

T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİM DALI  
MUHASEBE VE FİNANSMAN BİLİM DALI

ENDÜSTRİ 4.0'İN MUHASEBE MESLEĞİNE VE  
DENETİMİNE ETKİLERİ: MUHASEBE MESLEK  
MENSUPLARININ ALGISI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

ABDULLAH BAĞCI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN:  
PROF. DR. HÜSEYİN ÇETİN

KONYA - 2024

**T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİM DALI  
MUHASEBE VE FİNANSMAN BİLİM DALI**

**ENDÜSTRİ 4.0'IN MUHASEBE MESLEĞİNE VE  
DENETİMİNE ETKİLERİ: MUHASEBE MESLEK  
MENSUPLARININ ALGISI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**ABDULLAH BAĞCI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN:  
PROF. DR. HÜSEYİN ÇETİN**

**KONYA - 2024**



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ



Sosyal Bilimler Enstitüsü

**Bilimsel Etik Sayfası**

Öğrencinin	Adı Soyadı	Abdullah Bağcı		
	Numarası	21811101006		
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İşletme / Muhasebe ve Finansman		
	Programı	Tezli Yüksek Lisans	X	
		Doktora		
Tezin Adı	Endüstri 4.0'ın Muhasebe Mesleğine ve Denetimine Etkileri: Muhasebe Meslek Mensuplarının Algısı Üzerine Bir Araştırma			

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

Öğrencinin Adı Soyadı  
İmzası

ABDULLAH BAĞCI



**T.C.**  
**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**

**Sosyal Bilimler Enstitüsü**



**ÖZET**

<b>Öğrencinin</b>	Adı Soyadı	Abdullah Bağcı		
	Numarası	21811101006		
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İşletme / Muhasebe ve Finansman		
	Programı	Tezli Yüksek Lisans	X	
		Doktora		
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Hüseyin Çetin		
Tezin Adı	Endüstri 4.0'ın Muhasebe Mesleğine ve Denetimine Etkileri: Muhasebe Meslek Mensuplarının Algısı Üzerine Bir Araştırma			

21. yüzyılda farklı yapıya sahip şirketlerin sayısının artmasıyla beraber, dünyadaki gelişimi takip etmek zorlaşmaktadır. Bu yeni iş yapıları yöneticilerin karar vermesini zorlaştırmakta ve aynı zamanda yönetim becerilerini geliştirmenin yeni yollarını bulmalarına da olanak sağlamaktadır. Karmaşık yapıya sahip ve sürekli iyileştirme arayışındaki şirketlerin yöneticileri, özellikle muhasebe operasyonlarında, işlemleri daha kısa sürede ve daha düşük maliyetle gerçekleştirebilme yeteneğine sahip, hızlı ve doğrulanabilir bilgiye ihtiyaç duydukları için aktif bilgi sistemleri aramak zorunda kalmışlardır.

Teknolojideki değişimler işletme yöneticilerinin bu ihtiyaca cevap aramalarında yardımcı olurken, muhasebe ve finansal işlemlerde büyük ilerlemelere yol açmıştır. Bu gelişmelerin sonucunda robotik muhasebe kavramı ortaya çıkmıştır. Dijital gelişmeler günümüzde robotların ve robotiğin birçok alanda kullanılmasına yol açarak robotik muhasebe kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Robotik sistemler, meslek mensuplarına; “muhasebe süreçlerini yönetebilir mi, insana ihtiyaç duymayan bir muhasebe sistemi oluşturmak mümkün müdür?” gibi sorular sormalarına sebebiyet vermektedir. Bu çalışmanın amacı, teknolojik gelişmelerin

muhasabe alanındaki etkisini incelemek ve muhasabe profesyonellerinin bu konudaki görüş ve düşüncelerini değerlendirip tespit etmektir. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte gelişen ve dijital dönüşümden payını alan muhasabe ve defter tutma sistemlerinde robotik otomasyon ve yapay zekânın kullanımına dair fikir edinmek amaçlanıyor. Bu çalışma muhasabe, robotik otomasyon süreçleri, yapay zekâ ve blockchain teknolojisine odaklanarak muhasabe ve defter tutmada yapay zekâ ve otonom robotların (robotik) kullanımının etkinliğini değerlendirmiştir. 12 katılımcının görüşme verilerinin 10 açık uçlu soru üzerinden incelenmiş, katılımcılar, blockchain teknolojisinin muhasabede kullanılmasının artıları ve eksileri olduğuna belirtmişler ancak muhasabenin muhasabe robotları ve blockchain teknolojisi ile yeniden düzenlenmesine gerektiğine fikir birliği içinde olduklarını belirtmişlerdir.

**Anahtar Kelimeler:** Muhasebe, Endüstri 4.0, Yapay Zeka, Robot Otomasyonu



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
Sosyal Bilimler Enstitüsü



**ABSTRACT**

<b>Author's</b>	Name and Surname	Abdullah Bağcı		
	Student Number	21811101006		
	Department	Business / Accounting and Finance		
	Study Programme	Master's Degree (M.A.)	X	
		Doctoral Degree (Ph.D.)		
	Supervisor	Prof. Dr. Hüseyin Çetin		
Title of the Thesis/Dissertation	The Effects of Industry 4.0 on Accounting Profession and Audit: A Research on the Perception of Accounting Professionals			

In the 21st century, with the increasing number of companies with different structures, it becomes difficult to follow the development in the world. These new business structures make it difficult for managers to make decisions and at the same time, they allow them to find new ways to improve their management skills. Managers of companies with complex structures and in search of continuous improvement have had to look for active information systems, especially in accounting operations, because they need fast and verifiable information that has the ability to perform transactions in less time and at lower cost.

While changes in technology have helped business managers to seek answers to this need, it has led to great advances in accounting and financial transactions. As a result of these developments, the concept of robotic accounting has emerged. Digital developments have led to the use of robots and robotics in many areas today, leading to the emergence of the concept of robotic accounting. Robotic systems cause professionals to ask questions such as "can it manage accounting processes, is it possible to create an accounting system that does not need humans?". The aim of this study is to examine the impact of technological developments in the field of

accounting and to evaluate and determine the views and opinions of accounting professionals on this issue. It is aimed to get an idea about the use of robotic automation and artificial intelligence in accounting and bookkeeping systems that develop with the advancement of technology and take their share from digital transformation. This study evaluated the effectiveness of the use of artificial intelligence and autonomous robots (robotics) in accounting and bookkeeping, focusing on accounting, robotic automation processes, artificial intelligence and blockchain technology. Interview data from 12 participants were analysed through 10 open-ended questions, and participants indicated that there are pros and cons of using blockchain technology in accounting, but they agreed that accounting should be reorganised with accounting robots and blockchain technology.

**Keywords:** Accounting, Industry 4.0, Artificial Intelligence, Robot Automation

## İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİK SAYFASI.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
TEŞEKKÜR.....	xi
<b>GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ENDÜSTRİ 4.0 VE DİJİTALLEŞME

1.1. Endüstrileşmenin Gelişim Süreci ve Prensipleri.....	3
1.1.1. Endüstri 1.0 (Birinci Sanayi Devrimi).....	3
1.1.2. Endüstri 2.0 (İkinci Sanayi Devrimi).....	6
1.1.3. Endüstri 3.0 (Üçüncü Sanayi Devrimi).....	8
1.1.4. Endüstri 4.0 (Dördüncü Sanayi Devrimi).....	10
1.2. Endüstri 4.0 ile İlişkili Kavramlar ve Sistemsel Yapısı.....	12
1.2.1. Nesnelerin İnterneti.....	12
Nesnelerin İnterneti ve Endüstriler.....	15
Nesnelerin İnterneti ve Lojistik Faaliyetler.....	17
1.2.2. Otonom Robotlar.....	19
1.2.3. Büyük Veri (Big Data).....	21
1.2.4. Siber Fiziksel Sistemler.....	28
1.2.5. Akıllı Fabrikalar (Smart Factoring).....	29
1.2.6. Üç Boyutlu Yazıcılar (3D Baskı).....	30
1.2.7. Veri Madenciliği.....	31
1.2.8. Bulut Sistemi.....	32

1.2.9. Yapay Zeka.....	34
Yapay Zekanın Avantaj ve Dezavantajları.....	34
Blok Zincir.....	35
1.3. Dördüncü Sanayi Devriminin Geleceği.....	37

## İKİNCİ BÖLÜM

### ENDÜSTRİ 4.0'IN MUHASEBE İLE İLİŞKİSİ

2.1. Nesnelerin İnterneti ve Muhasebe.....	39
2.2. Robot Teknolojisi ve Muhasebe.....	40
2.3. Büyük Veri ve Muhasebe.....	42
2.4. Üç Boyutlu Yazıcılar ve Muhasebe.....	44
2.5. Veri Madenciliği ve Muhasebe.....	46
2.6. Bulut Sistemi ve Muhasebe.....	47
Bulut Teknolojisinin Sağladığı Faydalar.....	48
Bulut Teknolojisinin Risk Faktörleri.....	48
2.7. Yapay Zekâ ve Muhasebe.....	48
Yapay Zekâ Teknolojisinin Üstün Yönleri.....	50
Muhasebede Yapay Zekâ Kullanımı ve Programları.....	51
2.8. Blok Zincir ve Muhasebe.....	53

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ENDÜSTRİ 4.0'IN MUHASEBE MESLEĞİNE VE DENETİMİNE ETKİLERİ: MUHASEBE MESLEK MENSUPLARININ ALGISI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

3.1. Araştırmanın Problemi.....	56
3.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	56
3.3. Araştırmanın Varsayımları ve Sınırlılıkları.....	57
3.4. Araştırmanın Yöntemi.....	57

3.5. Tanımlar.....	58
3.6. Literatür Tarama.....	59
3.7. Bulgular.....	64
3.6.1. Birinci Alt Problemlle İlgili Bulgular ve Yorumu.....	67
3.6.2. İkinci Alt Problemlle İlgili Bulgular ve Yorumu.....	68
3.6.3. Üçüncü Alt Problemlle İlgili Bulgular ve Yorumu.....	69
3.6.4. Dördüncü Alt Problemlle İlgili Bulgular ve Yorumu.....	71
3.6.5. Beşinci Alt Problemlle İlgili Bulgular ve Yorumu.....	72
3.6.6. Altıncı Alt Problemlle İlgili Bulgular ve Yorumu.....	73
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>75</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>82</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Sanayi 1.0 Dönemindeki İcatlar.....	5
Şekil 2: Sanayi 2.0 Dönemindeki İcatlar.....	7
Şekil 3: Sanayi 3.0 Dönemindeki İcatlar.....	9
Şekil 4: Sanayi 4.0 Dönemindeki İcatlar.....	11
Tablo 1: Katılımcıların Özellikleri.....	66



**KISALTMALAR LİSTESİ**

<b>3D</b>	3 Boyutlu
<b>AICPA</b>	Amerikan Sertifikalı Kamu Muhasebecileri Enstitüsü
<b>CRM</b>	Müşteri İlişkileri Yönetimi
<b>CSA</b>	Bulut Güvenlik Birliği
<b>ERP</b>	Kurumsal Kaynak Planlaması
<b>FIFO</b>	"İlk Giren İlk Çıkar" Prensibi
<b>GPS</b>	Küresel Konumlama Sistemi
<b>IoT</b>	Nesnelerin İnterneti
<b>IP</b>	İnternet Protokolü
<b>KOBİ</b>	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
<b>LIFO</b>	"Son Giren, İlk Çıkar" Prensibi
<b>PLC</b>	Programlanabilir Mantıksal Denetleyici
<b>RFID</b>	Radyo Frekansı ile Tanımlama
<b>RPA</b>	Robotik Süreç Otomasyonu
<b>RSO</b>	Robotik Süreç Otomasyonu
<b>TÜRMOB</b>	Türkiye Serbest Muhasebeci Mali Müşavirler ve Yeminli Mali Müşavirler Odalar Birliği
<b>Vb.</b>	Ve Benzeri
<b>Wi-Fi</b>	Wireless Fidelity

## TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tez çalışması için, bana her zaman destek olan, tavsiyeleri ve deneyimleriyle yol gösteren danışmanım Sayın Prof. Dr. Hüseyin Çetin'e çok teşekkür ediyorum.

2021 yılında başladığım yüksek lisans süresinde ders döneminden tez sürecine kadar her daim yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Adem Öğüt, Doç. Dr. Mustafa İyibildiren ve Doç. Dr. Mehmet Nuri Salur'a teşekkür ediyorum.

Eğitim hayatımda maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen her zaman yanımda olan aileme de teşekkür ediyorum.

Ekim 2024

Abdullah Bağcı

## GİRİŞ

Küresel trend olarak adlandırılan Endüstri 4.0 ile başlayan, şirketlerin üretim sistemlerindeki değişimler, krizlerle ve salgın hastalıklarla hızlanmış ve değişime uğramıştır. Ancak bu yeni endüstriyel ortam işletmelerin alışkanlıklarında da önemli değişikliklere yol açmıştır. Üretim kolaylığı, üretim hızı, kaliteli üretim, maliyet düşürme ve verimlilik gibi özellikleri beraberinde getiren dijitalleşmeye geçiş, uluslararası gelişmeler nedeniyle yeni çalışma alanlarının yönetiminin artmasıyla birlikte yeni alanlar kazanmıştır. Yeni üretim yöntemlerinin tercih edilmesi ve iş alanlarının yeniden yapılandırılması, işverenlerin ihtiyaç duyduğu bilgilerin sunumunda değişiklik yapılmasına yönelik beklentileri gündeme getirmektedir. Bu beklentilerin ana nedeni, küreselleşmeden kaynaklanan yeni maliyet yapısına bağlanabilir. Karar vericilerin ihtiyaç ve beklentilerini karşılayan ödeme teknolojilerinin kullanılması ihtiyacından dolayı bu ödeme sistemine uyum sağlayacak bir raporlama yöntemi oluşturmak ve bu süreci insan unsurunu azaltarak yeniden düzenlemek gün geçtikçe ihtiyaç haline gelmiştir. Blok zincir teknolojisinin, bulut sistemlerinin, yapay zekâ sistemlerinin, robotik otomasyon sistemlerinin vb. sistemlerin doğası gereği kamu sektörü ve özel işletmeler üzerinde önemli bir etki yaratması beklenmektedir. Yapılan çalışmalara göre bu teknolojilerin muhasebe alanında kullanılması muhasebe ve denetimine önemli faydalar sağlamaktadır. Robotik otomasyonun Endüstri 4.0 sayesinde yüksek bir gelişme ve yenilik hızının olduğu blok zincir, bu teknolojilerin muhasebe ve denetimi sürecinde nasıl kullanılacağı, meslek mensuplarını ve diğer alanları nasıl etkileyeceği popüler bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Muhasebe, her türlü şirket için mali nitelikteki işlem ve olayları kaydedebilen, niteliklerine göre sınıflandırabilen, özetleyip raporlayabilen, sonuçları yorumlayabilen ve diğer raporlardan alınan tüm verileri paylaşabilen bir sistemdir. Günümüzde dijital platformlardaki verilerden muhasebe bilgileri hazırlanmakta ve modern bilgisayarlar ile çeşitli muhasebe yöntemleri uygulanmaktadır. Bu uygulamaların, görevlerini yerine getirirken bu yeni uygulamaları entegre etmesi gereken olan bağımsız yeminli mali müşavirlerin ve bağımsız denetçilerin çalışma hayatları üzerinde önemli bir etkisi olacaktır. Geçmişte manuel olarak yapılan birçok

işin artık yapay zekâ teknolojisi kullanılarak robotik aracılığıyla otomatik olarak yapılması öngörülmektedir. Robotik muhasebe olarak da bilinen bu sistemler, muhasebe departmanları için sanal asistan görevi gören ve muhasebe alanında çalışan kişilerin gerçekleştirdiği görevleri taklit eden bilgisayarlar ve cihazlardır. Muhasebe ile ilgili tekrarlayan görevleri otomatik hale getirerek zamandan, emekten ve paradan tasarruf sağlanması amaçlanmaktadır.

Muhasebe denetimi, ekonomik birimlerin iktisadi faaliyetleri ile alakalı olarak hazırlanmış olan finansal tablo ve diğer finansal bilgilerin daha önceden belirlenmiş olan ölçütlere ne derece uyduğunu tespit etmek ve elde edilen verilerle bir rapor hazırlamak için, konun uzmanı tarafından defter, kayıt ve belgeler üzerinden yapılan delil toplama ve bu delilleri değerlendirme sürecidir Blok zinciri teknolojisi sayesinde denetim süreçlerinin uygulanması ve yorumlanmasının daha tutarlı hale geleceği, olayların gerçek zamanlı ve tarih sırasına göre anlık kayda geçmesinin sağlanacağı ve anlık erişimin gerçekleştirilebileceği öngörülmektedir. Araştırmacılar, bu özelliğin muhasebenin güvenilirliğini ve etkinliğini artırdığı ve denetim prosedürlerini standartlaştırdığı, böylece profesyonellerin mali tabloları hazırlamak için kullanılan verileri otomatik olarak doğrulayabilmesini sağladığı konusunda hemfikirdir. Blok zincir teknolojisinde kaydedilen verilerin silinmesine ve değiştirilmesine izin verilmemesi sayesinde hata sorunu azaltılmakta ve bunlarla birlikte veri girilebilmektedir. Blok zincir sendika denetimi, uyum ve arabuluculuk gibi yeni denetim rolleri ortaya çıkarabilecektir.

Tüm bu bilgiler ışığında geleceğin muhasebecilerinden; verilerin doğru okunması ve gelişmiş liderlik özellikleri, dijital gelişmelere uyum sağlayabilmelerini ve verileri başarılı bir şekilde analiz edebilmelerini beklenecektir. Muhasebe alanı; veri analizi, iletişim, risk ölçümü ve değerlendirmesi, değer yaratma, stratejik planlama ve sunulan raporların doğruluğunun güvencesi gibi bilgi işlevlerinden yararlandığı için değişen muhasebe ortamı, meslek mensuplarının yeni beceriler edinme ihtiyacını doğurmakta olup, muhasebe personelinin teknolojik gelişmelere kolayca uyum sağlayabilmesi, işletmelerin aradığı en önemli özelliktir.

## BÖLÜM 1: ENDÜSTRİ 4.0 VE DİJİTALLEŞME

Endüstri 4.0 ile ilgili bilgi vermeden önce, endüstrileşmenin önceki safhalarından bahsetmek gerekmektedir. 1700'lü yılların ikinci yarısında İngiltere'de başlayan Sanayi Devrimi, el ve beden gücünün yerini makine gücüne bırakmasıdır. Buharlı makinelerin icadı ile fabrikalar faaliyete geçmiş, üretim artmış ve ucuzlamıştır. Bu sebeple endüstri devrimini başlatan en önemli unsurlar buharlı makinelerin icadı, tekstil ve demir madeninin üretimi kullanımının yaygınlaşması olarak değerlendirilmektedir. Çalışmamızın bu bölümünde sanayi devriminden itibaren endüstrileşmenin tarihi gelişim süreçlerinden ve özelliklerinden bahsedilmektedir.

### 1.1. Endüstrileşmenin Gelişim Süreci ve Prensipleri

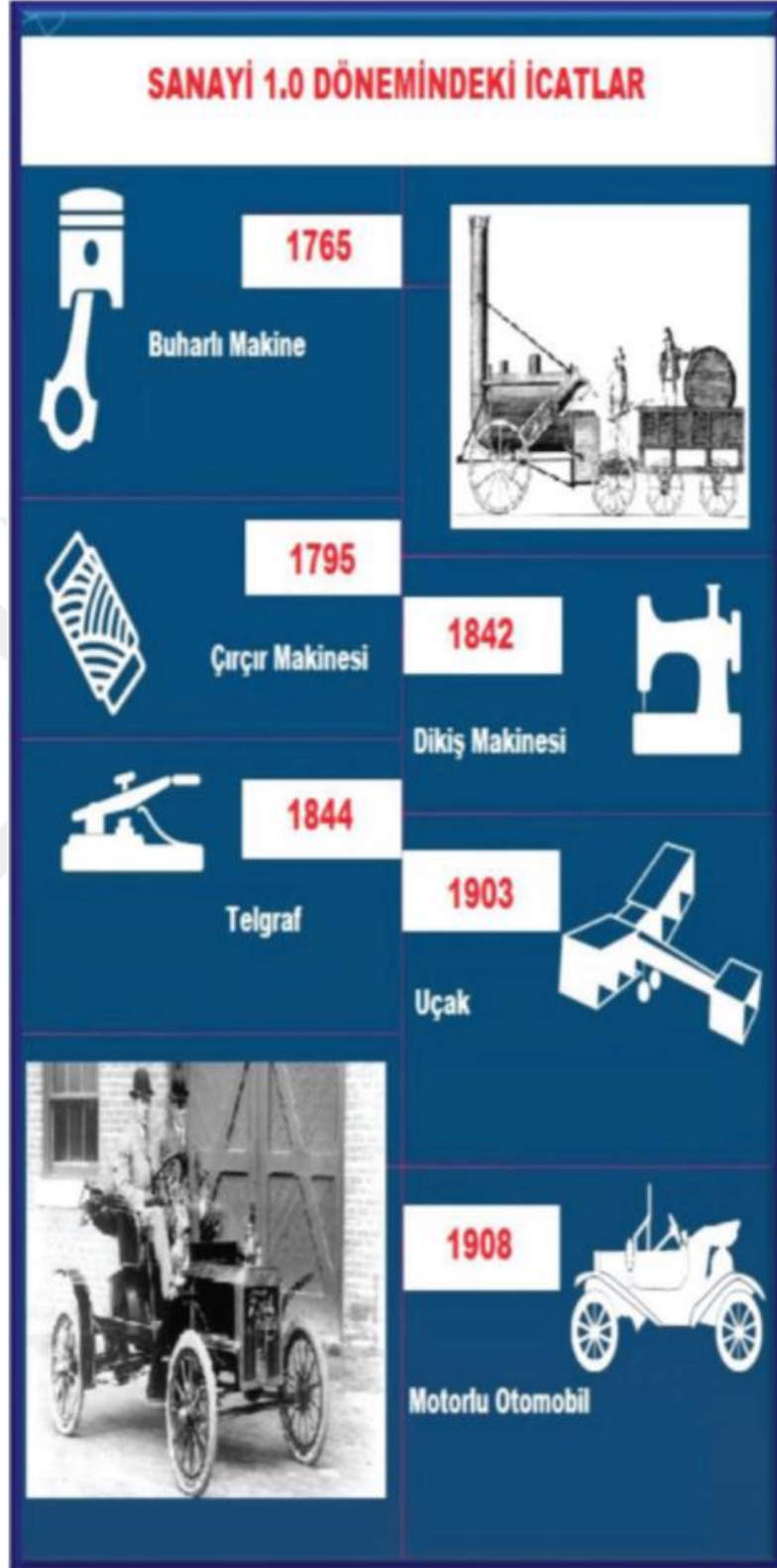
Sanayileşmenin ilk süreci olan sanayi devrimi 18. ve 19. yüzyıllar arasında yaşanmıştır. Bu dönemde enerji kaynağı olarak kömür ve buhar kullanılmış, makine kullanımı yaygınlaşmıştır. İkinci Sanayi Devrimi, enerji kaynağı olarak elektriğe ve üretimde su, petrol ve kimyasalların kullanımına dayanıyordu. Bu güçlü endüstriyel gelişme döneminde, Henry Ford ilk seri üretim montaj hattını hayata geçirmiştir. Üçüncü sanayi devrimi 1970'li yıllardan günümüze kadar sürmüştür. İkinci Dünya Savaşı sonrası dönemde elektronik, bilgi ve iletişim teknolojisinin gelişmesi, bilgisayar ve PLC'lerin (Programmable Logic Controller) gelişmesi üretimde otomasyon çağını başlatmıştır (Kökhan, 2017).

#### 1.1.1. Endüstri 1.0 (Birinci Sanayi Devrimi)

Endüstri 1.0 dönemi (Birinci Sanayi Devrimi) yaklaşık olarak 1760 ile 1840 tarihlerini kapsamaktadır. Bu döneme geçişin temel sebebi geleneksel yöntemlere göre mekanize versiyonu sayesinde üretimi sekiz katına kadar arttırmaktır. Örneğin daha önce basit çıkırıklar üzerinde iplik üreten mekanizmanın mekanize versiyonu aynı anda sekiz kat daha fazla hacme ulaşmıştır. Buhar gücü endüstride kullanılmadan önce de biliniyordu fakat endüstriyel amaçla kullanılması insan üretkenliğini arttırmadaki en büyük atılımlardan biri haline gelmiştir. Elle üretim yöntemlerinden sonra makineleşmeyle gelen buhar ve su gücü, sanayi devriminin ivme kazanmasında hayati rol oynamıştır. Birinci sanayi devrimi; tekstil imalatı,

demir endüstrisi, takım tezgâhları, kimya endüstrisi, çimento, cam yapımı, tarım ürünlerinin işlenmesi, madencilik gibi birçok sektöre doğrudan etki ederek sanayi devrimini gerçekleştiren ülkelerin gelişim süreçlerini hızlandırmıştır (Vinitha, Prabhu, Bhaskar & Hariharan, 2020).

Endüstrideki bu gelişmeler, nüfusun hızla artmasına ve halkın ihtiyaçlarının karşılanması için alt yapı yatırımlarının çoğalmasına sebep olmuştur. Zanaatkârlar ve tarımla uğraşanlar kentlere olan göçlerin artışıyla birlikte fabrika işçiliği yapmaya, kalabalık şehir hayatına adapta olmaya çalışmışlardır. İşçi sınıfının yaşam koşullarının zorluğu ve sömürülmelerinin yanı sıra endüstrileşmenin getirmiş olduğu çevre kirliliği gibi olumsuz etkiler de gözlemlenmiştir (Güdek, 2023).



(Şekil 1: Ege Bölgesi Sanayi Odası, Sanayi 4.0: Uyum Sağlayamayan Kaybedecek, 2015)

### 1.1.2. Endüstri 2.0 (İkinci Sanayi Devrimi)

19. yüzyılda elektriğin üretimi ve montaj hatlarının icadıyla birlikte ikinci sanayi devrimi başlamış oldu. Endüstri 2.0'ın başlangıcındaki en büyük sorun, ürünlerin üretim hacminin düşük maliyetle nasıl artırılacağıydı. Henry Ford ineklerin taşıma bantlarına asıldığı ve her kasabın işin belirli bir kısmını yaptığı mezbaha modelinden örnek alarak araç üretiminde bu modeli hayata geçirerek önemli ölçüde ilerleme kaydetmiştir. Daha öncesinde aracın tamamı tek parça halinde monte edilirken, araçlar artık konveyör bantlarda parça parça işlemler yapılarak montaj işlemine tabi tutuluyor ve bunun sonucu olarak üretimde hız artarken maliyetler düşüyordu. Bunların neticesinde işe alımdaki rekabetler, şirketlerin aşırı kapasiteyle çalışmasına yol açmıştır. Büyük şirketler kapasite aşımalarına çözüm bulabilmek için tröstler oluşturmaya başlamışlardır. İlk olarak demiryolu, çelik ve petrol endüstrilerinde tröstler yaratılmaya başlanmıştır. Bu sektörlerin ölçeği, karmaşıklığı ve uzmanlığı araştırmayı daha önemli hale getirmiş, birçok işletmeye Ar-Ge birimleri kurdurmuştur. Ürünün çok büyük miktarlarda üretilmesi fiyat indirimlerine katkıda bulunarak çok daha fazla sayıda insanın bunları satın almasına imkân tanırken, üretim döngüsü tek düze bir sistem şeklinde gelişmiş, üründe yapılacak olan herhangi bir değişiklik büyük zaman ve maliyet kayıplarına yol açmaktaydı (Sharma & Singh, 2020).

Bilim dünyasındaki gelişmeler; kimya, tarım ve tıpta büyük çaplı değişimlere sebep olmuştur. En temel gelişmelere örnek olarak güç kaynaklarındaki değişim (elektriğin kullanımı), ulaşım, demir-çelik üretimindeki gelişmeler ve ampulün icadı verilebilir (Topsakal, Yüzbaşıoğlu & Çuhadar, 2018).

Yaşanan gelişmeler ışığında Endüstri 2.0'ın yaşandığı dönemin ekonomik durumunda yalnızca 1893'teki "büyük bunalım" ve 1930'daki "çöküş" nedeniyle değil aynı zamanda ikinci dünya savaşı nedeniyle büyük dalgalanmalar yaşanmıştır. Genel olarak rekabetin yoğunlaştığı, küreselleşmenin arttığı ve bunların merkezinde sermaye olduğu gibi çıkarımlar yapmak mümkündür. Endüstri 2.0'da sanayileşmenin liderliği batı dünyasının tekelinde kalmasına rağmen, teknolojinin liderliğinin coğrafi

odağını İngiltere'den daha dağınık bir konuma kaydırmayı başarmıştır (Mokyr & Strotz, 1998).



(Şekil 2: Ege Bölgesi Sanayi Odası, Sanayi 4.0: Uyum Sağlayamayan Kaybedecek, 2015)

### 1.1.3. Endüstri 3.0 (Üçüncü Sanayi Devrimi)

Üçüncü Endüstri Devrimi 1950'li yılların yarısından itibaren üretim, dağıtım ve enerji alanlarıyla teknolojinin harmanlanması temeline dayanarak başlamıştır (Kılıç, 2023). Fabrikaların seri üretimde programlanabilir makineler kullanması, bilgisayar kullanımının artması ve daha yaygın hale gelmesi, internetin yaygınlaşması, küçük, mekanik ve pratik ürünlerin gündelik yaşama girmesi gibi sebeplerle insan emeğine olan ihtiyaç azalmış, müşterilerin isteğine göre üretim yapma anlayışı doğmuştur. Küresel haberleşme kanallarının sayı ve nitelik bakımından artması sayesinde küresel pazarlara açılmak kolaylaşmıştır (Serinikli, 2018).

Üçüncü sanayi devriminde üretimin dijitalleşmesi sonucu endüstriyel planlamada verimlilik artarken işçi sayısı azalmaya devam etmiştir. Bu nedenle bu tür çalışanların sanal ortamda becerilerini geliştirmek için dijitalleşme eğitimleri yoluyla yetkinleştirilmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu eğitimler sonucunda çalışanların gerekli tüm bilgilere tek tuşla ulaşabilmesi ve sanal ortamlar aracılığıyla becerilerini geliştirebilmesi gerekmektedir (Adeyeri, 2018).

Endüstri 3.0'da teknolojinin kullanımı, uygulama sistemlerinin ve küresel tedarik zincirlerinin otomasyon yoluyla büyümesini sağlamıştır. Bunun yanı sıra bilgisayar destekli tasarım, imalat ve mühendislik gibi uygulamaların ortaya çıkmasıyla birlikte sanayi sektöründe de bir takım önemli teknolojik gelişmeler ortaya çıkmıştır. Bu süreçte alıcıyla olan ilişkilerin yönetimi, tedarik zinciri yönetimi, ürünlerin yaşam döngüsü yönetimi dahil olmak üzere üretim ve yönetim süreçlerinin stratejik planlanmasını ve izlenmesini sağlayan teknoloji uygulamalarıyla da sonuçlandı. Ayrıca programlanabilir teknolojiler, monitör kontrolü, veri toplama gibi sistemler de endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. (Elangovan, 2021).

Sanayi devrimlerindeki verimlilik artışı; Endüstri 1.0'da kömür ile matbaanın birleşmesinden, Endüstri 2.0'da petrol ile elektrikli iletişim araçlarının birleşmesinden meydana gelmiştir. Endüstri 3.0'da ise internet temelli iletişimin yenilenebilir enerjiyle birleşmesinden ortaya çıkmıştır (Davutoğlu, 2020).



(Şekil 3: Ege Bölgesi Sanayi Odası, Sanayi 4.0: Uyum Sağlayamayan Kaybedecek, 2015)

#### 1.1.4. Endüstri 4.0 (Dördüncü Sanayi Devrimi)

Dördüncü sanayi devriminin başlangıcı olarak 2011 yılında düzenlenen Hannover fuarı Endüstri 4.0'ın çıkış noktası olarak kabul edilmektedir. Almanya'nın bu yaklaşımı sanayi politikası olarak belirlemesiyle birlikte Endüstri 4.0 resmen başlamıştır.

Endüstri 4.0'ın ana felsefesi; insan gücünden arındırılmış, tamamen otonom ve mükemmelleştirilmiş endüstriyel süreçlere dayalı bir üretim sisteminin oluşturulmak istenilmesidir. İnsanın etkisini üretim sürecinin dışında tutabildiğimiz zaman, insan kaynaklı hataların büyük çoğunluğunun ortadan kalkmasının yanı sıra, üretimde standardizasyon sağlanabilmektedir. Bu süreci tanımlayabilecek bir ifade kullanmak gerekirse akıllı fabrikalar “smart factories” olabilir. Örnek olarak raftan herhangi bir ürün satın alındığında ürünün üzerindeki mikroçipler raftaki terminallere bunla alakalı bilgi ileterek raftaki ürünün miktarında azalma olduğunu söyleyecek, bu bilgi terminallerle sistemde bulunan tüm aktörlere otomatik olarak dağıtılacak ve tüm tedarik, üretim, lojistik faaliyetler bu bilgi karşısında yapması gerekeni otonom olarak yapacak. Bütün bu fonksiyonlar insan etkisi olmadan gerçekleşeceği için insanların sistemi yönetmesine gerek kalmadan sistem kendiliğinden faaliyetlerini sürdürmeye devam edecektir.

Son yirmi yıldır birçok sektörde küresel markalara sahip olan şirketlerin üretim hatlarını işçilik maliyetlerinin düşük olduğu ülkelere taşıdığı görülmüştür. Bu durumda üretim zincirinin büyük bir kısmının söz konusu ülkelere kaymaması için üretim maliyetlerinin bilgi ve iletişim teknolojileri yardımıyla düşürülmesi önem kazanmıştır. Bu önemin yanı sıra küresel markaların endüstrilerindeki değişim, ülkelere önemli bir rekabet avantajı getirmesi öngörülmüştür. Ünelere özgü etkilerinin yanı sıra şirketler düzeyinde beklenen etkilere bakıldığında, kalite ve stok yönetimi maliyetlerinin azalması, üretimdeki makine aksama sürelerinin azalması ve teknik personelin verimliliğinin artması gibi faydalar ön plana çıkmıştır. Üretimin en önemli kısımlarından elde edilen bu kazanımlar sonucunda toplam verimliliğin artırılması hedeflenmektedir. Çeşitli sektörlerdeki verimlilik artışı da ulusal düzeyde rekabet gücünün artması olarak görülebilir (TÜBİTAK, 2017).

Endüstri 4.0 birden fazla unsur içeren ve bu unsurların her birinden etkilenen bir süreçtir. Bu sebeple tanımlanması güç bir hale gelmiştir. Bu unsurların birbirleri ile bağlı olabildiği ve birbirleri ile adaptasyonlarının yüksek olduğu kabul edildiğinde, Endüstri 4.0'dan beklenen beklentilerin maksimum seviyede karşılanacağı varsayılmaktadır. Gerçekte bu bileşenler son derece karmaşık ve devasa bir sistemin işleyişini sağlayan faktörler konumundadırlar. Bunların etkinlik düzeyleri bütün sistemin başarısı için kilit etkiye sahiptir.



(Şekil 4: Ege Bölgesi Sanayi Odası, Sanayi 4.0: Uyum Sağlayamayan Kaybedecek, 2015)

## 1.2. Endüstri 4.0 ile İlişkili Kavramlar ve Sistemsel Yapısı

Endüstri 4.0, sayısız teknolojiyi ve ilişkili kavramları kapsamaktadır. Bu kavramlar sadece internet teknolojileri ve gelişmiş yazılımlarla alakalı değil aynı zamanda katma değerli bir bilgi işleme süreci ve endüstriyel anlamda gelişmelerin yaşandığı karmaşık bir yapıdadır. Bu yapıların endüstrideki yerleri aşağıda ifade edilmiştir (Yıldız, 2018).

### 1.2.1. Nesnelerin İnterneti

Kavramın tarihsel süreci takip edildiğinde kavramın ilk kullanımı Kevin Ashton tarafından hayata geçirilmiştir. Bu kavram 1990 senesinde kahve otomatına kameralı sistem kurularak, boş olup olmadığını otonom yöntemlerle denetleyebilme fikrine dayanarak ortaya atılmıştır (Bıçakçı, 2019). Bunun yanı sıra nesnelerin interneti başka birçok alanda daha kullanılabilir. Bu alanların bazıları şunlardır; akıllı ev uygulamaları, akıllı şehir uygulamaları, bilimsel çalışma uygulamaları, bilişim sektörü uygulamaları, enerji uygulamaları, güvenlik uygulamaları, imalat/üretim uygulamaları, inşaat uygulamaları, sağlık uygulamaları, servis sağlayıcı uygulamaları, tarımsal üretim uygulamaları, taşımacılık uygulamaları ve ticaret uygulamaları örnek olarak gösterilebilir (Gündüz & Resul, 2018).

1980'li yıllarda otomatik tespit ve takip ile başlayan nesnelerin interneti, 1990'lı yıllarda sensörler yardımıyla çeşitli alanlarda kullanılmaya başlandı. Ancak nesnelerin interneti, 2000'li yılların başında internet üzerinden birbirine bağlanan cihazların kullanılmaya başlanmasıyla gelişimini sonlandırdı. Bu teknoloji, şirketlerin tüm varlıklarını daha hızlı ve verimli bir şekilde yönetmelerine olanak tanımaktadır (Dermenci, 2023).

Nesnelerin internetinde nesnelere birbirlerine IP adresleri aracılığıyla bağlanır. IP adresi sayesinde birbirine bağlanan cihazlar, nesnelerin ve kişilerin birbirlerini tanıyıp tanımlayabilir olmasıyla ve veri alıp analizi yapılabilir. Nesnelerin interneti teknolojisi sayesinde yapay zeka makineleri kontrol etmeye başladığında birçok alanda çalışmaya ihtiyaç duyulmayacak, insan gücü ile üretim azalacaktır, ayrıca

birçok görevi otomatize ederek, birçok elektromekanik mekanizma da dahil olmak üzere cihazların hayatın her alanında iletişim kurmasına olanak tanır (Öner, 2022).

Nesneler bağlanmak için RFID, Bluetooth, Wi-Fi vb. ağlardan birini kullanırlar. Şimdiye kadar Endüstri 4.0 konseptinde nesnelerin interneti, cihazların yalnızca ağa bağlanmasıyla sınırlıydı. Bugün bu kavram muhtemelen günlük yaşamın tüm nesnelere ile geniş bir bağlantı sunuyor. Nesnelerin İnterneti çok yakında her an ulaşabileceğimiz bir faaliyet alanı haline gelecek olması beklenmektedir (Arkan, 2018).

Nesnelerin interneti; makine, ekipman vb. nesnelerin teknolojinin gelişmesi sonucu elde ettikleri sanal kişilikler ve yetenekler vasıtasıyla kendi aralarında iletişim kurmaları ve bu iletişim sonucu birtakım fonksiyonları doğrudan yerine getirebilir hale gelmeleridir. Bu konsept çerçevesinde pek çok şirket ve kurum Endüstri 4.0 ve Nesnelerin İnternet'ine yatırım yapıyor ve bunlarla ilgili çözümler geliştirmeye çalışıyorlar. Nesnelerin İnterneti neredeyse tüm iş alanlarında ve lojistik alanlarında kullanılabilir (Bıçakçı, 2019). Çok uzun zamandır, Endüstri 4.0 ve Nesnelerin İnterneti hakkında internette bilgi bulmak neredeyse imkansızdı. Sadece birkaç yıl içinde bu kavramlar iş dünyasında, endüstride, tedarik zincirlerinde ve günlük yaşamda çok önemli ve ulaşılabilir hale geldi. Başta cep telefonları olmak üzere elektronik cihazlar akıllılaştıkça ve bu sistemlerde yapay zekâ kullanıldıkça, bu cihazlar arasındaki etkileşim de büyük oranda arttı. Ancak dünya çapında kullanılan akıllı cihazların sayısı artmaya devam ettiği sürece gelişim devam edecektir. Kablosuz ağların, gömülü sistemlerin ve sensörlerin artan maliyetleri, Nesnelerin İnterneti'nin gelişimini teşvik etmiştir. (Gökrem & Bozuklu, 2016).

Nesnelerin İnterneti, akıllı makinelerin diğer makinelerden bağımsız olarak açılıp kapatılabileceği bir süreçtir. Süreç içerisinde bu yaklaşımı sadece endüstriyel faaliyetlerde değil, tüm tedarik zincirlerinde, sosyal ve günlük yaşamda da görmek mümkün. Örneğin hastaneye gittiğinizde ilaçlarınız bileğinize takılan etiket sayesinde zamanında teslim ediliyor olması günlük yaşamı kolaylaştıran örneklerden biridir. Bileğinize yapıştırılan bir etiket, doktorları ve hemşireleri durumunuz

hakkında uyarabilir, solunum hızınızı, nabzınızı ve diğer parametreleri ölçebilir ve ilaçlarınızı almanız konusunda size yol gösterebilir (Sedefçi, 2018).

Nesnelerin İnterneti olarak adlandırılan sistemin birçok bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan biri de hareketler ve özellikleridir. Sistemi harekete geçiren eylem ve eylemlerin çeşitli algoritmalar çerçevesinde tanımlanması gerekir. Aynı zamanda fark yaratan her durum için farklı bir algoritma belirlenir. Örneğin, bir dondurma üretim şirketi, hava sıcaklığını ölçmek ve üretim sürecini ayarlamak için çeşitli cihazlar kullanabilir. Bu nedenle, hava sıcaklığına ilişkin tüm farklı değerler, çeşitli algoritmalar tarafından belirlenebilir ve bu da çeşitli çıkış fonksiyonlarının uygulanmasına yol açar. Bu özellik sistemin çalışmasını başlatacak ilk hamle olarak tanımlanmaktadır. İkinci önemli kısım ise bu hareketleri ve olayları tespit etmek için kullanılan araçlar ve unsurlardır. Bu amaçla kullanılan sistemlerin başlıcaları tespit ve tanımlama sistemleridir. Bunlara sensörler, radyo frekansı, tanımlama sistemleri ve barkod uygulamaları gibi elektronik cihazlar da dahildir. Normal kabul edilen durumlardaki hareketler veya değişiklikler tespit edilerek ilgili veriler sisteme gönderilir. Üçüncü öncelik ise bu verileri taşıyan İnternet ağıdır. Günümüzde kablosuz bağlantılar ve bulut bilişim ile veri aktarımına ilişkin bazı kısıtlamalar ortadan kaldırılmıştır. Bu sınırlamalar, kabloyla sağlanan internet erişiminin kapasitesi ve fiziksel sınırlamaları gibi faktörleri içerir (Kılıç, 2020).

Nesnelerin interneti sisteminin bileşenlerinden bir diğer etken, bu verileri işleyerek komutlara dönüştüren bilgi yönetim sistemleri ve bilgisayarlarıdır. Bu sistemler, çeşitli cihazlardan sağlanan verileri karşılaştırmak, mevcut duruma uygun çözümler üretmek, komutlara dönüştürmek ve bu komutları diğer elemanlara göndermek vb. için tanımlanmış algoritmalarla kullanır. Sistemdeki makine ve cihazlar komut aldıklarında sistemdeki diğer makinelere veri gönderebilirler. Nesnelerin İnterneti öncesi endüstriyel süreçler "insandan insana" (people to people) iken daha sonra bu süreç "insandan makineye" (people to machine) şeklinde dönüştü. Endüstri 4.0 süreçlerinde ise "makeden makineye" (machine to machine) şeklini almıştır. Nesnelerin interneti, bu görüşe göre, sistemdeki insan faaliyetlerinden mümkün olduğunca kaçınmak için yüksek düzeyde teknoloji kullanarak mükemmel bir sistem oluşturmayı amaçlamaktadır (Koçak, 2019).

## Nesnelerin İnterneti ve Endüstriler

Nesnelerin interneti kavramının faydaları incelendiğinde, endüstriler için son derece önemli olduğu görülmektedir. Nesnelerin interneti kavramında üretimin yanı sıra; tedarik zinciri, lojistik ve diğer faaliyetleri dönüşümlerine olanak sağlamış ve bu dönüşümleri kolaylaştırmıştır. Nesnelerin interneti dijitalleşmenin yanında, üretimde kullanılan makine ve ekipmanların teknolojik özelliklerinin daha da artmasına imkân sağlamıştır. Sonuç olarak üretim sürecinin yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Makineler ve sistemler arasındaki iletişim yoluyla üretim akış sistemini kolaylaştırması ve daha iyi siparişler oluşturması beklenmektedir. Örneğin geçmişte işçiler ve yöneticiler bitmiş parçaları bir üretim tesisinden diğerine taşımaya ve bir nakliye işlemi gerçekleştirmeye karar vermeleri gerekiyordu. Nesnelerin İnterneti sayesinde karar süreçleri otonomlaşmış, bitmiş parçaları bantlara gönderilip, "Benim işim bitti. Bir sonraki iş senin." komutu verilebilir. Dolayısıyla üretim oldukça somut olup hata, gecikme gibi sorunlar ortadan kalkmaktadır. Sonuç olarak ürün ve üretim arasında mükemmel bir denge yakalamak mümkündür. (Tavukçuoğlu, 2019).

Gelecekteki ürünler nesnelerin interneti sürecini bir parçası olacak ve diğer nesnelerle birlikte süreçlere de uyum sağlayacaktır. Bu süreçte gelişmesine devam eden dijitalleşme, fiziksel ürünler ile elektroniğin daha fazla ilişki içerisinde olmasını sağlayacak ve fiziksel ürünler ile elektronik unsurları entegre edildiği ürünler ortaya çıkacaktır. Oluşan ürünlerin git gide daha teknolojik hale gelmesi ürünlerin tasarımına da etki edecek bir gelişmedir. Bu nedenle ürünlerin somut özelliklerinin değişme göstermesinin yanı sıra daha fazla da teknolojik unsur içereceklerdir. Gelecekte kullanacağımız birçok ürün sürekli olarak güncellenmeye gereksinim duyacaktır.

Ürünlerin yeni tasarımlarının oluşması tedarik zinciri sürecinin neredeyse tamamını etkilediği gibi, satış ve pazarlama süreçlerini de etkileyip yapılanmasına sebep olacaktır. Bu bağlamda tüketicilerin birçoğu kullanımı kolay, güncellenebilir ve daha etkin çözümler sunan ürünleri tercih etmek isteyeceklerdir. Bunların neticesinde gelecekteki ürünleri anlama fırsatımız olacak, analiz etme ve değerlendirme fırsatı bulabileceğiz. Müşteri beklentilerine ve tüketimine odaklı

ürünler yapılabilecektir. Bu nedenle ürünler müşterilerin beklentilerinden daha çok özelleştirilebilmiş olacaktır. Sonuçta üretim süreçleri mikro düzeyde tasarlanıp, ürün bazında planlanabilmektedir (Ciravoğlu, 2006).

IoT teknolojisi, emek ve işgücü bakımından insanların önündeki engel olarak görüldüğüne ilişkin endişeler yaratmaktadır. Dijital sistemlerin git gide daha robotik hale gelmesi, işsizlik konusunda çalışanların endişelerini artırmaktadır. Bu değerlendirmelere göre otomasyon ve robotların işgücü yerine ikame edilmesi; kullanıldığında katma değer yaratmayan veya verimsizliği yol açan işler için söz konusudur. Dolayısıyla bu tür işler Normalde herkes tarafından yapılabilen ve uzmanlık gerektirmeyen endüstriyel faaliyetlerdir. Bu sebeple böyle işleri çalışanların yapmaları gerekmeyecek, bu tür işler robotlar tarafından yapılacaktır. Bunun sonucunda işgücünün daha yüksek katma değer ve uzmanlık gerektirecek bir hale gelecektir (Akkuşcu, 2019). Bu açıdan bakıldığı takdirde gelecekte işgücünü yüklenen insanların daha nitelikliliğe sahip bireyler olacağı, alanında profesyonelliğe sahip, sistemleri çözümleyebilen ve süreç içerisinde meydana gelme olasılığı olan problemleri çözebilme kabiliyetine sahip olacakları öngörülmektedir. Dolayısıyla otomasyon sistemleri gerçekteki işgücü yerine kullanıldığında verimsizliği yol açan iş yükünü çalışanlardan alınarak çalışanların daha nitelikli bireyler haline gelmesini sağlamaktadır (Tekbaş, 2019).

Günümüzde, artık uzmanlaşmış mali müşavirler ve finans profesyonelleri beyanname hazırlamak gibi işlerle uğraşmayarak, bunları elektronik ortamda düzenlemesi çok kısa bir süre içinde ve daha düşük kalifikasyona sahip personeller tarafından yapılabilmesi mümkün olmaktadır. Bu sayede bu meslek erbapları müşterileri için daha iyi hizmet sunabilecek ve daha iyi çözüm bulabilecekleri zamana sahip olacaktır. Endüstri 4.0 ve nesnelerin interneti yaklaşımları kalifikasyon düzeyi attığı sürece iş gücü tarafından endişe edilmemesi gereken bir süreçtir (Kılıç & Anadolu, 2018).

## Nesnelerin İnterneti ve Lojistik Faaliyetler

Nesnelerin interneti, diğer tüm endüstriyel süreçlerin yanı sıra, lojistik faaliyetlerin de değişimine zemin hazırlamaktadır. Tedarik sürecinden başlayarak tüketime kadar olan süreçte depolama, taşıma vb. lojistik faaliyetler verimlilik ve etkinlik kapsamında yeniden yapılandırılmaktadır. Bu süreçte tedarik zinciri boyunca gerçekleştirilen tüm aktiviteler aynı anda izlenebilmekte ve sürece etki eden faktörler kontrol edilebilmektedir. Anlık olarak performans ölçülmesi ve belirlenen düzeyin altına düşülmesi durumunda otonom müdahalelerin gerçekleşmesi söz konusu olabilmektedir (Yılmaz & Kuvat, 2021).

Şirketler lojistiği hızlandırabilmeleri için depolama maliyetleri de dahil olmak üzere lojistik maliyetlerini azaltabilir. Bu nedenle hızı artırmanın en etkili yolu depo operasyonlarının otomasyonundan tam anlamıyla faydalanmak ve depo operasyonlarınızı otomatize etmektir. Depo otomasyon sistemleri komplike ve karmaşık sistemlerdir. Fiziksel unsurlar ile teknolojik unsurların bir arada olduğu sistemlerdir. Fiziksel unsurlar arasında raf sistemleri, otomatik toplayıcı ve dağıtıcılar, istifleme araçları vb. unsurlar sayılabilirken, dijital unsurlar arasında veri işlem sistemleri, uzaktan algılama donanımı ve yazılımları, tanımlama sistemleri ve sensörler gibi unsurlar bulunmaktadır (Kırca, Kelekçi & Ayaz, 2019).

Depolama işlemlerinin giderek hız ve önem kazandığı günümüzde depolama sürecinde kullanılan teknolojilerinde bu hıza ayak uydurması gereklidir. Her gün milyonlarca ve milyarlarca ürün, hammadde ve çeşitli formlardaki nihai ürünler tedarikçilerden depolara, depolardan üretim sahalarına ve müşterilere taşınmaktadır. Müşterilere ve tüketicilere doğru ürünü sevk etmek müşteri memnuniyeti ve ürün maliyetlendirme açısından önemlidir. Depolama işlemlerinde kullanılan kaynaklar boşa kalmadan en iyi şekilde kullanılmalıdır.

Depo operasyonlarında, fiziksel ve dijital varlıklar ile sistemler arasındaki entegrasyon, RFID "Radyo Frekanslı Tanımlama Sistemleri (Radio Frequency Identification System)" olarak adlandırılan akıllı etiketler sayesinde gerçekleşmektedir. Klasik barkodların aksine üzerinde mikroçip bulunduran bu etiketler veri kaydetmekle birlikte verilerin diğer sistemlere transfer edilmesi gibi

görevlerde üstlenmektedir (Ünlü, 2007). Depo operasyonlarında nesnelere internetin kullanılmasıyla birlikte (Demiral, 2021):

İlk olarak materyallerin depoya geldikleri zaman üzerlerinde yer alan akıllı etiketlerin, sensörler ve okuyucular tarafından otomatik olarak girişte okunması işlemi yer alır. Ürünlerin sisteme bu bilgiyi göndermesiyle birlikte, eş zamanlı olarak, sistem, mevcut durumu ve şartları analiz ederek, ürünlerin konulacağı belirlenir ya da siparişteki talep üzerine ürünleri doğrudan sevk noktasına transfer edilmelerini sağlamaktadır.

Gelen ürünlerin okuyucular tarafından taranması sonucu elde edilen ürüne ilişkin veriler, sadece depo operasyonları için kullanılmayıp, aynı zamanda sistemde entegre bütün aktör ve fonksiyonlara da gönderilmektedir. Örnek olarak bu işlem sonucu teslim edildi bilgisi otomatik olarak tedarikçilerin bilgisayarına da gönderilmektedir.

Çıkış işlemlerinde elektronik olarak sisteme gönderilen siparişler, ilgili olmaları halinde ürünlere de uyarı gönderebilmekte, ürünlerde siparişlerde talep edilen ürünler olduklarına ilişkin bilgileri sisteme gönderebilmekte ve buldukları konumu sisteme bildirmektedirler. Çıkış kapısından çıkmadan önce okuyucular bu ürünleri tekrar tarayarak çıkış bilgilerini sisteme aktarmaktadır.

Nesnelerin interneti ile lojistik süreçlerde ihtiyaç duyulan verilerin kesintisiz bir biçimde akışı söz konusu olabilmektedir. Lojistik süreçlere dahil olan birçok gönderinin paketlenmesi, etiketlenmesi, depolanması, taşınması ve dağıtılması gibi işlemler aynı anda izlenerek, gerekli eşleştirmeler kusursuz şekilde yapılabilmektedir. Ürünler, içinde buldukları süreçle alakalı olarak çok sayıda veriyi sisteme gönderebilmektedirler. Bu veriler sayesinde hataları mümkün olduğunca sıfıra yaklaştırmayı amaçlamaktadırlar (Soylu, 2018). Önümüzdeki yıllarda nesnelere interneti kavramı, lojistik faaliyetler ile ilgili tüm süreçleri kapsayacak bir sistem olması beklenmektedir. Bu bakış açısına göre lojistik işletmelerin bu dönüşme diğer sektörlerden daha hızlı bir yanıt vermesi, teknolojik gelişmelere uygun şekilde davranılması mümkün gözükmektedir.

### 1.2.2. Otonom Robotlar

20. yüzyılın önemli yazarlarından olan Çekyalı Karel Čapek günümüzde kullanılan robot kavramını ortaya atan ilk kişi olarak bilinir. 1921 yılında “Rossum’un Evrensel Robotları” adlı bilim kurgu hikâyesinin yayınlanması ile birlikte “Robot” kavramı tanıtılmıştır (Sciliano, Sciavicco, Villani & Oriolo, 2009).

İnsanlarla çalışan robotlara, General Motors liderliğindeki bir grup tarafından işbirlikçi robotlar anlamına gelen cobot adı veriliyor. İşbirlikçi robotları yani cobotları basit bir şekilde tanımlamak gerekirse, insanlarla anlaşan ve geniş çapta iletişim kuran bir robottur. Günümüzde bu robotlar, ek güvenlik özellikleri olmaksızın çeşitli üretim hatlarında kullanılmaktadır. İşbirlikçi robotlar alanındaki fikirler, insanlarla beraber çalışabilecek seviye ve nitelikte robotlar üretmeyi amaçlıyor (Alçin, 2016).

Geçmişte robotların endüstriyel süreçlerde kullanılması, imalatta kullanılan robotların akıllı cihazlar olmadığı, işçiler tarafından kontrol edilmesi gerektiği ve en önemli işlerini insan emeğiyle yapmaları anlamına geliyordu. Günümüzde robotlar daha çok insan vasıflarına yakın özellikleriyle öne çıkmaktadırlar (Koçak, 2019).

Robotik üretim teknolojisi, yenilikçi bir gelişme yakalamış, robotlar endüstriyel üretimde yerini almış ve insan emeğiyle birleşerek verimliliğin artmasına katkı sağlamıştır. Ancak bu alanda karşılaşılan başlıca problemlerden biri olan fiziksel yakınlık ve insan-makine etkileşimi sırasındaki katı zaman kısıtlamalarıdır. Bu zorluklar, insan-robot iş birliğini tasarlarken meydana gelen zamanlama ve programlama sorunlarını ortaya çıkarmaktadır (Arkan, 2018).

Üretimde kullanılan robotların verileri anlama, analiz etme ve saklama yeteneği artmaya devam etmektedir. Endüstride robotların gücüyle birlikte insan faktöründen kaynaklanan birçok hata ortadan kaldırılmaya başlanmış ve üretim süreci belli seviyelere ulaşmıştır.

Robotlar endüstriyel faaliyetlerde kayda değer bir verim artışına olanak sağlayabilmektedir. En önemlisi robotlar, nesnelerin interneti, uzaktan algılama sistemleri ve diğer ileri teknoloji sistemleri çerçevesinde insanlar kendi çalışanlarının üretimi ile ilgili görevleri yerine getirebilmektedir (Sürmen, 2019).

Müşteriden dolayı ve doğrudan şekilde elde edilen talebe ilişkin bilgiler siber fiziksel sistemler vasıtasıyla otomatik olarak robotlara iletilebilmekte robotlar herhangi bir operatörün müdahale etmesine gerek kalmaksızın gereksinim duyulan bu ürünleri üretmeye başlamaktadır. Benzer bir şekilde müşteri raftan ürün aldığı zamanda rafta konumlu sensörler buna ilişkin veriyi sisteme göndermekte, sistem söz konusu ürünün asgari düzeyin altına düştüğünü tespit ettiği zaman ürünle alakalı stokları gözden geçirip, depoda yeterli miktarda ürün kalmamışsa üretimin başlamasına dair robotlara komut verebilmektedir (Ulusoy, 2019).

Endüstriyel robotlar üretim maliyetlerini de azaltabilmektedir. Robotik sistemlerin satın alma ve kurulum maliyetlerinin dışında herhangi bir işletme maliyeti söz konusu değildir. Öte yandan robotlar, karanlık ortamlarda bile görevleri yerine getirebildikleri için insanlar gibi net bir üretim ortamına ihtiyaç duymamaktadırlar. Bu nedenle elektrik maliyetleri önemli ölçüde azaltılabilmektedir (Ayan, Uysal, 2020).

Bir robotik sistem üç ana bileşenden oluşur: Bu bileşenler düşünme sistemi, bağımsız karar sistemi ve mekanik bileşenlerdir. Tespit sistemi, radyo frekansı tanımlama sistemi kullanarak mevcut veya potansiyel bir durumu tespit edebilen bir sistemdir. Bu sistemler gördükleri trendleri algoritmalara dönüştürerek özel karar alma sistemlerine veri olarak göndermektedir. Özel karar verme sistemleri bu verileri analiz ederek ne yapılacağına karar verir ve mühendislik sistemine bu konuda talimat verir. Mekanik sistem ise tanımlanmış hareketleri başlatmak için alınan elektrik sinyallerini kullanır (Gökrem & Bozuklu, 2016).

Robotlar, otomotiv sektörü de dahil olmak üzere birçok alanda kullanılmakta ve işletmelere pek çok fayda sağlamaktadır. Endüstriyel şirketlerin kullandığı robotlar, objektif analitik yetenekleri sayesinde üretim verimliliğini artırırken insan hatasını da azaltmaktadır. Zamanla birbirleriyle iletişim kuran robotlar küresel

üretimi otomatikleştirebilecek hale gelmektedir. Robotik teknolojisi ilerledikçe robot sahibi olmanın maliyeti düşmekte, bu da robotların istihdamını artırmaktadır. Genel olarak gelecekte robotlar arasındaki iletişimin gelişeceği ve insanlarla yan yana güvenilir bir şekilde çalışabilecekleri söylenebilir (Dermenci, 2023).

### 1.2.3. Büyük Veri (Big Data)

Değişen ve büyüyen dünyada rekabet edebilmek için şirketlerin ve kurumların kendilerine yardımcı olacak, verimli ve bunu işlerinde katma değer yaratmak için kullanacak verilere ihtiyaçları vardır. Verilerin elde edilmesi, sisteme transferi, işlenmesi ve kullanımı makul bir hızda olmalıdır. Aksi takdirde meydana gelen hızlı değişimlere ayak uyduramayan işletmeler rekabette geriye düşebilirler. Büyük veri müşterilerden gelen verilerin toplanması ve gerçek zamanlı karar verme süreçlerinde kullanılan stratejik bilgilerdir (Yılmaz, Bülbül & Atik, 2017). Günlük yaşamda insanlar internete girdiklerinde kasıtlı veya kasıtsız olarak kendilerine dair pek çok bilgiyi farklı farklı sistemlere bırakıyorlar. Yazılan içerik, pazarlama sitelerinde geçirilen süre, ürün incelemeleri, sosyal medya paylaşımları vb. eylemler buna örnek olarak verilebilir. Bu yaklaşım endüstrilerin ve şirketlerin aldığı stratejik kararları etkileyebilmektedir.

Şirketlerin ve işletmelerin hızlı büyüme sağlamalarının en etkili stratejik yollarından biri “büyük veri” kavramıdır. Büyük veri, bilgilerin toplandığı geniş bir veri tabanına atıfta bulunmak için kullanılır. Sistem farklı kaynaklardan veri göndererek veriyi kaydeder. Büyük veri yardımıyla endüstriyel şirketler ve bireysel kullanıcılar ihtiyaç duydukları bilgiye ulaşarak karar verme sürecinde kullanabilmektedir (Doğan, 2014). Bilgi sistemlere eklenmekte ve her geçen gün veriler artmaktadır. Bilim ve teknoloji geliştikçe insanların edindiği bilgi miktarı da dolaylı olarak artış göstermektedir. Telekomünikasyon ve telekomünikasyon alanında yaşanan dikkat çekici gelişmeler, bireylerin verimsiz de olsa kullanıcı olarak sistemlere veri girebilmesini sağlamıştır. Bunun sonucunda büyük veri olarak bilinen sistemlerde artan miktarda veri transferi gözlemlenmiştir. Nesnelerin İnterneti çerçevesinde sadece insanlardan değil makinelerden de veri alınabiliyor olması verideki bu artışla ilgili bir diğer etkidir (Özsoylu, 2017).

Örneğin ulaşım ve ulaşım ile ilgili uygulamalardaki veriler, araç sensörleri ve GPS ile ilgili sistemler aracılığıyla, verilerin işlenebileceği ve bakım onarım uygulamaları için kullanılabilir. Bilginin büyük veri sistemine yüklenip daha sonra kullanılabilmesi için bu bilginin dijitalleştirilmesi gerekmektedir. Bunun en temel örneklerinden biri GIS olarak bilinen coğrafi bilgi sistemidir. Sistem, kullanıcılara bir veri tabanı aracılığıyla sayısallaştırılmış haritalara erişim olanağı sağlamakta ve bu haritalar çeşitli analizler için kullanılabilir (Yankın, 2019).

Verinin hacmi ve düzeyi göz önüne alındığında, büyük verinin sağladığı bilgiler karmaşık, düzensiz ve tutarsız olabilir. Bu nedenle bu verilerin düzenli ve anlamlı hale gelmesi önemlidir. Şirketler ve işletmeler, veri kümelerini büyük veri düzeyinde analiz ederek kendileri hakkında değerli iç görüler elde edebilirler. Bu nedenle sistemlerindeki bilgileri kullanabilmek için bir değişken oluşturmaları gerekir. Bu değişken, kullanıcıların yoğun ve sürekli büyüyen veri kümelerinde aradıklarını bulup bulamayacağına bağlıdır (Koçak, 2019).

Büyük verinin kullanımı şirketlere ve sektörler için önemli stratejik faydalar sağlayabilir. Bu sayede rekabet ettikleri pazar hakkında mümkün olan en detaylı bilgiyi öğrenebilir, rakiplerinin önüne geçebilme fırsatı yakalarlar. Daha da önemlisi, bu verilere aynı anda erişilebiliyor ve analiz edilebiliyor olmasıdır. Öte yandan büyük veri, elde edilen veriler nedeniyle sektörler için birçok stratejik avantaj sunabilmektedir. Gelecekteki müşteri eğilimlerini tahmin edebilmek, gelecekte ihtiyaç duyulacak ürünleri bulabilmek, belirli endüstriyel ürünleri durdurmak veya bazı perakende mağazaları kapatıp çevrimiçi alışverişe odaklanmak gibi kararlar büyük veriden elde edilecek olan veriler neticesinde hayata geçirilebilecek ve yöneticilere fikirler sağlayabilecektir (Dinç, 2019).

Büyük veri işletmeleri ve endüstrilerin uzun vadeli stratejiler geliştirilmesine de imkân sağlamaktadır. Büyük veri endüstriyel kullanıcılar dışında bireysel kullanıcılar tarafından da bilgi edinimi gibi süreçlerde kullanılabilir. Bireyler internet üzerinde konumlanan bu bilgilere ulaşarak tercihlerini buna göre yapabilmektedirler. Bir ürüne yönelik şikâyet siteleri, sosyal medya üzerinden yapılan değerlendirme ve yorumlar diğer kullanıcılara tercih için fikir verebilmektedir (Çelik & Atalay, 2017).

İşletmeler, rekabette bir adım önde olmalarına yardımcı olacak mikro verileri bulduklarında bunları stratejik planlama için kullanabilirler. Endüstriler bu verileri günlük operasyonlarını ve genel operasyonlarını iyileştirmek için adına kendi faaliyetlerinde hayata geçirebilirler.

Günümüz iş dünyasında artık kurumların ve şirketlerin veri tabanlarını tek başlarına oluşturup yönetmeleri mümkün değil. Bunun birinci sebebi, endüstriyel süreçleri etkileyen bilgi ve veriler işletmenin ulaşamayacağı yerdedir ve mevcut yetenekleriyle yönetilemez. İkincisi sebebi ise, sektörler ve şirketler, küresel gelişmelerden ve küresel sistemlerden bağımsız yapılar değildir. Bu nedenle faaliyet gösterdikleri dönemlerde dış etkenlerden kaynaklanabilecek etkilerin kontrolünü ele alabilmeleri mümkün değildir. Bu sebeple büyük veri endüstrileri strateji geliştirebilmeleri için yardımına başvurduğu ve ihtiyaç duyduğu verileri elde edebildiği önemli bir araçtır (Çelik & Akdamar, 2018).

Büyük veri, endüstrilere büyük ölçüde esneklikte kazandırabilmektedir. Verilerin aynı anda elde edilmesi ve analiz edilmesi, endüstrileri değişen koşullar karşısında daha gerçekçi bir pozisyon almalarına imkân sağlamaktadır. Aynı zamanda bu veriler tüm tedarik zinciri boyunca gerçekleştirilen operasyonlarda kullanarak zincirinin yapısal özelliklerini geliştirmektedirler. Dolayısıyla gelişen durumlara ve değişimlere ayak uydurulmaması sonucu ortaya çıkabilecek satış kaybı maliyetleri büyük oranda azaltılabilmekte, müşteri sadakati artırılabilir (İyigün, 2019).

Büyük verinin kullanımı arttıkça endüstrilerin ve işletmelerin yenilikçi özellikleri de artacaktır. Özellikle günümüzde müşterilerin talep ettiği ürünlerin

giderek daha fazla kişiselleşmesi ve spesifik bir nitelik kazanması; üretilecek ürünlere ilişkin ürün geliştirme, tasarım ve üretim proseslerinin bu bakış açısıyla gelişimine yol açacaktır. Diğer taraftan endüstrilerin talep tahminlemeyle alakalı gerçekleştirdikleri süreçlerin performansı ve doğruluk düzeyi artarken, buna ilişkin maliyetler de ciddi oranda azalma göstermektedir (Çakırel, 2016).

Büyük verinin en etkili şekilde kullanıldığı alanlardan birisi de lojistikdir. Özellikle operasyonel verimliliğin ve maliyetlerin son derece önemli olduğu lojistik faaliyetlerde, bu faktörleri olumsuz etki yapabilecek herhangi bir durumun kabul edilebilmesi lojistik faaliyetler açısından mümkün olmamaktadır. Bununla beraber günlük operasyonlara konu olan ürünlerin çok sayıda olması ve bunların farklı konumlardan toplanıp, farklı noktalara dağıtılması lojistik iş hacmini arttırmaktadır. Bunların haricinde hareket eden ürünlere ilişkin farklı düzeyde bilgi ve veriler operasyonların yapısal özelliklerini de önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu sebeple lojistik faaliyetlerde verimlilik ve etkinliğin olabilecek en üst düzeyde sağlanabilmesi ile elde edilecek verilerin eşzamanlı ve güncel olmasına tümüyle bağlıdır (Dinç, 2019).

Günlük yaşantımızda, endüstriler ve işletmeler büyük veri ilişkin yaklaşımları kendilerine ilişkin bir varlık ve sermaye olarak görmeleri yakın bir süreçte olanaklı gözükmektedir. İlerleyen zamanlarda işletmelerine ve süreçlerine ilişkin veriler ticari değer ifade eden bir meta haline gelebilecektir. Dolayısıyla büyük veri, işletmeler için katma değer yaratan bir özelliğe sahip olacaktır. Endüstriyel olarak bakıldığı zaman büyük veri üç ana perspektifte sürece etki edebilecektir (Onay, 2020).

Bunlardan ilki operasyonel etkinlik; tedarik süreçlerinden tüketim süresine kadar gerçekleştirilen tüm faaliyetlerin verimlilik temelinde hayata geçirilmesi olarak ifade edilebilir. Bu görüşe göre maliyetlerin düşürülmesi ve aynı zamanda kârın artırılması gibi hedefler, operasyonlar açısından iyi yönetimle ilgili temel amaçlardan bazılarıdır. Büyük veri kullanımı iş zekâsını artırır. Başta tedarik zinciri aktörleri olmak üzere sürece dahil olan unsurlar, süreçle ilgili belirli bilgi ve verilere erişime sahip olup, çalışmalarını bu bilgilere dayanarak planlayabilmektedir (Onay, 2020).

Büyük veri, endüstrilerin ve şirketlerin kaynakları daha verimli kullanmasını sağlar. Doğru, gerçek zamanlı ve güncel veriler, kaynakların hatalı politika ve kararlarla israf edilmesini önler ve şirketlerin tüm kaynaklarını doğru hedeflere odaklamasına yardımcı olur. Bu süreçlerde kullanılacak her birim kaynak için elde edilecek katma değer maksimum olabilecektir. Bu sayede tedarik zinciri boyunca gerçekleştirilecek tüm operasyonları kalitesi daha da artırılabilir. Büyük veri kullanımı sonucu elde edilecek sürece ilişkin bilgiler operasyonlarda meydana gelen hataların azaltılması ve ortadan kaldırılması açısından, işletmelere daha hızlı karar alma ve uygulama olanağı sağlamaktadır (Aktan, 2018).

İkinci olarak, büyük veri, işletmelerin ihtiyaç ve beklentilerine göre müşterilere sundukları ürün ve hizmetlerin düzeyini iyileştirme konusunda güç vererek müşteri sadakati üzerinde önemli bir etkiye sahip olacaktır. Günümüzde büyük veri sayesinde müşteri beklentilerini önceden tespit ederek müşteri beklenti ve ihtiyaçlarını karşılanabilmektedir. Şirketler ve işletmeler, müşterilerinin hangi ürünlere ihtiyaç duyduğunu belirlediklerinde bu ihtiyaçlara hızla yanıt verebilecek konumda olmaları maliyet ve zaman açısından avantaj yaratmaktadır (Onay, 2020).

Büyük veri kullanımı müşterilere ilişkin oldukça geniş perspektifte bilgi ve verilere ulaşmayı imkânlı hale getirdiği için, bu veriler ışığında müşterilerin beklenti ve beğenilerine göre sınıflandırılabilmesine de olanak sağlar. Dolayısıyla farklı müşteri portföyleri için farklı stratejiler geliştirilmesi mümkün olabilir. Bu durumda müşteriler özelinde daha mikro düzeyde yaklaşımların gösterilmesi müşteri memnuniyet düzeyini önemli ölçüde artırır. Sonuç olarak, her müşteri için ürünlere ve hizmetlere ilişkin beklenti düzeyi farklı olduğu için müşteriler özelinde verilecek hizmetler belirlenebilecektir. Bu sayede işletmenin kaynakları daha etkin kullanılırken, aynı anda müşterilere verilecek hizmetler de optimize edilecektir (Çakırel, 2016).

Sonuç olarak büyük veri yeni iş modelleri yaratabilecek ve daha önce katma değer yaratmayan faaliyet ve süreçler tarihe karışacaktır. Tüketiciler açısından endüstrilerde, yakın gelecekte yeni yöntemler ve ürünler geliştirebilir ve istenmeyen ürünlerin üretimi durdurabilir bir hal alacaktır. Aynı zamanda iş süreçleri ve işletim

sistemleri de bu ölçekte değişebilecek şekilde tasarlanacaktır. Geçmişte tedarik zinciri süreçlerinde doğrusal bir akış söz konusu olurken, gelecekte doğrusal olmayan süreçler tanımlanabilecek, tedarikten tüketime kadar olan süreç elde edilebilecek katma değer ve fayda çerçevesinde son derece karmaşık bir süreç olabilecektir (Onay, 2020).

Büyük veri tarafından etkilenen bir diğer süreçte kitlesel toplama ve dağıtım operasyonlarıdır. Lojistik süreçlerde taşımacılık ve dağıtım faaliyetlerinin etkinlik açısından altın kuralı; taşıma araçlarının olabildiğince doluluk oranlarının yüksek olması ve taşınan her birim yükün mümkün olabilecek en yüksek verim düzeyinde taşınmasıdır. Bu açıdan büyük veri kullanımı olmadan önceki süreçlerde araçlar yola çıkmadan operatörler gelen sipariş ve iş emirlerine göre bir dağıtım ve toplama planı hazırlamakta bu tür operasyonlar başlangıçta belirlenen sistemlere göre yürütülmekteydi. Operasyonun düzeninin ve işleyişinin bozulma olasılığı veya plandan bir sapma asla kabul edilmemektedir. Büyük veri kullanımı ile süreçler daha dinamik yönetilmeye başlandı. Operasyon devam ederken doğrudan gelen ve gönderilen verilerle koşullar eşleştirilerek, daha yüksek verimli bir operasyon gerçekleştirilebilmektedir (İyigün, 2019).

Örneğin araç hareket ettikten sonra gelen bir siparişe cevap verilebilmesi, aracın uygun koşullarda olması ve bu siparişin bulunduğu noktada durmasının operasyonun verimliliğini etkilemeyecek olması halinde mümkün olabilmektedir. Dolayısıyla birim operasyonda toplanan ve dağıtılan ürün miktarı veri kullanımı sayesinde arttırılarak, operasyonel verimlilik daha yüksek düzeyde elde edilebilmektedir (Alkış, Piritini & Ertemel, 2020).

Endüstrilerin ve tedarik zinciri aktörlerinin geleceğe ilişkin stratejik karar alma ve bu doğrultuda yatırımlarını gerçekleştirmeleri de elde edecekleri verilerin kalitesine ve doğruluk düzeyine büyük ölçüde katkı sağlar. İşletmeler pazara ilişkin güncel verilere ek olarak, gelecekte meydana gelebilecek durumlara ilişkin bir veri ihtiyacına sahiptir. Yakın gelecekte tüketicilerin yaklaşım ve durumlarına ilişkin değişimler işletmelere finans primlerini büyük ölçüde ilgilendirecektir (İyigün, 2019).

Büyük veri tarafından sağlanan bir diğer avantajı da müşteri ve tedarik zinciri aktörlerinin adreslerini veri olarak elde edilebilmesidir. Bu sayede dağıtım ve taşıma süreçlerinin optimizasyonu mümkün olabilmektedir. Aynı anda internet üzerinden satışların oransal olarak artış göstermesi teslimat hızının da artırılmasını zorunlu hale getirdi. Bu bağlamda müşteriler online sipariş vermek istediklerinde diğer bilgilerinin yanında, adreslerini de girmekte, bu adresler sistem içerisinde kaydolmaktadır. Müşteri internet ortamına kendisini tanımlaması ile bu bilgileri her seferinde tekrar girmesi gerekmemektedir. Sisteme müşteri tarafından girilen adres bilgileri dijital veriler olarak büyük veri sistemine doğrudan aktarıldığında, bir dağıtım planlamasında bu bilgiler kullanılmaktadır dağıtım operasyonu ayarlanabilmektedir (Derici, 2023).

Büyük veri çevresel nitelikte verilen elde edilmesi konusunda da işlevsel bir niteliğe sahiptir. Özellikle küresel düzeyde faaliyet gösteren lojistik işletmeler geniş bir coğrafyada elde ettikleri çevreye ilişkin verileri sisteme aktarabilmektedirler. Kullandıkları araç ve ekipmanlara entegre edebilecekleri sensörler ve elektronik ölçüm aygıtları ile emisyon, çevresel kirlenme vb. faktörlere ilişkin ölçümler gerçekleştirilebilmekte ve bu perspektifte elde ettikleri bilgileri büyük veri sistemine aktarabilmektedirler. Bu tür bilgiler önleyici yaklaşımlar geliştirmek üzere kamu otoriteleri tarafından kullanılabilirken, endüstriler ve işletmeler tarafından da yararlanılan veriler olabilmektedir (Derici, 2023).

Bütün bu gelişmeler ele alındığında “big data” olarak adlandırılan büyük veri; tüm endüstriler ve tedarik zincirleri için dönüştürücü bir özelliğe sahiptir. Büyük veri işletmelerin ölçekleri önemli olmaksızın, stratejik karar alma ve uygulama noktasında gereksinim duydukları son derece kapsamlı bir veri kümesini endüstrilerin hizmetine sunmaktadır. Bu sayede endüstriler geçmişte olmadığı kadar çevik olabilmekte, tüm operasyonlarda esneklik düzeylerine kabul edilebilir seviyelere çekebilmektedirler. Büyük veri endüstrilerin kullanımına sunduğu eşzamanlı ve güncel veriler ile piyasada meydana gelen değişiklikleri anında cevap verebilme olanağını da sağlamaktadır. Endüstriler bu operasyonlar başladıktan sonra bile, bunları daha iyi koşullarda optimize edebilmektedirler (Sağiroğlu & Sinaç, 2013).

#### 1.2.4. Siber Fiziksel Sistemler

Siber-fiziksel sistemler, bilgisayar teknolojisinin fiziksel unsurlara uyum sağlayabilmesi ve oldukça karmaşık iletişim sistemleriyle iletişim kurabilmesi nedeniyle ortaya çıkan yeni nesil mühendislik uygulamalarını tanımlayan bir terimdir. Bu nedenle siber-fiziksel sistemler, üretim sistemleri, lojistik ve değer zincirleri arasındaki operasyonların yüksek düzeyde koordinasyonla yürütülmesine olanak sağlayan bir sistemdir (Özahi, 2019).

Siber-fiziksel sistem, üretim ve lojistik sürecinde kullanılan makine ve ekipmanları bilgilendiren, bunları yeni teknik unsurlarla birleştiren, farklı koşullara ve bu çözümlerin özel kullanımına uygun spesifik çözümlerin oluşturulmasına olanak sağlayan bir sistemdir. Kısaca siber fiziksel internet sistemleri, makineler, aletler vb. yöntemlerin, tutumların ve teknik yönlerin gelişmesiyle birlikte değişirler. Bu fiziksel unsurların bilişsel sistemlere dönüştürülmesi olarak tanımlanabilir (Özsoylu, 2017).

Siber-fiziksel sistemler internete bağlı olduğundan verilere doğrudan erişilebilmekte ve veriler imalat, lojistik gibi alanlarda işlenip kullanılabilir. Bu sistemler, ihtiyaçlara göre verileri gerçek zamanlı olarak işleyerek, makro veya mikro ölçekte yüksek etkinliğe sahip çözümleri belirleyip hayata geçirebilmektedirler (Şekkeli & Bakan, 2018).

Siber fiziksel sistemler, sektördeki esneklik düzeyini artırmanın yanı sıra, müşteri ihtiyaç ve beklentilerine yüksek performansla yanıt verilmesini kolaylaştırmıştır. Bu tür hesaplama ve çözümlenmeleri anlık olarak, hatta gereksinim ortaya çıkmadan gerçekleştirmekte, endüstrilere müşteri gereksinimlerini etkin bir şekilde cevap vermeleri için zaman kazandırmaktadır (Trevino, 2019).

Siber fiziksel sistemin algılama ve buna uygun olarak hareket gerçekleştirme kabiliyeti vardır. Siber yetenek olarak adlandıracağımız bu durum fiziksel unsurların meydana gelen durumlar karşısında kendisinden beklenen davranışı gösterebilme kabiliyeti olarak da adlandırılabilir. Gelişmiş bir sistemde makineler koşullara

ilişkin değişimleri algılayarak gerçekleştirecekleri fonksiyonları bu değişimlere göre de farklılaştırabilmektedir (Tutar, 2018).

### 1.2.5. Akıllı Fabrikalar (Smart Factoring)

Akıllı fabrika diye adlandırılan sistemler üretim sistemini oluşturan tüm elemanların bağımsız olduğu ve birbirleriyle iletişim kurduğu bir fabrika şeklinde düşünülebilmektedir. Günümüz fabrikalarından farklı olarak insan faktörü sistemden çıkarılmış ve yalnızca özel durumlar oluştuğunda müdahale edecek şekilde tasarlanmıştır. Bu nedenle olağan uygulamada makineler, robotlar ve diğer otonom sistemler görevlerini otomatik olarak yerine getirebilmektedirler (Hozdic, 2015).

Akıllı fabrikalar, nesnelerin interneti ve akıllı sistemler aracılığıyla iç ve dış unsurlarla iletişim kurar, daha sonra büyük veri aracılığıyla işletmeye gerekli olan ilgili verileri sağlar. Bu veriler istemcilerden ve veri tabanlarından alınarak sistem tarafından işlenir ve makineler için çeşitli komutlara dönüştürülür (Shi, Xie, Xue, Chen, Fu & Xu, 2020).

Makine, makineler arası iletişim çerçevesinde aldığı komutlara göre görevlerini yerine getirmektedirler. Akıllı bir fabrikanın temel işlevlerinden biri dijitalleştirmedir. Her türlü fiziksel unsurun dijitalleştirilip sanal ortama aktarılabilmesi özelliği, üretim süreçlerinin sanal ortamda modellenmesi için de kullanılabilir (Kumar & Lee, 2022). Sanal ortamda oluşturulan ve ürünün gerçek dünyadaki performansını doğru şekilde yansıtan ürünleri tasarlamak daha kolay ve daha uygun maliyetli hale gelmeye başlamıştır. Öte yandan ürün tasarımının değiştirilmesi gerekiyorsa tasarımcılar bu değişiklikleri daha basit yöntemlerle yapabilmektedirler.

Günümüzdeki fabrikalarda ürünler yalnızca standartlaştırılmıştır. Çünkü ürün farklılığı ve ayrıcalık, daha yüksek fiyatlar anlamına gelir. Müşterilerin ihtiyaç duyduğu spesifik ürün ve hizmetleri sağlayan üretim sistemine ek olarak yeni bir üretim akışının da tanımlanması gerektiğinden fazla zaman alabilmektedir (Ayboğa & Görmüş, 2022). Akıllı fabrikalarda tüm ürün ve sistem tasarımı sanal ortamda gerçekleştiğinden gecikme son derece düşüktür. Büyük veriden elde edilen gerçek

zamanlı bilgiler, özel kalitedeki ürünler, talep karşılanmadan önce üretilebilecek ve müşterilerin ihtiyaçları iyi bir şekilde karşılanması olası hale gelecektir (Görmüş, 2022). Günümüz fabrikalarında insan enerjisi ve emeği nedeniyle az sayıda makine bulunmaktadır. Akıllı bir fabrikada makineler insanlardan bağımsız olduğundan herhangi bir sayı kısıtlamaları yoktur.

### **1.2.6. Üç Boyutlu Yazıcılar (3D Baskı)**

Üç boyutlu yazıcılar, üç boyutlu hazırlanan bilgisayar verilerinin nesnelere dönüşmüş halinin çıktısının alınabildiği, bu nedenle üretimde kullanılabilen makinelerdir. Sanal ortamda tasarımı tamamlanmış olan ürünler bu makine sayesinde doğrudan üretim sürecine katılabilmektedir. Günümüzün şartlarında her türlü mekanik parça bu sistemler aracılığıyla üretilmektedir. Bu sistemler, üç boyutlu objenin ve bitmiş tasarımın katmanlara bölünmesi, ürünü oluşturan hammaddelerin eritilmesi ve bu makineye dökülmesiyle etkinliğine devam etmektedir (Özdemir, 2020).

Üç boyutlu yazıcılar henüz geliştirilme aşamasındadır. Mevcut üretim hızı yavaş olduğundan birim zamandaki çıktı mevcut talebi karşılamaya yetmemektedir. Ancak sunduğu avantajlar göz önüne alındığında üretim sistemlerini değiştirdiğini görmek mümkündür. Bu makineler üretim hızını arttırdığı için endüstriyel makine ve ekipmanların yerini alabilmektedirler.

Üç boyutlu baskı teknolojisi, endüstrinin geçmişten günümüze ulaşmaya çalıştığı doğrusal olmayan yaklaşıma olanak sağlamaktadır. Bu makineler, bilgisayar tarafından üretilen ürünleri herhangi bir zamanda büyük miktarlarda üretebilir, bu da üretim ve tedarik maliyetlerinin azalmasına neden olmaktadır. Bunların sonucu olarak, üretim ve teslimat maliyetleri azalır, genel kar artar denilebilir (Tekbaş, 2019).

Gerçek hayattaki bir nesne sanal ortama aktarıldığı zaman, üç boyutlu yazıcılar ile üretimine başlamadan önce düzenleme, renk verme, şekillendirme vb. işlemler, tasarımcılar tarafından yapılabilmektedir. Dolayısıyla bu tarzda sistemler

bireysel tasarımcının yetenek ve fırsatlarını ortadan kaldırmaz ve ürünlerdeki değişikliklerin genel bir perspektiften ortaya çıkmasına olanak tanır.

### 1.2.7. Veri Madenciliği

Büyük miktarda veriden önemli olanı arayıp çıkarmaya veri madenciliği denir. Veri madenciliği yöntemi, verileri analiz etmek ve veri analizi yoluyla bilgi elde etmek için oluşturulmuştur (Coşlu, 2013). Büyük miktardaki verileri işlenebilir tekniklerle kullanmak gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu verilerin analizi neticesinde daha anlamlı bilginin elde edilmesi ve yorumlanması insan eliyle yapılabileceklerinin sınırını aşmaktadır. Bu ihtiyaca dayanarak otomatik ve akıllı veri tabanı analizi için yeni nesil teknikler ortaya çıkmıştır.

Veri madenciliğinin şirketlere sunduğu en önemli işlev, veri grupları arasındaki yakın eğilimlerin ve davranış kalıplarının belirlenmesidir. Bu işlem otomatik olarak da gerçekleştirilebilir. Bu özellik, özellikle hedef pazarlamada yaygın olarak kullanılmaktadır (Savaş, Topaloğlu & Yılmaz, 2012). Pazarlama haricinde bankacılık, borsa, telekomünikasyon, sigortacılık ve sağlık endüstrisi gibi çeşitli alanlarda da yaygın olarak kullanımı görülmektedir.

Veri madenciliği ekonomik göstergeler, rekabet ve pazar yapısı gibi dış faktörlerin belirlenmesini mümkün kılar. Bir şirketin satışları, müşteri memnuniyeti ve kârlılığı üzerindeki olumlu veya olumsuz etkiler, temel bir genel bakış elde etme ve verilerdeki bilgileri görüntüleme yeteneği sağlayabilmektedir (Tüzüntürk, 2010).

Veri madenciliğinde girdi olarak ham veri kullanılmaktadır. Veri tabanlarının net olmayan veya eksik şekilde veri içermesi ya da konu ile bağımsız veriler içermesi veri madenciliğinde oluşabilecek problemlerin ana kaynaklarıdır.

Veriler ile ilgili oluşabilecek problemler şöyle sıralanabilir (Baykal, 2006):

*Sınırlı Bilgi:* Veri tabanları genellikle veri madenciliği dışında kullanılmak için geliştirilmiştir. Bu nedenle öğrenme sürecinizi kolaylaştıracak bazı özellikler mevcut olmayabilir.

*Gürültü ve Eksik Değerler:* Veri özellikleri ve sınıflarındaki hatalara gürültü denir. Veri tabanındaki eksik bilgi ve hatalar, veri madenciliğinin amacını tam olarak yerine getirmesine engel olur. Bunun nedeni veri yanlışlıkları, ölçüm hataları veya metodolojik hatalar olabilir.

*Belirsizlik:* Belirsizlik, verilerdeki hata potansiyeli ve gürültü potansiyeli ile ilgilidir. Veri tahmini, kurtarma sistemlerinin önemli bir parçasıdır.

*Ebat, güncellemeler ve konu dışı sahalalar:* Veri eklendikçe veya silindikçe veri tabanındaki bilgiler değişebilir. Veri madenciliği tarafından bakıldığında kuralların var olup olmadığı ve istikrarlı olup olmadığı sorusu ortaya çıkar. Bazı veriler zamanla değiştiği için öğrenme sistemleri hassas olmalı ve madencilik sistemleri veri istikrarsızlığına karşı zamana duyarlı olmalıdır.

### **1.2.8. Bulut Sistemi**

Bulut bilişim tüm verileri, bilgileri, belgeleri, yazılımları, uygulamaları vb. saklayan bir teknolojidir. İnternet üzerinden erişilebilen sanal bir internet bulut deposunda erişim imkânı sağlar (Çark, 2019). Bulut bilişim teknolojisi belirlenen şartlar ve koşullar takip edilerek zaman ve mekân sınırlaması olmaksızın kullanılabilir, donanım ve yazılım maliyetleri düşüktür, güncellemeler hızlı ve depolama kapasitesi sonsuzdur.

Yaygın olarak veri depolama, yedekleme, web ve mobil uygulamalarda kullanılmasının yanı sıra kalıcı yedekleme için de kullanılabilir. Esnek depolama sınıfı katmanları, veri erişim ihtiyaçlarınızı karşılamaya ve maliyetleri azaltmaya yardımcı olur. Veriler yüksek hızda aktarılabilir ve veriler bulut nesne depoları arasında kolaylıkla aktarılabilir (Arslan, 2018).

Bulut depolama, farklı türdeki verileri (fotoğraflar, PDF'ler, videolar vb.) sanal bir ortama kaydetmenize olanak tanır. Buluta eklenen verilere üçüncü şahıslar erişemez. Bulut bilişim aynı zamanda Google ve Microsoft gibi büyük şirketlerin hizmetlerini de içermektedir. Özellikle fotoğraf, veri, video, dosya ve diğer sanal ortamlarda artan ihtiyaçlarının kaydedilmesi söz konusu olduğunda bulut depolama ihtiyaçları karşılayan bir sistemdir. Telefonunuzda veya bilgisayarınızda yeterli

depolama alanınız yoksa ve kalıcı bir çözüm arıyorsanız bulut depolama sistemini kullanabilirsiniz (Paşaoğlu & Cevheroğlu, 2020).

Gelecekte birçok iş uygulamasının bulut hizmetleri aracılığıyla yapılacağına dair beklentiler, bu alanda daha da büyüme olacağına işaret etmektedir. Bulut bilişim hizmetlerinin kısa sürede tanıtılıp uygulamaya konulduğu alan, muhasebe sistemi alanını da kapsayan hizmet sektörleridir (Elitaş & Özdemir, 2014).

Bulut sistemleri doğası gereği kaynak birçok kişi veya kurum tarafından kullanılabilir. Bu kaynakları kullanan hizmet alıcıları, bilgilerinin güvenliğini sağlamak istemektedir. Bu güven ortamının yaratılmasından bulut hizmet sağlayıcıları sorumludur. Servis sağlayıcıları müşteri bilgileri, güvenliği, özgünlüğü ve erişilebilirliği sağlamak için birçok tehditle karşı karşıyadırlar (Salur, <https://ab.org.tr/ab16/bildiri/131.pdf>).

Cloud Security Alliance (CSA) tarafından 2010 yılında yayınlanan bir rapor, bulut kullanıcılarının güvenlik riskleri konusunda bilinçlenmesini sağlamak amacıyla bir rapor yayınlamış olup, bu raporda bulut bilişime yönelik yedi ana tehditten bahsetmiştir. CSA ayrıca bu tehditlerle nasıl mücadele edileceğine dair birkaç tavsiye yayınlamıştır. Belirtilen yedi güvenlik tehdidi önem sırasına göre şunlardır (Aksakallı, 2019):

- Bulut bilişimin suiistimal edilmesi ve kötüye kullanımı
- Güvenilir olmayan uygulama programlama ara yüzleri
- İçerideki kötü niyetli kişiler
- Paylaşılan teknoloji zayıflıkları
- Veri sızıntısı/kaybı
- Hesap, hizmet & trafik kaçırma
- Bilinmeyen Risk Profili

Bulut kullanımı 2010'dan bu yana arttığından dolayı, CSA 2013 raporuna göre veri kaybı ve veri ihlallerini en büyük iki sorun olarak tanımlamıştır.

### 1.2.9. Yapay Zekâ

Yapay zekânın amacı insan bilgisi gerektiren görevleri yerine getirebilecek makineler yaratmaktır. Yapay zekâ araştırmalarının amacı ise insanlarda gördüğümüz akıllı davranış adı verilen davranışı taklit eden bilgisayarlar yaratmaktır. Yapay zekâ, insanların yapması gereken görevleri yerine getirebilecek süreçler yaratma yeteneği olarak düşünölebilir. Yapay zekâ bilgisayarları daha akıllı hale getirme bilimidir, bilgisayarları daha kullanışlı hale getirmek isteyenler ve bilginin doğasını anlamak isteyenler tarafından kullanılmaktadır. Bilginin doğasını inceleyenlerin amacı bilgiyi taklit etmek değil, bilgiye anlam kazandırmaktır (Kuşçu, 2015).

Günümüzde yapay zekâ, akıllı makineler, özellikle de akıllı bilgisayar programları yaratan bir bilim ve mühendislik dalı haline gelmiştir. Genel beklenti, insan zekâsının çeşitli yönlerini bilgisayarlarla birleştiren bir algoritma geliştirmek ve insan benzeri akıllı davranışlar sergileyerek sorunları çözebilecek bir sistem geliştirmektir. Bazen bu beklentilerin ötesine geçen ve insanlara hâkim olan bir sistem geliştirmenin hayalini kurduğumuzu söylemek yanlış olmaz. Ancak pratik ve bilimsel açıdan bakıldığında yapay zekâ deneyim yoluyla öğrenebilir ve öğrendiklerine göre kararlar verebilir. şekilleri, görüntüleri ve kalıpları tanıyan, karmaşık sorunlara çözümler üreten, dili anlayan ve kelimeleri algılayarak farklı lisanların çeviri dünyasına farklı bir bakış açısı yaratan bir bilim dalıdır (Öztemel, 2020).

#### Yapay Zekanın Avantaj ve Dezavantajları

Yapay zekanın kullanıcılarına sağladığı fırsatlar şu şekilde sıralanabilir:

- Verilerin analiz süresi kısalır.
- Tekrarlanana veri ve işlemlerin yapay zeka kullanılarak işleme alınması hata oranını minimum seviyeye indirir.
- İşlem süreleri ve maliyetleri azalır.

- Kullanıcılar ile etkileşimde bulunabilen dijital asistanlar sayesinde insan kaynağına duyulan ihtiyaç azalır.

Yapay zekanın kullanıcılarına sağladığı riskler şu şekilde sıralanabilir:

-Yapay zekayı kullanan cihazların üretimi sırasında insandan kaynaklı hatalar bulunabilir.

- Müşterilerin, iş verenlerin ve paydaşların yapay zekaya ait projeleri ya da işlemleri benimsememe riski olabilir.

-Yapay zekanın yaratıcılık, tasarım gibi konularda insiyatifi yoktur ve işsizliğin artmasına sebep olabilir.

### **1.2.10. Blok Zincir**

Blockchain teknolojisi, merkezi bir otorite tarafından kontrol edilmeyen, ağda kayıtlı tüm bilgisayarların/kullanıcıların uçtan uca birbirine bağlı olduğu ve ağ üzerinde gerçekleşen tüm işlemlerin küresel defterde saklandığı bir veri tabanıdır. Bu teknoloji, bir kripto para birimi olan bitcoine entegredir. Blockchain, dağıtılmış defter yapısı sayesinde ağ kullanıcılarının tüm işlemleri görmesine olanak tanır. Bu yapı sayesinde oldukça stabil bir veri ağı vardır. Veriler sisteme bloklar kullanılarak ve ağ katılımcılarının mutabakatı ile bloğa girilir. Bu işlem iptal edilemez veya değiştirilemez. Bu sayede kullanıcıların merkezi bir otorite veri tabanına ihtiyacı kalmaz (Kılınç, 2020).

Blok zincir teknolojisi başlangıçta Bitcoin gibi sanal para birimlerinin oluşturulması için geliştirilmiş olsa da sağlık, tedarik zinciri, finans ve bilişim gibi çeşitli alanlarda da kullanılabilir. Blockchainin yapısı gereği sadece paranın kullanılmasına gerek yoktur ve herhangi bir değer, satın alma veya transfer işlemleri için kullanılacak bir sayıyı temsil edebilir (Kırbaş, 2018).

Günümüzde dünyada uygulanan finansal sistemler sürekli değişmektedir. Finansal sistemler geleneksel takas yöntemlerinden, kredi kartı kullanılan nakitsiz ödeme sistemlerine doğru evrilmiştir. Günümüzde pek çok ülke blockchain teknolojisini tanıyıp ödeme sistemlerine entegre etmeye, güvenli yatırım ve işlemler

yapmaya çalışmaktadır ve bunu başarmak için çeşitli deneyler yapmaya devam etmektedirler (Göktaş & Aksu, 2021).

Endüstri 4.0'da amaç makinelerin birbirleriyle iletişim kurması, veri depolaması, toplaması ve bu veriler üzerinde işlem yapmasıdır. Ancak bu verilerin harici makineler tarafından tahrif edilmesini önlemek için güvenlik önlemlerinin alınması gerekir. Şu anda bu güvenliği sağlayacak en uygun teknoloji blockchain teknolojisidir. Blockchain şu anda kripto paraların yapısını oluşturan teknoloji olarak biliniyor ancak kayıtların tutulmasında ve veri güvenliğinin sağlanmasında da önemli bir rol oynayabiliyor. Blockchain, merkezi olmayan bir ağdaki birden fazla taraf arasında paylaşılan, şeffaf ve denetlenebilir bir zincir olduğundan ve kayıtlar tamamlandıktan sonra geri alınamayacağından veri koruma ve şeffaflık açısından önemli bir alandır (Riedel, 2018).

Kaydedilen işlemler genellikle finansal, ticari veya endüstriyel alanlarda belirli bir işlemin sonucu olarak oluşturulurlar. İşlemleri içeren blok şifreleri birçok yere gönderilir ve değiştirilemez. Örneğin, bir fabrikadaki denetçiler belirli koşullar altında takip edilmesi gereken özel prosedürler oluşturmak için bir araya gelebilir. Bu durumda bir kuruluş bu süreci yönetir ve herkes kabul ettikten sonra blockchain'e ekler. Blockchain'e eklenen şifrelenmiş bilgiler birden fazla konuma gönderilebilir. Bu kuralları herkes görebilir ama kimse değiştiremez. Güncel bir örnek vermek gerekirse Volkswagen, verilerinde araçlarının emisyon oranlarının çok yüksek olduğunu keşfetti ancak bunu herkesten sakladı ve sorunu halktan gizlemek için çeşitli yöntemlere başvurdu. Blockchain teknolojisi kullanılsaydı orijinal iletim verilerinin şeffaf ve silinmez bir kaydı oluşturulabilir, Volkswagen verileri bu şekilde değiştiremez veya manipüle edemezdi (Pınar, 2016).

Henüz yaygın olarak kullanılmasa da Endüstri 4.0'da teknolojilerin fabrikalarda insana olan ihtiyacı azaltacağı ve makineler arası iletişim sayesinde işlerin bağımsız hale geleceği için bu bilgilerin korunması amacıyla blockchain teknolojisi kullanılması beklenmektedir. Ayrıca makinelerin dışarıdan müdahale edilerek bozulması veya zarar görmesi de önlenmektedir. Bu sayede makinelerin komutları ve hareketleri çalışanlar veya üst düzey yöneticiler tarafından her an

görülüp kontrol edilebilmekte, yetkisiz kişilerin sisteme müdahale etmesi ve değiştirmesi mümkün olmamaktadır (Göktaş & Aksu, 2021).

Bitcoin ve diğer kripto para birimlerindeki büyük fiyat farklılıkları olabildiği için birçok çevrede tartışma konusu olmaktadır fakat burada en önemli şey teknolojinin ilerlemesiyle birlikte gelecekte kripto para birimlerinin günlük hayatımızın önemli bir parçası haline geleceğidir. Kripto paralar ve blok zincir teknolojisi 2008'den bu yana bugüne kadar gelişimini sürdürmeye devam etmiştir (Göktaş & Aksu, 2021).

### **1.3. Dördüncü Sanayi Devriminin Geleceği**

Üretilen ürünlerin geçmişte üretilen ürünlerden tümüyle farklı olacağı, ürünlerin daha teknolojik unsurlar barındıracağı, gelecekteki ürünlerin daha akıllı özellikler kazanacağı bugünkü gelişmelere bakıldığında beklenen bir durumdur. Yakın zamanda üretilen ürünler nesnelere interneti sayesinde makineler, cihazlar ve diğer fiziksel unsurlar ile iletişim halinde olacaktır.

Akıllı ürünler endüstrileri ve tüketicilere gerçek zamanlı veri sağlayabilecektir. Bu veriler arasında kullanım süresi, arıza bilgisi, bakım ve onarıma ilişkin detaylı bilgiler, ürünün bulunduğu ortama ilişkin bilgiler gibi çok sayıda veriyi sistemi aktarabilecektir. Bu sayede endüstriler ürünlere ilişkin detaylı bilgilere daha kolay sahip olup bu bilgileri üretimde kullanacaklardır (Gönen & Rasgen, 2019).

Standart nitelikli seri üretim gibi üretim sistemleri gelecekte olmayacağı için bunun yerine son derece esnek özelliklere sahip, müşteri gereksinimleri çerçevesinde özelleştirilmiş ve kişiselleştirilmiş ürünlerin üretilebildiği üretim sistemleri olacaktır. Bununla beraber üretim sürekli devam eden bir süreç olmayacak gereksinimler çerçevesinde üretim yapıp ihtiyaçlar sona erdiğinde kendiliğinden durabilen makinelerden oluşacaktır (Özdoğan, 2017). Ürün tasarımı son derece kolaylaşacak ve daha kısa sürecektir. Özellikle fiziksel nesnelere dijitalleşmesi ve sanal ortama aktarılabilir hale gelmesi, ürün tasarımını da büyük ölçüde kolaylaştırıp ürünlerin sanal ortamda tasarlanmasına yol açmıştır. Bunun sonucu olarak büyük maliyetler

gerektiren prototip üretimi gereksiz hale gelmiş, endüstrilerin böyle maliyetlere katlanma zorunlulukları ortadan kalkmıştır.

Endüstriler müşteri talep ve beklentilerini ön görmeye çalışırken katlandıkları araştırma maliyetlerinden de büyük ölçüde kurtulabilmektedir. Büyük veri ve nesnelerin interneti sayesinde elde edilen müşterilere ve piyasa koşullarına ilişkin gerçek zamanlı veriler bunlara ilişkin ayrıca bir araştırmaya gerek kalmadığını gösterir (Batal & Tuğlu, 2018).

Endüstri 4.0 sürecinde üretim sistemi ve fabrikalar daha akıllı hale geleceği tahmin edildiği için, sadece müşteri gereksinimlerini karşılayacak düzeyde envanter bulduracakları öngörülmektedir. Akıllı makineler ve otonom robotlar birim zamanda üretecekleri ürünler için gerekli olan hammadde ve yarı mamulü otomatik olarak tedarik edebilecek hale gelmeleri, üretim sona erdiğinde işleyecekleri bu tür materyaller de olmayacağına işaret etmektedir. Dolayısıyla akıllı üretim sistemleri kullanımı optimize ederken, verimliliği de en üst düzeyde tutmayı amaçlamaktadır.

Akıllı fabrikalarda kullanılan robotik sistemler insan gücüne olan ihtiyacı büyük ölçüde bitirmeyi hedeflemektedir. Bunun sonucu olarak, işgücünün kalifikasyon düzeyi büyük ölçüde artacağı öngörülmektedir. Dolayısıyla daha fazla tasarım ve problemleri çözebilme kabiliyetine sahip işgücü istihdam edilmelidir fakat sadece robotların yapabildikleri işleri yapan işgücü işini kaybedecek olması beklenmektedir.

## **BÖLÜM 2: ENDÜSTRİ 4.0'IN MUHASEBE İLE İLİŞKİSİ**

Teknolojinin sağlamış olduğu değişimler sayesinde muhasebe sürecinde dijital teknolojiler, yapay zekâlı muhasebe sistemleri, robotik muhasebe gibi sistemler geliştirilmektedir. Muhasebeye konu olan işlemlerin hata ve hilelerden arınmış olması için karar verme aşamasında olan muhasebe meslek mensuplarının bulut bilişim, e-fatura, e-denetim ve e-muhasebe hizmetleri gibi konularında teknolojiden faydalanmalarından rekabet üstünlüklerini arttıracakları beklentisi doğmaktadır. Çalışmamızın bu bölümünde Endüstri 4.0'daki kavramların muhasebe ile olan ilişkisi ve muhasebe sistemi üzerine olası etkileri incelenmiştir.

## 2.1. Nesnelerin İnterneti ve Muhasebe

İlk kez 1999 yılında Kevin Ashton tarafından öne sürülmüş olan nesnelerin interneti kavramı, küresel bir ağ içerisinde birbirleriyle belirli kurallar çerçevesinde etkileşime giren varlıklar olarak tanımlanmaktadır. Bu sayede bir nesne internete erişebilir ve diğer nesnelerle iletişim halinde olabilmektedir. (Bıçakçı, 2019). Geçmişte insanlar, sistemin düzgün çalıştığından emin olmak için makineleri kontrol etmeye çok zamanlar harcıyorlardı. Nesnelerin interneti sayesinde fabrikalar faydalı parçalar sipariş edebilir, arıza sürelerini azaltabilir veya ortadan kaldıracaktır, zamandan ve paradan tasarruf edebilir ve arızalara hızlı bir şekilde müdahale edebilir şekilde programlanabilmektedirler. Birçok cihaz, makine ve makine benzeri aletler insan müdahalesi olmadan yalnızca İnternet üzerinden veri aktarabilmeleri bu sistem sayesinde sağlanabilmektedir (Gündüz & Resul, 2018).

Bugünlerde depo rafları, ürünlerin ne zaman azaldığını algılayan ağırlık sensörleriyle donatıldığı için işletmeler, nesnelerin internetinden ürünlerini geliştirmek için faydalanabilirler. Bu teknoloji yakın zamanda dünyadaki birçok işletmede, sensörler ve internete bağlanabilme özelliğinin kullanılmasını kazandırmış olacaktır.

Nesnelerin interneti, bütçelededeki verilerin doğruluğunu artırabildiği ve maliyet planlama tahminlerine yardımcı olabileceği için muhasebecilerin bu teknolojiden faydalanmasına olanak tanımaktadır. Sistemlerin iletişim kurma yeteneği para kazanmayı ve riski yönetmeyi kolaylaştırıyor olması, olası sorunları daha hızlı çözülebilir hale getirmektedir. Özellikle muhasebe mesleğinde denetim yapma açısından değişiklikleri gözle görülebilir seviyededir (Özçelik, Beller Dikmen & Deran, 2022).

Nesneler yoluyla toplanan veriler raf ömrü, bakım süresi ve teslim süresi gibi bir dizi faktör hakkında bilgi sağlar. Bunun neticesinde, iş giderlerinin bir unsuru olan amortisman maliyetleri azalır ve sistem, muhasebeciler arasındaki amortisman hesaplama, kayıt, raporlama ve denetim görevlerini otomatikleştirir (Tutar, 2018).

Günümüzde bazı firmalar nesnelerin interneti üzerinden müşterilerinin harcama alışkanlıklarını takip ederek kar elde etmeye ve satışları artırmaya karar verebilmektedir. Firmanın üretim ve yönetim sürecinde IoT teknolojisini kullanarak, gerekli lojistik desteği sağlamasıyla üretim sürecinde oluşabilecek sorunların önüne geçmektedir (Erturan & Ergin, 2017). Otonom robotlar ve Nesnelerin İnterneti, üretim sürecindeki hataları önceden tespit edip önleyebilecektir. IoT ile sürekli iletişim kuran nesne ve sistemlerden alınan geri bildirimler, hata riskini azaltacak ve kaynakları daha verimli kullanacaktır. Artan bilgi görünürlüğü, bilgiye daha hızlı erişim sağlar ve iş operasyonlarının şeffaflık düzeyini artırır.

Nesnelerin internetinin yardımıyla; şirketlerin insanları muhasebe operasyonlarına dahil etme ihtiyacı ortadan kalkacak. Envanter, şirketin varlıklarının en büyük hesabı haline gelecektir. Envanterin fiziksel olarak sayılması ve izlenmesi zaman alıcı ve pahalı olduğu için ve stoklar değişkenlik gösterdiği için hata veya sahtekârlık potansiyeli yüksek olan bir süreçtir (Bozkurt, 2006). Muhasebe hataları veya dolandırıcılık, bir şirketin mali bilgilerinin doğru şekilde hazırlanmasını ve sunulmasını tehlikeye atabilir. Nesnelerin İnterneti sayesinde, stok kontrolü elektronik, kimyasal ve biyolojik sensörler yardımıyla doğru ve anlık olarak kontrol edilmesini mümkün kılar (Erturan & Ergin, 2017).

Çok sayıda mamul ve yarı mamul kullanıldığı karmaşık üretim süreçlerine sahip firmalarda maliyetlendirme zorlaşmakta ve hatalar meydana gelmektedir. Bu faturalama hataları, faturalandırmanın ve satış maliyetinin, mali tablolarında hatalı görünmesine neden olabilir. Nesnelerin İnterneti ile tüm makineleri, mamul ve yarı mamulleri, üretimde kullanılan tüm işçileri takip edebilir, böylece maliyetlerin doğru şekilde hesaplanıp doğru anahtarlara dağıtılmasını sağlanabilir (Tutar, 2018).

## **2.2. Robot Teknolojisi ve Muhasebe**

Robot otomasyonu işletmelerin faaliyetlerini daha hızlı ve daha verimli hale getirmiştir. Bu yazılımın ortak adı RPA (Robotic Process Automation) olup Türkiye'de RSO (Robotic Process Automation) olarak adlandırılmaktadır. RSO, yeni işlemleri otomatikleştirir ve daha hızlı, hatasız işlemler sağlar. RSO, veri işleme, iletişim kurma, diğer sistemlere yanıt verme ve diğer sistemlerle iletişim kurma gibi

görevleri ve bunları daha hızlı, daha az maliyetle yapmayı içeren, tekrarlanan, denetlenen bir süreçte gerçekleştirerek insanların yerini almayı hedefler (Yetiz, Turan & Canpolat, 2021).

Muhasebe mesleği yavaş yavaş insan kontrolünden çıkmaktadır. Bazı sektörlerde robotlar, kredi mutabakatı, varyans analizi ve fatura denkleştirme de dahil olmak üzere muhasebe ve finans görevlerini yerine getirmektedir. RSO, muhasebecilerin, manuel olarak yapılması gereken görevleri otomatikleştirmesine, işlemleri hızlandırmasına ve hataları azaltmasına olanak tanır. Muhasebecilerin rolü azaldıkça strateji, analiz ve karar verme gibi tekniklere odaklanmaları için zaman ve fırsat oluşur.

Robotik süreç operasyonunun muhasebe mesleğinde yapabilecekleri (Tutar, 2018):

*Veri Aktarımı:* Banka, kredi kartı ve satış noktası işlemlerinin günlük muhasebe kayıtlarını muhasebecinin kullandığı programlara yedekleyebilir ve otomatik olarak güncelleyebilir.

*Veri İşleme ve Doğrulama:* Kaynaktan veri topladıktan sonra farklı sistemler arasında veri karşılaştırma, maliyet belirleme, iskonto kayıtları oluşturma, şüpheli kayıtları belirleme gibi hesaplamaları gerçekleştirebilir.

*Raporlama ve Analiz:* İşlemlerinizi ihtiyaç duyduğunuz verileri kullanarak ilk raporları oluşturabilir ve ilk analizi gerçekleştirebilir. Bu teknoloji sayesinde muhasebeciler gelecekte daha derin analiz yapma fırsatına sahip olacaklardır.

*Denetleme:* RSO, manuel ve günlük operasyonları yöneterek muhasebecilerin, insan hatalarını ayıklamak yerine güvenilirliğe ve denetim süreçlerine odaklanmasına olanak tanır.

*Tutarsızlık Tespiti:* Kayıtlarda olağandışı işlemler bulunabilir. RSO bu tutarsızlıkları imkanlar dahilinde çözer veya çözemese de muhasebecinize raporlar hazırlayarak sorunların çözülmesine yardımcı olabilir.

RSO teknolojisi muhasebe mesleğine önemli faydalar sağlamakta ve muhasebe alanında kullanımı her geçen gün artmaktadır.

Robotik süreç otomasyonu, insan faaliyetlerini bilgisayarlar yardımıyla taklit edebilen bilgisayarları ifade etmektedir ve bu teknoloji, 2020'li yıllarda yapay zekâ teknolojisinin gelişmesiyle popüler hale gelmiş; bilgi sistemleri, personel süreç otomasyonu, robotik sanallaştırma, muhasebe otomasyonunu sağlamak ve finansal verilerdeki hataları ortadan kaldırmak için kullanılmıştır. Robotik süreç otomasyon teknolojisi, muhasebe bilgi sistemlerindeki robotik işlemleri ve süreçleri birleştirerek, işlem verilerini ve iş süreçlerini otomatik olarak toplamak ve optimize etmek için kullanılır, kapsamlı maliyet analizine olanak tanır. Bu bağlamda maliyet yönetiminde robotik süreç operasyonu kullanımı, yöneticilerin maliyet hakkında detaylı bilgi almasına ve etkin maliyet yönetiminin sağlanmasına yardımcı olarak işletme yönetiminin gelişmesine katkı sağlayabilecektir (Büyükarıkan, 2022).

### **2.3. Büyük Veri ve Muhasebe**

Büyük veri, şirketlerin geleceğine yönelik planlar yapmak için verilerin toplanması ve yorumlanması açısından önemli bir teknolojidir. Bu veriler, şirketlerin dünya hakkında bilgi toplayarak küreselleşmeleri için önemli bir fırsattır. Muhasebe sektörü de büyük verinin sağladığı faydalardan yararlanarak muhasebe sektöründe verimliliği artırmaya başlamıştır.

Sermaye piyasasının gelişmesiyle birlikte kamuya açıklanan mali tabloların sayısı artmış, mali tablolar hazırlanmaya başlamış ve ödemeler de aylık olarak hesaplanmaya başlamıştır. Ancak mali müşavirlerin yine de bu mali tablodaki verilerin doğruluğunu test edebilmeleri ve ilgililere sunabilmeleri gerekmektedir. Bilgisayar programlarının kullanımı muhasebecilere zaman tasarrufu sağlamanın yanı sıra birçok manuel matematik işleminin bilgisayar ortamında hazırlanmasını sağlayarak işlemleri kolaylaştırmaktadır (Akdoğan & Akdoğan, 2018).

Büyük verinin sağladığı bilgiler ve onu yöneten muhasebe bilgi sistemi sayesinde elektronik muhasebe işlemleri gerçek zamanlı olarak gerçekleştirilmektedir. Özellikle büyük veri yönetimi muhasebesi alanında şirketler,

performansı ölçmek, bütçeleme sürecini kolaylaştırmak ve hataları kontrol etmek amacıyla kurumlara gönderilen tüm verileri analiz edebilir. Büyük veri, iç ve dış denetimlerdeki sapmaların ve hataların tespit edilmesine yardımcı olabilmektedir. Bir mali rapor, mali tablolarınızdan ne çıkacağını daha iyi değerlendirmenize yardımcı olacaktır. Bu nedenle büyük veri, muhasebecilerin işlerini kolaylaştırmak için kullanabilecekleri bir araçtır (Tutar, 2018).

Muhasebe işlemlerinde büyük verinin kullanılması, varlıkların ve stokların izlenmesinde, performansın ölçülmesinde, finansal getirilerin izlenmesinde, iç operasyonel verimliliğin artırılmasında ve finansal olan olmayan bilgilerin doğru şekilde iyileştirilmesinde oldukça etkili olmuştur. Mali müşavirler, bilgileri kamu otoritelerine ileterek ve internet üzerinden gönderilen raporlar sayesinde zamandan ve paradan büyük tasarruf sağlamışlardır. Elektronik defter, elektronik fatura, elektronik beyanname ve elektronik maaş bordrosu gibi internet ortamında oluşturulan belgeler sayesinde muhasebecilerin işleri kolaylaştırılmıştır (Akdoğan & Akdoğan, 2018).

Endüstri 4.0 şirketlerin küresel çapta gelişmesine olanak sağlamış, bu nedenle muhasebe endüstrisindeki verilen hacmi ve çeşitliliği artmaya başlamıştır.

Muhasebe verilerinin artması, belirli muhasebe işlem kayıtlarına, yeni veri alanlarının eklenmesini gerektirir. Sensörler, RFID (radyo frekanslı tanıma) ve GPS gibi veri akışlarını kullanarak otomatik veri yakalama, idari muhasebe ve kontrol süreçlerinin tanımlanmasına ve birden fazla denetim kanıtı kaynağının eklenmesine olanak tanır. Örneğin stok maliyetlerini belirlemek için LIFO ve FIFO gibi yöntemler kullanmak yerine, büyük veri kaynaklarından biri olan RFID veya barkod sistemlerinden alınan veriler kullanılarak, depolama maliyetleri gerçek zamanlı olarak sistemden anında görüntülenebilmektedir (Aslan & Özerhan, 2017).

Büyük verinin tahmin modelleri bütçelemeyi, risk yönetimini iyileştirebilir ve denetim faaliyetlerinin verimliliğini artırabilir fakat büyük veriye ilişkin muhasebe araştırmalarının çoğu teoriktir, ampirik kanıt eksikliği nedeniyle daha çok muhasebe araştırmacısının mevcut literatürü gelişimine katkı sağlamaları gereklidir.

Örnek olarak, faaliyet analizi uygulanırken, kuruluşun faaliyetleri hakkında veri toplanmalıdır. Amazon gibi büyük şirketler için faaliyet sayısı 1 milyonu aşabilir. Faaliyetlerin tanımlanmasına ek olarak, her bir faaliyetin maliyetlerinin tahmin edilmesi gerekir. Bütçeleme gibi diğer teknikler tahmine bağlı olabilir ve burada tahmine dayalı analitik yardımcı olabilir ve değer katabilir. Bütçelemenin önemli bir görevi, tahmine dayalı analitik kullanılarak geliştirilebilecek maliyet tahminidir. Başka bir örnek, şirketlerin kuruluşlarının farklı finansal ve finansal olmayan yönleri hakkında rapor vermeleri gereken ve çok miktarda veriye ihtiyaç duyulan finansal raporlamadır.

Büyük veri ve muhasebe arasındaki diğer potansiyel yakınsama noktaları arasında SWOT analizi, hedef maliyetleme, organizasyonel çevresel etki, maliyet tahmini ve Altı Sigma yer almaktadır. Hedef maliyetlendirmeyi uygulamak için işletmelerin, müşterilerin ihtiyaç duyduğu uygun fiyatları ve benzersiz ürün özelliklerini öğrenmek amacıyla müşteri araştırması yapması gerekir. Milyonlarca müşterisi olan şirketler için bu görevlerin yerine getirilmesi gelişmiş çözümler gerektirir. Aynı şekilde, SWOT analizi, iç ve dış veri toplama ve analizine ihtiyaç duyduğundan büyük veri çözümleri uygulanarak geliştirilebilir. Bir diğer nokta, Altı Sigma'nın etkinliğinin büyük veri ortamında uygulandığında nasıl geliştirilebileceğidir (İbrahim, Elamer & Ezat, 2021).

Şeffaflık, kurumsal raporlama ve yönetim sistemlerinin temel amacıdır. Büyük veri, finansal raporlamayı iyileştirebilir, şeffaflığı ve muhasebe bilgi kalitesini artırabilir ve finansal raporlama bilgilerini zenginleştirebilmektedir. IASB Başkanı Hans Hoogervorst'un 2015 yılında ABD'de düzenlenen AICPA konferansında ortaya attığı ana sorulardan bir tanesi; "Büyük verinin finansal raporlama üzerindeki etkisi ne olacak?" şeklindedir. Büyük veri, farklı ve düzensiz veri kaynaklarını tek bir entegre bilgi muhasebe sisteminde birleştirebilir (İbrahim, Elamer & Ezat, 2021).

#### **2.4. Üç Boyutlu Yazıcılar ve Muhasebe**

Üç boyutlu baskı teknolojisi, sektörlerdeki gelecekte yapılacak olan uygulamaların büyümesine öncülük etmektedir. Bu, üç boyutlu baskı teknolojisinin tasarım sürecinden kurulum ve geri dönüşüme kadar tüm imalat endüstrisi üzerinde

önemli bir etkiye sahip olacağı anlamına gelmektedir. Üç boyutlu baskı teknolojisi, esnek ve dinamik üretimin yanı sıra imalat sanayinin yedek parça gibi ürünleri daha düşük maliyetle üretmesine olanak tanımaktadır

Geleneksel üretim makineleri belirli malzemeleri üretmek için özel olarak tasarlanırken, üç boyutlu baskı teknolojisi geniş bir malzeme yelpazesi sunmaktadır. Üç boyutlu baskı teknolojisi ile kişiselleştirme, geleneksel üretim makinelerine göre daha kısa sürede tamamlanabilmektedir. Üretimde 3D yazıcıların kullanılması, ürün üretim süresini önemli ölçüde azaltabilmektedir. Bu dijital yenilik hem imalat hem muhasebe ihtiyaçlarını değiştirebilecek güçlü bir potansiyele sahiptir. Bu gelişim pek çok alanda kendini gösterebilir. Örneğin (Tutar, 2018):

*Maliyet muhasebesi üzerindeki etkisi:* Üç boyutlu baskı, üretim maliyetlerini önemli ölçüde azaltır, dolayısıyla bu faydaların maliyet muhasebesinde anlaşılması ve dikkate alınması gerekir.

*Üç boyutlu baskı tedarik zincirinin çehresini değiştirebilir:* Üç boyutlu yazıcılar yerli olarak temin edilemeyen malzemelerin ithal edilmesi sürecini ortadan kaldırmaktadır.

*Kişiselleştirme:* Üç boyutlu baskı, özel şekil ve ürünlerin seri üretimine olanak tanır. Dolayısıyla talepteki değişiklikleri karşılamaya yönelik bu gereklilik, tedarik zincirini, yani üreticilerin envanteri ve birim başına fiyatı nasıl hesapladığını etkiler.

*Mini üretim:* Üç boyutlu baskı teknolojisi küçük nesnelerin ve parçaların oluşturulmasına olanak tanır. Bu nedenle imalat sektöründe benzeri görülmemiş ve zor parçaların üretimi için bu teknolojiye uygulamarın kullanılmasında fayda vardır.

*Malzeme dönüşümü:* Belirli malzemeleri kullanarak üretim yapmak üzere tasarlanmış makineleri içeren bir üretim yöntemine akıllı üretim denir. Üç boyutlu baskı, çok çeşitli malzemeler üretme yeteneğine sahiptir. Malzemelerin bulunabilirliği, fiyatı veya talebi değişirse üreticiler farklı malzemeler kullanabilmektedir.

*Üretim hatlarını değiştirmek:* Üç boyutlu baskı teknolojisiyle geleceğin üretim hatları, emek yoğun görevleri azaltacak ve farklı becerilerle beraber uzmanlık eğitimi gerektirecektir.

*İşgücü maliyetlerinin azaltılması:* Geçtiğimiz on yılda Asya'daki düşük işgücü, küresel işletmeler üzerinde önemli bir etki yarattı. 3D baskı teknolojisi gibi teknolojiler bunu değiştirme potansiyeline sahiptir. Üreticilerin işçilik maliyetlerini dikkate almaları gerekmediği için, aynı zamanda yeni bir kalite kontrol düzeyine, nihai ürünün mühendislerine ve tasarımcılarına yakın olma avantajına da sahiptirler.

## **2.5. Veri Madenciliği ve Muhasebe**

Veri madenciliği büyük hacimli verilerin analiz edilmesi ve olağan dışı faaliyetlerin tespit edilmesi amacıyla kullanılan yöntemdir. Sağlık, finans, iletişim, perakende gibi iş kollarının yanı sıra muhasebe ve denetim alanında da kullanılmaktadır. Veri madenciliği yöntemiyle yapılan muhasebe defter denetimleri diğer yöntemlere göre daha az hata payı içermektedir.

Veri madenciliği, muhasebe bilgi sisteminde; verilerin toplanması, sınıflandırılması ve bilgi üretimi sağlayarak karar verme aşamalarını destekleyen bir teknolojidir. Mevcut verilerde gözle görülmeyen, geleneksel raporlama yöntemleriyle ortaya çıkarılamayan veya gözden kaçabilen anormalliklerin ortaya çıkarılmasına yardımcı olur. Bu sayede işletmelerde performans artışı sağlar ve riskleri azaltır (Özkul & Pektekin, 2009).

Muhasebede veri madenciliği şu alanlarda kullanılabilir (Atmaca, 2020):

- Müşterilerin satın alma potansiyelleri dönemsel ve bölgesel olarak belirlenebilir,
- Farklı bölgelerdeki satış bayileri için farklı eğilimler tespit edilerek bayii 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 bilgiyi kullanıcılara sunar. Bu sayede veri madenciliği problem çözme, analiz, planlama, anlama, entegrasyon, tahmin ve önleme gibi görevlere yönelik farklı yöntemler sunmaktadır.

## 2.6. Bulut Sistemi ve Muhasebe

Bulut sistemi (cloud), pc ve diğer aygıtlar için istenildiğinde kullanılabilen ve kurulum istemeyen web tabanlı bilişim hizmetlerinin genel adıdır. Bu teknoloji sayesinde indirme ve depolama işlemleri daha güvenilir ve kolay bir hale gelmiştir.

Muhasebede bulut sistemi, kullanıcıların CRM, ERP, finans ve muhasebe yazılımları gibi programların kullanımının internet üzerinden olmasına olanak

sağlamıştır. Bulut teknolojisi ile muhasebe sistemleri değişiklik gösteriyor, Bulut Muhasebesi (Cloud Accounting) adı verilen yeni bir iş kolu ortaya çıkmış oluyor (Öz, 2016).

### **Bulut Teknolojisinin Sağladığı Faydalar**

Bulut teknolojisinden önce, veriler sabit disklerde veya hard disklerde toplanıyordu. Bu araçların depolama alanları ufak çapta ve sınırlıdır. Depolanacak verilerle yüklendiğinde çökebilir. Bulut teknolojisi sabit disk ve hard disklerde oluşabilecek risklerin ortadan kalkmasını sağlamıştır. Bulut teknolojisi donanımıyla cihazlarının daha hızlı veri aktarımına ve daha fazla depolama alanına erişmesini sağladı. Ayrıca sabit disk ve depolama maliyetlerini azaltarak finansal fayda da sağladı. Bulut teknolojisi büyük işletmelerin kritik iş yüklerini kaldırabilecek bir sistem haline gelmiştir (Buyruk Akbaba, 2019).

### **Bulut Teknolojisinin Risk Faktörleri**

**Güvenlik ve kullanıcı gizliliği:** Bu sistemde verilerin güvenliği başka yerdeki sunucu tarafından sağlandığı için, veriler risk altında kalabilirler. Bu riskte firmaların gizli bilgilerinin erişilebilir hale gelmesini kolaylaştırarak başkaları tarafından elde edilebilmesi riskini taşır (Aytekin, Erdoğan & Kavalcı, 2016).

**Hizmetin Sürekliliği:** Sunucu, veriler işlenirken harici hizmetleri planlayabilir ve faaliyet gösterebilir. İnternet erişiminiz çok hızlı ise herhangi bir yerde kesinti olduğunda bile paralel kullanım sayesinde işinize devam edebilirsiniz fakat servis çalışmadığında ya da kapalıysa kullanıcılar verilerine erişmede sorun yaşayabilir. Bu tür sistemler büyük ve saldırılara açık olduğu için güvenliğin üst düzey olması gerekir (Aytekin, Erdoğan & Kavalcı, 2016).

Bulut sistemlerini değiştirirken veri sorunları: Servis sağlayıcının hizmet sağlayamaması kullanıcılar için büyük bir sorundur. (Aytekin, Erdoğan & Kavalcı, 2016).

## **2.7. Yapay Zekâ ve Muhasebe**

Yapay zekânın muhasebe mesleğine etkilerini üç farklı soru ile inceleyebiliriz (Gacar, 2019):

- Yapay zekâ muhasebe problemlerini çözebilir mi?

Yapay zekâ, elle yapılan verilerin giriş işlemleri esnasında oluşan hata ve problemleri düzeltebilmektedir. (Örneğin banka hesaplarıyla muhasebe kayıtlarını karşılaştırarak aralarındaki farkları tespit eder ve düzeltir.) Birden fazla fatura karşılığında yapılan işlemleri ödemenin hangi faturalara denk geldiğini tespit ederek, eşleştirme yapabilir. Her ay binlerce fatura düzenleyen firmaya ait faturaların bile içerisindeki tüm ödenmiş ve ödenmemiş faturaları tespit edebilir.

- Yapay zekâ muhasebe mesleğinin sonunu getirebilir mi?

Her ne kadar muhasebe yazılımlarının yaptığı bazı işlemler yapay zekâ tarafından kontrol edilse de bu işlemlerin büyük bir kısmı hala muhasebeciler tarafından gerçekleştirilmektedir. Öte yandan yapay zekâ, veri girişi, okuma ve raporlama gibi muhasebe süreçlerini ortadan kaldıracaktır. Muhasebeciler genellikle danışmanlık gibi işlere önem vermeye başlayacaklardır. Bu nedenle muhasebecilerin veri stratejisi, istatistiksel analiz, risk ve karar verme, ileriye düşünme gibi becerilere ihtiyaçları vardır.

- Yapay zekâ sistemlerinin ürettiği bilgi ve mesajlardan, kullananlardan ve yapay zekânın kendisinden kim veya kimler sorumludur?

Ülkemizde yapay zekâ teknolojisine dair yasal düzenleme sistemleri bulunmamaktadır ancak gelecekte buna ihtiyaç duyulacaktır. Yapay zekânın herhangi bir kişiliği olmadığı için yapay zekâ bir robot ya da ürün olarak değerlendirilmelidir. Öte yandan emir gönderecek bir yönetici veya sahibi olmadığından bu sistem kendi işini yürütebiliyor. Bu nedenle robotlar kendi çıkarları adına bilgi ve bildirimlere duyarlı oldukları için karar verebildikleri konularda sorumlu tutulabilmeleri gerekmektedir.

Akıllı karar alma ve muhasebe hizmet paylaşımı ile bir yandan muhasebenin temel iş akışı daha profesyonel hale gelecek, diğer yandan çok sayıda prosedüre bağlı

olan temel muhasebe işinin yerini muhasebe süreçlerinin otomasyonu alacaktır. Muhasebe personeli muhasebe yönetimi gibi, büyük veri analizine ve veri madenciliğine dayalı, daha değerli ve daha profesyonel bilgiye ulaşacaktır fakat bilgi ve personel maliyetlerinin artması, büyük verilerin artmasıyla birlikte muhasebe personeli sayısının azalması muhtemel olarak görülebilir. Bilim ve teknolojinin sürekli gelişmesiyle yapay zekâ giderek muhasebe personelinin bir kısmının yerini alabilir, bu durumda işletmeler muhasebe departmanındaki muhasebe personeli talebini kademeli olarak azaltabilir ve muhasebe personeli işten çıkarma ile karşı karşıya kalınmasına neden olabilir (Li & Zheng, 2018).

### **Yapay Zekâ Teknolojisinin Üstün Yönleri**

Yapay zekânın insan zekâsına kıyasla yapabileceği birkaç farklı yetkinliğe örnek olarak (Yardımcıoğlu & Şıtak, 2020):

*Yapay Zekânın Kalıcılık Özelliği:* Bireyler zamanla öğrendikleri ya da deneyimledikleri şeyleri ve kavramları unutabilmektedir. Ancak kişi için önemli görülen yeni ve yakın zamandaki deneyimlere ilişkin bilgiler hâlâ hafızada saklanmaktadır. Unutma hızı olayın önem derecesi ve düzeyiyle doğru orantılıdır. Unutma durumunda önce bilgi silinir, ardından ana bilgi silinir. Unutulan mesajlar, hatırlatıcılar ve uyarılarla da bulunabilir. Burada unutma, hafızanın ilgisiz veriler tarafından işgal edilmesinin engellenmesi olarak tanımlanabilir. Ancak bilgisayarlar için belleğe yazılan veriler siz silmediğiniz sürece bellekte kalacaktır. Böylelikle insan unutkanlığının bilgisayarlarda geçerli olmadığını görmek kolaydır.

*Yapay Zekânın Transfer Özelliği:* Bilgi bilgisayarda oluşturulduğu için kopyalanarak başka bir bilgisayara kolaylıkla aktarılabilir. Ancak insanın durumu farklıdır. Bilgi insanda öğrenme yoluyla gelişir. Öğretmen ve öğrenci arasındaki ilişki sayesinde deneyimlerin başkalarına aktarılması mümkündür fakat bu durum zaman alır. Tüm bunlardan dolayı bir bireyde yaratılan bilginin tamamen bir başka kişiye aktarılması mümkün değildir.

*Yapay Zekânın Erişilebilirliği:* Bir bilgisayarın zekâ seviyesini arttırmak, bir bireyin zekâ seviyesini arttırmaktan daha kolaydır. Ayrıca maliyeti, daha düşük fiyatlar anlamına gelmektedir.

*Yapay Zekânın Stabilitesi:* Her insan yaşadığı olaylara farklı tepki verebilir. Aynı kişi iki farklı olayda iki farklı cevap oluşturabilir. Çünkü insanların bilgi düzeyleri farklıdır. Bir yapay zekâ sisteminde cevap her zaman aynı veya benzerdir.

*Yapay Zekânın Tutarlılığı:* Bir konu ortaya çıktığında yapay zekâ, cevabı doğru şekilde kaydedecektir. Bu nedenle benzer bir olay yaşandığında önceki kararları gözden geçirip karşı tarafa olumlu yanıt vermek üzere verilerin kaydını gerçekleştirmektedir. İnsan için bu, karşılaştığı her olay ve durum için, geçmiş durumları düşünmeden, hatırlamadan yeni ve farklı kararlar alabilmesi ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır.

### **Muhasebede Yapay Zekâ Kullanımı ve Programları**

"Yapay Zekâ Muhasebe Sistemleri", muhasebecilerin müdahalesini azaltarak bilgisayarda işlemleri kaydeden, ayrı bir muhasebe personeline sahip olmak yerine yapay zekânın kayıt sürecini yönetmesine izin vererek bu süreci sürdürmenin dijital bir yoludur. Belgelerin (örneğin faturaların) barkod ve yapay zekâ kullanılarak taranmasıyla başlayan süreç, muhasebe sistemlerine kaydedilmesi gereken hesapların belirlenmesine ile muhasebeleştirme sürecine yardımcı olur (Tarmidi, Rozalan, Rasli, Roni & Alizan, 2018). Muhasebede büyük hacimli işlemler gerçekleştiren programlar hali hazırda kullanılmaktadır fakat yapay zekâ kullanılan muhasebe programlarında büyük çaplı veri kümeleri yönetilebilir bu sayede belleğindeki verileri kullanarak nasıl bir araya getireceğini ve veriler arasındaki ilişkiyi nasıl yönlendirileceği gibi daha karmaşık işler çözüme kavuşturulabilir (Lin & Hazelbaker, 2019).

17.12.2017 tarih ve 30273 sayılı resmî gazetede yayınlanan tebliğ ile 01.01.2018'den itibaren serbest meslek erbapları, işletme hesabı esasına göre defter tutan mükellefler ve basit usule tabi mükelleflerin e-defter, e-beyanname sistemini kullanıma zorunlu tutulması ile devletinde Endüstri 4.0'ın avantajlarını mesleğe

yansıttığı görülmektedir. Bu düzenlemeler, şirketlerin muhasebe kayıtlarını elektronik defterlerde tutmasına ve beyannamelerin tek bir sistemden gönderilmesine olanak tanıyarak şirketlerin, profesyoneller ve ülkeler arasındaki bilgi ve rapor akışını hızlandırıyor. Fakat Endüstri 4.0 sayesinde elektronik defterlerde yer alan verilerin, bilgi teknolojisi sayesinde otomatik olarak elektronik raporlara dönüştürülebileceğine inanılmaktadır. Endüstri 4.0'ın hedefleri ve araçları sayesinde, üretim ve muhasebe otomasyonun gücüyle yapılabilecek, algoritmalar sayesinde birçok tahmin ve analiz yapılabilecek, dolayısıyla bu alanda nitelikli profesyonellere ihtiyaç duyulacaktır. Öte yandan iç ve dış iletişim kullanıcıları ile entegre olan bu sistemin çalışan sayısını azaltacağı da muhtemeldir. Veri girişi, kayıt ve raporlama gibi geleneksel muhasebe görevlerini yerine getiren profesyonellerin yerine, profesyonellerin işletmelere yönelik finansal çözümler geliştirmesi gerektiği düşünülmektedir. Endüstri 4.0 mali müşavirliğin yanı sıra denetim mesleğini de değiştirecek. Değerleme uzmanlarının işlerini her yerde ve istediği zaman yapmalarına olanak tanıyan dijital devrim, aynı zamanda değerlendirme görüşü oluşturmak için gereken kanıtların toplanması yöntemlerini de değiştirmektedir. Fiziki hesaplar yerini teknik hesaplara, mutabakat senkron veya online sistemlere, belge inceleme ise dijital ortamda incelemeye dönüşecektir. Bu aynı zamanda denetim ekiplerinin sayısını azaltarak denetim güvenilirliğine de olumlu etki yapmaktadır (Tekşen, Apalı & Gülcan, 2021).

Dünyada yapay zekâ ile geliştirilen birden fazla muhasebe yazılımı vardır. Bu programlar bilgisayara kurulum yapılarak çalıştırılabileceği gibi çevrimiçi olarak da kullanılabilir. Jeb Su (Silikon Vadisi'nde Baş Analist ve Teknoloji Fütüristi), şu anda piyasada bulunan ve en önde gelen yapay zekâ destekli bulut muhasebe programlarından birkaçı olan OneUp, QuickBooks Online, SageOne ve Xero'nun otomasyon yeteneklerini değerlendirmiştir. Bu programlar, yapay zekâ sistemlerinin banka akışlarından gelen işlemleri otomatik olarak tanıma ve insan katılımına ihtiyaç duymadan doğru muhasebe oluşturma konusunda ne kadar doğru olduğunu ölçen Muhasebe Otomasyon Endeksi (AAI) ile karşılaştırma yapılmıştır. Beş aylık kullanımın ardından; OneUp, %95'lik otomasyon endeks oranıyla ilk sırada yer almıştır. Onun ardından, QuickBooks Online (%77), Xero (%38) ve SageOne (%30)

takip gibi programlar sıralanmaktadır. Bu programlar hakkında bazı bilgiler şu şekildedir (Malviya & Lal, 2021):

*Xero*: Xero, küçük işletmeler için popüler muhasebe yazılımıdır. Faturalama, envanter, banka bağlantıları, banka mutabakatı, gider yönetimi, bilgi güvenliği, fatura ödemeleri, çalışan maaş bordrosu, satın alma siparişleri, ödeme kabulü, varlık yönetimi, vergi yönetimi, raporlama ve depolama gibi özelliklerle tasarlanmıştır. Atherton Teknoloji Araştırmalarının tespitine göre bu programın otomasyon endeks oranı yüzde 38'dir. Bir bilgisayara ve akıllı telefona kurulabilir.

*OneUp*: OneUp, yapay zekâ ile desteklenen en popüler muhasebe uygulamasıdır. Ana özellikler faturalama, envanter ve muhasebeyi içerir. Atherton Teknoloji Araştırmaları tarafından yapılan bir teste göre otomasyon endeks oranı yüzde 95'tir. Bu uygulama hem bilgisayarlara hem de akıllı telefonlara kurulabilir. Ancak bu uygulama Hindistan için tasarlanmamıştır. Çünkü uygulama, vergi yapılarında Hindistan'a uygun değişiklikler yapılmasını sağlıyor. Uygulama, kurulumdan sonra bazı değişikliklerle Hindistan'da kullanılabilir hale gelmektedir.

*QuickBooks Online*: QuickBooks küçük ve orta ölçekli işletmelere yöneliktir ve faturalandırma, muhasebe, bankacılık, vergilendirme ve bordro işlevlerini gerçekleştirebilir. Çevrimiçi olarak kullanılabilir ve bir bilgisayara veya akıllı telefona kurulabilir.

*SageOne*: SageOne küçük işletmelere yönelik bir muhasebe uygulamasıdır. SageOne faturalama, envanter, bankacılık ve muhasebe işlevlerine sahiptir. Ancak bu uygulama Hindistan'da mevcut değildir.

*Smacc*: Smacc, Suudi Arabistan'daki Arab Sea Information Systems Cooperation tarafından geliştirilen, küçük işletmelere yönelik bir muhasebe yazılımıdır. Müşteriler Amerika Birleşik Devletleri, Singapur, Çin ve Hindistan'dandır. Bu program faturalama, envanter, muhasebe ve raporlama işlevlerine sahiptir.

## **2.8. Blok Zincir ve Muhasebe**

Çift taraflı defter tutma sistemi 1340 yılında sistemleştirildiğinden beri, muhasebeciler ve işletme sahipleri finansal raporlama sistemlerinin doğruluğuna odaklanmışlardır. Çift taraflı kayıt sistemi yanlış raporlamanın önüne geçmeyi amaçladı ve muhasebenin güvenilir olmasını sağladı. Günümüzde bilgisayarlı bilgi sistemlerine daha fazla güvenilmesi, daha güvenilir bilgilerin zorunlu hale gelmesine neden olmuştur. Blok zincir, veri tabanı yapısı bu güvenilirliği sağlamak için tasarlanmıştır.

Kayıt tutmada teorik bir dürüstlük vizyonu olarak başlayan şey, yüksek doğrulukta bilgi kalitesi ve kullanılabilirliği olan dağıtılmış bir veri tabanı yapısına dönüşmüştür. Bu veri tabanı yapısı, ticari tarafların yaptığı sahtekarlık işlemlerinin önlenmesine ve tespit edilmesine yardımcı olabilmektedir. Blok zincir konsepti bazı riskler taşır ancak yerleşik bir denetim izi sayesinde bu riskler yönetilebilir. Blok zincir teknolojisinin kurumsal bilgi sistemlerine uygulanması ilk aşamalarında ancak çeşitli işletmeler, büyük devlet kurumları ve çeşitli borsalar tarafından benimsenmesi muhtemeldir. Blok zincir olgunlaştığında ve geniş çapta benimsendiğinde muhasebeciler, yöneticiler ve eğitimciler bu büyüme fırsatında çok önemli bir rol oynayabilir ve bu fırsatın temel unsurlarına aşina olmaları gerekmektedir (Rechtman, 2017).

Şeffaflığın genel anlamda önemli olması, blockchain'i uygulamak şirketlerin rekabet gücünü artırmaya ve piyasa katılımcıları arasında güven oluşturmaya yardımcı olabilir. Blockchain'de, işlem doğrulama süreci merkezi olarak değil bunun yerine hatanın diğer noktaları etkilememesi için ağdaki tüm bilgisayarları kapsar. Böylece bireyler idari haklarını geri alma veya resmi muhasebe kayıtlarını silme niyetinde olamazlar. Bu nedenle blockchain'i muhasebe sistemlerine entegre eden şirketler dolandırıcılık riskini azaltabilmektedirler. Blockchain, süreç boyunca diğer süreçleri otomatikleştirmenize, veri kaybını azaltmanıza, işlemleri daha iyi takip etmenize ve kullanıcı ihtiyaçlarını kolayca belirlemenize olanak tanımaktadır. Ancak geleneksel platformlar ile blockchainler arasındaki en büyük ve en önemli fark, işlemlerin iptal edilememesini veya değiştirilememesini sağlayan yeni çözümdür (Garanina, Ranta & Dumay, 2022).

Muhasebe profesyonelleri bugün blockchain uygulamalarını geliştirme ve yönetme konusunda önemli zorluklarla karşı karşıyadır. Mesleğin katkısı, yalnızca belirli bir düzenleme veya standartların geliştirilmesinde değil, aynı zamanda şirketlere ve diğer paydaşlara blockchain ve kripto para birimiyle uğraşırken, süreçlerini ve sistemlerini optimize ettikleri dönemlerde tavsiyelerde bulunmak açısından da değerli olmalıdır. Özellikle teknoloji ilerledikçe müşterilere bilgi ve katma değer sunmak için yeni becerilere ihtiyaç duyulmaktadır. Teknik personel ile işverenler arasında aracı olarak hareket etme yeteneği, kazanılması gereken önemli bir yeni beceri olarak değerlendirilebilir (Pugna & Dutescu, 2020).

Henüz gelişmekte olan bir teknoloji olması ve hali hazırda hiçbir devlet tarafından desteklenmiyor oluşu sebebiyle blockchain yasal yükümlülükler ve uyum konularının uygulamasında yasal bir boşluk bulunmakta bu da teknolojinin geleceğine dair endişe yaratmaktadır (Özdoğan & Karğın, 2018).

İşlemlerden kaynaklanan hakların ve yükümlülüklerin ölçülmesi, blockchain ile bağlantılı olarak muhasebecileri ilgilendirirse de bu teknolojinin ana çabaları, planlama ve değerlendirme, entegre ve analiz gibi daha katma değerli konulara doğru yükselterek muhasebe mesleğinin geliştirilmesine yardımcı olmaktır. Çeşitli sonuçların karmaşık yorumlanması ve veri sistemlerinin değerlendirilmesi gibi daha fazla şeffaflık ve güncel bilgi aynı zamanda profesyonellerin işlerine entegre etmeleri gereken özellikler haline gelecektir (Pugna & Dutescu, 2020).

Blokzincir tabanlı muhasebe ve vergilendirme, muhasebe meslek mensuplarının zamanlarını daha etkin kullanabilmelerini sağlarken aynı zamanda eş zamanlı vergilendirmenin ve denetimin de önünü açacağı tahmin edilmektedir. Bu anlamda, muhasebe dünyasına çok yeni bir bakış açısı ve uygulama alanı getirecek blok zinciri teknolojisinin muhasebe kayıt sürecine ve kamunun en önemli gelir kaynağı olan vergi gelirleri üzerine muhtemel etkileri günümüzün tartışma konularından olmuştur (Şuekinici & Çatıkkaş, 2020).

Temel hedefi güvenli ve güvenilir bir ortamda doğru finansal bilgilerin yer aldığı bir defter tutarken varlıkların mülkiyetini devretmek olan blockchain, şüphesiz bir muhasebe teknolojisidir. Bu nedenle blockchain'in mevcut muhasebe sistemini

farklı şekillerde değiştirmesi bekleniyor. Hem araştırmacılar hem de muhasebe profesyonelleri blockchain teknolojisinin muhasebe açısından yıkıcı potansiyeli konusunda hemfikir olsa da bu dönüşümlerin nasıl gerekleēeđi, süreç boyunca hangi zorlukların ve risklerin ortaya çıkacağı ve muhasebe mesleğini nasıl etkileyeceği hala belirsizliğini koruyor (Pugna & Dutescu, 2020).

### **BÖLÜM 3: ARAŞTIRMA YÖNTEMİ VE BULGULARI**

Çalışmamızın bu bölümünde araştırmanın önceki iki bölümünde incelenen literatür çerçevesinde oluşturulmuş araştırmanın konusu, temel problemi, amacı, önemi ve sınırlılıklarına yer verilmiştir. Sonrasında elde edilen bulgulara değinilmiştir.

#### **3.1. Araştırmanın Problemi**

Günümüzde dijitalleşmenin getirdiği gelişim ile insanlar bütün sektörlerde emek, maliyet ve süre kullanımını azaltmak için çaba göstermeye ve teknolojiden faydalanmaya çalışmaktadırlar. İnsanların teknoloji üzerine yaptıkları arge çalışmaları üzerine Endüstri 4.0, yapay zekâ ve robot otomasyonu gibi kavramlar ortaya çıkmıştır. Bu alışmamızda “Endüstri 4.0 ile birlikte ortaya çıkan kavramların muhasebe mesleğine ve muhasebe denetimine etkileri nelerdir?” ve “Yapay zekâ ve yapay zekâ tabanlı muhasebe programlarının kullanılmasının muhasebe meslek mensuplarına faydası olur mu?” sorularına cevap aranmaktadır. Soruların cevaplanmasına yönelik olarak da çalışmamızın konusu “Endüstri 4.0’ın muhasebe mesleğine ve denetimine etkileri ve muhasebe meslek mensuplarının algısı üzerine bir araştırma” olarak belirlenmiştir.

#### **3.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi**

Bu çalışmanın amacı, teknolojik ilerlemelerle birlikte gelişen ve dijital devrimin gücü olarak ortaya çıkan robot otomasyonu ve yapay zekânın muhasebe ve defter tutma sistemlerinde kullanımı ve bu alanlardaki etkileri hakkında bilgi vermektir. Muhasebe meslek mensuplarının bu teknolojik değişim ve yeniliklere ilişkin görüşlerini belirlemek ve bu bilgiler doğrultusunda muhasebe mesleğinde yapay zekâ ve otonom sistemlerin etkinliğinin belirlenmesine yardımcı olmak amaçlanmaktadır.

Küreselleşmenin hızı, işletmelerin hızlı büyümesine yol açmıştır. İşletmeler büyüdükçe veri miktarları da artmaktadır. Bu durum muhasebecilerin işini zorlaştırdığı gibi denetimin süresini de arttırmaktadır. Bunun sonucunda muhasebe prosedürleri daha karmaşık hale gelmekte ve geleneksel yöntemlerle denetim yapmak zorlaşmaktadır. Yeni yöntem ve teknikler, muhasebe denetimlerinin daha verimli ve etkili olmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Bu araştırma, günümüzde birçok alanda kullanılan yapay zekâ ve otomasyon sistemlerinin muhasebeye getirdiği yeni ve faydalı fonksiyonların belirlenerek verilerin muhasebeleştirilme sürecinin daha verimli hale getirilmesi açısından önem taşımaktadır. Dijital değişimlerden ve teknolojik yeniliklerden önemli ölçüde etkileneceği düşünülen muhasebe mesleği, muhasebe meslek mensuplarının görüş ve düşüncelerinin değerlendirilmesi ile ilgili literatüre değer katacaktır.

### **3.3. Araştırmanın Varsayımları ve Sınırlılıkları**

Muhasebe meslek mensuplarının teknolojik değişim ve yeniliklere ilişkin görüşlerini belirlemek ve bu bilgiler doğrultusunda muhasebe mesleğinde yapay zekâ ve otonom sistemlerin etkinliğinin belirlenmesine yardımcı olmak amaçlanmaktadır. Bu çalışmada, muhasebe alanında uzman kabul edilen 12 kişilik serbest muhasebeci ve serbest muhasebeci mali müşavirden oluşan bir gruba soru cevap şeklinde mülakat yapılmıştır. Çalışmanın verileri, çalışmada yer alan sorular ve katılımcıların bu sorulara verdikleri cevaplar ile sınırlıdır.

Çalışmamızda verilerin elde edilmesi için mülakat yapılan 12 muhasebe meslek mensubunun evreni yeteri kadar temsil ettiği ve mülakat sorularının çalışma amacına uygun verileri elde edebilecek düzeyde olduğu, katılımcıların sorulara gönüllü olarak cevap verdikleri bu nedenle katılımcıların vermiş oldukları cevapların gerçek düşüncelerini yeterli ölçüde yansıtabildiği varsayılmaktadır.

### **3.4. Araştırmanın Yöntemi**

Araştırmamız nitel bir araştırma olarak gerçekleştirilmiştir bu sebeple öncelikle betimsel araştırma yöntemleri kullanılarak konuya ilişkin kavramlar açıklanmıştır. Araştırmamızın uygulama bölümünde, araştırmanın problem

cevaplarının bulunmasına yönelik verilerin toplanması amacıyla mülakat yöntemi kullanılmıştır.

Araştırmanın konusu görüşme yönteminin seçimini etkilemiştir. Belirli bir alandaki sorunların, ihtiyaçların, beklentilerin belirlenmesi ve genel analizi için en doğru ve etkili yöntemlerden biri olan mülakat yöntemi, katılımcıların durumu ve düşünceleri hakkında bir konuşma yaparak öğrenilmesi gereken bilgilere ulaşılması hedefiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmamız için katılımcılara yöneltilecek olan sorular, araştırmanın problem ve alt problemlerinin tümüne cevap aranacak biçimde geçerliliği bulunan on açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Araştırmanın problem ve alt problemleri göz önüne alınarak öncelikle kapsamlı literatür taraması yapılmış ve incelenen literatür çerçevesinde sorular hazırlanmıştır.

### 3.5. Tanımlar

**Muhasebe:** Ekonomik faaliyetlerde bulunan tüm kuruluşların mali nitelikteki işlemleri ve olayları para ile ifade edilmiş şekilde kaydeden, sınıflandıran, özetleyerek rapor eden ve sonuçlarını yorumlayan ve analiz eden bir bilim dalıdır.

**Robotik Süreç Otomasyonu:** RPA (Robotic Process Automation) yazılım robotlarının, bir çalışanı taklit ederek önceden tanımlanmış pek çok görevi yapmasını sağlayan yeni bir teknolojidir. Bu robotlar sizin yerinize e-postalarınızı kontrol edebilir, fatura tutarı doğrulaması yaparak fatura kesebilir, izin verilen uygulamalara girerek görevlerini hatasız bir şekilde tamamlayıp sistemden çıkış yaparak bu ve benzeri süreçlerinizin otomatikleşmesini mümkün kılar. RPA'nın en önemli özelliklerinden biri de, herhangi bir sistem yenilemesi gerektirmemesidir. Mevcut alt yapınıza ya da sisteminize kolaylıkla entegre edilebilen Robotik Süreç Otomasyonu, işletmenizin verimliliğini artırmanızda önemli bir rol oynarken, maliyetlerinizi daha rahat kontrol edebilmenize olanak sağlar.

**Yapay Zekâ:** Yapay zekâ, bir bilgisayarın veya bilgisayar kontrollü robotun, genellikle akıllı varlıklarla ilişkili görevleri yerine getirme yeteneğidir. Terim sıklıkla akıl yürütme, anlam keşfetme, genelleme veya geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi

insanlara özgü entelektüel süreçlerle donatılmış sistemler geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır.

**Bulut Teknolojisi:** Bilgisayarlar ve diğer aygıtlar aracılığıyla internet üzerinden istenilen mekânda ve istenilen zamanda her türlü bilgi ve kişisel veriye erişmeyi mümkün kılan teknolojidir.

**Kripto Para:** İşlemleri güvence altına almak için matematiğin bir dalı olan kriptografi kullanılarak tasarlanmış bir dijital unsurdur. Kripto paralar bir nevi dijital döviz, alternatif döviz ve sanal dövizdir. Kripto varlıklar, merkezi elektronik para ve merkezi bankacılık sistemlerin aksine tümüyle merkeziyetsizlerdir.

### 3.6. Literatür Taraması

Kılıç (2023), “Sanayi Devrimlerinin Serüveni: Endüstri 1.0’dan Endüstri 5.0’a” isimli çalışmasında, sanayi devriminin gelişimi ve değişimi tartışılmıştır. Birinci Sanayi Devrimi’nden Beşinci Sanayi Devrimi’ne kadar teknolojik gelişmelerin açıklaması yapılmış, her bir sanayi devriminin gelişiminden bahsederek bu değişimler hakkında detaylı bilgi verilmiştir.

Ayboğa ve Görmüş (2022), “Endüstri 4.0 – Türkiye’nin Durumu ve Yapılması Gerekenler” isimli çalışma, birçok süreci değiştirecek olan Endüstri 4.0’ın yeni istihdamlar yaratacağına ve kobileri etkileyeceğine dikkat çekiyor. Endüstri 4.0 ile ilgili kavramları, nerelerde kullanıldığını, Endüstri 4.0’ın kobilerin neresinde olduğu ve sanayi devrimlerinin diğer etkileri de anlatılmaktadır.

Büyükarıkan (2022), “Muhasebe Bilgi Sisteminde Robotik Süreç Otomasyonu” isimli araştırmada finansal işlemlerde insan unsurunun azaltılması, muhasebe bilgi sistemlerinin hatasız işleyişi ve veri doğruluğunu arttırarak denetim sürecinin etkinliğini ve verimliliğini büyük ölçüde etkileyebileceği anlatılmaktadır. Robotiğin Türkiye’de yaygınlaşması tek başına yeterli olmasa da gelecekte tüm dünyada yaşanabilecek önemli gelişmelerin hakkında fikirler vermektedir. Bu çalışmada robotik süreç operasyonlarının yaygınlaşmasıyla birlikte muhasebe bilgi sistemlerinin ve denetim alanında ortaya çıkabilecek etkilerin değerlendirilmesi ele alınmıştır.

Özçelik, Beller Dikmen ve Deran (2022), “Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Muhasebe ve Denetim Sürecine Etkisi ve Muhtemel Riskler” isimli çalışmada nesnelerin interneti teknolojisinin kapsamlı bir doküman ve içerik analizini yaparak muhasebe ve denetim sürecine etkilerini tespit etmek ve ortaya çıkardığı riskleri belirleyerek çözüm önerileri sunulmuştur.

İbrahim, Elamer ve Ezat (2021), “The Convergence of Big Data and Accounting: Innovative Research Opportunities” isimli çalışmada, büyük veriler ile farklı muhasebe teknikleri ve teorileri arasında çeşitli potansiyel yakınsama noktaları sunulmaktadır. Çalışmada, büyük verilerin altı muhasebe sorununun veri sınırlamalarını nasıl aşabileceğini tartışılmıştır (finansal raporlama, performans ölçümü, denetim kanıtları, risk yönetimi, kurumsal bütçeleme ve faaliyet bazlı teknikler). Gelecekteki araştırmalar için altı heyecan verici araştırma sorusu sunulan bu çalışmada daha sonra büyük veri ile vekâlet teorisi, paydaş teorisi ve meşruiyet teorisi arasındaki potansiyel yakınsama açıklanmıştır.

Malviya ve Lal (2021), “The Changing Face of Accounting: Prospects and Issues in the Application of Artificial Intelligence” isimli çalışmada yapay zekânın uygulanmasındaki olasılıkları ve sorunları tartışırken muhasebede yapay zekâyı tartışmayı amaçlamaktadır. Ayrıca muhasebe için mevcut olan bazı popüler yapay zekâ tabanlı programlardan da bahsedilmektedir.

Göktaş ve Aksu (2021), “Endüstri 4.0 İle Beraber Blok Zincir (Blockchain) Teknolojisi, Bitcoin ve Sanal Paraların Gelecekteki Olası Etkileri” isimli çalışmada bitcoin ve blockchain teknolojisinden bahsedip piyasadaki diğer kripto para birimlerinden bahsedilmiştir. Blockchain teknolojisini, güvenilir bir merkezi otoriteye bağlı olmayan, dağıtılmış bir kayıt sistemi olarak tanımlayarak, küçük sektör tarafından yaratılan yeni ekonomiye genel bir bakış ve geleceğin finansal sonuçlarına ilişkin kısa bir değerlendirme yapılmıştır.

Pugna ve Dutescu (2020), “Blockchain – the Accounting Perspective” isimli çalışmada muhasebede blockchain uygulamalarının potansiyeli araştırılmış, önemli faydaları ve fırsatları tespit edip, eksiklikleri ve olası tehditleri analiz edilmiştir. Esas olarak muhasebe blockchain sistemlerinin ortaya çıkardığı organizasyonel zorlukları

ve muhasebe faaliyetini geliştirme potansiyeli araştırılmıştır. Blockchain'in muhasebe mesleği üzerindeki potansiyel yıkıcı etkisini ve bunun tersine, bu mesleklerin blockchain teknolojisinin daha da geliştirilmesindeki potansiyel rolünü tartışılmıştır.

Yardımcıoğlu ve Şıtak (2020), “Yapay Zekâ Teknolojisinin Muhasebe Alanına Yansımaları: Literatür İncelemesi” isimli çalışmada pandemi gibi küresel sorunlara dijital bir çözüm olabilecek yapay zekânın muhasebe alanına yansıtılmasına odaklanılmış ve muhasebe mesleğinin geleceğini konu alacak şekilde tartışılmıştır.

Atmaca (2020), “Muhasebe Mesleğinin Bugünü ve Geleceği: Meslekte Uzmanlaşma” isimli araştırmasında geçmişten günümüze ve günümüzden geleceğe muhasebeci ve denetçilerin konumlarını araştırılmış ve muhasebe mesleğinin kavramının ve vizyonunu gözden geçirmiştir. Mali müşavirlerin uyması gereken etik standartlar ve normlar uluslararası kuruluşlar tarafından onaylandığı için bu gelişmeler evrensel bir muhasebe dili oluşturmuştur. Bu olay muhasebe meslek mensuplarına yeni sorumluluklar vermiş ve muhasebede yeni uzmanlıklar ortaya çıkarmıştır. Araştırmada, ülkemizde yürütülen araştırmaları ve uluslararası projeleri kapsayan, muhasebe alanındaki en son bilgiler hakkında bilgi vermektedir.

Gacar (2019), “Yapay Zekâ ve Yapay Zekânın Muhasebe Mesleğine Olan Etkileri: Türkiye'ye Yönelik Fırsat ve Tehditler” isimli çalışmasında, 21. yüzyılın bilgi teknolojilerinden biri olan yapay zekânın muhasebe mesleğine etkisinden bahsedilmiştir. Mesleki eğitimin Türkiye'ye getirdiği fırsat ve tehditler dikkate alınarak muhasebe meslek mensuplarına yönelik önerilere yer verilmiştir.

Gönen ve Rasgen (2019), “Endüstri 4.0 ve Muhasebenin Dijital Dönüşümü” isimli çalışmada muhasebenin dijital dönüşümü olarak adlandırılan süreçte muhasebe bilgi sisteminin oluşturulması ve veri akışının sağlanması personeller yerine internet aracılığı ile belirli bir ağa bağlanmış olan otonom robotlar tarafından gerçekleştirilmesi tanımlanmıştır. Çalışmada Endüstri 4.0 entegrasyonunu sağlayan işletmenin üretim, paketleme ve transfer simülasyonları gerçekleştirilmiş ve personel

kullanılmadan muhasebe bilgi sistemine gidecek olan raporlar oluşturulması konu alınmıştır.

Tekbaş (2019), “Muhasebenin Dijital Dönüşümü ve Mali Mühendislik” isimli çalışmasında muhasebe mesleğini etkileyen teknolojilere değinilmiştir. Endüstrinin tarihsel gelişimi ve blockchain teknolojisinin tarihsel gelişimi ve geleceği ele alınmıştır.

Tavukçuoğlu (2019), “Endüstri 4.0 Kapsamında İot (Nesnelerin İnterneti) Uygulamalarının Müşteri Memnuniyetine Etkisi ve Bir Araştırma” isimli çalışmasında endüstri devrimlerinin geçmişten günümüze kadar geçirdiği evrim, pazarlama çerçevesinde incelenerek ele alınmıştır. Endüstri 4.0 ve nesnelerin interneti teknolojisinin tanımı, ortaya çıkışı, altyapısı, gelişimi, pazarlama ve pazarlama dışı kullanım alanları, geleceği ve sınırlılıkları pazarlama bakış açısıyla incelenmiştir. Araştırma bölümünde nesnelerin interneti (IOT) uygulamalarının tüketiciler tarafından nasıl algılandığı, üründen beklentileri, müşteri memnuniyetini oluşturmak ve artırmak için neler yapılabileceğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada derinlemesine mülakat yöntemi kullanılmıştır.

Akdoğan ve Akdoğan (2018), “Büyük Veri – Bilişim Teknolojisindeki Gelişmelerin Muhasebe Uygulamalarına ve Muhasebe Mesleğine Etkisi” isimli çalışmada muhasebe mesleğinin geleceğine değinerek veri analizi, danışmanlık, riski ölçüp değerlendirmek, değer yaratmak, stratejik planlar yapma, kamuya sunulan bilgilerin doğruluğuna makul güvence vermek ve geleceği öngörmek gibi danışmanlık alanlarına yöneldiğine değinilmiştir. Meslek mensuplarının yeni yeterlilikler kazanması, teknolojik gelişmelere kolay uyum sağlayan kişiler olması gerektiğine ve geleceğin muhasebecisinin, gelecekteki teknolojik değişimleri kucaklayabilen, yeni sistemin bir parçası olabilen kişiler olması gerektiği vurgulanmıştır.

Tutar (2018), “Endüstri 4.0’ın Muhasebeye Etkisi” isimli çalışmasında Endüstri 4.0’ın kavramsal incelemesine, ortaya çıkan yeniliklere ve günümüzün muhasebe mesleği üzerindeki potansiyel etkisine dayandırılarak tespitlerde bulunulmuştur.

Aslan ve Özerhan (2017), “Big Data, Muhasebe ve Muhasebe Mesleği” isimli araştırmada büyük verinin tanımını, fırsatlarını, tehditlerini, muhasebe uygulamalarını ve muhasebe mesleği üzerindeki etkisini anlatmıştır. Büyük verinin önümüzdeki 10 yılda muhasebe mesleği üzerindeki etkisine ilişkin 790 muhasebe meslek mensubuyla anket yapılmış ve 740 kişiye anket uygulanmıştır. Anket sonuçları gözden geçirildiğinde, uzmanların büyük verinin önümüzdeki 10 yıldaki muhasebe mesleğine etkisi konusunda kuşak, cinsiyet, deneyim ve yaşanılan yer gibi demografik değişkenlere göre farklı görüşlere sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Erturan ve Ergin (2017), “Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti: Stok Döngüsü” isimli çalışmada nesnelerin interneti kavramının ortaya çıkışı, bu kavram ile küresel bir iletişim ağı olan internetin bilgiyi sadece insanlardan değil nesnelere de alması ve böylece topladığı bilgiyi yorumlayıp diğer nesnelere ve insanlara iletmesi ifade edilmektedir. Bu çalışmada, geleceğin işletmelerinde denetim, denetçinin rolü ve nesnelerin interneti kavramının denetim alanına uygulanabilirliği stok döngüsü kapsamında açıklanmaktadır. Nesnelerin internetinden yararlanılması sayesinde, insana özgü hataların azaltılması, denetim kalitesinin artırılması, zamanın etkin kullanılması ve maliyetten tasarruf edilmesi ile rekabet üstünlüğü kazanılması olanaklıdır.

Öz (2016), “Bulut Bilişim (Cloud Computing) ve Muhasebe” isimli çalışmasında bulut teknolojisinin muhasebede kullanımından bahsedilmiştir. İşletmelere ve muhasebe meslek mensuplarına olan faydalarından bahsedilmiş fakat yeni bir sistem olarak kabul edilen bulut bilişim, bulut bilişim tabanlı muhasebe sistemlerinin yasal düzenlemelerin eksikliği ve güvenlik endişeleri gibi problemlere sahip olması nedeniyle bulut bilişimin olumsuz yönlerine değinilmiştir.

Elitaş ve Özdemir (2014), “Bulut Bilişim ve Muhasebede Kullanımı” isimli çalışmada günümüzün yoğun rekabet ortamında şirketlerin temel hedeflerinin, gelişmiş teknolojik araçlarla donatılmış muhasebe sistemleri ile düşük maliyetle, hızlı ve sürekli takip edilebilen güvenilir bir altyapı oluşturmak ve sürdürmektir olduğu açıklanmıştır. Çevrimiçi bulut bilişim araçlarını kullanan muhasebe sistemleri bu ihtiyaçları karşılayabilir nitelikte olduğu ancak bulut bilişimin muhasebe alanında

yeni bir kavram olması nedeniyle ve ülkemizde yasal çerçevenin tam olarak oluşturulmamasından dolayı işletmelerde oluşan soru işaretleri konusuna değinilmiştir.

### 3.7. Bulgular

Bu çalışmamızda muhasebe meslek mensuplarının teknolojik değişim ve yeniliklere ilişkin görüşlerini belirlemek ve bu bilgiler doğrultusunda muhasebe mesleğinde yapay zekâ ve otonom sistemlerin etkinliğinin belirlenmesine yardımcı olmak amaçlanmaktadır. Araştırma kapsamında 12 muhasebe meslek mensubu ile mülakat yapılmış ve katılımcılara 10 tane açık uçlu soru sorulmuştur. Katılımcılara sorulan ve aşağıda maddeler şeklinde sunulmuş olan görüşme sorularına alınan cevapların betimsel analizi ve yorumlanması ile bu araştırmanın bulgularına ulaşılmıştır.

1- Ne zamandır muhasebe mesleği ile ilgileniyorsunuz?

2- Teknolojik gelişmelerin mesleki hayatı kolaylaştırdığını düşünüyor musunuz?

3- Robot otomasyon teknolojisinin işletmelerde kullanımını faydalı buluyor musunuz?

4- Muhasebe programlarının bulut teknolojisi ile birleştirilerek kullanılmasını erişilebilirlik ve maliyet açısından verimli buluyor musunuz?

5- Yapay zekâyı hayatınızın hangi alanlarında kullanıyorsunuz?

6- Yapay zekâ teknolojisi işsizliği artırır mı?

7- Robotik otomasyon sistemlerini kullanmak avantaj mıdır dezavantaj mı?

8- Sanal paraların günlük hayatta kullanımını güvenli buluyor musunuz?

9- Mesleğinizin geleceğini tahmin etseniz ne gibi değişimler içerir?

10- Sizden sonra bu mesleği yapmak isteyen kişilere neleri önerirsiniz?

“Endüstri 4.0 ile birlikte ortaya çıkan kavramların muhasebe mesleğine ve muhasebe denetimine etkileri nelerdir?” temel sorusuna cevap aradığımız bu çalışmada, aşağıdaki alt problemler belirlenmiştir:

1. Alt Problem: Muhasebe meslek mensuplarının muhasebe alanındaki dijitalleşme sürecine bakış açısı nedir?

2. Alt Problem: Muhasebe meslek mensuplarının bulut teknolojisi ile muhasebe işlemlerini kayıt altına almaları konusunda görüşleri nelerdir?

3. Alt Problem: Muhasebe meslek mensuplarının yapay zekâ ile ilgili görüşleri nelerdir?

4. Alt Problem: Yapay zekânın yaygınlaşması ile muhasebe meslek mensuplarında işsizlik oranı nasıl etkilenir?

5. Alt Problem: Muhasebe meslek mensuplarının kripto paralar ile ilgili görüşleri nelerdir?

6. Alt Problem: Muhasebe meslek mensuplarının mesleklerinin geleceği hakkında görüşleri nelerdir ve yeni adaylara tavsiyeleri var mıdır?

Araştırmamızda görüşme cevapları yukarıda ifade edilen alt problem cümleleri doğrultusunda analiz edilmiştir. Analizler yapılırken elde edilen veriler katılımcıların ifadeleri eşliğinde sunulmuş ve yorumlanmıştır. Katılımcılar K1, K2, K3... K12 şeklinde isimlendirilmiş ve katılımcıların ifadeleri doğrudan alıntılanarak örneklenmiştir.

Araştırmada, görüşme yapılan katılımcıların tanımlayıcı özellikleri kapsamında, meslekte geçirilen süre, cinsiyet ve muhasebe alanındaki unvanları incelenmiştir. Bu doğrultuda elde edilen bulgular Tablo 1’de sunulmaktadır.

<b>Katılımcı</b>	<b>Unvan</b>	<b>Meslekte Geçirilen Süre (Yıl)</b>	<b>Cinsiyet</b>	<b>Yaş</b>
K1	SMMM	34	Erkek	54
K2	SMMM	14	Erkek	39
K3	SMMM	30	Erkek	51
K4	SMMM	25	Kadın	50
K5	SM	6	Erkek	25
K6	SMMM	36	Erkek	52
K7	SMMM	20	Erkek	47
K8	SMMM	31	Erkek	49
K9	SMMM	36	Erkek	53
K10	SMMM	28	Erkek	50
K11	SMMM	10	Erkek	33
K12	SM	12	Kadın	38

Tablo 1: Katılımcıların Özellikleri

Tablo 1'e göre araştırmaya katılan katılımcıların %16 kadın, %84 erkek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi aktif olarak muhasebe mesleğiyle uğraşan kişilerin çoğunluğunu erkeklerin oluşturmasından kaynaklanmaktadır.

### 3.6.1. Birinci Alt Problemlerle İlgili Bulgular ve Yorumu

Araştırmamızın birinci alt problemi olan “Muhasebe meslek mensuplarının muhasebe alanındaki dijitalleşme sürecine bakış açısı nedir?” sorusu katılımcılara yöneltilmiş verilen cevaplar analiz edilip yorumlanmıştır.

Görüşmemizde; katılımcılardan 6 tanesinin teknolojik gelişmelerin muhasebe mesleğini olumlu yönde etkilediği, katılımcılardan 3 tanesinin teknolojik gelişmelerin muhasebe mesleğini olumsuz yönde etkilediğini, kalan 3 katılımcının da teknolojik gelişmelerin muhasebe mesleğine etki etmediğini belirtmiştir.

K1, K5 ve K8 katılımcıları teknolojik gelişmelerin mesleki hayata faydasının olmadığı görüşündedir. K2, K3, K4, K6, K7 ve K9 katılımcıları teknolojik gelişmelerin mesleki hayata faydalı olduğunu düşünmektedir. K10, K11 ve K12 katılımcıları ise bu konuda kararsız olduklarını belirtmişlerdir.

Katılımcıların paylaştıkları görüşlerden bazıları şu şekildedir:

SMMM K1: *“Teknolojik gelişmelerle muhasebe mesleği daha karmaşık ve zor hale geldiği için teknolojinin mesleği daha zor hale getirdiğini düşünüyorum.”*

SMMM K2: *“Muhasebedeki dijitalleşme kesinlikle mesleki hayatı kolaylaştırmaktadır. Fakat mesleğin gidişatını %100 olumlu etkilediği söylenemez.”*

SMMM K7: *“Dijitalleşme mesleki açıdan her türlü kolaylık sağlamıştır. En önemli avantajı işlemlerin hızlanmasından kaynaklanan zaman tasarrufudur.”*

SMMM K10: *“Teknolojik gelişmelerin olumlu yönde büyük etki ettiği konular var fakat zaman zaman teknolojinin de yetersiz kaldığı yerler olabilmektedir.”*

SMMM K11: *“Dijital gelişmelerin olumlu ya da olumsuz olarak mesleğe bir etkisi olduğunu düşünmüyorum.”*

Her ne kadar mali müşavirlerin çoğunluğu teknolojinin birçok faydası olduğuna ve çalışmalarında önemli bir rol oynadığına inansalar da yukarıda belirtilen bilgiler teknoloji ve yazılım konusunda bazı olumsuz yönleri sahip olduklarını

göstermektedir. Genellikle uzun süredir bu meslekte yer alan mali müşavirler, bilgisayarlı muhasebe alanında uzun bir kariyere sahip oldukları ve bu rollerde yetenekli oldukları için bu alanda kendilerine daha fazla güvendikleri düşünülmektedir. Ayrıca hata kabul etmeyen işlemler ve hesap verileri, elektronik ortamda veri kontrolünün daha kolay yapılabilmesi gibi sebeplerle meslek mensupları bu konuda çoğunlukla teknolojinin kolaylık getirdiğine kanaat getirmişlerdir. Kendi alanlarında birçok zorlukla karşılaşan mali müşavirler için doğru sonuçlara ulaşmak için profesyonel ve dürüst bir şekilde hareket etmek önemlidir. Muhasebe profesyonellerinin demografik özellikleri ile muhasebe alanındaki teknolojik gelişmelere ilişkin farkındalıkları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Başka bir deyişle, erkek ve kadın, genç ve orta yaşlı katılımcılar muhasebe mesleğindeki teknolojik gelişmelere ilişkin benzer görüşleri paylaşabilmektedirler. Katılımcıların görüşleri ve düşünceleri cinsiyete, yaşa veya mesleki tecrübeye göre farklılık göstermemektedir.

### 3.6.2. İkinci Alt Probleme İlgili Bulgular ve Yorumu

Araştırmamızın ikinci alt problemi olan “Muhasebe meslek mensuplarının bulut teknolojisi ile muhasebe işlemlerini kayıt altına almaları konusunda görüşleri nelerdir?” sorusu katılımcılara yöneltilmiş verilen cevaplar analiz edilip yorumlanmıştır.

Katılımcılara yöneltilen soru neticesinde 8 katılımcı bulut teknolojisi konusunda olumlu görüş belirtirken, 4 katılımcı çekimser görüş belirtmiştir. Katılımcıların hiçbiri genel olarak olumsuz bir görüş belirtmemiştir.

K1, K2, K3, K4, K5, K6, K10 ve K12 katılımcıları avantajlarının olması nedeniyle olumlu görüş belirtmişlerdir. K7, K8, K9 ve K11 katılımcıları kullanışsız olduğu ya da maliyetlerinden dolayı çekimser görüş belirtmişlerdir.

Katılımcılardan bazılarının görüşleri şu şekildedir:

SMMM K3: *“Bulut teknolojisini kullanmak erişim kolaylığı sağladığı için mesleki alanda kullanılmasını olumlu buluyorum.”*

SMMM K7: *“Bulut teknolojisini gündelik işlerde kullanmamızın, kurum gerektiren programlardan farkı yoktur bu yüzden bulut teknolojisi hakkında olumlu ya da olumsuz bir görüşüm yok.”*

SMMM K8: *“Muhasebe programlarının bulut teknolojisi ile birleştirilerek kullanılması maliyetinin verimliliğine oranla daha çok olması nedeniyle soru işaretleri yaratıyor.”*

SM K12: *“Muhasebe programlarını bulut tabanıyla kullanmanın verilerin yedeklemesi konusunda kolaylıklar sağlamıştır ve mekândan bağımsız çalışma olanağı sağlamıştır.”*

Araştırma sorularına verilen cevaplara bakıldığında büyük çoğunlukla olumlu görüş hakimken, bulut tabanlı programların bazı olumsuz özelliklerinden dolayı bu görüşü savunan ve azınlıkta olan bu katılımcılar olumlu fikir beyan etmek istememişlerdir. Muhasebe profesyonellerinin demografik özellikleri ile bulut tabanlı muhasebe programlarını kullanmak arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Başka bir deyişle, erkek ve kadın, genç ve orta yaşlı katılımcılar muhasebe mesleğindeki teknolojik gelişmelere ilişkin benzer görüşleri paylaşabilmektedirler. Katılımcıların görüşleri ve düşünceleri cinsiyete, yaşa veya mesleki tecrübeye göre farklılık göstermemektedir.

### **3.6.3. Üçüncü Alt Problemle İlgili Bulgular ve Yorumu**

Araştırmamızın üçüncü alt problemi olan “Muhasebe meslek mensuplarının yapay zekâ ile ilgili görüşleri nelerdir?” sorusu katılımcılara yöneltilmiş verilen cevaplar analiz edilip yorumlanmıştır.

Katılımcılara yöneltilen soru neticesinde yapay zekâ teknolojisinin muhasebe mesleğine entegre edilmesi konusunda 10 katılımcı olumlu görüş belirtirken, 2 katılımcı olumsuz görüş belirtmiştir.

K1, K3, K4, K5, K6, K7, K9, K10, K11 ve K12 katılımcıları yapay zekâ teknolojisinin muhasebe mesleğine entegre edilmesi konusunda olumlu görüş

bildirmişlerdir. K2 ve K8 katılımcıları yapay zekâ teknolojisinin muhasebe mesleğine entegre edilmesi konusunda olumsuz görüş bildirmişlerdir.

Katılımcılardan bazılarının görüşleri şu şekildedir:

SMMM K2: *“Yapay zekâyı kullanmanın sadece defter tutmada tekrarlayan işlemlerde fayda sağlayabilir. Muhasebecinin finansal tablolar hakkında bilgilendirme yapması ya da yenilenen mevzuata hâkim olması gibi konularda insana ihtiyaç duyulacağı için faydalı olmayacaktır.”*

SMMM K4: *“Yapay zekâ teknolojisini muhasebe programlarına entegre etmek muhasebe kayıtlarının tutulması ve kontrolü konusunda kolaylıklar sağlar.”*

SM K5: *“Kısmi faydaları olmakla beraber genel manada mesleğin çehresini değiştirmeyecektir. Bu nedenle genel manada olumludur.”*

SMMM K9: *“Büyük bir etki yaratacağı ve çok fayda sağlayacağı görüşündeyim fakat muhasebesel anlamda bütün problemleri çözemeyecektir.”*

Araştırma kapsamında katılımcılara yöneltilen bir diğer soru ise “Yapay zekâ teknolojisi sayesinde muhasebe kayıtlarının işlem anında otomatik olarak algılanıp oluşturulması ve meslek mensuplarının oluşturulan kayıtları kontrol ederek mesleki hayatlarına devam etmeleri, meslek mensupları açısından bir avantaj mıdır?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılara yöneltilen soru neticesinde katılımcıların tamamı soruya olumlu yanıt vermiştir.

Katılımcılardan bazılarının görüşleri şu şekildedir:

SMMM K6: *“Muhasebe kayıtlarının otomatik hale gelmesi ve muhasebecilerin programların denetçisi hale gelmesi hata oranını çok büyük ölçüde azaltır. Vergi ödemelerinde kayıp ya da kaçak gibi durumların tespiti daha kolay hale gelir.”*

SMMM K11: *“Kayıtların otomatik hale gelmesi meslek mensuplarına zaman kazandırmak bakımından yarar sağlar.”*

Muhasebe profesyonellerinin demografik özellikleri ile yapay zekânın muhasebe alanında kullanılması arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Başka bir deyişle, erkek ve kadın, genç ve orta yaşlı katılımcılar muhasebe mesleğindeki yapay zekâ teknolojisi ile ilgili gelişmelere ilişkin benzer görüşleri paylaşabilmektedirler. Katılımcıların görüşleri ve düşünceleri cinsiyete, yaşa veya mesleki tecrübeye göre farklılık göstermemektedir.

#### 3.6.4. Dördüncü Alt Probleme İlgili Bulgular ve Yorumu

Araştırmamızın dördüncü alt problemi olan “Yapay zekânın yaygınlaşması ile muhasebe meslek mensuplarında işsizlik oranı nasıl etkilenir?” sorusu katılımcılara yöneltilmiş verilen cevaplar analiz edilip yorumlanmıştır.

Katılımcılara yöneltilen soru neticesinde 4 katılımcı işsizliğin artacağı görüşüne olumlu görüş bildirmiş, 4 katılımcı işsizliğin artacağı görüşüne olumsuz görüş bildirmiş, 4 katılımcı ise işsizliğin artacağı görüşüne kararsız yaklaşım fikir belirtmemiştir. K1, K2, K8 ve K11 katılımcıları yapay zekânın muhasebe alanında işsizliği artıracığı görüşünü belirtmektedirler. K4, K6, K9 ve K10 katılımcıları işsizliğin artacağı görüşüne katılmadıklarını belirtmişlerdir. K3, K5, K7 ve K12 katılımcıları yapay zekânın işsizlik oranına etki etmeyeceğini ve bu konuda kararsız olduklarını belirtmişlerdir.

Katılımcılardan bazılarının görüşleri şu şekildedir:

SMMM K1: *“Muhasebe programlarına yapay zekâ entegre etmek tekrar eden işlemlerde kolaylıklar sağlar, bu kolaylığın neticesinde insana olan ihtiyaç azalacağı için işsizlik oranı artacaktır.”*

SMMM K5: *“Yapay zekânın muhasebe mesleğinde kullanılması işsizliği artırmaz, olağan iş akışı devam eder. Sadece kolaylık sağlayabilir.”*

SMMM K9: *“İşsizlik oranının artacağını düşünmüyorum.”*

Muhasebe profesyonellerinin demografik özellikleri ile yapay zekânın yaygınlaşmasıyla muhasebe meslek mensuplarında işsizlik oranının etkilenmesi arasında kısmen anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Yapay zekânın işsizliği artıracığı

görüşüne olumsuz bakan katılımcılar orta yaşta ve mesleki tecrübeleri daha uzun olan katılımcılardır. Diğer iki görüş için belirli bir ilişki bulunamamış, farklı cinsiyet, yaş ve mesleki tecrübeye sahip olan katılımcılar aynı görüşleri düşünebilmektedirler.

### 3.6.5. Beşinci Alt Problemle İlgili Bulgular ve Yorumu

Araştırmamızın beşinci alt problemi olan “Muhasebe meslek mensuplarının kripto paralar ile ilgili görüşleri nelerdir?” sorusu katılımcılara yöneltilmiş verilen cevaplar analiz edilip yorumlanmıştır.

Katılımcılar, yöneltilen bu soruyu iki ayrı konu üzerinden cevaplamışlardır. Yöneltilen soru neticesinde ilk konu olarak 11 katılımcı sanal paraların günlük hayatımızda kullanmanın avantajları olabileceğini, 1 katılımcı ise sanal paraların günlük hayatta kullanımının olumsuz olduğunu belirtmiştir. Sadece K4 katılımcısı olumsuz görüş belirtmiştir. İkinci konuda verilen cevaplar neticesinde 4 katılımcı sanal paraların resmi işlemlerde kullanılması hakkında olumlu görüş vermiş, 4 katılımcı sanal paraların resmi işlerde kullanılmasına olumsuz görüş belirtmiş, 4 katılımcı ise çekimser kalmıştır. K1, K2, K6 ve K11 katılımcıları resmi işlemlerde sanal para kullanımına olumlu görüş belirtmişlerdir. K3, K4, K5 ve K12 katılımcılarında resmi işlemlerde sanal para kullanımına olumsuz bir görüş hakimdir. K7, K8, K9 ve K10 katılımcıları kararsız olarak yorum yapmamayı tercih etmişlerdir.

Katılımcılardan bazılarının görüşleri şu şekildedir:

SMMM K3: *“Sanal paraların gündelik hayatta kullanılması veya yatırım yapılması herhangi bir sorun teşkil etmez fakat hesapların takibi ve kontrolü sağlanamadığı için resmi işlemlerde kullanılması kayıtsızlığı artıracaktır.”*

SMMM K6: *“Herhangi bir işlemde kullanılması ile günlük hayatta yatırım amaçlı kullanılması arasında bir fark yoktur. Sanal para kullanılan ülkelerde o para birimi devlet tarafından tanındığı sürece sorun teşkil etmez.”*

SMMM 8: *“Sanal paraların hukuki bir zemine sahip olup olmadığını bilmiyorum bu nedenle günlük yaşantımızda yapılan yatırım amaçlı sanal para alım*

*satımlarından bağımsız olarak resmi işlemlerde kullanılması konusunda herhangi bir fikrim yok.”*

Katılımcılar arasında çok yüksek bir oranla sanal paraları gündelik hayatta kullanma veya yatırım aracı yapma konusunda olumlu görüş hakimdir. Muhasebe profesyonellerinin demografik özelliklerinin sanal paraların gündelik hayatta kullanımı ile arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Her yaştan, cinsiyetten ve mesleki tecrübeden katılımcı aynı görüşe sahip olabilmektedir.

Bunun yanı sıra, muhasebe profesyonellerinin demografik özelliklerinin sanal paralar ile resmi işlemler gerçekleştirme konusunda kısmen bir ilişki vardır. Yaş ve mesleki tecrübe bakımından herhangi bir ilişki bulunamazken kadın katılımcıların tamamı sanal paraların resmi işlemlerde kullanılmasını olumsuz bulduklarını belirtmişlerdir.

### **3.6.6. Altıncı Alt Problemlerle İlgili Bulgular ve Yorumu**

Araştırmamızın altıncı alt problemi olan “Muhasebe meslek mensuplarının mesleklerinin geleceği hakkında görüşleri nelerdir ve yeni adaylara tavsiyeleri var mıdır?” sorusu katılımcılara yöneltilmiş verilen cevaplar analiz edilip yorumlanmıştır.

Katılımcıların görüşleri şu şekildedir:

SMMM K1: *“Eski mesleki alışkanlıklarınıza bağlı kalmadan, mesleki değerleri ön plana çıkaran, olumsuzluk durumlardan etkilenmeden doğru sonuçları gösteren, enerjik ve istekli bir çalışma arkadaşı olmanızı tavsiye ediyorum.”*

SMMM K2: *“Üç öneri olarak, mesleğin gerekliliği olan etik kurallara uymak, mevzuatın takibinde disiplinli olmak ve mesleğini sevmek diyebilirim.”*

SMMM K3: *“Muhasebe profesyonellerinin gelecekte dijital dünyanın sunduğu fırsatlardan yararlanması gerekmektedir. Özellikle muhasebe mesleği müfredatının yeniden düzenlenmesi gelecek açısından önem taşımaktadır.”*

SMMM K4: “Günümüzün dijital dünyasında muhasebe meslek mensuplarının dijital sistemlerin nasıl çalıştığını anlamaları ve karar vermeleri gerekmektedir. Bu yüzden muhasebe mesleği dijital sistemler aracılığıyla zenginleştirilmeli ve mevcut deneyimlerle edinilen becerilere odaklanılmalıdır. Öte yandan geleceğin muhasebecilerinin liderlik yeteneklerini geliştirmeleri gerektiği de açıktır.”

SMMM K6: “Meslek mensuplarının sürekli değişken olan mevzuata ayak uydurmaları için gelişmeleri takip etmelerini ve güncel kalmalarını önerebilirim.”

SMMM K7: “İlgili eğitim programları ve seminerler yaygınlaştırılmalı, muhasebe mesleğinde faaliyete başlamak isteyen genç adayların okuma ve araştırma becerileri geliştirilmelidir. Mesleki ve teknik gelişmelere ayak uydurabilmek için ilgili üniversitelerin bölümlerinin muhasebe kursu açması ve muhasebe programlarının (yazılımlarının) nasıl kullanılacağını öğretmesi gerekmektedir.

SMMM K8: “Üniversite bölümlerinin sadece teorik dersler vermemesi gerekiyor. Bu da gelecekte sektörü etkileyecek teknolojik gelişmeleri daha hızlı takip edecek yetenekleri yetiştirmemize olanak sağlıyor. Nitelikli muhasebe elemanı bulma sorununun çözümü için üniversite öğrencilerinin özellikle akademik hayatları boyunca staj yapmaları teşvik edilmeli ve motive edilmelidirler.”

SMMM K9: “Muhasebe odaları organizasyon ve çevre (network) oluşturulması hususunda etkin bir rol oynayabilir. Muhasebe odaları muhasebe meslek mensuplarının haklarının korunması ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi konularında da liderlik etmelidir.”

SMMM 10: “Kayıt dışı ekonominin azaltılması ve önlenmesi muhasebecilerinin Maliye Bakanlığı'ndan beklentisidir. Ayrıca vergi yasalarının kolaylaştırılması ve vergi yasalarından önce muhasebecilerin görüşlerinin alınması beklenmektedir.”

SMMM 11: “Karar verme sürecinde yer alan ahlaki faktörlerin yanı sıra, her bir olayın koşulları ve olaydan dolayı meslek mensubu üzerinde oluşabilecek

*baskının, karar verme süreci ve iş üzerinde önemli bir etkiye sahip olacağını dikkate alarak karar verme sürecinde uzman görüşlerine önem verilmesi gerekmektedir.”*

*SM 12: “Meslektaşlar arasındaki haksız rekabetin önlenmesi gibi hususlar ilgili mesleki standartlar yeniden düzenlenmelidir. Muhasebeciler arasında mesleğe olan güveni azaltacak şekilde çalışanlar arasında ayırım yapılmaması gerekmektedir. Ayrıca muhasebecilerin TÜRMOB'tan temel beklentilerinden biri haksız rekabetin önlenmesine yönelik olarak mesleki etik kuralların hayata geçirilmesidir.”*

Katılımcıların mesleğin geleceğini değerlendirmeleri ve yeni adaylara tavsiyeleri konusunda genel ortak bir fikir olarak muhasebe işlemlerinde etik kurallara uymanın önemi güçlü bir şekilde vurgulanmakta, meslek mensuplarının ve yeni adayların kendilerini güncel tutma hususunda fikir birliği oluşmakta ve yeni adayların baskı altında kalmadan doğru karar almaları yönünde telkin edilmektedirler.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz bilgi teknolojileri toplumunda endüstriyel ve teknolojik değişimler ve internet ile bilgisayar teknolojisindeki ani değişimler, küresel pazarların şirketlerden güçlü rekabet talep etmesine ve tüketicilerle girişimcilerin finans, sağlık, eğitim ve hizmet sektörlerindeki beklentilerini değiştirmektedir. Muhasebe ve defter tutma alanında dünya sahnesi hızla değişmesi nedeniyle bu gelişmeler sonucunda robotik süreç operasyonu, bulut sistemleri, blockchain teknolojisi ve yapay zekâ teknolojisi de ilgi görmektedir.

Çalışmamızda muhasebe ve muhasebe denetimi açısından önemli yere sahip olacağı düşünülen ve Endüstri 4.0'da yer alan önemli kavramlardan olan yapay zekâ teknolojileri, bulut sistemleri ve kriptolar hakkında muhasebe meslek mensuplarının bu konu hakkında görüşleri alınarak, araştırmanın problemleri doğrultusunda, sonuçlara ulaşılmıştır. Günümüzde yapılan muhasebe ve defter tutma işlemlerinin büyük çoğunluğunun yapay zekâ sistemleri üzerinden otomatik olarak yapılması düşüncesi bu araştırmanın sonuçlarının katma değerini ortaya koymaktadır.

Robotik süreç otomasyonu, bilgisayar muhasebesi ve yazılımındaki görevlerin kaydedilmesi, sıralanması, özetlenmesi ve raporlanmasının

otomatikleştirilmiş sürecidir. Robotik süreç otomasyonu, esas olarak muhasebe ve finans sektörlerinde çalışanların yaptığı işleri simüle etmektedir. Bu sistem ve sistemler, muhasebe ve defter tutmada sanal asistan görevi görür. Verilerin defterlere kaydedilmesi ve tekrarlanan işlemlerin otomatikleştirilmesi gibi önemli görevleri yerine getiren robotik sistemler, çoğu zaman muhasebe ofislerinde çalışan insan kaynaklarının yerini alan sistemler gibi kabul edilmektedir. Özellikle “SMACC” gibi yapay zekâ teknolojilerinin kamuda muhasebe yazılımlarında kullanılması, tüm muhasebe işlemlerini dijital ortamda otomatikleştirebilmektedir. Ancak bu yapay zekâ programları ve robotik otomasyon sistemleri, uzmanları muhasebe ve denetim görevlerinden uzaklaştıramayacak araçlardır. Aslında bu teknolojiler, verileri analiz etmek, değerlendirmek ve karar vermek için meslek mensuplarının veri girişi ve istatistiksel hesaplamalar gibi çalışanların zamanını alan sıkıcı muhasebe görevlerinden bağımsız olmalarına katkı sağlamaktadır. Ayrıca bu durumda robotik otomasyon sistemleri sayesinde muhasebe meslek mensuplarına yeni iş fırsatları açılacağı, çalışanların görev tanımlarının da değişeceği belirtilebilir.

Robotik süreç otomasyonu, aynı zamanda bulut bilişim ve blok zincir ve yapay zekâ gibi birçok yeni teknolojinin de kapısını açmıştır. Şirketlerin ve kurumların muhasebe ve denetim görevlerini yerine getirmek için robotik teknolojiyi tercih etmek istemesiyle muhasebe, bulut teknolojisine ve blok zincir uygulamalarına geçiş döneminin adımlarını atmaya başlamıştır. Defter tutma ve muhasebe denetimi alanındaki bu yenilikler durdurulamaz bir hızla ilerlerken, muhasebe profesyonellerinin de yeni teknoloji ve araçları aktif olarak hayatlarına dahil etmekte zorluklar yaşadıkları söylenmektedir. Gelişen tüm teknolojilerde olduğu gibi, muhasebe profesyonellerini ve işletmeleri yeni sistemlere yatırım yapmaktan alıkoyan birçok belirsizlik vardır ve insanların finansal işlemlerle uğraşırken çok fazla endişe ve endişeye sahip olmaları olağandır. Ancak geçmişteki dünya genelinde uygulanan muhasebe uygulamalarının mali kayıplara, sahtekârlığa ve muhasebe skandallarına yol açtığı ve bu eğilimlerin yaygınlaşmasının önüne geçilmesi gerektiği ortak bir fikirdir. Blok zincir teknolojisi, bulut sistemleri ve yapay zekânın, muhasebe ve denetim altyapısında bu güvenlik açıklarını önleyecek bir sistem haline gelmesi düşünülmektedir.

Günümüzde denetim çalışmaları, iç kontrol ve muhasebe sistemleri gelişmemiş şirketlerin sonuçlarını incelemeye yönelik olduğu göz önüne alındığında, kurum içerisinde tüm işlemlerin gerçekleştiği faaliyet alanının denetiminin yapılması oldukça önemlidir. Bu noktada operasyonları yöneten sistem akıllı bir sistem olmalıdır. İyi bir yapay zekâ teknolojisinin kullanılması, tespit edilmesi zor olan muhasebe hatalarını ortadan kaldırılabılır ve böylece muhasebe profesyonellerinin ve denetçilerin sorumluluğunu azaltabilir. Bu bağlamda yeni nesil muhasebe profesyonellerinin meslek tanımı, bilgi sistemleri ve fonksiyonlarının düzgün işleyişini incelemek üzere yeniden tanımlanabilmektedir.

Endüstri 4.0 olarak adlandırılan dördüncü sanayi devrimi, şirketlerin ve kurumların muhasebe uygulamalarını etkilediği gibi, profesyonellerin de çalışmalarını değiştirmeye başlamıştır. Muhasebe ve işlemlerde spesifik süreçlerde veri akışı ve bu süreçlerin anında yönetilebilmesi, hem personele zaman kazandırmaya hem de raporları analiz edip değerlendirerek karar alma sürecine katkı sağlamaya başladı. İş dokümantasyonundaki farklılık sadece muhasebe personelini değil aynı zamanda muhasebe eğitimini de yönlendirmiştir. Bu durum okullarda yeni ders ve etkinliklerin ortaya çıkmasına neden olmuş ve muhasebe mesleği adaylarının gelecekteki iş düşüncelerini etkilemiştir. Bütün bunları göz önünde bulundurarak; muhasebe ve denetim alanındaki teknolojik gelişmeler hakkında uzun yıllardır muhasebe alanında çalışan deneyimli uzmanların görüşleri alınmaya çalışılmıştır. Buradaki amaç muhasebe işlemlerinde muhasebe profesyonellerinin dijital ortam ve teknik yöntemlere ne kadar hakim olduklarını ortaya koymak çıkarmaktır.

Araştırmada sorular yöneltilen katılımcıların %16'sının kadın %84'ünün erkek olduğu, meslekteki deneyimleri bakımından katılımcıların %33'ü 6-14 yıl, %25'i 20-28 yıl, %42'si ise 30-36 yıl arasında mesleki faaliyetlerini icra ettikleri bilinmektedir. Katılımcıların %16'sının "Serbest Muhasebeci" %84'ünün de "Serbest Muhasebeci Mali Müşavir" olarak görevlerini yerine getirdikleri sonucuna varılmıştır.

Araştırmamızda, muhasebe meslek mensubu katılımcıların demografik özellikleri ile teknolojik gelişmelerin muhasebe ve muhasebe denetimine etkileri ile

ilgili alguları arasında anlamlı bir ilişkinin genel olarak olmadığı belirlenmiş fakat tek bir faktör için kısmen anlamlı bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Muhasebe meslek mensuplarının muhasebe alanındaki dijitalleşme sürecine bakış açıları, muhasebe meslek mensuplarının bulut teknolojisi ile muhasebe işlemlerini kayıt altına almalarına bakış açıları, muhasebe meslek mensuplarının yapay zekâya bakış açıları ve muhasebe meslek mensuplarının kripto paralar ile ilgili görüşleri katılımcıların demografik özellikleri ile anlamlı bir ilişki içerisinde değildir.

Katılımcıların demografik özellikleri, yapay zekânın yaygınlaşmasıyla muhasebe meslek mensuplarında işsizlik oranının etkilenmesi arasında kısmen anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Yapay zekânın işsizliği artıracığı görüşüne olumsuz bakan katılımcılar orta yaşta ve mesleki tecrübeleri daha uzun süreli olan katılımcılardır (K4, K6, K9 ve K10). Yapay zekânın işsizliği artıracığı görüşüne olumlu bakan ve konu hakkında fikir belirtmeyen katılımcılar arasında belirli bir ilişki bulunamamış, farklı cinsiyet, yaş ve mesleki tecrübeye sahip olan katılımcılar aynı görüşleri belirtebilmişlerdir.

Araştırmamıza katılan muhasebe meslek mensupları, muhasebe işlemleri ve hesaplarında teknolojinin hayatlarını kolaylaştırdığına geçmişteki manuel muhasebe işlemlerine kıyasla süre bakımından avantajlarını belirtmişlerdir. Ancak bu kolaylıkların yanı sıra bilgisayar tarafından otomatik olarak gerçekleştirilen muhasebe ve denetim görevleri mesleki bilgi ve becerileri yavaşlatmakta, verilerin doğru girilmemesi durumunda olumsuz sonuçlar ortaya çıkabilmekte, güvenlik ve virüs sorunları yaşanması ihtimal dahilinde olduğunu belirtmişlerdir. Bu sorunlara güvenle yaklaşmak için, yazılım tarafından oluşturulan otomatik kayıtların yanı sıra manuel olarak kontrol sağlamanın daha sağlıklı olduğunu savunulmaktadır. Bu eğilimin sebebi olarak, uzun yıllardır mesleki deneyime sahip olan muhasebe profesyonellerinin teknolojik gelişmelere temkinli yaklaştıklarını ve henüz kariyerlerinin başında olan muhasebe profesyonellerinin işlerini doğruluk ve titizlik içinde yürütmek olduğu söylenebilir. Muhasebe meslek mensupları, muhasebe işlemlerine ve muhasebede yaptıkları denetimlere yanlışlık, hata veya hatalı sonuçlar sokmak istemezler, ayrıca teknolojik ilerlemeler ve muhasebe sistemlerindeki

değişiklikler hızlı bir şekilde gerçekleşmekte ve mevzuatta oluşan yenilikler teknolojiye ayak uydurmayı zorlaştırabilmektedir. Bu durum muhasebe profesyonellerinin adaptasyonunu ve teknolojinin getirdiği yenilikleri etkileyebilmektedir. Aynı zamanda, defter tutma ve muhasebe işlemlerinin robotik otomasyon yoluyla daha verimli hale gelmesi, muhasebe personelini tereddütte bırakır ancak manuel defter tutma ve muhasebe görevleri için robotik sistemlerin kullanılması, profesyonel muhasebecilere yalnızca zaman kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda hata oranını çok büyük ölçüde düşürecektir.

Muhasebe meslek mensupları, muhasebe alanında geniş bir alan açacağına inanılan robotik otomasyon ve yapay zekâ sistemlerinin kullanılmasının, yalnızca muhasebe alanında kullanılması dikkate alındığında, maliyet ve performans standartlarında bazı faydalar sağlayacağına inanmaktadırlar. Ancak bazı muhasebe meslek mensuplarının bu sistemleri hiç kullanmadıkları ve bilgi sahibi olmadıkları sonucuna varılmıştır.

Bazı muhasebe meslek mensupları, yapay zekâ sistemlerinin muhasebe çalışanlarının işten çıkarılma ihtiyacını azaltıp azaltmayacağı konusunda şüpheci davranırken, bazıları da yapay zekâ sayesinde muhasebe mesleğinde yeni bir çalışma alanı yaratacağına ve işsizliğin artacağına kanaat getiriyor. Literatür araştırıldığında da benzer sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Araştırmacılar ve uygulayıcılar robotik muhasebe uygulamaları ve yapay zekâ sistemleri uygulamaları arasında ikiye bölünmüş durumdadırlar. Bunun sebebi olarak bu sistemlerin yeni olması ve daha fazla analiz gerektirmesi gerekliliği karşımıza çıkmaktadır. Zamanla araştırma ve uygulamalar arttıkça bu belirsizlikler, endişeler ve kafa karışıklıkları ortadan kalkacak ve bu konuda daha net sonuçlara ulaşılabilecektir.

Muhasebe meslek mensupları blok zincir teknolojisinin ilk tanındığı mekanizma olan kripto para sistemlerini belirsizlikler olduğu için temkinli davranmaktadırlar. Bazı katılımcılar, adından da anlaşılacağı gibi kripto para biriminin sanal olduğunu ve elde tutulamayacağını veya çıplak gözle görülemeyeceğini, bunun da sanal paraları daha az likit hale getirdiğini söylemekle

beraber, bu sistemin yeni ve sağlıklı bir finansal sistem olduğunu söyleyen katılımcılarda bulunmaktadır.

Katılımcıların genel olarak muhasebe personelinin işlerinin robotik muhasebe ve blok zincir teknolojisi ile geliştirileceğine inandıkları belirlendi. Her ne kadar bazı muhasebe meslek mensupları mali müşavirlere olan ihtiyacın azalacağını iddia etse de, birçok katılımcı, işletmeler olduğu sürece mali müşavirlere ihtiyaç duyulacağına inanmaktadır. Hükümetin vergiye olan talebi ve ticari olarak büyüme göstermek isteyen işletmeler için finansmanın güçlendirilmesi ihtiyacı, muhasebe ve denetim prosedürlerini gerekli kılmaktadır. Bunu düşüncede olan katılımcılar muhasebe meslek mensuplarının gelecekte daha iyi mesleki faaliyetlerde bulunabileceklerini savunuyorlar.

Muhasebe profesyonellerinin yeni adaylara tavsiyeleri, meslek mensuplarının özellikle etik standartlara uyum sağlamaları, sorgulayıcı olmaları, adil çalışmaları, dürüst olmaları ve yenilikleri takip etme gibi ilkeleri benimseyen bireyler olmaları önerilmektedir. Ayrıca sıkı çalışmanın, işlerine bağlılığın, işlerinde bilgi teknolojisi kullanımının, muhasebede raporlamanın ve değerlendirmede doğruluk ile şeffaflığın önemini vurgulamaktadırlar.

Bu çalışmadan elde edilen verilerin analizi ve yorumlanmasından elde edilen sonuç ve çıkarımlardan yola çıkarak araştırmamızla ilgilenen öğrencilere, akademisyenlere, uzmanlara ve muhasebe profesyonellerine aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

1. Bu araştırma on tane serbest muhasebeci mali müşavir ve iki tane serbest muhasebeci ile görüşme yapılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgularının tartışılabilmesi açısından araştırmanın örnekleme genişleterek aynı konu yeniden incelenebilir.

2. Muhasebe adaylarından oluşan bir araştırma grubuyla röportajlar yapabilir ve muhasebe mesleğinin geleceği için anahtar olan robotik otomasyon, blok zincir ve yapay zekâ uygulamaları hakkındaki düşüncelerini dinlenebilir.

3. Meslek mensupları muhasebe alanında kullanılan blok zincir teknolojisi ve robotik muhasebe uygulamalarının işsizlikten ziyade farklı alanlarda istihdama kapı açacağını yeni adaylara teşvik edecek şekilde açıklayabilir ve bu yeni alanlara yönelerek kendilerini o alanlarda geliştirebilmelerine yardımcı olabilirler.

4. Muhasebe meslek mensupları, yapay zekâ sistemleri, blok zincir teknolojisi, robotik sistemler ve alanlarıyla ilgili daha pek çok konuda düzenli konferanslar ve seminerler aracılığıyla eğitim alabilirler.

5. Geleceğin önemli uygulama alanlarından olan robotik otomasyon ve yapay zekâ uygulamaları olmak üzere muhasebecilere yönelik üniversite eğitiminde teorik ve uygulamalı derslerin sayısının artırılabilir ve muhasebe profesyonelleri iş başındayken beceri gelişimlerini uygulamalı olarak test etmeleri sağlanabilir.

## KAYNAKÇA

Adeyeri, M. K. (2018). *From industry 3.0 to industry 4.0: Smart predictive maintenance system as platform for leveraging*. Arctic Jj, 71(11), 64-81.

Akdoğan, N., & Akdoğan, M. U. (2018). *Büyük Veri - Bilişim Teknolojisindeki Gelişmelerin Muhasebe Uygulamalarına ve Muhasebe Mesleğine Etkisi*. Muhasebe Ve Denetime Bakış, 18(55), 1-14.

Akkuşcu, H. İ. (2019). *Endüstri 4.0'ın Çalışma Hayatına Etkisi: Bursa Örneği* (Master's thesis, Bursa Uludağ Üniversitesi).

Aksakallı, İ. K. (2019). *Bulut Bilişimde Güvenlik Zafiyetleri, Tehditleri ve Bu Tehditlere Yönelik Güvenlik Önerileri*. Uluslararası Bilgi Güvenliği Mühendisliği Dergisi, 5(1), 8-34.

Aktan, E. (2018). *Büyük Veri: Uygulama Alanları, Analitiği ve Güvenlik Boyutu*. Bilgi Yönetimi, 1(1), 1-22.

Alçın, S. (2016). *Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0*. Journal of life Economics, 3(2), 19-30.

Alkış, G., Piritini, S., & Ertemel, A. V. (2020). *Lojistik Sektöründe Endüstri 4.0 Uygulamalarının Operasyonel Verimliliğe Etkisi*. Business & Management Studies: An International Journal, 8(1), 371-395.

Arkan, Ö. (2018). *Endüstri 4.0 Kavramı ve Endüstri 4.0 Dönüşümünün Üretim Maliyetlerine Etkisi Üzerine Bir Vaka Çalışması: Bebek Bezi Üretimi* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Arslan, B. (2018). *"Bulut Bilişim'in Avantajları ve Dezavantajları."* (Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul) 9-67.

Aslan, Ü., & Özerhan, Y. (2017). *Big Data, Muhasebe ve Muhasebe Mesleği*. Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, 19(4), 862-883.

Atalay, M., & Çelik, E. (2017). *Büyük Veri Analizinde Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi Uygulamaları - Artificial Intelligence and Machine Learning Applications In Big Data Analysis*. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9(22), 155-172.

Atmaca, P. (2020). *Muhasebe Mesleğinin Bugünü ve Geleceği: Meslekte Uzmanlaşma* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Ayan, B., & Uysal, A. (2020). *Teknolojik ve Sosyo - Mekansal Dönüşüm: Türkiye'de Akıllı Fabrikalar* (Master's thesis, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi).

Ayboğa, H., & Görmüş, L. (2022). *Endüstri 4.0-Türkiye'nin Durumu ve Yapılması Gerekenler*. Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi, (17), 82-98.

Aytekin, A., Erdoğan, Y., & Kavalcı, K. (2016). *Yeni Bir İş Modeli: Muhasebe Alanında Bulut Bilişim*. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 12(12), 46-62.

Batal, S., & Tuğlu, K. (2018). *Endüstri 4.0 ve Yeni Teknolojiler Karşısında Yerel Yönetimlerde Yaşanan Değişimler*. Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi, 6(14), 216-232.

Bıçakçı, S. N. (2019). *Nesnelerin İnterneti*. Takvim-I Vekayi, 7(1), 24-36.

Bozkurt, N. (2006). *Muhasebe Denetimi*, Alfa Yayınları, 4. Baskı, İstanbul.

Buyruk Akbaba, A. N. (2019). *Bulut Muhasebe ve İşletmelerde Uygulanması*. Muhasebe ve Finansman Dergisi (82), 21-40. <https://doi.org/10.25095/mufad.535955>

Büyükarıkan, U. (2022). *Muhasebe Bilgi Sisteminde Robotik Süreç Otomasyonu*. Aydın İktisat Fakültesi Dergisi, 7(1), 25-32.

Ciravoğlu, G. (2006). *Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamaları ve Performans Üzerine Etkilerinin Analizi* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Coşlu, E. (2013). *Veri Madenciliği*. Akademik bilişim, 23-25.

Çakırel, Y. (2016). *İşletmelerde Büyük Veri*. Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5(1), 52-62.

Çark, Ö. (2019). *Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) Sistemleri* (1. bs.). Ankara: Gazi Kitabevi.

Çelik, S., & Akdamar, E. (2018). *Büyük Veri ve Veri Görselleştirme*. Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi(65), 253-264.

Davutoğlu, N. A. (2020). *Üçüncü ve Dördüncü Sanayi Devrimleri Arasındaki Temel Ve Sistemik Farklılıkların Determinist Bir Yaklaşımla Analizi*. Management and Political Sciences Review, 2(1), 176-194.

Demiral, D. G. (2021). *Endüstri 4.0'ın Lojistik Boyutu: Lojistik 4.0*. IBAD Sosyal Bilimler Dergisi, (9), 231-251.

Derici, S. (2023). *Dijital Tedarik Zinciri Yönetimi ve Büyük Veri*. Akademisyen Kitabevi.

Dermenci, M.S. (2023). *Endüstri 4.0 Teknolojik Olgunluk Düzeyinin Modellenmesi: Beyaz Eşya Sektörü Üzerine Bir Çalışma* (Yüksek Lisans Tezi)

Dinç, Y. (2019). *Lojistik Sektöründe Büyük Veri Kullanımı: Mersin İli Örneği* (Master's thesis).

Doğan, M. (2014). *Büyük Verinin Kişiler ve Kurumlar Üzerindeki Etkileri* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Ege Bölgesi Sanayi Odası Araştırma Müdürlüğü, *Sanayi 4.0: Uyum Sağlayamayan Kaybedecek*, 2015.

Elangovan, U. (2021). *Industry 5.0: The Future of the Industrial Economy (1st ed.)*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003190677>

Elitaş, C., & Özdemir, S. (2014). *Bulut bilişim ve muhasebede kullanımı*.

Erturan, İ. E., & Ergin, E. (2017). *Muhasebe Denetiminde Nesnelere İnterneti: Stok Döngüsü*. Muhasebe ve Finansman Dergisi, (75), 13-30.

Gacar, A. (2019). *Yapay Zekâ ve Yapay Zekânın Muhasebe Mesleğine Olan Etkileri: Türkiye'ye Yönelik Fırsat ve Tehditler*. Balkan Sosyal Bilimler Dergisi, 8, 389-394.

Garanina, T., Ranta, M., & Dumay, J. (2022). *Blockchain In Accounting Research: Current Trends and Emerging Topics*. Accounting, Auditing & Accountability Journal, 35(7), 1507-1533.

Gökrem, L., & Bozuklu, M. (2016). *Nesnelere İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum*. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi(13), 47-68.

Göktaş, P., & Aksu, B. (2021). *Endüstri 4.0 ile Beraber Blok Zincir (Blockchain) Teknolojisi, Bitcoin ve Sanal Paraların Gelecekteki Olası Etkileri*. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 26(3), 279-293.

Gönen, S., & Rasgen, M. (2019). *Endüstri 4.0 ve Muhasebenin Dijital Dönüşümü*. Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 8(3), 2898-2917.

Görmüş, L. (2022). *Endüstri 4.0-Türkiye'nin Durumu ve Yapılması Gerekenler* (Master's thesis, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

Güdek, B. (2023). *Endüstriyel Dönüşüm ve Endüstri 5.0*. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 16(4), 1129-1142. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.1331731>

Gündüz, M. Z., & Resul, D. A. Ş. (2018). *Nesnelere İnterneti: Gelişimi, Bileşenleri ve Uygulama Alanları*. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24(2), 327-335.

Hozdić, E. (2015). Smart factory for industry 4.0: A review. International Journal of Modern Manufacturing Technologies, 7(1), 28-35.

Ibrahim, A. E. A., Elamer, A. A., & Ezat, A. N. (2021). *The Convergence of Big Data and Accounting: Innovative Research Opportunities*. Technological Forecasting and Social Change, 173, 121171.

İyigün, İ. (2019). *Lojistik ve Tedarik Zinciri Süreçlerinde Büyük Veri Kullanımı ve Etkilerinin Analizi*. Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7, 95-103.

Kılıç, B. İ., & Anadolu, Z. (2018). *Dijital Çağın Yarattığı Muhasebe Uygulamalarının Muhasebe Hilelerinin Önlenmesine Etkisi*. Journal of Accounting and Taxation Studies, 55-97.

Kılıç, L. (2020). *Şişecam Enerji Yönetim Sisteminde Endüstri 4.0 ve Nesnelerin İnterneti Uygulaması*. Politeknik Dergisi.

Kılıç, R. (2023). Sanayi Devrimlerinin Serüveni: Endüstri 1.0'dan Endüstri 5.0'a. Takvim-i Vekayi, 11(2), 276-291.

Kılınc, Y. (2020). *Blockchain Teknolojisi: Muhasebe ve Denetim Mesleği Açısından Bir İnceleme*. Journal of Accounting and Taxation Studies, 13(3), 989-1011. <https://doi.org/10.29067/muvu.678681>

Kırbaş, İ. (2018). *Blokzinciri Teknolojisi ve Yakın Gelecekteki Uygulama Alanları*. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1), 75-82.

Kırca, S., Kelekçi, E., & Ayaz, M. (2019). *Bir Depolama Tesisi İçin Otomasyon Sisteminin Tasarımı ve Uygulanması*. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 25(2), 157-164.

Koçak, C. (2019). *Dördüncü Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Bir Cam Ambalaj Fabrikasında Uygulanması* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Kökhan, S. *Endüstri 4.0 Tanımı ve Yeni Meslekler*.

Kumar, N., & Lee, S. C. (2022). *Human-Machine Interface in Smart Factory: A Systematic Literature Review*. Technological Forecasting and Social Change, 174, 121284.

Kuşçu, E. (2015). *Çeviride Yapay Zekâ Uygulamaları*. Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi(30), 45-58.

Li, Z., & Zheng, L. (2018, September). *The Impact of Artificial Intelligence on Accounting*. In 2018 4th International Conference on Social Science and Higher Education (ICSSHE 2018). Atlantis Press.

Lin, P., & Hazelbaker, T. (2019). *Meeting the Challenge of Artificial Intelligence: What Cpas Need to Know*. The CPA Journal, 89(6), 48-52.

Malviya, B. K., & Lal, P. (2021). *The Changing Face of Accounting: Prospects and Issues in the Application of Artificial Intelligence*. International Journal of Accounting, Business and Finance, 1(1), 1-7.

Mokyr, J., & Strotz, R. H. (1998). *The Second Industrial Revolution, 1870-1914*. Storia dell'economia Mondiale, 21945(1).

Onay, A. (2020). *Büyük Veri Çağında İç Denetimin Dönüşümü*. Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, 22(1), 127-163.

Öner, M. (2022). Endüstri 4.0 ve İşgücü Piyasasına Etkileri Üzerine Teorik Bir İnceleme (Yüksek Lisans Tezi).

Öz, Y. (2016). *Bulut Bilişim (Cloud Computing) ve Muhasebe*. Bartın University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences/Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 7(13).

Özahi, E. (2019). *Bölüm 12 Siber Güvenlik/Siber-Fiziksel Sistemler*. Gaziantep Üniversitesi. ÜRGE, 506.

Özçelik, M., Beller Dikmen, B., & Deran, A. (2022). *Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Muhasebe ve Denetim Sürecine Etkisi ve Muhtemel Riskler*. İşletme Araştırmaları Dergisi.

Özdemir, K. (2020). *Endüstri 4.0: Akıllı Fabrikalar ve Muhasebe Uygulamalarına Olası Etkileri* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Özdoğan, O. (2017). *Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları*. Pusula.

Özdoğan, B., & Karğın, S. (2018). Blok Zinciri Teknolojisinin Muhasebe Ve Finans Alanlarına Yönelik Yansımaları Ve Beklentiler. Muhasebe Ve Finansman Dergisi(80), 161-176. <https://doi.org/10.25095/mufad.465928>

Özkul, F. U., & Pektekin, P. (2009). *Muhasebe Yolsuzluklarının Tespitinde Adli Muhasebecinin Rolü ve Veri Madenciliği Tekniklerinin Kullanılması*. World of Accounting Science, 11(4).

Özsoylu, A. F. (2017). *Endüstri 4.0*. Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 21(1), 41-64.

Öztemel, E. (2020). *Yapay Zekâ ve İnsanlığın Geleceği*. Bilişim Teknolojileri ve İletişim: Birey ve Toplum Güvenliği, 96-112.

Paşaoğlu, C., & Cevheroğlu, E. (2020). *Bulut Bilişim Sistemleri Kapsamında Kişisel Verilerin Şifreleme Yöntemleri ile Korunması*. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 13(2), 183-195.

Pınar, H. (2016). *Volkswagen Grubu Dizel Arabalarındaki Emisyon Manipülasyonu ve Hukuki Sonuçları*. İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi Mecmuası, 74(2), 843-875.

Pugna, I. B., & Duțescu, A. (2020). *Blockchain – The Accounting Perspective*. In Proceedings of the International Conference on Business Excellence (Vol. 14, No. 1, pp. 214-224).

Rechtman, Y. (2017). *Blockchain: The Making of a Simple, Secure Recording Concept*. The CPA Journal, 87(6), 15-17.

- Riedel, D. (2018). *Will Blockchain Drive the Fourth Industrial Revolution?*
- Sağıroğlu, S., & Sinanç, D. (2013). *Big Data: A Review*. In 2013 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS) (Pp. 42-47). IEEE.
- Salur, M. U. *Bulut Bilişimde Güvenlik*. <https://ab.org.tr/ab16/bildiri/131.pdf>
- Savaş, S., Topaloğlu, N., & Yılmaz, M. (2012). *Veri Madenciliği ve Türkiye'deki Uygulama rnekleri*. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11(21), 1-23.
- Sedefçi, K. (2018). *Endüstri 4.0 Bakış Açışıyla Nesnelerin İnterneti ve Müşteri Deneyimi Açışından İncelenmesi* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Serinkli, N. (2018). *Endüstri 4.0'ın zel, Kamu ve Kooperatif Sektörlerine Etkisi*. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23(Endüstri 4.0 Ve rgtsel Değişim zel Sayısı), 1607-1621.
- Sharma, A., & Singh, B. J. (2020). *Evolution of Industrial Revolutions: A Review*. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 9(11), 66-73.
- Shi, Z., Xie, Y., Xue, W., Chen, Y., Fu, L., & Xu, X. (2020). *Smart Factory in Industry 4.0*. Systems Research and Behavioral Science, 37(4), 607-617.
- Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani, L., & Oriolo, G. (2009). *Force Control*. (pp. 363-405). Springer London.
- Soylu, A. (2018). *Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar*. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (32), 43-57.
- Sürmen, Y. E. (2019). *Endüstri 4.0 ve Otomotiv Endüstrisi: Bursa İli Swot Analizi ile Değerlendirilmesi* (Doctoral dissertation, Bursa Uludağ University (Turkey)).
- şekkeli, Z. H., & Bakan, İ. (2018). *Akıllı Fabrikalar*. Journal of Life Economics, 5(4), 203-220.
- şuekinçi, C., & Çatıkkaş, . (2020). Blok zinciri teknolojisinin muhasebe ve vergilendirme üzerine etkileri. Mali Çözüm Dergisi, 30, 51-65.
- Tarmidi, M. B., Rozalan, A. H. A., Rasli, M. A. M., Roni, R. A., & Alizan, N. K. S. (2018). *Artificial Intelligence Accounting System (ALIAS)*. Global Business and Management Research, 10(3), 1116.
- Tavukçuoğlu, İ. C. (2019). *Endüstri 4.0 Kapsamında İot (Nesnelerin İnterneti) Uygulamalarının Müşteri Memnuniyetine Etkisi ve Bir Araştırma* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Tekbaş, İ. (2019). *Muhasebenin Dijital Dönüşümü ve Mali Mühendislik*. Ceres Yayınları.

Tekşen, Ö., Apalı, A., & Gülcan, Ö. Ü. N. (2021). *Bildiriler Kitabı*.

Topsakal, Y., Yüzbaşıoğlu, N., & Çuhadar, M. (2018). *Endüstri Devrimleri ve Turizm: Türkiye Turizm 4.0 Swot Analizi ve Geçiş Süreci Önerileri*. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23(Endüstri 4.0 Ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı), 1623-1638.

Trevino, M. (2019). *Cyber Physical Systems: The Coming Singularity*. PRISM, 8(3), 2–13. <https://www.jstor.org/stable/26864273>

Tutar, S. (2018). *Endüstri 4.0'in Muhasebeye Etkisi* (Doctoral dissertation, Sakarya Üniversitesi (Turkey)).

TÜBİTAK, Y. S. D. (2017). *Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası*.

Tüzüntürk, S. (2010). *Veri Madenciliği ve İstatistik*. Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 29(1), 65-90.

Ulusoy, G. (2019). *Endüstri 4.0 Uygulamalarının Lojistik Sektöründe Operasyonel Verimlilikle İlişkisi Üzerine Bir Araştırma* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).

Ünlü, Z. F. (2007). *Tedarik Zinciri Yönetimi, Lojistik ve Taşımacılıkta Bilişim Teknolojileri ve Uygulamaları* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Vinitha, K., Prabhu, R. A., Bhaskar, R., & Hariharan, R. (2020). *Review on Industrial Mathematics and Materials at Industry 1.0 to Industry 4.0*. Materials Today: Proceedings, 33, 3956-3960.

Yankın, F. B. (2019). *Dijital Dönüşüm Sürecinde Çalışma Yaşamı*. Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi, 7(2), 1-38.

Yardımcıoğlu, M., & Şitak, B. (2020). *Yapay Zekâ Teknolojisinin Muhasebe Alanına Yansımaları: Literatür İncelemesi*. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5(2), 342-353.

Yetiz, F., Turan, Y., & Canpolat, İ. (2021). *Bankacılık Sektöründe Robotik Süreç Otomasyonu ve Verimlilik İlişkisi: Bir Banka Örneği*. Verimlilik Dergisi, (2), 65-80.

Yıldız, A. (2018). *Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar*. Sakarya University Journal of Science, 22(2), 546-556.

Yılmaz, B., Bülbül, Ö. G. S., & Atik, M. (2017). *Büyük Verinin (Big Data) Muhasebe Üzerindeki Etkisi ve Muhasebeye Sağladığı Katkıların İncelenmesi*. Kara Harp Okulu Bilim Dergisi, (27), 79-112.

Yılmaz, Ü., & Kuvat, Ö. (2021). *Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Lojistik Faaliyetlerindeki Uygulama Alanları ve Verimliliğe Etkileri*. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (31), 746-754.