhat, Snishir (2009), A New Framework Concept for Production Planning Systems in Cellular Manufacturing, *Brief Communication*, J Intell Manuf DOI 10.1007/s10845-008-0139-8, (2009).
- Bingi, Prasad ve diğerleri (1999), Critical Issues Affecting An ERP Implementation, *Information Systems Management*, 7-15.
- Birant, Derya, Kutu Alp, Ventura, Medi, Altınok, Hakan, Altınok, Benal, Altınok, Elvan ve Ihlamur, Murat (2010), İş Zekası Çözümleri İçin Çok Boyutlu Birliktelik

Kuralları Analizi, Akademik Bilişim, 10-12 Şubat 2010, Muğla Üniversitesi, <http://ab.org.tr/ab10/bildiri/112.pdf>, Erişim Tarihi: 05.09.2012.

- Brandas, Claudiu ve diğerleri (2015), Global Perspectives on Accounting Information Systems: Mobile and Cloud Approach, *Procedia Economics and Finance*, Procedia Economics and Finance Volume 20, Pages 88-93.
- Brown-Liburd, Helen ve diğerleri (2015), Behavioral implications of Big Data's impact on audit judgment and decision making and future research directions, *Accounting Horizons* Vol:29, Issue: (2).
- Buonanno, Giacomo ve diğerleri (2005), Factors Affecting ERP System Adoption, *Journal of Enterprise Information Management*, Vol:18, No:4, pp.384-426.
- Canberi, Osman (2016), Dördüncü Endüstri Devrimi, *Gebze Organize Sanayi Bölgesi Sanayicileri Derneği*: sayı, 47, Ocak-Şubat-Mart 2016.
- Cao, Hui and Zhu, Zuqang (2012). Research on future accounting information system in the Internet of Things era. 2012 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering, 3, 741-744.
- Cao, Min ve diğerleri (2015), Big Data Analytics in Financial Statement Audits, *Accounting Horizons*, Vol. 29 Issue 2, p423-429.
- Cervone, H. Frank (2010), An Overview of Virtual and Cloud Computing, *OCLC Sysrems & Services*, Volume.6, Issue.3, 162-165.
- Chase B., Richard ve diğerleri (1995), Production and Operations Management– Manufacturing and Services, *McGraw-Hill*, Eight Edition.
- Christauskas, Ceslovas ve Miseviciene Regina (2012), Cloud Computing Based Accounting for Small to Medium Sized Business, *Inzinerine Ekonomika – Engineering Economics*, Vol. 23, No 1: 14-21.
- Ciğer, Ayşegül ve diğerleri (2017), Büyük verinin Muhasebe Uygulamaları ve Muhasebe Eğitimi üzerindeki Etkileri, *36. Muhasebe Eğitimi Sempozyumu Kitabı*, Matsis Matbaa, İstanbul.
- Conklin, W.A., (2009), Security in cyber-physical systems. In Proceedings of workshop on future directions in cyber-physical systems security, Newark, NJ: Academic Press.
- Çak, Murat (2002), Dünyada ve Türkiye'de Elektronik Ticaret ve Vergilendirme, *İstanbul Ticaret Odası Yayınları–32*, İstanbul, s.65.
- Çakal, Mehmet Ali ve Eymirli, Emine Bilgen (2012), Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi, *Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı*.

- Çetinkaya, Cihan ve Özceylan, Eren, (2015), Impacts of 3D Printing on Supply Chain Management, *XIII. International Logistics and Supply Chain Congress*, October, (22-23), 649-657.
- Dabbağoğlu, Kadir (2007), İç Kontrol Sistemi, *Mali Çözüm*, Sayı:82, s.134.
- Dai, Jun ve Vasarhelyi, A. Miklos (2017), Toward blockchain-based accounting and assurance. *Journal of Information Systems*, 31 (3), 5-21.
- Dai, Jun ve Vasarhelyi, A. Miklos (2016), Imagineering Audit 4.0; *Journal of Emerging Technologies in Accounting*. *Spring*, Vol. 13 Issue 1, p1-15. 15p.
- Debreceny, Roger ve Gray, Glen L. (2001), The Production and Use of Sementically Rich Accounting Reports on The Internet: XML and XBRL, *International Journal of Accounting Information Systems*, pp. 47-74.
- Demir, Serdar (2000), Kurumsal Kaynak Planlanması, *Bilgi Teknolojileri Haber Bülteni*, No: 12, Mayıs, 14-18.
- Demirtaş, Burak ve Arğan, Metin (2015), Büyük Veri ve Pazarlamadaki Dönüşüm: Kuramsal Bir Yaklaşım, *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, Sayı: 15, Ocak 2015, ss. 1-21.
- Deran, Ali ve Hatipoğlu, Ayşe Gül (2008), Sürekli Güncellenebilen Kapsamlı Bir Veri Tabanı Aracı Olarak XBRL (Extensible Business Reporting Language; Geliştirilebilir İşletme Raporlama Dili) ve Finansal Raporlama Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 9, Sayı: 16.
- Digital Asset (2016), The Digital Asset Platform: Non-technical White Paper, *Digital Asset Asset Holdings, LLC*.
- Dimitriu, Otilia ve Matei, Marian, (2014), A New Paradigm for Accounting Through Cloud Computing, *Procedia Economics and Finance*, Volume 15, Pages 840-846, ISSN 2212-5671, [http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00541-3](http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00541-3).
- Doğan, Uğur ve Tercan, Yalçın (2015), E-Defter ile Neler Değişti, Neler Değişecek?, *Yaklaşım Dergisi*, Sayı.268, Nisan.
- Duman, M.Zeki (2008), Fransız Devriminin Politik Sonuçları ve Tocqueville'ın Devrime İlişkin Görüşleri, *Sosyoloji Dergisi*, Sayı 19, 103-119.
- Durmuşoğlu, Semra (1995), Üretim Kaynakları Planlaması ve Tam Zamanında Üretim, *Otomasyon MRPII Özel Sayısı*, 100-105 (1995).
- Ekici Kılıç, Özlem (2012), Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisi, *Bilim ve Teknik Dergisi*, Aralık, 46, (541), 24-29.
- Elitaş, Cemal ve Özdemir, Serkan (2014), Bulut Bilişim ve Muhasebede Kullanımı, *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi (MÖDAV)*, Cilt: 16, Sayı: 2, ss. 93-108.

- Erturan, İlkay Ejder ve Ergin, Emre (2017), Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti: Stok Döngüsü, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Temmuz/2017.
- Ertürk Özer (2015), Vergi İncelemesinde Yeni Dönem: E-Defter, *Vergi Sorunları Dergisi*, Sayı.322, s. 66.
- Evans, Dave (2011), The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything, Cisco IBSG.
- Fanning, Kurt ve Centers, P. David (2016), Blockchain and its coming impact on financial services, *The Journal of Corporate Accounting & Finance*, 27 (5), 53-57.
- Farewell, Stephanie (2010), XBRL or Customized XML?, *XBRL International*, Inc. October.
- Fırat, Zihni Oktay ve Fırat, Seniye Ümit (2017), Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, Vol: 46, No: 2.
- Flaherty, Sean (2018), Bookkeeping in the Cloud: Advancements in Accounting Software, Honors Thesis, Appalachian State University, Submitted to the Department of Accounting and the Honors College in partial fulfillment of the requirements for the degree of, Bachelor of Science Business Administration.
- Gobble, M. MaryAnne. (2013), Big data. The next big thing in innovation. *Research-Technology Management*. January-February: 64-66.
- Griffin, A. Paul ve Wright M. Arnold (2015), Commentaries on Big Data's importance for accounting and auditing, *Accounting Horizons* 29 (2).
- Gupta, Atul (2000), Enterprise Resource Planning: The Emerging Organizational Value Systems, *Industrial Management and Data Systems*, 114-118.
- Harvard Business Review (2015), Agile Practice: The Competitive Advantage for a Digital Age, Sponsored by Atlassian.
- Hayes, David C. ve diğerleri (2001), Market Reaction To ERP Implementation Announcements, *Journal Of Information Systems*, Vol 15, No 1, Spring, s. 3-18.
- Hedelin, Lisbeth. ve Allwood, Carl. Martin. (2002), IT and strategic decision making, *Industrial Management & Data Systems*, 102(3/4), 125.
- Heizer, Jay ve Render, Barry (2001), Principles of Operations Management, *Prentice Hall*, Fourth Edition, New Jersey.
- Herter, Johannes ve Ovtcharova Jivka (2016), A Model based Visualization Framework for Cross Discipline Collaboration in Industry 4.0 Scenarios, *Procedia CIRP*.Vol. 57. P. 398-403.

- Hessman, Travis, (2013), Reprinting the Supply Chain, New Equipment Digest, Penton's MFG&Supply Chain Group, *News & Information*, Vol. 78 Issue 10, p.35.
- Hoffmann Erick ve Rüsç Marco (2017), Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics, *Computers in Industry*, vol. 89, pp. 23-34, 2017.
- Hormozi, Amir M. ve Giles, Stacy (2004), Data Mining: A Competitive Weapon For Banking And Retail Industries, *Information Systems Management*, Vol.21, No.2, Spring, p. 62-71.
- Hosokawa, K. ve diğerleri (1998), Self-organizing collective robots with morphogenesis, in a vertical plane, in Proceedings of International Conference on Robotics and Automation, *ICRA 1998*, pp. 2858-2863.
- Hoy, B. Matthew (2014), Big data: An introduction for librarians, *Medical Reference Services Quarterly*, 33(3): 320-326.
- Höfer, C.N. ve Karagiannis, G. (2011), Cloud Computing Services: Taxonomy and Comparison, *J Internet Serv Appl.*, 2, 81–94.
- Hunton, E. James (2002), The impact of digital technology on accounting behavioral research. *In Advances in Accounting Behavioral Research* (pp. 3-17). Emerald Group Publishing Limited, ISBN: 978-0-76230-953-5.
- IIA, (2017), Küresel Bakış Açıları Ve Anlayışlar, Yapay Zekâ – İç Denetim Mesleğine İlişkin Dikkate Alınması Gerekenler, Özel Baskı.
- Ionescu, Bogdan ve diğerleri (2013), Traditional Accounting vs. Cloud Accounting, *Proceedings of the 8th International Conference*, June, DOI: 10.13140/2.1.2092.8961.
- Issa, Hussein ve Kogan, Alexander (2013), A Predictive Ordered Logistic Regression Model for Quality Review of Control Risk Assessments. *Working paper*, Rutgers Accounting Research Center.
- Jin, Yuran ve Ji, Shoufeng (2013), Partner Choice of Supply Chain Based on 3D Printing and Big Data, *Information Technology Journal*, 12, (22), 6822-6826.
- Jones, S. ve Groom, F. M. (2011), Information and communication technologies in the healthcare, *CRC Press*, Boca Raton, FL, ISBN 978-1-4398-5413-6, pp. 1-252.
- Jonsson, Patrik (2008), Exploring Problems Related to the Materials Planning User Environment, *International Journal of Production Economics*, 113:383-400.
- Justin Bradley ve Ella M. Atkins. (2015), Optimization and Control of Cyber Physical Vehicle Systems. *Sensors*, No:15, p.23024.

- Kagermann, H. ve diğerleri (2013), Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group, Acatech, *National Academy of Science and Engineering*, Frankfurt, April.
- Kaplan, Robert S., ve Anderson Steven R. (2007), The Innovation of Time-Driven ACTivity Based Costing, *Cost Management*, Vol. 21, No:2 March/April, pp:5-15.
- Ke, Ming ve Shi, Yuxin (2014), Big Data, Big Change: In the Financial Management, *Open Journal of Accounting*, 3, 77-82.
- Kietzmann, J. ve diğerleri (2015), Disruptions, Decisions, and Destinations: Enter the Age of 3-D Printing and Additive manufacturing, *Marketing & Technology*, Business Horizons, (58), 20-215.
- Kogan, Alexander ve diğerleri (1999), Continuous Online Auditing; A Programme of Research, *Journal of Information Systems*, Vol.13, No.2.
- Korkut, Ömer (2016), Siber Güvenlik ve Büyük Verinin Endüstri 4,0'daki Yeri, *Yeni Nesil Sanayi Endüstri 4.0 Paneli*, Eskişehir.
- Kossmann, Donald ve Kraska, Tim (2010), Data Management in the Cloud: Promises, *State-ofthe-art, and Open Questions*, Datenbank Spektrum, 10, 121–129.
- Koşan, Levent (2006), Geleceğin Finansal Raporlama Dili: XBRL, *Mali Çözüm Degisi* Sayı: 77.
- Kutup, Nejat (2016), Nesnelerin İnterneti; 4H Her yerden, Herkesle, Her zaman, Her Nesne İle Bağlantı, *XVI. Türkiye'de İnternet Konferansı*, Ankara.
- Lee, Hyoung-Gon ve diğerleri (2009), Grid Enabled MRP Process Implovement Under Distributed Database Enviroment, *The Journal of Systems and Software*, Volume 82 Issue 7 doi:10.1016/j.jss.2009.01.041.
- Lee, In, ve Lee, Kyoochun (2015), The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, School of Computer Sciences, Western Illinois University, Stipes Hall 442F, Macomb, IL 61455-1390, U.S.A. 58 (4), 431-440.
- Lee, Jay ve diğerleri (2014), A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems, *Manufacturing Letters* (3), 18-23.
- Leitão, Paulo ve diğerleri (2015), Industrial automation based on cyber-physical systems technologies: Prototype implementations and challenges. *Computers in Industry*, Volume 81, September 2016, Pages 11-25.
- Maker, John (1998), The Second Industrial Revolution, 1870-1614, *Evanston IL*, Northwestern University, 60208.

- Mann, Catherine L. ve diğeri (2000), Global Electronic Commerce: A Policy Primer, *Washington DC Institute for International Economics*.
- Mashhadi, A.R. ve diğeri (2015), Impact of Additive Manufacturing Adoption on Future of Supply Chains, *Proceeding of the ASME 2015 International Manufacturing Science and Engineering Conference*, June 8-12, Charlotte, North Carolina, USA.
- Mishra, D. ve diğeri (2016), Vision, applications and future challenges of Internet of Things: A bibliometric study of the recent literature. *Industrial Management & Data Systems*, 116 (7), 1331-1355.
- Mugan, Can Şınga (2000), Bilgi Sistemleri Teknolojileri ve Muhasebe Uygulamalarına ve Eğitime Etkileri, *XIX. Türkiye Muhasebe Eğitimi Sempozyumu*, Belek-Antalya, Mayıs.
- Na, Hong-bum ve diğeri (2008), A New Approach for Finite Capacity Planning in MRP Environment, in IFIP International Federation for Information Processing, *Lean Business Systems and Beyond*, Boston, 257: 21-27.
- Narayanan, Venkatachalam (2014), Using big-data analytics to manage data deluge and un-lock real-time business insights, *Journal of Equipment Lease Financing*, 32 (2): 1-7.
- New, Colin (1998), The state of operations management in the UK - a personal view. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(7), 675-677.
- Noël, Martin ve diğeri (2007), Tool planning for a lights-out machining system. *Journal of Manufacturing Systems*, 26(3-4), 161-166.
- Nofer, M. ve diğeri (2017), Blockchain. *Business & Information Systems Engineering*, 59 (3), 183-187.
- O'Leary, D.E. (2013), 'Big Data', the 'Internet of Things' and the 'Internet of Signs'. Intelligent Systems in Accounting, *Finance and Management*, 20 (1), 53-65.
- Önal, Mete ve Pekdemir, Recep (1999), Bilgi Teknolojisindeki Gelişmelerin Muhasebe Mesleğine Etkileri, 21. Yüzyıla Girerken Muhasebe Denetimi Mesleği ve Teknolojik Gelişmeler, *IV. Türkiye Muhasebe Denetimi Sempozyumu* (5-9), İstanbul SMMO Yayınları, İstanbul.
- Özbolat, İ.Tarık (2012), Yapay Organ Üretimi, 3 Boyutlu Organ Prototiplenmesine Doğru, *Bilim ve Teknik Dergisi*, 10, (539), 56-59.
- Öztemel, Ercan (2006), Stratejik Kurumsal Kaynak Yönetimi, *3 Gen Dergisi*.
- Palaniswamy, Rajagopal ve Frank, Tyler (2000), Enhancing Manufacturing Performance with ERP Systems, İçinde: Enterprise Systems İntegration, Editör: Judith M.Myerson, *Auerbach Publishers*, Florida.

- Partida, Becky (2018), Blockchain's great potential: Blockchain's potential is immense, but most organizations have not yet made the investment. *Supply Chain Management Review*, 22 (1), 51-53.
- Qiu, Feng (2016), Overall Framework Design of an Intelligent Dynamic Accounting Information Platform Based on the Internet of Things. *International Journal of Online Engineering*, 12 (5), 14-16.
- Rahman, Mohd S.,A., (2008), Utilisation of Data Mining Technology within the Accounting Information System in the Public Sector: A Country Study – Malaysia, *School of Accounting and Corporate, Governance Faculty of Business University of Tasmania*.
- Raiborn, Cecily ve Sivitanides, Marcos (2015), Accounting Issues Related to Bitcoins, *The Journal of Corporate Accounting Finance*, January/February, s. 25-34.
- Rajhans, Akshay ve diğerleri (2009), An architectural approach to the design and analysis of cyber-physical systems, in *Proceedings of the 3rd International Workshop on Multi-Paradigm Modeling-MPM 2009*, EASST, Vol, 21, pp. 1-10.
- Rechtman, Yigal (2017), Blockchain: The making of a simple, secure recording concept, *CPA Journal*, 87 (6), 15-17.
- Rüzgar, Bahaddin ve Sevinç, Alper (2007), Bireysel Emeklilik Sirketlerinin Web Sayfalarının E-Ticaret Yaklaşımı İle İncelenmesi, *Akademik Bilisim Bildirim, Dumlupınar Üniversitesi*, s.3.
- Saçıkara, Gürkan ve Özdemir, Tuncay (2017), Tedarik zincirinde dijital tedarik ağlarına geçiş, *Deloitte Times*, 20-22.
- Sarıtaş, M. Tuncay ve Üner, Nalan (2013), Eğitimdeki Yenilikçi Teknolojiler: Bulut Teknolojisi, *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, Journal of Research in Education and Teaching, Cilt:2 Sayı:3.
- Savaş, Serkan ve diğerleri (2012), Veri Madenciliği ve Türkiye'deki Uygulama Örnekleri, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*.: 1-23.
- Schaeffer, M. Donna ve Olson, C. Patrick (2014), Big data options for small and medium enterprises, *Review of Business Information Systems*. 18 (1): 41-46.
- Sevim, Adnan ve Temizel, Fatih (2009), Geleceğin Finansal Paylaşım Platformu: XBRL (Extensible Business Reporting Language-Geliştirilebilir İşletme Raporlama Dili), *Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 9, Sayı: 17, (2009), s.269-207.
- Seyrek, H. İbrahim (2011), Bulut Bilişim: İşletmeler için Fırsatlar ve Zorluklar, *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*,10 (2): 701-713.

- Shi, Jianhua ve diğeri (2011), A survey of cyber-physical systems In Wireless Communications and Signal Processing (WCSP), *International Conference on November*. (pp. 1-6). IEEE.
- Sledgianowski Deb ve diğeri (2017), Toward İntegration of Big Data, Technology and Information Systems Competencies into the Accounting Curriculum, *Journal of Accounting Education*, Volume 38, March 2017, Pages 81-93, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaccedu.2016.12.008>.
- Sönmez, Asuman (2014), Sanal Para Bitcoin, The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication – *TOJDAC*, July, Volume 4, Issue 3, No: 1-14.
- Stamps, Peter (2005), Türkiye’de XBRL Yaygınlaşmalı, *Active ACADEMY-Araştırma Merkezi*, Aralık, s.1.
- Stock T. and Seliger G. (2016), Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0, *Procedia CIRP*, vol. 40, pp. 536-541.
- Şeker, Tülay Bektaş (2005), Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler çerçevesinde bilgiye erişimin yeni boyutları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (13), 377-391.
- Tasarov, I. V. (2018), Technologies Of 4.0 Industry: Impact On The Performance Improvement Of Industrial Companies, *Strategic decision and risk management*, No:2 (107).
- Tektüfekçi, Fatma (2017), E-Dönüşüm Sürecinde E-Muhasebe Uygulamaları: Türkiye Örneği, *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi / 2017 Cilt: XII Sayı: I*.
- Teresko, John (1994), Redesigning MRP II, *Industry Week*, March, pp.53.
- Thomas, P. (2013), Cloud Computing, A Potential Paradigm for Practising the Scholarship of Teaching and Learning, *The Electronic Library*, Volume.29, Issue. 2, 214-224.
- TOBB (2016), Sanayi 4.0’a Hazır mıyız?, *TOBB Ekonomik Forum Dergisi*, Sayı: 259, s. 16-27.
- Tokel, Ömer Emre ve diğeri (2007), Türkiye’de XBRL’ye Geçiş Sürecinin Yol Haritası, *Active*, s.2.
- Tokel, Ömer Emre ve Yücel, Eray M. (2005), Türkiye’de XBRL Standardı: Sektörel Bilanço Verileri Üzerine Bir Uygulama, *Active*, Temmuz-Ağustos 2005, Syf:1-10 .
- Toraman Cengiz ve Abdioğlu Hasan (2008), Genişletilebilir İşletme Raporlama Dili (GİRD) Ve Gelir İdaresince Kullanımı, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*, Cilt:10, Sayı:2, s.79.

- Troselj, Mark (2014), The Impact of 3D Printing, *MHD Supply Chain Solutions*, May/June.
- Tuan, Kadir ve Memiş, M. Ünsal (2007), İç Denetimin Yönetim Fonksiyonlarının Yerine Getirilmesindeki Rolü. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 35.
- Turan, Aykut Hamdi ve Özgen, Ferhat Başkan (2009), Türkiye’de E-Beyanname Sisteminin Benimsenmesi: Geliştirilmiş Teknoloji Kabul Modeli ile Ampirik Bir Çalışma, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, Sayı: 10 (1), s.134-147.
- Ulucan, Özkul ve diğerleri (2009), Muhasebe Yolsuzluklarının Tespitinde Adli Muhasebecinin Rolü Ve Veri Madenciliği Tekniklerinin Kullanılması, *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, Sayı 4, s.57-88.
- Uyar, Süleyman ve Çelik, Muhsin (2006), Finansal Raporlama Sürecinde Genişleyebilir İşletme Raporlama Dilinin (XBRL) Kullanılması, *Pamukkale Üniversitesi Bilgi Teknolojileri Kongresi*, Denizli.
- Vasarhelyi, A. Miklos ve diğerleri (2015), Big Data in accounting: An overview. *Accounting Horizons*, 29 (2).
- Verl, A. (2017), Robotics & Industrie 4.0. *IFR- International Federation of Robotics*.
- Vladimirovich, A. Trachuk (2014), Business models for hyper-connected world, *Administrative sciences of modern Russia*. T. 1, No. 1. P. 20-26.
- Vladimirovich, A.Trachuk ve Linder N.Vyacheslavovna (2017), Distribution of e-business tools in Russia: the results of empirical research, *The Russian Journal of Management*. T. 15, No. 1. Pp.27-50.
- Vladimirovich, A.Trachuk ve Linder N.Vyacheslavovna (2017), Innovation and Productivity: An Empirical Investigation of Factors Preventing Growth by the Longitudinal Analysis Method, *Administrative Sciences*. T.7, No. 3. P. 43-58.
- Wan, Jiafu, ve diğerleri (2011), Advances in cyber-physical systems research, *Ksu Transactions On Internet And Information Systems*, Vol. 5, No. 11, pp. 1891-1908.
- Wang Shiyong ve diğerleri (2016), Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination, *Computer Networks*, vol. 101, pp. 158-168, 2016.
- Warren, J. Donald ve diğerleri (2015), How Big Data Will Change Accounting, *Accounting Horizons*, *American Accounting Association*, Vol. 29, No. 2, p.71.
- Waxer, N. ve diğerleri (2013), How Cloud Computing and Social Media are Changing the Face of Health Care, *Information Technology*, 58-62.
- Weinberg, D. Bruce ve diğerleri (2015), Internet of Things: Convenience vs. privacy and secrecy. *Business Horizons*, 58, 615-624.

- World Trade Organization (1998), Electronic Commerce and the Role of the WTO, *Special Studies 2*: s.1.
- Wortmann, Felix ve Flüchter, Kristina (2015), Internet of Things: Technology and Value. *Business & Information Systems Engineering*, 57 (3), 221-224.
- Xia, Feng ve diğerleri (2011), Evaluating IEEE 802.15.4 for cyber-physical systems, *Journal on Wireless Communications and Networking*, Vol. 2011, pp. 1-14.
- Yegül, Mustafa Fatih (2002), ERP Kurumsal Kaynak Planlama, *Yüksek Lisans Semineri*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara, s. 3.
- Yen, C. David ve diğerleri (2002), A Synaergic Analysis for Web based Enterprise Resources Planning Systems, *Computer Standards & Interfaces*, 24:337-346.
- Yetiş, Nüket (2003), Üretim Kaynakları Planlaması, *Bilişim Dergisi*, Sayı: 27, s.34-37.
- Yılmaz, Bülent, Bülbül, Samet ve Atık Murat (2017), Büyük Verinin (Big Data) Muhasebe Üzerindeki Etkisi Ve Muhasebeye Sağladığı Katkıların İncelenmesi, *Kara Harp Okulu Bilim Dergisi*, Cilt/Volume 27, Sayı/Issue 1, 79-112.
- Yoon, Kyunghye, Hoogduin, Lucas ve Zhang, Li (2015), Big Data as Complementary Audit Evidence, *Accounting Horizons* 29 (2).
- Yue, Xuejun, Cai, Hu, Yan, Hehua, Zou, Caifeng and Zhou, Keliang (2015), Cloud-assisted industrial cyber-physical systems: An insight. *Microprocessors and Microsystems*, 39(8), pp.1262-1270.
- Yükçü, Süleyman (2000), Maliyet Düşürmede Sistemik Yaklaşımlar, *Muhasebe ve Denetimi Bakış*, Yıl:1, Sayı:2, TÜRMOB Yayın Organı, Ekim, Ankara.
- Yükçü, Süleyman (2001), ERP Programına Geçişte Karşılaşılan Güçlükler, Çözüm Önerileri ve Muhasebe Eğitimi İhtiyacı, *XX. Türkiye Muhasebe Eğitimi Sempozyumu*, Tekirova-Antalya, 23-27 Mayıs.
- Zhang, Juan; Yang, Xiongsheng; Appelbaum, Deniz (2015), Toward Effective Big Data Analysis in Continuous Auditing; *Accounting Horizons*. Jun, Vol. 29 Issue 2, p469-476. 8p.

Diğer yayınlar
Tezler

- Ağa, Bülent (2003), *Renault'ta Tedarik Zinciri Yönetiminde ERP Uygulamasının İncelenmesi*, Kocaeli Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bitirme Çalışması, Kocaeli.
- Asal, Ömer (2009), *Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP) Ve Üretim Kaynakları Planlamasının (ÜKP) Üretim Planlama Ve Kontrol Faaliyetleri Üzerindeki Etkileri: Ankara Bölgesindeki Kobi'ler Üzerinde Bir Uygulama*, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Makina Eğitimi, Haziran, Ankara.
- Atay, Yüce Osman (1997), **İşletme Kaynak Planlaması & Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Üretim Yönetimi&Pazarlama Bilim Dalı, Bursa.
- Aydemir, Serhat (2015), *E-Gümrük Uygulamaları*, Maltepe Üniversitesi, Uluslar arası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Aydın, Fatma Zehra (2017), *Türkiye'de E-Fatura Ve E-Defter Uygulamalarının İşletmeler Üzerindeki Yansımaları Ve Bir Araştırma*, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, YL Tezi, İstanbul.
- Balcı, Ahmet (2008), *Finansal Raporların Bağımsız Denetiminde Hile ve Usulsüzlüklerin Tespit Edilmesi: SAS 99 Kapsamında İncelenmesi ve SPK Düzenlemesi İle Karşılaştırılması*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Balcıoğlu, A. (1998), *İşletme Problemlerine Bir Çözüm Yöntemi: MRP/ERP*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Başer, Nuri Erkin (2011), *I. Endüstri Devriminde Teknolojik Gelişmenin Rolü*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- Bozdoğan, Zeynep (2015), *Nesnelerin İnterneti İçin Tasarım Mimarisi*, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Düzce.
- Çelikkol, Mediha Mine (2000), *Bilgi Yönetimi Sürecinde Kurumsal Kaynak Planlamasının Finansal Boyutları ve Cam Sektöründe Uygulaması*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Çetinkaya, Tolga (2000), *ERP (Enterprise Resource Planning-Kurum Kaynakları Planlaması) ve ERP Sistem Seçimi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Çetinoğlu, Tansel (2007), *Sürekli Denetimin İç Denetimde Uygulanabilirliği ve Türkiye'de Ticari Bankalar İçin Sürekli Denetim Yapılandırma Modeli*,

Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.

- Erdem, Ö. (2015), HoneyThing: Nesnelerin İnterneti için Tuzak Sistem, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Şehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karabulut, Mehtap (2009), Elektronik Ticaret Uygulamalarının Muhasebeleştirilmesi Denetimi Ve Vergi Sorunları, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Muhasebe Programı, YL Tezi, İzmir.
- Keklik, Abdurrahman (1999), Kurumsal Kaynak Planlama, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Kolla, Sri Sudha Vijay Keshav (2016), Future Manufacturing Systems in Norway – Strategy, Architecture and Framework, Master’s Thesis, Master in Sustainable Manufacturing, 30 ECTS, Department of Technology, Economy and Management, Norwegian University of Science and Technology, Box 191, N-2802 Gjøvik, Norway.
- Köse T. (2004), Stratejik Maliyet Yönetimi ve Faaliyete Dayalı Yönetim İlişkisi-Bir Uygulama, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Mackley, J. Cameron (2014), Reducing Costs and Increasing Productivity in Ship Maintenance Using Product Lifecycle Management, 3D Laser Scanning, and 3D Printing, Naval Postgraduate School Thesis, Monterey, California.
- Özvural, Görkem (2015), Nesnelerin İnterneti İçin Sistem Tasarımı Ve Kablosuz Kişisel Alan Ağlarında Ağ Kodlama Uygulamaları, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Pottala, Matias (2018), Artificial Intelligence: Artificial Intelligence in Sports, Centria University Of Applied Sciences, Thesis, International Business, Finland.
- Sedefçi, Kemal (2018), Endüstri 4.0 Bakış Açısıyla Nesnelerin İnterneti Ve Müşteri Deneyimi Açısından İncelenmesi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Global Pazarlama Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Torğul, Belkız (2015), Nesnelerin İnterneti ile Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Optimizasyonu: Yeni Bir Model Önerisi, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Uçaktürt, Ahmet (2000), İş Yönetimi Sistem Yazılımlarının (ERP), Yönetiminde Bilgisayar Kullanımı Hedefleri Yönünden İncelenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

- Yılmaz, A., (2004), Kurumsal Kaynak Planlama (ERP), Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Yılmaz, Recep (2009), Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Temelinde Kurumsal Kaynak Planlama Sisteminin Geliştirilmesi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Sakarya.

İnternet Kaynakları

- ACCA and IMA (2013). "Big Data: its power and perils", www.accaglobal.com/futures (Erişim Tarihi:11.10.2018).
- Accenture Dijitalleşme Endeksi Türkiye Sonuçları (2015), http://www.tbv.org.tr/core/uploads/page/document/1100_18031611540.pdf Erişim Tarihi:14.10.2018
- Accenture, (2016), Exploring Next Generation Financial Services, https://www.accenture.com/t20170314T051509_w_/nl-en/acnmedia/PDF-20/Accenture-Next-Generation-Financial.pdf Erişim Tarihi:25.09.2018
- Accenture. (2015). Accenture-CEO-Briefing-2014-the-Global-Agenda, https://www.accenture.com/t20150523T052608_w_/dk-en/acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Strategy_4/Accenture-CEO-Briefing-2014-Business-Agenda-Europe-Growth-Digital-World.pdf Erişim Tarihi:25.09.2018
- Accountants and XBRL, <http://www.xbrl.org/accountants/> (20.10.2018)
- Aksoy, Şeyma. (2017), "Evrilen Endüstri devrimi Süreci", <https://www.paranomist.com/evrilen-sanayi-devrimi-sureci.html>, (E.T: 25.10.2018).
- AL, Umut (2002) "İnternet'te Veri Güvenliği" (Data Security on the Internet) Olusum Dergisi, 10(38). <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~umutal/lesson/bby301/ds-2007.pdf> Erişim Tarihi:11.11.2018
- Alkan, M. A. (2018). "Karanlık Fabrikalar ile İnsansız Üretim". Endüstri 4.0., <https://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/> Erişim Tarihi:16.09.2018
- Ashton, Kevin (2009), "That Internet Of Things", RFID Journal, <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986> Erişim Tarihi:11.09.2018
- Bauer, Harald, Patel Mark, Veira Jan (2016), The Internet of things: sizing up the opportunity. New York (Ny): McKinsey & company. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/the-internet-of-things-sizing-up-the-opportunity> Erişim Tarihi:04.09.2018
- Bayındır, Abdullah (2000), "Using the Output of an ERP System in Companywide Performance Analyses", Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Baysan, Suat (2016), Sayısal Kendin Dönemi Geliyor, ICT Media. <http://ictmedia.com.tr/magazine/2016/01/files/assets/basic-html/page8.html>, Erişim Tarihi:27.09.2018

- Beyer, Mark and ve Laney, Douglas (2012). The importance of “big data’: A definition. Gartner Report. <https://www.gartner.com/doc/2057415/importance-big-data-def-initiom>. Erişim Tarihi:27.09.2018
- Brennen, Scott and Kreiss, Daniel (2014), Digitalization and Digitization. Culture digitally. URL: <http://culturedigitally.org/2014/09/digitalization-and-digitization/> Erişim Tarihi:19.09.2018
- Campbell, Thomas, Williams, Christopher, Ivanova, Olga, Garrett, Banning (2011). “Could 3D Printing Change the World?”, Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing, Strategic Foresight Report, Atlantic Council, Ideas. Influence. Impact.<http://www.atlanticcouncil.org/publications/reports/could-3d-printing-change-the-world>, Erişim tarihi: 08.09.2018.
- Constellation Research. (2014). Constellation’s 2014 Outlook on Dominating Digital Business Disruption, <https://www.constellationr.com/research/constellations-2014-outlook-dominating-digital-business-disruption> Erişim tarihi: 28.09.2018
- Deloitte, (2014). Challenges and Solutions for the Digital Transformation and Use of Exponential Technologies, <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf> Erişim tarihi: 14.10.2018.
- Deloitte, (2016) : *Blockchain Technology A game changer in accounting?*; Available at: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/Innovation/Blockchain_A%20game-changer%20in%20accounting.pdf Erişim tarihi: 13.09.2018
- Deloitte. (2017). Blockchain Technology and Its Potential Impact on the Audit and Assurance Profession, <https://www.aicpa.org/content/dam/aicpa/interestareas/frc/assuranceadvisoryservices/downloadabledocuments/blockchain-technology-and-its-potential-impact-on-the-audit-and-assurance-profession.pdf> Erişim tarihi: 18.09.2018
- Dolay, Betül (2009), Kablosuz Sensör Ağları, <http://e-bergi.com/y/Kablosuz-Sensor-Aglari>; Erişim tarihi: 05.09.2018
- Dubash, Jamshed. (2016). “Marketing and The Internet of Things: Are You Ready?” <http://www.marketingjournal.org/marketing-and-the-internet-of-things-are-you-ready-jamshed-dubash/> Erişim Tarihi, 16.09.2018
- Dursun Ö.F. (2015), 1., 2.ve 3. Endüstri Devrimi ve Nihayet Endüstri 4.0, http://ofdeko.blogspot.com/2015_12_15_archive.html Erişim Tarihi: 31.10.2018.
- Dychko, Evgeniya (2015). 6 Effects 3D Printing has on Supply Chains, <https://www.quora.com/What-will-be-the-impact-of-3D-printing-in-the-consumer-supply-chain>, son erişim: 23.10.2018

- EBSO (2015), Sanayi 4.0 Uyum Sağlamayan Kaybedecek, www.ebso.org.tr, Erişim Tarihi: 01.09.2018).
- Eisenberg, Aviram. (2018). How Blockchain will Impact Accounting?, <https://igniteoutsourcing.com/publications/blockchain-accounting-applications/> Erişim tarihi: 08.09.2018
- EKOIQ (2014), “Endüstri 4.0, Akıllı Yeni Dünya, Dördüncü Endüstri devrimi”, EKOIQ dergisi Özel Eki <http://ekoIQ.com/wp-content/uploads/2014/12/ekoIQ-ek-d.pdf> Erişim Tarihi:19.08.2018
- Geissbauer Reinhard, Schrauf Stefan, Koch Volkmar, Simon, Kuge. (2014), Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial internet, <https://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industry4.0.pdf> Erişim tarihi: 18.09.2018
- Gerbert Philipp, Lorenz, Markus, Rusmann, Michael, (2015), “Industry 4.0, The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries”, https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx Erişim Tarihi: 21.08.2018
- Global factory automation market (2017) // Statista. <https://www.statista.com/statistics/728562/global-factory-automation-market-by-manufacturer/> Erişim tarihi: 08.10.2018
- GTAI, (2014), “Industry 4.0, Smart Manufacturing for the Future” , Germany Trade Invest,Berlin, <https://www.manufacturing-policy.eng.cam.ac.uk/policies-documents-folder/germany-industrie-4-0-smart-manufacturing-for-the-future-gtai/view> Erişim Tarihi: 19.11.2018
- Gümrük Yönetmeliği, R.G.No. 27369(Mükerrer), 7.10.2009, m.114.
- Hoffmann, Richard. (2016). Investment opportunities in Industry 4.0 - Industrial Revolution «Made in Germany» // Ecovis. URL: <https://ecovis-beijing.com/investment-2/industry4-0-investment/> Erişim tarihi: 28.10.2018
- I Boundless. (2015) *Defining Accounting*. Boundless Accounting. [website] 28 May <https://courses.lumenlearning.com/boundless-accounting/chapter/what-is-accounting/> Erişim tarihi: 08.08.2018
- IAASB, (2016): Exploring the Growing Use of Technology in the Audit, with a Focus on Data Analytics; IAASB Data Analytics Working Group. <https://www.ifac.org/publications-resources/exploring-growing-use-technology-audit-focus-data-analytics> Erişim tarihi: 18.10.2018
- Industrie 4.0: Smart manufacturing for the future (2014)// Germany Trade & Invest. URL: <https://www.manufacturing-policy.eng.cam.ac.uk/documents-folder/policies/germany-industrie-4-0-smart-manufacturing-for-the-future-gtai/view> Erişim tarihi: 17.09.2018

- Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector (2015) // McKinsey. URL: http://www.forschungsnetzwerk.at/downloadpub/mck_industry_40_report.pdf. Erişim tarihi: 14.11.2018
- ISACA (2015). Internet of Things: Risk and Value Considerations. *Information Systems Audit and Control Association*. http://vbn.aau.dk/files/208325607/Internet_of_Things_whp_Eng_0115.pdf. Erişim tarihi: 08.11.2018
- I-Scoop (2017). Digitization, digitalization and digital transformation: the differences. url: <https://www.i-scoop.eu/digitization-digitalization-digital-transformation-disruption> Erişim tarihi: 30.08.2018
- Kalafatoğlu, Yiğit. (2015). “Yeni Medya, Nesnelerin İnterneti ve Pazarlamannın Geleceği” <http://www.slideshare.net/yicit/yeni-medya-nesnelerin-nterneti-ve-pazarlamann-gelecei> Erişim tarihi: 30.08.2018
- Kane, Gerald C. Palmer, Doug. Phillips, Anh Nguyen. Kiron. David and Buckley, Natasha (2015). Strategy, not Technology, Drives Digital Transformation - Becoming a digitally mature enterprise, <https://sloanreview.mit.edu/projects/strategy-drives-digital-transformation/> Erişim tarihi: 11.09.2018
- Kasthuri Henry (2018), <https://www.accountexnetwork.com/blog/2018/02/emerging-trends-robotics-accounting/> Erişim tarihi: 30.09.2018
- KPMG, (2016): *Consensus, immutable agreement for the Internet of value*; <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/06/kpmg-blockchain-consensus-mechanism.pdf> Erişim tarihi: 03.11.2018
- Manners-Bell, J. ve Lyon, K., (2012). The Implications of 3D Printing for the Global Logistics Industry, Transport Intelligence, http://www.supplychain247.com/article/the_implications_of_3d_printing_for_the_global_logistics_industry Erişim tarihi: 17.10.2018
- Manyika, J. M., J. B. Chui, B. Brown, R. Dobbs, C. Roxburgh, and A. H. Byers. (2011). “Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity.” http://www.mckinsey.com/insights/mgi/research/technol-ogy_and_innovation/big_data_the_next_frontier_for_innovation Erişim tarihi: 03.09.2018
- McKinsey (2011), “Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity”, McKinsey Global Institute, https://bigdatawg.nist.gov/pdf/MGI_big_data_full_report.pdf Erişim tarihi: 07.09.2018

- Mell, Peter ve Timothy Grance (2011), The NIST Definition of Cloud Computing, 2011. <http://faculty.winthrop.edu/domanm/csci411/Handouts/NIST.pdf> Erişim tarihi: 14.10.2018
- Montes, J. O., (2016), “Impacts of 3D Printing on the Development of New Business Models Technology and Service Complementarity in Industry 4.0”, Canada, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7912605> Erişim tarihi: 22.08.2018
- OECD (2015). Digital Economy Outlook 2015 Report, <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/42577/3222224/Digital+economy+outlook+2015/dbdec3c6-ca38-432c-82f2-1e330d9d6a24>. Erişim tarihi: 14.11.2018
- Ovenden, James (2017). Will Blockchain Render Accountants Irrelevant?, <https://channels.theinnovationenterprise.com/articles/will-blockchain-render-accountants-irrelevant> Erişim tarihi: 09.09.2018
- Öksüz, Mehmet Kürşat ve diğerleri (2017): Yalın Üretim Tekniklerinin Endüstri 4.0 Perspektifinden Değerlendirilmesi, https://www.researchgate.net/publication/320800840_Yalin_Uretim_Tekniklerinin_Endustri_40_Perspektifinden_Degerlendirilmesi
- Pearson, Mitchell (2014). *Why 'Dark Factories' Are Not Good for the Environment*. Erişim Tarihi: 15.05.2017. <http://business-ethics.com/2014/01/02/1516-why-dark-factories-are-not-good-for-the-environment/> Erişim tarihi: 15.09.2018
- Phillips B.A (2012), “How cloud computing will change accounting forever”, https://www.researchgate.net/publication/309319183_The_Use_Of_Cloud_Computing_And_Accounting_Packages_For_Corporate_Business_Transactions_In_Nigeria_An_Explorative_Study Erişim tarihi: 26.10.2018
- PwC (2015). The Internet of Things: what it means for US manufacturing. PwC. <https://www.pwc.se/sv/pdf-reports/the-internet-of-things.pdf> Erişim tarihi: 12.08.2018
- PwC (2017), Distributed ledger technology - The genesis of a new business model for the asset management industry, <https://www.pwc.lu/en/fintech/docs/pwcfintech-distributed-ledger-technology.pdf> Erişim tarihi: 13.09.2018
- PwC and Strategy, (2015). Industry 4.0 Opportunities and challenges of the industrial internet. <http://www.strategyand.pwc.com/reports/industry-4-0> Erişim tarihi: 17.09.2018
- PWC (2016), Digital Solutions, <https://www.pwc.co.uk/services/consulting/technology/digital-solutions.html> Erişim tarihi: 28.08.2018

- Pyke, J. (2009), “Now is the time to take the cloud seriously”, White Paper, www.cordys.com/cordyscms_sites/objects/bb1a0bd7f47b1c91ddf36ba7db88241d/time_to_take_the_cloud_seriously_online_1_.pdf Erişim tarihi: 24.10.2018
- Sak, Güven (2014), Türkiye, endüstri devriminin neresindedir? <http://www.dunya.com/kose-yazisi/turkiye-sanayi-devriminin-neresindedir/21197> Erişim tarihi: 16.11.2018
- Shrinking the Supply Chain: Hyperlocal Manufacturing and 3D Printing in Humanitarian Response (2015), OCHA Policy and Studies Series, July, 014. <https://www.unocha.org/sites/unocha/files/Shrinking%20the%20Supply%20Chain.pdf>, p:9 Erişim tarihi: 16.09.2018
- Siemens (2016) <http://siemens.e-dergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40/Default.html#p=7> Erişim tarihi: 04.11.2018
- Simon, A.Dani, Kasale, Sheetal and Manish, P.Murali (2017). Blockchain Technology in Accounting & Audit, IOSR Journal of business and management, <http://www.iosrjournals.org/iosr-jbm/papers/Conf.17037-2017/Volume-6/2.%2006-09.pdf> Erişim tarihi: 11.11.2018
- Sonakın, Bedirhan (2017), Asilomar Yapay Zeka İlkeleri, <http://her-an.org>: <http://heran.org/2017/02/asilomar-yapay-zeka-ilkeleri/> Erişim tarihi: 22.09.2018
- Southern Cross University. 2016. *Accounting in a digital world*. [blogg] 16 September <https://online.scu.edu.au/accounting-digital-world/> Erişim tarihi: 26.10.2018
- Taşkın, Kürşat (2012), Yolsuzluğun Tespit Ve Önlenmesinde Bilgisayar Destekli Denetim Teknikleri, https://ecitydoc.com/download/dosya-ndir_pdf. Erişim tarihi: 01.09.2018
- Ulusoy, Yılmaz (2016), 4.Endüstri devrimi’ni Yaşıyoruz, <http://www.yilmazulusoy.com/tr/makaleler/4.sanayi-devrimini-yasiyoruz> Erişim tarihi: 17.09.2018
- UNSW. (2016). *Why accounting?*. UNSW Australia Business School. [website] <https://www.business.unsw.edu.au/about/schools/accounting/about/why> Erişim tarihi: 16.09.2018
- Worldwide sales of industrial robots from 2004 to 2016 (in 1,000 units) // Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/264084/worldwide-sales-of-industrial-robots/> Erişim tarihi: 08.10.2018
- Wunsche, Alan (2016). Technological Disruption of Capital Markets and Reporting?, <https://www.cpacanada.ca/-/media/site/business-and-accounting-resources/docs/g10157-rg-technological-disruption-of-capital-markets-reporting-introduction-to-blockchain-october-2016.pdf> Erişim tarihi: 24.10.2018

Zanni A. (2015) Cyberphysical Systems and Reasonable Cities // IBM. URL: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/ba-cyber-physicalsystems-and-smart-cities-iot/index.html> Erişim tarihi: 02.09.2018

<http://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616> Erişim tarihi: 27.08.2018

<http://www.efatura.gov.tr/earsivhakkinda.html> Erişim tarihi: 20.09.2018

http://www.elektronikticaretrehberi.com/e-ticaret_kurulu_etik.php Erişim tarihi: 21.09.2018

<http://www.gib.gov.tr/node/88458> Erişim tarihi: 17.09.2018

<http://www.tdk.gov.tr/> Erişim tarihi: 01.10.2018

<https://content.wisestep.com/advantages-disadvantages-artificial-intelligence/> Erişim tarihi: 01.10.2018

<https://home.kpmg.com/tr/tr/home/gorusler/2016/06/sorumlu-vergicilik.html> Erişim tarihi: 17.09.2018

<https://www.cpajournal.com/2018/07/02/how-robotic-process-automation-is-transforming-accounting-and-auditing/> Erişim tarihi: 11.10.2018

<https://www.verginet.net/dtt/11/Vergi-Sirkuleri-2017-121.aspx> Erişim tarihi: 02.09.2018

<https://www.ws.com.tr/blog/html-acilimi> Erişim tarihi: 27.09.2018

<http://www.wipelot.com/Urunler/Aktif-RFID-Kisi-Mobil-Cihazlar>

<https://www.volsoft.com.tr/akilli-fabrika/>

<https://cognitionfactory.com/example-of-a-smart-warehouse/>

<https://www.tworeality.com/realidad-aumentada-vision-resultados-consejos/>

<http://makinatek.com.tr/bolumler/imalat/dijital-donusum-surecinde-endustride-artirilmis-gerceklik-sanal-gerceklik-ar-vr-uygulamalari/>

ÖZGEÇMİŞ

Salih TUTAR, 1991 yılında Erzurum'da doğmuştur. 2005 yılında 25 Şubat İlköğretim Okulu'nu, 2009 yılında Rekabet Kurumu Bayburt Anadolu Öğretmen Lisesi'ni bitirmiştir. 2016 yılında Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi İktisat Bölümünden mezun olmuştur. 2016 yılından itibaren Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Muhasebe ve Finans Anabilim Dalındaki yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.