



BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ

T.C.

BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANA BİLİM DALI

DİJİTAL DENETİM: BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE MODEL ÖNERİSİ

HAKAN ALPAYDIN

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Osman TUĞAY

BURDUR – 2024

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

DİJİTAL DENETİM: BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE MODEL ÖNERİSİ

Hakan ALPAYDIN

1740201003

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Osman TUĞAY

Üye: Prof. Dr. Hüseyin DALGAR

Üye: Doç. Dr. Murat KAYA

Üye: Doç. Dr. Mahmut Sami ÖZTÜRK

Üye: Doç. Dr. Harun ÖZTÜRK

BURDUR – 2024

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER
ENSTİTÜSÜ

ETİK BEYAN

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'ne göre hazırlamış olduğum “Dijital Denetim: Bir Üretim İşletmesinde Model Önerisi” adlı tezin hazırlanması sürecinde akademik ve etik kuralları ihlal etmediğimi, tezimin özgün olduğunu, başvurduğum kaynakları metin içinde, dipnotlarda ve kaynakçada eksiksiz ve bilimsel kurallara uygun olarak gösterdiğimi taahhüt ederim.

Hakan ALPAYDIN

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca, ilk günden itibaren adım adım beni bu sürecin sonuna hazırlayan; bilgeliğiyle, insanlığıyla, cesaretiyle kendimi geliştirmemi, iyi hissetmemi ve bu işi başaracağıma inancımı teşvik eden, çalışmamın tıkanıdığı noktada desteğini hissettiğim, bu zorlu ve uzun yolda iyi ki rehberim olmuş dediğim değerli hocam Prof. Dr. Osman TUĞAY'a ve tez izleme komitesinde yer alan saygıdeğer Prof. Dr. Hüseyin Dalgıç ve Doç. Dr. Murat Kaya hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte, alçakgönüllülüğüyle ve samimiyetiyle önerileri ile çalışmamın son haline gelmesini sağlayan değerli hocalarımla Doç. Dr. Mahmut Sami Öztürk ve Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ŞEN'e teşekkür ederim.

Lisansüstü eğitimim boyunca bana destek olan eşim Gülnur ALPAYDIN, kızım Zeynep ALPAYDIN ve oğlum Yahya Erdem ALPAYDIN'a teşekkür ederim.

Hakan ALPAYDIN

Burdur, 2024

ÖZET

Muhasebe denetimi teknoloji ile birlikte değişime uğramaktadır. Muhasebe ve denetim mesleğinin günümüz teknolojisini takip edebilmesi için devamlı olarak dönüşüm içerisinde olması gerekmektedir. Teknoloji altında yer alan akademik disiplinlerin, muhasebe ve muhasebe denetimi disiplinlerinin disiplinler arası çalışmalarının olması gerekmektedir. Teknolojik gelişmelerin denetim mesleğinde kullanılmasıyla birlikte verimlilik artışı olacağı öngörülmektedir. Doğru bilgiye ulaşmak daha hızlı ve daha kolay olacaktır. Teknolojik gelişmelerin faydalarının yanında bazı negatif etkilerinin de olacağı beklenmektedir. Bazı meslek grupları yok olacak ya da etkileri azalacaktır. Teknolojinin artmasıyla birlikte vasıflı işgücü bulma zorluğu yaşanacaktır. Hızlı ve etkili bir biçimde devletin bu değişime ayak uydurması gerekmektedir. Bu etkenler düşünülerek devlet, akademi ve meslek mensupları, mesleğin geleceği ile ilgili tasarımları yapmalıdır.

İşletmelerin iç denetim birimleri yeni teknolojik gelişmeleri takip ederek denetim çalışmalarının daha etkin bir biçimde yürütmeyi hedeflemektedir. Bu tezde üretim sektöründeki firmaların dijital denetimi işletmeye nasıl uyarlaması gerektiği üzerine bir model tasarımı yapılmıştır. Günümüz teknolojisi hızla gelişim gösterirken iç denetim işleyiş sisteminde bu gelişmelere paralel olarak değişime ve gelişmeye ihtiyacı vardır.

Bu tez, blok zinciri, büyük veri, akıllı sözleşmeler, nesnelerin interneti ve yapay zekânın iç denetim yapısının içerisinde nasıl yer alması gerektiğini modellemiştir. Bu model ile birlikte işletmelerde dijital denetime geçerken yapmaları gereken işlemlere yönelik öneriler detaylı anlatılmıştır. Yapılan modelle etkili bir iç denetim mekanizması oluşturulması hedeflenmektedir. Oluşturulan modelin seçim aşaması için yazılım kod örnekleri verilmiştir.

Günümüz işletmelerinde dijital dönüşümün hızla ilerlemesiyle birlikte, iç denetimle ilgili dijital denetim uygulamalarıyla ilgili çalışma yapılması bir ihtiyaç halini almıştır. Bu doktora tezi, iç denetimde dijital teknolojileri teşvik etmek ve üretim sektöründe yer alan firmalara yol göstermek için hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İç Denetim, Büyük Veri, Yapay Zekâ, Akıllı Sözleşme, IoT

ABSTRACT

Accounting audit is transforming with technology. To keep up with today's technology, the accounting and auditing profession needs to evolve constantly. It is necessary for there to be interdisciplinary studies between the academic disciplines of technology and the disciplines of accounting and auditing. It is predicted that the use of technological advancements in the auditing profession will increase efficiency. Accessing accurate information will be faster and easier. Alongside the benefits of technological advancements, there are expected to be some adverse effects. Some professional groups will disappear, or their effects will diminish. With the increase in technology, skilled labor will be needed. The government needs to adapt to this change rapidly and effectively. Considering these factors, the government, academia, and professional members should design the profession's future.

Businesses' internal audit units aim to conduct audit activities more effectively by keeping up with technological developments. This thesis designs a model for how firms in the manufacturing sector should adapt digital auditing to the business. While technology is rapidly evolving, the internal audit system must also change and develop with these advancements.

This thesis extensively models how blockchain, big data, smart contracts, and artificial intelligence should be integrated into the internal audit structure. Detailed recommendations are provided for the procedures businesses should follow when transitioning to digital auditing with this model. The aim is to establish an effective internal audit mechanism with the implemented model. Software code examples are given for the selection phase of the created model.

Given the rapid digital transformation in today's businesses, there is an urgent need for studies on digital auditing applications related to internal audit. This doctoral thesis is prepared to promote digital technologies in internal auditing and to guide firms in the manufacturing sector, underlining the criticality of this transition.

Keywords: *Internal Audit, Big Data, Artificial Intelligence, Smart Contract, IoT*

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN.....	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

İÇ KONTROL VE İÇ DENETİM

1.1. Denetim	4
1.2. Kontrol Kavramı.....	5
1.3. İç Kontrol Kavramı	6
1.4. İç Denetim	8
1.4.1. İç Denetim ve İç Kontrol	9
1.4.2. İç Denetimin Geçmişi	10
1.4.3. İç Denetimin Amaçları ve Yararları	12
1.5. İç Denetim Türleri	13
1.5.1. Mali Denetim	13
1.5.2. Uygunluk Denetimi	14
1.5.3. Bilgi Teknolojileri Denetimi.....	15
1.5.4. Sistem Denetimi.....	16
1.5.5. Performans Denetimi	16

İKİNCİ BÖLÜM

DİJİTAL İÇ DENETİM

2.1. Blok Zincir	18
2.1.1. Blok Zincir Kavramı.....	18
2.1.2. Blok Zincir Teknolojisi.....	20
2.1.3. Blok Zincirinin Temel Kavramları	21
2.1.3.1. Blok Kavramı	21
2.1.3.2. Eşten Eşe (Peer To Peer - P2p) Ağ.....	21
2.1.3.3. Dağıtık Ağ Yapısı.....	22

2.1.3.4. Mutabakat Mekanizması (Consensus).....	23
2.1.4. Blok Zincir Ağ Çeşitleri	25
2.1.5. Akıllı Sözleşmeler	27
2.1.6. Blok Zincir ve Denetim	29
2.2. Büyük Veri	32
2.2.1. Büyük Veri Bileşenleri	35
2.2.1.1. Veri Hacmi	35
2.2.1.2. Veri Çeşitliliği	36
2.2.1.3. Veri Hızı	36
2.2.1.4. Veri Doğruluğu.....	37
2.2.1.5. Veri Değeri	37
2.2.2. Denetim ve Büyük Veri	37
2.3. Yapay Zekâ.....	42
2.3.1. Yapay Zekâ Kavramı ve Gelişimi	42
2.3.2. Yapay Zekâ ve Muhasebe Denetimi.....	45
2.4. Nesnelerin İnterneti	49
2.4.1. Nesnelerin İnterneti Kavramı	50
2.4.2. Nesnelerin İnterneti ve Denetim	53
2.5. İç Denetimin Dijital Süreci.....	58

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DİJİTAL İÇ DENETİM MODELİNİN OLUŞTURULMASI

3.1. Araştırmanın Konusu, Amacı ve Önemi	63
3.2. Literatür Taraması	64
3.2.1. Yurtdışında Yapılan Çalışmalar	64
3.2.2. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar.....	66
3.3. İşletmeyle İlgili Bilgiler	70
3.4. İşletmenin İç Denetim Süreçleri Analizi	71
3.5. Dijital İç Denetim Modeli	71
3.5.1. Üretim Sürecinde Dijital Denetim	72
3.5.1.1. Üretim Sürecinde Hammadde Planlama Algoritması	76
3.5.1.2. Üretim Sürecinde Hammadde Kırma Algoritması	79
3.5.1.3. Üretim Sürecinde Sevkiyat Algoritması.....	83
3.5.1.4. Üretim Sürecinde Hammadde Depo Algoritması.....	87
3.5.1.5. Üretim Sürecinde Çimento Üretim Algoritması.....	90

3.5.1.6. Üretim Sürecinde Mamul Depo Algoritması.....	94
3.5.2. Satın Alma Sürecinde Dijital Denetim	97
3.5.2.1. Satın Alma Sürecinde Sipariş Talep Açılma Algoritması	100
3.5.2.2. Satın Alma Sürecinde Sipariş Teklif Alma Algoritması	104
3.5.2.3. Satın Alma Sürecinde Akıllı Sözleşme Algoritması	107
3.5.2.4. Satın Alma Sürecinde Malzeme Sevkiyat Algoritması	110
3.5.2.5. Satın Alma Sürecinde Malzeme Onay Algoritması	113
3.5.2.6. Satın Alma Sürecinde Depo Algoritması	116
3.5.2.7. Satın Alma Sürecinde Akıllı Sözleşme Ödeme Algoritması.....	119
3.5.3. Pazarlama Sürecinde Dijital Denetim.....	122
3.5.3.1. Pazarlama Sürecinde Satış Planlama Algoritması.....	125
3.5.3.2. Pazarlama Sürecinde Akıllı Sözleşme Algoritması.....	129
3.5.3.3. Pazarlama Sürecinde Depo Algoritması.....	132
3.5.3.4. Pazarlama Sürecinde Mamul Sevkiyat Algoritması.....	136
3.5.3.5. Pazarlama Sürecinde Akıllı Sözleşme Teslim Algoritması.....	140
3.5.4. İnsan Kaynakları Sürecinde Dijital Denetim.....	144
3.5.4.1. İnsan Kaynakları Sürecinde Akıllı Sözleşme Algoritması	147
3.5.4.2. İnsan Kaynakları Sürecinde Bordro Algoritması	151
3.5.4.3. İnsan Kaynakları Sürecinde Akıllı Sözleşme Ödeme Algoritması	155
3.5.5. Dijital Denetimde Muhasebe İşlemleri ve Kontroller.....	158
3.5.5.1. Evrakların Kaydedilmesi	158
3.5.5.2. Kasa İşlemleri	158
3.5.5.3. Döviz İşlemleri	159
3.5.5.4. Belge İşlemleri.....	159
3.5.5.5. Çek İşlemleri.....	159
3.5.5.6. Cari Tahsilat İşlemleri	160
3.5.5.7. Banka Kredileri.....	161
3.5.5.8. Çevre Kontrolleri	161
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	163
KAYNAKÇA	167

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ACCA	: Association Of Certified Chartered Accountants
CAC	: Cybersecurity Audit Certificate
CCSA	: Certification In Control Self-Assessment
CFE	: Certified Fraud Examiners
CIA	: Certified Internal Auditor
CISA	: Certified Information Systems Auditor
COSO	: The Committee Of Sponsoring Organizations Of The Treadway Committee
CPS	: Cyber Physically System
CRMA	: Certification In Risk Management Assurance
DCS	: Distributed Control Systems
E&Y	: Ernest & Young
ECIIA	: European Confederation of Institutes of Internal Auditing
EDI	: Electronic Data Interchange
ERP	: Enterprise Resource Planning
FCPA	: The Foreign Corrupt Practices Act
GPS	: Global Positioning System
GSMÜ	: Gayri Safi Milli Üretimi
HMI	: Human Machine Interface
IIA	: The Institute Of Internal Auditors
IMA	: Institute Of Management Accountants
IOT	: Internet Of Things
ITIL	: Information Technology Infrastructure Library

KKP	: Kurumsal Kaynak Planlaması
KPMG	: Klynveld Peat Marwick Goerdeler
LTE	: Long Term Evolution
NCFFR	: National Commission on Fraudulent Financial Reporting
NFC	: Near Field Communication
PBFT	: Practical Byzantine Fault Tolerance
POS	: Proof Of Stake
POW	: Proof Of Work
PWC	: PricewaterhouseCoopers
RFID	: Radio Frequency Identification,
RPA	: Robotik Proses Otomasyonu
SAS	: Statement Of Auditing Standards
SCADA	: Supervisory Control And Data Acquisition
SEC	: Security Exchange Commission
SOX	: Sarbonenes OxleyYasası
SPSS	: Statistical Package For The Social Sciences
TİDE	: Türkiye İç Denetim Enstitüsü
WSN	: Wireless Sensor Network
YZ	: Yapay Zekâ

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: İç Kontrol Yapısını Oluşturan Unsurlar	8
Tablo 2: Geçmişten Günümüze İç Denetim Süreci.....	9
Tablo 3: İç Denetimin Tarihsel Gelişimi	11
Tablo 4: Uygunluk Denetimi	14
Tablo 5: Blok Zincirinin Denetim Mesleğine Olası Etkileri.....	30
Tablo 6: Büyük Veri Tanımları.....	33
Tablo 7: Büyük Veri ve Geleneksel Veri Karşılaştırması.....	34
Tablo 8: Büyük Verinin Muhasebe Mesleğine Sunduğu Fırsatlar ve Tehditler	38
Tablo 9: Stoklar Döngüsü Denetim Yaklaşımları.....	55

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Dijital Denetimin Altyapısı.....	17
Şekil 2: Blok Zincir Gelişim Süreci	19
Şekil 3: Blok Zinciri Dağıtık Veri Tabanı	22
Şekil 4: Blok Zinciri Ağ Çeşitleri	26
Şekil 5: Büyük Verinin 5 V'si.....	35
Şekil 6: Büyük Veri Öngörüsöl Model	40
Şekil 7: Denetim Planları Adımları.....	41
Şekil 8: Büyük Veri Denetim Analitiği.....	41
Şekil 9: Denetim ve Yapay Zekâ	47
Şekil 10: Üretim İşletmelerinde Nesnelerin İnterneti Süreci	53
Şekil 11: Blok Zinciri-Nesnelerin İnterneti Ticaret Dolaşım Sistemi.....	56
Şekil 12: Dijital Olarak Etkinleştirilmiş Ve Gerçek Zamanlı Olarak Sürekli Yenilenen Dinamik Bir İç Denetim Algoritması.....	59
Şekil 13: Üretim Sürecinde Dijital Denetim	75
Şekil 14: Üretim Sürecinde Hammadde Planlama Algoritması.....	76
Şekil 15: Üretim Sürecinde Hammadde Kırma Algoritması	79
Şekil 16: Üretim Sürecinde Sevkiyat Algoritması	83
Şekil 17: Üretim Sürecinde Hammadde Depo Algoritması.....	87
Şekil 18: Üretim Sürecinde Çimento Üretim Algoritması.....	90
Şekil 19: Üretim Sürecinde Mamul Depo Algoritması.....	94
Şekil 20: Satın Alma Sürecinde Dijital Denetim	99
Şekil 21: Satın Alma Sürecinde Sipariş Talep Açılma Algoritması	100
Şekil 22: Drone Depo İşleyiş Prensipleri	101
Şekil 23: Satın Alma Sürecinde Sipariş Teklif Alma Algoritması	104
Şekil 24: Satın Alma Sürecinde Akıllı Sözleşme Algoritması	107
Şekil 25: Satın Alma Sürecinde Malzeme Sevkiyat Algoritması	110
Şekil 26: Satın Alma Sürecinde Malzeme Onay Algoritması.....	113
Şekil 27: Satın Alma Sürecinde Depo Algoritması.....	116
Şekil 28: Satın Alma Sürecinde Akıllı Sözleşme Ödeme Algoritması.....	119
Şekil 29: Pazarlama Sürecinde Dijital Denetim.....	124

Şekil 30: Pazarlama Sürecinde Satış Planlama Algoritması	125
Şekil 31: Pazarlama Sürecinde Akıllı Sözleşme Algoritması	129
Şekil 32: Pazarlama Sürecinde Depo Algoritması	132
Şekil 33: Pazarlama Sürecinde Mamul Sevkiyat Algoritması	136
Şekil 34: Pazarlama Sürecinde Akıllı Sözleşme Teslim Algoritması.....	140
Şekil 35: İnsan Kaynakları Sürecinde Dijital Denetim	146
Şekil 36: İnsan Kaynakları Sürecinde Akıllı Sözleşme Algoritması	147
Şekil 37: İnsan Kaynakları Sürecinde Bordro Algoritması.....	151
Şekil 38: İnsan Kaynakları Sürecinde Akıllı Sözleşme Ödeme Algoritması.....	155
Şekil 39: Dijital Tabanlı Denetim Sistemi	162



GİRİŞ

Her yeni yüzyılın başlangıcından sonuna kadar dünyada birçok gelişme yaşanmıştır. Dünya son yüzyılın ilk çeyreğinde diğer dönemlerden çok daha hızlı ve dünyanın her yerini etkileyen gelişmelere şahit olmuştur. Bu değişimde en önemli pay internet ve internete bağlı olarak çalışan teknolojik gelişmelerdir. Dünyada her insanı etkileyen bu hızlı gelişme süreci iş dünyasını da yüksek düzeyde etkilemiştir. Yönetim, pazarlama, üretim, muhasebe, muhasebe denetimi ve firma içerisinde yer alan süreçlerin hepsi bu değişimin içerisine dâhil olmuştur.

Blok zinciri, akıllı sözleşmeler, büyük veri ve yapay zekâ teknolojileri iş dünyasında önemli bir yer almaya başlamıştır. Blok zincirinin iş dünyasında kullanılması sayesinde elde edilen verilerin değiştirilme ihtimali düşük olduğu için daha güvenilir bilgiler oluşturulabilmektedir. Güvenilir bilgilerle birlikte işletmeler daha şeffaf olmaktadır. Blok zinciri yapısına sahip akıllı sözleşmeler sayesinde oluşturulan anlaşmalar hem daha güvenilir hem de otomatik olarak ödeme ve tahsilatların gerçekleşmesini mümkün kılmaktadır. İşlemlerin otomatik olarak gerçekleşmesi sayesinde işletmeler zamandan ve maliyetten tasarruf etmektedirler. Büyük veri teknolojisi sayesinde verilerin hepsi saklanmakta ve bu verilere hızlı bir biçimde ulaşılmaktadır. Bu sayede yöneticiler anlık olarak işletmelerinin durumlarını öğrenebilmekte ve analiz edebilmektedir. Analiz edilen duruma karşı çevik bir şekilde yanıt verebilmektedirler. Elde edilen veriler sayesinde işletme stratejilerini doğru olarak belirleyebilmektedirler. Yapay zekâ sayesinde öğrenme yeteneği olan insan gibi düşünen akıllı sistemler oluşturulması sağlanmıştır. Oluşturulan yazılımlarla, elde edilen verileri işleyip bunları analiz etme işlemini gerçekleştirmektedirler. Yapılan işlemleri sadece analiz etmekle kalmayıp sonraki analizler için insan gibi öğrenip ortaya çıkabilecek problemlere karşı çözüm üretebilme yetenekleri elde edilmektedir. Elde edilen bu yetenek sayesinde işletmelerde sorunlara karşı daha hızlı tepki verebilme veya önceden bu durumları tespit edebilme imkânı ortaya çıkmıştır.

Günümüzde etkin hale gelen bu teknolojiler her sektörü etkilediği gibi muhasebe denetiminin her aşamasını etkilemiştir. Bağımsız denetim sektörü ve iç denetim birimleri süreçlerden etkilenmiştir. Bağımsız denetim firmaları yeni teknolojileri kullanarak denetim sisteminde köklü değişiklikler yapmaya devam etmektedir. Bağımsız denetimdeki

bu değişimler iç denetim birimlerinde de etkili olmaktadır. Yeni teknolojiler kullanılarak iç denetim süreçlerinde de değişikliklere yol açmaktadır. İşletmelerde basılı olarak saklanan belgeler artık dijital ortamda üretilmekte ve dijital olarak saklanmaktadır. Eskiye göre bu belgelerin dijital ortamda saklanma koşulları da değişmektedir. Artık belgeler, blok zinciri kullanılarak depolanıp daha güvenilir olarak saklanabilmektedir. Blok zinciriyle depolanan belgeler sayesinde işletmelerin muhasebe ve diğer birimlerin belgeleri korunmuş olmaktadır. Korunan belgelerden elde edilen sonuçlarda daha güvenilir olmaktadır. Depolanan belgeler, işletme içi veriler ve işletme dışı veriler de büyük veriyi oluşturmaktadır. Büyük veri kullanılarak işletme her türlü işletme içi ve dışı analizleri gerçekleştirebilmektedir. İşletmenin anlık olarak durumunu uzaktan veya işletme içinden izin verilen ölçülerde kontrol altında tutabilmektedir. Yapılan bu çalışmalarla işletmeler sürekli denetim altında olmaktadır. İşletmeler bu analizleri ve kontrolleri yaparken sadece çalışanları kullanmamaktadır. Çalışanlar dışında yapay zekâdan da faydalanabilmektedir. Yapay zekâ, blok zinciriyle korunan büyük veriyi kullanarak analiz işlemleri gerçekleştirebilmektedir. Verilerin analiz edilmesiyle işletmenin üretiminin optimum düzeyde olması sağlanabilecektir. Yapılan analiz sonuçlarına göre riskli işlemler veya riskli olabilecek işlemler değerlendirilerek işletmenin ortaya çıkabilecek zararı ez aza indirilebilecektir. Risk odaklı denetim sistemi, kullanılacak teknolojiler sayesinde daha etkin olarak çalıştırılabilecektir. İşletmelerin anlaşmalarda ve ihalelerde akıllı sözleşme kullanması sayesinde ürün alma-satma ve ödeme-tahsilat işlemleri otomatik olabilecektir. Sözleşmeye uyulmaması durumları da anlaşmanın şartlarına göre otomatik olarak çalışabilecektir. İşletmeler akıllı sözleşmeler sayesinde satın alma ve satış işlemlerinden ortaya çıkabilecek zararları en alt düzeye çekebilecektir. İç denetimin amaçlarından birisi olan hatalı veya hileli işlemleri önlemede sözleşmenin kullanılmasıyla etkin olarak gerçekleşmiş olabilecektir.

Dijital iç denetim sürecine geçişin hızlı olabilmesi için endüstri 4.0 uygulamasının işletmede kullanılması gerekmektedir. Endüstri 4.0 uygulamasında kullanılan teknoloji yapıları dijital denetimde kullanılmaktadır. Süreçte, denetimdeki teknolojik yatırımlar ve denetçilerin eğitilmesi büyük önem arz etmektedir. Sadece iç denetçilerin değil sistem içerisinde yer alan tüm çalışanların dijital denetim için eğitilmesi gerekmektedir. Çalışanların yeni teknolojiye ayak uydurarak sistemin düzgün çalışmasına katkı sağlamaları önemlidir.

Yapılan tez çalışması 3 bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde iç kontrol ve iç denetim kavramları anlatılmaktadır. İç denetim ve iç kontrol arasındaki ilişki incelenmiştir. İç denetimin tarihi süreci irdelenmiştir. İç denetimin neden yapılması gerektiği ve yapılan iç denetimin avantajları ele alınmıştır.

İkinci bölüm dijital iç denetimde kullanılan teknolojilerin anlatıldığı bölümdür. İlk olarak blok zinciri teknolojisi incelenmiştir. Blok zincirinin tarihi gelişimi, zincirin çalışma prensibi ve iç denetimde kullanılması ele alınmıştır. Blok zinciri yapısının altında yer alan akıllı sözleşmelerin çalışma prensibi konusunda bilgi verilmiştir. Büyük verinin yapısı ve çalışma prensibi açıklanmıştır. Ayrıca bu bölümde büyük verinin iç denetimle olan ilişkisi ele alınmıştır. Yapay zekânın çalışma prensibi ve denetimde kullanılması yöntemleri anlatılmıştır. İkinci bölümde son olarak dijital denetimin çalışmasını sağlayan nesnelerin internetinin çalışma prensibi ele alınmıştır. İşletmenin büyük veriyi oluşturmasında ve oluşan verilerden çıkan sonuçların iletilmesinde kullanılan bu teknoloji sayesinde dijital denetim tamamlanmaktadır.

Son bölümde dijital iç denetimin bir işletmede uygulama çalışması yapılmıştır. Dijital denetimle ilgili yurtdışı ve yurtiçi literatür araştırmalarına yer verilmiştir. Uygulama yapılacak işletme tanıtılmıştır. İşletmenin durum analizi yapılmıştır. İşletmenin uyguladığı iç denetim sistemi ve kullandığı program incelenmiştir. İşletmede uygulanacak olan dijital denetim için gerekli altyapı ve diğer gereksinimler açıklanmıştır. İşletmenin kullandığı iç denetim modeli anlatılarak bu sisteme uygun ayna dünya oluşturulmuştur. Oluşturulan ayna dünyanın her aşaması için ayrı ayrı algoritmalar oluşturularak detaylı olarak çalışma prensipleri açıklanmıştır. Algoritmaların seçim aşaması için yazılım kodları oluşturulmuştur. Yeni teknolojilerin uygulanması için gerekli alt yapı sürecine ilişkin önerilerde paylaşılmıştır. Bölüm sonunda çalışmanın sonuçları ortaya koyulmuş ve tartışılarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Dijital iç denetim hakkında gelecek araştırmalar ve öneriler literatüre sunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

İÇ KONTROL VE İÇ DENETİM

Bu bölümde muhasebede iç kontrol ve iç denetim konuları anlatılacaktır. İç kontrol ve iç denetim birbirinden ayrı iki kavramdır. Bu iki kavramın birbiri ile güçlü ilişkisi vardır. İç kontrolün bağımsız fonksiyonu iç denetimdir. Kurumların ve işletmelerin risklerinin en aza indirilmesi için ihtiyaç duyulan sistemlerin oluşturulması ve uygulamaya konması iç kontrolün görevidir. İç denetimin görevi ise yapılan kontrollerle ilgili değerlendirmeler yaparak değerlendirme sonuç ve önerilerini yönetime bilgi olarak aktarmaktadır (Sabuncu, 2017: 161)

1.1. Denetim

Muhasebe denetiminin ne zaman başladığı ile ilgili kesin bilgiler olmasa da iktisadi faaliyetlerin gerçekleşmeye başladığı dönemlerde başladığı söylenebilir. Muhasebe denetimin M.Ö. 3000’li yıllara kadar eskiye dayandığı bazı kaynaklarda yer almıştır (Haftacı, 2018: 1). İnsanın iktisadi faaliyetlerine başladığı dönemlere kadar giden muhasebe denetimi, günümüz iktisadi faaliyetlerin daha da artmasıyla önemi artmıştır.

Denetim, bir kurum tarafından gerçekleştirilen işlemlerin önceden belirlenmiş ölçütlere uygunluğunun değerlendirildiği, iyileştirme önerilerinin sunulduğu ve raporların hazırlandığı bir süreçtir. Denetim sürecinin gerçekleşmesi için ilk olarak kurumun veya kurum dışındaki otoritelerin gerekli ölçütleri belirlemesi gerekmektedir. Ölçütler belirlendikten sonra kurum tarafından gerçekleştirilen işlemler ile belirlenen ölçütler arasında değerlendirme süreci gerçekleştirilir. Elde edilen bilgiler ışığında kurumun işlemlerinin nasıl daha iyi olacağı değerlendirilmesi yapılır. Kurum için yapılan değerlendirmeler sonucunda rapor oluşturulur. Oluşturulan rapor ilgili taraflara sunulularak denetim süreci sonlandırılır.

Haftacı denetimin tanımını “*belli bir iktisadi birim veya belirli bir döneme ait ekonomik faaliyetler sonucunda hazırlanan finansal tablo ve diğer bilgilerin, önceden belirlenmiş ölçütlere uygunluk ve doğruluk derecesini, makul güvence sağlayacak yeterli ve uygun bağımsız denetim kanıtlarıyla belirlemek amacıyla, bağımsız bir uzman kişi tarafından yürütülen kanıt toplama, toplanan kanıtları defter kayıt ve belgeler üzerinden*

dayanaklarla karşılaştırarak değerlendirme ve sonucu bir raporla sunma sürecidir ” şeklinde yapmaktadır (Haftacı, 2018: 3).

Güçenme tarafından denetimin tanımı, denetim yapılacak olan birimlere ilişkin olarak belirlenmiş ölçütlere uygunluk derecesini ölçmek için birim hakkında tarafsız kanıt toplama, elde edilen kanıtların değerlendirilmesi ve değerlendirme sonucundaki bilgilerin sonuçlarının rapor oluşturulması faaliyetlerinden oluşan sistematik bir süreçtir olarak yapılmıştır (Güçenme, 2004: 1).

1.2. Kontrol Kavramı

İnsanoğlu geçmişten günümüze birçok işlem gerçekleştirmiştir. Bu işlemler yapılırken hatalar ortaya çıkmıştır. Bu hataların ortaya çıkmasını ve düzeltilmesini sağlayan unsur ise kontroldür. Kontrol mekanizması günümüz işletmelerinin olmazsa olmazıdır. Çünkü kontrol mekanizması kalitenin en önemli unsurlarından birisidir. Kontrolü işletmeler açısından tanımlamak gerekirse;

Kontrol, genel anlamda işletmelerin istedikleri amaçlara ulaşılıp ulaşılmadığının araştırılması sürecidir (Uzay, 1999: 5-6). Amaç ve hedeflere ulaşma yolunda ortaya çıkan risklerin ve belirsizliklerin saptanması ve bu çerçevede alınan tedbirlerde kontrol kapsamına girmektedir (Aksoy, 2008: 3)

Kontrol kavramı yönetimin en önemli fonksiyonlarından birisidir. Kontrol, işletme faaliyetleri sonunda ortaya çıkan durumun tespit edilerek işletmenin hangi ölçülerde başarı elde ettiğinin ortaya konmasıdır. İşletmenin hedeflerine ulaşması için alınması gereken önlemlerin alınmasını ifade eder (Elitaş, 2004: 34).

Kontrol, işletme yönetimi tarafından belirlenen hedeflere ulaşılıp ulaşılmadığının araştırılmasıdır. Araştırma sonucunda elde edilen bilgilerle ortaya çıkartılan hataların düzeltilmesi ve alınması gereken önlemler bütünüdür. Kontrol, otorite kavramını da içermektedir. İşletmeler tarafından gerçekleştirilen kontrol, faaliyetler sırasında ve bu faaliyetlerin kayıt altına alınması sırasında uygulandığı için devamlı bir süreçtir. Kontrol denetimden önce gerçekleştirilen bir işlemdir (Madendere, 2005: 9-10).

İşletme faaliyetleri esnasında hata ve hileler tespit edilir. Tespit edilen hata ve hilelerin tekrerrür etmemesi için önlemler alınır bu sürece de kontrol denir (Tüm ve Memiş, 2012: 91).

1.3. İç Kontrol Kavramı

Dünya genelinde işletmelerin büyümesi ve ülkeler bazında yayılmaları hızla devam etmektedir. Büyüyen bu sistemler zamanla yönetilemez duruma gelmektedir. Bunun sebebi de işletmelerin kontrol yapısının oluşturulmaması ya da kontrol yapısının eksik taraflarının olmasıdır. Bu yüzden işletmeler açısından kontrol mekanizması önem arz etmektedir. Kontrol sisteminin oluşturulmamasıyla ilgili geçmişte işletmeler problemler yaşamıştır ve yaşamaya devam edecektir. 2000’li yıllarda ülkemizde yaşanan bankacılık krizi iç kontrol ile ilgili sıkıntılara örnek olarak verilebilir.

İç kontrol sistemi ile ilgili ilk detaylı çalışmalar 1949 yılında gerçekleştirilmiştir. Denetim Yordamları Komitesi tarafından hazırlanan İç Kontrol Sistemini anlatan raporda bazı açıklamalar yapılmış ve iç kontrol sistemi tanımlanmıştır. Denetim Yordamları Komitesi “İç Kontrol Sistemi; faaliyet planı ve işletmenin mevcut varlıklarını muhafaza etmek, muhasebe verilerinin doğru ve güvenilir olup olmadığını araştırmak, yapılan işlemlerin verimliliğini arttırmak, belirlenmiş olan idari politikalara bağlılığı özendirmek maksadıyla kabul görmüş olan ve uygulanan bütün önlem metotlarını kapsar” şeklinde tanımlama yapmıştır. Komite tarafından yapılan bu tanımın kapsamı oldukça geniş tutulmuştur. Komitenin yaptığı tanım sadece muhasebe ile ilgili mali işlemleri içermemektedir, tanımda işletmelerin hedeflerinden ve hedeflere uygun çeşitli işletme faaliyetlerinden de bahsetmektedir (Türedi S., 2012: 28).

Curtis’e göre iç kontrol sistemi muhasebe bakımından finansal raporların güvenilir olması gibi dar kapsamlı olarak tanımlanmıştır. İş dünyası açısından finansal raporlama rekabette avantaj sağlamak ve bu avantajı elde tutmak için oluşan bileşenlerden birisidir. Hedefe ulaşmak için kullanılan bütün bileşenlerden biri olan iç kontrol hedeflere ulaşmak için yararlı bir araçtır (Curtis, 1975: 64).

COSO’ya göre iç kontrol, işletme faaliyetlerinde etkinlik ve verimliliği sağlamak, mali raporların güvenilirliğini artırmak, yasa ve mevzuata uyumunu gerçekleştirmesi için makul güvence vermesi amacıyla tasarlanan, işletme yönetiminden ve çalışanlardan etkilenen bir süreçtir (Coso, 2020: 7)

COSO’ya göre;

-İşletmenin hedeflerine ulaşması iç kontrol sisteminin temel amacıdır,

-Çalışanlar iç kontrol sisteminin temelinde yer almaktadır ve tüm çalışanların sistemde üstlendikleri sorumlulukları bulunmaktadır.

-İç kontrolün amaçlarına ulaşması adına mutlak güvence verilemez. Çünkü beklenmedik riskler ortaya çıkabilir. Bunun için makul güvence verilebilir.

İç kontrol sistemi anlık olarak yapılan bir işlem değildir. İç kontrol işletme faaliyetleriyle beraber yürütülen, tüm süreçleri içine alan ve sürekli olarak gerçekleştirilen bir yöntemdir (Bulut, 2013).

AICPA (American Institute of Certified Public Accountants) kurumunun tanımlaması ise şöyledir; İç kontrol, İşletmelerin aktif yapılarını korumak, mali verilerin doğruluğunu ve güvenilirliğini sağlamak, işletme faaliyetlerinin güvenilirliğini arttırmak, yönetim tarafından konmuş yönetim politikalarını benimsenmesi amacıyla uygulamaya geçirilen yöntemlerin bütünüdür (Dabbaloğlu, 2009: 109).

İç kontrol işletme faaliyetlerinin yapılan düzenlemeler dâhilin de yapılmasını sağlarken bu faaliyetlerin etkin ve verimli bir biçimde yürütülmesi için çalışmalar yapar. İşletmede gerçekleşen mali ve mali dışı işlemlerin doğru bir biçimde yürütülmesine yardımcı olur (Bülbül, 2009: 4-8).

İç kontrol ile işletme faaliyetlerinin etkinliği artırmak, finansal raporların güvenilir olmasını sağlamak, yönetmeliklere uyum göstermek ve makul güvence vermek için düzgün bir yapı oluşturulmalıdır. Bu yapıyı oluşturan unsurlar Adiloğlu tarafından yapılan Tabloda verilmiştir;

Tablo 1: İç Kontrol Yapısını Oluşturan Unsurlar

Kontrol Çevresi	Muhasebe Sistemi	Kontrol Prosedürleri
Yönetimin düşüncesi ve yaklaşımı sistemi	İşletmenin muhasebe ve yapısı	Görevlerin ayrımı
İşletmenin organizasyon yapısı	Kaydedilen işlemlerin gerçekten var olması	Kıymet hareketlerinin yetkilendirilmiş olması
Yönetim Kurulu ve denetim komitesinin işlevi	İşlemlerin verilen yetkilere dayanarak yapılması	Uygun belgeleme muhasebe kayıtlarının varlığı
Yetki ve sorumlulukların dağıtımı	İşletme faaliyetlerinin eksiksiz olarak kayda geçirilmesi	Varlıklar ve muhasebe kayıtları üzerinde fiziki kontroller
Yönetimin kontrol yöntemleri	İşletme tarafından yapılan işlemlerin değerlendirilmesi yapılarak doğru hesaplarla kaydedilmesi	Bağımsız mutabakatlar
İç denetim fonksiyonu	İşlemlerin zamanında kaydedilmesi	
İşletmenin personel politikaları, prosedürleri, yapısı ve durumu	İşletme faaliyetlerinin mali tablolara doğru aktarılması	

Kaynak: (Adiloğlu, 2011: 10)

Muhasebe sisteminde ayrıca olması gereken unsurlar bulunmaktadır. Bunlar; işletme yapısına uygun olarak düzenlenmiş hesap planı, işletme muhasebe sistemini açıklayan yönetmelik, etkin bütçe sistemi, işletme üretim ve satış sistemine uygun olarak hazırlanmış maliyet muhasebesi sistemi ve belge akış sistemidir (Adiloğlu, 2011: 10).

1.4. İç Denetim

Her geçen gün dünya hızlı bir şekilde değişim yaşamaktadır. Teknolojinin değişim hızı önceki yıllara göre artış göstermiştir. Bu durum bilgi toplumunun ihtiyaçlarının artmasına ve şekillenmesine sebep olmuştur. Denetim mesleğinin de bilgi toplumunun ihtiyaçlarına hızlı bir şekilde cevap verebilmesi içinde sürekli olarak değişim sürecini devam ettirmesi gerekmektedir. Muhasebe verilerinin her zamankinden hızlı ve doğru olarak bu bilgiyi kullanacaklara ulaşması daha da önem arz etmeye başlamıştır. Bu durum iç denetçilik mesleğinden beklenti artışına sebep olmuştur. Bu beklenti sadece muhasebe ve finans alanlarında değil yönetim alanlarında da olmuştur. Bu kadar beklenti artışı yaşanan bir meslek grubunda değişimin ve gelişimin olmaması beklenilemez. Bu beklentiden dolayı iç denetçiler teknolojiyi ve gelişmeleri çok yakından takip etmektedir.

Tablo 2: Geçmişten Günümüze İç Denetim Süreci

Süreç	İç Denetimden Beklenen Faydalar
1950’li Yıllar	İşletme varlıklarının korunması ilgili çalışmalar
1960’lı Yıllar	İşletme verilerinin güvenilir olması için yapılan çalışmalar
1970’li Yıllar	İşletme politikalarına ve yasal mevzuata uygunluğun denetlenmesi
1980’li Yıllar	Etkinlik denetiminin denetlenmesi
1990’lı Yıllar	İşletme amaçlarına ulaşılması ile ilgili çalışmalar
2000’li Yıllar	İşletmeye değer katma çalışmaları

Kaynak: (Memiş, 2008: 80)

Tabloda da görüldüğü gibi iç denetçilerden beklentiler yıllar itibariyle artmıştır.

Günümüzde de beklentiler artmaya devam etmektedir. Günümüzde dijital çağın etkisinin daha fazla hissedilmesiyle verilere ulaşım daha kolay hale gelmiştir. Verilerin çoğalmasıyla bu verilerin doğru olarak sisteme girilmesi ve yorumlanması önem arz etmeye başlamıştır. Teknolojinin muhasebe sistemine adapte edilmesi ve kontrolünün yapılması gerekmektedir. Teknoloji değişirken iç denetçilerin yapacakları işlemler ve işletme yönetiminin iç denetim biriminden beklentileri de değişmektedir.

1.4.1. İç Denetim ve İç Kontrol

1978 yılında İç Denetçiler Enstitüsü tarafından 1978 yayımlanan “İç Denetim Mesleki Uygulama Standartları” raporunda iç denetim ve iç kontrol olgusu üzerinde durulmuştur. Hazırlanan bu raporda işletmelerin iç kontrol yapısının etkin ve yeterli olup olmadıklarının değerlendirilmesi ve bu yapının denetlenmesinin iç denetim tarafından yapıldığı belirtilmiştir (Kalkınoğlu, 2003: 72).

İç kontrol sisteminin çalışmasının düzgün ve nitelikli olması için aynı ölçüde çalışma prensibine sahip olan iç denetim sisteminin kurulması gerekmektedir. İç denetim işletmenin işlemlerini denetlemek, iş süreçlerinin çalışmasının etkinliği tespit etmek, bu süreçleri geliştirmek ve işletmeye değer katmak amacıyla, bağımsız ve tarafsız bir şekilde güvence ve danışmanlık hizmeti vererek işletmenin genel hedeflere ulaşmasını sağlayan faaliyetler bütünüdür (Usul, 2013: 123). İç denetim sistemi sayesinde işletme kaynakları hedefler doğrultusunda, işletmeye değer katarak ve koruma altında olduğu değerlendirilmektedir.

1.4.2. İç Denetimin Geçmişi

Denetim çalışmalarının ilk başlangıcı olarak kabul edilen ilk uygulamalar hile olmaması için ticari faaliyet kayıtlarının teyit edilmesidir. Bu uygulamalar ilk olarak Antik Roma’da görülmektedir. Antik Roma’da yapılan işlemlerde, günümüzde yapılan işlemlerde aynı amaç doğrultusundadır. İnsanların işlemleri kayıt altına alırken kendisine veya kurumuna haksız bir kazanç sağlamasını önlemek denetimin başlangıcından var olan bir olgudur (Türedi, Zor, ve Gürbüz, 2015: 3)

19. yüzyıla kadar iç denetim hem kamu hem de özel sektörde bir yapı olarak var olmuştur. Ancak esas gelişim sürecini sanayi devriminde yaşamıştır. Sanayi devriminde büyük ölçülerde üretim hacmine sahip firmaların artması sonucunda iç denetim bu firmalarda önem kazanmıştır. Karmaşıklaşan firma faaliyetleri sonucunda iç denetimde radikal değişimler 2. Dünya savaşı sırasında gerçekleşmiştir (Adiloğlu, 2011: 17). 1941 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nin Florida eyaletinde İç Denetçiler Enstitüsü (IIA-The Institute of Internal Auditors) kurulmuştur. Bu enstitü iç denetim, risk ve kurumsal yönetim, iç kontrol ve teknoloji denetimi hakkında çalışmalar yapmaktadır (Theiia, 2022).

İç denetim ile ilgili gelişmeler genel olarak ABD’de gerçekleşmiştir. 1977 yılında Yabancı Yolsuzluk Faaliyetleri Yasası (The Foreign Corrupt Practices Act (FCPA) yürürlüğe girmiştir. Yasada kayıtların doğru olması ve muhasebe işlemlerinin makul güvence sağlamaya yetecek derecede iç denetim sistemine sahip olması gerektiği belirtilmektedir (Sec, 2022a). 1985 yılında Hileli Finansal Raporlama Ulusal Komisyonu (National Commission On Fraudulent Financial Reporting - NCFRR) kurulmuştur. Bu komisyona Treadway komisyonu denilmektedir (Sec, 2022b). Komisyon 1992 yılında “İç Kontrol Bütünleşik Çerçeve” (COSO Internal Control - Integrated Framework) başlıklı raporu yayınlamıştır. COSO’nun amacı birbiriyle ilişkili olan Kurumsal Risk Yönetimi (ERM), İç Kontrol ve Sahtekârlığı Önleme konularının birliğinin sağlanmasıdır (Coso, 2022). 2001 yılında yaşanan Enron skandalı sonucunda iç denetimin önemi daha da anlaşılmıştır. Skandal sonrasında Sarbonenes-Oxley Yasası (SOX) yasası 30 Temmuz 2002 yılında yürürlüğe girmiştir. Tablo 3’te tarihsel süreci verilmiştir.

Tablo 3: İç Denetimin Tarihsel Gelişimi

Tarih	İç Denetim Faaliyetleri
1933	Amerika'da SEC (Security Exchange Commission)'in kurulması
1941	Uluslararası İç Denetim Enstitüsü (Institute of Internal Auditors-IIA)'nın kurulması.
1985	The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Committee (COSO)'nin kurulması.
1989	IIA tarafından "İç Denetim Standartları"nın yayınlanması
1991	SAS (Statement of Auditing Standards) no: 65 "The Auditors Consideration of the Internal Audit Function in an Audit of Financial Statement"ın yayınlanması.
1992	COSO tarafından "İç Kontrol Çerçevesi"nin yayınlanması
1992	İngiltere'de Cadbury Komisyonu tarafından "Cadbury Raporu"nın yayınlanması.
1995	IIA'ın Türkiye şubesi olarak Türkiye İç Denetim Enstitüsü (TİDE)'nin kurulması
1999	İngiltere'de "The Financial Reporting Council" tarafından "Internal Control: Guidance for Directors on the Combined Code" (Turnbull Raporu)'nin yayınlanması
1999	IIA tarafından "İç Denetim Mesleki Uygulama Çerçevesi"nin kabul edilmesi.
1999	"Blue Ribbon Committee Raporu"nın yayınlanması
2002	Amerika'da "Public Accounting Reform and Investor Protection Act. (Sarbanes-Oxley) Yasası"nın kabul edilmesi.
2006	COSO tarafından "Kurumsal Risk Yönetimi Çerçevesi"nin yayınlanması
2007	IIA tarafından "Uluslararası İç Denetim Mesleki Uygulama Çerçevesi"nin Kabul Edilmesi.

Kaynak: (Mollaoğulları ve Gacar , 2016: 148)

Ülkemizde 1994 yılında İç Denetim Enstitüsü (TİDE) kuruluş adımları atılmıştır. 1995 yılında ise enstitü resmen kurularak meslek örgütü halini almış ve 1996 yılında IIA (The Institute of Internal Auditors) ve ECIIA (European Confederation of Institutes of Internal Auditing) üyeliği almıştır. Enstitü tarafından “Uluslararası İç Denetim Standartları” Türkçeye çevrilmiştir (Tide, 2021). Kamuda iç denetim ile ilgili yasa 2003 yılında yürürlüğe girmiştir. 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu çıkartılarak kamu iç denetiminin uluslararası standartlarla uyumlu hale gelmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda kamu iç denetim birimleri kurulmuştur. Birimler iç denetim faaliyetlerini yürütmeye başlamışlardır (Kesik, 2005: 95).

1.4.3. İç Denetimin Amaçları ve Yararları

İşletmeler tarafından oluşturulan iç denetimin esas amacı, işletme fonksiyonlarının doğru şekilde çalışmasını sağlamaktır. İşletme çalışanlarının işletmenin saptamış olduğu politikalara uygun biçimde iş yapmasını sağlamak ve yardımcı olmaktır.

İç denetimin amaçları üç temel nokta üzerinde durmaktadır. Bunlar:

-İşletmenin varlıklarını korumak, etkin ve verimli kullanılmasını sağlamak,

-İşletme yönetiminin belirlemiş olduğu hedefler doğrultusunda işletmenin bulunduğu durumu değerlendirip performans ölçümü yaparak işletme yönetimine durum ile ilgili bilgi sunmak,

-İşletmelerin belirlediği amaçlarına ulaşmasına engel olan riskleri tespit etmektir. Tespit edilen risklerin önlenmesini sağlamaktır (Demir, Ülker, ve Arslan, 2018: 90).

İç denetim üst yönetimin ihtiyaç duyduğu mali ve hukuksal konularla ilgili müşavirlik/ danışmanlık hizmetini de vermektedir. Danışmanlık hizmetini verirken performans ölçüm raporlarını kullanmaktadır.

İç denetçiler tarafından işletmenin karşılaşılabileceği risklerin tam ve doğru olarak belirlenebilmesi için denetim işini yapanların bağımsız olarak karar vermeleri gerekmektedir. İşletmenin bir çalışanı olan iç denetçiler üst yönetime bağlıdır ama üst yönetimin iç denetçilerin karar verme zamanında çalışanları herhangi bir etkinin altına sokmaması gerekmektedir.

İç denetçilerin belirlenen amaçlara hızlı ve rahat ulaşabilmesi için üst yönetim tarafından destek alması gerekmektedir. Üst yönetimin desteğinin alınması iç denetim faaliyetlerinin etkisini en üst düzeye çıkaracaktır. Yönetim tarafından desteklenen çalışmalar sayesinde işletme faaliyetleri sistematik olarak çalışacak bu da işletmelerin performanslarının artmasını sağlayacaktır. İşletmenin performansının artmasının yanında iç denetimin birçok faydası bulunmaktadır. Bunlar:

-İşletme tarafından belirlenemeyen ve işletmenin iflas etmesine sebep olabilecek riskleri belirlenmesi sağlamak,

-Yapılan işlerin yönetim tarafından belirlenen yönetmeliklere uygun yapıp yapılmadığını kontrol etmek,

-İşletmeler faaliyetlerini sürdürürken yapılan işlemlerde hata ve hileler olabilmektedir. İç denetim sayesinde hata ve hilelerden kaynaklı kayıplar bulunabilir ya da bu kayıplar oluşmadan önce önleyebilmek,

-Etkin bir iç denetime sahip olan firma hem çalışanlarına hem de dış paydaşlarına güven vermek,

-Paydaşlar tarafından talep edilen bilgiler, iç denetim tarafından kontrol edildiği için daha güvenilir bilgi sağlamak,

-İşletmeler kuruluş amacı kar elde etmektir. Kar elde edebilmek içinde verimliliklerini en üst noktaya çıkarmaları gerekmektedir. İç denetçiler tarafından yapılacak kontroller sayesinde verimliliği az olan faaliyetlerin verimlilik artırma çalışmaları yapılır. Bazı faaliyetler ise sonlandırılarak verimlilik artışı sağlanması sağlanabilmek,

-İşletmenin kaynak yapısının doğru bir biçimde oluşması çalışmalarını yapmaktadır. Yapılan bu çalışmalar ile gerçekleşebilecek kriz ve olağanüstü durumlara karşı hazırlıklı olunması sağlamak,

-İşletme varlıklarının korunması için sağlamak,

-İç kontrol sistemini denetleyerek iç kontrolün istenilen şekilde çalışmasını sağlamaktır (Galataadvisors'den aktaran Demir, Ülker, ve Arslan, 2018: 90).

Denetimin etkin olarak yapılması sayesinde işletmelerin sürekliliği sağlanmış olmaktadır. İşletmelerin sürekliliği sağlanırken de verimliliğin en üst noktaya çıkartılması için gerekli işlemler sürekli olarak yapılmaktadır.

1.5. İç Denetim Türleri

İç denetim amaç ve çıktılarına göre farklı türlere ayrılmaktadır. İç denetim genel olarak mali denetim, uygunluk denetim, bilgi teknolojileri denetimi, sistem denetimi ve performans denetimi olarak 5'e ayrılmaktadır.

1.5.1. Mali Denetim

Mali tabloların denetimi, iş süreçlerinin mali ve ekonomik durumu ele alınarak incelenmesidir. Bir işletmenin finansal tablolarının denetim standartları kullanılarak genel kabul görmüş muhasebe ilkelerine uygun düzenlenip düzenlenmediğinin

belirlemeye yönelik sistematik incelenmesine mali denetim denir. İnceleme yapılırken kayıtlar, belgeler ve diğer ipuçlarını kullanılır. Kullanılan bu materyaller denetim raporuna dayanak oluşturur (Kaval, 2008: 10). Şirketler, bağımsız denetim bulgularından daha az etkilenmek ve denetime hazır olabilmek için mali denetim yapabilirler.

Mali denetimi gerçekleştirecek olan kişilerin bu konuda uzaman olması gerekmektedir. Çünkü mali tabloların hazırlanması ve raporlanması süreci uzmanlık ve tecrübe gerektiren bir süreçtir. Mali müşavirler finansal raporlama konusunda işin ehli olan kişilerdir.

1.5.2. Uygunluk Denetimi

İşletmeler faaliyetlerini düzgün bir biçimde yürütebilmek için yönetmelikler ve kurallar koyarlar. Çalışanlar konulan kurallara ve yönetmeliklere uyarak işletme faaliyetlerini yürütmek zorundadırlar. Zaman zaman çalışanlar bu kurallara uymamaktadırlar. Bu gibi durumların yaşanmaması için denetim işlemi gerekmektedir. Bu denetime de uygunluk denetimi denir. Uygunluk denetimi yapılırken aynı zamanda faaliyetler ve kurallar arasındaki uyumlulukta kontrol edilir. İşletmenin faydasına olacak yeni yönetmelik ve kurallara ihtiyaç olup olmadığının çalışmasını da yaparlar. Uygunluk denetiminin amaç, kapsam ve kriterleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: Uygunluk Denetimi

	Uygunluk Denetimi
Amaç	İşletme faaliyetlerinin, işletme içinde veya işletme dışında yetkiye sahip olanlar tarafından, işletme tarafından veya yetkili kurullarca belirlenmiş kurallara uygunluğunun ölçülmesidir.
Kapsam	İşletme tarafından gerçekleştirilen faaliyetlerin tümü.
Kriter	İşletme tarafından çıkarılan yönetmelikler, ana sözleşmeler, genel kurul ve yönetim kurul kararlar ve iç kontrol sistemi

Kaynak: (ISMMMO, 2009: 42)

Uygunluk denetiminin raporları üst yönetimlere sunulur. Üst yönetim kuruluş içinden olabileceği gibi kuruluş dışından da olabilir. Uygunluk denetimi rapor sonuçları sınırlı bir kitleye verilir (Güredin, 1994: 14). Denetçiler tarafından toplanan verilerin güvenilir olduğunu ispatlamak için bazı uygunluk testleri yapılabilir.

1.5.3. Bilgi Teknolojileri Denetimi

Günümüz işletmeciliğin yapısında bilgi teknolojileri önemli yer tutmaktadır. Yapılan araştırmalar ve gelişen teknoloji işletmelerde bilgi teknolojilerinin daha fazla önem arz edeceğini ortaya koymaktadır. Bu yüzden işletmeler bilgi teknolojilerine daha fazla kaynak ayırmaya devam etmektedir.

Bilgi teknolojileri denetimi; işletmelerin kullandığı bilgi teknolojilerinin araştırma, geliştirme, yöntem ve yönetim sistemlerinin belirli periyotlarla incelenmesidir. İnceleme sırasında kontrol noktaları oluşturulur ve bilgi sistemleri bileşenlerinin çalışma unsuru değerlendirilir. Değerlendirilen çalışma durumundaki eksiklikler belirlenerek eksiklikler için değerlendirmeler yapılır (Pwc, 2022).

İşletmelerin faaliyetlerini devam ettirmek için kullandıkları bilgi sistemine her geçen süre daha fazla bağımlı hale gelmektedirler. Eskiden, belgeler üzerinden gerçekleştirilen hileler günümüzde Bilgi teknolojileri sistemi sayesinde daha kolay hale gelmiştir. Bilgi sistemlerinin bu işleme olanak tanınması risk unsurlarını artırmıştır. Risk unsurlarının artmasıyla birlikte bu risklerin yönetilmesi önem arz etmeye başlamıştır. Risk unsurunu bertaraf edebilmek için bilgi teknolojilerinin denetiminin önemi artmaktadır (Biçer ve Aydın, 2015: 216).

Bilgi sistemlerindeki artışla birlikte ortaya çıkan güvenlik tehditleri oluşmaktadır. Bunlar:

- Bilgi hırsızlığı,
- Bilgi gizliliğinin kaybedilmesi,
- Bilgi teknolojilerinin hileli kullanımı,
- Bilgi bütünlüğünün kaybedilmesi,
- Kötü niyetli işlemlerdir (Demir B. , 2005: 149).

Yukarıdaki güvenlik tehditlerine bakıldığında bilgi teknoloji güvenliğiyle ilgili gerekli özenin gösterilmesi gerektiği görülmektedir. Yeni teknolojiler bu noktada bilgi güvenliğini desteklemektedir. Blok zinciri teknolojisi sayesinde bilgilerin değiştirilmesi neredeyse imkânsız hale gelmektedir. Akıllı sözleşmeler sayesinde insan hata ve hilelerin önüne geçilebilecektir.

Bilgi güvenliği ile ilgili uluslararası standartlar ve düzenlemeler bulunmaktadır. Bilgi güvenliği ile ilgili olan COBIT, NIST SP 800, ITIL ve ISO/IEC 27000 serisi'dir. ISO/IEC 27000 serisi bilgi güvenliği açısından bir yapı oluşturmaktadır. ISO/IEC 27000 serisi birden fazla standart içermektedir. Bu standartları Koç ve diğerleri tarafından tablo haline getirilmiştir. Tabloda 27000 serisi sözlükler, terimler ve kavramlar bulunmaktadır. Tabloda bilgi güvenliği yönetim sistemi uygulama rehberi, bilgi teknolojisi, güvenlik teknikleri, bilgi güvenliği kontrollerine ilişkin denetçiler için yönergeler, bilgi güvenliği risk yönetimi, güvenlik ağ geçitleri kullanarak ağlar arasında güvenli iletişim, bulut bilişiminin kişisel olarak tanımlanan bilgiler ile ilgili gizlilik boyutları ve kablosuz IP ağ erişimi güvence altına alınması gibi konu başlıkları yer almaktadır (Koç , Şeker, ve Şeker, 2019: 128-130).

1.5.4. Sistem Denetimi

İç kontrol ve risk yönetimi sistemlerinin düzgün ve etkili bir biçimde çalışıp çalışmadığının detaylı olarak incelenme ve değerlendirme sürecidir. İş süreçlerinde oluşan risklerin, eksiklerin ortaya çıkartılması ve iç kontrolün etkinliğinin ölçülmesidir. Bu sayede karşılaşılabilecek risklerin en aza indirilmesi noktasında güvence sağlamaktadır (Arcagök ve Erüz, 2006: 204).

1.5.5. Performans Denetimi

Performans denetiminde işletmenin önceden saptanan hedeflerine ne ölçüde ulaşıp ulaşılmadığının kontrol edilmesidir. Saptanan hedefler dışında işletmeyi ilgilendiren diğer firmalarla karşılaştırılarak değerlendirilmesinin yapılmasıdır.

İşletmelerin belirlediği görev doğrultusunda belirlenen hedeflere ulaşmak amacıyla faaliyetlerin planlanması, uygulaması ve kontrolü aşamasındaki verimlik ve ekonomiklik düzeyinin tespit edilmesidir. Performans denetimi faaliyetlerle ilgili olduğu için faaliyet denetimi adını da almaktadır (Vergiport, 2021).

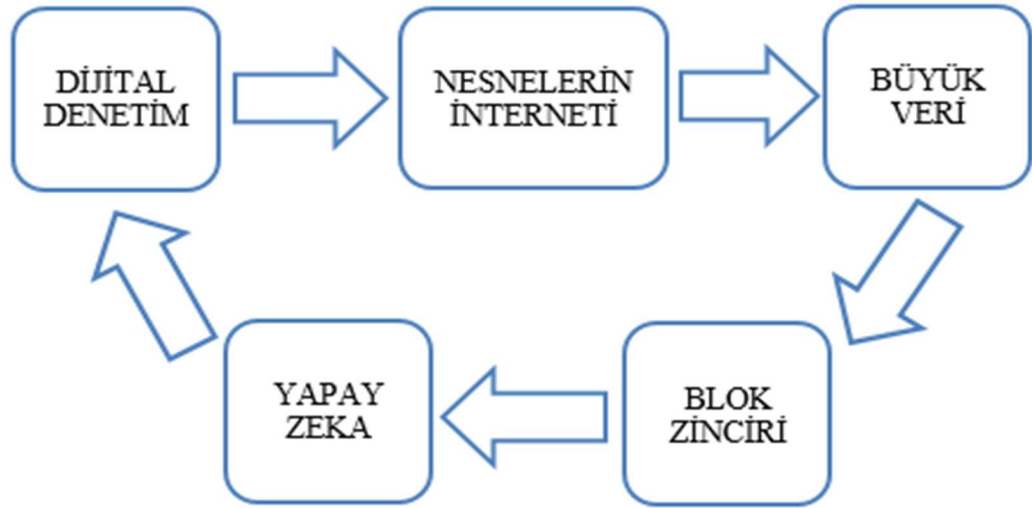
İKİNCİ BÖLÜM

DİJİTAL İÇ DENETİM

Denetim eski zamanlardan itibaren insanoğlu tarafından kullanılan ve son zamanlarda önemi giderek artan bir süreçtir. Sürecin başlangıcından günümüze kadar denetim faaliyetlerini yöntemleri gelişen teknoloji ile değişim göstermiştir. Günümüzde ise en son teknolojik gelişmeler ışığında büyük bir değişime doğru gitmektedir.

Eski zamanlarda fiziksel olarak oluşturulan evraklar ve kanıtlar fiziksel ortamda kalıyordu. Bilgisayar teknolojisine geçiş yapılmasıyla fiziksel ortamda oluşan evraklar sanal ortama aktarıldı. Günümüze geldiğimizde sanal ortam da oluşturulan evraklar yine sanal ortamda kalmaktadır. Fiziksel ortamda oluşturulan evrak sayısı giderek azalmaktadır.

Bundan sonraki süreçte fiziksel ortamda gerçekleştirilen bütün işlemlerin sanal ortama aktarılması beklenmektedir. Bütün bilgilerin toplandığı ayna dünya yapısıyla bütün fiziksel hareketler sanal dünyaya aktarılabilir. Muhasebe dünyasında değişimin yaşanmasıyla birlikte iç denetim olgusunda da doğal olarak değişim yaşanacaktır. Değişimde etkili olduğu düşünülen blok zinciri, akıllı sözleşmeler, büyük veri ve yapay zekâdan bu bölümde bahsedilecektir.



Şekil 1: Dijital Denetimin Altyapısı

Kaynak: (Yıldız ve Ağdeniz, 2019: 92) (Yazar tarafından güncellenmiştir)

Dijital iç denetim, verilerini nesnelerin interneti ve diğer veri kaynaklarından almaktadır. Bu verilerin tamamı büyük veri yapısını oluşturmaktadır. Büyük verideki veriler blok zincir sayesinde değiştirilemez hale gelmekte bu sayede veri güvenliği sağlanmaktadır. Blok zinciriyle oluşturulan akıllı sözleşmelerle işlemlerin yapılması, ödeme ve tahsilatların yapılması otomatikleşmektedir. Yapay zekâ bu sistemi anlık olarak kontrol eden ve kendini geliştiren bir yapıdır. Bu sistemi oluşturan en önemli faktör ise insandır. Bu yapının oluşmasını ve en sonunda verilerin tekrar kontrol edilmesini sağlamaktadır.

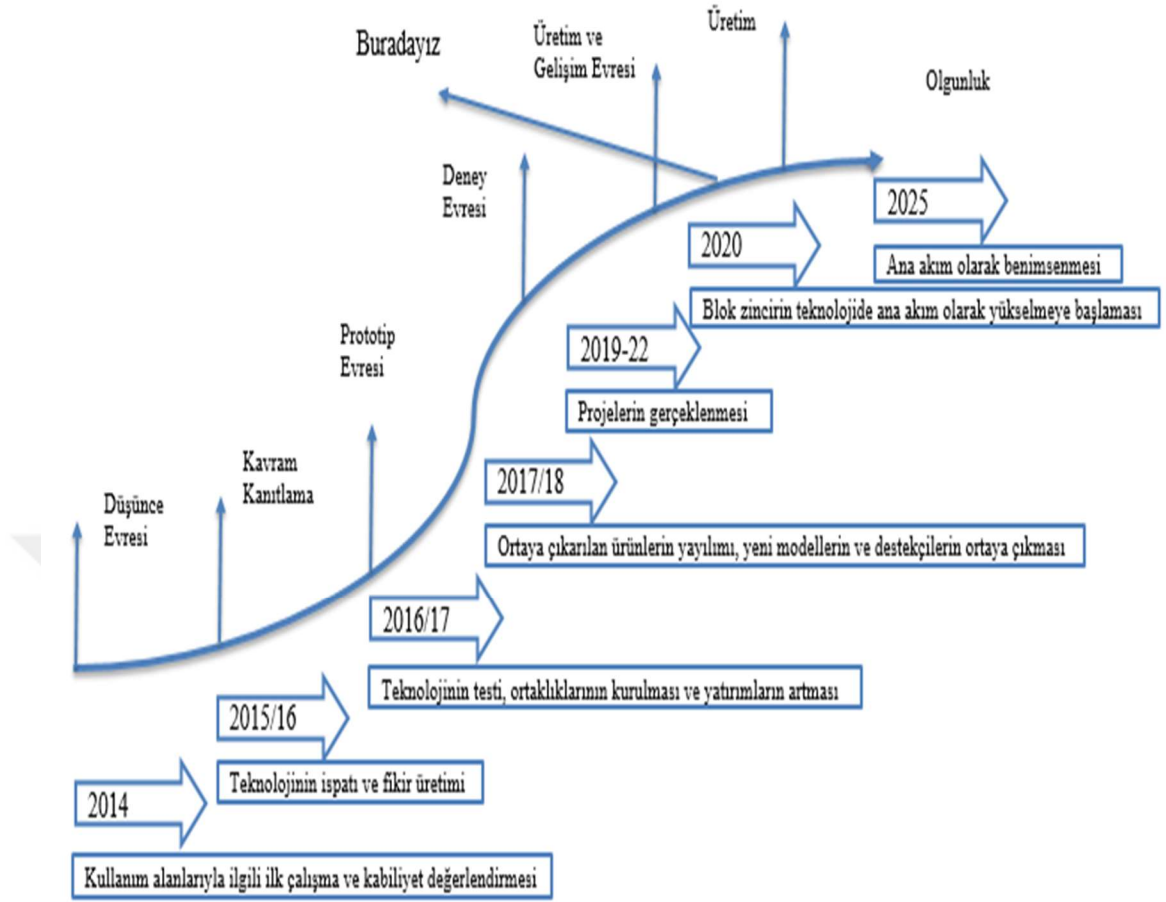
2.1. Blok Zincir

2.1.1. Blok Zincir Kavramı

Kripto para ile hayatımıza giren blok zinciri gün geçtikçe hayatımızın içinde daha fazla yer almaktadır. İlk olarak finans dünyasında kendine yer edinen teknoloji diğer alanlara da geçiş yapmıştır. Blok zinciri teknolojisi kripto paralar, hisse senedi alım-satımı, türev ürün işlemleri, bankalar arasındaki işlemler ve diğer finansal hizmetler açısından önemli bir verimlilik artışı vadetmektedir (De Meijer, 2016; Mori, 2016).

Teknoloji alanında çalışan ve bu alanda etkin olan insanlar blok zinciri teknolojinin, dünyaya internetten daha fazla etki göstereceğini ve gerçek gücünün, paradan daha büyük olduğunu öngörmektedirler (Dirier, 2017: 34). 2018 yılı dünya ekonomik formunda yöneticilerle yapılan anketlere göre yöneticilerin %58'i küresel çapta GSMÜ (Gayri Safi Milli Üretimi)'nün %10'unu "2025'den önce blok zincirde bulunacak" şekilde bir tahmin yürütmüşlerdir (Tübitak, 2021).

Businessinsider sitesinin yaptığı grafiğe göre blok zincirinin olgunluğa ulaşma yılı 2025 yılı olarak belirtilmektedir. Blok zinciri için düşünce evresi, kavram kanıtlama, prototip evresi, deney evresi, üretim ve gelişim evresi süreçleri geçilmiştir. 2020 yılından itibaren ise ana akım olarak yükselmeye başlayacağı tarih olarak görülmektedir ve ana akım olarak yükselmeye başlamıştır. 2023 yılı blok zincirin ana akım olarak benimsendiği yılların başlangıcıdır (Businessinsider, 2021). Günümüzde blok zincirinin finans, sağlık, gayrimenkul ve diğer birçok alanda kullanıldığı veya kullanılması için çalışmaların yapıldığı görülmektedir.



Şekil 2: Blok Zincir Gelişim Süreci

Kaynak: (Businessinsider, 2021)

Hayatımızın her alanına girmeye başlayan blok zincir teknolojisinin tanımını Karahan ve Tüfekçi aşağıdaki gibi yapmıştır;

“Tek bir kişi ya da kuruluşun kontrolünde olmayan, düğüm adı verilen çok sayıda bilgisayar tarafından yönetilen, işlemlerin doğrulanması için özetleme algoritmasını, onaylanması için ise mutabakat protokollerini kullanan, işlemleri zaman damgası ile sıralayan, onaylanmış işlemleri birbiri ardına kriptografi ve özetleme fonksiyonları ile bağlayarak tüm düğümlerde özdeş kopyasını tutan, içerdiği verilerin değiştirilmesi ve geriye çevrilmesi hemen hemen imkânsız olan dağıtık bir veri kayıt sistemidir” (Karahan ve Tüfekçi, 2019: 57).

Casey ve Vigna (2018) blok zinciri “bilgisayar düğümlerinden oluşan bir ağda kopyaları kaydedilen, sürekli biçimde güncellemelerin bir yazılım yönlendirmeli mutabakatla belirlendiği, birbirlerine ardışık olarak bağlı ve kriptolojik olarak güvenliği

sağlanmış, dijital imza ile kanıtlanabilir, dağıtık, sadece kayıt eklemeye izin verilen bir kayıt defteri” olarak tanımlamaktadır. (Aktaran Karahan ve Tüfekci, 2019: 58)

2.1.2. Blok Zincir Teknolojisi

Blok zinciri teknolojisinin tarihçesine bakıldığında köklerinin 1990 yılına dayandığı anlaşılmaktadır. Bu yıllarda değeri anlaşılamayan bu yapı, kripto para kavramıyla birlikte finans sektörünün bir teknolojisi olarak tanınmıştır (Usta ve Doğantekin, 2020: 52).

2008 yılında dünya ekonomisinin krizde olduğu bir dönemde Satoshi Nakamoto takma isimli bir yazar tarafından yazılan “Bitcoin: Eşten Eşe Elektronik Nakit Sistemi” isimli makalede ele alınmıştır (Nakamoto, 2021).

Takma isimli bu yazar ertesi yıl kripto paranın esas unsuru olan yazılımı geliştirerek kripto para sisteminin kurulumunu sağlamıştır. 2010 yılının ortasına kadar kripto para sisteminin gelişimine destek olmuştur. Daha sonra projeden ayrılmıştır. 2010 yılı ortalarına kadar Bitcoin ekosisteminin gelişmesini desteklemiş ve ardından projeden desteğini çekerek ortadan kaybolmuştur (Wikipedia, 2021).

Nakamoto tarafından yayınlanan makalede blok zincir ifadesi yer almamaktadır. Oluşturulan bu yapının unsurlarından bahsedilmiştir. Üzerine kayıt yapılan bloklardan ve bu blokların arasındaki bağlantıların birbirine belirli bir algoritma ile yapıldığı ifade edilmiştir. Algoritma ile birbirine bağlanan bu yapıya zincir adı verilmiştir. Zincir yapısının oluşturulması için blokların her birinin sistem tarafından onaylanması gerektiği ifade edilmiştir (Karahan ve Tüfekci, 2019: 56).

Blok zinciri dijital ortamda yer alan kayıt defteridir. Bu kayıt defteri dağıtık, sıralı ve zaman damgalı verileri kapsamaktadır. Herkes tarafından erişilebilen dijital defter bu sayede şeffaf olmaktadır (Aydın, 2018: 17).

Tek merkezde güven sistemi oluşturmak yerine merkezi güven sistemini dağıtarak verimli bir şekilde güvenliği sağlamaktadır. Bu sayede merkezi olmayan bir şifreleme kayıt defteri oluşmaktadır. Blok zincir teknolojisinde katılımcılar zincir oluşumunun başından itibaren sistemin bir kopyasının kayıtlarını tutarlar (Tübitak, 2021). Blok zincirinde bulunan bu katılımcılara madenci adı verilmektedir. Bu ismi almalarının sebebi Bitcoin ağında bulunan katılımcıların madenci olarak adlandırılmasıdır (Aydın, 2018: 17).

Kayıtların değiştirilmesi sistem özetinin değişmesine neden olacağından katılımcılar bunu fark eder. Bu sayede merkezi bir veri tabanının oluşturulmasına gerek kalmaz. Sistem merkezi veri tabanı yerine katılımcıların doğrulama yapabildiği bir dağıtık veri tabanıyla çalışabilmektedir. Bu sayede herhangi bir katılımcıya güvenmeye ihtiyaç olmadan eldeki bilgilerin doğruluğu ispatlanabilir (Tübitak, 2021). Sistemler güvene ihtiyaç duymadığı için hızla büyüebilmektedir. Bunun en güzel örneğini kripto paralarda görebilmekteyiz.

2.1.3. Blok Zincirinin Temel Kavramları

2.1.3.1. Blok Kavramı

Blok zinciri adı sistemi adını aldığı bloklardan ve bu blokların birbirine bağlı olmasını sağlayan bağlardan oluşmaktadır. Bloklar sisteme yüklenen verilerden oluşmaktadır. Bu veriler belirli şifre algoritmalarıyla bloklarda saklanır ve birbirine bağlantı kurulur. Bağlantının başında olan bloğa “genesis blok” denir. Her blok, kendisinden önceki bloğun özet bilgisine (hash) sahiptir. Bu sayede silinmeye ve değiştirilmeye karşı dirençli bir yapı oluşturulmuş olmaktadır. Verileri değiştirmek isteyen kişiler, geriye doğru yapılan bütün işlemlerin özüt sonuçlarını hesaplamaları yapması gerekir. Bu işlem pratiğe döküldüğünde yapılması olanaksız gözükmemektedir. Bunun sebebi yeniden hesaplanan sonuçların sistemdeki tüm madencilerle aynı olma zorunluluğudur. Bloklara müdahale olduğunda sonraki kayıtlarında özet bilgileri otomatik değişeceğinden madenciler bu değişikliği fark edebileceklerdir (Taş ve Kiani, 2018: 372; Doğan ve Ertugay, 2019: 1656).

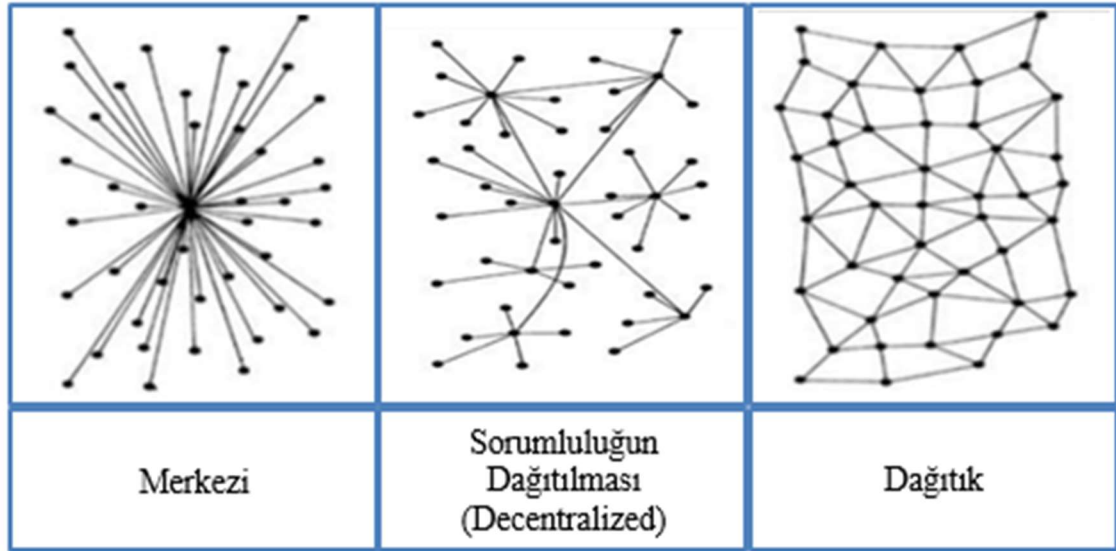
2.1.3.2. Eşten Eşe (Peer To Peer - P2p) Ağ

Eşten eşe ağı iki ya da daha çok istemci tarafından aralarında veri paylaşımı için kullanılan bir protokoldür. Ağdaki cihazlar eş olarak tanımlanmaktadır. Ağın çalışması için bütün cihazların ağda olmasına gerek yoktur. Hata veren kullanıcının bağlantısı yok olur, ağ çalışmasını sürdürür. Çünkü sistemde tek bir sunucu ve buna bağlı bir yapı yoktur. Her bir eş kendisi haricinde olan sistemdeki eşlerle bağlı görünür (Türkmen ve Durbilmez, 2019: 32). Eşten eşe ağda siber saldırı sonucu ağdaki bazı uçlar çalışmasa dahi ağ devam edeceği için blok zincirinin önemli bir bileşeni konumundadır (Doğan ve Ertugay, 2019: 1658).

Sistemin getirdiği avantajlar yanında risk unsurları da vardır. Eşler arasında dosya paylaşımının herhangi bir sınırlaması olmadığı için özel bilgilere de ulaşım imkânı tanımaktadır. Ağın güvenilir olması için iletişimin uçtan uca şifre ile yapılandırılmış olması gerekmektedir (Türkmen ve Durbilmez, 2019: 32)

2.1.3.3. Dağıtık Ağ Yapısı

Dağıtık ağ yapısı blok zinciri sisteminin temel özelliğidir. Dağıtık ağ yapısı bir merkeze bağlı olmadan dünyanın herhangi bir yerinde sayısal verilere dönüştürülebilen verilerin birden fazla kullanıcı tarafından kayıt altına alınması ve saklanmasını sağlayan sistemdir. Şekil 3’te görüldüğü gibi yapının merkezi yoktur.



Şekil 3: Blok Zinciri Dağıtık Veri Tabanı

Kaynak: (Tübitak, 2021)

Merkezcil olmayan bu ağ sistemi sayesinde işlem yapacak olan kişilerin birbirlerini tanımaları ve güvenmeleri gerekmez (Seyithanoğlu, 2019: 44). Merkezi sistemin olmaması güvenliği sağlayacak bir kuruma ihtiyacı ortadan kaldıracaktır. Kurumun olmaması maliyet ve risk gibi unsurları da en aza indirecektir (Usta ve Doğanekin, 2020: 119).

Dağıtık ağ içerisine dâhil olan madencilerin birbirlerine veri alma gönderme işlemlerinin gerçekleşmesi için bir mutabakat mekanizması oluşturulmalıdır. Ağdaki tüm katılımcıların bütün verileri kayıt altında tutmaları mutabakat mekanizmasındaki izne

bağlıdır. Mutabakat mekanizmasındaki izine sahip olan katılımcılar verilerdeki değişiklikleri birkaç dakika içinde alarak kendi kayıtlarını güncellemektedirler (Hancock ve Vaizey, 2021: 5). Ağa yeni bir kişi daha katılırsa ağdaki verilerin bir kopyasına sahip olur.

2.1.3.4. Mutabakat Mekanizması (Consensus)

Dağıtık ağ yapısındaki verilerin eşlenik bir kopyası bütün cihazlarda barındırılmaktadır. Eşlenik bu yapının devam etmesi gerekmektedir. Yapının devam etmesi için sisteme eklenmesi gereken her bir verinin belirli bir standarda sahip olması zorunludur. Dağıtık yapıdaki ağda standardı oluşturmak için ağdakilerin geneli tarafından kabul görmüş bir yapı kurgulamak gerekir. Yapı ağ oluşturulmadan oluşturulur ve gerektiğinde değişikliklere uğrayabilir. Oluşturulan bu yapıya mutabakat denilmektedir (Usta ve Doğantekin, 2020: 45). Mutabakat sayesinde blok zincirine eklenecek bloğun özelliklerinin nasıl olacağının uzlaşısı sağlanmış olur.

Dağıtık ağda hak ve sorumluluklar katılımcılara bırakılmıştır. Ağdaki tüm katılımcılar gerçekleşen işlemlerin teorik olarak onaylamasını, reddedilmesini ve denetlenmesini yapabilir. Bu nedenle katılımcıların birbiriyle olan mutabakatın düzgün çalışması önem arz etmektedir (Nasuhoğlu, 2019: 19). Mutabakat oluşturulurken karşılaşılabilecek bütün risklere dirençli bir yapıda olmalıdır. Mutabakat oluşturulurken kullanılan farklı yöntemler vardır. Bunlardan en çok kullanılanları Proof Of Work (Pow), Proof Of Stake (Pos) ve Bizans Hata Toleransı (Practical Byzantine Fault Tolerance – Pbf)’dır.

Diğer mutabakat mekanizmaları küçük ölçekli ve deneme aşamasında olduğu için bu üç mutabakat üzerinde durulmuştur.

-Proof Of Work (Pow)

Proof of work zincirdeki katılımcıların birbirlerini tanımadığı ve güven ortamının oluşmadığında mutabakat mekanizması olarak oluşturulmaktadır. Bu mutabakat güven ortamı sağladığı için yaygın olarak kullanılan mekanizmalardandır. Sistemin çalışma prensibinde, sisteme yeni eklenecek olan blokta olacak veriler hazırlanır. Bir önceki blokta bulunan özet değerleri alınarak yeni oluşturulacak olan bloğun özet değeri hesaplanır. Özetleme fonksiyonları yapı olarak tek yönlüdür ve çıktıları tahmin edilememektedir. Özet değerinin oluşması için çok sayıda deneme yapılması

gerekmektedir (Usta ve Doğantekin, 2020: 122). Çünkü sisteme uygun olarak belirli bir düzende olması gerekmektedir. Özet değerin düzeninin zorluk derecesi arttıkça yapılan denemeler artacağından kullanılacak zaman da artmaktadır. Bu işlemler sadece bir cihazda gerçekleşmemektedir. Bu süreç içerisinde olan tüm cihazlar işlemin yapılması için çalışmaktadır. Yeni blok için yapılan bu çalışma blok zinciri madenciliğı olarak adlandırılır. Bu süreç sonucunda istenilen nitelikte bir özet değeri ortaya çıkar. Özet değerini en hızlı yapana karşılığı ödenir (Narayanan, Bonneau, Felten, Miller, ve Goldfeder, 2016: 65). Başarılı bir biçimde oluşturulan özet değeri sayesinde yeni blok ağdaki bütün bloklara dağıtılır.

Proof of Work kurgulama yapısı gereğı özet değerini bulmak için sistem içinde bulunan tüm cihazlardan destek almaktadır. Buda katılımcılar için özel donanım gereksinimi ortaya çıkarabilmektedir. Özet değerinin yapılması amaçlı birçok deneme yapıldığından enerji tüketiminde yükselmektedir (Usta ve Doğantekin, 2020: 123).

-Proof Of Stake (Pos)

Proof Of Stake sistem kurulurken madenciler istedikleri oranda hisse satın alırlar. PoS sisteminde PoW'daki gibi blok üretilmesinde yapılan hesaplamaları yapmalarına gerek yoktur. Sistemde elde tuttuğunuz kadar blok üretme görevi alırsınız (Seyithanoğlu, 2019: 45). Blok üretme görevi alabilmek içinde belirlenen eşik değerinde bir miktar hisseye sahip olduklarını göstermeleri gerekmektedir (Stallings, 2017). PoW sisteminde, blok üreten madenci ödül kazanırken PoS sisteminde ise madencinin kazancı elde bulundurduğu hisse oranıyla belirlenir. Hisse oranına göre komisyon kazanır. Hisse oranı fazla olan madenci yeni üretilen bloğu doğrulama hakkına sahiptir (Seyithanoğlu, 2019: 45). Sistemde daha çok hisseye sahip olan madencinin sisteme zarar verme olasılığının daha düşük olduğuna inanılır.

PoW ve PoS mekanizmalarının her ikisi de günümüzde aktif olarak kullanılmaktadır. Bitcoin kripto para PoW protokolünü kullanırken Ethereum kripto para ise PoS protokolünü kullanmaktadır. PoW protokolü yapısının işleyişinden dolayı blok üretme esnasında çok enerji harcarken PoS protokolünde ise blok üreten bir madenci ve bunu onaylayan hisse sahibi yapısı olduğu için daha az enerji gereksinimine ihtiyaç duymaktadır (Stallings, 2017).

-Bizans Hata Toleransı (Practical Byzantine Fault Tolerance – Pbft)

Bizans hata toleransı adını Bizans generallerinden almaktadır. Bizans komutanları gelen emirlerin gerçek olup olmadığını anlamak için basit ve etkin bir yöntem kullanmaktaydı. Bu yöntemde imparator emir göndermek istediğinde emri birden fazla haberci ile göndermektedir. Emri alan generaller aynı şekilde emirleri generaller arasında birden fazla haberci ile paylaşmaktadırlar. Emir sadece bir haberci tarafından doğrulanırsa bu emre itimat duyulmamaktaydı. Gelen emirler birden fazla haberci tarafından doğrulanırsa emrin gerçek olduğu anlaşılırdı (Usta ve Doğantekin, 2020: 125).

Blok zincir sisteminde ağda doğrulayıcılar vardır. Sistemdeki doğrulayıcı cihazlar lider cihaz ve backup cihazları olarak sıralanır. Bu doğrulayıcı cihazlarda (validator) açık ve özel anahtar bulunmaktadır. Ağda bulunan bütün doğrulayıcılarda diğer doğrulayıcının açık anahtar bilgisi bulunmaktadır. Doğrulayıcı cihazlar kendisine gönderilen veriyi kontrol eder, eğer bu işlemi onaylıyorsa dijital imzasını atıp diğer cihazlara paylaşır (United States Patent Patent No. US 6,671,821 B1, 2003: 19). Bu işlem belirli sayıda cihaz tarafından doğrulanırsa mutabakat sağlanır. Ağa yeni bir doğrulayıcı dâhil olmak istiyorsa merkezi bir sistem tarafından onaylanması gerekir. Merkezi sistemden onay alma işlemi blok zinciri herkese açık dağıtık yapısına uygun değildir. Bundan dolayı herkese açık olan ağlar yerine kapalı olan ağlar tarafından tercih edilmektedir (Usta ve Doğantekin, 2020: 125). Herkese açık olan Bitcoin, Ethereum vb. kripto paralar bu protokolü kullanmamaktadırlar.

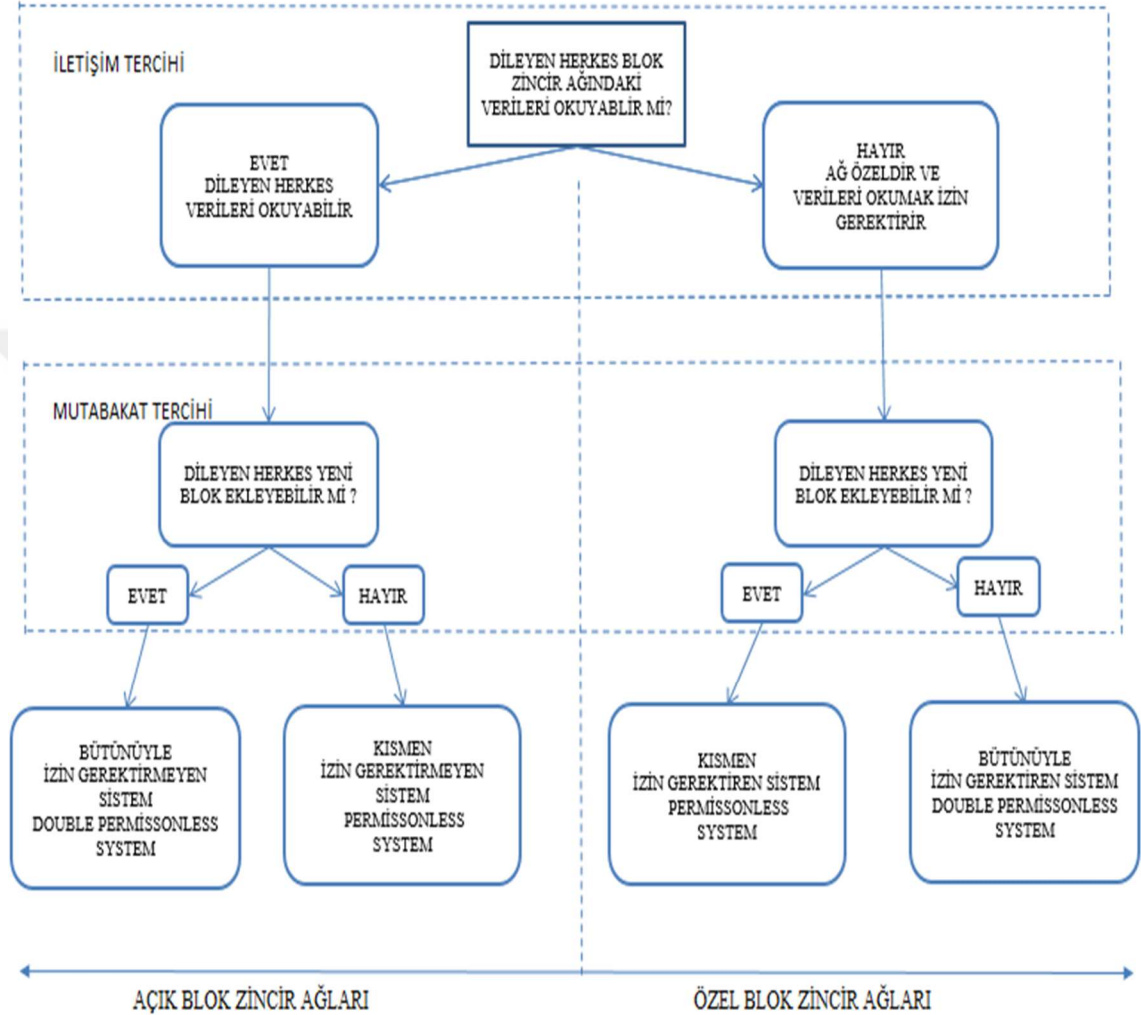
2.1.4. Blok Zincir Ağ Çeşitleri

Blok zinciri yapısı oluşturulurken 4 farklı ağ yapısı kullanılabilir. Bunlar:

-Açık blok zinciri, ağdaki yapılan her işlem katılımcılar tarafından görülebilir. Sistemde tek bir otorite yoktur. Bu sayede ağa isteyen herkes katılabilmektedir. Sisteme dâhil olanlar yeni blok üretebilmektedir. Kayıtların tutulduğu deftere erişim hakkına herkes sahiptir. Katılımcılar isterlerse gerçek kimliklerini saklayabilmektedirler. Bitcoin ve Ethereum bu ağ çeşidi üzerine kurulmuştur.

-Konsorsiyum blok zinciri, sisteme erişim hakkına herkes sahiptir. Ama mutabakat işlemleri sadece seçilmiş grup tarafından yapılabilmektedir. Bu ağda katılımcılar isterse verilere ulaşabilmektedir. Bu ağ yapısını herkesin izlemesini istediğimiz ancak onay işlemlerinin belirtilen kişiler tarafından yapılması istendiğinde kullanılmalıdır. Örneğin

ağdaki kayıtların muhasebe birimi tarafından onaylanması isteniyorsa kullanılabilir. Hyperledger Project konsorsiyum bu ağ yapısını kullanmaktadır. Aşağıda yer alan Şekil 4'te, verilerin herkes tarafından okunup okunmamasına göre ve zincire blok ekleme iznine göre ağ çeşitleri gösterilmiştir.



Şekil 4: Blok Zinciri Ağ Çeşitleri

Kaynak: (Usta ve Doğanekin, 2020: 34)

-Yarı-Özel blok zinciri, ağa katılım için bazı kriterler belirlenmiştir. Kriterleri sağlayan kullanıcılara ağa girmesi için izin verilir. İzne sahip katılımcılar mutabakat sürecine herhangi bir izne ihtiyaç duymadan katılabilirler. İstenirse ağa katılım hakkı isteyen herkese açılabilir. Bu tür ağı kamusal uygulamalarda ve firmalar arasındaki veri transferlerde kullanmak uygundur. Ripple platformu bu ağ çeşidi üzerinde çalışmaktadır. Ripple platformunda bankaların dâhil olduğu havale sistem ağına giriş yapabilmek için

izin almak gerekmektedir. İzni aldıktan sonra mutabakat işlemlerini gerçekleştirebilmektedirler.

-Özel blok zinciri, sisteme dâhil olmak ve sistemde işlem yapabilmek için izin gerektiren bir blok zinciri ağ çeşididir. Sistem izinleri tek bir otorite tarafından verilmektedir. Tek otorite tarafından izin verilmesi blok zinciri çalışma prensibine aykırıdır. İzin alıp ağa dâhil olanlar arasında çok katmanlı güvenliğe sahip bir kayıt sistemi oluşturulur. Genellikle bu ağları finans kuruluşları kullanmaktadır. R3 platformu bu ağ çeşidine örnek olarak verilebilir (Usta ve Doğantekin, 2020: 31-35).

2.1.5. Akıllı Sözleşmeler

Geçmişten günümüze insanlar ve firmalar aralarında ticari işlemler gerçekleştirmiştir. Bu ticari işlemlerin şartlarını belirlemek ve işlemlerin bağlayıcılığını sağlamak için aralarında sözleşmeler yapmışlardır. Ticari işlem tarafları haklarını ve borçlarının şartlarını ispatlamak için bu belgeleri saklamışlardır. Verilerin kaybolmadan, doğru ve ulaşılabilir bir şekilde önem arz etmektedir. Kâğıt ortamında saklanan verilerin kaybolma ihtimali, değiştirilme ihtimali ve ulaşılabilirlik noktasındaki sıkıntıları günümüz teknolojisi ile aşılmış durumdadır. Blok zinciri teknolojisi sayesinde akıllı sözleşmeler (Smart Contract) yapılabilmektedir.

Blok zincir çıktığı günden beri 1.0, 2.0 ve 3.0 olarak günümüze kadar 3 evrede gelişim gerçekleştirmiştir. 2008 yılında ilk olarak ortaya çıkan blok zincirinin bu evresi 1.0 olarak adlandırılmaktadır. Bu evre kripto para ile birlikte dijital para transferlerinin ve dijital ödemelerinin gerçekleştiği dönemdir. Bu evre blok zincirinin gelişim evresidir. 2013 yılının sonlarına gelindiğinde ikinci evre olan 2.0 denemi başlamıştır. Bu evrede Ethereum blok zinciri kurulmuştur. Ethreum blok zinciri tarafından akıllı sözleşmeler kavramı sisteme dâhil olmuştur. Akıllı sözleşmeler bilgisayar kodları şeklinde hazırlanıp sözleşmenin koşulları gerçekleştiğinde çalışan sözleşmelerdir. Sözleşmelerin varlığı blok zinciri yapısının daha da kuvvetlenip kullanım alanlarını genişletmiştir. Blok zincirinin üçüncü evresi ise günümüzü de içine alan finansal uygulamaların dışında denendiği ve geliştirildiği 3.0 evresidir (Karahan ve Tüfekci, 2019: 57)

Blok zinciri 2.0 evresiyle beraber dijital hayata giren akıllı sözleşmeler herhangi bir sektöre bağlı kalmadan bütün sektörler üzerinde etki yaratabilecek teknoloji unsurudur. Akıllı sözleşme teknolojisi anlaşma tarafları arasındaki şartların bir blok

zinciri üzerinde tanımlanması ile oluşmaktadır. Oluşan bu blok yapısı içerisindeki şartlar mantıksal olarak sağlanması durumunda sözleşme otomatik olarak hayat geçer (Ünsal ve Kocaoğlu, 2018: 59).

Akıllı sözleşmeler ilk olarak Ethereum platformu tarafından üretilmiştir. Ethereum platformu kullanıcıları Ethereum kod yapısını kullanarak kira sözleşmeleri, kredi kullanımı, yasal işlemler ve akla gelebilecek tüm işlemler için akıllı sözleşmeler oluşturabilmektedir. Ethereum platformunun Bitcoin gibi Ether adında kripto parası da bulunmaktadır. Ether para birimi bankalar arası transfer edilebilir ve madencilik hesaplarının karşılanması için kullanılabilir.

Ethereum platformu sözleşmeyi blok zincirine tanıtan özel bir yapı çalıştırır. Sözleşmeye bu süreçte 160 bitlik adres atanır (Buterin, 2014). Başarılı şekilde oluşan bu sözleşmeler;

- Sözleşmelerin tamamlanabilmesi için bir mantıksal akışa uygun kod bloğu,
- Blok zincir mantığına uygun olarak merkezi yapısı olmayan yani dağıtık ağ,
- Bir ağ tarafından çalıştırılan,
- Güvenliği ağ tarafından doğrulanan,

-Üzerinde güncellemeler yapılabilen küçük programlardır (Usta ve Doğantekin, 2017: 130-131).

Oluşturulan akıllı sözleşmelerin geleneksel olan sözleşmelere göre bazı üstünlükleri vardır. Bunlar:

- Yazılım tabanlı olarak otomatik çalışmaları için iş süreçleri manuel olarak yürütülen iş süreçlerinden daha hızlıdır.
- Akıllı sözleşmelerin yazılım tabanları sayesinde otomatik yapılan işlemler, insan hatalarına karşı daha dayanıklıdır.
- Akıllı sözleşmelerin dağıtık ağ yapısı işlemlerin manipüle edilmesi ihtimalini düşürmektedir. Bu sayede sözleşmelerdeki risk unsuru düşmektedir.
- Sözleşmelerin ana unsurlarından birisi de güvenli olmalarıdır. Bu güveni bazı sözleşmelerde aracı kurumlar sağlamaktadır. Akıllı sözleşmeler sayesinde bu tip aracı firmalara olan ihtiyaç azalmaktadır.
- Akıllı sözleşmelerde işlemlerin otomatik yapılması personel sayısının azalmasını

sağlayacaktır. Azalan personel sayısı sayesinde maliyetlerde bir düşüş gerçekleşecektir (Usta ve Doğantekin, 2017: 133).

Akıllı sözleşmelerin ortaya çıkardığı bu avantajlar sayesinde akıllı sözleşme kullanım artması beklenmektedir. Akıllı sözleşmelerle ilgili birçok akademik çalışmada yapılarak farklı sektörlerde uygulanabilirliği araştırılmaktadır.

2.1.6. Blok Zincir ve Denetim

Blok zinciri yapısı itibariyle sakladığı bilginin değiştirilmemiş ve güvenilir olduğu bilinmektedir. Bu sebeple blok zincirinin muhasebe dünyasında gelecek dönemlerde daha çok yer alacağı öngörülmektedir (Munevar ve Patatoukas, 2020).

Muhasebede blok zinciri teknolojinin kullanılmasıyla işlemlerin kaydedilmesinin yanında herhangi bir aracıya ve müdahaleye ihtiyaç duymadan işlemler doğrulanabilmektedir (Kwilinski, 2019: 5). Yapılan doğrulama işlemiyle birlikte denetçiler hızlı bir şekilde verilere ulaşabilmektedir. Bu gibi işlemler mesleğin farklılaşmasına sebep olmaktadır.

Teknolojilerin gelişmesiyle birlikte denetim mesleğinin çalışma sistemde değişiklikler yaşanmaktadır. Denetçiler açısından blok zinciri teknolojinin etkileri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Blok Zincirinin Denetim Mesleğine Olası Etkileri

1. Tasdik Hizmetlerinin Kolaylaşması	Blok zinciri ile kayıt altına alınan verilerin değiştirilemez olması sayesinde denetçi, doğrulama işlemlerini blok zincir veri tabanını kullanarak yapabilir. Kullanılan teknoloji sayesinde denetçi maliyetleri azalır. Verilere hızlı ulaşılması sayesinde zamandan tasarruf eder.
2. Tüm İşlemlerin Denetimi	Denetim sonucunda makul güvence ile rapor düzenlemek önem arz etmektedir. Blok zinciri sayesinde gerçekleştirilen işlemler aralıksız denetlenebilmektedir. Aralıksız denetimin yapılması sayesinde makul güvence düzeyi artış gösterecektir
3. Gerçek Zamanlı Denetim	Blok zincir yapısıyla oluşturulan muhasebe sistemi sayesinde gerçekleştirilen her kayıt ağda bulunan kullanıcılar tarafından görüntülenebilmektedir. Bu özellik sayesinde denetim yapmak için dönem sonunu beklemek gerekmemektedir. İstenilen zamanda denetim işlemi yapılabilir.
4. İşlem Riskinin Azalması	Risklerin azalması işletmeler açısından önem arz etmektedir. Riskleri azaltmak için her an kontrol yapılması gerekmektedir. Blok zincirinin dağıtık yapısı sayesinde her bloğun zincire işlenmesi için onay alınması gerekmektedir. Onay alınarak yapılan işlemler sayesinde risk düzeyi düşük tutulabilecektir.
5. Değiştirilemezlik Geri Dönüşümsüzlük	Blok zincirine eklenen her blok neredeyse silinemez ve değiştirilemez bir özelliğe sahiptir. Bu verilerin güvenliği artırmaktadır. Eğer hatalı işlemler blok zincirine eklendiyse, düzeltme bloku zincire eklenerek sorun çözülmüş olacaktır
6. Geleneksel Denetim Anlayışının Değişmesi	Blok zincir, verilerin korunması ve hızla erişilebilmesi sayesinde denetçiler işletmelerle ilgili daha gerçek sonuçlar edebileceklerinden iç denetim ve bağımsız denetim mesleklerinde yeni modellerin gündeme gelebilecektir.

Kaynak: (ASA'dan aktaran Kılınç, 2020: 999-1000)

Blok zinciri yapısı denetim mesleğini değiştirirken mesleğe faydalar ve riskler getirmektedir. Blok zincir yapısıyla kurulan bir sisteminin iç denetçiye sağladığı avantajlar şu şekilde sıralanabilir (Deloitte, 2023);

-Blok zincir yapısı sayesinde verilerin değiştirilmemesi ve oluşturulan algoritmalar sayesinde analizler güvenilir bir şekilde gerçekleştirilebilir. Bu analizler sık sık güncellenebilmektedir.

-Geleneksel testlere göre blok zincir yapısı yüzde yüz denetim yapılmasını daha kolay hale getirmektedir. Blok zinciri defterine kayıt alınan tüm işlemlere yetki verilen herkes istediği zaman erişebildiği için tam zamanlı bir denetim gerçekleşmiş olmaktadır. İç denetim birimi blok zincir ağında gerçekleşen işlemleri gerçek zamanlı olarak takip edebilir ve işlemlerle ilgili denetimi veri analitiği araçları kullanarak otomatik hale getirebilir.

-İç denetçiler yaptıkları denetim sonucunda anlamlı sonuçlara ulaşmak zorundadır. Anlamlı sonuca varabilmek içinde verilerin toplanması ve organize edilmesi için çok fazla emek ve zaman harcamaktadırlar. Blok zincir yapısında gerçek zamanlı ve organize edilmiş olarak saklanan veriler iç denetçilerin harcadığı zaman ve emeğin azalmasını sağlayacaktır. Denetim işleminde kullanılacak destekleyici belgelerin sağlanması için süreç sahiplerine ihtiyaç duymak yerine kendi elde ettikleri belgeleri kullanarak süreci hızlandırabilmektedirler. Denetim döngüsünün hızlanmasıyla verim artışı da sağlanmaktadır.

-Sözleşmeler işletmeler açısından önem taşımaktadır. Sözleşmelerin şartlarına göre işletme yönetimi ve çalışanlar süreci yönetmeleri gerekmektedir. İç denetçiler ise sürecin sözleşmelere uygun bir biçimde yürütülüp yürütülmediğini kontrol etmeleri gerekmektedir. Kontrol süreci hatalara açık bir süreçtir. Bu yüzden iç denetçiler kontrol işlemlerini gerçekleştirirken yüksek düzeyde gayret sarf etmeleri gerekmektedir. Yapılan sözleşmeler şartların net olarak belirtildiği akıllı sözleşmeler ile yapıldığında işlemler neredeyse otomatik hale gelmektedir. Otomatikleşen süreç sayesinde işlemler hızlanmaktadır. Sürecin hızlanması ve otomatikleşmesi iç denetçilerin yoğunluklarını daha fazla değer yaratacak alanlara kaydırmalarını sağlayacaktır.

-Sözleşmelerin blok zincir mutabakatıyla yapılması sayesinde verilerin güvenliği ile ilgili endişeler olmayacağı için doğrulama denetimlerinin yapılmasına gerek kalmayabilir.

-Blok zincir yapısında veriler sadece bir yerde tutulmamaktadır. Veriler birçok yerde tutulduğundan bir yerde yaşanabilecek veri kaybını telefi etmek çok kolay olacaktır. Verilerin kaybolma ihtimalinin düşük olması nedeni ile verilerle ilgili risk düzeyi düşüktür.

Blok zincir yapısı sayesinde elde edilen avantajlarla birlikte risk ve tehditlerde denetim mesleğinde olacaktır. Bunlar:

-Diğer teknolojilerin ve blok zinciri teknolojinin etkin doğru bir biçimde kullanılması için denetçilerin sistemi iyi tanınması gerekmektedir. Denetçilerin blok zincir yapısını kavrayacakları eğitimleri almaları gerekmektedir. Eğitimlerin yetersiz düzeyde olması denetim işlemin tam anlamıyla yapılamamasına neden olacaktır (Deloitte, 2023).

-Günümüzde yaygın olarak kullanılan ERP ve EDI (Electronic Data Interchange - Elektronik Veri Alışverişi) gibi teknolojiler işletmelerin verimliliğine katkıda bulunarak maliyetleri önemli derecede düşürmüştür. Ancak bu teknolojilerin kavranması ve kullanılması için önemli derecede finansal gereksinime, paydaşların bu teknolojiyi kullanmalarına ve sistemlerdeki değişikliğe gerek vardır. Blok zincir teknolojiye geçiş için ihtiyaç olan bu gerekliliklerden dolayı firmalar bu teknolojiyi benimsemeyebilir (Dai, 2017: 79).

-Teknolojinin kullanılması için büyük veri deposuna ve hesaplama sistemlerine ihtiyaç vardır. Blok zincirin kullanılması için depolama sistemlerinin, veri alış-veriş sistemlerinin ve hesaplama sistemlerinin gelişmesi gerekmektedir (Dai, 2017: 80).

2.2. Büyük Veri

Veri günümüzde ve geçmişte hemen hemen her işletmenin elde etmek için uğraştığı bir olgudur. Çünkü veriyi elde tutan ve hızlı bir şekilde işleyen işletmeler rakiplerine göre sektörlerinde ilerleme kaydetmektedirler. Dijital çağda olduğumuz bu günlerde ise veri kavramı daha da önem kazanmıştır. İşletmeler elde ettikleri verileri pazarlama, yönetim, muhasebe, denetim vb. alanlarda sıkça kullanmaktadırlar. Bu verileri elde etmenin yanı sıra verileri işleme ve anlamlı hale getirmede işletmeler açısından önem kazanmıştır. Verilerin hızlı bir şekilde çoğalması ve işlenmesi süreci büyük veri kavramını ortaya koymuştur. Günümüzde verilerin hızlı bir şekilde üretilmesi verilen boyutlarını terabaytlardan zettabayt seviyelerine ulaştırmıştır.

Büyük veri kavramının ortaya çıkışı ile ilgili değişik kaynaklarda farklı bilgiler ortaya konmuştur. Yaklaşık olarak 2000’li yılların sonundan itibaren büyük veri kavramı kullanılmaya başlamıştır. Ortaya çıkışından itibaren bu kavram kabul görmüş ve hızlıca yayılmıştır.

Hayatımızda yer eden bu kavram herkes tarafından tam olarak kabul gören bir tanıma sahip değildir. Alan yazındaki tanımlara bakıldığında farklı tanımlarla karşılaşılabilmektedir. Her bilim insanı farklı bakış açısıyla kendisine uygun bir tanım yapmıştır. Büyük veri tanımları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6: Büyük Veri Tanımları

Kaynak	Tanım	B	T	M	E
Beyer ve Laney	İşletmeler, kurumlar ve kişiler tarafından doğru karar verebilmek için maliyeti düşük olan, yeni bilgi sistemleri gerektiren bilgi varlıklarıdır. Bu bilgi varlıkları çeşitli, yüksek hacimli ve hızlıdır.	X		X	X
Dijcks	Büyük veriyi tanımlamak için dört özellik vardır. Bunlar değer, çeşitlilik, hacim ve hızdır.	X			X
Intel	Yapılandırılmamış büyük miktardaki veri olarak tanımlanabilir.	X			
Suthaharan	Nitelik, süreklilik ve karmaşıklık özelliklerini taşıyan unsurlardır.	X			
Schroeck Ve Diğ.	Schroeck tarafından 2012 yılında yapılan tanımda, kurumların elektronik pazarda rekabeti kazanabilmeleri için fırsat yaratan hacim, çeşitlilik, hız ve doğruluğun birleşimidir şeklinde ifade edilmiştir.	X			X
NIST Big Data Public Working Group	Büyük veri için depolama işlemi önem arz etmektedir. Depolanan bu verilerin analizinin yapılabilmesi için ölçeklenebilir bir yapının olması gerekir. Hacim, hız ve çeşitlilik özelliklerini taşıyan yoğun veri setleridir.	X	X		
Ward ve Barker	NoSQL, MapReduce ve makine öğrenmesi yöntemleri içine alan sadece bunları kapsamayan büyük ve karmaşık verilerin depolanması ve analizidir.	X	X	X	
Microsoft	Makine öğrenimi ve yapay zekânın en sonucusu olan ciddi bilgi işlem gücünü, oldukça büyük ve karmaşık bilgi kümelerine uygulama süreci.	X	X	X	
Dumbill	Elde edilen veriler geleneksel veri tabanlarında işlem yapılamayacak kadar büyük olan veri kümeleridir.	X	X		
Fisher ve Diğ.	Basit bir şekilde işlenemeyen ve baş edilemeyen veriler.	X		X	
Shneiderman	Elde edilen verilerin ekrana sığmayacak kadar büyük olması.	X			
Manyika ve Diğ.	Geleneksel yazılım araçlarının depolayamadığı, yönetemediği ve analiz edemediği ve bu işlemleri yapabilme kapasitesini geçen büyüklükteki veri setidir.	X	X	X	

Kaynak: (Mauro, Greco, ve Grimaldi, 2014)

İlk sütunlarda büyük verinin tanımı ve bu tanımların atıfları yer almaktadır. Son dört sütunda büyük veri tanımında “B- Bilgi T- Teknoloji M- Metot E-Etki” hangisinin olduğu belirtilmiştir.

Tanımları incelediğimizde bir veri topluluğunun büyük veri olabilmesi için verilerin basit bir şekilde işlenemeyecek hacimde olması gerektiğini ve bu büyüklükteki bir veriyi anlamlı hale getirebilmek için ileri seviye teknoloji kullanılması gerektiğini anlamaktayız. Büyük verinin hacminin artmasıyla bunu anlamlı hale getirmek için kullanılan teknolojinin karmaşıklığı yeni teknoloji sınıflarını da ortaya çıkarmıştır. Büyük veri sadece verinin türünü değil veriyi depolama, depolanan bu veriyi anlamlı hale getirme teknolojisini de içermektedir. Sosyal medya şirketlerinin yaptığı işlemler büyük veri kapsamına girmektedir. Bu gibi teknolojik şirketler kullanıcılarından ilk önce devasa büyüklükteki verileri toplarlar, bu verileri bulut sisteminde depolarlar ve gerektiğinde yapay zekâ kullanarak bu verileri bilgi şekline dönüştürerek kullanırlar.

Burada ortaya şöyle bir soru çıkmaktadır. Bizim elde ettiğimiz veri geleneksel veri mi yoksa büyük veri mi? Bu sorunun cevabını Narayanan tarafından hazırlanan Tabloda görebiliriz.

Tablo 7: Büyük Veri ve Geleneksel Veri Karşılaştırması

Eylem	Geleneksel Veri	Büyük Veri
Verinin Standartlaştırılması	Durağan ve tek veri koşulu için değişkenlik gösterir.	Hızlı değişen bir yapısı vardır. Verileri toplamak ve analiz etmek için tek veri modeli yeterli değildir.
Verinin Fiziki Merkezliliği	Ağdaki veriler ulaşılabilir ve yönetilebilirdir.	Ağın performansını etkileyen yüksek hacim, yüksek hız ve çok çeşitli veri
Veri Koruma ve Saklama	Tanecik düzeyde tutulur.	Tanecik düzeyde saklanamazlar. Geleneksel depolama sistemlerinin kapasiteleri yetersiz kalır.

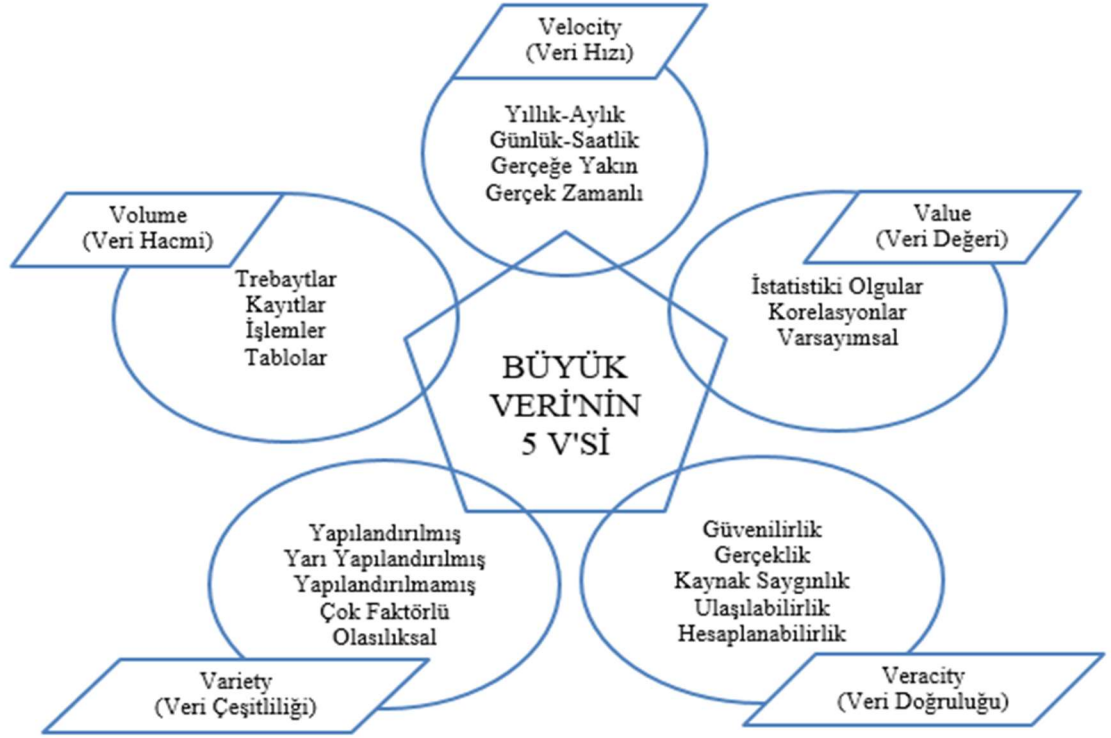
Kaynak: (Narayanan V. , 2014: 2)

Veri tabanı açısından büyük veri ile geleneksel veri karşılaştırıldığında büyük veriyi kullanmanın belli başlı zorlukları vardır. Büyük veriyi kullanmak isteyen kurumun belirlediği amacına ulaşması için kurum yöneticileri ve bilişim alanında uzman olanlar ortak bir çalışma yapması gerekmektedir. Bu çalışmada kullanılacak olan teknolojik altyapı, analiz teknikleri ve veri kaynakları belirlenmelidir. Belirlenen bu unsurlar amaca uygun hale getirilmelidir. (Narayanan V. , 2014: 2).

ACCA (Association of Certified Chartered Accountants) ve IMA (Institute of Management Accountants) dünyanın tanınmış muhasebe kuruluşlarının 2013 yılında yaptıkları anket sonucunda büyük verinin şirketlerin %62'sinin gelecekle ilgili önem teşkil ettiği sonucu ortaya çıkmıştır (Accaglobal, 2022).

2.2.1. Büyük Veri Bileşenleri

Büyük veri Doug Laney tarafından 2001 yılında 3V modeliyle tanıtılmıştır. Model Volume (hacim), Velocity (hız), Variety (çeşitlilik) unsurlarını içermekteydi. Daha sonra bu yapının içine Value (değer) ve Veracity (gerçeklik) unsurları eklenerek 5V olmuştur. (Bratosin, 2015, s. 11). Büyük verinin 5V'si Şekil 5'te detaylı olarak gösterilmiştir.



Şekil 5: Büyük Verinin 5 V'si

Kaynak: (Andresselva, 2023)

2.2.1.1. Veri Hacmi

İşletmelerin Endüstri 4.0 sistemine geçmesi ve çalışan makinelerin nesnelerin interneti sayesinde mevcut verinin hacmi her geçen dakika artmaktadır ve artmaya devam edecektir. 2010 yılında 2 zetabayt olan dünyadaki veri miktarı, 2022 yılında 97 zetabayt seviyesine çıkmıştır. 2025 yılında veri miktarının yaklaşık olarak 2022 yılındaki rakamın

iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir (Kronenberger, Schlemmer , ve Melches, 2024). (1 zetabayt= 1073741824 terabayt)

2.2.1.2. Veri Çeşitliliği

Günümüzde Twitter, Facebook vb. sosyal medya mesajları, banka işlemleri, internet siteleri ve buna benzer internet uygulamalarının hepsi büyük veriye hizmet eden farklı türdeki verilerdir. Bu veriler yapısal, yarı yapısal ve yapılandırılmamış olarak ayrılmaktadır. Dijital çağda üretilen ve saklanan bu verilerin %80'i yapısal durumda değildir (Dülger Ü., 2016: 505).

İşletmeler geleneksel veri yapısından çıkarak büyük veri yapısına doğru yönelmektedir. Bu yönelme veri çeşitliliğinin de artmasına neden olmaktadır. İşletmenin üretim hareketleri, banka hareketleri, personel hareketleri, pazarlama hareketleri gibi işletmede oluşan tüm hareketler büyük veri çeşitliliğine örnek olarak verilebilir. Bu artış sonucunda bu kadar çeşitli verinin depolanması ve anlamlı hale gelmesi zorlaşmaktadır. Bu verilerin anlamlı hale gelmesi içinde veri madenciliği gibi uzmanlık gerektiren yeni meslekler ortaya çıkmıştır.

2.2.1.3. Veri Hızı

Büyük verinin oluşma hızı ve kullanıma geçme hızı çok yüksektir. Bu hız her geçen gün artış göstermektedir (Dülger Ü., 2016: 505). Dünyada her gün internet kullanıcı sayısı artış göstermektedir. 2023 yılının başında dünya nüfusunun yüzde 68'si, 5,44 milyar insan cep telefonu kullanmaktadır. Kullanıcı sayısı son bir yılda yüzde 3 artmıştır. Dünyadaki insanların yüzde 64,4 internet kullanıcısıdır. Son bir yılda yüzde 1,9 oranında internet kullanıcısı sayısında artış yaşanmıştır. Sosyal medya kullanıcısı 2023 yılında 4,76 milyardır. Her yıl kullanıcı sayısında artış yaşanmaktadır (Datareportal, 2023). Dijital unsurların kullanımı veri artış hızının artmasına da sebep olmaktadır. Veri oluşum hızının artışı sadece internet ortamında değil her ortamda gerçekleşmektedir. İşletmelerin endüstri 4.0 uygulamalarını benimsemeleri işletmelerinde hızlı ve yoğun bir biçimde veri üretmesine sebep olmuştur. Endüstri 4.0 modelinde kullanılan üretim unsurları büyük veri deposuna veri üretebilmektedir. Hızlı bir şekilde artış gösteren bu verilerin aynı zamanda hızlı bir şekilde işlenip yorumlanması da gerekmektedir.

2.2.1.4. Veri Doğruluğu

Büyük veriyi oluşturan bileşenlerden birisi de doğruluktur. Bu bileşen ikiye ayrılmaktadır. Birincisi, büyük veriyi elde ederken kullanılan kaynağın ne derecede güvenilir olduğudur. İkincisi ise elde edilen verilerin hedef kitle ile uyumlu olmasını ifade etmektedir. Veri doğruluğu bileşeni, iki tane unsuru sağlaması gerektiği için en zor sağlanan durumdur denebilir (Sütçü ve Aytekin, 2013: 94). İşletmeler kendi verilerini kullanarak oluşturdukları büyük veri havuzunda doğru veri unsurunu kontrol edebilirken dışardan gelen verilerin kontrolünü tam olarak sağlayamamaktadırlar.

2.2.1.5. Veri Değeri

Veri değeri, elde edilen verilerin analiz edilerek kullanılabilecek anlamlı hale gelmesi ve kurumlar tarafından karar verme süreçlerinde kullanılmasıdır. Büyük veri içerisinde önemli olan doğru veriyi alıp analiz etmek ve işletme için o veriyi değerli kılacak bilgiye dönüştürülmesidir (Karaboğa, 2020: 12).

Kurumların ihtiyacı olan büyük verinin kullanılması esnasında maliyet önemli bir unsurdur. Çünkü büyük veriyi kullanmak için katlanması gereken maliyetler vardır. Yazılımlar, donanımlar, uzmanlar ücretleri vb. maliyetler ortaya çıkmaktadır. Bundan dolayı kurumların elde edeceği değerin büyük veri için katlanacağı maliyetten daha fazla olması arzu edilmektedir. Büyük veri sürecine karar vermeden önce detaylı analizler yapılmalıdır (Narasimhan ve Bhuvaneshwari , 2014: 351).

2.2.2. Denetim ve Büyük Veri

Büyük veri günümüzde bir çok sektörde gündemde olan bir kavramdır. Kavramın gündemde olması, verilerin daha fazla depolanabilmesi ve depolama maliyetlerinin azalması sayesinde önemi daha da artmaktadır. Büyük veri analizi gerçekleştiren programların gelişmesiyle birlikte hem geçmiş dönem hemde gelecek dönem için raporlar daha doğru biçimde sağlanabilmektedir.

İç denetim noktasında da büyük veri kullanımının öneminin gittikçe artacağını beklemek doğru olacaktır. Büyük verinin öneminin artmasıyla birlikte iç denetim mesleği değişim yaşayacaktır.

Yaşanacak değişimle birlikte büyük veriyi kullanmanın muhasebe ve denetim mesleğine sunduğu fırsatlar ve tehditler ortaya çıkacaktır. Bunlar Aslan ve Özerhan

tarafından hazırlanan Tabloda Veri Varlıklarının Değerlemesi, Karar Almada Büyük Verinin Kullanımı ve Risk Yönetiminde Büyük Verinin Kullanımı alanları dikkate alınarak anlatılmıştır.

Tablo 8: Büyük Verinin Muhasebe Mesleğine Sunduğu Fırsatlar ve Tehditler

Alan	Fırsatlar	Tehditler
Veri Varlıklarının Değerlemesi	-Varlıkların değerlemesinin yapılması için yeni yöntemlerin geliştirilmesiyle şirket veri varlıklarının değerlemesine yardımcı olması. -Kalite kontrolü ile verilerin değerinin artması.	-Her an yeni veri üretildiği için büyük veri değerinde hızlı bir azalma söz konusu olmaktadır. -Veri değeri her kullanım amacına göre değişim göstermektedir. -Verilerle ilgili mevzuatta yapılabilecek değişiklikler. -Gizlilik haklarıyla ilgili belirsizlikler.
Karar Almada Büyük Verinin Kullanımı	-Verilerin güncel olması sayesinde gerçek zamanlı karar almanın mümkün olması. -Bölümler arasında ortak çalışma ortamı oluşturmaları.	-Otomasyonun, iç raporlamaya duyulan ihtiyacı azaltması. -Kültürel engellerin kurumlar arasında veri paylaşımını engellemesi.
Risk Yönetiminde Büyük Verinin Kullanımı	-Risk tahmini yapabilmek için veri kaynaklarının artması -Hata ve hilenin ortaya çıkartılması konularında gerçek zamanlı tespit edilmesini sağlaması -Yeni pazar ve ürün için yatırım risklerini ölçmek için analitik yöntemlerinin kullanılması	-Riskin belirlenmesi için kullanılan korelasyon ve nedenselliğin karıştırılabilir olması

Kaynak: (Aslan ve Özerhan, 2017: 873)

Her teknoloji unsuru ile veri artışı yaşanmaktadır. Veri artışıyla depolama kapasiteleride önem kazanmıştır. Depolama maliyetleri eskiye nazaran azalmış ve analitik yöntemlerin gelişmesiyle ileri özellikleri barındıran verinin analiz edilmesini sağlamıştır.

Büyük verinin 5V'sinin iç denetimde kullanılmasının etkisi şöyle anlatılabilir. Büyük verideki hacim özelliği sayesinde örneklem kullanmak yerine aralıksız denetim yapmak mümkün olmaktadır. Aralıksız denetim yapılmasıyla hizmet alan taraf daha net güvence istemesine neden olur.

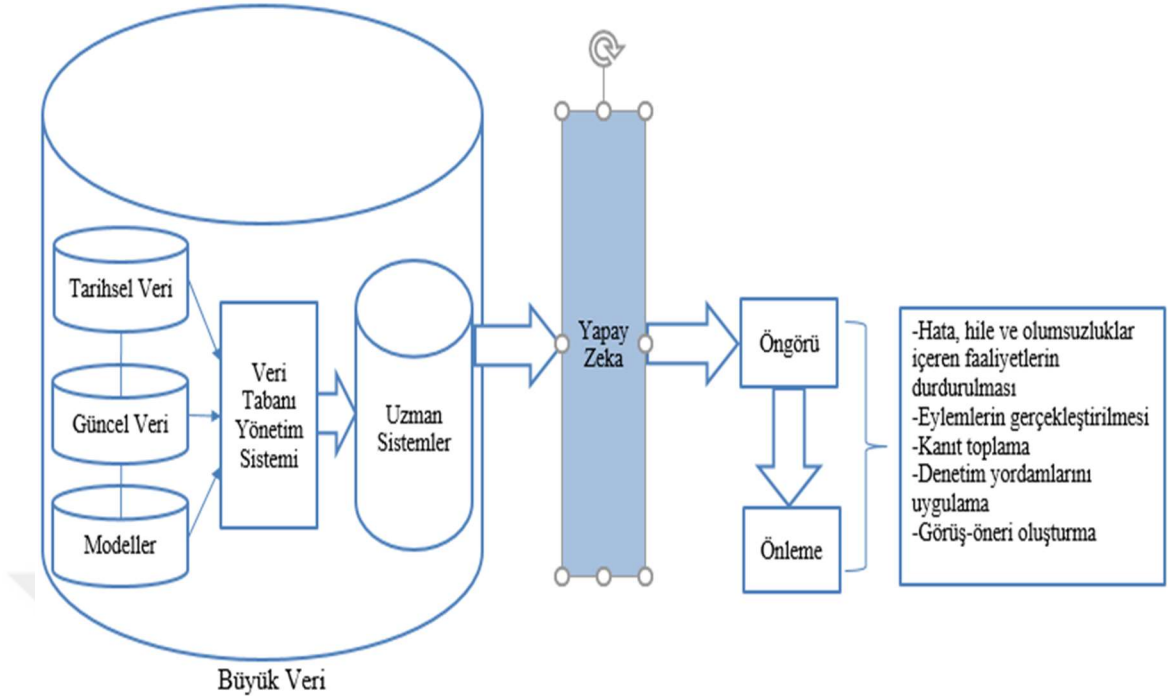
Çeşitlilik sayesinde kanıtların çeşitliliği de artmıştır. Kanıtların çeşitliliği sayesinde geleneksel olmayan kanıtların test edilebilmesi mümkün olmaktadır. Kanıtların artmasıyla birlikte detaylı denetimler yapabilmektedir.

Büyük verinin kullanılmasıyla verilere erişim hızlı olmaktadır. Erişim sayesinde gerçek zamanlı denetim mümkün olabilmektedir. Verilere ulaşım hızı sayesinde sürekli denetim işlemini mümkün kılmaktadır. Sürekli denetim gerçekleştirebilmek için veri madenciliği ve makine öğrenmesi işlemleri gerçekleştirilmelidir. Son zamanlarda Rapidminer Auto, MLAuto ve LUIS.AI gibi teknolojilerin geliştirilmesi, makine öğrenme süreçlerinin az müdahale ile çalışmasını mümkün kılmaktadır (Onay, 2020: 141-144).

Daha fazla verinin elde edilmesiyle ulaşılan bilginin doğruluk düzeyi daha fazla olmaktadır. Anlamlı ve doğru bilgiye ulaşabilmek için kullanılacak veriler ve analiz programlarının seçimi önem arz etmektedir. Bunu yanında elde edilen verilerinde saklanması da önemli bir etkidir.

İşletmeler ve kişiler büyük veriyi kullanıldıktan sonra değer yaratması gerekir. Büyük veri kullanımının en önemli çıktısı değer yaratmasıdır. Bu değerın oluşması için verinin her an kullanıma hazır olması gerekmektedir. İç denetçi denetlediği süreçlere birimlere ve faaliyetlere ilişkin verinin detaylarına anlık olarak ulaşabilmelidir. Başka bir örnek verirken üretim aşamasında olan bir ürünün durumu anlık olarak nesnelerin interneti vasıtasıyla oluşan verilerle takip edilebilmektedir. İç denetçi üretim aşamasını verilerle takip etmenin yanı sıra kullanılan büyük veri analizi sayesinde öngörüsöl bilgide elde edebilmektedir. Elde edilen bilgi kullanılarak etkinlik ve verimlilik artışı sağlanarak değer yaratma gerçekleştirilebilir (Onay, 2020: 141-144) .

İç denetimin gerçek zamanlı, etkin ve verimli bir şekilde yürütülmesi, sürekli güvence sağlayan büyük veri analitiği, makine öğrenme ve yapay zekâ gibi unsurları otomasyonla bütünleştiren ve sürekli izleme ile sürekli denetim arasında eşgüdümü sağlayan bir yapıyla olanaklı hale gelir. Bu yapının kurulması için bu yapıyı oluşturacak yaklaşım benimsenmelidir. Bunun için, Uludağ tarafından iç denetimin gelecekteki ortaya çıkacak faaliyetleri tahmin edebilmesini sağlayarak, işletme ihtiyaçlarını en iyi düzeyde karşılayabilecek kontrollerin oluşturulmasını ve ortaya çıkan olumsuz durumların bertaraf edilmesini sağlayan öngörüsöl yaklaşım ortaya konmuştur. Şekil 6'da bu model şematize edilmiştir (Aktaran Onay, 2020: 145). Her geçen gün yaşanan teknolojik gelişim sayesinde yapılan büyük veri analiz sonuçları ele alındığında öngörü seviyelerinin çok arttığı görülmektedir.



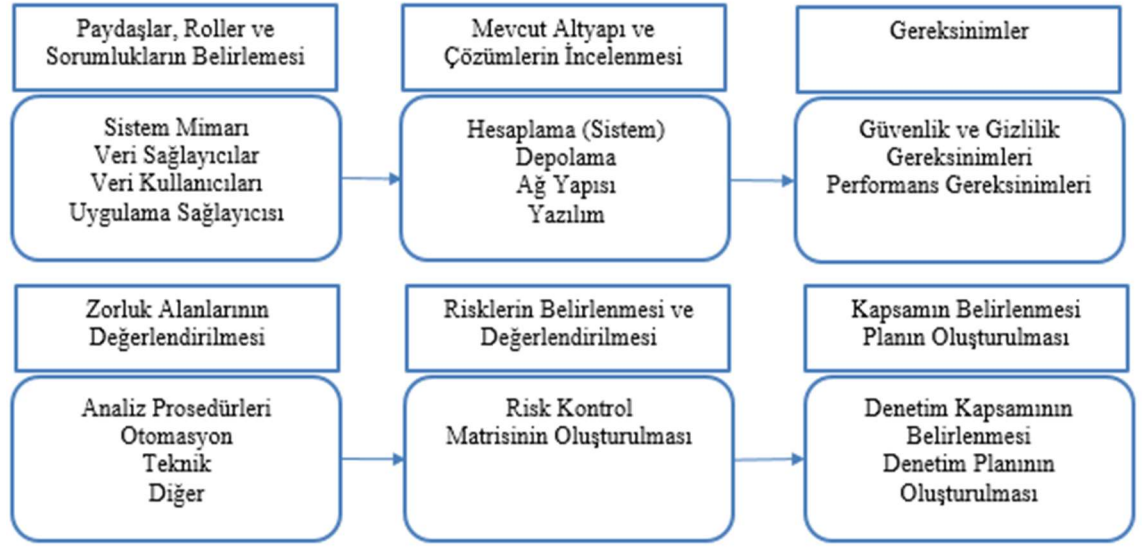
Şekil 6: Büyük Veri Öngörüsül Model

Kaynak: (Aktaran Onay, 2020: 145)

Öngörüsül model yapısında bulunan büyük veri analitiği kısmında verilerin analiz edilmesi gerekmektedir. Elde edilen her veri, işletmenin denetimi için gerekli olmayacaktır. Gerekli olan verilerinde doğru bir biçimde analiz edilip işletmeye faydası olacak denetim sonuçlarının elde edilmesi gerekir. Doğru bilgiye ulaşmak için işletme tarafından büyük veri analizi sistemi verimli olacak şekilde oluşturulması gerekir. Denetim süreçlerinin planlamasında, denetim testlerinin uygulanmasında ve raporlamasında büyük verinin nasıl kullanılacağı yapısı oluşturulmalıdır.

Özdemir ve Sağiroğlu büyük verinin denetimde kullanımıyla ilgili planlama, testlerin uygulanması ve raporlama aşamalarını aşağıdaki gibi anlatmışlardır:

Planlama aşamasında işletmelerin büyük veri ile ilgili yaptığı çalışmalar ve oluşturduğu yapı gözden geçirilmelidir. Büyük veri sistemi incelenerek verilerin nasıl ve nereden elde edildiği belirlenmelidir (Özdemir ve Sağiroğlu, 2018). Elde edilen verilerin doğruluğu önem arz etmektedir. Örneğin cihazlardan gelen verilerin hangi sistematik ile elde edildiği önemlidir. Analiz aşamasında cihazlardan elde verilerin nasıl yorumlanması gerektiği fikrini oluşturmaktadır.

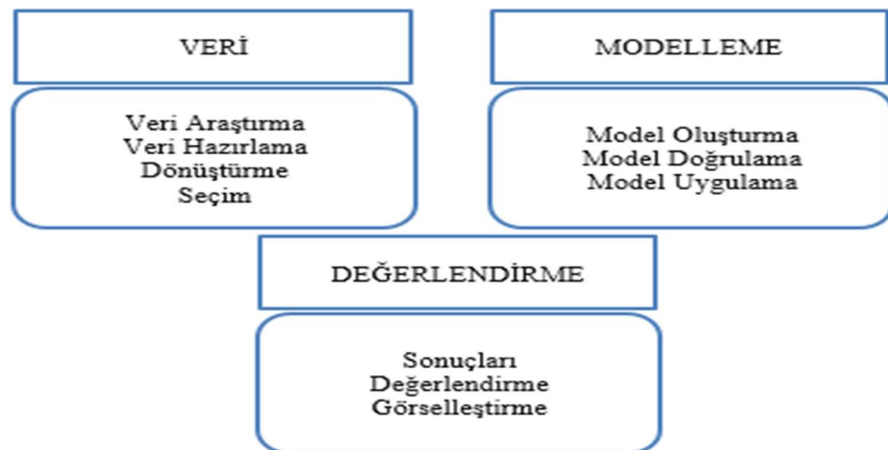


Şekil 7: Denetim Planları Adımları

Kaynak: (Özdemir ve Sağıroğlu, 2018: 475)

Şekil 7’de denetim planı adımları gösterilmiştir. İlk olarak sorumluluk alanlarının belirlenmesi gerekmektedir. Alanlar belirlendikten sonra büyük veri ile ilgili altyapı sistemi kontrol edilmelidir. Sistemin oluşturabileceği riskler incelenerek, gerekli yapı oluşturulmalıdır. En sonunda denetim planlaması yapılarak, denetim testleri aşamasına geçilmelidir.

Denetim testleri aşaması 3 adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar veri, modelleme ve değerlendirmedir.



Şekil 8: Büyük Veri Denetim Analitiği

Kaynak: (Özdemir ve Sağıroğlu, 2018: 475)

-Veri aşaması: Verilerin denetim yapılacak konu ile ilgili olması gerekmektedir. Veri deposunu oluştururken konuya destek verecek her veri kullanılması gerekir. Üretim yaparken hava durumu verisinin kullanılması örnek olarak verilebilir. Üretim yapılan mamulü hava durumu etkiliyorsa bu veri kullanılmalıdır. Gereksiz olan verilerin ise silinmesi veya farklı veri tiplerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Yapılan bu işlem ile karar vericiler için doğru bilgilerin oluşması sağlanmaktadır. Veri hazırlama sürecinin sonunda verilerin, denetim veri analitiği için kullanılabilir halde olması gerekmektedir.

-Modelleme aşaması: Modelleme aşamasının doğru bir biçimde oluşturulması için yapılacak denetim konusu iyi şekilde anlaşılması gerekmektedir. Denetim süreci anlaşıldıktan sonra, denetime uygun algoritmaların oluşturulması ve denenmesi gerekmektedir. Oluşturulan model, büyük veri setine uygulanmalıdır.

-Değerlendirme aşaması: Büyük veri setinden elde edilen bilgiler doğrultusunda denetim için gerekli kanıtların ortaya çıkarıldığı süreçtir. Denetimin sonuçlandırılması için denetim kanıtları gerekmektedir. Büyük veri ile birçok açıdan elde edilen kanıtlar daha güvenilir olacaktır. Kanıtların güvenilir olması raporun daha güvenilir olmasını ve alınacak kararların daha etkili olmasını sağlayacaktır.

Elde edilen denetim kanıtlarının daha anlaşılır olması için veri görselleştirme tekniği kullanılmalıdır. Veri görselleştirme tekniği kullanılarak daha anlaşılır bilgilerin oluşturulması sağlanmaktadır. Denetçi veya birim sorumlusu, elde edilen bilgiyi görselleştirme sayesinde daha net anlayacağı için vereceği kararlar daha doğru olacaktır.

Raporlama aşamasında denetim birimi tarafından anlamlı rapor oluşturulmaktadır. Oluşturulan rapor ile alınması gereken önlemler ve yapılması gereken iyileştirmeler ortaya konmaktadır. Yapılacak olan iyileştirmeler ve bunun etkileri takip edilmektedir. Elde edilen veriler sisteme kaydedilerek büyük veri analitiğine katkı sağlamaktadır.

2.3. Yapay Zekâ

2.3.1. Yapay Zekâ Kavramı ve Gelişimi

Günümüzde yaşanan teknolojik gelişmeler hızla devam etmektedir. Bugün dünden farklı teknolojiler farklı yöntemler ortaya çıkmaya devam etmektedir. Bu teknolojilerin başında yer alan en önemli gelişmelerden birisi yapay zekâdır. Yapay zekâ

her geçen gün daha fazla hayatımızda yer almaktadır. Yapay zekâ (YZ) sayesinde düşünen, algılayan ve kendini geliştiren mekanizmalar gelişmeye ve artmaya devam etmektedir. Sadece teknoloji üreten şirketler tarafından değil her sektörde karşımıza çıkmaktadır.

YZ kavramı ilk başlarda gerekli ilgili görmemiştir fakat 2000’li yıllardan itibaren hızlı bir şekilde insanoğlunun hayatında yer etmeye başlamıştır (Helo ve Hao, 2021). Son yıllarda hızla hayatımıza giriş yapan YZ’nin çeşitli araştırmacılar tarafından tanımlaması yapılmıştır. Bunlar:

-YZ insan zekâsı gibi çalışan teknolojik bir unsurdur. Çeşitli hesaplama sistemleriyle insanlar tarafından gerçekleştirilen akıl yürütme ve karar alma yeteneği kazandırılmış sistemler bütünüdür (Tüfenk, 2023: 14).

-YZ, insanlar tarafından yapılan düşünme ve karar verme hareketlerinin akıllı bilgisayar programlarını yapma mühendisliği ya da bilimidir (Pirim, 2006: 84). Bu mühendislik ve bilim sayesinde makineler ve cihazlar her geçen gün daha net karar verebilme noktasına gelmektedir. Net kararlar ise makine ve cihazların verimliliklerinin artmasını sağlayacaktır.

-YZ insanoğlu tarafından üretilen cihazların durumu algılayabilme, bu algıyı yorumlayabilme ve geçmiş verilerle harmanlayarak karar verme sürecini içeren bir bilim dalıdır. YZ sayesinde yapılan işlemler öğrenilerek tekrar etme ortadan kalkmaktadır (Uzun, Hatipoğlu, Bütüner, ve Calp, 2021: 3). Makineler ve robotlar bu sayede yeterli düzeyde çalışma kapasitesine sahip olacaklardır. Tekrar unsurunun ortadan kalkması hem zaman hem maliyet açısından bir azalma yaratacaktır. Geçmişten günümüze işletmelerin istedikleri zaman ve maliyet tasarrufu YZ tarafından sağlanabilecektir.

Günümüzde önemi gittikçe artan YZ’nin ilk çıkışı 1943 yılındadır. Elektronik beyin (Sinirsel Aktivitede İçeren Fikirlerin Mantıksal Bir Hesabı) ile süreç başlamıştır. İkinci adım ise 1950 yılında Alan Turing tarafından yazılan “Computing Machinery And Intelligence” makalesidir. Bu makalede insan gibi düşünme potansiyeli olan cihazlardan yaratma düşüncesi döneminde fazlaca yankı uyandırmıştır. John McCarthy 1955 yılında ilk olarak yapay zekâ ismini kullanmıştır (Turkiyeai, 2023).

1950-1980 yılları arasında yapılan çalışmalarda sembolik YZ yaklaşımı ele alınmıştır. 30 yıllık süreçte insan zekâsını taklit etme çalışmaları yapılmıştır (Mert, 2023: 37).

Patlama dönemi olarak bahsedilen 1980’li yıllarda YZ hem endüstri halini almış hem de bir bilim dalı olarak kabul edilmiştir (Pirim, 2006: 84). Bu dönemde sistemler algoritmalar sayesinde verilen bazı görevlerin yerine getirebilmesi için eğitilmiştir. Makine öğrenmesi olgusunun önemi artmıştır (Mert, 2023: 37).

2000’li yılların ortasından itibaren derin öğrenme YZ dünyasına girmiştir. Derin öğrenme, eğitilen sinir ağlarıyla karmaşık problemlerin çözümünü insan benzeri yeteneklerini taklit etmek için kullanır. 2000’li yıllardan günümüze kadar birçok firma YZ ile ilgili birçok çalışma gerçekleştirmiştir. 2017 yılında dönüştürücü ağlar adında yeni bir sinir ağı türü tanıtılmıştır. 2019 yılında 1.5 milyar parametreye sahip GPT-2 yayınlanmıştır. Ertesi yıl Alphafold 175 milyar parametrelili GPT-3 yayınlarak YZ dünyasında büyük bir adım atmıştır (Türkiyeai, 2023).

Hızla gelişen YZ’nin her teknolojik yenilik gibi işletmeler açısından avantaj ve dezavantajları vardır. İşletmelerin geleneksel yapılarına eklemiş oldukları YZ eklentileri üretkenliği artırabilmektedir. Dezavantajları ise bulut bilişim kullanmayan firmalar tarafından YZ uygulamalarının maliyetleri yüksektir. İşletmenin bu teknolojiyi kullanması için sisteme adapte edilmelidir. Adaptasyon süreci karmaşıktır. Bu sürecin uzmanlar tarafından yürütülmesi ve devam ettirilmesi gerekmektedir (Oracle, 2024). Günümüzde uzmanlar yeteri kadar bulunmamaktadır. Uzmanların istenen sayıda olmaması işletmeler açısından maliyetleri artırmaktadır. İnsan kaynakları talebinin karşılanması için işletmeler gerekli çalışmaları yapmaktadır.

İnsan kaynakları çalışmalarının yanısıra YZ’den en iyi şekilde yararlanabilmek için şirket kültürünün bu görüş açısıyla oluşturulması gerekir. Bu kültür ortamında:

-İşletmenin hedefleri ve bu hedefler doğrultusunda ortaya çıkan problemler iş analistleri ve veri uzmanları tarafından birlikte çalışarak tanımlanır,

-YZ için gerekli olan verilerin işlevsel olarak kullanılmasını veri mühendisleri sağlar. Ayrıca veri mühendisleri veri sistemini de yönetir,

-Veri uzmanları işletmenin veri bilimi platformunda verileri hazırlayıp, görselleştirir ve en sonunda modelleme işlemini yapar,

-Bilgi teknoloji mimarları tarafından gerekli altyapı yönetilir. Bu altyapı işletmenin içinde veya bulut sisteminde olabilir,

-Uygulama yazılımı geliştiricileri, veri odaklı ürünler oluşturmak üzere modelleri uygulama yazılımlarında konuştururlar (Oracle, 2024).

2.3.2. Yapay Zekâ ve Muhasebe Denetimi

Teknolojik gelişmelerin başında yer alan YZ her sektörü etkilediği gibi muhasebe ve denetim mesleğini de etkilemiştir. YZ'nin son dönemlerde denetim mesleği açısından akademik ve iş çevrelerinde önemi giderek artmaktadır. Yapılan araştırmalar ve denetim firmalarının yaptığı çalışmalar bunları göstermektedir.

Muhasebe denetiminin 4 büyük firması olan Deloitte, Ernest & Young (E&Y), Price Waterhouse Coopers (PWC) ve Klynveld Peat Marwick Goerdeler (KPMG) YZ ile denetim üzerinde çalışmalar yapmaktadır. Deloitte Argus programını, KPMG Clara programını diğer iki firma ise herhangi bir adlandırma yapmadan YZ çalışmalarını yapmaktadırlar. Bu çalışmalar (Pwc, 2023):

-Deloitte Argus programıyla iş akışı otomasyonu için yenilikler sağlamaktadır. Argus ile denetlenen firmaların alım satım sözleşmelerinin taranması işlemi gerçekleşir. Yapılan detaylı tarama sonucunda elde edilen veriler ve denetçi verileri birlikte analiz edilir. Analiz verileri denetçiye raporlanır.

-E&Y stok kontrollerinin dijital olarak kontrol ve sayım işleminin yapılması üzerinde çalışmalar yapmaktadır. Program bulut sistemi bilgi işleme tekniğini, nesnelerin interneti ve droneleri kullanarak anlık olarak stokların durumunun takibini yapmakta ve denetçilere bilgi vermektedir. Anlık bilginin birçok doğrulamasının yapılması sayesinde güvence seviyesi artmış olmaktadır.

-PWC bulut tabanlı makine öğrenimi ve geliştirilen istatistiksel modeller aracılığı ile denetçilere müşteri gelirlerini daha doğru tahmin edebilme imkânı sunmaktadır. Ayrıca dâhili veri güvenliği ve model doğrulama kontrollerini içermektedir. Yapılan bu çalışmalar ile daha kaliteli bir denetim imkânı ortaya konmaktadır. YZ destekli "finansal tablo raporlama kontrolü" ile tablo kontrollerinde yapay zekâ entegre edilmiştir. Yapılan

Çalışma geri dönüş süreci azalacak, kalitede artış olacak ve denetim işlemleri kolaylaşacaktır.

-Clara programıyla KPMG tam zamanlı denetim çalışmaları yapmaktadır. Verilerin tamamı tam zamanlı denetim programı Clara incelenir. Finansal tabloları etkileyebilecek beklenmeyen durumlar denetçilere anında bildirilebilecektir.

Denetim firmaları denetimin gelişmesi için YZ alanındaki çalışmalarını yaparken, muhasebe ve denetim alanında kullanılan cihazlar işlemlerin bir kısmını gerçekleştirmeye veya işlemleri gerçekleştirebilmek için geliştirme çalışmalarına devam etmektedir. Muhasebe ve denetim alanında YZ kullanılarak makinelerin yapabileceği ve geliştirilen işlemler aşağıdaki gibidir (Marr, 2018):

-Borç/Alacak Hesapların İşlenmesi: ğrenebilen yapısı ile YZ her fatura işlemi için kullanılabilecek muhasebe kodu öğrenebilmektedir. Uygulamada olan YZ destekli dijital iş süreçleri sayesinde fatura sisteme işlenebilmektedir. Buda sürecin hızlı bir şekilde yapılmasına olanak sağlamaktadır.

-Tedarikçi seçimi: Tedarikçi seçimi işletmeler açısından kritik öneme sahip ve zaman alan bir süreçtir. Bu süreci en iyi şekilde yürütmek için işletmeler devamlı çalışmalar yapmaktadır. Yanlış tedarikçi seçimi sonucu işletmelerin hayatlarının devam etmesi tehlikeye girebilmektedir. Bu süreçte yapılan seçimin doğru olabilmesi için sistemler kullanılmaktadır. İşletme tarafından kurulan sistemler, tedarikçilerin kredi puanlarını veya devletle olan mali ilişkilerini herhangi bir insan müdahalesi olmadan sorgulayarak değişiklikler yapabilir.

-Tedarik süreci: İşletmeler tedarik sürecinde birçok evrak üretmektedirler. Bu evraklar farklı sistemler tarafından üretilmektedir. Farklı sistemlerde üretilen bu evraklar YZ sayesinde entegre edilip veriler işlenerek tedarik süreci kâğıt üretmeden yapılabilir. Birçok port sistemine girerek veri alabilen bu sistemler sayesinde tedarikçilerin fiyatları takip edilerek en uygun fiyatlı ürün seçilebilir. Sadece fiyat değil, alımı etkileyen diğer faktörlerde YZ sayesinde analiz edilerek en uygun tedarikçi seçimi yapılabilir.

-Denetim süreci: Denetim sürecinin dijital olması sayesinde işletme dosyalarına hangi kullanıcının, ne zaman ve nereden erişebileceğinin kontrolü anlık yapılarak veri güvenliğinin artmasına yardımcı olacaktır. Denetçiler tarafından gerekli işlemleri yapmak için kullanılacak belgelere dijital ortamdan hızlı bir erişim sağlanabilmektedir. Dijital

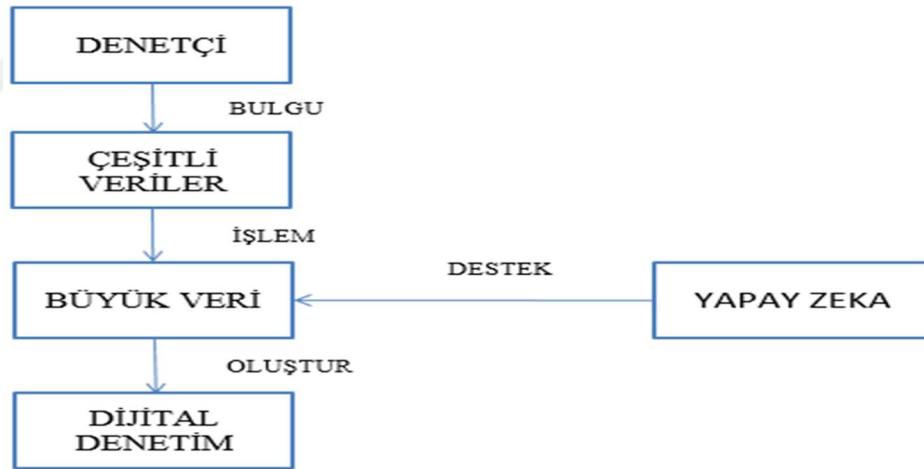
verilerin kullanılması sayesinde anlık olarak denetim örnekleme ile değil %100 olarak yapılmasına olanak sağlar.

-Raporlama: Firmalar tarafından hızlı bir şekilde doğru kararlar alabilmek hayati önem taşımaktadır. Alınacak bu kararın doğru ve etkin olabilmesi için anlık verilerin karar vericinin elinde olması gerekmektedir. Oluşturulan sistemler sayesinde hesap kapatma işlemleri doğru ve hızlı bir şekilde gerçekleşecektir. YZ büyük veri sisteminden aldığı verileri analiz ederek anlamlı sonuçlar çıkararak karar vericiye destek olacaktır.

-Gider Kontrolü: İşletmelerin gider kontrollerini yapmak uzun ve yorucu bir işlemdir. YZ ile makbuzlar ve giderler denetlenebilmektedir. Denetlenen işlemlerdeki hatalar denetim ekibine bildirilebilir.

-YZ sohbet robotları: YZ sohbet robotları sayesinde işletmeye sıkça sorulan hesap bakiye, vadeler ve transfer süreçleri soruları cevaplanabilir.

İşletmelerin YZ'nin bu üstünlüklerini kullanılarak güvenilir muhasebe işlemleri ve denetim yapabilecekleri öngörülmektedir.



Şekil 9: Denetim ve Yapay Zekâ

Kaynak: (Meitasari ve Audrey, 2023: 97)

Güvenilir muhasebe ve denetim çalışmalarının yapılması için yapay zekânın sürekli olarak bilgi ile desteklenmesi gerekmektedir. Şekil 9'de olduğu gibi büyük verinin doğru kaynaklarla beslenmesi gerekmektedir. Dünya'da ve ülkemizde değişen ekonomik şartlar ve denetim sisteminde oluşan değişiklikler sürekli bilgi ihtiyacını ortaya

çıkarmıştır. Yapay zekânın bilgi ile nasıl beslenebileceğiyle ilgili bazı önemli noktalar (Mert, 2023: 47-49):

-Elde edeceğimiz sonuçların doğru ve güvenilir olması için verilerin tutarlı olması gerekmektedir. Veriler işlenirken düzgün olarak yapılandırılmalı ve veriler düzeltilerek düzgün bir formatta sistemde yer alması gerekmektedir.

-YZ işlemleri yapabilmek için eğitim verilerini kullanır. Kullanılan eğitim verileri (denetim veri, finansal veri, denetim yöntemleri ve diğer eğitim verileri) sayesinde YZ süreçleri değerlendirerek benzer durumlara uygun doğru kararlar verebilmektedir.

-Denetim işlemlerinin doğru mantıkla yapılabilmesi için denetim uzmanlık bilgisi ve denetim kuralları YZ'ye aktarılmalıdır. YZ'ye aktarılan kurallar programlanabilir.

-YZ ile yapılan denetim çalışmalarının düzgün olabilmesi için geribildirim işleminin olması gerekmektedir. Geribildirim sürecinde YZ çıktıları, denetim sonuçlarının çıktıları ve uzman değerlendirme çıktıları sisteme yüklenmelidir. Bu şekilde geri bildirimin her seferinde daha net sonuçlar ortaya çıkacaktır.

Doğru bilgi ile desteklenen YZ'nin denetimde kullanılmasıyla avantajlar ve dezavantajlar oluşması beklenmektedir. Oluşması beklenen avantajlar şunlardır (Meitasari ve Audrey, 2023: 101; Dülger M. V., 2021: 7; Hasan, 2022: 456; Claudiu, Muntean, ve Didraga, 2018: 428-429):

-Denetimde YZ'nin kullanılması denetçilerin çalışmalarına etkisi büyüktür. YZ ile denetim işi tamamen bilgisayarlara geçmeyecektir. Denetçilerin iş yükünün büyük ölçekte azalmasına destek olacaktır.

-YZ ile elde edilen büyük verinin etkinliği ile ilgili şüpheler azalmaktadır.

-Büyük veri ile YZ teknolojinin gelişmesiyle birlikte denetim çalışmalarının verimliliğinde ve kalitesinde artış yaşanacaktır.

-YZ ve büyük veri algoritmaları sayesinde elde edilen denetim sonuçları güvenilir ve yeterli bir duruma geleceği beklenmektedir.

-Denetçiler dolandırıcılıkla mücadele kapsamında kararlarını desteklemek için YZ'yi kullanılabilir.

-YZ algoritmaları denetim sürecinin kalitesini artırmak için destek teknolojileridir.

-YZ insanlar gibi duygulara sahip olmadığı için verdiği kararlar objektif olacaktır. Buda verilen kararların herkes tarafından kabul edilebilirliğini artıracaktır.

-Operasyonel verimlilik sayesinde maliyet tasarrufu elde edilecektir.

-İş gücü tasarrufu olacaktır.

Oluşması beklenen dezavantajlar ise aşağıdaki gibidir (Claudiu, Muntean, ve Didraga, 2018: 428-429; Dülger M. V., 2021: 7; Hasan, 2022: 456):

-Denetim sırasında kullanılan algoritmaların tam ve doğru olarak çalışması için kaliteli verilerin bulunması gerekmektedir. Verilerin kalitesiz olması sonuçların güvenilmez olmasına yol açabilecektir.

-İnsan zekâsının yaratıcı olma gücü sayesinde ilk defa karşılaşılan problemleri çözebilmektedir. YZ'nin bu problemi çözebilmesi için buna benzer durumların sisteme yüklenmesi gerekmektedir.

-Geleneksel işgücünün ortadan kalkması.

-Kanun ve yönetmeliklerin sık sık değişmesi sebebiyle YZ'nin uyum sürecinin zorluğu.

-Sistem kurma maliyetinin yüksek olması.

-Muhasebeci ve denetçilerin YZ konusunda uzmanlık eksikliğinin oluşması.

-İşletmelerde çalışanların sistemin değişmesi karşı direnç oluşturması.

-Kişisel verilerin korunmasıyla ilgili yasal düzenlemeler.

Denetimin dört büyüğünden biri olan KPMG denetim firmasının 90 adet uluslararası işletme ile yaptığı araştırmaya göre işletmelerin % 60'dan fazlası akıllı otomasyon sistemlerini aktif olarak kullandığı tespit edilmiştir. Yapılan araştırmada %94 oranında YZ'nin rekabet için önemli olduğu da ifade edilmiştir. İşletmelerin %52'si tarafından akıllı otomasyon sistemlerine 10 milyon dolardan fazla yaptıkları tespit edilmiştir (Kpmg, 2021: 16).

2.4. Nesnelerin İnterneti

İnternet olgusu hayatımıza girmeye başladığı andan itibaren yaşantımızda birçok değişiklik olmuştur. Bu değişiklikler sadece insan hayatında değil aklımıza gelebilecek

her yapıda gerçekleşmiştir. Geçen süre ile birlikte insanların internete bakış açısı da değişmiş interneti daha fazla sahiplenmiştir. Hayatımızın vazgeçilmezleri arasında en başlara koymuştur. İşletmelerde, insanlar gibi interneti vazgeçilmezleri içerisinde koymuşlardır.

2.4.1. Nesnelerin İnterneti Kavramı

Günümüzde internet sadece bilgisayarlar aracılığı ile kullanılan bir yapı değildir. İnternet nesnelerle birlikte kullanılan bir yapı haline gelmiştir. Bu yapı da nesnelerin interneti (Internet Of Things – IoT) kavramını ortaya çıkarmıştır. Radyo Frekansı Tanımlama (Radio-Frequency Identification, RFID), Kablosuz Sensör Ağları (Wireless Sensor Network, WSN), Bluetooth, Yakın Alan İletişimi (Near-Field Communication, NFC), Uzun Süreli Evrim (Long-Term Evolution, LTE) gibi akıllı iletişim sistemleriyle internete erişim sağlanmaktadır. Nesnelerin internetiyle, internet bağlantısına sahip olan nesnelerden elde edilen bilgilerin istenilen veri deposuna aktarılmaktadır. Aktarılan verilerde büyük verinin oluşmasına katkı vermektedir (Erdal ve Ergüzen, 2020: 24).

Hayatımızda farkında olmasakta kullandığımız nesnelerin internetini neredeyse her alanda karşımıza çıkmaktadır. Bunlar (Beechamresearch, 2023):

- Taşımacılık ve Lojistik,
- Sağlık,
- Sanayi,
- Perakende,
- Güvenlik ve Kamu Güvenliği,
- Bilgi ve İletişim Teknolojileri,
- Tüketici ve Ev Elektronikleri,
- İnşaat,
- Enerji sektörleridir.

Her geçen gün hayatımızda yer eden nesnelerin internetinin dört adet bileşeni vardır. Bunlar nesne, insan, veri ve süreçtir. Dört bileşen sayesinde hızlı iletişim ortamı kurulmaktadır. Buda anlık olarak kontrol ve düzeltme olanağı sağlamaktadır. Bileşenlerden nesne, birbirine fiziksel ve internet aracılığıyla bağlı cihazlardır. Bu

cihazlar internete bağılı olarak çalışmakta ve 7/24 istenilen unsurların aktarımını gerçekleştirebilmektedirler. Nesne bileşeni sensörler, kontrolörler ve aktivatörlerden oluşmaktadır. Nesne bileşenleri sayesinde hareket algılama, hareketleri sinyale dönüştürme ve cihazları hareket ettirebilme işlemleri gerçekleşebilmektedir. İnsan bileşeni ise bağılantıyı gerçekleştiren elemandır. İnsanlar hangi cihazın hangi unsuru ne sıklıkta ve nasıl aktaracağıını organize etmektedirler. Diğeri bileşen veridir. Veri nesneler ve insanlar tarafından üretilmektedir. Üretilen veriler analiz edilerek bilgiye dönüştürüldükten sonra insanlar ve nesneler tarafından kullanılmaktadır. En son bileşen olan süreç ise diğeri bileşenler arasındaki etkileşimi sağılayarak cihazlar ve insanlara doğıru zamanda erişim imkânını sağılar (Gündüz ve Daş, 2018: 329-330).

Nesnelerin internetiyle elde edeceğıimiz verilerin büyüklüğü inanılmaz boyutlara ulaşacaktır. Yapılan her hareket nesnelerin internetiyle veri olarak kaydedilmektedir. Kaydedilen bu veriler işlenerek bilgi şeklinde tekrar cihazlara ve insanlara iletilmektedir.

Bu veri akış sürecinde veri güvenliğı önem arz etmektedir. Verilere müdahale edilmesi sonucunda yanlış kararlar alınarak yanlış veriler yanlış noktalara gidebilecektir. Bu tür yanlış işlemlerin olmaması için nesnelerin interneti sisteminde bulunması gerekenler şunlardır (Gündüz ve Daş, 2018: 332):

- Sistem tutarlı bir şekilde otomatik olmalı,
- Sistemde ortaya çıkabilecek zafiyetleri anlık olarak yorumlayabilme,
- Ağda bulunan bütün bağılantılar ve alt yapı elemanları görünülenebilmeli,
- Ağ büyüdükçe ağın ihtiyacı karşılanabilmeli,
- Analiz edilen bilgi sayesinde hızlı tepki verilebilmeli,
- Ağı kontrol altında tutabilme yeteneğı,
- Sisteme yetkisiz müdahale olmaması için şifreleme sisteminin olması gerekmektedir.

Sistem güvenliğı yeteri derecede sağılanmış nesnelerin interneti sayesinde, endüstride yüksek miktarda üretim düzeyine sahip işletmelerde süreç yönetiminde büyük kolaylıklar sağılanabilmektedir. Otomasyon sistemi ve nesnelerin internetinin birlikte kullanımıyla elde edilen avantajlar olmaktadır. Bunlar (Ercan ve Kutay, 2016: 600-601):

-Ağda bulunan cihazlar üretim sürecinde otomatik olarak elde edilen verilerle iletişim kurarak üretim sürecini kontrol altında tutarak insan faktörünün sisteme etkisini azaltır.

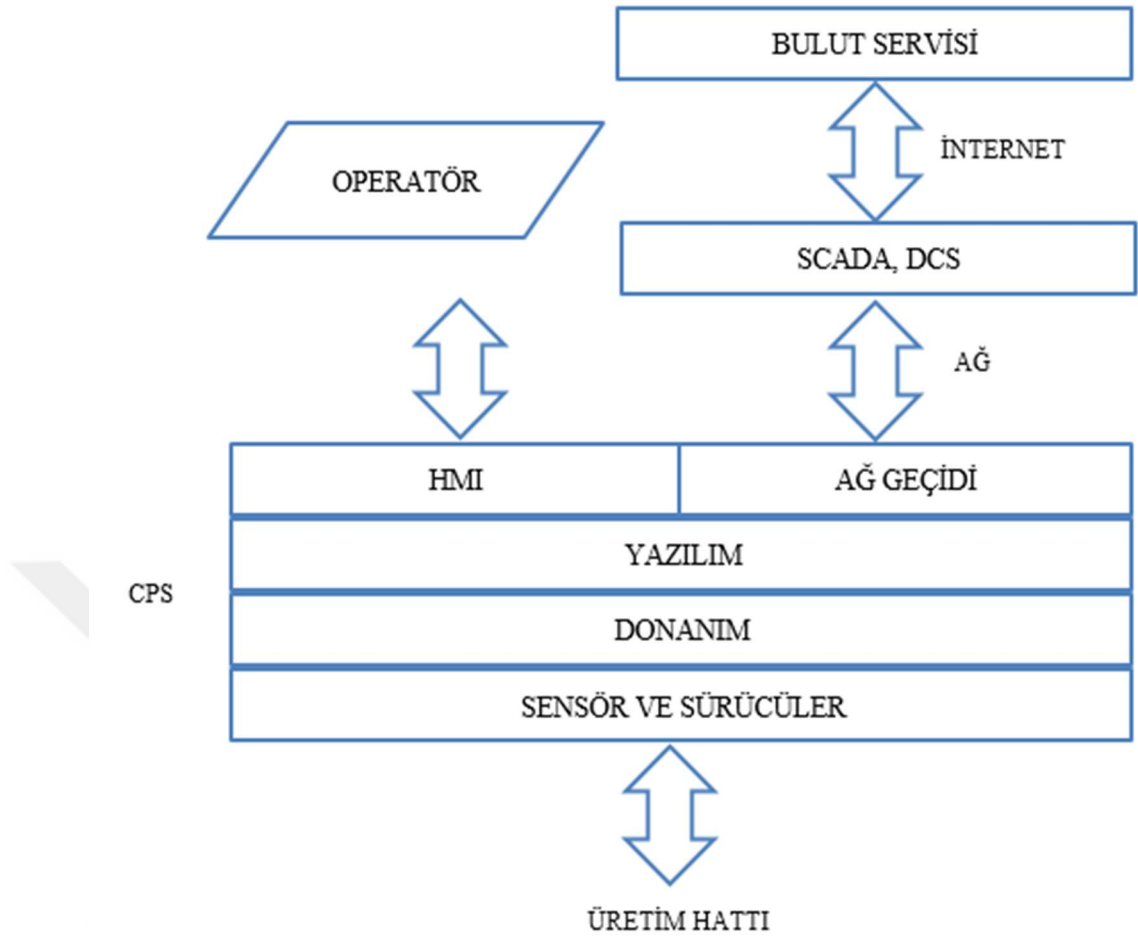
-Devamlı iletişim halinde olan cihazlar bakım, onarım ve arıza gibi faktörleri önceden tahmin ederek üretim sürecinin aksamasını önleyebilir. Buda üretim maliyetlerinin azalmasına etki eder. Cihazlar istenilen düzeyde çalışmadığını bildirerek ürün kalitesinin üst düzeye çıkmasını sağlar.

-Anlık olarak hammadde ve ürün miktarları tespit edilebilmektedir. Tespit edilen hammadde sayesinde hammadde eksikliğinden dolayı üretimde herhangi bir aksama yaşanmasının önüne geçilir. Anlık ürün miktarı sayesinde de üretim düzeyi otomatik olarak düzenlenebilir. Sistemin etkin olarak çalışması sayesinde depolama maliyetlerinde önemli azalışlar olması beklenebilir.

-Yöneticiler üretim süreci hakkında anlık olarak istedikleri her an ve her yerde bilgi sahibi olabilirler. Bu bilgi sayesinde üretim sürecini istedikleri gibi yönetebilirler.

-Eldeki bilgiler fabrika paydaşlarıyla anlık olarak paylaşılabilir. Paylaşılan bu bilgiler tedarikçilerin yeni sipariş için hazırlık yapmasına imkân verir. Müşteriler elde ettiği bilgilerle ürünlerinin teslim edilme zamanı hakkında bilgiye sahip olur.

Nesneleri interneti üretim işletmelerinde CPS (Siber-Fiziksel Sistemler), HMI (Human Machine Interface) ve SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) veya DCS (Distributed Control Systems) sistemleriyle çalışır. CPS, HMI, SCADA ve DCS'nin üretim işletmelerindeki çalışma sistematığı Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10: Üretim İşletmelerinde Nesnelerin İnterneti Süreci

Kaynak: (Ercan ve Kutay, 2016: 602)

CPS sistemi ile cihazlar ve insanlar arasında bağlantıyı kurar. HMI sistemiyle veriler insanlara aktarılır. SCADA veya DCS sistemleri sayesinde üretim gözlemlenerek kontrol edilebilmektedir. Ağ ve internet sistemiyle de elde edilen veriler büyük veriye kaydedilmektedir. Kaydedilen veya yetkililere aktarılan veriler değerlendirilerek üretim sürecinin düzgün olarak devam etmesi sağlanır (Ercan ve Kutay, 2016: 600-602).

2.4.2. Nesnelerin İnterneti ve Denetim

Nesnelerin interneti kullanılarak işletmelerdeki her işlem sisteme veri olarak aktarılmaktadır. Elde edilen veriler sayesinde işletmelerin her anı istenildiği zaman gerçekçi verilerle denetlenebilmektedir. Örneğin depodaki stoklar, kullanılan teknolojik cihazlar ve nesnelerin interneti sayesinde anlık tespit edilebilmektedir.

İşletmeler tarafından genellikle dönem sonunda yapılan stok tespit işlemleri: kayıtların ve belgelerin incelemesiyle başlar. Stokların sayım işlemiyle sona erer. Dönem sonlarında gerçekleştirilen sayım işlemi yapılırken aralıklı denetim yöntemi kullanılmaktadır. Belirli büyüklüğe sahip firmaların stok sayımı yapılırken bütün stoklarının sayım işleminin yapılması neredeyse imkânsızdır (Erturan ve Ergin, 2017: 24-25).

Örnekleme yöntemiyle yapılan sayım işlemi sonuçları genele yayılarak denetim işlemi sonuçlandırılır. Denetim sonucunda tam denetim yapılmadığından diğer stoklarla ilgili sorunlar tespit edilememiş olacaktır. Tespit edilemeyen sorunlar sonucunda işletmenin stoklarla ilgili risk düzeyi yüksek olabilecektir.

Gelişen teknolojilerden olan nesnelerin internetinin kullanılmasıyla birlikte işlemler daha hızlı ve kolay olacaktır. İşlemlerin kolay ve hızlı yapılması maliyet avantajı sağlayacaktır. Nesnelerin interneti sayesinde anlık olarak hammaddelerin ve mamullerin denetimi yapılabilmektedir. Kameralar, sensörler, dronelar ve diğer teknolojik cihazlar kullanılarak anlık olarak sayım yapılabilmektedir. Sayımla beraber ürünlerin durumları da anlık olarak kontrol altındadır (Erturan ve Ergin, 2017: 24-25).

Stok sayımında kullanılan nesnelerin interneti işletmenin başka bölümleri tarafından da kullanılmaktadır. Üretim aşamasında kullanılan cihazlarda, hammadde ve mamul taşınmasında kullanılan taşıtlarda ve çalışanların tespitinde nesnelerin internetinden faydalanılmaktadır. Kullanılan teknoloji sayesinde işletmenin fiziki ortamda gerçekleştirilen her işlemi ayna dünya denilen sanal ortama taşınmış olmaktadır. Aktarılan veriler sayesinde anlık olarak işletmenin durumunu kontrol altında olabilmektedir. Anlık olarak alınması gerek kararlar hızlıca alınabilmektedir.

Nesnelerin interneti kullanılmasıyla stok denetimiyle ilgili ilkelerinin uygulanması işlemleri de değişkenlik göstermektedir.

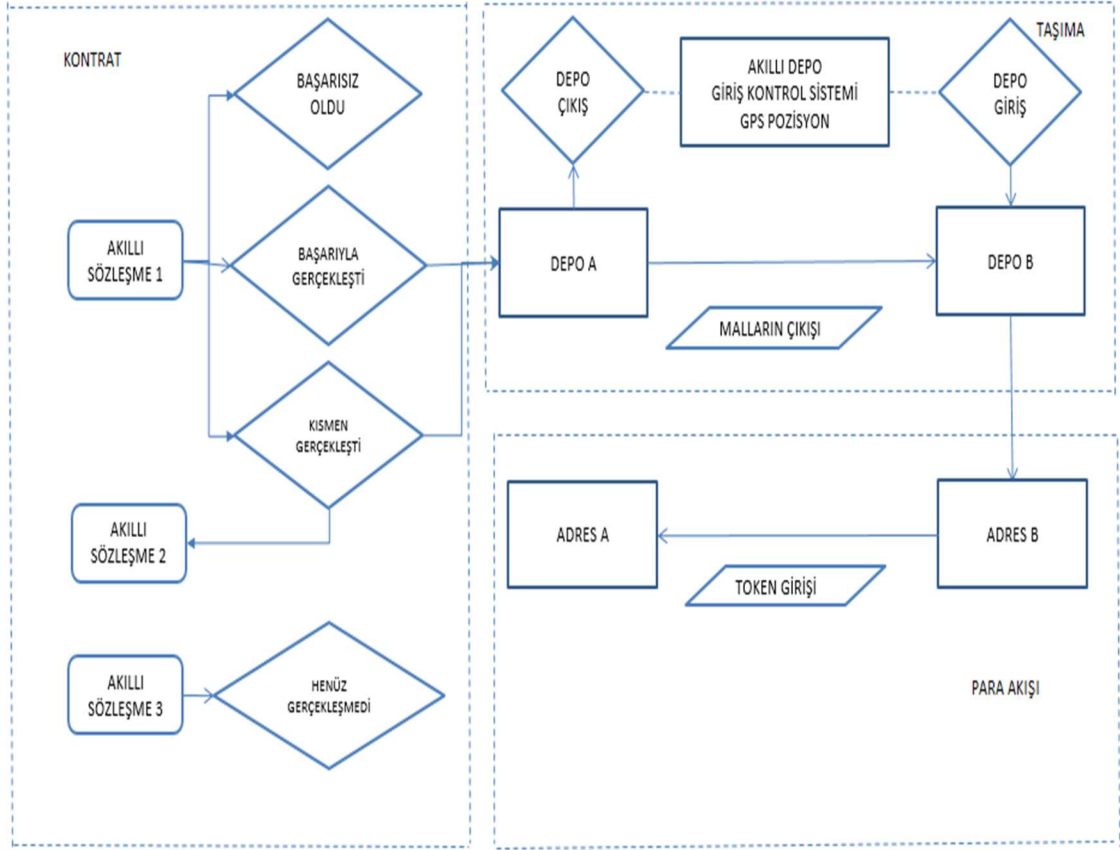
Tablo 9: Stoklar Döngüsü Denetim Yaklaşımları

Denetim İlkesi	Geleneksek Yaklaşım	Nesnelerin İnterneti Yaklaşımı
Tamlık (Stok alış faturası)	Denetçi, stoklar hesabı ile ilgili fiziki inceleme yapar. Fiziki inceleme sonucunda Mal ve Hizmet Alımlarına İlişkin Bildirim Formunun incelemesini yapar. Satıcı ile işlemlerin doğrulamasını gerçekleştirir.	Denetçi, denetimini ağ üzerinden gerçekleştirir. Ağ üzerinden taranmış faturayı görür. Faturayla ilgili Mal ve Hizmet Alımlarına İlişkin Bildirim Formu -Mal ve Hizmet Satışlarına İlişkin Bildirim Formu sistem üzerinden denetlenir.
Tamlık (Stoğun fiziki teslim alımı)	Denetçinin stok alışlarıyla ilgili geriye dönük inceleme yapması zordur. Denetim yapılırken depodaki mallar incelenebilir.	Denetçi nesnelerin interneti kullanarak uzaktan denetim yapabilir. İşletmeye gelmek üzere olan malların denetiminde yapabilir.
Var Olma (Fiili stok sayımı)	İşletmenin stok sayımına katılarak gözlem yapar. Örnekleme yoluyla inceleme gerçekleştirir.	Depoda bulunan stokların verileri raflarda bulunan sensörler sayesinde anlık olarak saptanır. Depoların durumuna göre kamera ve dronelerde kullanılabilir.
Doğruluk (Dönemsellik)	Fatura ve irsaliyeleri belgeler üzerinden inceler.	Fatura ve irsaliyenin aynı cari döneme ait olduğu sistem tarafından denetlenir.
Doğruluk (Değerleme)	Stok sayım sonuçları ve belgelerdeki sonuçlar gerekli programlar vasıtasıyla incelenir. İşlemler belgeler üzerinden yapılır.	Sensörler sayesinde elde edilen verilerle, anlık olarak saptanan farklar işletme tarafından düzeltilir. Bu sayede stokların fiili ve kaydi miktarları aynıdır. İşletmenin varlıkları devamlı koruma altındadır.
Doğruluk (Stok değer düşüklüğü karşılığı)	Değer düşüklüğü ile yapılan işlemlerin uygunluğu görüşmeler, önceki dönemlerin incelenmesi ve denetçinin deneyimi ile belirlenir.	Sonraki dönemde, stokların maliyet değerinin altında işlemlerinin olup olmadığı sistem üzerinden brüt satış zararı raporu alınarak belirlenir. Bu işlem için yapay zekâdan yararlanılır.
Yasallık (Kanunlara uyum)	Denetçi yasal mevzuatları yakından takip etmelidir.	Sektör ile ilgili değişiklikler otomatik olarak denetçiye ulaşır.
Standartlara göre raporlamanın hazırlanması	İşletmenin uygulamak zorunda olduğu mevzuata göre mali raporlamanın yapıldığı denetlenen şirketin mizanı ile temel mali tabloları manuel olarak denetlenir.	Mizandaki bakiyeler ve mali tablolar otomatik olarak denetlenir. Denetleme sonucunda fark olursa sistem otomatik uyarı yapar.
Sınıflandırma ve Anlaşılabilirlik (İç kontrol sistemi)	Denetçi, elde ettiği verilerle iç kontrol sisteminin etkinliğini değerlendirir.	Endüstri 4.0 ile çalışan işletmeler ve öğrenen yapay zekâlar sayesinde iç kontrol sistemi etkin olarak işler. Yapay zekâ oluşacak riskler önceden belirleyebilir.
Sınıflandırma ve Anlaşılabilirlik (Fin. Tab. Dipnot)	Denetçiler dipnotları belgeleri inceleyerek doğrular.	Dipnotlar otomatik olarak hazırlanarak, belgelerle desteklenir.

Kaynak: (Erturan ve Ergin, 2017: 25-26)

İşletmeler depolarda stokların sayım ve kontrol denetimini nesnelerinin internetiyle yapabilmektedir. Nesnelerin interneti kullanımı sadece sayım işlemlerinde değil birçok alanda kullanılabilmektedir. Wu ve diğerleri nesnelerin interneti, blok zinciri

ve akıllı sözleşme teknolojisini kullanarak satış süreci ile ilgili işlem modelini oluşturmuşlardır. Bu işlem modeli sayesinde süreç hem aksamadan işlemekte hem de otomatik olarak devamlı gelen veri sayesinde denetim işlemi gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 11: Blok Zinciri-Nesnelerin İnterneti Ticaret Dolaşım Sistemi

Kaynak: (Wu, Xiong, ve Li, 2019: 5)

Nesnelerin interneti ve blok zinciri ile oluşturulan bu model 3 kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım akıllı sözleşmelerden oluşan kontrat bölümü, ikinci kısım akıllı depolardan ve akıllı taşıma sürecinden oluşan bölüm, son kısım otomatik olarak ödeme yapılması sağlayan para akışı bölümüdür.

Birinci kısımda anlaşmanın gerçekleştiği, kısmen gerçekleştiği veya gerçekleşmediği durumlar gösterilmektedir. Oluşturulan modelde ilk olarak akıllı sözleşme oluşturulur. Sözleşme: bilgi sürecinin, para sürecinin ve lojistik sürecinin başlangıç noktasıdır. İşlemlerin gerçekleşmesi için sözleşmenin olması gerekmektedir. İşlemler gerçekleşiyorsa her zaman bir sözleşme oluşturulmuştur. Blok zinciri - nesnelerin interneti ile oluşturulan modelde tüm anlaşmalar akıllı sözleşmelerle

uygulanıyor. Gerçekleştirilen sözleşmeler sayesinde büyük miktarda doğru ve değiştirilemeyen veri akışı sağlanmaktadır. Bu veriler sayesinde iç denetim de anlık olarak yapılabilir.

Oluşturulan modelin birinci durumunda: anlaşma şartlarının yerine getirilememesiyle nedeniyle sözleşme iptal olur. Ancak sözleşme 1 olarak blok zincirinde kaydedilir. İkinci durumda sözleşme şartları yerine getirilir ürün transferi ve para transferi aşamaları gerçekleşir. A şirketi malları kendi deposundan B şirketinin deposuna transfer etmelidir. B işletmesinin geçiş kontrol sistemi ve depo sistemi malların teslim alındığına dair onay verir. Malların mülkiyeti A firmasından B firmasına geçer. Mülkiyet devrinin tamamlanmasıyla satış gelirleri tanımlanır ve token ödemesi gerçekleşir. Üçüncüsü ise kısmen uygulanmış anlaşmadır. Bu anlaşmada işlemler tamamlanmaz. Eski sözleşme geçersiz olur ve anlaşma yenilenerek yeni sözleşme geçerli olur. Yeni sözleşme şartlarına göre işlemler başarıyla gerçekleştirilir. Bu yeni anlaşma modelde sözleşme 2 olarak gösterilmiştir.

Nesnelerin internetinin lojistik sistemine katkıları bulunmaktadır. İyi geliştirilmiş ve istikrarlı çalışan nesnelerin interneti teknolojisi akıllı sözleşmenin sorunsuz şekilde çalışmasına katkı sağlar. Nesnelerin interneti ile veriler toplanıp, blok zincir ile kayıt altına alınarak sahtekârlığa ve hatalara karşı önlem alınmış olur. Elde edilen verilerle, hızlı bir şekilde doğru olarak envanter çıkartılabilecektir. Oluşturulan lojistik sisteminde mallar anlık olarak akıllı takip sistemi sayesinde malların konumları görüntülenebilecektir. Modelde depo kontrol sistemleri, erişim kontrol sistemleri ve GPS ile A ve B firmaları malların gerçek durumunu eş zamanlı olarak izleyip kayıt altına alabileceklerdir. Yüklenen veriler analiz edilip değerlendirdikten sonra akıllı sözleşme anlaşmanın uygulanıp uygulanmayacağına karar verir.

Tokenlar işlemlerin mutabakatı için kullanılır ve düzenlemeye yardımcı olur. Firma yetkilileri tüm döngü boyunca fonları izleyebilir. Satış işlemlerinde token kullanılmasıyla gelirlerin muhasebeleştirilmesiyle ilgili olarak sorunlar ortadan kalkabilir. Wu ve diğerleri tarafından uygulanan bu modelde faturalara gerek kalmamaktadır. Modelde malların B firmasının deposuna ulaşması ile birlikte akıllı sözleşme bilgilendirilir. Tokenlar A firmasının hesabına zorunlu olarak aktarılır. İşletmenin hesaplarına tokenlar geçince gelir olarak kaydedilir. İşlemler sisteme otomatik

olarak kaydedildiği ve otomatik para aktarımı olduğu için finansal dolandırıcılık işlemi en aza indirilmesi sağlanır.

2.5. İç Denetimin Dijital Süreci

Teknoloji işletmeler için vazgeçilmez unsurlar arasında yer almaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte işletmeler hızlı bir şekilde değişim geçirmektedir. Değişime uğrayan işletmeler her yönden bu değişime adapte olmak zorundadır. İç denetim surecine bu değişime hızlı bir şekilde adapte olmalıdır.

İç denetimin bugünden geleceğe adapte olabilmesi için bilge, çevik, esnek ve dijital fonksiyonlarına sahip olmalıdır (Carvalho ve Mendoza, 2021).

1- Bilge ve risk bilincine sahip olmak;

Firmalar 2010 yılında 2020 vizyonlarını oluşturmuş ve duyurmuşlardır. Şirketlerin nereye gittiği, gelir hedefleri ve operasyonel işlemler, yol haritalarıyla hedeflere nasıl ulaşacağı açıklanmıştır. İç denetim birimleri de aynı yolu takip ederek, işletmeye ilişkin daha derin iç görüler sağlamak için analitik programları nasıl geliştireceklerini gösteren dijitalle iç içe geçmiş stratejik planlar oluşturmuşlardır.

2020 yılında küresel hava değişikliği, siyasi-sosyal karışıklık ve yaşanan salgın riskleri çok az kuruluş tarafından tahmin edilmiştir. 2020’li yıllarda yaşanan bu gibi riskler uyarlanabilir bir iç denetim sistemi olması gerektirdiğini göstermiştir.

Yaşanan salgın sürecinde birçok firma risk çerçevelerini ve denetim planlarını durdurmuş, değiştirmiş veya tamamen yeniden hazırlamıştır. Salgın ile birlikte işletmelerin karşılaştığı risklerde değişmiş ve bu sürece iç denetimin ayak uydurması gerekmiştir. Salgın veya buna benzer durumlarda risklerin ve fırsatların denetlenmesi, tahmin edilmesi ve yönetilmesi gerekmektedir (Kpmg, 2020)

İç denetimin daha akıllı ve risk tabanlı sürece geçebilmesi için 3 aşama mevcuttur. Bunlar (Carvalho ve Mendoza, 2021):

-Risk değerlendirme sürecini değiştirin

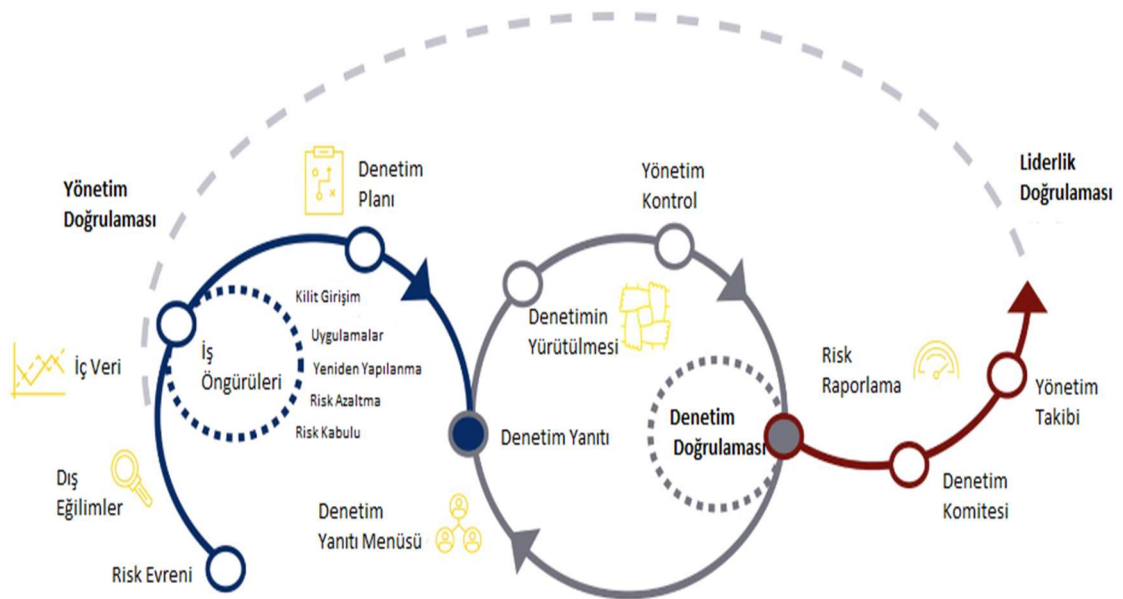
Durağan ve tek zamanlı risk sistemi yerine gerçek zamanlı sürekli yenilenen dinamik, teknoloji destekli risk tanımlama sistemine geçiş yapılmalıdır. Önemli paydaşlardan verimli ve zamanında bilgiler alınmalıdır.

-Sürekli izlemeyi benimseyin

Yapılan çalışmaların odak noktasını geçmişte gerçekleşen olayların sonuçlarına göre değil, gerçek zamanlı olarak tahmin etmeye doğru genişletilmelidir. Bu yapının başarılı olması için firmanın temel risk göstergelerini gösteren veri analitiği platformu uygulamaya konmalıdır. Uygulamaya konulan sistem ile firmanın temel riskleri sürekli takip edilerek risk yönetimi geliştirilip iç denetim biriminin çıkan risklere odaklanması sağlanmalıdır.

-Etkili iletişim kurun

İç denetimin paydaşlarıyla iletişim tarzını yalnızca rapor sunmaya yönelik değil iç görü sağlamaya odaklı olarak dönüştürülmelidir. Sonuçların daha hızlı geri dönüşüne, kullanıcıyla daha iyi iletişime ve geleneksel denetim raporlarından daha etkili olan konuşmalara olanak sağlayan raporlama yapısı oluşturulmalıdır. Oluşturulması gereken dinamik iç denetim yaklaşımı Şekil 12’de algoritma olarak verilmiştir.



Şekil 12: Dijital Olarak Etkinleştirilmiş Ve Gerçek Zamanlı Olarak Sürekli Yenilenen Dinamik Bir İç Denetim Algoritması

Kaynak: (Carvalho & Mendoza, 2021)

2- Çevik Yaklaşım;

Hızlı bir değişim sürecinin yaşandığı dönemlerde iç denetim birimlerinin dönüşüm hızına uyum sağlamaları gerekmektedir. Bu da birimlerde baskı oluşturmaktadır. İç denetim birimi süreçleri yavaşlatmamalı veya gelişimi engellememelidir. Hızlı bir değişim süreci içinde dinamik risk ortamları iyi algılanarak iç denetim daha çevik olmalıdır.

Geleneksel denetim ve çevik denetim karşılaştırıldığında, çevik denetim geleneksel denetim yaklaşımına göre sürekli olarak değişkenlik gösteren, dış etkenlere ve dijital teknolojilere hızlı bir şekilde uyum sağlanmasına yardımcı olan bir yapıya sahiptir (Newmark, Dickey, ve Wilcox, 2018: 18).

İç denetimde çevik bir yaklaşım benimsemek daha esnek denetim planı yapmayı, paydaşlarla daha yapısal ilişki kurulmasını ve oluşan risklere karşı denetim süreçleri üzerinde yoğun iyileştirme çabalarını ifade eder (Baloğlu, 2019: 37).

Çevik denetimin uygulanabilmesi için işletme tarafından bu sürece katkı sağlanması ve işletme tarafından benimsenmesi gerekir. Riske karşı dinamik bir ortam oluşturulmalıdır.

3- İnsani becerilerde esneklik:

Çevik iç denetim gerçekleştirmek için her neslin beraber çalışacağı bir ortam oluşturulmalıdır. Yeni yetişen liderler genellikle sürdürülebilirlik, eşitlik, iş birliği ve topluma bağlılık konuları üzerine odaklanır. Odaklanılan bu konular her nesil tarafından kabul görebilecek değerlerdir. Her neslin kendine özgü çalışma yöntemi bulunmaktadır. Önemli olan herkesi kapsayan, herkesin fikrinin alındığı ve değer gördüğü bir ortam yaratmaktır (Carvalho ve Mendoza, 2021).

İnsan faktörü iç denetim açısından en önemli faktörler arasında yer almaktadır. İyi bir iç denetim ortamı oluşturabilmek için yöneticilerin insan kaynaklarına odaklanması gerekmektedir.

Tosun ve Acar tarafından ulusal literatürde iç denetim etkinliğini belirleyen faktörler üzerine yapılan araştırmaya göre, çalışanlar ile ilgili maddeler şunlardır (Tosun ve Acar, 2021: 196):

-İç denetçilerin mesleki yeterliliği,

- İç denetçilerin öz nitelikleri,
- İç denetçilerin denetim komitesi ile düzenli görüşmesi,
- İç ve dış denetim arasındaki ilişki,
- Çalışanların iç denetim farkındalığı iç denetimin etkinliğine etki etmektedir.

4- *Düşünme ve uygulamada dijital geçiş:*

İç denetimin dijitale geçme süreci yavaş ve zorlu olmuştur. Küresel salgın ile dijitale geçiş düşüncesi artmıştır (Carvalho ve Mendoza, 2021). İç denetim biriminin geleceğini teknolojik gelişmeler, değişen ve karmaşıklaşan risk ortamı, organizasyonel ihtiyaçlar ve denetim ihtiyaçlarının belirleyeceği değerlendirilmektedir. Nesnelerin İnterneti (Internet of Things), Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality-AR), Sanal Gerçeklik (Virtual Reality-VR), Blok Zinciri (Blockchain), Yapay Zekâ (Artificial Intelligence), 3D baskı (3D Printing), Drone'lar ve Robot'lar iç denetiminin geleceğine yön verecek teknolojiler olarak görülmektedir (Görmen ve Korkmaz, 2022: 111). Dijital denetime geçmek için iç denetçilerin veya iç denetim yöneticileri tarafından yapılması gerekenler vardır. Bunlar (Carvalho ve Mendoza, 2021):

-Çalışanların teknolojiyi benimsemesi

İç denetim birimi, denetim işlemlerini daha iyi noktalara taşıyacak teknoloji ve araçlara sahip olmalıdır. Teknolojiye ve araçlara sahip olmasının yanında bu unsurları benimseyip yönlendirme yapabilecek personelleri bulundurması gerekmektedir.

Birim yöneticileri tarafından teknolojik gelişmelerin işletmenin denetimi açısından önemi iç denetim birimindeki personele aktarılması gerekmektedir. Personel alımında ise teknoloji bilincine sahip kişiler işe alınmalıdır.

-İç denetim sistemlerinde bir yaratıcılık kültürü oluşturulması

İç denetim birimi veriyi elde etme, analitik işlemleri yapma beceresi ve yönetimle paylaşma işlemlerini yapma beceresini elde ettikçe güven duygusunu kazanacaklardır. Çalışanlar elde ettiği güven duygusu sayesinde kullanılan veya kullanılması düşünülen teknolojileri sahipleneceklerdir.

-Denetlenenlerin ihtiyaçlarını dinleyin

Denetim yapılan işletmelerde çalışan personelin denetimde yaşadığı sürecinin iyileştirilmesi önem arz etmektedir. Yapay zekâ kullanılarak yapılan denetimde de denetim iş yükünün azaltılarak kaliteli bir deneyimin sunulması hedeflenmektedir. Denetlenenlerin kaliteli bir deneyim yaşaması sayesinde performanslarında artış yaşanacaktır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DİJİTAL İÇ DENETİM MODELİNİN OLUŞTURULMASI

Firmaların işlem hacimleri gün geçtikçe artış göstermektedir. İşlem hacimlerine bağlı olarak risk düzeyleri artmaktadır. Risk düzeylerinin azalması için ise iç denetim sürecinin etkili olarak yürütülmesi gerekmektedir. İş hacimlerinin artmasıyla birlikte iç denetimin iş yükünde artış yaşanmaktadır. İş yükünün azaltılması ve etkin bir denetim için firmalar teknolojik gelişmeleri yakından takip etmektedirler. Teknolojik gelişmeleri takip etmeyen firmalar ise işletme süreçlerinin kontrolünü kaybedebileceklerdir.

3.1. Araştırmanın Konusu, Amacı ve Önemi

Günümüzde üretim işletmelerinin kullandığı teknoloji alt yapısı hızla değişmektedir. İşletmeler endüstri 4.0 uygulamalarını üretim sistemlerine uyarlamaya çalışmaktadırlar. Değişen teknoloji alt yapısı sayesinde üretim sistemleri, pazarlama yöntemleri, insan kaynakları sistemleri, sevkiyat sistemleri vb. sistemler değişmektedir. İşletmelerin içinde gerçekleşen değişiklik işletme dışında da gerçekleşmiştir. Teknoloji pazar bulma ve pazarda tutunma süreçlerini de zorlaştırmış ve karmaşık hale getirmiştir. Pazar rekabetinin artması en kaliteli ürünü en az maliyetle elde etme yükünü daha da artırmıştır. Teknoloji, işletmelerin hacimlerinin büyümesini de sağlamıştır. Büyümeyle birlikte işletmelerde üretim sistemlerini, sevkiyat süreçlerini, insan kaynaklarını ve pazarlama sistemini yönetme-kontrol etmenin önemi de her geçen gün artırmıştır. Teknolojinin getirdiği büyüme ve rekabet sonucunda mevcut iç denetim teknikleri yetersiz kalmaya başlamıştır.

İşletmelerin, teknolojinin getirdiği yeniliklere adapte olarak hızlı bir şekilde cevap vermesi gerekmektedir. İşletmelerin hayatlarına giren büyük veri, yapay zekâ, blok zinciri ve nesnelerin interneti kullanılarak iç denetimi daha etkili hale getirmek mümkündür. Sürekli olarak denetim yapan, veri toplayan ve anlık olarak bu denetim sonuçlarını analiz edebilen bir yapının oluşturulması işletmenin yararına olacaktır. Büyüyen yapı, daha rahat kontrol edebilecek ve rekabet edebilmek için anlamlı verilere sahip olabilecektir. Elde edilen anlamlı verilerle işletmeye doğru yön verilebilecektir.

İşletmelerin büyüme ve rekabet ile ortaya çıkan iç denetim yetersizliği için bu çalışma yapılmıştır. Çalışmanın konusu iç denetimin büyük veri, yapay zekâ, blok zinciri

ve nesnelerin internetinin kullanılarak dijitalleşmesidir. Çalışmanın amacı ise üretim firmalarının dijital iç denetime geçiş süreçlerinde yol göstermektir. Bu kapsamda geçiş sürecine yönelik algoritmalar oluşturulmuştur. Algoritmaların karar süreçleri için yazılım kodları oluşturulmuştur.

Bu bağlamda çimento üretimi yapan bir firmanın iç denetim verileri alınmıştır. Bu veriler değerlendirilerek dijital iç denetimin işletmeye uyarlaması yapılmıştır. Üretim süreci, satın alma süreci, pazarlama süreci ve insan kaynakları süreci için dijital iç denetim algoritmaları oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda dijital iç denetim sistemi için işletmelerin kurması gereken altyapılar ve çalışmalarla ilgili önerilerde bulunulmuştur. Dijital denetim sisteminin tam olarak çalışması için devletin oluşturması gereken alt yapı ve yapılması gereken düzenlemelerle ilgili önerilerde yapılmıştır.

3.2. Literatür Taraması

Bağımsız denetim firmaları blok zinciri, akıllı sözleşmeler, büyük veri, yapay zekâ ve nesnelerin interneti teknolojilerinin iç denetimde kullanılmasıyla ilgili çalışmalar yapmaktadır. Bu çalışmalar için ekipler kurup teknolojinin etkinliğini artırmaya devam ettirmektedirler. Akademik dünya da iç denetim sürecinin teknolojinin hızını yakalaması için birçok çalışma yapmaktadır. Akademik dünyanın yurt dışında ve ülkemizde yaptığı çalışmalar literatür taramasında sunulmuştur.

3.2.1. Yurtdışında Yapılan Çalışmalar

Bağımsız denetim, iç denetim ve muhasebe alanında dijitalleşme ülkemizde ve dünyada yoğun olarak ele alınan konular arasında yer almaktadır. Bu çerçevede blok zincir teknolojisi, yapay zekâ, büyük veri ve bilgi teknolojileri kavramları ile ilgili çalışmalara ulaşılmıştır. Söz konusu çalışmalarda teknolojik gelişmelerin denetimde nasıl kullanılması gerektiği detaylı olarak anlatılmıştır. Ayrıca teknolojiler ve denetçilerle ilgili çalışmalara da ulaşılmıştır. Literatürde yer alan çalışmalar yurt dışında ve Türkiye’de olmak üzere 2 bölümde incelenecektir.

Tusek vd. (2021) iç ve dış denetçilerle ilgili yaptığı anket çalışmasında; işletme süreçlerinde blok zincir teknolojisinin kullanılması ve kullanılan blok zincirinin kontrolü için analitik prosedürlerden yararlanan iç ve dış denetçilerin farklılıkları analiz edilmiştir. Araştırmaya katılan denetçilerin analitik prosedürler ve blok zincir teknolojisi hakkında ortalamanın altında bilgiye sahip oldukları ve eğitim almaları gerektiği sonucuna

varılmıştır. Denetim işlemlerinde gelişmiş analitik prosedürlerin uygulanması, işletmelerin ticari operasyonlarında blok zinciri kullanan işletmelerin verimliliğini ve etkinliğini artıracığı ortaya konmuştur (Tušek, Jezovita, ve Halar, 2020).

Griffiths ve Willem Pretorius (2021) robotik süreç otomasyonunun hileleri tespit etme, azaltma ve denetimiyle ilgili çalışma yapmıştır. Denetim ve dolandırıcılık alanında EBSCOhost, ScienceDirect and ProQuest veritabanında tarama yapılarak 22 makalenin Microsoft Excel programıyla incelemesi yapılmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda işletmelerin robotik süreç otomasyonunu hile fırsatlarını azaltmak için bir yöntem olarak dikkate almaları gerektiğini ifade etmişlerdir. Denetimde verimlilik ve etkinliklerini artırmak isteyen firmaların robotik süreç otomasyonunu kullanabileceğini belirlemişlerdir (Griffiths ve Pretorius, 2021).

Kajrolkar vd. (2021) faturaların otomatik olarak kaydedilmesini sağlayan RPA'nın (Robotik Proses Otomasyonu) sisteme katkılarını araştırmışlardır. Sürecin nasıl işlediği ile ilgili akış şeması hazırlayarak süreci detaylı olarak aktarmışlardır. RPA ile fatura girişlerinin otomatikleştirebileceği ve faturaların işlenmesi sırasında hata var ise düzeltilebileceği anlatılmıştır (Kajrolkar, Pawar, Paralakar, ve Bhagat, 2021).

Khamis (2021) YZ kullanımının denetimdeki verimliliğine ve muhasebe işlemlerinde karar verme aşamasındaki etkisi üzerinde çalışma yapmıştır. Süreçteki etkiyi belirlemek için çalışmada nitel yöntem kullanmıştır. Yapılan çalışma ile YZ'nin muhasebe ve denetim alanında katkısı olduğunu tespit etmiştir (Khamis, 2021).

Chen vd. (2022) büyük veri ortamında iç kontrol sistemini etkileyen risk faktörleri üzerinde çalışma yapmışlardır. Ortaya çıkan sorunları çözmek için yapay zekâya dayalı bir hibrit karar mimarisi önermektedirler. İç kontrol uygulamalarının mevcut durumunu net bir şekilde ortaya koymakta ve büyük veri çağında iç kontrol sistemlerinin güvenilirliğinin ve sürdürülebilirliğinin güçlendirilmesi için bir referans oluşturmaktadır (Chen, Hsu, ve Hu, 2022).

Putra vd. (2022) yaptıkları çalışmada iç denetim, risk yönetimi, ihbar sistemi ve büyük veri analitiğinin mali suçun önlenmesi üzerindeki etkisini inceleyen ve analiz eden literatürün eleştirel bir incelemesi sunmaktadırlar. 1990-2021 yılları arasında ki yayınlar üzerinde çalışma yapılmıştır. Uygulanan modele göre özellikle büyük veri ve bulut bilişim teknolojisinin, varlıkları ölçmede geleneksel yapıyı değiştireceği tespit edilmiştir.

Varlıkların korunarak dolandırıcılıkların en aza indirileceği ifade edilmiştir. Büyük veri analitiğinin dolandırıcılığın önlemede olumlu ve anlamlı bir etkisinin olduğu belirtilmiştir (Putra, Sulistiyo, Diah, Rahayu, ve Hidayat, 2022).

Gu vd. (2023) yapay zekâ programları kullanarak pilot bir denetim sistemi önermektedir. Yapay zekâ sistemlerini kullanarak finansal oran analizi, metin madenciliği ve yevmiye kaydı testi olmak üzere üç farklı denetim görevi üzerinde çalışma yapmaktadırlar. Yaptıkları çalışma ile büyük dil modellemeye dayanan YZ'nin denetim görevini yapma potansiyelini ortaya koymuşlardır (Gu, Dai, ve Vasarhelyi, 2023).

Yurtdışında yapılan çalışmalarda, teknolojinin muhasebe denetiminde yer almasıyla denetimin daha kaliteli olacağı vurgulanmıştır. Ayrıca teknoloji sayesinde işletme verimliliklerinde olumlu yönde ilerleyeceği tespit edilmiştir.

3.2.2. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Blok zincir teknolojisi, yapay zekâ, büyük veri, bilgi teknolojileri ve iç denetim kavramları ile ilgili dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de pek çok çalışma yapıldığı görülmektedir.

Kestane (2021) Türkiye’de akıllı otomasyon sistemlerinin iç denetimde kullanılmasıyla ilgili araştırmayı teorik olarak yapmıştır. Çalışmada akıllı otomasyon teknolojisinin kullanımını ve gelecekte iç denetim mesleğindeki rolünü incelemiştir. İç denetim mesleğinin akıllı otomasyon teknolojisine karşı geçerliliğini kaybetmemesi için kanun yapıcıların gerekli düzenlemeleri yapması gerektiğini ve meslekle ilgili eğitim programlarının hazırlanması gerektiğini vurgulamıştır (Kestane, 2021).

Şentürk (2021) tarafından yapılan çalışmada dijital dönüşümün aşamaları anlatılarak, dijital denetimde kullanılan teknolojiler hakkında bilgi verilmiştir. Kamu denetim faaliyetlerinde dijital dönüşüme yönelik uygulamalar anlatılmıştır. Türkiye’nde dijital denetimde dönüşüm sürecine dâhil olduğu vurgulanmıştır (Şentürk, 2021).

Özçelik vd. (2022) literatürdeki ikincil veri kaynaklarını kullanarak içerik analizi yapmışlardır. Veri setinde yer alan çalışmalar Google arama motoru ile elde edilmiştir. Araştırmanın amacı, nesnelerin interneti teknolojisinin içerik analizini yaparak denetim ve muhasebe mesleğine olan etkilerini belirleyerek oluşturduğu riskleri tespit edip

bunlarla ilgili çözümler oluşturmaktır. Çalışma ile nesnelerin interneti teknolojisinin; gerçek zamanlı kayıt, kayıt hatalarını azaltma, maliyet yönetimini iyileştirme, dijital raporlamaya imkân verme, denetçilerin kanıt toplama faaliyetlerini kolaylaştırma ve stok denetimini kolaylaştırma gibi olumlu etkilerinin yanı sıra veri analizi, maliyet ve siber güvenlik gibi sorunlarının olduğu sonucuna varılmıştır (Özçelik, Beller Dikmen, ve Deran, 2022).

Özyiğit (2022); bilgi bilimleri, dilbilim, bilgisayar bilimleri ve veri bilimleri gibi farklı disiplinlerini birleştiren metin madenciliği alanında çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma ile metin madenciliği detaylı olarak anlatılarak, anlatılan bu teknolojinin işletmelere ve kullanıcılara etkisi ortaya konmuştur. Metin madenciliğini muhasebe otomasyonu, denetim otomasyonu, vergi otomasyonu ve iş danışmanlığı otomasyonu ile açıklamıştır. Denetim otomasyonu sisteminde otomatik sözleşme incelemeleri anlatılmıştır. Metin madenciliği ile iş sözleşmeleri, finansman sözleşmeleri, müşteri sözleşmeleri, satıcı sözleşmeleri ve işlemleri, ilgili taraf açıklamaları ve mali tabloları destekleyen diğer belgelerin incelenebileceği belirtilmiştir. İşlemlerin otomatikleşmesini sağlayan metin madenciliğinin muhasebe meslek mensuplarına önemli avantajlar sunacağı ön görülmüştür (Özyiğit, 2022).

Selimoğlu ve Saldı (2022) blok zincir teknolojisinin siber güvenlik için nasıl kullanılabileceğini ve bu teknolojinin iç denetçiler tarafından kullanılmaya başlanmasıyla birlikte çalışma süreçlerinde neler yapılabilecekleri ile ilgili tavsiyelerde bulunmak için yaptıkları bir çalışmadır. Çalışma ikincil veri kaynağı kullanılarak yapılmıştır. Blok zincir yapısı sayesinde siber güvenlik ile ilgili sorunların üstesinden gelinebildiği ve özellikle eş zamanlı işlemleri gerçekleştiren işletmelerin bu sürece uyum sağlaması gerektiği belirtilmiştir (Selimoğlu ve Saldı, 2022).

Yeşilçelebi (2022) denetim ve dijital dönüşümle ilgili 1976-2022 yılı kısıtları kullanarak Scopus'ta yaptığı bilimetrik araştırmada 1878 makalenin yayımlandığını tespit etmiştir. 1976-2022 yılları arasında yayımlanan makale sayılarında dalgalanmalar olsa da artış olduğu gözlemlenmiştir. 2018 yılı itibarıyla artış hızının yükseldiğini tespit etmiştir. Konu ile ilgili ABD'de 679, İngiltere'de 215 ve Avustralya'da 129 makale yayımlandığı verisine ulaşmıştır. Yapılan araştırmada blok zincir, büyük veri, büyük veri analitiği, veri analitiği, akıllı sözleşmeler, nesnelerin interneti ve derin öğrenme gibi

anahtar kelimelerin akademik literatürde son yıllarda sıkça kullanıldığını tespit etmiştir. Bilgi teknolojisi, veri güvenliği ve yapay sinir ağları gibi teknoloji konularının da makalelerde yer aldığını gözlemlemiştir. Bunun dışında, hile, hesap verebilirlik ve risk yönetimi eski konular arasında yer alırken; denetim kalitesi, denetim kanıtı ve sürdürülebilirliğin nispeten yeni konular arasında yer aldığını belirtmiştir (Yeşilçelebi, 2022).

Efe ve Tunçbilek (2023) tarafından yapılan çalışmada YZ ile birlikte ortaya çıkan riskleri ve fırsatları dengeleyecek şekilde denetim süreçleri bağlamındaki piyasada bilinen denetim otomasyon yazılımları incelenmiştir. Otomasyon yazılımlarının hangi işlemler için kullanıldığı anlatılarak karşılaştırılmaları yapılmıştır. YZ kullanımının 5 yıl içinde hızla artacağı 2025 yılında 150 milyar dolar seviyesine çıkacağı öngörülmüştür. YZ'nin iç denetim sürecindeki iş akışlarını iyileştirerek risk ve zararı en aza indirmeyi sağlayabileceği, zamandan tasarruf sağlayarak verimliliği artırabileceği ve algoritmaların zamanla sorunları çözmede daha hızlı olabileceği vurgulanmıştır (Efe ve Tunçbilek, 2023).

Erişen ve Erer'in (2023) çalışmalarında dijitalleşmenin meslekler ve iç denetim mesleği üzerindeki etkileri anlatılmıştır. Yaptıkları araştırmada CIA, CFE, CRMA, CAC, ITIL, CISA, veya CCSA sertifikalarına sahip 16 iç denetçi ile görüşmüşler ve görüşme sonucu 5 farklı tema ve 24 kategori ortaya koymuşlardır. Yapılan araştırma sonunda katılımcıların dijitalleşmeye karşı tavırlarından bahsedilmiştir. Yapılan çalışmanın sonunda dijitalleşme çalışmalarının hızlı bir şekilde ilgili kurumlar tarafından harekete geçirilerek, yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Erişen ve Erer, 2023).

Karacaer (2023) akıllı otomasyon sistemlerinin iç denetime etkisi üzerine hazırladığı makalede, akıllı otomasyonun ortaya çıkardığı riskleri 6 temel başlıkta incelemiştir. Teknolojik riskler, düzenleme ve gizlilik riskleri, etik riskler, siber riskler, kurumsal riskler ve finansal risklerin iç denetimdeki etkilerini değerlendirmiştir. Akıllı otomasyon sistemlerini kullanmaya başlayan veya kullanacak olan işletmelerin iç denetim faaliyetlerinin yeni sistemlerle uyumlu olabilmesi için kaynak bulma seçeneklerini değerlendirmeleri ve yeni teknoloji ile ilgili eğitimler verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Veri analizi yetkinliklerinin artırılarak teknolojik gelişmelerin geç kalınmadan benimsenmesini tavsiye etmiştir (Karacaer, 2023).

Özyiğit (2023) çalışmasında YZ'nin iç denetçilerin algısı üzerindeki etkisinin ortaya konması amaçlamıştır. Bu çalışma çerçevesinde Bist 100'de yer alan firmaların iç denetçilerine anket formu gönderilmiştir. Ankete 67 firmanın iç denetçisi katılmıştır. SPSS programı kullanılarak analiz edilen verilerden YZ'nin iç denetimde kullanılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. YZ'nin iç denetçileri kariyer planlaması, kalite, performans ve verimlilik konularında etkilediği de yapılan çalışmanın sonucunda ortaya konmuştur (Özyiğit, 2023).

Şentürk (2023) son dönemlerde gündemde yer alan OpenAI tarafından geliştirilen, yapay zekâya dayalı bir sohbet robotu olan ChatGPT'nin iç denetim sürecindeki beklentilerini ele almıştır. Yapay zekâ, yapay zekâ kullanım alanları, fırsatları ve tehditleri hakkında bilgi sunmuştur. ChatGPT hakkında bilgi vererek iç denetim sürecine nasıl katkıda bulunabileceğini incelemiştir. ChatGPT kullanılarak veri analizi ve veri madenciliği, doğal dil işleme sistemi, risk tabanlı iç denetim planları, öngörü oluşturma ve raporlama unsurlarının iç denetimde kullanımı anlatmıştır (Şentürk, 2023).

Ağdeniz (2024) günümüzde çokça karşımıza çıkan yapay zekâ hakkında betimsel bir çalışma yapmıştır. Yapay zekâ ve makine öğrenmesi, yeni teknolojiler olduğu için bunların güvenilirliği hakkında net bir sonuca varılamamaktadır. Ağdeniz de yaptığı çalışmada güvenilir yapay zekânın denetimi için iç denetim tarafından yapılması gerekenleri anlatmıştır. İç denetimin veri ve algoritma denetimi ile ilgili yapması gereken bilgileri sunmuştur. İç denetçiler tarafından yapılacak olan yapay zekâ denetiminin işletmelere önemli bir katkı sağlayacağı belirtilmiştir. Ayrıca yapay zekâ süreçlerini yönetebilen iç denetçilerin denetimin etkinliğini artıracaklarını, bununda nitelikli iç denetçilere olan talebi artıracakları sonucunu ortaya çıkarmıştır (Ağdeniz, 2024).

Yazar (2024) çalışmasında küresel gelişmelerin iç denetim faaliyetine etkisini ele almıştır. Çalışmada iç denetim, denetimde kullanılacak olan teknolojik gelişmeler ve bu gelişmelerin iç denetimdeki değişimi anlatılmıştır. İç denetim sürecinin iyi yürütülmesi için yapay zekâ uygulamaları, işletme yönetimi ile güçlü iletişim, sürekli mesleki gelişim, izleme ve eğitim, bağımsızlık, üçlü hat modeli, dış kaynak kullanımı, bütünsel denetim vb. unsurlar çerçevesinde yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır. İç denetçilerin teknolojiyi yakından takip etmesi gerektiği vurgulanmıştır (Yazar, 2024).

Yurt dışında yapılan çalışmalarda olduğu gibi yurdumuzda yapılan çalışmalarda da teknolojinin denetim mesleğine olumlu katkısı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca denetçilerin teknolojik gelişmelerin yakından takip ederek eğitim çalışmalarına önem vermesi gerektiği vurgulanmıştır. Teknolojiden anlayan iç denetçi ihtiyacının artacağı çalışmalarda vurgulanmıştır.

3.3. İşletmeyle İlgili Bilgiler

Türkiye'de 600.000 ton/yıl kapasiteli ilk özel sektör çimento fabrikası olarak 1969 yılında, 60 Milyon TL sermaye ve 2.000 ortak iştiraki ile Isparta'da kurulmuştur. Firmanın kuruluş amacı Isparta, Burdur, Antalya ve Kısmen Denizli bölgesi için çimento üretmek ve bu bölgelerde pazarlama ve dağıtım yapmaktır. İşletme günümüzde çimento, klinker ve hazır beton üreterek yurtiçi ve yurtdışı piyasalarda satışa sunmaktadır. Şirket 43 ülkeye çimento ve klinker ihracatı yapmış ve yapmaya devam etmektedir. Firmanın kurulduğu bölge hammadde açısından oldukça zengindir. Klinker üretiminin hammaddesi olan kalker ve marn ocakları fabrika sahası içerisinde yer almaktadır. Yılda 3.000.000 tonun üzerinde klinker 5.000.000 tonun üzerinde çimento üretim kapasitesine sahiptir. İşletmede iki adet döner fırın, üç adet hammadde kırıcısı, üç adet farin değirmeni, bir adet kömür kırıcı, iki adet kömür değirmeni, beş adet çimento değirmeni, iki adet tras kurutma, iki adet trommel, paketleme ünitesi, dört adet big-bag dolum tesisi, bir adet kapalı klinker silosu ve atık ısı ünitesi bulunmaktadır. İşletmede alt işverenler dâhil 650 çalışan bulunmaktadır.

Firmada, kalite yönetim sistemi (ISO 9001), OHSAS yönetim sistemi (OHSAS 18001), çevre yönetim sistemi (ISO 14001), bilgi güvenliği yönetim sistemi (ISO 27001) ve enerji yönetim sistemi (EnYS 50001) olmak üzere 5 yönetim sistemi ile entegre yönetim sistemi vardır. Firma 500 büyük sanayi kuruluşu listesinde yer almaktadır. Şirket, Sermaye Piyasası Kurulunun 1 Aralık 1994 tarih ve 1227 sayılı izniyle kayıtlı sermaye sistemine geçmiş olup, hisseleri Borsa İstanbul'da işlem görmektedir. İşletmenin hisseleri borsada seçkin yerini almış şirketlerin işlem gördüğü yıldız pazarda yer almaktadır.

Sermaye piyasası kanununa göre firma bağımsız denetimden geçmektedir. Bununla birlikte iç denetimde sürekli denetim uygulanmaktadır. Üretim sisteminde otomatik unsurlar kullanılmaktadır. Kullanılan otomatik yapılar sayesinde anlık denetim

yapılması mümkün olmaktadır. İşletmenin üretim süreçlerinde otomatik unsurların olması daha sonraki dönemlerde dijital iç denetim modeline geçişine kolaylık sağlayacağı öngörülmektedir.

3.4. İşletmenin İç Denetim Süreçleri Analizi

İşletmede kullanılan Kurumsal Kaynak Programı (KKP) ve çalışanlardan alınan bilgilere dayanılarak sürekli denetim sistemi incelenmiştir. Sürekli denetim sisteminin nasıl uygulandığı ve kritik noktaları analiz edilmiştir.

Uygulama yapılan işletmenin güçlü bir otomasyon süreci vardır. Sürekli denetim içinde bu otomasyon sistemine ihtiyaç vardır. Bu sayede işletmede sürekli denetim uygulanabilmektedir. Kullanılan KKP programı sayesinde otomasyon sisteminin verileri detaylı olarak takip edilebilmektedir. Verilerin anlık takip edilmesi sayesinde istenilen zamanda ve detaylı raporlar alınabilmektedir.

Sürekli denetimde otomasyon sistemi sayesinde yapılan denetimlerin yanında iç denetim çalışanları tarafından da gerekli durumlarda denetim gerçekleştirilebilmektedir.

KKP programı kullanılarak bölümlerin çalışmalarında kontrol noktaları oluşturulmuştur. Kontrol noktaları sayesinde çalışanların hata veya hile yapmaları önlenmektedir. Kurulan otomasyon sistemleri sayesinde işletmenin kullanacağı veriler anlık olarak kayıt altına alınabilmektedir. Kullanılan önemli cihazlarla ilgili anlık verilerde kayıt altına alınarak sürekli denetim yapılabilmektedir. Denetim sayesinde cihazların ve verilerin korunması sağlanmaktadır.

Denetçilerin KKP sistemini kontrol altında tutabilmek için yeterli düzeyde bilgiye sahiptir. Denetçiler tarafından çözülemeyen teknik problemler için işletme dâhilinde bulunan teknik birimden destek alınarak çözülmektedir.

3.5. Dijital İç Denetim Modeli

Dijital denetim uygulama modeli Dai'nin hazırladığı dijital denetimde kullanılan teknolojiler çerçevesinde incelenmektedir. Dai'nin yaptığı çalışmada blok zincir yapısı, akıllı sözleşmeler, dijital ekipmanlar ve ayna dünya unsuru kullanılarak denetim modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan bu model kullanılarak dijital iç denetim uygulaması firmada yapılmıştır.

Sürekli denetim yapan firmanın akış süreçleri dikkate alınarak önceki çalışmalardaki dijital iç denetim modelleri incelenerek işletmeye uygun dijital iç denetim modeli öneri olarak sunulmuştur. İşletmenin iç denetim süreci ve dijital denetime geçiş yaparken yapılması gerekenler anlatılmıştır. Dijital denetimde uygulanması gereken denetim algoritmaları oluşturularak süreçler detaylı olarak gösterilmiştir. Oluşturulan algoritma ve kodlar işletmenin dijital iç denetim süreçlerini oluşturması ve geliştirmesi için öneri olarak sunulmuştur.

3.5.1. Üretim Sürecinde Dijital Denetim

İşletmenin üretim süreci KKP programı sayesinde sürekli denetim altında tutulmaktadır. Üretim aşamasında üretim planlama, kırma, sevkiyat, direkt ilk madde malzeme depolama, çimento üretimi ve mamul depolaması aşamaları vardır. Bu aşamalardaki işlemler ve uygulanan iç denetim anlatılarak, uygulanan iç denetim sistemiyle birlikte dijital iç denetime geçiş için uygulanması gereken öneriler sunulacaktır.

-Üretimin ilk aşaması planlama ile başlamaktadır. Bu planlama işlemi KKP programına veri girişi yapıldıktan sonra program tarafından gerçekleştirilmektedir.

-İleride oluşturulacak ayna dünyaya aktarılabilecek bilgiler büyük veri ve yapay zekâ sayesinde hızlı bir şekilde işlenerek pazarlama birimine üretimin ne zaman tamamlanacağı hakkında bilgi verebilecektir. Yapay zekâ bu hesaplamaları yaparken üretim sistemi, hava durumu, önceki dönemlerde oluşan arıza vb. durumları göz önünde bulunduracaktır. Bu sayede üretim ve pazarlama süreci çok daha güvenilir bir şekilde sağlanabilecektir¹.

-Üretim planlamasından sonra üretim için kullanılacak hammadde (Marn ve Kalker) ihtiyacı için ocaklarda gerekli çalışmalar yapılmaya başlanır.

-Hammaddeler kamyonlar aracılığı ile fabrikaya getirilmektedir. Fabrikada bulunan dijital kantarlar araçları ölçmekte ve verileri otomatik olarak KKP sistemine kaydetmektedir.

-Dijital denetim kullanılması durumunda kamyonlarda taşınan hammaddenin araçlara taktırılan ağırlık sensörleri sayesinde hammadde ağırlık bilgileri ayna dünyaya

¹ İtalik yazılar dijital iç denetim için verilen önerilerdir.

aktarılabacaktır. Araç fabrikaya geldiğinde de tekrar ölçülerek karşılaştırma yapılması sağlanacaktır. Bu sayede taşıma esnasında hammaddenin çalınması veya dökülmesi durumlarının önüne geçilebilecektir.

-Tartıdan geçen Marn ve Kalker kırıcılardan geçerek daha küçük hale getirilmektedir. Küçük hale getirilen hammaddeler bantlar sayesinde üretimin diğer aşamasına gönderilmektedir. Bantlarda bulunan dijital tartılar sayesinde hammadde miktarı otomatik olarak KKP programına aktarılmaktadır.

-Üretilen ve satın alınan hammaddeler depolara tartılarak konulmaktadır. Ağırlık verileri sisteme otomatik olarak kaydedilmektedir.

-Sisteme girilen satın alınmış hammaddelerin miktarları ve geliş zamanları ayna dünyada bulunan dijital sözleşmeler ile karşılaştırılır. Gerçekleştirilen işlemin sözleşmeye uygun olup olmadığı otomatik olarak kontrol edilir. Akıllı sözleşme işleminin aşamalarından birisinin gerçekleşmesi sağlanır.

-Hammadde ve üretimde kullanılan kömür üretim birimi tarafından devamlı kontrol edilmektedir.

-Depoda bulunan hammaddeler ve depo şartları optik cihazlarla devamlı kontrol altında tutulur. Böylece hammaddenin bozulması ve çalınması önlenmiş olur. Bütün veriler dijital sistemde anlık olarak takip edilebilir.

-Depolardan hammaddeler tartılarak çıkartılır. Gerekli işlemler yapıldıktan sonra çimentonun ara mamulü oluşturulmaktadır.

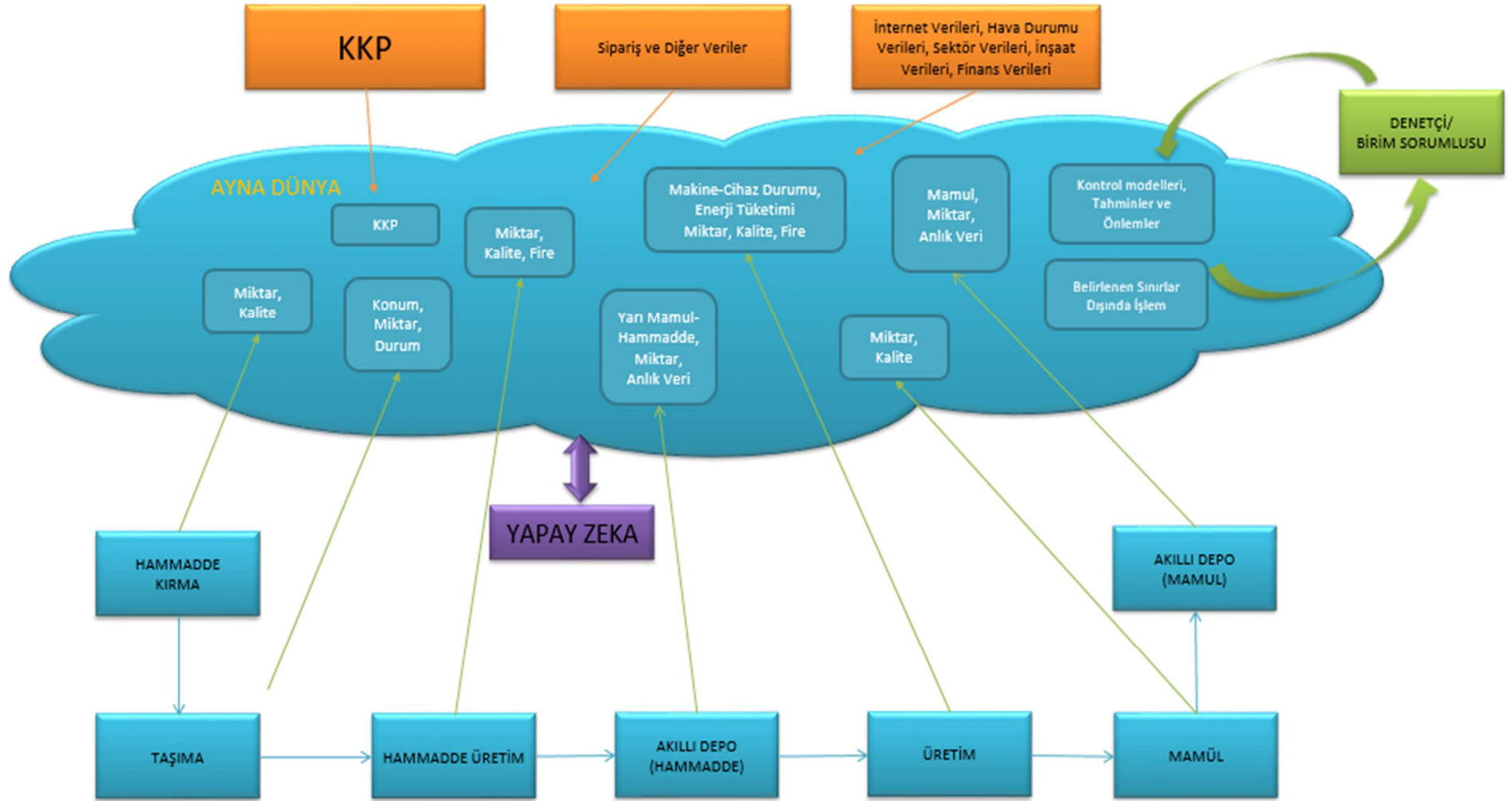
-Ara mamule gerekli hammaddeler eklendikten sonra öğütme işlemi gerçekleştirilmektedir.

-Öğütme işlemi sonlandığında mamul (çimento) hazır hale gelmektedir. Mamul depolama işlemi için silolara sevk edilmektedir.

-Üretimin her aşaması optik cihazlarla takip edileceği için üretimin her anı ayna dünyaya aktarılmaktadır. Böylece fire kontrolü üretimin her aşamasında gerçekleştirilebilecektir. Fire miktarı büyük verideki bilgilerle anlık kontrolden geçeceği için beklenenden farklı fire miktarı kontrol altında olacaktır.

Üretim sürecindeki dijital denetimin genel çalışma prensibi Şekil 13’te verilmiştir. Üretim sürecindeki bütün bilgiler ayna dünyaya aktarılarak yapay zekâ tarafından değerlendirilip, değerlendirme sonucu olumlu ise üretim devam edecektir. Üretim ile ilgili değerlendirme olumsuz veya belirtilen sınırlar aşıyorsa denetçi /birim sorumlusuna iletilerek çözüm ayna dünyaya aktarılacaktır. Dijital denetim sayesinde üretim süreci optimum düzeyde devam edecektir.

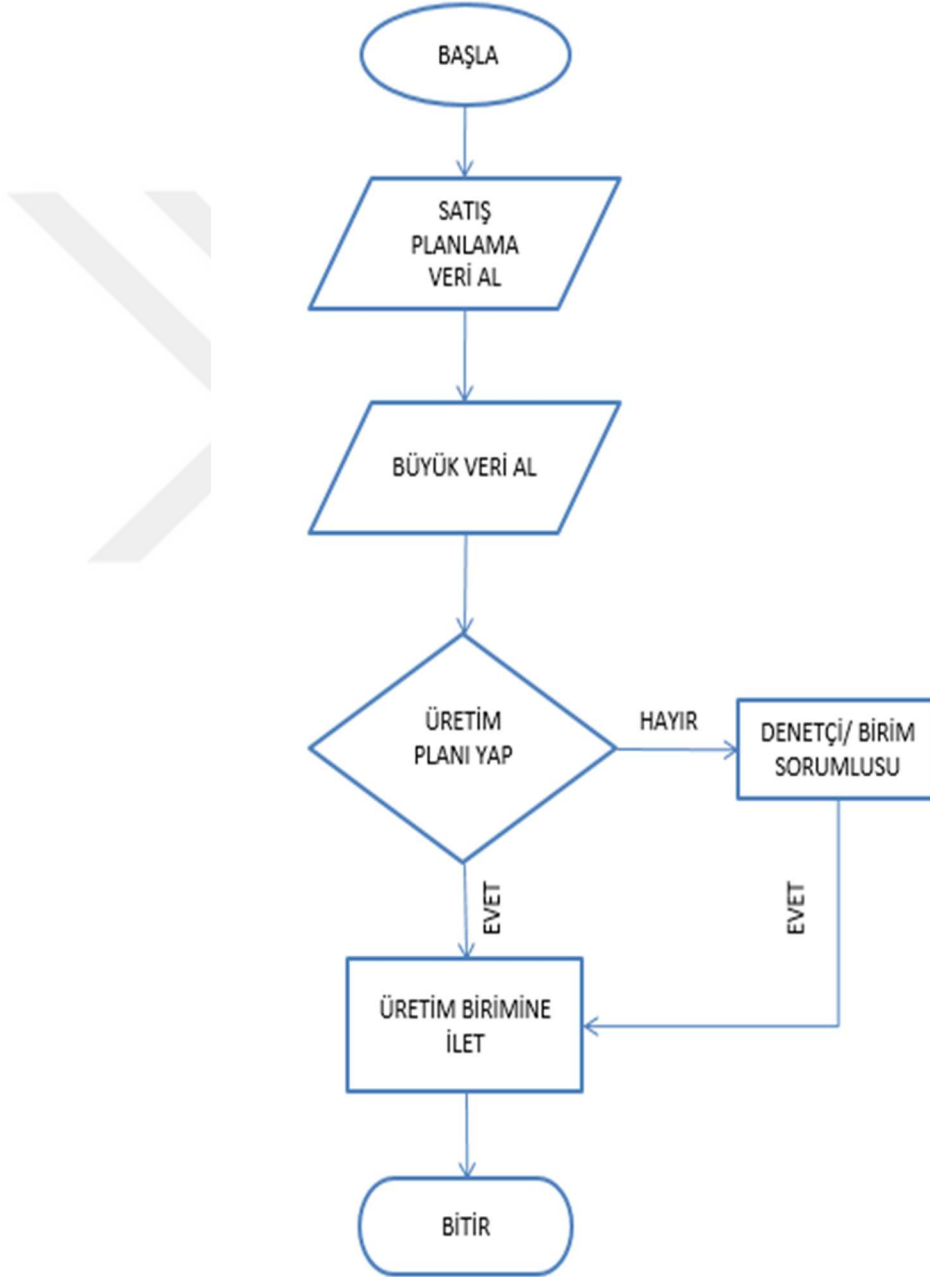




Şekil 13: Üretim Sürecinde Dijital Denetim

3.5.1.1. Üretim Sürecinde Hammadde Planlama Algoritması

Üretim sürecinde ilk olarak hammadde ihtiyacının sağlanması gerekmektedir. İşletme gerekli olan marn ve kalker hammaddesini kendi üretim tesislerinde üretmektedir. Hammadde ihtiyacının planlaması yapılırken satış planlama verisi ve büyük veri yapay zekâ tarafından değerlemeye alınacaktır. Hammaddeyle ilgili önerilen planlama algoritması Şekil 14’te verilmiştir.



Şekil 14: Üretim Sürecinde Hammadde Planlama Algoritması

-Üretim için gerekli olan hammaddelerin bir kısmı işletmenin kendi üretim sahasından temin edilmektedir. Çimento üretim sürecinin başlaması için bu marn ve kalker hammaddelerine ihtiyaç vardır. Oluşturulan akış şemasında ihtiyaç miktarının belirlenmesi için ilk olarak satış planlama verisinin alınması gerekmektedir. Pazarlama ve satış birimi tarafından hazırlanan bu veri ile hammadde üretim süreci başlamaktadır.

-Hammadde üretiminin planlaması için gerekli olan başka verilere de ihtiyaç duyulmaktadır. Gerekli olan bu veriler büyük veri sisteminden elde edilmektedir. Büyük veri sayesinde üretim miktarının ne kadar olacağı ile ilgili daha net bir bilgi elde edilecektir. İşletmeler üretimde rekabet avantajı elde edebilmek amacıyla büyük veri kullanmaktadır. Coğrafi, sektör, üretim cihazları ve diğer gerekli veriler büyük veride kaydedilmektedir. Kaydedilen veriler değerlendirilerek üretim düzeyinin koşullara ve işletmenin üretim sistemine göre olması sağlanmaktadır. Üretim süreçlerinde kullanılan makinelerle ilgili nesnelerin interneti kullanılarak elde veriler ile aktif önleyici bakım yapılabilmektedir. Bu da cihazların tam zamanlı olarak ve istenen düzeyde çalışmasına olanak sağlayabilecektir. Büyük veri ile elde edilen bu veriler kullanılarak hammadde üretimin planlanması aşamasına geçilir.

-Satış planlaması verileri ve büyük veriden alınan verilerle yapay zekâ, öğretilen algoritmalarla hammadde üretiminin planlamasını yapar. Eğer hammadde üretim planlaması belirlenen sınırlar dâhilinde ise yapay zekâ onay vererek diğer aşamaya otomatik olarak geçilmesi için hammadde üretim birimine emir gönderir. Belirlenen sınırlar dışına çıkan bir üretim planlaması yapılırsa denetçi/birim sorumlusuna durumla ilgili mesaj veya e-posta gönderir.

-Denetçi/birim sorumlusu gelen mesajı/e-postayı değerlendirmeye alacak ve yapılan değerlendirmeler sonucunda üretim miktarına karar verilerek işlemin devam ettirilmesi için onay verilecektir. Yapay zekâ kullanılarak hazırlanan üretim planlaması çalışanlar tarafından kontrol edilerek hammadde üretiminin devam etmesi sağlanmış olacaktır. Teknolojinin kullanılması işletmeler açısından önemli olsa da insan faktörü her zaman işletmeler için gerekli olacaktır.

-Yapay zekâ veya denetçi/birim sorumlusu tarafından onay verilen üretim miktarı hammadde üretim birimine otomatik olarak aktarılacaktır.

Hava durumu ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir. Ortalama hava sıcaklığının artarda üç gün süre ile 30 °C 'nin üzerinde olması çimento sektöründe “ aşırı sıcak hava” olarak tanımlamaktadır. 30 °C 'nin üzerinde betonda olumsuz etkiler oluşmaktadır.

Önerilen kod, hava durumu verilerini kontrol eder ve son üç gün arka arkaya 30°C veya üzeri sıcaklıkların gerçekleşip gerçekleşmediğini belirler. Eğer bu durum tespit edilirse, kaç gün arka arkaya gerçekleştiğini raporlar.

```
def ic_denetim_algoritma(hava_durumu):
```

```
    # 1. 3 gün arka arkaya 30°C veya üzeri sıcaklıkların kontrolü
```

```
    ard_arda_sicak_gunler = 0
```

```
    for i in range(len(hava_durumu) - 2): # Son iki güne kadar kontrol etmek yeterlidir.
```

```
        if (hava_durumu.iloc[i]['Sicaklik'] >= 30) and (hava_durumu.iloc[i+1]['Sicaklik']  
>= 30) and (hava_durumu.iloc[i+2]['Sicaklik'] >= 30):
```

```
            ard_arda_sicak_gunler += 1
```

```
    # 2. 3 gün arka arkaya 30°C veya üzeri sıcaklıkların tespiti ve raporlama
```

```
    if ard_arda_sicak_gunler > 0:
```

```
        print("Son {} gün arka arkaya 30°C veya üzeri sıcaklıklar tespit  
edildi.".format(ard_arda_sicak_gunler))
```

```
    else:
```

```
        print("Son 3 gün arka arkaya 30°C veya üzeri sıcaklıklar tespit edilmedi.")
```

```
# Örnek hava durumu veri seti
```

```
hava_durumu = pd.DataFrame({
```

```
    'Tarih': ['2024-04-19', '2024-04-20', '2024-04-21', '2024-04-22', '2024-04-23'],
```

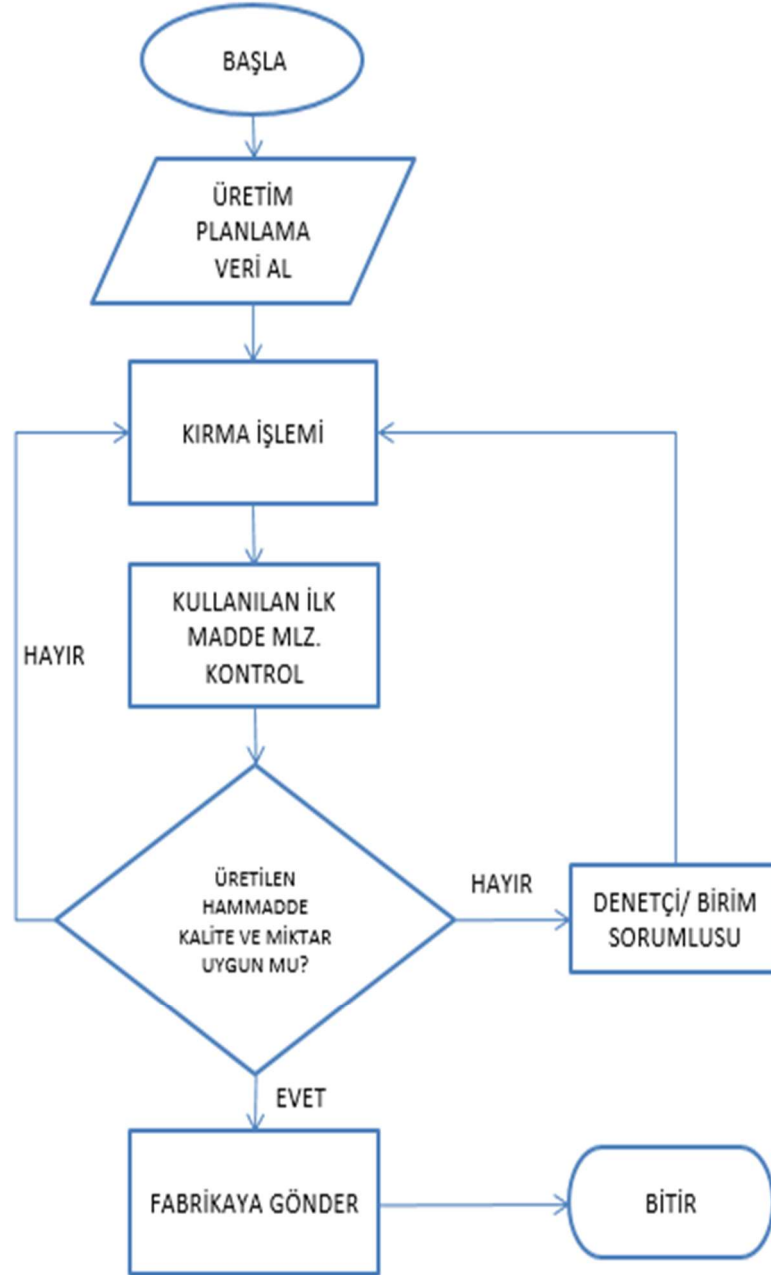
```
    'Sicaklik': [28, 31, 33, 30, 29], # Sıcaklık °C cinsinden.
```

```
    'Nem': [65, 70, 75, 80, 85],
```

```
    'Hava_Durumu': ['Güneşli', 'Sıcak', 'Çok Sıcak', 'Sıcak', 'Yumuşak']
```

3.5.1.2. Üretim Sürecinde Hammadde Kırma Algoritması

Daha öncede ifade edildiği üzere üretimde kullanılan hammaddelerin bir kısmı işletmenin kendi ocaklarında üretilmektedir. İşletmede oluşturulacak sistem ile kırma işlemi yapılırken kırılan hammadde ve kırma işleminde kullanılan malzemeler anlık olarak kontrol edilebilecektir. Hammaddenin kırılmasıyla ilgili önerilen algoritma Şekil 15'te verilmiştir.



Şekil 15: Üretim Sürecinde Hammadde Kırma Algoritması

-Üretim planlaması ile ilgili otomatik olarak bilgiyi alan birim şefi veya ustabaşı kırma işleminin başlamasını sağlayacaktır.

-Fabrikanın yakınında bulunan üretim tesisleri hammadde kırma işlemine başlayacaktır. Marn ve kalker hammaddesi dinamit kullanılarak elde edilmektedir.

-Kırma işleminde kullanılan ilk madde malzemeler anlık olarak takip edilecektir. Marn ve kalker kırımında kullanılması gereken dinamit miktarı kontrol altında tutulacaktır. Kırım işleminde kullanılan araçların yakıt miktarları ve anlık durumları nesnelerin interneti ile anlık olarak kontrol altında olacaktır. Elde edilen veriler ile yapay zekâ değerlendirme yaparak kullanılan araçların bakım ihtiyacı var ise arıza oluşmadan bakım yapılmasını sağlayarak üretimin kesintiye uğramadan devam etmesi sağlayacaktır.

-Kırılan marn ve kalkerler, sensörler ve dronelar aracılığı kontrol edilecektir. Üretilen hammaddelerin kalite ve miktar kontrolü yapılacaktır. Yapay zekâ ile değerlendirilmesi yapılan hammadde istenen kalite ve miktarda ise fabrikaya gönderilecektir. Kalite ve miktar istenen düzeyde değil ise kırma işlemi için otomatik olarak emir verilecektir. Kırma işleminde elde edilmesi beklenen hammaddenin miktar ve kalitesi istenen sınırlar dışında ise denetçi/birim sorumlusuna mesaj/e-posta sistem tarafından otomatik olarak gönderilecektir.

-Kırma birimi tarafından gelen verileri denetçi/birim sorumlusu miktar ve kalite açısından değerlendirecektir. Üretilen hammadde ile ilgili değerlendirme sonucunda eksik miktarın tamamlanması için denetçi/birim sorumlusu kırma işlemini tekrar başlatacaktır. Hammadde üretimiyle ilgili sorunların ne olduğu tespit edilerek veriler sistemde kayıt altına alınacaktır. Bu veriler büyük veri sisteminde yer alacaktır. İleride oluşacak sorunlar bu veriler kullanılarak yapay zekâ ile çözülebilecektir.

-Yapay zekâ ve denetçi/birim sorumlusu tarafından verilen onay ile hammaddeler işletmenin araçlarıyla fabrikaya gönderilecektir.

Üretim miktarı ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, belirli bir miktar aralığında üretim miktarını kontrol eder ve bu aralığı geçen veya altında kalan üretim miktarlarını raporlar. Ayrıca, toplam üretim miktarını kontrol eder ve belirli bir aralığı aşan veya altında kalanları da raporlar.

Örneğin, X ile Y birim arasında olan üretim miktarlarını kontrol edebilir ve toplam üretim miktarını aşan veya altında kalan miktarlar görülebilir. Bu alt ve üst sınırlar ile veri seti örnek olarak verilmiştir, işletmelerin değişen verilerine ve belirlenen limitlere göre kodun uyarlanması gerekmektedir.

```
def ic_denetim_algoritma(uretim_verisi, alt_sinir, ust_sinir):

    # Belirlenen miktar aralığında üretim miktarını kontrol etme

    uygun_uretimler = uretim_verisi[(uretim_verisi['Uretim_Miktari'] >= alt_sinir) &
(uretim_verisi['Uretim_Miktari'] <= ust_sinir)]

    # Belirlenen miktar aralığında üretim miktarını raporlama

    if not uygun_uretimler.empty:

        print("Belirlenen miktar aralığında üretim miktarı:")

        print(uygun_uretimler)

    else:

        print("Belirlenen miktar aralığında üretim bulunamadı.")

    # Toplam üretim miktarını kontrol etme ve belirli aralığı geçenleri raporlama

    toplam_uretim = uretim_verisi['Uretim_Miktari'].sum()

    if toplam_uretim > ust_sinir:

        print("Üretim miktarı belirlenen üst sınırdan fazla:", toplam_uretim)

    elif toplam_uretim < alt_sinir:

        print("Üretim miktarı belirlenen alt sınırdan az:", toplam_uretim)

    # Örnek üretim verisi

    uretim_verisi = pd.DataFrame({

        'Tarih': ['2024-04-19', '2024-04-20', '2024-04-21', '2024-04-22'],

        'Urun': ['A', 'B', 'C', 'D'],

        'Uretim_Miktari': [120, 80, 150, 200] # Üretim miktarı

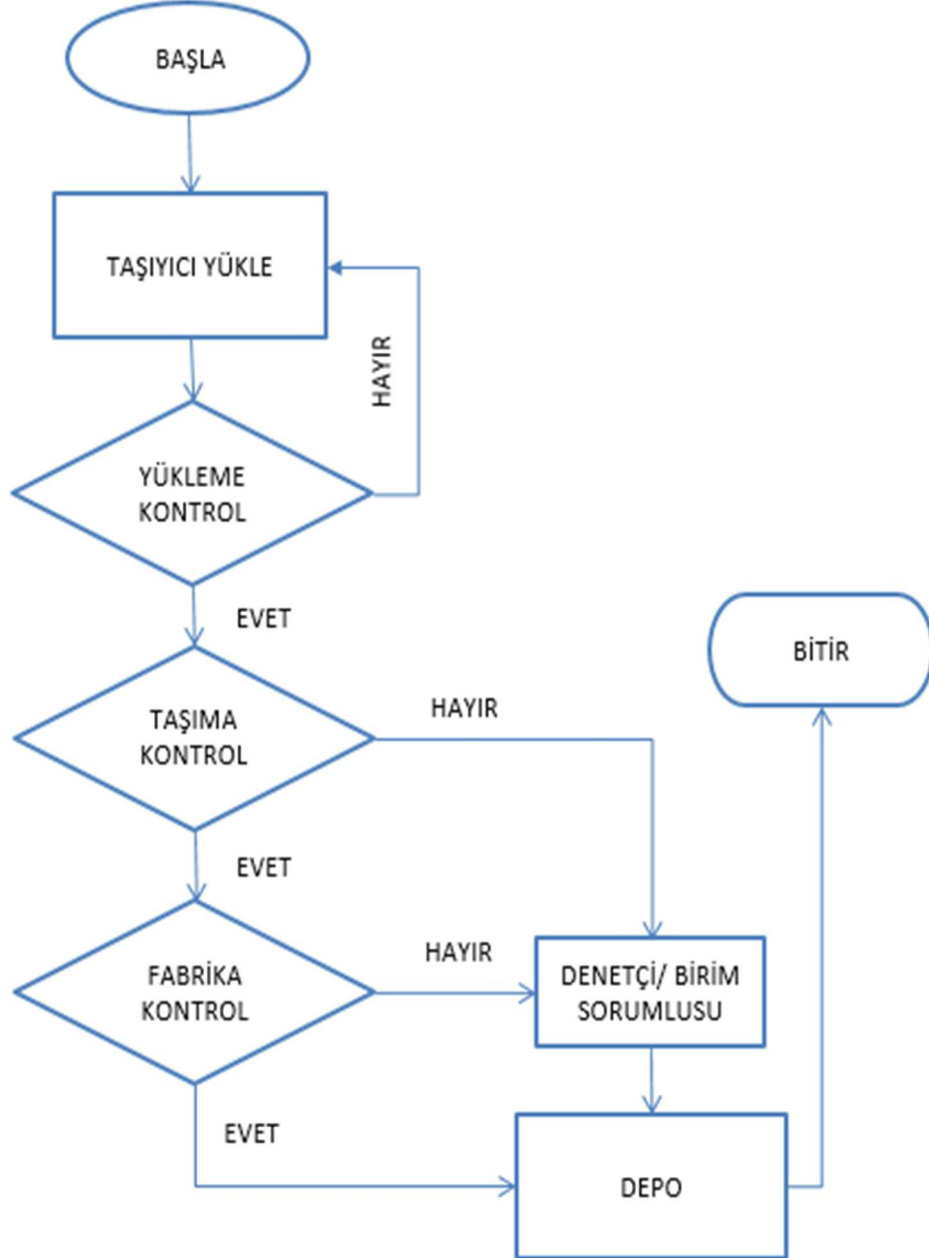
    })
```

```
# Belirlenen miktar aralığı  
alt_sinir = X # Örnek olarak X birim  
ust_sinir = Y # Örnek olarak Y birim  
# İç denetim algoritmasını çağırma  
ic_denetim_algoritma(uretim_verisi, alt_sinir, ust_sinir)
```



3.5.1.3. Üretim Sürecinde Sevkiyat Algoritması

Ocaklardan elde edilen marn ve kalkerin işletmeye getirilmesi gerekmektedir. İşletmeye ait araçlarla işletmenin hammadde deposuna taşınmaktadır. Hammaddenin araca yüklenmesinden depoya indirilinceye kadar hem araçların hem de hammaddelerin denetiminin süreci her aşamada olacaktır. Kırma sonucu elde edilen hammaddelerin işletmeye sevk edilmesiyle ilgili önerilen algoritma Şekil 16’da verilmiştir.



Şekil 16: Üretim Sürecinde Sevkiyat Algoritması

-Çimento üretimi için kırılan marn ve kalker işlenmek üzere araçlara yüklenip fabrikaya götürülmesi gerekmektedir. Kontrolünden geçen ve onay alan hammaddeler araçlara yüklenir.

-Araçlara takılan nesnelerin interneti ile çalışan sensörler sayesinde araçla ilgili her veri büyük veri deposuna aktarılacaktır. Araca yüklenen malzeme miktarı anlık olarak kontrol edilecektir. Nesnelerin internetiyle sisteme iletilen veri ile yüklenmesi gereken hammadde miktarı ile yüklenen hammadde arasında bir farklılık oluşursa yükleme işlemi tekrar edilecektir. Bu işlem ile doğru miktardaki hammaddenin üretim yapılmak üzere fabrikaya gönderilmesi sağlanacaktır. Yapılan devamlı kontrol sayesinde aracın optimum düzeyde malzeme taşıması sağlanacaktır. Optimum düzeyde taşıma yapılmasıyla akaryakıt giderleri ve aracın yıpranma düzeyi en alt seviyeye indirilecektir. Yapılan kontrol ile işçilik maliyetlerinde de azalma olacaktır.

-Günümüzde yaygın olarak kullanılan araç takip sistemleri ile işletmeye gelen malzemenin takibi anlık olarak yapılabilmektedir. İşletmenin kullanacağı takip sistemi ile aracın anlık olarak yeri kontrol edilecektir. Malzemenin zamanında işletmeye ulaşması sağlanacaktır. Aynı zamanda araçta bulunacak olan sensörler ile ağırlık kontrolü de taşıma esnasında devam edecektir. Hammaddenin çalınması, araçtan dökülmesi vb. durumlar yaşanmadan önlemleri alınmış olacaktır. Eğer aracın fabrikaya gelme zamanı ve hammadde ile ilgili bir sorun oluşursa denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta otomatik olarak sistem tarafından gönderilecektir.

-Aracın fabrikaya gelmesiyle kantarda tartılarak hammadde numuneleri alınıp kontrol edilecektir. Hammaddelerle ilgili herhangi bir sorun yok ise ürün depolara sevk edilecektir. Hammadde ile ilgili bir sorun yaşanması durumunda denetçi/birim sorumlusuna ilgili mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Denetçi/birim sorumlusu taşıma kontrolü veya fabrika kontrolü aşamalarında yaşanan sorunla ilgili gelen mesajı aldığı anda süreci araştırmaya başlayacaktır. Araştırma süreci tamamlandığında hammaddeleri depoya sevk edecektir. Araştırma ile elde ettiği sorunlarla ilgili verileri büyük veri sistemine yükleyecektir. Yüklenen bu veriler sayesinde ileride oluşabilecek benzer sorunların tekrar yaşanmaması için yapay zekâ tarafından çözüm üretilebilecektir.

Yükleme ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir. İşletmenin kullandığı araçlarda taşıma kapasitesi 30,000 – 40,000 kg aralığındadır. Kod bu aralıklara göre hazırlanmıştır.

Yazılan kod, belirli bir yükleme aralığını kontrol eder ve bu aralığı aşan veya altında kalan yüklemeleri raporlar. Ayrıca, toplam yükleme miktarını kontrol eder ve belirli bir aralığı aşan veya altında kalan miktarları da raporlar. Örneğin, 30,000 kg ile 40,000 kg arasında olan yüklemeleri kontrol edebilir ve toplam yükleme miktarını aşan veya altında kalan miktarlar görülebilir. Bu alt ve üst sınırlar ile veri seti örnek olarak verilmiştir, işletmelerin değişen verilerine ve belirlenecek limitlere göre kodun uyarlanması gerekmektedir.

```
def ic_denetim_algoritma(yukleme_verisi, alt_sinir, ust_sinir):  
    # Belirlenen yükleme aralığını kontrol etme  
    uygun_yuklemeler = yukleme_verisi[(yukleme_verisi['Yuk_Miktari_kg'] >= alt_sinir)  
    & (yukleme_verisi['Yuk_Miktari_kg'] <= ust_sinir)]  
    # Belirlenen yükleme aralığını raporlama  
    if not uygun_yuklemeler.empty:  
        print("Belirlenen yükleme aralığında yükleme miktarı:")  
        print(uygun_yuklemeler)  
    else:  
        print("Belirlenen yükleme aralığında yükleme bulunamadı.")  
    # Toplam yükleme miktarını kontrol etme ve belirli aralığı geçenleri raporlama  
    toplam_yukleme = yukleme_verisi['Yuk_Miktari_kg'].sum()  
    if toplam_yukleme > ust_sinir:  
        print("Toplam yükleme miktarı belirlenen üst sınırdan fazla:", toplam_yukleme)  
    elif toplam_yukleme < alt_sinir:  
        print("Toplam yükleme miktarı belirlenen alt sınırdan az:", toplam_yukleme)
```

```
# Örnek yükleme verisi

yukleme_verisi = pd.DataFrame({

    'Tarih': ['2024-04-19', '2024-04-20', '2024-04-21', '2024-04-22'],

    'Arac': ['A', 'B', 'C', 'D'],

    'Yuk_Miktari_kg': [31000, 30000, 41000, 42000] # Yükleme miktarı kg cinsinden

})

# Belirlenen miktar aralığı

alt_sinir = 30000 # Örnek olarak 30,000 kg

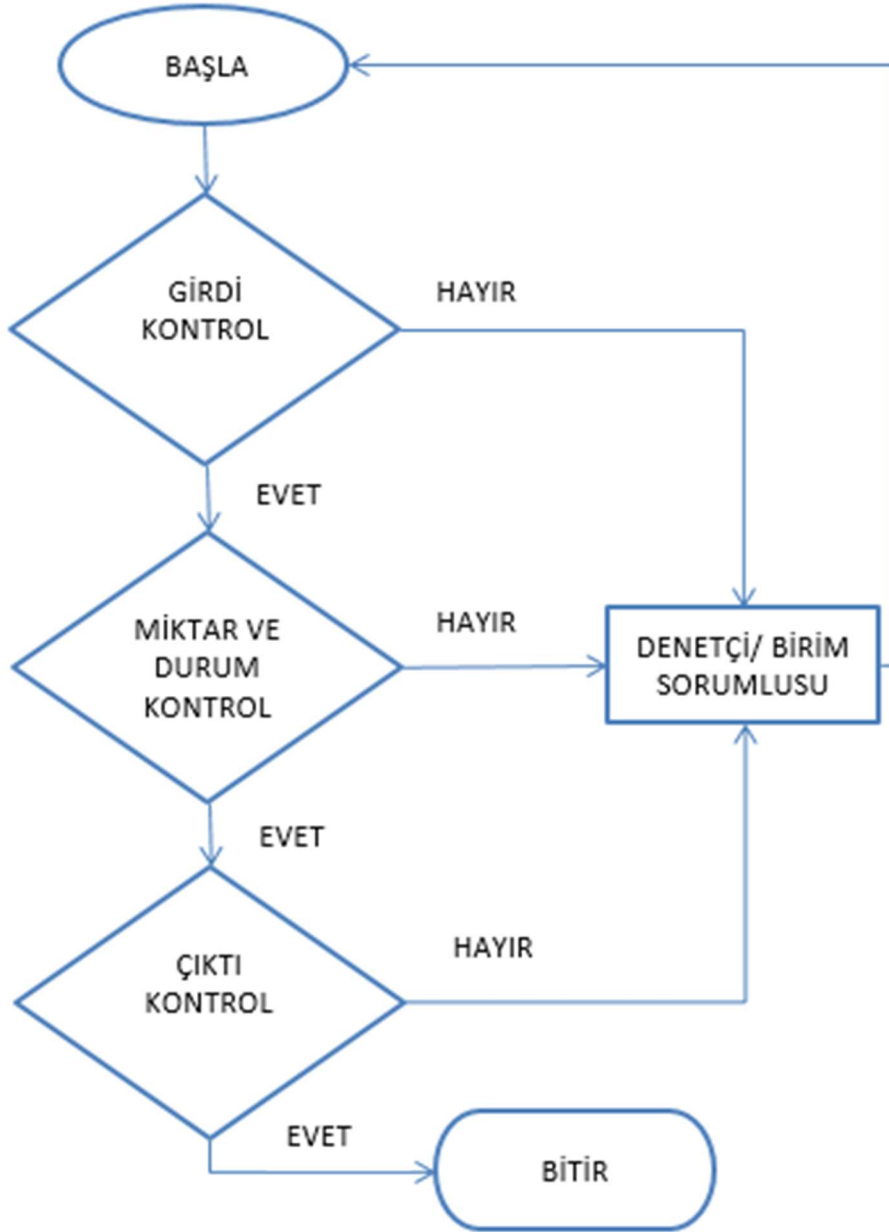
ust_sinir = 40000 # Örnek olarak 40,000 kg

# İç denetim algoritmasını çağırma

ic_denetim_algoritma(yukleme_verisi, alt_sinir, ust_sinir)
```

3.5.1.4. Üretim Sürecinde Hammadde Depo Algoritması

Depolama, işletmelerin üretim için kullanacağı hammaddelerin ve üretilen mamulün korunması açısından önem arz etmektedir. Dijital denetim kullanılarak depoların denetimi sürekli ve analiz edilerek yapılabilecektir. Depo algoritmasında bu sürecin detayları anlatılmıştır. Hammaddelerin depoya girmesi, depodaki durumu ve depodan çıkması ile ilgili önerilen algoritma Şekil 17’de verilmiştir.



Şekil 17: Üretim Sürecinde Hammadde Depo Algoritması

-İşletmeye girişte onay alan hammadde depoya sevk edilecektir. Depoya giren hammaddenin miktarı sensörler veya dronelar sayesinde kontrol edilecektir. Beklenen değerler arasında bir ölçüm yapılırsa yapay zekâ onay verecektir. Beklenen değerler arasında olmayan ölçümler için yapay zekâ tarafından denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Depoya giren hammadde depoda durdurduğu sürece 24 saat boyunca sensörler sayesinde kontrol altında olacaktır. Kullanılan sensörler ile hammaddenin miktar kontrolü ve deponun durum kontrolü anlık olarak yapılabilecektir. Devamlı takip sayesinde hammaddenin bozulma ve çalınma ihtimali en aza indirilecektir. Beklenen durum dışında bir işlem olursa yapay zekâ tarafından denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Hammaddenin depodan çıkartılabilmesi için üretime gideceği ile ilgili bilginin sisteme girilmesi gerektir. Sisteme veri girildikten sonra taşıyıcılar hammaddeyi üretim sahasına taşıyacaktır. Taşıyıcılar tarafından üretime gidecek olan hammadde sensörler ile anlık takip edilecektir. Sisteme tanımlanan miktardan az veya fazla hammaddenin alınması durumunda yapay zekâ tarafından denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir

-Girdi kontrol, miktar-durum kontrol ve çıktı kontrol süreçlerinin herhangi birinden uyarı bildirimi alan denetçi/birim sorumlusu gerekli araştırmaları yapacaktır. Yapılacak olan araştırmalar sonucunda düzeltilmesi gereken işlemler denetçi/birim sorumlusu nezaretinde düzeltilecektir. Düzeltme işlemi yapıldıktan sonra süreç yeniden başlayacaktır.

Mamulün depolama süresi ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen çimentoların raf ömrü ortalama 3-4 aydır.

Önerilen kod, depoya giren ürünlerin giriş tarihinden itibaren 3 ay süresini geçenleri raporlar. Örneğin, giriş tarihine göre 3 ay veya daha fazla süre geçmiş ürünleri kontrol edebilir. Bu süre ve veri seti örnek olarak verilmiştir, gerçek verilere ve belirlenen süreye göre kodun uyarlanması gerekir.

```
from datetime import datetime, timedelta
```

```
def ic_denetim_algoritma(depo_verisi, gecikme_suresi):

    # Bugünün tarihini al

    bugun = datetime.now()

    # Geçikme süresine göre eşik tarihi hesapla

    esik_tarih = bugun - timedelta(days=gecikme_suresi * 30) # Ay cinsinden hesaplanır

    # Eşik tarihini geçen ürünleri kontrol etme

    geciken_urunler = depo_verisi[depo_verisi['Giris_Tarihi'] <= esik_tarih]

    # Eşik tarihini geçen ürünleri raporlama

    if not geciken_urunler.empty:

        print("Eşik tarihini geçen ürünler:")

        print(geciken_urunler)

    else:

        print("Eşik tarihini geçen ürün bulunamadı.")

# Örnek depo verisi

depo_verisi = pd.DataFrame({

    'Urun_Adi': ['A', 'B', 'C', 'D'],

    'Giris_Tarihi': ['2023-12-15', '2024-01-10', '2024-02-20', '2024-03-25'] # Giriş tarihi

})

# Geçikme süresi (örneğin 3 ay)

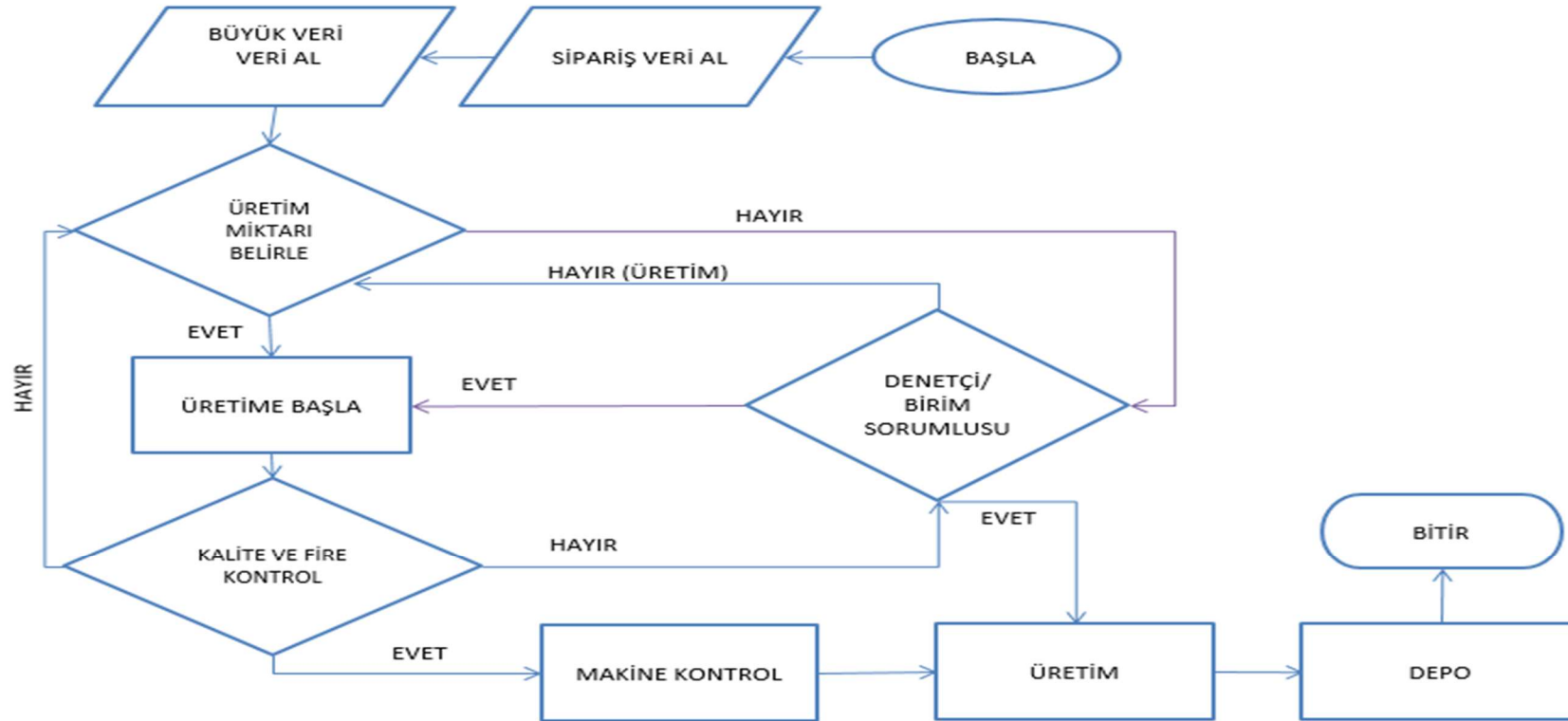
gecikme_suresi = 3

# İç denetim algoritmasını çağırma

ic_denetim_algoritma(depo_verisi, gecikme_suresi)
```

3.5.1.5. Üretim Sürecinde Çimento Üretim Algoritması

Çimento üretim süreci işletmenin en önemli noktalarındandır. Üretim aşamasında mamul ve makine kontrolü yapay zekâ ile anlık olarak takip edilebilecektir. Bu sayede üretimde kalitenin yüksek olması beklenmektedir. Çimento üretimi önerilen algoritma Şekil 18’de verilmiştir.



Şekil 18: Üretim Sürecinde Çimento Üretim Algoritması

-Çimento üretim sürecinin başlaması için ilk önce sipariş verisinin alınması gerekecektir. İşletme aldığı siparişe ve pazarlanan ürüne göre üretim yapacaktır.

-Çimento üretiminin başlaması için alınan sipariş verisi, pazarlanan sipariş verisi ve büyük veri kullanılarak planlama yapılacaktır. Büyük veriden hava durumu verisi, çimento sektör verisi, ekonomik durum verisi, inşaat sektörü verisi, işletmenin tesis-makine- cihazların durum verisi alınacaktır.

-Üretim miktarı sipariş ve diğer veriler kullanılarak yapay zekâ tarafından yapılacaktır. Yapay zekâ öğretilecek algoritmalar sayesinde optimum üretim düzeyini belirleyecektir. İnşaat sektöründe hava durumu önemli bir faktördür. Belirli sıcaklık aralıklarında inşaatı devam ettirmek neredeyse imkânsız olmaktadır. Yapay zekâ sipariş miktarı ve hava durumunu dikkate alarak üretim düzeyini belirleyebilecektir. Yol durum verilerini alarak üretilen mamulün sevkiyatıyla ilgili sorun oluşabileceğini değerlendirerek üretim zamanını ayarlayabilecektir. Yapay zekâ birçok faktörü değerlendirerek üretim miktarını belirledikten sonra üretimin başlaması için onay verecektir. Üretim ile ilgili belirlenen aralıklar dışına çıkıldıysa yapay zekâ tarafından otomatik olarak denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Bildirimi alan denetçi/birim sorumlusu tarafından gerekli araştırmalar yapılacaktır. Denetçi/birim sorumlusu gerekli düzeltmeleri yaptıktan sonra üretim sürecine onay verecektir. Yapılan araştırma sonuçları sisteme girilecektir. Girilen veriler daha sonraki üretimler için yapay zekâ tarafından kullanılacaktır.

-Üretim hattında bulunan sensörler sayesinde üretim her aşaması kontrol altında olacaktır. Yapılan her işlem adım adım nesnelerin interneti sayesinde anlık olarak büyük veride kayıt altına alınacaktır. Sensörler aracılığı ile elde edilen veriler sistem tarafından değerlendirilerek kalite ve fire kontrolü üretim her aşamasında gerçekleşecektir. Fire ve kalite ile ilgili değerlendirme belirlenen aralıklarda gerçekleşiyse üretim süreci devam edecektir. İstenen düzeyden fazla sapma gerçekleşirse yapay zekâ üretimin planlaması için emir verecektir. Yapay zekâ üretimin planlamasını yapacak ve üretim yeni plana göre devam edecektir. Üretim sürecinde belirlenen düzeyden fazla sapma gerçekleşirse denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Denetçi/birim sorumlusu ortaya çıkan fire ve kalite sorunu ile ilgili gerekli çalışmaları başlatacaktır. Üretimde ortaya çıkan sıkıntıyı bulmak amacıyla üretim

cihazlarını, hammaddeleri ve personelin çalışma duruma hakkında inceleme yapacaktır. Sorunu tespit ettikten sonra gerekli gördüğünde üretimin tekrar planlaması için emir verecektir ya da üretimin değişmeden devam etmesini sağlayacaktır.

-Son teknolojiye sahip üretim işletmelerinde kullanılan cihazlar nesnelerin internetiyle anlık veri gönderebilmektedir. Bu sayede işletmenin cihazlarının durumu anlık olarak takip edilebilmektedir. Üretimde kullanılan makineler üretimin en önemli parçalarından birisi olduğu için buradan gelen verilerin titizlikle incelenmesi ve değerlendirilmesi gerekir.

-İşletmede üretim sırasında makinelerin durumuyla ilgili veriler yapay zekâ tarafından değerlendirilecektir. Yapılan değerlendirme sonucu gerekli bakımlar ve onarımlar makine arıza duruma geçmeden çözülebilecektir. Yapılan bakım ve onarımlar sayesinde üretim aksamadan devam edebilecektir.

-Üretimi tamamlanan mamuller depolara sevk edilerek üretim süreci sonlandırılacaktır.

Çimento sektöründe oluşan fire ve kalite değerleri ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, çimento sektörü verilerinde X (Fire) ve Y (Kalite) değerlerinin belirtilen aralıklarını geçen değerleri raporlayacaktır. Örneğin, X değeri 20-35 aralığını, Y değeri ise 15-30 aralığını geçen verileri bulunabilir. Bu sınırlar ve veri seti örnek olarak verilmiştir, işletmelerin değişen verilerine ve belirlenen sınırlara göre kodun uyarlanması gerekmektedir.

```
def ic_denetim_algoritma(veri, x_alt, x_ust, y_alt, y_ust):  
    # Belirtilen aralıkları geçen verileri bulma  
    gecen_veriler = veri[(veri['X_Degeri'] < x_alt) | (veri['X_Degeri'] > x_ust) |  
                        (veri['Y_Degeri'] < y_alt) | (veri['Y_Degeri'] > y_ust)]  
    # Eğer aralığı geçen veri varsa, raporlama  
    if not gecen_veriler.empty:  
        print("Belirtilen aralıkları geçen veriler:")
```

```
print(gecen_veriler)

else:

    print("Belirtilen aralıkları geçen veri bulunamadı.")

# Örnek çimento sektörü verisi

cimento_verisi = pd.DataFrame({

    'Tarih': ['2024-01-01', '2024-01-02', '2024-01-03', '2024-01-04'],

    'X_Degeri': [25, 30, 35, 40], # Örnek X değerleri

    'Y_Degeri': [18, 22, 28, 32] # Örnek Y değerleri

})

# X ve Y değerlerinin alt ve üst sınırları

x_alt_sinir = 20

x_ust_sinir = 35

y_alt_sinir = 15

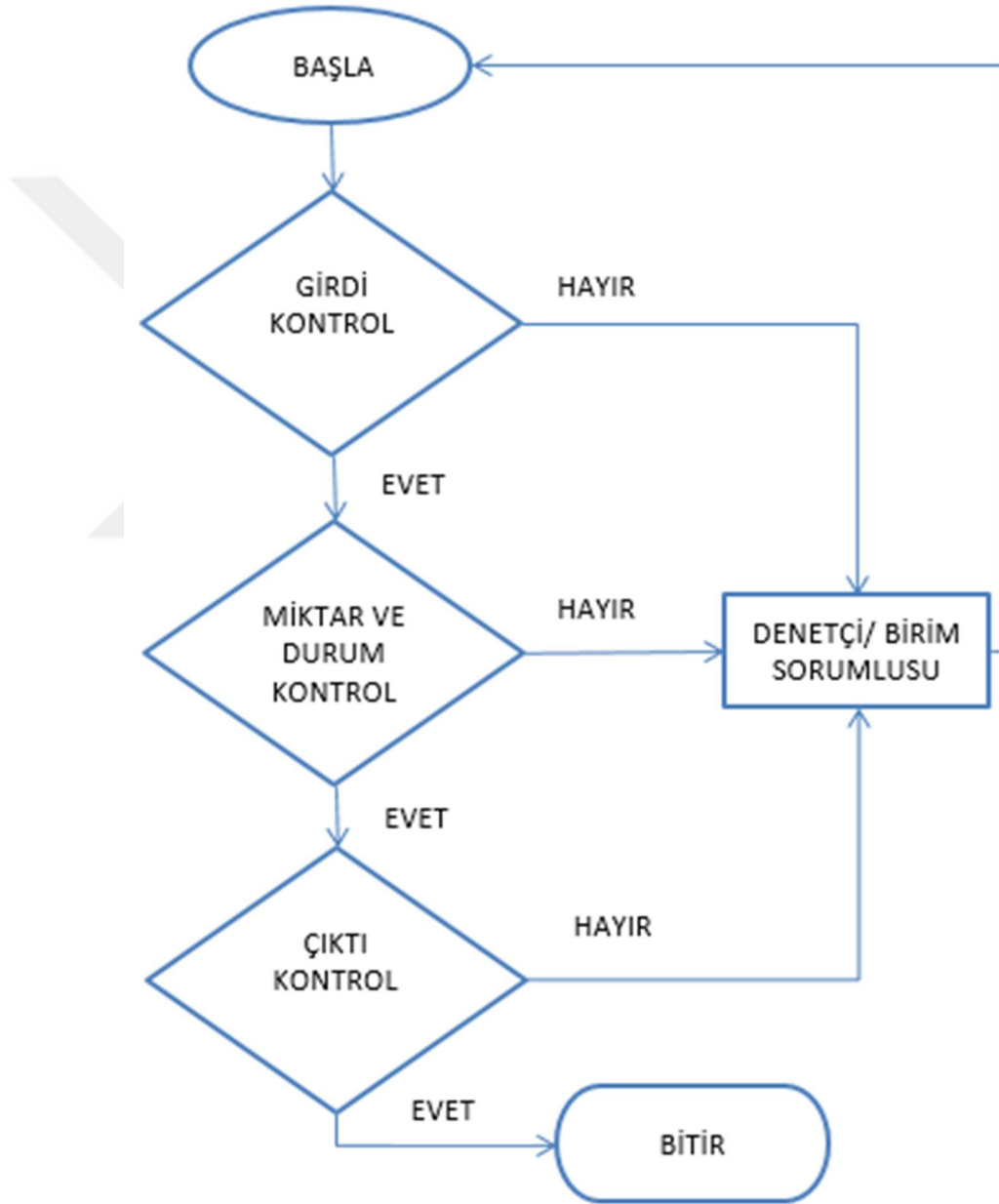
y_ust_sinir = 30

# İç denetim algoritmasını çağırma

ic_denetim_algoritma(cimento_verisi, x_alt_sinir, x_ust_sinir, y_alt_sinir, y_ust_sinir)
```

3.5.1.6. Üretim Sürecinde Mamul Depo Algoritması

Üretim gerçekleştikten sonra mamulün kalitesinin korunması ve bozulmaması için depolama şartları önem arz etmektedir. Hammadde deposunda olduğu gibi mamul deposunda da sürekli bir izleme gerçekleşecektir. Bu sayede mamuller hem çalınmaya hem de bozulmaya karşı korunmuş olacaktır. Mamullerin depoya girmesi, depoda durması ve depodan çıkmasıyla ilgili önerilen algoritma Şekil 19’da verilmiştir.



Şekil 19: Üretim Sürecinde Mamul Depo Algoritması

-Üretim sisteminden gelen mamuller mamul deposuna alınır. Gelen ürünler depoya girerken sensörler ve dronelar aracılığı ile kontrol edilir. Büyük veriden alınan verilerle karşılaştırılarak depoya giriş onayı verilecektir. Gelen veri ile depoya giriş verisi uyuşmuyorsa denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Üretilen mamulün bozulmaması için deponun belirli koşulları sağlaması gerekmektedir. Depo durumunu kontrol eden sensörler sayesinde depo koşulları anlık olarak kontrol altında tutulabilecektir. Kontrol altında tutulan depo sayesinde mamullerin kalitesi istenen düzeyde tutulacaktır. Çimentonun nemden korunması ve depolanması, beton mukavemetini ve diğer özelliklerini olumlu veya olumsuz yönde etkilemektedir. Çimento aşırı nemli ortamda kalırsa topaklanabilir. Topaklanmanın sert olması bozulmanın göstergesidir. Bu yüzden çimentoyu depolarken su ile temasına ve havanın nem dengesine dikkat etmek gerekir (Korkmaz, 2021: 47). Mamulün bozulmaması için depo şartlarının sürekli kontrolü önem arz etmektedir. Depoda bulunan mamul miktarları da sensörler sayesinde anlık kontrol altında tutulacaktır. Depo koşullarının belirlenen değerleri geçmesi durumunda veya izinsiz mamul alımı gibi bir durum gerçekleşirse denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Mamul girişinde yapılan kontroller depo çıkışında da yapılmaktadır. Çıkış emri ile depodan çıkan mamul karşılaştırılarak çıkış onayı verilecektir.

-Girdi kontrol, miktar-durum kontrol ve çıktı kontrol süreçlerinin herhangi birinden uyarı bildirimi alan denetçi/birim sorumlusu harekete geçecektir. Depo koşulları ile ilgili bildirim geldiyse deponun kontrollerini yapacaktır. Deponun durumunun istikrarlı hale gelmesini ve mamullerin bozulmamasını sağlayacak önlemleri alacaktır. Mamul ile ilgili gelen bildirimlerde ise mamulün fiziksel olarak kontrol edilmesi sağlayacaktır. Yapılan işlemlerle ilgili veriler büyük veriye aktarılacaktır.

Depoya izinsiz giriş yapan personel ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, depoya giriş verisindeki personellerin izinli personel listesinde olup olmadığını kontrol eder. Eğer izinli personel listesinde olmayan bir giriş tespit edilirse, bu girişi raporlar. Örneğin, belirli bir depo giriş verisi ve izinli personel listesi verilerek izinsiz girişler kontrol edilebilir. Bu örnek veri ve liste sadece gösterim amaçlıdır, işletmelerin değişen verilerine göre kodun uyarlanması gerekmektedir.

```

def izinsiz_giris_raporla(depo_giris_verisi, izinli_personel_listesi):

    # İzinsiz girişleri kontrol etme

    izinsiz_girisler

    depo_giris_verisi[~depo_giris_verisi['Personel'].isin(izinli_personel_listesi)]

    # İzinsiz girişleri raporlama

    if not izinsiz_girisler.empty:

        print("İzinsiz girişler tespit edildi:")

        print(izinsiz_girisler)

    else:

        print("İzinsiz giriş bulunamadı.")

# Örnek depo giriş verisi

depo_giris_verisi = pd.DataFrame({

    'Tarih': ['2024-01-01', '2024-01-02', '2024-01-03', '2024-01-04'],

    'Personel': ['Ahmet', 'Mehmet', 'Ayşe', 'Ali'] # Giriş yapan personel isimleri

})

# İzinli personel listesi

izinli_personel_listesi = ['Ahmet', 'Mehmet', 'Ayşe'] # İzinli personel isimleri

# İzinsiz girişleri kontrol etme

izinsiz_giris_raporla(depo_giris_verisi, izinli_personel_listesi)

```

3.5.2. Satın Alma Sürecinde Dijital Denetim

Satın alma sürecinde işletmede dijital iç denetim sürecinin aşamaları aşağıdaki gibi incelenebilir.

-Üretim planlaması gerçekleştikten sonra üretimde kullanılması gereken hammaddeler ve gerekli malzemelerin tedarik edilmesi için gerekli bilgi ambar birimine iletilmektedir. Ambar birimi gerekli olan malzemeler için sipariş talebini sisteme girmektedir.

-Üretim birimi sisteme girilen malzeme miktarı ve çeşidini kontrol ettikten sonra onay vermektedir. Onay işlemi ilk önce üretim şefliği tarafından daha sonra üretim müdürlüğü tarafından verilmektedir.

-Dijital denetim sisteminde üretim süreçleri dijital dünyaya da aktarıldığı için büyük verideki bilgiler kullanılarak yapay zekâ sayesinde tedarik edilmesi gereken hammadde ve malzemeler otomatik olarak listelenecektir.

-Satın alma bölümü sistemden bütün onayların tamamlandığını mesajını alır. Sistem satın alma tekliflerini oluşturur. Bu teklifler tedarikçilere gönderilir.

-Gelen teklifler sisteme yüklendikten sonra karşılaştırılarak kontrol edilir. Gelen teklifler üretim birimi tarafından kontrol edilir. Üretim birimi kontrol işlemini yaptıktan sonra sistem üzerinden onay işlemini gerçekleştirir.

-Akıllı sözleşmeler dijital denetimde satın alma aşamasında kullanılabilecektir. Satın alınması gereken hammadde ve gerekli malzemeler akıllı sözleşmeler sayesinde hızlı ve hatasız bir şekilde işletmeye teslim edilebilecektir. Sürecin başlaması için akıllı sözleşme yazılımlarının sisteme yüklenmesi gerekmektedir. Yazılım yüklenirken kontrat şartları ve yapılacak işler belirlenir.

-Kontrat şartları belirlendikten sonra teklifler akıllı sözleşme biçiminde sisteme kaydedilir. Blok zincirinde oluşan bu sözleşmeler kodlandıktan ve blok zincire eklendikten sonra herhangi bir değişiklik yapılması mümkün olmamaktadır. Sözleşmeye müdahale edilememesi sayesinde fiyat değişiklikleriyle yapılabilecek hilelerin önüne geçilmiş olacaktır.

-Onay işleminden sonra tedarikçilere siparişin başlaması için bildirim gönderilir.

-Akıllı sözleşme ile kurulacak olan satın alma işlemine onay verildikten sonra süreç yazılan kodlar otomatik olarak başlatılabilecektir.

-Hazır olan malzemeler işletmeye geldiğinde tartılarak ve kontrol edilerek depolara alınır.

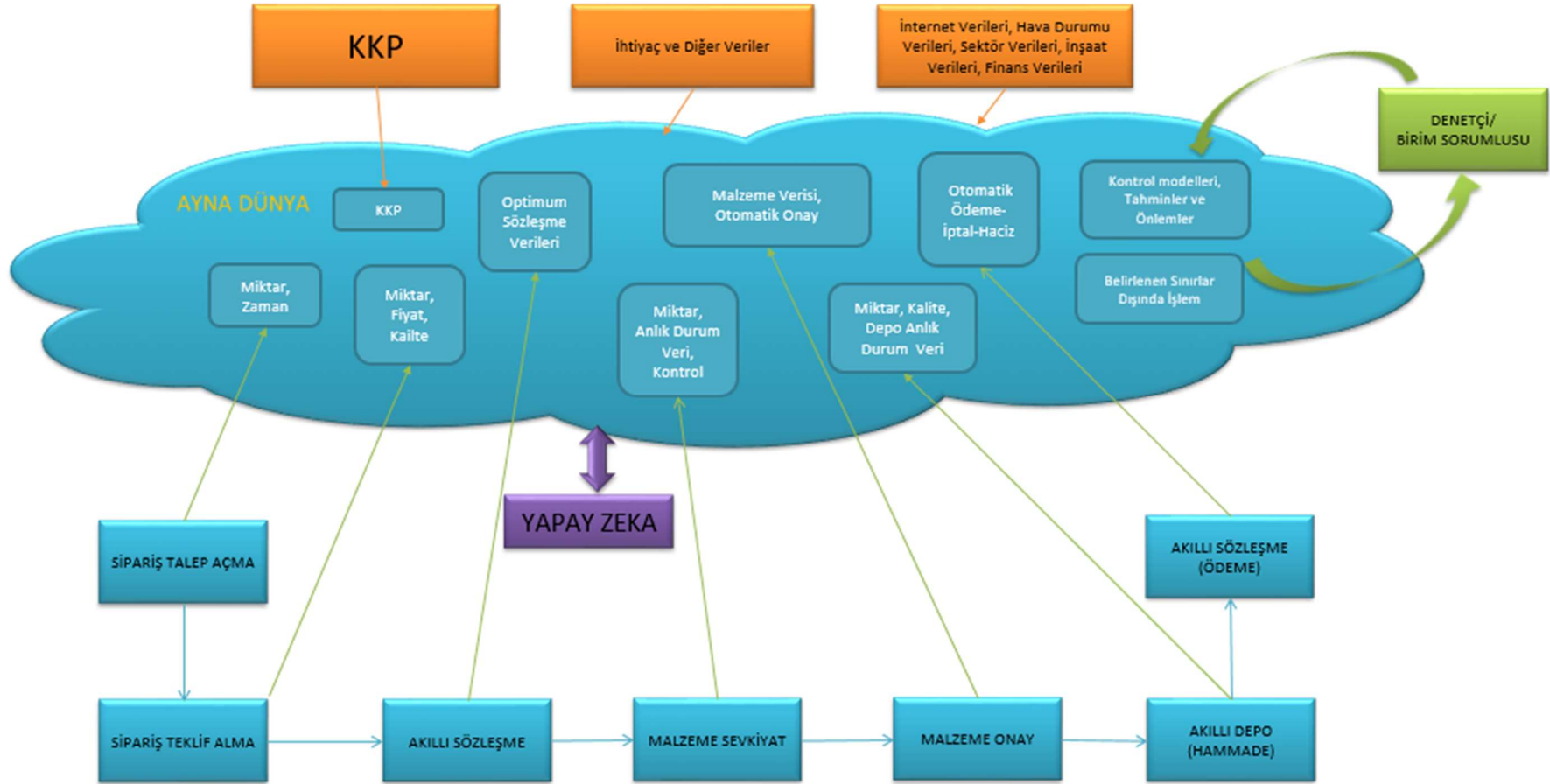
-Sisteme girilen ürünlerin ödeme unsurları satın alma birimi tarafından belirlenir.

-Satın alınan ürünün faturası onay işleminden sonra kayıt altına alınır.

-Tedarikçilere yapılması gereken ödemeler finans bölümü tarafından gerçekleştirilir.

-Son dört evre dijital denetim kullanılarak otomatik olarak yapılabilecektir. İşletmeye gelen malzemeler optik cihazlar sayesinde kontrol edilebilecek ve sisteme otomatik kaydedilecektir. Kaydedilen bu işlem sayesinde akıllı sözleşme unsurunun bir aşaması da gerçekleşmiş olacaktır. Akıllı sözleşmeye uyan malzemeler teslim alındıktan sonra ödeme işlemi otomatik olarak vadesi geldiğinde gerçekleştirilebilecektir. Akıllı sözleşmenin değiştirilemez olması sistemin güvenilir olmasını sağlayacaktır.

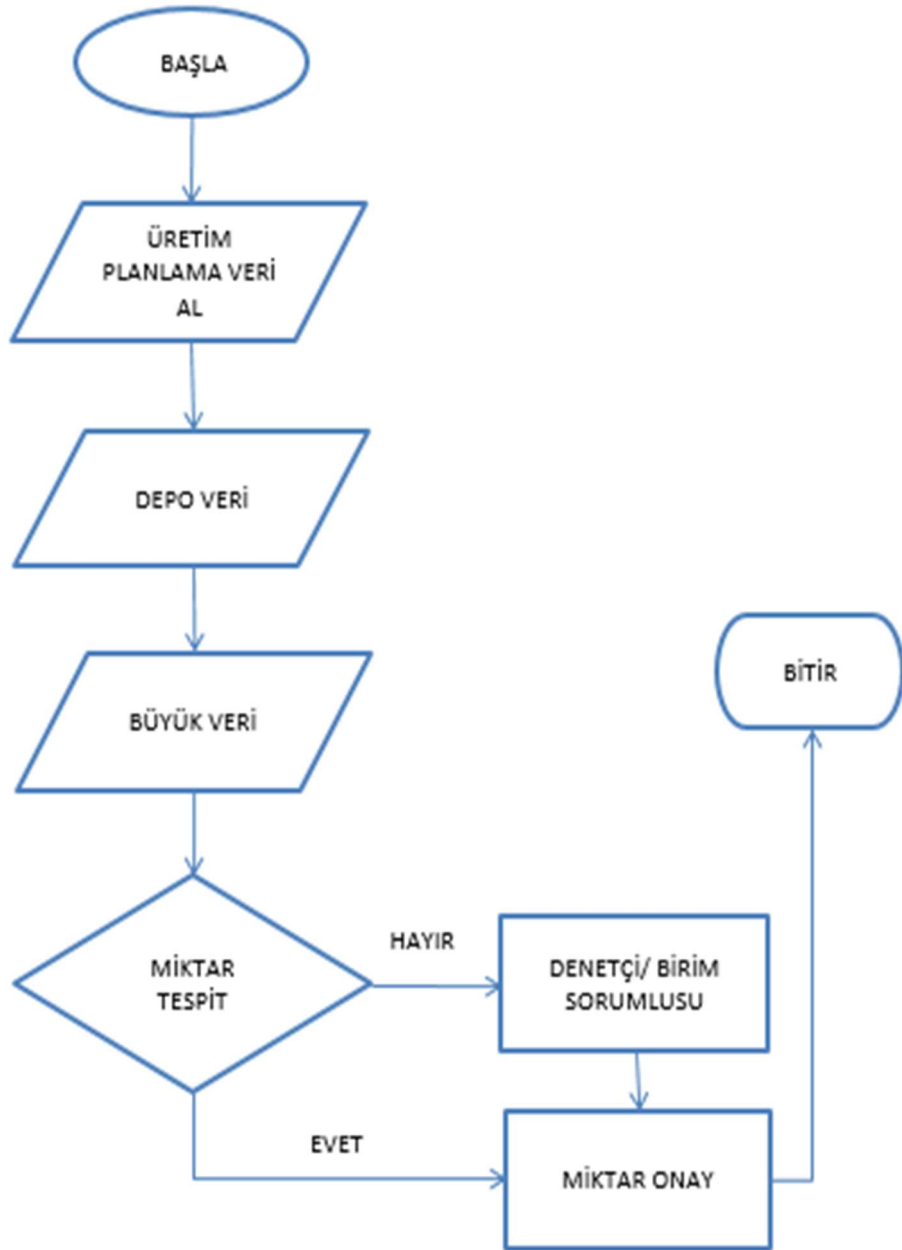
Satın alma sürecindeki dijital denetimin genel çalışma prensibi Şekil 20’de verilmiştir. Satın alma sürecindeki gerçekleşen bütün işlemler ayna dünyaya aktarılarak yapay zekâ tarafından değerlendirilip, değerlendirme sonucu olumlu ise satın alma işlemleri devam edecektir. Satın alma ile ilgili işlemlerde problem olması veya işlem süreçlerinde sınırların aşılması durumunda denetçi/birim sorumlusuna durum iletilecektir. Denetçi/birim sorumlusu tarafından üretilen çözüm ayna dünyaya aktarılacaktır. Dijital iç denetim sayesinde satın alma işlemleri en ideal düzeyde devam edecektir.



Şekil 20: Satın Alma Sürecinde Dijital Denetim

3.5.2.1. Satın Alma Sürecinde Sipariş Talep Açılma Algoritması

İşletmenin üretimde kullanacağı hammaddelerden olan marn ve kalker işletmeye ait ocaklardan tedarik edilirken, diğer kimyasallar satın alınmaktadır. Satın alma işleminin başlaması için ilk olarak miktar tespiti yapılması gerekmektedir. Miktar tespiti yapılırken yapay zekâ bütün verileri dikkate alarak işlemi gerçekleştirecektir. Miktar tespiti yapılmasıyla ilgili önerilen algoritma Şekil 21’de verilmiştir.

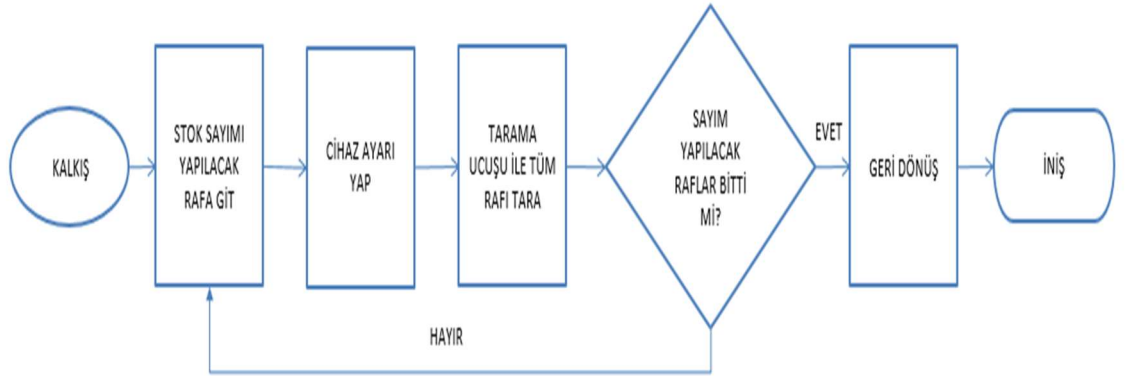


Şekil 21: Satın Alma Sürecinde Sipariş Talep Açılma Algoritması

-Üretimin gerçekleşmesi için işletme tarafından ocaklardan elde edilen marn ve kalkerle beraber diğer kimyasal hammaddelerin ve gerekli malzemelerin alınması gerekmektedir. Gereken hammadde ve malzemelerin miktarlarının tespit edilmesi için ilk olarak üretim planlaması verisinin alınması gerekecektir. Üretim planlaması verisi otomatik olarak sistemden alınacaktır.

-Satın alma miktarının belirlenmesi için ikinci adım anlık depo verisinin alınması olacaktır. Hammadde ve malzemeler depoda bulunan sensörler ve dronelar sayesinde anlık olarak tespit edilecektir.

Günümüzde yapılan sayımlar genellikle eski usul ve elle sayım ile yapılmaktadır. Gerçekleştirilen sayım süreci zaman alıcı, maliyeti yüksek ve çalışanlar için tehlikedir. Drone ile bu süreç otomatikleşmekte ve etkili olmaktadır. Drone üzerindeki uzaklık sensörü ile depoda güvenli olarak çalışmaktadır. Drone, otonom bir şekilde depo ortamında hareket ederken kamera vasıtası ile aldığı görüntü verisi, çevirim içi olarak işlenir ve stok sayımı süreci işletilir (Gümüşboğa, 2022: 1775).



Şekil 22: Drone Depo İşleyiş Prensibi

Kaynak: (Gümüşboğa, 2022: 1775)

Drone ile güvenli ve doğru olarak üretilen veriler, sistemden otomatik olarak alınacaktır.

-Üçüncü adım büyük veriden alınan verilerdir. İnşaat sektörü verileri, piyasa verileri, hammadde ve malzemelerin sektör verileri, hava durumu verileri ve yol durumu verileri sistemden alınacaktır.

-Miktarı belirlemek için yapay zekâ verileri olarak, algoritmalar sayesinde miktarı belirleyecektir. Hammadde ve malzemelerin alınması için yapay zekâ piyasa verilerin olarak fiyat değerlemesi yapabilecektir. Hammadde ve malzeme sektörünün verileri ile ürünlerin ne zaman üretileceği, fiyatı ve kalitesi gibi değerlendirmeler yapabilecektir. Hava durumu ve yol durumu verileri sayesinde satın alınan malzemelerin teslim alınması için hesaplamalar yapabilecektir. Yapılan hesaplamalar sayesinde üretim maliyetleri en aza indirilebilecek ve üretimin aksamadan devam etmesi sağlanabilecektir. Miktar hesaplandıktan sonra yapay zekâ sınırlar dâhilinde ise miktar onayı verecektir. Tespit edilen miktar belirlenen sınırlar dışına çıkarsa miktarın onaylanması veya yeniden belirlenmesi için denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Denetçi/birim sorumlusu piyasa verilerini, sektör verilerini ve diğer verileri dikkate alarak hesaplamalar yapar. Yapılan hesaplamalar sonucunda miktar onayı verilecek ya da yeni miktar belirlenerek işleme devam edilecektir.

İnşaat sektörü tahmini ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, inşaat sektörü büyüme hızı tahminlerinin belirli bir eşik değerinin altında olup olmadığını kontrol eder. Örneğin, %2'nin altında tahmin edilen bir büyüme hızı varsa, bu tahminleri raporlar. Bu örnekte, belirli bir büyüme hızı verisi kullanılmıştır, işletmelerin değişen verilerine ve belirlenen eşik değere göre kodun uyarlanması gerekmektedir.

```
def inşaat_sektörü_büyüme_raporla(büyüme_hızı_verisi, eşik_değer):
```

```
    # Büyüme hızı tahminlerini kontrol etme
```

```
    düşük_büyüme = büyüme_hızı_verisi[büyüme_hızı_verisi['Büyüme_Hızı'] < eşik_değer]
```

```
    # Eğer eşik değerinin altında tahmin edilen bir büyüme varsa, raporlama
```

```
    if not düşük_büyüme.empty:
```

```
        print("Büyüme hızı eşik değerinin altında tahmin ediliyor:")
```

```
        print(düşük_büyüme)
```

```
else:

    print("Büyüme hızı eşik değer altında tahmin edilmiyor.")

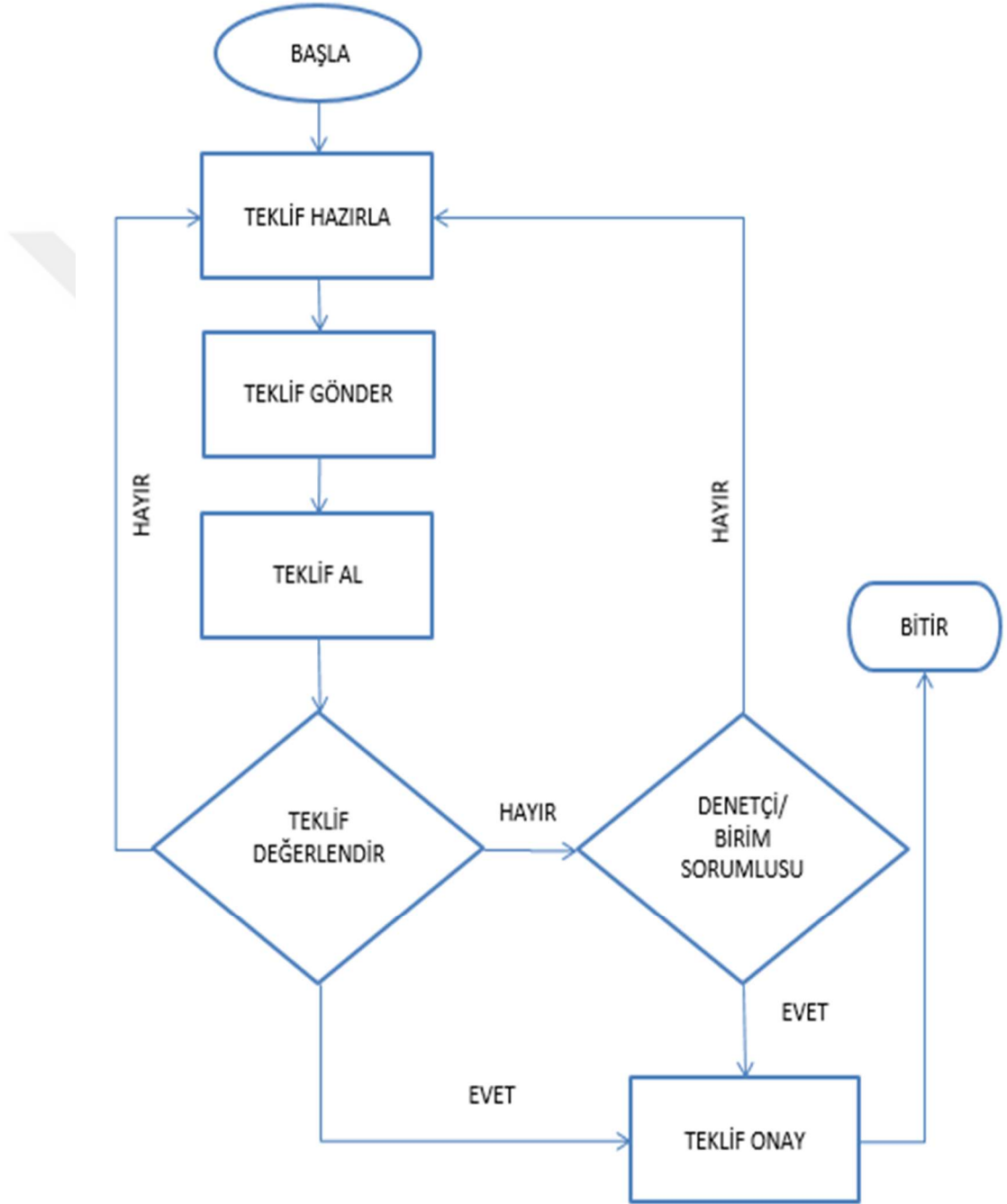
# Örnek inşaat sektörü büyüme hızı verisi
büyüme_hızı_verisi = pd.DataFrame({
    'Tarih': ['2024-01-01', '2024-01-02', '2024-01-03', '2024-01-04'],
    'Büyüme_Hızı': [2.1, 1.8, 2.0, 1.7] # Örnek büyüme hızı tahminleri (% cinsinden)
})

# Eşik değeri (örneğin, %2)
eşik_değer = 2.0

# İnşaat sektörü büyüme hızını kontrol etme
inşaat_sektörü_büyüme_raporla(büyüme_hızı_verisi, eşik_değer)
```

3.5.2.2. Satın Alma Sürecinde Sipariş Teklif Alma Algoritması

Satın alma işleminde, miktar tespitinden sonra teklifler hazırlanarak satıcılara gönderilmektedir. Satıcılardan alınan teklifler değerlendirilerek en uygun teklif için onay yapay zekâ veya denetçi/birim sorumlusu tarafından verilecektir. Satın alma işlemlerinin teklif süreciyle ilgili önerilen algoritma Şekil 23'te verilmiştir.



Şekil 23: Satın Alma Sürecinde Sipariş Teklif Alma Algoritması

-Miktarı belirlenen malzemeler için satın alma teklifi hazırlanması gerekmektedir. Satın alma teklifini yapay zekâ, büyük veri kullanarak hazırlayacaktır.

-Hazırlanan satın alma teklifi muhtelif tedarikçilere gönderilecektir. Satın alınmak istenen malzeme ile ilgili yeni tedarikçilerde büyük veri sayesinde tespit edilecektir. Yeni tespit edilen tedarikçilere de teklif formları gönderilecektir.

-Firmalara gönderilen teklifler sisteme otomatik olarak alınacaktır. Teklif formalarında belirtilen tarih dolunca formların sisteme girişi otomatik olarak sonlandırılacaktır. İşlem sonlandığında değerlendirme aşamasına geçilecektir. Tekliflerin alınması akıllı sözleşmelerin başlangıç noktasını oluşturacaktır.

-Teklif formlarının değerlendirilmesi yapay zekâ tarafından yapılacaktır. Yapay zekâ değerlendirmeleri yaparken fiyat, kalite, teslim zamanı, firma ile ilgili sektör verileri ve ürünle ilgili verileri dikkate alacaktır. Yapay zekâ alınacak ürün ile ilgili işletmeye optimum yarar sağlayacak düzeydeki teklifi seçecektir. İstenen düzeyde teklif bulunmuyorsa süreci yeniden başlatmak için emir verecektir. Alınan tekliflerin değerlendirilmeleri belirlenen aralık dışına çıkıyorsa denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Denetçi/birim sorumlusu teklif formlarının ve diğer verilerin değerlendirmesini yapacaktır. Değerlendirmeleri yapan denetçi/birim sorumlusu en uygun teklifi seçecektir. Üst birimden onay alınması gerekiyorsa işlemleri gerçekleştirecektir. Yapılan değerlendirmeler sonucu istenen teklif yoksa teklif alınması aşamasına tekrar geçilecektir.

Sektör ortalaması fiyatı ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, çimento sektörü malzeme fiyatlarının ortalamasının belirli bir eşik değerden yüksek olup olmadığını kontrol eder. Örneğin, 155'ten yüksek bir ortalama fiyat varsa, bu durumu raporlar. Bu eşik değeri ve veri seti işletmelerin değişen verilerine göre güncellenmelidir.

```
def fiyat_ortalaması_denetle(fiya_verisi, eşik_değer):
```

```
    # Malzeme fiyatlarının ortalamasını hesapla
```

```
    ortalama_fiyat = fiya_verisi['Fiyat'].mean()
```

```
# Eğer ortalama fiyat belirtilen eşik değerden yüksekse, raporla

if ortalama_fiyat > eşik_değer:

    print("Malzeme fiyatlarının ortalama değeri eşik değerın üstünde:", ortalama_fiyat)

else:

    print("Malzeme fiyatlarının ortalama değeri eşik değerın altında veya eşit.")

# Örnek çimento sektörü malzeme fiyatı verisi

fiyat_verisi = pd.DataFrame({

    'Tarih': ['2024-01-01', '2024-01-02', '2024-01-03', '2024-01-04'],

    'Fiyat': [150, 160, 155, 170] # Örnek malzeme fiyatları

})

# Eşik değer (örneğin, 155)

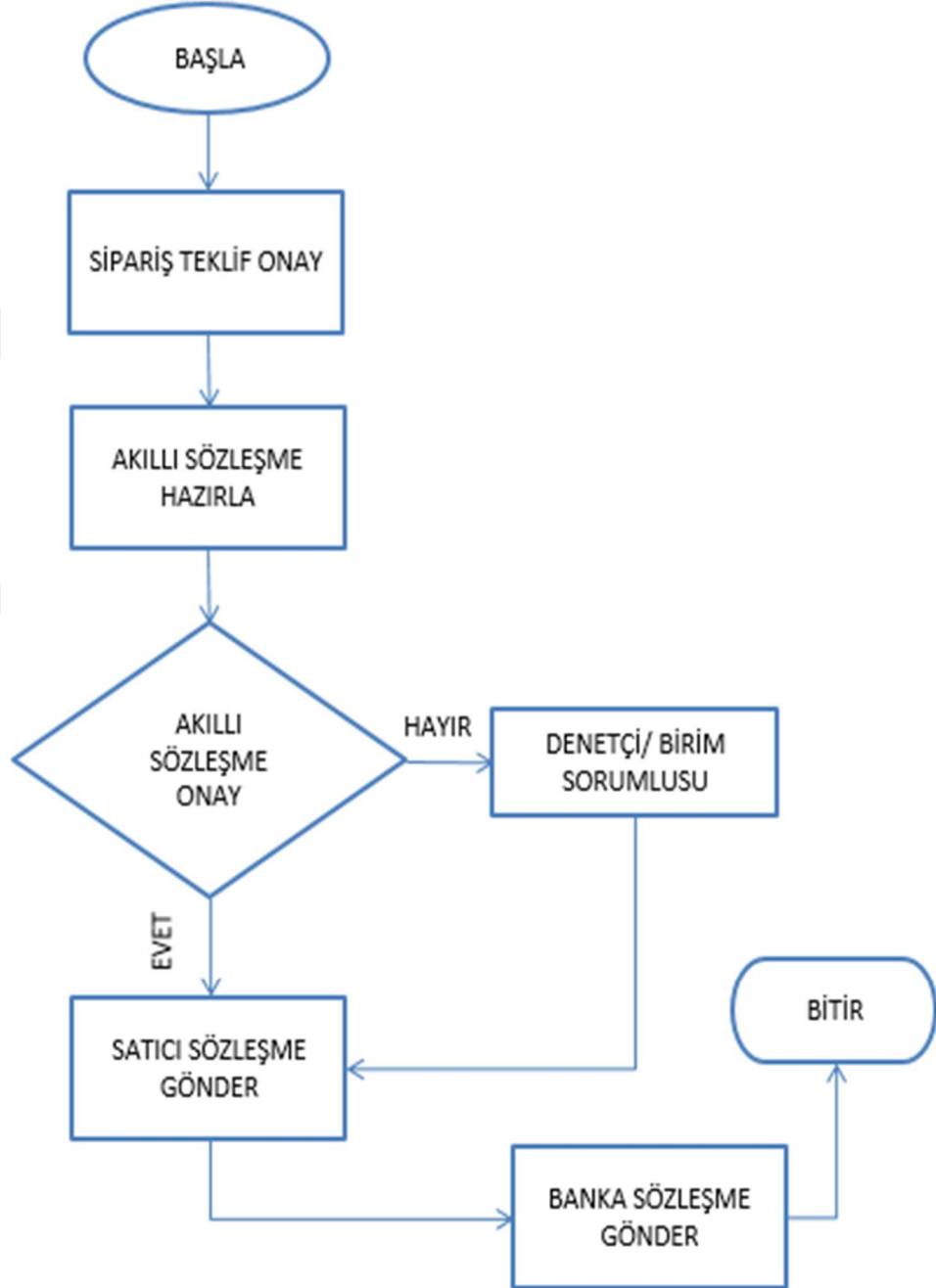
eşik_değer = 155

# Çimento sektörü malzeme fiyat ortalamasını kontrol etme

fiyat_ortalaması_denetle(fiyat_verisi, eşik_değer)
```


3.5.2.3. Satın Alma Sürecinde Akıllı Sözleşme Algoritması

Onay alan teklif için sözleşmenin hazırlanması gerekmektedir. Hazırlanacak olan sözleşme, blok zincir tabanlı akıllı sözleşme olacaktır. Akıllı sözleşme hazırlanıp taraflarca onaylanınca ödeme kurumuna gönderilecektir. Akıllı sözleşme süreciyle ilgili önerilen algoritma Şekil 24’te verilmiştir.



Şekil 24: Satın Alma Sürecinde Akıllı Sözleşme Algoritması

-Sipariş teklifleri incelenip yapay zekâ veya denetçi/birim sorumlusu tarafından seçildikten sonra akıllı sözleşmenin hazırlanması aşamasına geçilecektir. Sözleşmenin hazırlanması için onay verilen sipariş teklifi sistemden alınacaktır.

-Onay verilen sipariş teklifi için akıllı sözleşme hazırlanacaktır. Blok zincir yapısı ile düzenlenen akıllı sözleşmeler onaylandıktan sonra değiştirilmesi neredeyse mümkün olmayan bir yapıya sahip olur. Sözleşme yapısının değiştirilemeyecek olması, sözleşmeye güvenin artmasını sağlayacaktır. Sözleşmenin onaylanması ile işlemler otomatik olarak gerçekleşecektir.

-Yapay zekânın hazırladığı akıllı sözleşme belirlenen sınırları aşmıyorsa sistem otomatik olarak onay verecektir. Sözleşme ile ilgili sınırlar aşıyorsa sözleşmenin kontrolü ve onaylanması için denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir. Denetçi sözleşmeyi inceledikten sonra gerekli düzeltmeleri yaparak onay verecektir.

-Hazırlanan sözleşme satıcı tarafından kriptografik olarak imzalanarak blok zincirine yüklenecektir.

-İmzaları tamamlanan sözleşmenin kodları taraf bankalara gönderilecektir.

Akıllı sözleşmelerde belirlenen tutar aralığının geçilmesi durumunda yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, belirlenen eşik değeri geçen akıllı sözleşmeleri raporlar. Örneğin, 1000'den yüksek bir tutara sahip olan sözleşmeleri raporlayacaktır. İşletmelerin değişen verilerine ve belirlenen eşik değere göre kodun uyarlanması gerekmektedir.

```
def akıllı_sözleşme_denetle(tutarlar, eşik_değer):
```

```
# Eşik değeri geçen akıllı sözleşmeleri bulma
```

```
geçen_sözleşmeler = [sözleşme for sözleşme in tutarlar if sözleşme > eşik_değer]
```

```
# Eğer eşik değeri geçen akıllı sözleşme varsa, raporla
```

```
if geçen_sözleşmeler:
```

```
    print("Eşik değeri geçen akıllı sözleşmeler:")
```

```
    for i, sözleşme in enumerate(geçen_sözleşmeler, start=1):
```

```
print(f'Sözleşme {i}: {sözleşme}')
```

else:

```
print("Eşik değeri geçen akıllı sözleşme bulunamadı.")
```

Örnek akıllı sözleşme tutarları

```
tutarlar = [1200, 1500, 800, 2000] # Örnek tutarlar
```

Eşik değeri (örneğin, 1000)

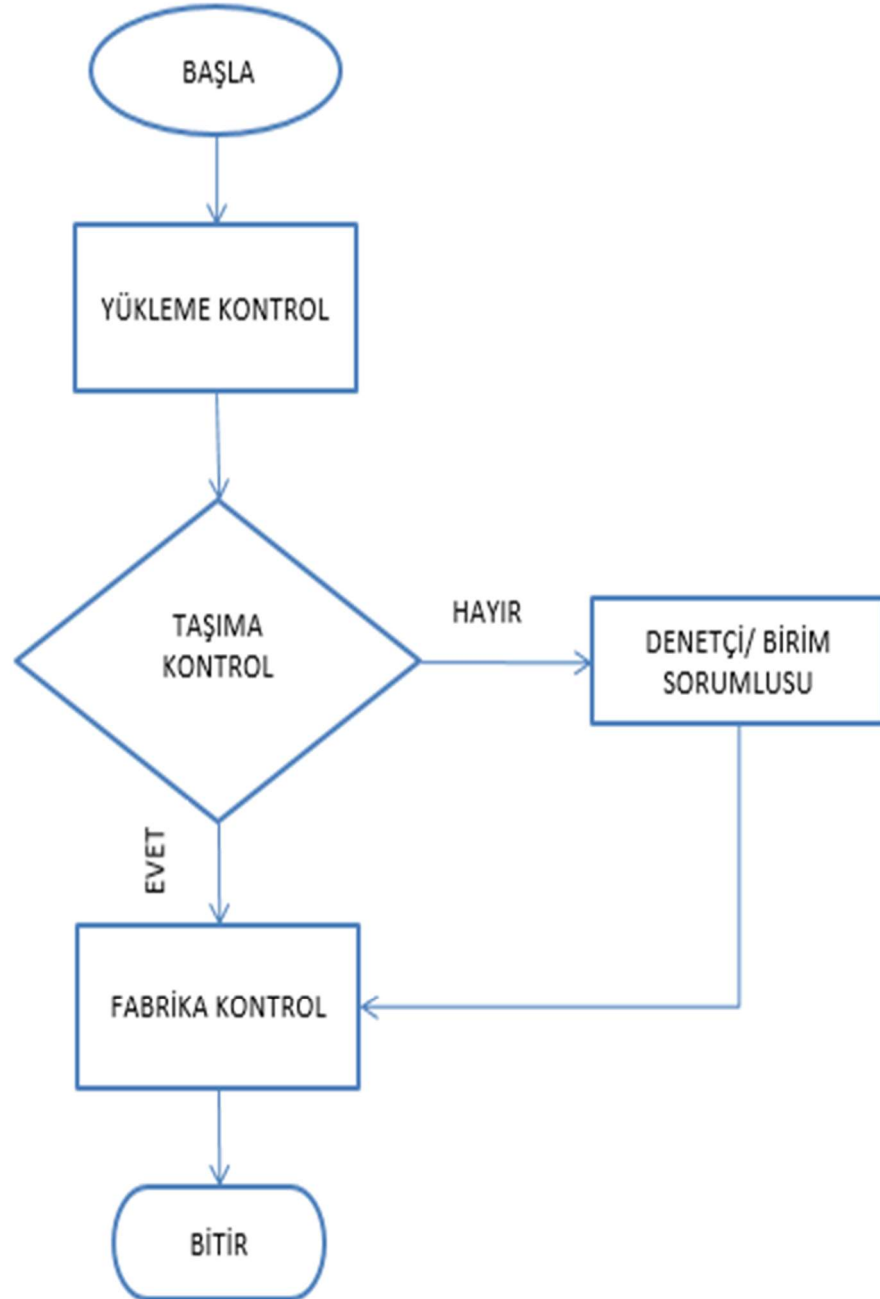
```
eşik_değer = 1000
```

Akıllı sözleşme tutarlarını kontrol etme

```
akıllı_sözleşme_denetle(tutarlar, eşik_değer)
```

3.5.2.4. Satın Alma Sürecinde Malzeme Sevkiyat Algoritması

Satın alınan malzemelerin işletmeye nakliyesi aşamasında da süreç devamlı olarak kontrol edilecektir. Malzemenin yüklenmesinde, taşıma aşamasında ve fabrikaya girişinde kontroller yapılacaktır. Satın alınan malzemelerin işletmeye teslim edilmesiyle ilgili önerilen algoritma Şekil 25’te verilmiştir.



Şekil 25: Satın Alma Sürecinde Malzeme Sevkiyat Algoritması

-Akıllı sözleşmenin kriptografik olarak imzalanmasından sonra sözleşme zamanı çalışmaya başlar. Satın alınan hammadde ve malzeme ne zaman transfer edilecekse o tarihte yükleme işleminin gerçekleşmesi gerekir. İlk olarak hammaddenin işletmenin sahip olduğu araca veya taşıyıcı firmanın aracına yüklemesi yapılacaktır. Taşıma yapacak araçlarda mutlaka sensör ve optik okuyucuların bulunması gerekmektedir. Yükleme esnasında araçlarda bulunan ağırlık sensörü ve optik okuyucular sayesinde ürünlerin doğru olarak yüklendiği kontrol edilecektir. Yanlış veya eksik ürünün işletmeye gelmesi bu şekilde engellenecektir.

-Transfer olan ürünler işletmeye gelince kadar devamlı kontrol altında olacaktır. Ürünlerde azalma ve bozulma olması durumu kontrol edilecektir. Ürünlerin transfer aşamasında herhangi bir problem olması veya problem olma olasılığı yapay zekâ tarafından büyük veri kullanılarak hesaplanacaktır. Yapay zekâ sınırlar dâhilinde oluşacak problemlere onay vererek transfer sürecini izlemeye devam edecektir. Sınırları aşan durumlarda denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Gelen mesaj ile denetçi/birim sorumlusu gerekli araştırmaları yaparak, yaşanan problemi ortadan kaldırmak için gerekli çalışmaları gerçekleştirerek ve ortaya çıkabilecek problemler için ise gerekli önlemleri alarak ürünün zamanında işletmeye ulaşmasını sağlayacaktır. Gerekli işlemleri yaptıktan sonra transfer süreci ile izlemeyi yapay zekâyâ devredecektir.

-İşletmeye ulaşan hammadde ve malzeme fiziksel olarak kontrol edilecektir. Kontrollerin sonunda sevkiyat süreci sona erecektir.

Belirlenen ortalama transfer sürecinin aşılması ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, yol verileri kullanılarak transfer sürecinin ortalama süresinin belirtilen eşik değeri aşıp aşmadığını kontrol eder. Örneğin, 40 dakikadan uzun bir ortalama süre varsa, bu durumu raporlar. İşletmelerin değişen verilerine ve belirlenen eşik değere göre kodun uyarlanması gerekmektedir.

```
def transfer_suresi_denetle(yol_verileri, eşik_değer):
```

```
# Transfer sürelerinin ortalama değerini hesapla
```

```
ortalama_süre = sum(yol_verileri) / len(yol_verileri)

# Eğer ortalama süre belirtilen eşik değeri aşıyorsa, raporla

if ortalama_süre > eşik_değer:

    print("Transfer sürecinin ortalama süresi belirtilen eşik değeri aşıyor:",
ortalama_süre)

else:

    print("Transfer sürecinin ortalama süresi belirtilen eşik değeri aşmıyor veya eşit.")

# Örnek yol verileri (transfer süreleri)

yol_verileri = [30, 35, 40, 45, 50] # Örnek süreler (dakika cinsinden)

# Eşik değeri (örneğin, 40)

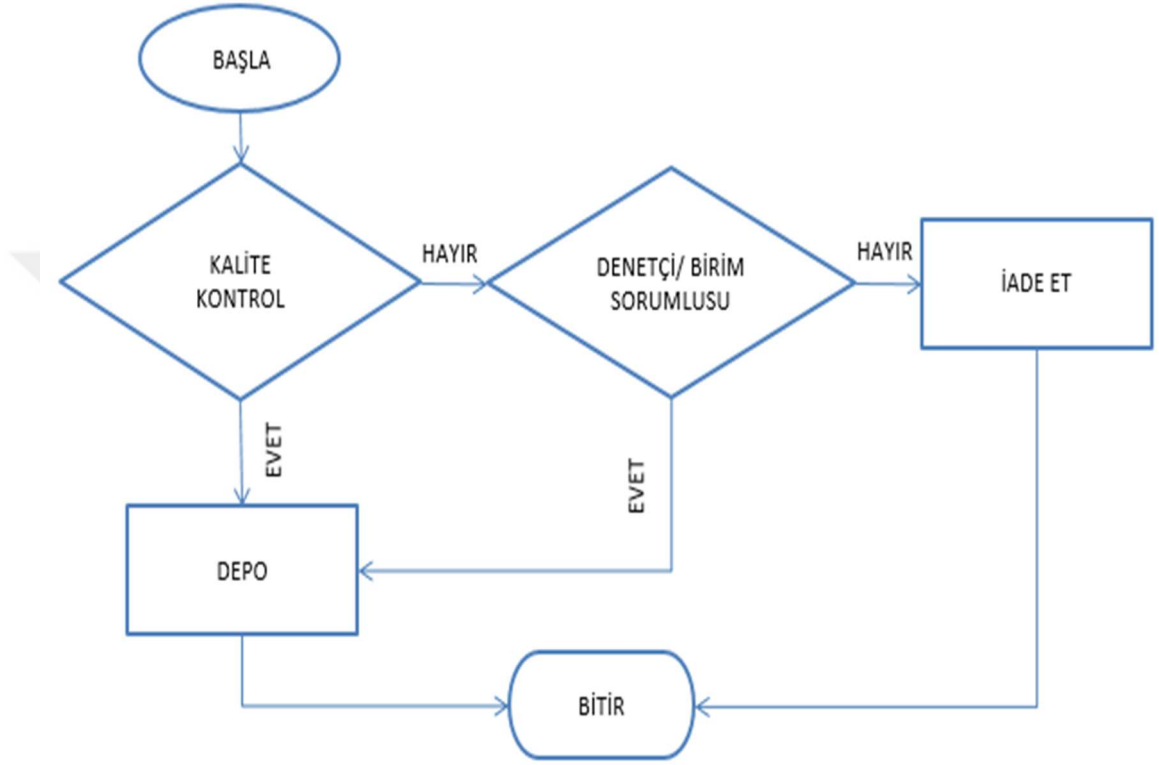
eşik_değer = 40 # Eşik değeri (dakika cinsinden)

# Transfer süresini kontrol etme

transfer_süresi_denetle(yol_verileri, eşik_değer)
```

3.5.2.5. Satın Alma Sürecinde Malzeme Onay Algoritması

İşletmeye alınan her malzeme kalite açısından değerlendirmeye alınacaktır. İstenen kalitede olan malzemeler depoya sevk edileceklerdir. Kalite standardını yakalayamayan malzemeler ise iade edilecektir. Alınan malzemenin onay almasıyla ilgili önerilen algoritma Şekil 26’da verilmiştir.



Şekil 26: Satın Alma Sürecinde Malzeme Onay Algoritması

-İşletmeye gelen malzeme işletmenin girişinde bulunan kantarla ölçülerek sistemde olan ağırlık verileri ile karşılaştırılacaktır. Gelen malzemenin miktar onayı alındıktan kalite onayına geçilecektir. Malzemedan gerekli miktarlar alınarak testler gerçekleştirilecektir. Elde edilen test sonuç verileri sisteme girilecektir. Akıllı sözleşme şartları ile yüklene veriler sistem tarafından karşılaştırılacaktır. Belirlenen aralıkta olan malzeme kalitesi için yapay zekâ tarafından onay verilecektir. İstenen şartları taşımayan malzeme için denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Bildirimi alan denetçi/birim sorumlusu malzeme ile ilgili sorunun sebebini araştıracaktır. Araştırmalar sonucu malzemeye onay verilirse malzeme depoya sevk edilecektir. Onay alamayan malzeme iade edilecektir.

-İade edilen malzeme, alım sürecinde olduğu gibi takip edilerek tedarikçi firmaya ulaştırılacaktır.

-Onay alınan malzeme depoya sevk edilecektir.

Ölçülen kalite düzeyinin akıllı sözleşmenin şartları ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, belirli bir kalite düzeyinin akıllı sözleşme şartlarını taşıyıp taşımadığını kontrol eder. Eğer belirtilen özelliklerden biri veya birkaçı akıllı sözleşme şartlarını taşımıyorsa, bunları raporlar. İşletmelerin değişen verilerine ve akıllı sözleşme şartlarına göre kodun güncellenmesi gerekmektedir.

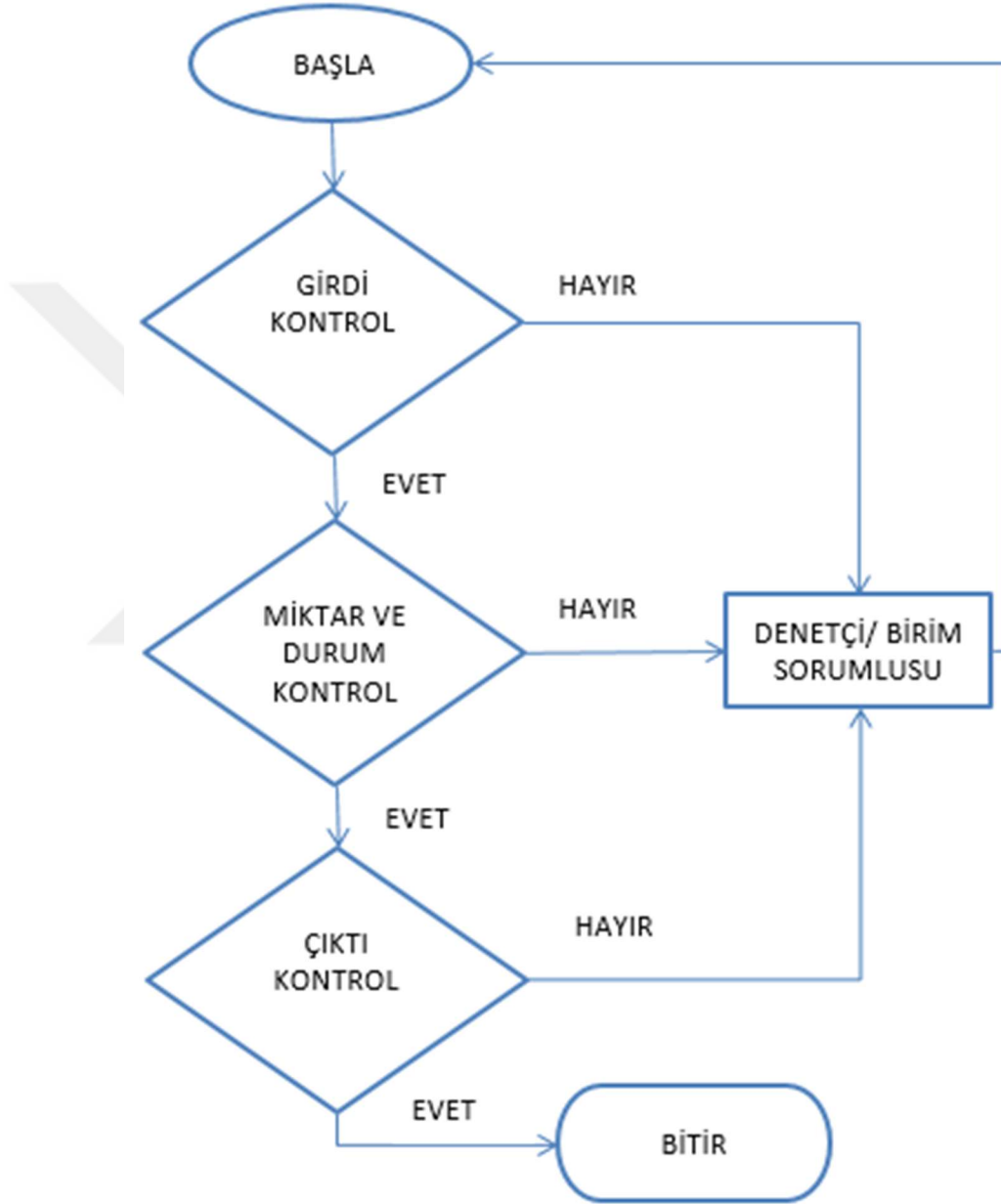
```
def kalite_düzeyi_denetle(kalite_verileri, akıllı_sözleşme_şartları):  
    # Kalite düzeyi ve akıllı sözleşme şartlarının karşılaştırılması  
    uyumsuzlar = []  
    for özellik, değer in kalite_verileri.items():  
        if özellik in akıllı_sözleşme_şartları:  
            if değer != akıllı_sözleşme_şartları[özellik]:  
                uyumsuzlar.append((özellik, değer))  
    # Uyumsuzluk varsa raporlama  
    if uyumsuzlar:  
        print("Kalite düzeyi akıllı sözleşme şartlarını taşımıyor:")  
        for özellik, değer in uyumsuzlar:  
            print(f"{özellik}: Beklenen değer {akıllı_sözleşme_şartları[özellik]}, gerçek  
değer {değer}")  
    else:  
        print("Kalite düzeyi akıllı sözleşme şartlarını taşıyor.")  
    # Örnek kalite verileri  
    kalite_verileri = {
```



```
'renk': 'mavi',  
'boyut': 'büyük',  
'dayanıklılık': 'yüksek'  
}  
# Örnek akıllı sözleşme şartları  
akıllı_sözleşme_şartları = {  
    'renk': 'kırmızı',  
    'boyut': 'büyük',  
    'dayanıklılık': 'yüksek'  
}  
# Kalite düzeyini kontrol etme  
kalite_düzeyi_denetle(kalite_verileri, akıllı_sözleşme_şartları)
```

3.5.2.6. Satın Alma Sürecinde Depo Algoritması

Satın alınan malzemelerle ilgili depo çalışma prensibi hammadde ve mamul deposuyla aynıdır. Malzemenin anlık takibi bu depoda yapılacaktır. Alınan malzemelerin depo süreciyle ilgili önerilen algoritma Şekil 27’de verilmiştir.



Şekil 27: Satın Alma Sürecinde Depo Algoritması

-Tedarikçilerden satın alınan hammadde ve malzemeler onayı aldıktan sonra depoya sek edilerek depoya yerleştirilecektir. Satın alınan malzemeler depoya girerken aynı mamul deposunda olduğu gibi sensörler ve dronelar aracılığı ile kontrol edilecektir. Büyük veriden alınan verilerle karşılaştırılarak depo giriş onayı verilecektir. Büyük veri ile depo giriş verisi arasında fark var ise denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir

-Satın alınan malzemeler işletmenin üretiminin devam etmesi açısından önem arz etmektedir. Malzemenin bozulması veya ortadan yok olması üretimin aksamasına sebep olacaktır. Bu yüzden depo anlık olarak kontrol altında tutulacaktır. Kontrol altında tutmak amacıyla sensörler ve droneler kullanılacaktır. Alınan veri ile büyük veri anlık olarak karşılaştırılacaktır. Karşılaştırma sonucunda farklılıklar ortaya çıkıyorsa denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Üretime gönderilmesi gereken malzemenin depodan çıkartılabilmesi için çıkış emrinin olması gerekecektir. Depodan üretime gidecek olan malzeme sensörler ve dronelar tarafından kontrol edilecektir. Üretime gönderilmesi gereken malzemenin miktarı doğru ise çıkış onayı verilecektir.

-Girdi kontrol, miktar-durum kontrol ve çıktı kontrol süreçlerinde oluşan problemler için gönderilen mesajı alan denetçi/birim sorumlusu gerekli araştırmaları yapmaya başlayacaktır. Depo durumu ile ilgili alınan bildiride malzemelerin bozulmamasını sağlayarak deponun normal koşullara getirilme çalışmasını yönetecektir. Malzeme ile ilgili gelen bildiride fiziksel kontrolleri sağlayarak malzemenin bozulmasını veya çalınmasını önleyecek tedbirleri alacaktır. Yaşanan durumla ilgili her türlü veriyi büyük veriye yükleyerek ileride buna benzer durumlar için önlem alınmasını sağlayacaktır.

Depodan malzemenin çıkması ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, belgesiz olarak depodan boksit malzemesinin çıkartılması durumunu raporlar. Eğer boksit malzemesinin çıkartılması için gerekli belge listede yoksa bu durumu raporlar. İşletmelerin değişen verilerine ve belge listesine göre kodun güncellenmesi gerekmektedir.

```
def belgesiz_boksit_çıkartma_denetle(malzeme_verileri, boksit_belge_listesi):
```

```

# Belgesiz çıkartılan boksit malzemelerini saklamak için bir liste oluştur

belgesiz_boksit_çıkartılan_malzemeler = []

# Malzeme verilerini kontrol et

for malzeme, belge in malzeme_verileri.items():

    if malzeme == 'boksit':

        if belge not in boksit_belge_listesi:

            belgesiz_boksit_çıkartılan_malzemeler.append((malzeme, belge))

# Eğer belgesiz çıkartılan boksit malzeme varsa, raporla

if belgesiz_boksit_çıkartılan_malzemeler:

    print("Belgesiz olarak çıkartılan boksit malzemeleri:")

    for malzeme, belge in belgesiz_boksit_çıkartılan_malzemeler:

        print(f'{malzeme}: Belgesiz olarak çıkartan belge {belge}')

else:

    print("Belgesiz çıkartılan boksit malzeme bulunamadı.")

# Örnek boksit malzeme verileri (malzeme: çıkartma belgesi)

boksit_malzeme_verileri = {

    'boksit': 'BX123',

    'demir': 'DM456',

    'alüminyum': 'AL789',

    'titanyum': 'TI012'

}

# Boksit malzemesinin çıkartılması için belge listesi

boksit_belge_listesi = ['BX123', 'BX456', 'BX789']

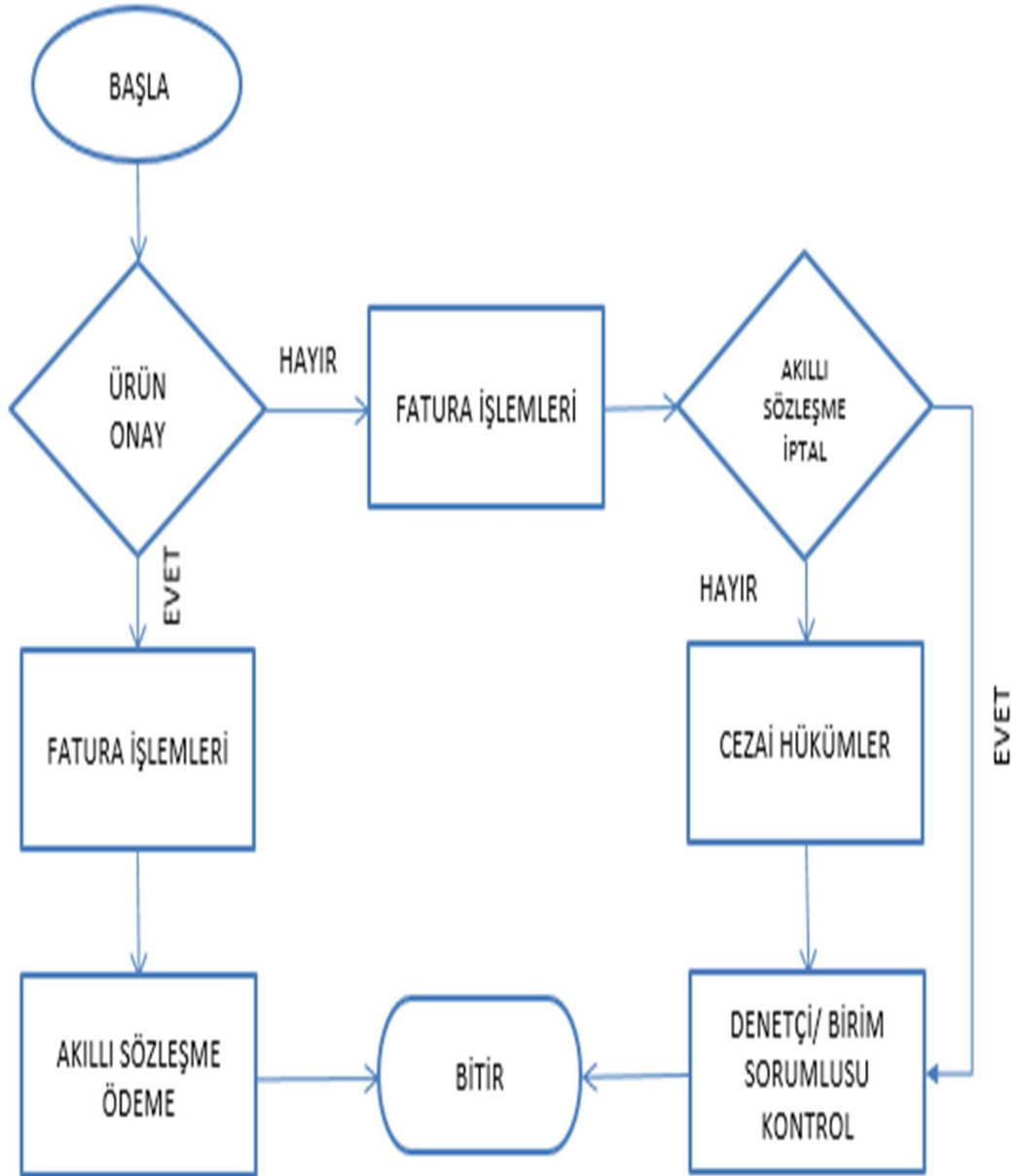
# Belgesiz çıkartılmış boksit malzemelerini kontrol etme

belgesiz_boksit_çıkartma_denetle(boksit_malzeme_verileri, boksit_belge_listesi)

```

3.5.2.7. Satın Alma Sürecinde Akıllı Sözleşme Ödeme Algoritması

Satın alınan hammadde ve malzeme işletme tarafından teslim alınarak depoya sevk edilecektir. Depoya sevk edilen malzemenin aynı anda ödeme işlemleri de otomatik olarak başlayacaktır. Satın alınan malzemelerin onay alması ve ödeme yapılması/ödemenin iptal edilmesiyle ilgili önerilen algoritma Şekil 28’de verilmiştir.



Şekil 28: Satın Alma Sürecinde Akıllı Sözleşme Ödeme Algoritması

-İşletmeye gelen malzemeye onay verildiğinde veya iade süreci başlatıldığında akıllı sözleşme şartları otomatik olarak işlemeye başlayacaktır.

-Malzeme onaylandığı zaman ilk olarak fatura muhasebe sistemine otomatik olarak kaydolacaktır. Kaydedilen fatura bilgileri sistemdeki bilgilerle karşılaştırılarak kontrol edilecektir.

-Fatura sisteme kaydedildiğinde otomatik olarak ödeme aşamasına geçilecektir. Malzemelerin ve faturanın onay bilgisi banka sistemine otomatik olarak gönderilecektir. Banka sistemi aldığı onay bilgisi ile ödemeyi yapacaktır. Akıllı sözleşmelerde yapılan işlemler diğer işlemleri otomatik olarak devreye sokar.

-Malzemeler üzerinde yapılan araştırma sonucunda onay verilmemesi durumunda da fatura sisteme işlenecektir. Kaydedilen fatura sistem ile kontrol edilerek, iade faturası kesilecektir. İade faturasının kesilmesiyle akıllı sözleşme iptal/cezai işlem süreci aktif olur.

-İade faturası kesildikten sonra ürünlerin iade süreci başlatılacaktır. İade süreci tamamlandığında akıllı sözleşmenin şartlarına göre akıllı sözleşme iptal edilecek ya da cezai işlem sürecine geçilecektir.

-İade edilen malzeme ile ilgili cezai işlem süreci otomatik olarak devreye girecektir. Cezai işlem nakit ise bankaya otomatik olarak ödeme emri gidecektir. Banka ceza tutarını otomatik olarak işletmenin hesabına aktaracaktır. İşletme ceza tutarını tahsil etmek için herhangi bir işlem yapmadan tahsilatı gerçekleştirmiş olacaktır. Sürecin otomatik olarak işlemesi sayesinde iş yükü azalmış olacaktır. Satış işlemi için teminat olarak herhangi bir gayrimenkul teminat gösterildiyse gayrimenkulün devri işletmeye otomatik olarak yapılacaktır. Bu sürecin gerçekleşmesi için tapu ve kadastro birimlerine sözleşmenin kodlarının gönderilmesi gerekecektir

-Akıllı sözleşmenin iptal edilmesiyle veya cezai işlemlerin tamamlanmasıyla denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir. Denetçi/birim sorumlusu süreci inceleyerek sürecin tamamlanmasını sağlayacaktır.

Akıllı sözleşmenin iptal olması ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, bir listenin içindeki akıllı sözleşmeleri kontrol eder ve iptal edilenleri raporlar. Eğer bir sözleşme iptal edilmişse, sözleşmenin numarası ve iptal sebebi raporlanır. İşletmelerin değişen verilerine göre güncellenmesi gerekmektedir.

```
def iptal_edilen_sözleşmeleri_raporla(sözleşmeler):

    # İptal edilen sözleşmelerin tutulacağı bir liste oluştur

    iptal_edilen = []

    # Sözleşmeleri kontrol et ve iptal edilenleri tespit et

    for sözleşme in sözleşmeler:

        if sözleşme['iptal']:

            iptal_edilen.append(sözleşme)

        # Eğer iptal edilen sözleşme varsa, raporla

        if iptal_edilen:

            print("İptal edilen akıllı sözleşmeler:")

            for sözleşme in iptal_edilen:

                print(f"Sözleşme Numarası: {sözleşme['numara']}, Sebep: {sözleşme['sebep']}")

            else:

                print("İptal edilen akıllı sözleşme bulunamadı.")

    # Örnek akıllı sözleşme verileri (numara, iptal durumu, iptal sebebi)

    akıllı_sözleşmeler = [

        {'numara': 'AS001', 'iptal': True, 'sebep': 'Ödeme yapılmaması'},

        {'numara': 'AS002', 'iptal': False, 'sebep': ""},

        {'numara': 'AS003', 'iptal': True, 'sebep': 'Teslimat gecikmesi'},

        {'numara': 'AS004', 'iptal': True, 'sebep': 'Ürün kalitesizliği'}

    ]

    # İptal edilen akıllı sözleşmeleri raporla

    iptal_edilen_sözleşmeleri_raporla(akıllı_sözleşmeler)
```

3.5.3. Pazarlama Sürecinde Dijital Denetim

Çalışmanın bu kısmında işletmenin iç denetimdeki pazarlama süreci ve dijital iç denetim sürecindeki çalışma prensipleri anlatılacaktır.

-İşletmenin pazarlama işlemleri satış planlama ve satış işlemleri olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Pazarlama verileri KKP programına ayrı kullanıcılar tarafından girilmektedir.

-Pazarlama aşamasının ilk noktası satış işlemlerinin planlanmasıdır. İşletmenin satışları ile ilgili planlama çalışmaları satış departmanı tarafından yapılmakta ve KKP programına girilmektedir. Satış planlamaları satış bölümü tarafından üst yönetime sunulmakta onaylanan satışlar yönetim tarafından sistemsal olarak satışın yapılması için planlanmasına izin vermektedir.

-Üretim bölümü tarafından onay verilen satış işlemleri üretim planlaması yapılmaktadır. Üretim planına göre üretim süreci başlar ve sonuçlandırılır.

-Akıllı sözleşmeler dijital denetimde satın alma aşamasında kullanılabildiği gibi pazarlama aşamasında da kullanılabilmektedir. Pazarlama bölümü tarafından satışı yapılan ürün verileri sisteme girildiğinde blok zinciri sayesinde satış planlaması verileri değiştirilemez. Verilerin değiştirilemeyecek olması veri güvenliğini sağlar. Satış politikası unsurlarının büyük veri sistemine girilmesi sayesinde satış onay süreci otomatik olarak gerçekleşebilmektedir. Sistemde bulunan veriler sayesinde üretim süreci de otomatik planlanır ve sonuçlandırılır.

-Bayiler tarafından talep edilen ürünler depolardan bayilere sevk edilmektedir.

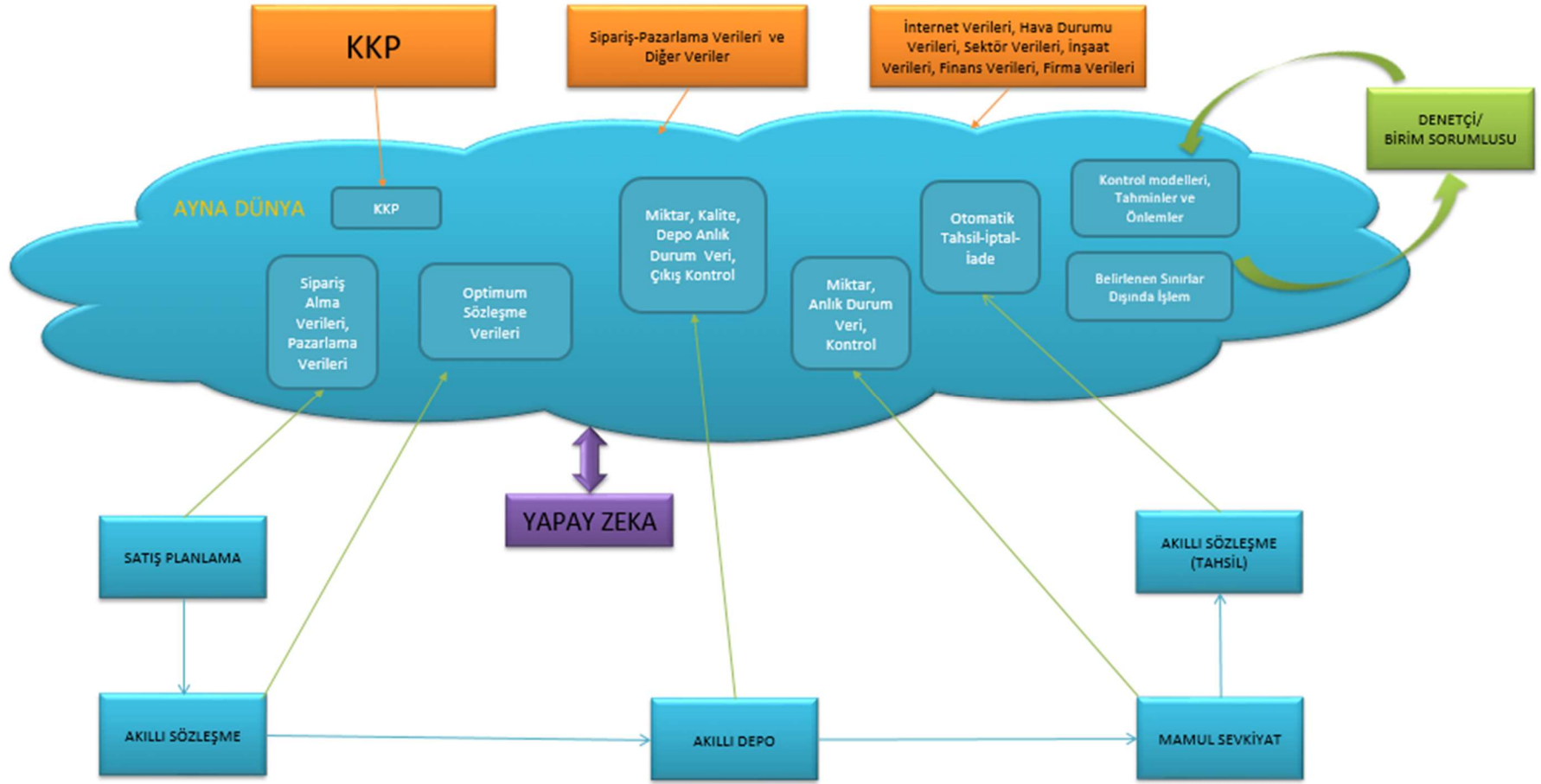
-Satılan ürünlerin evrakları (Sevk irsaliyesi, Fatura) KKP programı sayesinde kesilmektedir.

-Satışı gerçekleşen ürünlerin tahsilatı pazarlama birimi tarafından tahsil edilmektedir.

-Kullanılacak olan dijital unsurlar sayesinde satılan ürünlerin takibi ayna dünyaya yansıtacağı için eş zamanlı olarak takip edilecektir. Dijital denetimle satılan ürün miktarı ile depolardan çıkan ürün miktarı anlık karşılaştırılabilecektir. Akıllı sözleşmeler veri değişimi olmadan fatura, sevk irsaliyesi gibi evraklar tam ve doğru biçimde sistemde otomatik oluşturmaları sağlayacaktır. Satışı yapılan ürünlerin tahsilatı

herhangi bir ek işlem yapmaya gerek kalmadan otomatik olarak anlaşma yapılan banka tarafından tahsil edilecektir. Tahsil edilemeyen tutarlar için hukuki süreç bekletilmeden başlatılacaktır.

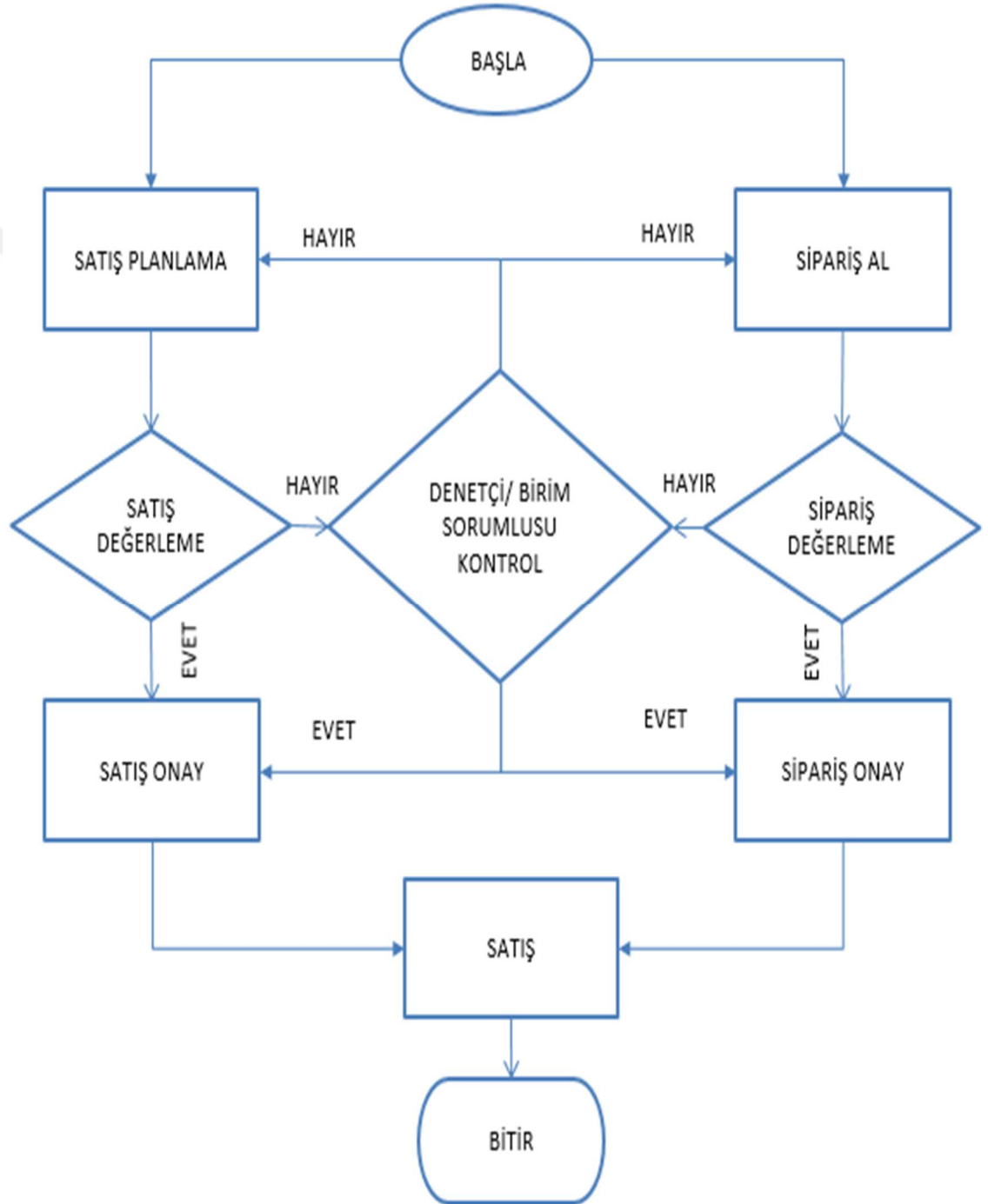
Pazarlama süreci dijital denetimin genel çalışma prensibi Şekil 29’da verilmiştir. Pazarlama sürecindeki gerçekleşen işlemlerin tamamı ayna dünyaya aktarılarak yapay zekâ tarafından değerlendirilecektir. Yapay zekâ tarafından yapılan değerlendirme olumlu ise pazarlama işlemleri devam edecektir. Pazarlama sürecinde aksaklık yaşanması veya pazarlama işlemlerindeki sınırların aşılması durumunda denetçi/birim sorumlusuna durum iletilecektir. Denetçi/birim sorumlusu tarafından üretilen çözüm ayna dünyaya aktarılacaktır. Dijital denetim sayesinde pazarlama işlemleri en ideal düzeyde devam edecektir.



Şekil 29: Pazarlama Sürecinde Dijital Denetim

3.5.3.1. Pazarlama Sürecinde Satış Planlama Algoritması

İşletmenin pazarlama birimi iki şekilde satış yapmaktadır. Bu süreçteki veriler pazarlama bölümü çalışanları tarafından sisteme girilmektedir. Sisteme girilen veriler yapay zekâ ve denetçi/birim sorumlusu tarafından değerlendirilmektedir. Satış planlamasıyla ilgili önerilen algoritma Şekil 30’da verilmiştir.



Şekil 30: Pazarlama Sürecinde Satış Planlama Algoritması

-İşletme satış işlemlerini iki şekilde yapmaktadır. Bunlardan birincisi satış planlaması ikincisi ise siparişlerin alınmasıdır.

-İlk olarak satış planlaması yapılacaktır. Satış planlaması pazarlama birimi yetkilileri tarafından yapılacaktır. Oluşturulan satış planları verileri sisteme girilecektir.

-Yapay zekâ sisteme girilen satış planlaması verilerini ve büyük veriden aldığı verileri değerlendirerek belirlenen sınırlar dâhilinde ise onay verecektir. Büyük veriden üretim cihazları verisi, üretim verisi, piyasa verisi, coğrafi veriler ve ekonomik veriler alınacaktır. Belirlenen sınırlar dışına çıkıldığında denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Denetçi/birim sorumlusu sistemdeki verileri karşılaştırarak veya yeni veriler ekleyerek karar verecektir. Ret kararı verilirse satış planlama süreci tekrar başlayacaktır. Denetçi/ birim sorumlusunun pazarlama ile ilgili üst birimden alması gereken izinler var ise izinleri alarak satış işleminin devam etmesini sağlayacaktır.

-Denetçi/birim sorumlusu veya yapay zekâ tarafından verilen onay ile satış işlemi başlatılacaktır.

-Satış işleminin ikinci ise sipariş alınarak yapılmasıdır. Alıcılar tarafından gelecek olan siparişler sisteme otomatik olarak aktarılacaktır. Sürecin otomatik olarak gerçekleşmesi sipariş bilgilerinin doğru olmasını ve değiştirilmemesini sağlayacaktır.

-Alınan siparişlerin değerlendirilmesi yapay zekâ tarafından yapılacaktır. Yapay zekâ müşteri verilerini, piyasa verilerini, üretim verilerini, üretim sistemleri verilerini coğrafi verileri büyük veriden alarak değerlendirmeyi yapacaktır. Sisteme izin verilen aralıkta olan siparişler onay alarak satış aşamasına geçilecektir. Belirlenen aralığı aşan siparişler ise denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Onay kısmına geçemeyen siparişler denetçi/birim sorumlusu tarafından değerlendirmeye tabi tutulacaktır. Değerlendirmeye alınan siparişler denetçi/birim sorumlusu tarafından onay kısmına geçmezse siparişle ilgili işlem yapılması için süreç tekrar başlatılacaktır.

-Satış planlamada olduğu gibi denetçi/birim sorumlusu veya yapay zekâ tarafından onay alan siparişler için satış süreci başlatılacaktır.

Sipariş değerlendirme ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, müşteri verilerinin ortalama değerin altında kalması durumunu raporlar. Eğer bir müşterinin değeri ortalamanın altındaysa, müşteri adı ve değeri raporlanır. İşletmelerin değişen verilerinin, bu örnekteki verilere göre kod güncellenmesi yapılmalıdır.

```
def ortalama_değerin_altında_kalma_raporla(veriler, ortalama):

    # Ortalama değerin altında kalan müşterileri saklamak için bir liste oluştur

    altında_kalanlar = []

    # Verileri kontrol et ve ortalamanın altında kalanları tespit et
    for veri, değer in veriler.items():

        if değer < ortalama:

            altında_kalanlar.append((veri, değer))

    # Eğer ortalamanın altında kalan müşteri varsa, raporla
    if altında_kalanlar:

        print("Ortalamanın altında kalan müşteriler:")

        for müşteri, değer in altında_kalanlar:

            print(f'{müşteri}: {değer}')

    else:

        print("Ortalamanın altında kalan müşteri bulunamadı.")

# Örnek müşteri verileri (müşteri: değer)
müşteri_verileri = {

    'Müşteri1': 120,

    'Müşteri2': 90,

    'Müşteri3': 150,

    'Müşteri4': 80,
```

```
'Müşteri5': 110
}

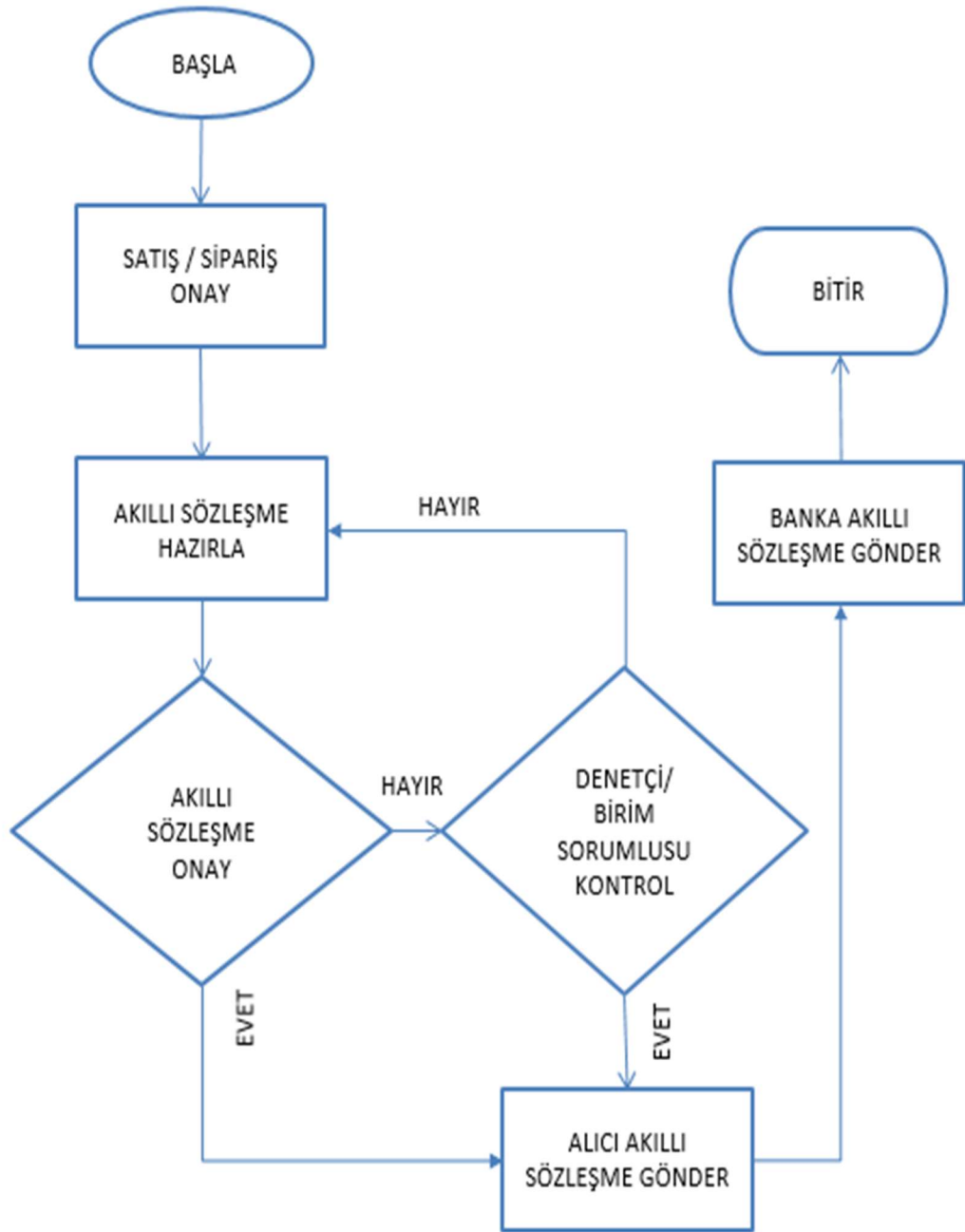
# Müşteri verilerinin ortalama değerini hesapla
ortalama_değer = sum(müşteri_verileri.values()) / len(müşteri_verileri)

# ortalama_değerin_altında_kalma_raporla fonksiyonunu çağır
ortalama_değerin_altında_kalma_raporla(müşteri_verileri, ortalama_değer)
```



3.5.3.2. Pazarlama Sürecinde Akıllı Sözleşme Algoritması

Satın alma bölümünde kullanılan akıllı sözleşmeler pazarlama bölümünde de kullanılacaktır. Kullanılan akıllı sözleşmeler sayesinde pazarlama süreci de daha şeffaf ve kontrol edilebilir hale gelecektir. Akıllı sözleşme hazırlanarak gerekli onayı aldıktan sonra alıcı ve bankaya kodları gönderilecektir. Akıllı sözleşmenin hazırlanmasıyla ilgili önerilen algoritma Şekil 31’de verilmiştir.



Şekil 31: Pazarlama Sürecinde Akıllı Sözleşme Algoritması

-Satış planlama sürecinden veya sipariş alma sürecinden alınan onay ile akıllı sözleşme süreci başlatılacaktır.

-Satış işlemlerinin gerçekleşmesi için akıllı sözleşmenin yapılması gerekecektir. Sistem satış sözleşmesini otomatik olarak hazırlayacaktır.

-Hazırlanan sözleşme belirlenen sınırlar dâhilinde ise yapay zekâ sözleşmeye onay verecektir. Belirlenen sınırlar aşıyorsa denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Denetçi/birim sorumlusu gelen mesaj ile satış sözleşmesini inceleyecektir. Gerekli düzeltmeleri yaparak ve alması gereken izin varsa izin alarak sözleşmeyi düzenleyerek onay verecektir.

-Onay verilen sözleşmenin kodları alıcı firmaya gönderilecektir. Akıllı sözleşmeler, blok zinciri platformu üzerinde çalıştırılan ve makine tarafından okunabilen kodlardan oluşmaktadır. Akıllı sözleşmeler Solidity, Vyper gibi kodlama dilleri ile yazılabilen bilgisayar programlarıdır. Akıllı sözleşmeler kodların taraflara verdiği imkânlar dâhilinde hazırlanabilmektedir. Bu noktada kodların doğru bir şekilde oluşturulması sözleşmenin doğru bir biçimde çalışmasını sağlayacaktır. Akıllı sözleşme ile taraflar kendi rızalarına uygun biçimde karşılıklı hak ve yükümlülükler içeren bir sözleşme yapabilirler. Yapılan sözleşmede hak ve yükümlükler karşılıklı olarak otomatik ilerler (Gitmez, 2023: 90).

-Ödeme işlemlerin yapılabilmesi için sözleşme kodları bankaya gönderilecektir.

Akıllı sözleşmenin belirlenen değeri aşması ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, belirlenen fiyatın bir eşik değerini geçip geçmediğini kontrol eder. Eğer bir sözleşmenin fiyatı belirlenen eşik değerden yüksekse, sözleşmenin adını raporlar. İşletmelerin değişen verilerinin ve eşik değere göre kodun güncellenmesi gerekmektedir.

```
def fiyat_kontrolü(akıllı_sözleşmeler, eşik_değer):
```

```
    # Eşik değeri geçen akıllı sözleşmeleri saklamak için bir liste oluştur
```

```
    geçenler = []
```



```
# Akıllı sözleşmeleri kontrol et ve eşik değeri geçenleri tespit et
for sözleşme, fiyat in akıllı_sözleşmeler.items():
    if fiyat > eşik_değer:
        geçenler.append(sözleşme)

# Eğer eşik değeri geçen akıllı sözleşme varsa, raporla
if geçenler:
    print("Eşik değeri geçen akıllı sözleşmeler:")
    for sözleşme in geçenler:
        print(sözleşme)
else:
    print("Eşik değeri geçen akıllı sözleşme bulunamadı.")

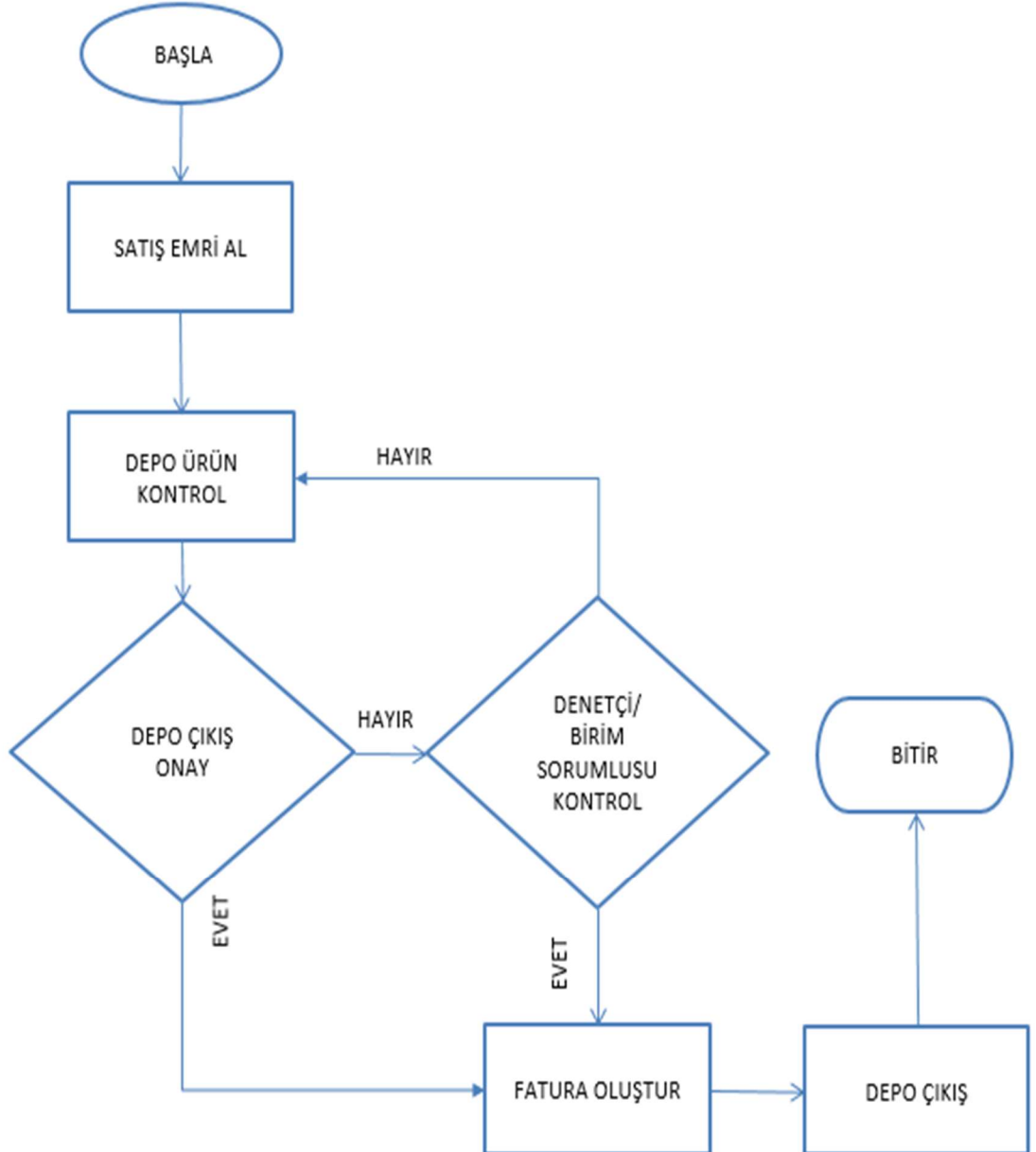
# Örnek akıllı sözleşme verileri (sözleşme: fiyat)
akıllı_sözleşmeler = {
    'Sözleşme1': 500,
    'Sözleşme2': 750,
    'Sözleşme3': 600,
    'Sözleşme4': 450,
    'Sözleşme5': 800
}

# Belirlenen eşik değeri
eşik_değer = 700

# fiyat_kontrolü fonksiyonunu çağır
fiyat_kontrolü(akıllı_sözleşmeler, eşik_değer)
```

3.5.3.3. Pazarlama Sürecinde Depo Algoritması

Depoda kontrol süreci devamlı olarak çalışacaktır. Mamullerin depoya girişi, depoda kalma aşaması ve depodan çıkış aşaması hep kontrol edilecektir. Bu sayede mamulün kalitesi ve miktarı ile ilgili sorunlar en aza indirilecektir. Çıkış işleminde de yapay zekâ ve denetçi/birim sorumlusu tarafından kontrol altında olacaktır. Ürünün depodan çıkışıyla ilgili önerilen algoritma Şekil 32’de verilmiştir.



Şekil 32: Pazarlama Sürecinde Depo Algoritması

-Satışı yapılan malların depodan çıkabilmesi için ilk olarak sistemden satış emrinin verilmesi gerekecektir. Emrin verilebilmesi için satış sözleşmesinin yapılması gerekecektir. Satış sözleşmesi süreci tamamlanınca depoya çıkış emri verilecektir.

-Depodan çıkış yapılacak ürünler sürekli olarak sensör, kamera ve dronelar ile kontrol edilecektir. Depodan çıkışı yapılacak ürünün doğru olup olmadığı otomatik olarak kontrol altında olacaktır. Ürünün doğruluğuyla beraber miktar kontrolü de sensörlerden, kameralardan ve dronelardan alınan verilerle kontrol edilecektir.

-Ürünün araca yüklenebilmesi için sistem tarafından onay verilmesi gerekecektir. Limitler aşılmıyorsa yapay zekâ onayı verecektir. Ürünler belirlenen limiti aşıyorsa sistem tarafından denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir. Denetçi kontrolleri ve incelemeleri yaptıktan sonra onay verecektir ya da işlemlerin yeniden yapılması için süreci tekrar başlatacaktır.

-Depodan çıkış onayı alan ürünler için fatura otomatik olarak oluşturulacak ve oluşturulan fatura muhasebe sistemine kaydedilecektir.

-Faturası kesilen ürünlerin depodan çıkışı yapılacaktır.

Depodan çıkan mamulün fazla veya eksik olması ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, belirli bir belgeye göre mamul stoklarını kontrol eder ve belirtilen miktarın üstünde veya altında olanları raporlar. Eğer bir mamul belirtilen miktarın üzerindeyse, fazla miktarlı mamulleri raporlar. Eğer bir mamul belirtilen miktarın altındaysa, eksik miktarlı mamulleri raporlar. İşletmelerin değişen verilerinin ve belgeye göre belirlenen miktarlar için kodun güncellenmesi gerekmektedir.

```
def mamul_stok_kontrolü(mamul_belgeleri, belge_miktarları):
```

```
    # Belgeye göre fazla veya eksik çıkan mamulleri saklamak için bir liste oluştur
```

```
    fazla_miktarlı_mamuller = []
```

```
    eksik_miktarlı_mamuller = []
```

```
    # Mamul belgelerini kontrol et ve fazla/eksik olanları tespit et
```

```
    for mamul, belge in mamul_belgeleri.items():
```

```

if belge in belge_miktarları:

    belirtilen_miktar = belge_miktarları[belge]

    if mamul_belgeleri[mamul] > belirtilen_miktar:

        fazla_miktarlı_mamuller.append((mamul, belge, mamul_belgeleri[mamul]))

    elif mamul_belgeleri[mamul] < belirtilen_miktar:

        eksik_miktarlı_mamuller.append((mamul, belge, mamul_belgeleri[mamul]))

# Fazla veya eksik mamul varsa, raporla

if fazla_miktarlı_mamuller:

    print("Belirtilen belgeye göre fazla çıkan mamuller:")

    for mamul, belge, miktar in fazla_miktarlı_mamuller:

        print(f'{mamul}: Belge {belge}, Stok miktarı {miktar} (Belirlenen miktar: {belge_miktarları[belge]}')

    else:

        print("Belirtilen belgeye göre fazla çıkan mamul bulunamadı.")

if eksik_miktarlı_mamuller:

    print("Belirtilen belgeye göre eksik çıkan mamuller:")

    for mamul, belge, miktar in eksik_miktarlı_mamuller:

        print(f'{mamul}: Belge {belge}, Stok miktarı {miktar} (Belirlenen miktar: {belge_miktarları[belge]}')

    else:

        print("Belirtilen belgeye göre eksik çıkan mamul bulunamadı.")

# Örnek mamul belge verileri (mamul: belge)

mamul_belgeleri = {

    'Mamul1': 'BELGE001',

    'Mamul2': 'BELGE002',

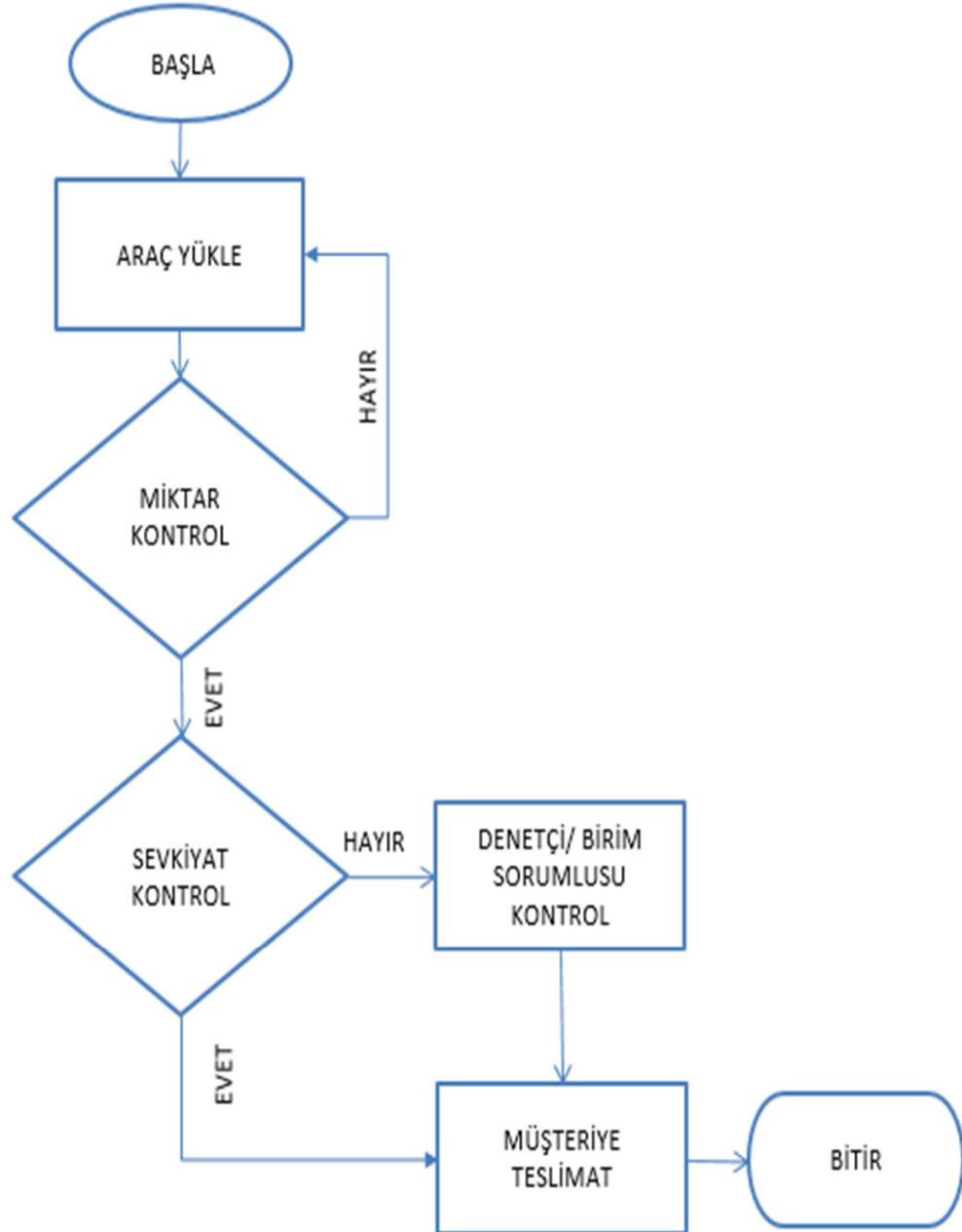
    'Mamul3': 'BELGE001',

```

```
'Mamul4': 'BELGE003',  
  
'Mamul5': 'BELGE002'  
  
}  
  
# Belgeye göre belirtilen miktarlar  
  
belge_miktarları = {  
  
    'BELGE001': 120,  
  
    'BELGE002': 90,  
  
    'BELGE003': 150  
  
}  
  
# Mamul stok kontrolü  
  
mamul_stok_kontrolü(mamul_belgeleri, belge_miktarları)
```

3.5.3.4. Pazarlama Sürecinde Mamul Sevkiyat Algoritması

Mamullerin depodan çıkması ile diğer depoya ulaşması süreci dijital olarak takip edilecektir. Herhangi bir sorun olursa veya sorun çıkma ihtimali olursa yapay zekâ ve denetçi/birim sorumlusu tarafından çözüm üretilmeye çalışacaktır. Oluşturulan sistem ile mamulün istenen kalite, miktarda ve zamanda teslim edilmesi sağlanacaktır. Şekil 33’te önerilen sevkiyat süreci algoritması verilmiştir.



Şekil 33: Pazarlama Sürecinde Mamul Sevkiyat Algoritması

-Depodan çıkış emrinin alınmasıyla birlikte ürünün sevkiyatını sağlayacak araca yükleme işlemi başlatılacaktır.

-Ürün araca yüklenirken araçta bulunan sensörler vasıtasıyla miktar ölçümü gerçekleştirilecektir. Yüklenmesi gereken ürün miktarına ulaşılmazsa yükleme işlemi tekrar edilecektir. Fazla yükleme yapılırsa ürün kontrol edilerek depoya geri alınacaktır. Bu sayede fazla veya eksik ürünün depodan çıkması engellenmiş olacaktır.

-Nakliye aracı nesnelerin interneti ile her an takip edilecektir. Aracın ortalama sürüş hızı, yol durumu ve ürün durumu gibi bilgiler alınarak sevkiyat kontrol altında tutulacaktır. Beklenmeyen bir durum gerçekleşirse ya da yapay zekâ tarafından hesaplanan problemler denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta ile gönderilecektir.

-Denetçi/birim sorumlusuna gelen mesaj ile çalışmalara başlanacaktır. Beklenmeyen bir durumun olması halinde problemin hızlı bir şekilde çözülmesi sağlanacaktır. Yapay zekâ tarafından hesaplanan problemler ise gerçekleşmeden çözümlenecektir. Bu sayede ürün istenilen zamanda teslim edilebilecektir. Ürünün teslim şartlarının yerine getirilmesiyle cezai unsurların önüne geçilmiş olacaktır. Ayrıca ürünün herhangi bir zarar görmeden teslim edilmesiyle iade işleminde önüne geçilecektir.

-Mamulün alıcıya teslim edilmesiyle satış algoritma süreci sona erecektir.

Yüklenen mamulün fazla veya eksik olması ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, belirli bir belgeye göre mamul stoklarını kontrol eder ve belirtilen miktarın üstünde veya altında olanları raporlar. Eğer bir mamul belirtilen miktarın üzerindeyse veya altındaysa, işlemi tekrar ettirmek üzere raporlar. İşletmelerin değişen verilerine ve belgeye göre belirlenen miktarlar için kodun güncellenmesi gerekmektedir.

```
def yükleme_kontrolü(mamul_belgeleri, belge_miktarları):
```

```
    # Belgeye göre fazla veya eksik çıkan mamulleri saklamak için bir liste oluştur
```

```
    fazla_miktarlı_mamuller = []
```

```
    eksik_miktarlı_mamuller = []
```

```
    # Mamul belgelerini kontrol et ve fazla/eksik olanları tespit et
```

```
    for mamul, belge in mamul_belgeleri.items():
```

```

if belge in belge_miktarları:

    belirtilen_miktar = belge_miktarları[belge]

    if mamul_belgeleri[mamul] > belirtilen_miktar:

        fazla_miktarlı_mamuller.append((mamul, belge, mamul_belgeleri[mamul]))

    elif mamul_belgeleri[mamul] < belirtilen_miktar:

        eksik_miktarlı_mamuller.append((mamul, belge, mamul_belgeleri[mamul]))

# Eğer fazla veya eksik mamul varsa, işlemi tekrar ettir

if fazla_miktarlı_mamuller or eksik_miktarlı_mamuller:

    print("Yükleme işlemi tekrar ettirilecek:")

    for mamul, belge, miktar in fazla_miktarlı_mamuller + eksik_miktarlı_mamuller:

        print(f'{mamul}: Belge {belge}, Stok miktarı {miktar} (Belirlenen miktar:
{belge_miktarları[belge]}')

        # Burada tekrar işlemi başlatmak için gerekli kodlar yer alabilir

    else:

        print("Yükleme işlemi tekrar ettirilecek mamul bulunamadı.")

# Örnek mamul belge verileri (mamul: belge)

mamul_belgeleri = {

    'Mamul1': 'BELGE001',

    'Mamul2': 'BELGE002',

    'Mamul3': 'BELGE001',

    'Mamul4': 'BELGE003',

    'Mamul5': 'BELGE002'

}

# Belgeye göre belirtilen miktarlar

belge_miktarları = {

```


'BELGE001': 120,

'BELGE002': 90,

'BELGE003': 150

}

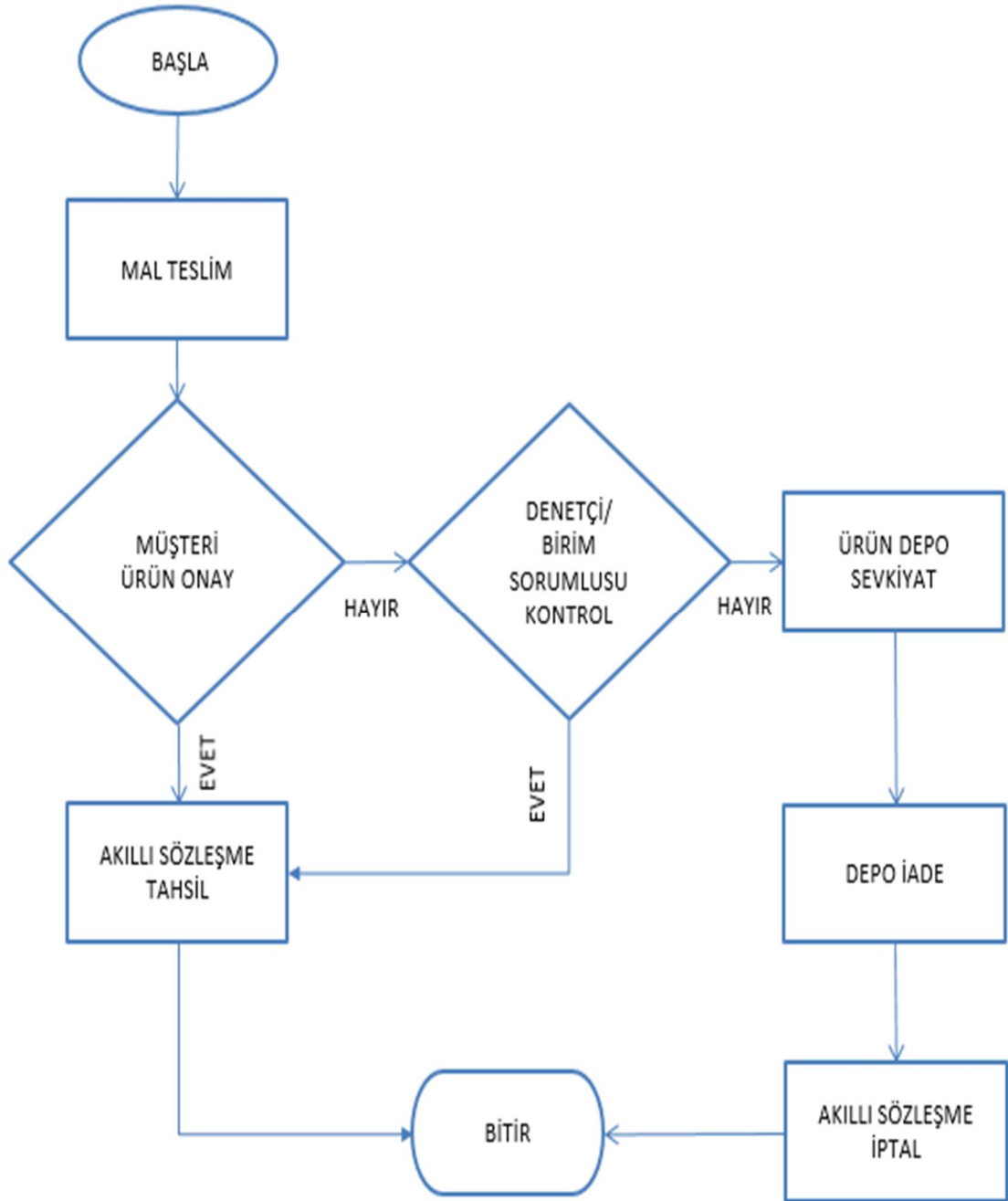
Yükleme kontrolü ve işlemi tekrar ettirme

yükleme_kontrolü(mamul_belgeleri, belge_miktarları)



3.5.3.5. Pazarlama Sürecinde Akıllı Sözleşme Teslim Algoritması

Pazarlamanın son aşaması malın teslim edilerek tahsil işleminin gerçekleşmesini sağlamaktır. Akıllı sözleşmeler If-then prensibi (eğer şöyle ise böyle yap) ile çalışır ve bu prensip ile sözleşme tahsille sonuçlanır ya da iptal olur. Malın teslim aşamasıyla ilgili önerilen algoritma Şekil 34’te verilmiştir.



Şekil 34: Pazarlama Sürecinde Akıllı Sözleşme Teslim Algoritması

-Sevkiyatı gerçekleştirilen mamul alıcı tarafından teslim alınacaktır. Teslim anında ürünün miktarı anlık olarak sensörler sayesinde kontrol edilecektir.

-Mamulün teslim edilmesiyle alıcı tarafından kontrol edilme süreci başlayacaktır. Kontrol edilen mamul onay alırsa tahsil süreci başlayacaktır. Mamul için onay alınmazsa sistem tarafından denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Denetçi/birim sorumlusu gelen mesajdaki rapora göre analiz yapacaktır. Analiz sonucuna göre mamul ile ilgili sorun çözülürse tahsil süreci başlatılacaktır. Mamul ile ilgili sorun çözülmezse iade süreci başlatılacaktır.

-Mamul teslim onayı almasıyla akıllı sözleşme otomatik olarak tahsil işlemini başlatacaktır. Alıcı işletmenin sistemi otomatik olarak ödeme yapacak kuruma ileti gönderecektir. İletiyi alan kurum alıcı işletmenin hesabındaki parayı işletmenin hesabına aktaracaktır. Hesaba para aktarımı gerçekleştiğinde akıllı sözleşme süreci sona erecektir.

-Mamul onay almadığında ise iade süreci başlayacaktır. Mamul satış sevkiyat sürecindeki işlemler iade sürecinde de gerçekleşecektir. Mamulün miktarı kontrol edilecektir, mamulün sevk süreci kontrol altında olacaktır ve işletmeye gelen mamulün giriş kontrolü yapılacaktır.

-İşletmeye gelen mamulün detaylı incelemesi yapılacaktır. İfadeye sebep olan nedenler araştırılarak mamuller ikinci kalite deposuna gönderilecektir. Araştırma sonucu elde edilen veriler büyük veriye kaydedilerek yapay zekâ tarafından benzer hataların olmaması için gerekli düzeltmeler yapılacaktır.

-Mamulün işletmeye iade edilmesiyle akıllı sözleşme süreci sona erecektir.

Teslim edilen mamulün akıllı sözleşme şartlarına uymaması ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir

Önerilen kod, teslim edilen mamullerin akıllı sözleşme şartlarına uymasını kontrol eder. Eğer bir mamul belirtilen şartlara uymuyorsa, mamulün özellikleri ve beklenen değerlerle birlikte raporlar. İşletmelerin değişen verilerine ve akıllı sözleşmenin şartlarına göre kodun güncellemesi gerekmektedir.

def akıllı_sözleşme_kontrolü(mamul_listesi, akıllı_sözleşme_şartları):

```

# Akıllı sözleşme şartlarına uymayan mamulleri saklamak için bir liste oluştur

uymayanlar = []

# Mamul listesini kontrol et ve şartlara uymayanları tespit et
for mamul, özellikler in mamul_listesi.items():

    for özellik, değer in özellikler.items():

        if özellik in akıllı_sözleşme_şartları and değer !=
akıllı_sözleşme_şartları[özellik]:

            uymayanlar.append((mamul, özellik, değer))

# Eğer şartlara uymayan mamul varsa, raporla
if uymayanlar:

    print("Akıllı sözleşme şartlarına uymayan mamuller:")

    for mamul, özellik, değer in uymayanlar:

        print(f'{mamul}: {özellik}={değer} (Beklenen değer:
{akıllı_sözleşme_şartları[özellik]})')

    else:

        print("Akıllı sözleşme şartlarına uymayan mamul bulunamadı.")

# Örnek mamul listesi (mamul: {özellik: değer})
mamul_listesi = {

    'Mamul1': {'Kalite': 'Yüksek', 'Renk': 'Mavi', 'Boyut': 'Büyük'},

    'Mamul2': {'Kalite': 'Orta', 'Renk': 'Sarı', 'Boyut': 'Orta'},

    'Mamul3': {'Kalite': 'Düşük', 'Renk': 'Kırmızı', 'Boyut': 'Büyük'},

    'Mamul4': {'Kalite': 'Yüksek', 'Renk': 'Sarı', 'Boyut': 'Orta'},

    'Mamul5': {'Kalite': 'Orta', 'Renk': 'Mavi', 'Boyut': 'Büyük'}

}

# Akıllı sözleşme şartları
akıllı_sözleşme_şartları = {

```

```
'Kalite': 'Yüksek',  
'Renk': 'Mavi',  
'Boyut': 'Büyük'  
}  
  
# Akıllı sözleşme kontrolü  
  
akıllı_sözleşme_kontrolü(mamul_listesi, akıllı_sözleşme_şartları)
```



3.5.4. İnsan Kaynakları Sürecinde Dijital Denetim

İşletmeler açısından insan kaynakları önemli unsurların başında gelmektedir. İnsan kaynakları üretim maliyeti, üretim kalitesi vb. unsurları açısından iç denetimi yakından ilgilendirir. Bu yüzden insan kaynaklarının doğru şekilde takip edilmesi işletmeler için önem arz etmektedir. İşletmenin sürekli denetimde gerçekleştirdiği ve dijital iç denetimde gerçekleşmesi planlanan aşamalar anlatılmıştır.

-İşletmemizde çalışanların işe giriş ve çıkış saatleri dijital kimlik kartları ile takip edilmektedir. Kartların okutulmasıyla KKP programına veriler otomatik olarak işlenmektedir.

-Dijital denetim ile manyetik kartlar yerine yüz tanıma sistemi veya parmak okuyucu sistemler kullanılarak kimlik kartını başkasının kullanmasının önüne geçilmiş olacaktır. Veriler blok zinciri yapısıyla saklanacağı için başka kullanıcının verileri değiştirmesi önlenmiş olacaktır.

-İşletmede üretim biriminde çalışanlar ek mesaiye tabidir.

-Çalışanların ücretleri KKP programına yüklenen veriler sayesinde hesaplanmaktadır.

-Yüz tanıma sisteminde alınan veriler sayesinde işçiler üretimin hangi safhasında çalışıyorsa maliyet o safhaya yüklenebilecektir.

-İşçilerin devamlı takibi ve çalışma verilerinin ayna dünyaya aktarılması sayesinde çeşitli analizler yapılarak çalışanların daha verimli olması sağlanabilecektir. Verim sayesinde işletmenin maliyetlerinde azalma gerçekleşebilecektir.

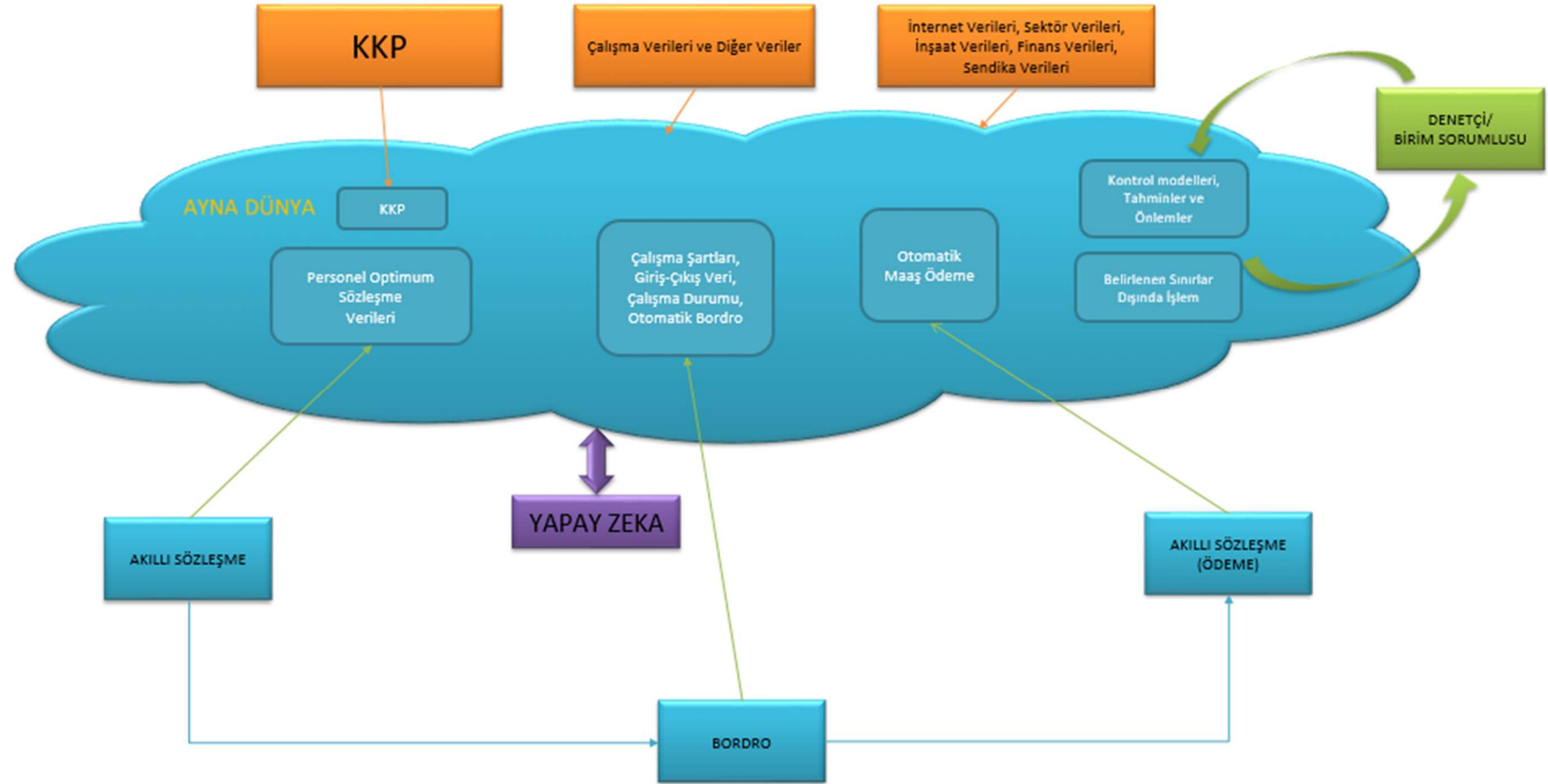
-İşçilerin ikiz dünyaya aktarılan verileri, kullanılan kurumsal kaynak planlaması programı sayesinde ücret hesaplamaları doğru bir şekilde olacaktır.

-Hesaplanan ücretler muhasebe finansman birimi tarafından ödenmektedir.

-İşçilerle yapılacak olan akıllı sözleşmeler sayesinde işçinin sözleşmede yer alan edimlerini yerine getirmesiyle ücret ödemeleri otomatik hesaplanabilecektir. Hesaplanan ücret tutarları hiçbir işleme gerek kalmadan ödenebilecektir.

İnsan kaynakları süreci dijital denetimin genel çalışma prensibi Şekil 35’de verilmiştir. İnsan kaynaklarında gerçekleştirilen işlemlerin tamamı ayna dünyaya aktarılacaktır. İşlemler bu dünyadan takip edilecektir.

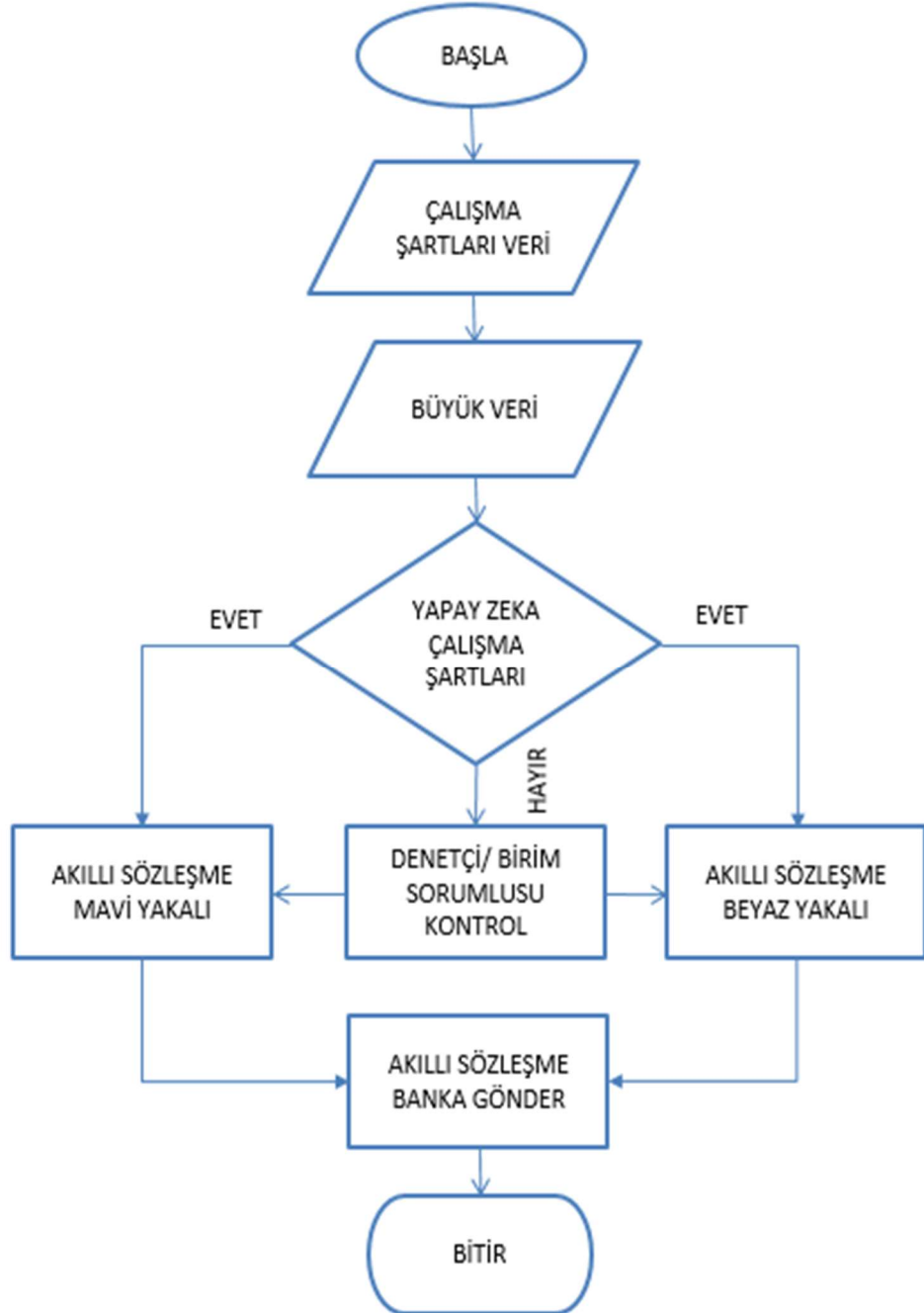




Şekil 35: İnsan Kaynakları Sürecinde Dijital Denetim

3.5.4.1. İnsan Kaynakları Sürecinde Akıllı Sözleşme Algoritması

İşletmede çalışmaya başlayan her personelle akıllı sözleşme yapılacaktır. Akıllı sözleşme sayesinde personelin özlük hakları otomatik olarak işleyecektir. İnsan kaynakları süreci önerilen algoritması Şekil 36’da verilmiştir.



Şekil 36: İnsan Kaynakları Sürecinde Akıllı Sözleşme Algoritması

-İşletmede çalışacak olan personel için çalışma şartları verisi oluşturulacaktır. Personelin ne zaman, hangi sürede, hangi birimde ve hangi vasıfla çalışacağı verisi sisteme girilecektir. Yapay zekâ bu verileri alarak değerlendirme yapacaktır.

-Büyük veriden sektörde çalışanların verileri, ortalama maaş verileri ve sendika verileri alınacaktır.

-Alınan verilerle yapay zekâ tarafından işletme ve personel için en iyi düzeyde sözleşme şartları belirlenecektir. Oluşturulan şartlar sayesinde işletme ve personelin zarar görmeden çalışabilmesi sağlanacaktır. Oluşturulan şartlar belirlenen sınırlar içinde ise sözleşme hazırlanacaktır. Sınırlar dışına çıkılırsa denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-İşletme personeli mavi yakalı ve beyaz yakalı olarak takip etmektedir. Akıllı sözleşmelerde mavi yakalı ve beyaz yakalı olarak düzenlenecektir. Oluşturulan sözleşme ile işletme ve çalışan arasındaki işlemler otomatik olarak sürdürülecektir.

-Çalışma şartları ile ilgili belirlenen sınırlar aşıldığında denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir. Denetçi/birim sorumlusu sözleşme şartlarını inceleyerek gerekli düzeltmeleri yaparak ya da değişiklik yapmadan sözleşmenin hazırlanması için onay verecektir.

-Personelin maaşlarının ödenmesi için oluşturulan sözleşmenin kodları bankaya gönderilecektir.

Çalışma şartlarının ortalama değerleri aşması ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, işçilerin sendika, vasıf ve süre gibi belirli özelliklerin belirtilen sözleşme şartlarına uymamasını kontrol eder. Eğer bir işçinin bir özelliği belirtilen şartı aşıyorsa, işçinin adını ve ilgili özelliklerin değerlerini raporlar. İşletmelerin değişen verilerine ve sözleşme şartlarına göre kodun güncellemesi gerekmektedir.

```
def işçi_sözleşme_kontrolü(çalışma_verileri, sözleşme_şartları):
```

```
    # Ortalama değerleri aşan çalışma verilerini saklamak için bir liste oluştur
```

```
    aşanlar = []
```

```

# İşçi çalışma verilerini kontrol et ve ortalama değerleri aşanları tespit et
for işçi, veriler in çalışma_verileri.items():

    sendika, vasıf, süre = veriler['sendika'], veriler['vasıf'], veriler['süre']

    if (sendika > sözleşme_şartları['sendika']) or (vasıf > sözleşme_şartları['vasıf']) or
(süre > sözleşme_şartları['süre']):

        aşanlar.append((işçi, sendika, vasıf, süre))

# Eğer ortalama değerleri aşan çalışma verisi varsa, raporla
if aşanlar:

    print("İşçi sözleşme şartlarına uymayanlar:")

    for işçi, sendika, vasıf, süre in aşanlar:

        print(f'{işçi}: Sendika={sendika}, Vasıf={vasıf}, Süre={süre}')

    else:

        print("İşçi sözleşme şartlarına uymayan işçi bulunamadı.")

# Örnek işçi sözleşme şartları (özellik: ortalama)
sözleşme_şartları = {

    'sendika': 5,

    'vasıf': 4,

    'süre': 9

}

# Örnek işçi çalışma verileri (işçi: {özellik: değer})
çalışma_verileri = {

    'İşçi1': {'sendika': 6, 'vasıf': 3, 'süre': 8},

    'İşçi2': {'sendika': 4, 'vasıf': 5, 'süre': 10},

    'İşçi3': {'sendika': 5, 'vasıf': 4, 'süre': 11},

    'İşçi4': {'sendika': 6, 'vasıf': 4, 'süre': 8},

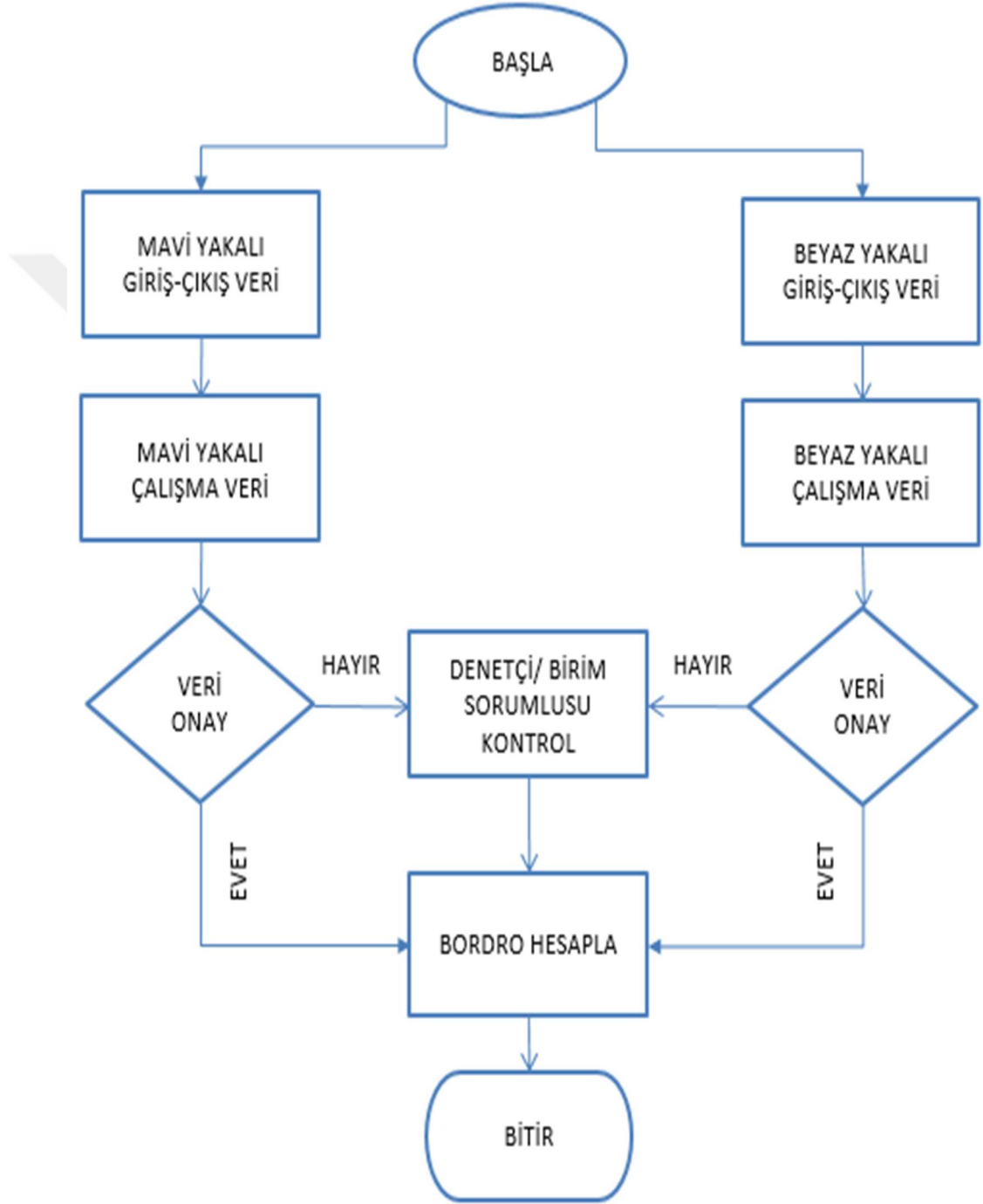
```

```
'İşçi5': {'sendika': 5, 'vasıf': 3, 'süre': 9}  
}  
# İşçi sözleşme şartları kontrolü  
işçi_sözleşme_kontrolü(çalışma_verileri, sözleşme_şartları)
```



3.5.4.2. İnsan Kaynakları Sürecinde Bordro Algoritması

Personelin bordro hazırlama işlemleri sistem tarafından otomatik olarak yapılacaktır. Otomatik olarak işleyen bordro süreci öneri algoritması Şekil 37’de verilmiştir.



Şekil 37: İnsan Kaynakları Sürecinde Bordro Algoritması

-Mavi yakalı ve beyaz yakalı personellerin giriş ve çıkış verileri sistemden alınacaktır. Personelin işletmeye giriş ve çıkışı parmak iziyle veya yüz okumayla takip edilecektir. Giriş ve çıkışların kontrolünün belirtilen yöntemlerle yapılması sayesinde işletmeye başka kişilerin girmesi engellenmiş olacaktır.

-Mavi yakalı ve beyaz yakalıların bordro hesaplamaları farklılık göstermektedir. Mavi yakalılarda ek mesai uygulaması vardır. Ek mesailerin ve performans ödemelerin doğru hesaplanabilmesi için yüz okuma sistemi üretim biriminde de kullanılacaktır. Yüz okuma sistemi sayesinde çalışanların anlık verileri alınarak kaydedilecektir. Safha üretim sistemi kullanıldığından mavi yakalıların çalıştığı safhaya maliyet yüklemesi doğru şekilde olacaktır. Beyaz yakalılarda ise izin, rapor vb. veriler sisteme girilecektir.

-Alınan veriler yapay zekâ tarafından değerlendirilecektir. Verilerde herhangi bir sorun bulunmazsa bordro hesaplama aşamasına geçilecektir. Verilerde sorun tespit edilirse denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir. Bu şekilde bordro hatalarının en aza indirgenmesi sağlanacaktır.

-Denetçi/birim sorumlusu gelen mesaj üzerine çalışanlarla ilgili verileri alacaktır. Veriler üzerinde gerekli çalışmaları yaparak değerlendirecektir. Değerlendirme sonucunda, düzeltme varsa yaparak bordro için onay verecektir.

-Onay alan verilerle bordro sistem tarafından otomatik olarak düzenlenecektir.

Çalışma verilerinin değerlendirilmesi ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen kod, iki işçi veri setini karşılaştırır ve belirli bir kritere uymayan işçileri raporlar. Örneğin, burada kriter, iki değer arasındaki farkın belirli bir limitten büyük olup olmadığını kontrol eder. İşletmelerin değişen verilerine ve kriterlere göre kod güncellenmelidir.

```
def işçi_veri_kontrolü(veri1, veri2, kriter):
```

```
    uymayanlar = []
```

```
    # İşçi verilerini karşılaştır ve belirli bir kritere uymayanları tespit et
```

```
    for işçi, değer1 in veri1.items():
```

```
        değer2 = veri2.get(İşçi)
```

```

    if değer2 is not None and kriter(değer1, değer2):

        uymayanlar.append((işçi, değer1, değer2))

# Eğer belirli bir kritere uymayan işçi varsa, raporla
if uymayanlar:

    print("Belirli bir kritere uymayan işçiler:")

    for işçi, değer1, değer2 in uymayanlar:

        print(f'{işçi}: Değer1={değer1}, Değer2={değer2}')

else:

    print("Belirli bir kritere uymayan işçi bulunamadı.")

# Örnek işçi verileri
veri1 = {
    'İşçi1': 30,
    'İşçi2': 40,
    'İşçi3': 35,
    'İşçi4': 25,
    'İşçi5': 45
}

veri2 = {
    'İşçi1': 32,
    'İşçi2': 39,
    'İşçi3': 38,
    'İşçi4': 22,
    'İşçi5': 48
}

```

Kriteria göre işçi verilerini kontrol etme fonksiyonu (Örneğin, farkın belirli bir limiti aşması)

```
def kriter(değer1, değer2):
```

```
    fark = abs(değer1 - değer2)
```

```
    return fark > 5
```

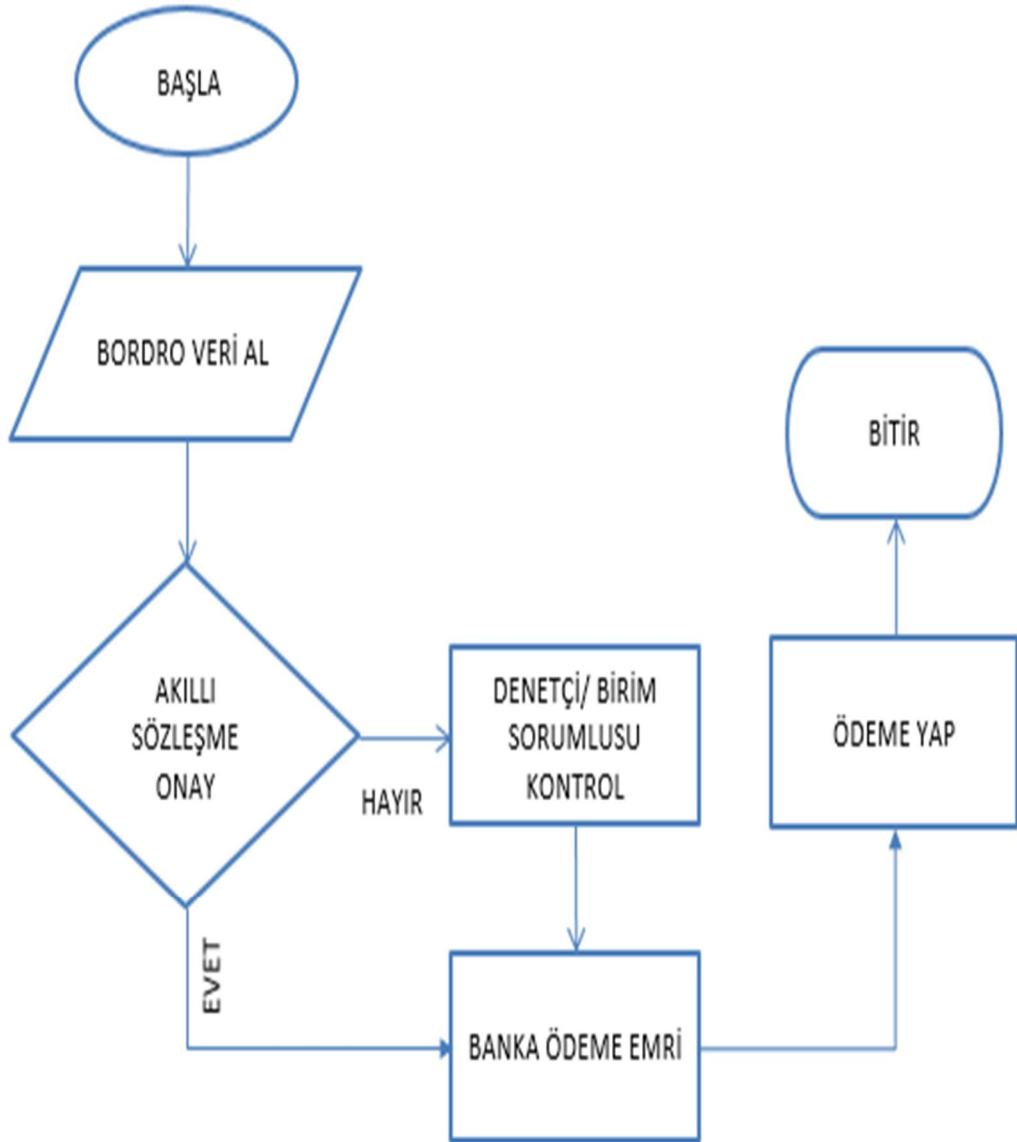
İşçi verilerini kontrol etme

```
işçi_veri_kontrolü(veri1, veri2, kriter)
```



3.5.4.3. İnsan Kaynakları Sürecinde Akıllı Sözleşme Ödeme Algoritması

Çalışanların ücret ödemelerinin gerçekleşmesi için akıllı sözleşmenin şartlarının yerine getirilmesi gerekmektedir. Çalışanların ücretlerinin ödenmesiyle ilgili önerilen algoritma Şekil 38’de verilmiştir.



Şekil 38: İnsan Kaynakları Sürecinde Akıllı Sözleşme Ödeme Algoritması

-Sistem tarafından oluşturulan bordro çalışanların ücret ödemesi için akıllı sözleşmenin onay safhasını başlatacaktır.

-Oluşturulan bordro ve akıllı sözleşme şartları değerlendirmeye tabi tutulacaktır. Oluşturulan bordro sözleşme ile uyuşuyorsa yapay zekâ tarafından onay verilecektir. Onay verilmeyen bordrolar için denetçi/birim sorumlusuna mesaj veya e-posta gönderilecektir.

-Onay verilmeyen bordrolar değerlendirmeye tabi tutularak gerekli işlemlerden sonra ödeme emri verilecektir.

-Sözleşmenin onay almasından sonra bankaya ödeme emri otomatik olarak gönderilecektir.

-Banka çalışanların ödemelerini hesaplarına yatıracaktır. İçinde bulunulan ay için işlemler tamamlanmış olacaktır. Gelecek ay için sistem aynen devam edecektir.

Bordro verisi ve akıllı sözleşme şartlarının kontrol edilmesi ile ilgili yapay zekânın denetçi/birim sorumlusuna rapor göndermesi ile ilgili örnek Python kodu aşağıda verilmiştir.

Önerilen, bordro verilerini ve akıllı sözleşme şartlarını kontrol eder. Eğer bir işçinin bir özelliği beklenen değerle uyuşmuyorsa, işçinin adını, özelliğini, değerini ve beklenen değeri raporlar. İşletmelerin değişen verilerine ve akıllı sözleşme şartlarına göre kod güncellenmelidir.

```
def bordro_kontrolü(bordro_verileri, akıllı_sözleşme_şartları):
```

```
    uymayanlar = []
```

```
    # Bordro verilerini kontrol et ve akıllı sözleşme şartlarına uymayanları tespit et
```

```
    for işçi, özellikler in bordro_verileri.items():
```

```
        for özellik, değer in özellikler.items():
```

```
            if özellik in akıllı_sözleşme_şartları and değer != akıllı_sözleşme_şartları[özellik]:
```

```
                uymayanlar.append((işçi, özellik, değer, akıllı_sözleşme_şartları[özellik]))
```

```
    # Eğer uyumsuzluk varsa, raporla
```

if uymayanlar:

```
print("Akıllı sözleşme şartlarına uymayan bordro verileri:")
```

```
for işçi, özellik, değer, beklenen_değer in uymayanlar:
```

```
    print(f'{işçi}: {özellik}={değer} (Beklenen değer: {beklenen_değer})')
```

else:

```
print("Akıllı sözleşme şartlarına uymayan bordro verisi bulunamadı.")
```

```
# Örnek bordro verileri (işçi: {özellik: değer})
```

```
bordro_verileri = {
```

```
    'İşçi1': {'sendika': 'A', 'maaş': 3000, 'tatil_günleri': 10},
```

```
    'İşçi2': {'sendika': 'B', 'maaş': 3500, 'tatil_günleri': 12},
```

```
    'İşçi3': {'sendika': 'A', 'maaş': 3200, 'tatil_günleri': 8},
```

```
    'İşçi4': {'sendika': 'C', 'maaş': 2800, 'tatil_günleri': 14},
```

```
    'İşçi5': {'sendika': 'B', 'maaş': 3300, 'tatil_günleri': 11}
```

```
}
```

```
# Akıllı sözleşme şartları (özellik: değer)
```

```
akıllı_sözleşme_şartları = {
```

```
    'sendika': 'A',
```

```
    'maaş': 3200,
```

```
    'tatil_günleri': 10
```

```
}
```

```
# Bordro kontrolü
```

```
bordro_kontrolü(bordro_verileri, akıllı_sözleşme_şartları)
```

3.5.5. Dijital Denetimde Muhasebe İşlemleri ve Kontroller

İç denetim sisteminde KKP programında oluşturulan kontrol noktaları sayesinde muhasebe evrakları ve işlemleri doğru bir biçimde kaydedilmeye çalışılmaktadır. Dijital denetim sayesinde kayıt işlemleri gerçekleştirilirken oluşabilecek hata ve hileler en aza hatta sıfır hataya indirilebilecektir. Bütün işlemlerin elektronik ortamda olması sayesinde muhasebe evraklarının yerini dijital belgeler alacaktır. Oluşturulacak blok zinciri kayıt sistemiyle kayıtlarda değişiklik yapılmasının önüne geçilecektir.

3.5.5.1. Evrakların Kaydedilmesi

İşletmenin uyguladığı sürekli denetim sisteminde evrakların kaydedilmesi aşamasında KKP programına tanımlanan evrak türleri ile evrakın sisteme girildiği yerdeki evrak türü birbiri ile uyuşmuyorsa sistem uyarı vermektedir. Uyarı ekranı sayesinde yanlış evrak kaydı gerçekleşmemektedir. Sistemde tanımlı olan evrak türü doğru veri giriş ekranına girildiğinde kayıt işlemi gerçekleşmektedir. Evraklar kullanıcıya izin verildiyse silinebilmektedir. Yapılan işlem log takibi sayesinde hangi kullanıcı tarafından ne zaman yapılmış görüntülenebilmektedir.

Dijital iç denetimde sisteme girilmesi gereken evrak ve kayıtların sayısı oluşturulan dijital yapı sayesinde günümüzdekinden çok daha az olacaktır. Yapılan işlemler dijital unsurlar vasıtasıyla otomatik olarak kayıt altına alınacaktır. Dijital unsurlarla oluşacak evraklar doğru tanımlandığında herhangi bir hata olmadan kayıt altına alınması gereken noktada kaydolacaktır. Sistemde bulunan verilerin değiştirilmesi de neredeyse imkânsız olacaktır.

3.5.5.2. Kasa İşlemleri

İşletmenin uyguladığı sürekli denetim sisteminde kasa işlemleri yapılırken 7.000,00 TL'lik tutar sınır olarak kullanılmaktadır. 7.000,00 TL'nin altındaki işlemler kasadan yapılabilirken üzerindeki işlemler banka aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. 7.000,00 TL ve üzeri vergi işlemlerinde ise kasadan ödeme yapılmaktadır. Kullanılan KKP programında ödemelerle ilgili herhangi bir uyarı noktası bulunmamaktadır. Uyarı sisteminin olmaması yanlış ödeme yapılma ihtimali ortaya çıkarmaktadır.

Dijital denetim işlemlerinde kasa ile ilgili işlemler neredeyse yok denecek kadar az olacaktır. Kullanılacak olan akıllı sözleşmeler sayesinde tahsilat ve ödeme işlemleri

otomatik olarak banka aracılığı ile gerçekleşecektir. Gerçekleşecek olan tahsilat ödemelerde sözleşmelerin şartları tamamen geçerli olacağı için tutarlarda ve tarihlerde yanlışlık olma ihtimali ortadan kalkacaktır.

Kasa hareketlerinin az olması nakitler üzerinde hile ve hatayı en aza inmesini sağlayacaktır.

3.5.5.3. Döviz İşlemleri

İşletmenin uyguladığı sürekli denetim sisteminde döviz işlemlerinin muhasebe kayıtlarında hata olmaması için her hesaba döviz cinsi tanımlaması yapılmıştır. Yanlış para birimi ile işlem yapılmaması için programda kontrol noktaları bulunmaktadır.

Akıllı sözleşmeler kullanıldığında dövizli mal alım satım işlemleri, kredi işlemleri ve duran varlık işlemlerinin muhasebe kayıtlarında akıllı sözleşmelerin doğru tanımlanmasıyla hatalı kayıt ihtimali olmayacaktır.

3.5.5.4. Belge İşlemleri

İşletmenin uyguladığı sürekli denetim sisteminde belgeler sisteme girilirken kayıt hatalarının olmaması için KKP programında kontrol noktaları belirlenmiştir. Faturaların muhasebe kaydı yapılırken cari hesap kullanılmalıdır. Cari hesap kullanılmadan kayıt işlemi gerçekleşmemektedir. KDV içeren belgeler fatura olarak kaydedilmelidir. Banka dekontlarının muhasebe kayıtlarını yapmak için dekont seri numaraları doğru olmalıdır.

Alım satım işlemlerinde kullanılacak olan akıllı sözleşmelerle muhasebe fişleri otomatik olarak kaydedilecektir. Alım satım işlemi doğru olarak gerçekleştiğinde cari hesap kaydı, satış hesap kaydı ve ödeme seçenek kaydı sözleşmenin unsuruna göre gerçekleşecektir. Banka aracılığıyla yapılacak ödeme ve tahsilat işlemleri otomatik olarak yapılacaktır. Otomatik yapılan ödeme ve tahsilat işlemlerinin muhasebe kayıtları da işlem gerçekleştikten sonra otomatik olarak kayıt altına alınacaktır.

3.5.5.5. Çek İşlemleri

İşletmenin uyguladığı sürekli denetim sisteminde işletme alınan ve verilen çekleri sisteme kaydederken hatalı muhasebe kaydı olmaması için KKP programında çeşitli kontrol noktaları belirlemiştir. Alınan ve verilen çekler için ayrı ayrı sisteme tanımlanan belge türleri bulunmaktadır. Bu belge türüne göre çeklerin borçlu veya alacaklı hesaba

doğru kaydedilmesi sağlanmaktadır. Seçilen belge türüne göre işlem gerçekleşmez ve sistem hata uyarısı vermektedir.

Alınan çeklerin tahsilinin yapılması durumunda sisteme kaydedilirken hata olmaması için kullanılacak belge türü belirtilmiştir. Belge türünün özelliğine göre hesaplar doğru şekilde borçlu ve alacaklı olarak çalışmaktadır.

Verilen çek ve ödeme emirlerinin ödemesinin yapılması işlemlerinde de farklı bir belge türü oluşturulmuştur. Oluşturulan belge türü ile alınan 103 Verilen Çekler ve Ödeme Emirleri hesabı borçlu olarak 102 Bankalar hesabı ise alacaklı olarak çalışmaktadır. Yapılan bu tanımlama ile yanlış kayıt işleminin önüne geçilmektedir.

Dijital sistemde çeklerde bulunan kare kod ile sisteme giriş yapılmasının sağlanmasıyla kayıt hatalarının önüne geçilmiş olacaktır. Kare kod sayesinde çek numarası, çek sahibi ve banka bilgileri doğru olarak sisteme girilecektir. Kredi Kayıt Bürosunun oluşturduğu uygulama sayesinde çekin üzerinde bulunan kare kod okutularak çek keşidecisinin ödeme performansı kontrol edilebilmektedir. Ayrıca çek üzerindeki bilgi ile sistemdeki bilgiler karşılaştırılabilmektedir. Çek bilgilerinin kayıtlarda olup olmadığı, çekin kayıp veya çalıntı bildiriminin yapılıp yapılmadığı bilgisine ulaşılmaktadır (Findeks, 2023). Verilen bu hizmetin kullanılmasıyla dijital denetim dünyasına bir adım daha yaklaşılmıştır. Çeki keşide eden firmaların veya kişilerin ödeme performansının tespit edilmesiyle denetimde olması gerek risk odaklı denetim unsuru da gerçekleşmektedir. Çek verilerinin doğru olarak sisteme girilmesiyle yapay zekâ ve büyük veri sayesinde çekin anlık risk analizleri yapılabilecektir. Risk unsurunun artması durumunda riziko gerçekleşmeden bu duruma müdahale edilebilecektir. Erken uyarı sayesinde işletme olağandışı zarardan korunabilecektir.

3.5.5.6. Cari Tahsilat İşlemleri

İşletmenin uyguladığı sürekli denetim sisteminde carilerden alacakların tahsil edilme işlemleri içinde KKP programında kontrol noktaları oluşturulmuştur. İşletme tahsilat işlemlerini banka aracılığıyla yapmaktadır. Kayıt sırasında 102 Bankalar hesabı ve 120 Alıcılar hesabı kullanılmalıdır. Banka hesabı borçlandırılmakta, 120 Alıcılar hesabı alacaklandırılmaktadır. Hesaplar yanlış olarak kaydedilmeye çalışıldığında hata uyarısı vermektedir.

Cari hesaplar ile ilgili borç ve alacak kayıtları sistem tarafından kesilen faturalar ve akıllı sözleşmelerle entegre edilerek takip edilebilecektir. Vadesi gelen alacaklarda akıllı sözleşme sayesinde işleme gerek kalmadan tahsil edilebilecektir.

3.5.5.7. Banka Kredileri

İşletmenin uyguladığı sürekli denetim sisteminde işletme tarafından kredi işlemleri yapılırken işletmeye ait banka hesapları kullanılmaktadır. Başka hesaplar üzerinden işlem yapılmamaktadır. Kredi alma ve ödeme işlemleri için bankalar muhasebe kodu kullanılmaktadır. İşlemler kayıt altına alınırken bankalar hesabı kullanılması gerekmektedir. Oluşturulan kontrol noktaları sayesinde eksik veya hatlı işlemlerde sistem uyarı vermektedir.

Oluşturulacak dijital denetim mekanizması sayesinde muhasebe işlemleri hata olmadan kayıt altına alınabilecektir. Kredi çekme ve ödeme işlem süreçleri de kullanılacak akıllı sözleşmeler sayesinde değiştirilmeden otomatik olarak gerçekleştirilebilecektir.

3.5.5.8. Çevre Kontrolleri

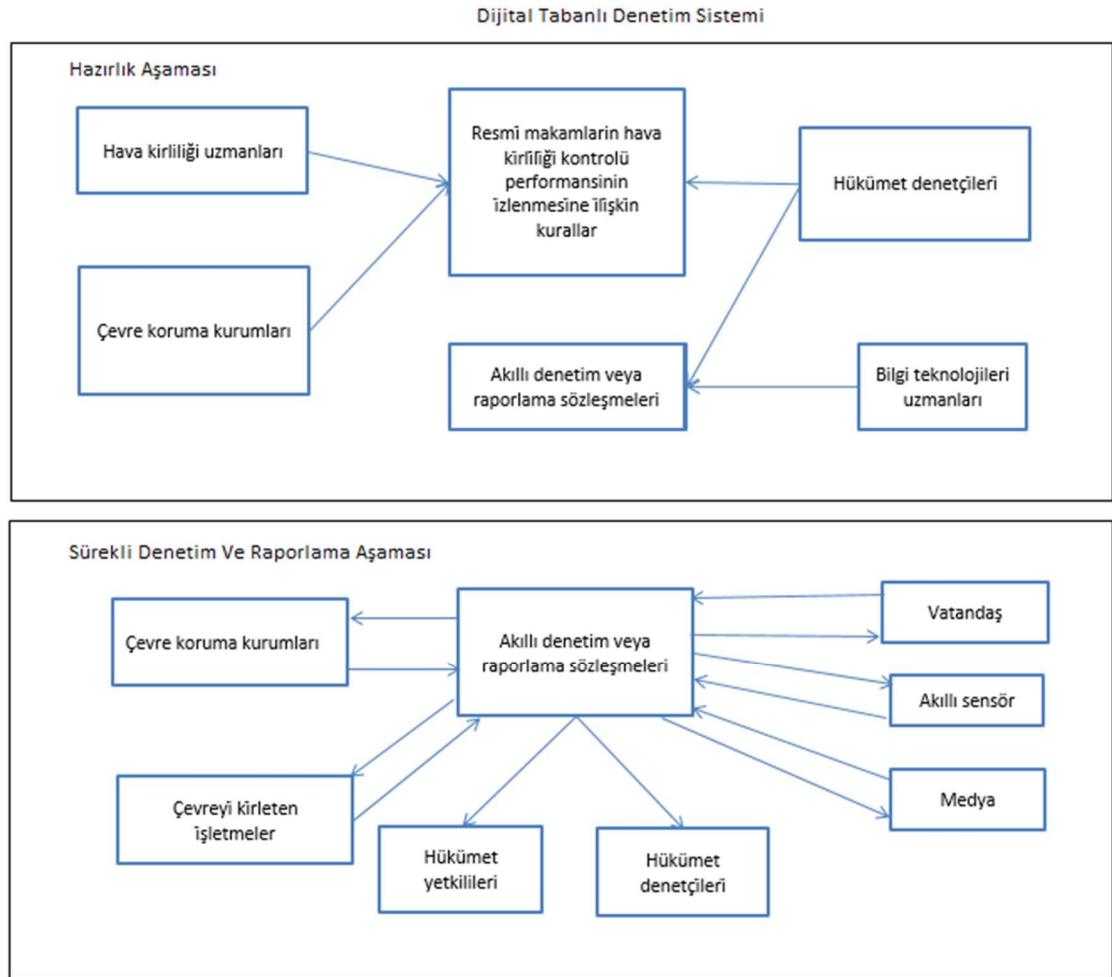
Şirket üretim yaparken atık gaz çıkartmaktadır. Bu atık gazların Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın mevzuatı gereği kontrol altında tutulması gerekmektedir. İşletmenin uyguladığı sürekli denetim sisteminde atık gazların kontrol altında tutulması iç denetim birimi ve bakanlık tarafından ortaklaşa yapılan sistem ile gerçekleştirilmektedir. Yapılan sistem ile ölçülen değerler sürekli olarak çevrimiçi denetlenebilmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın mevzuatına uygun olmayan ölçümler olursa iç denetim birimi tarafından gerekli önlemler alınmaktadır. Bu sayede firmanın çevreye zarar vermesi engellenmektedir. Firmanın cezai işlemle karşılaşmasının da önüne geçilmiş olmaktadır.

Çevre denetim sisteminde dijital olarak kontrol edilebilir. Bunun için dijital tabanlı denetim sistemi kurmak gerekecektir. Sistem iki aşamadan oluşmaktadır. Bu iki aşama hazırlık aşaması ve sürekli denetim-raporlama aşamasıdır.

Dijital denetim yapmak için ilk olarak gerekli alt yapıların oluşturulması gerekmektedir. Alt yapılar hazırlık aşamasında oluşturulacaktır. Çevre konusunda yetkili olanlar hava kirliliği konusunda kurallar oluşturur. Kurallar akıllı sözleşmelerin

oluşturulması için kullanılacaktır. Oluşturulan kuralların değerlendirilmesi için performans göstergeleri belirlenecektir. Buna bağlı olarak puanlama sistemi geliştirilecektir. Geliştirilen puanlama sistemi için düşük performans eşiği de belirlenecektir. Bu sürecin etkin olması için hükümet, çevre koruma kurulları ve uzmanlar birlikte çalışmalıdır (Dai, Ne, ve Yu, 2019: 30).

Sürekli denetim ve raporlama aşamasında çevre ile ilgili her türlü veri toplanacaktır. Toplanan bu veriler akıllı sözleşmeler ile karşılaştırılacaktır. Karşılaştıranlar veriler saklanarak, blok zinciri aracılığı ile ilgili taraflara paylaştırılacaktır (Dai, Ne, ve Yu, 2019: 30).



Şekil 39: Dijital Tabanlı Denetim Sistemi

Kaynak: (Dai, Ne, ve Yu, 2019: 30)

İstenen değerler dışında bir çevre kirliliği yaşanırsa akıllı sözleşmelere yerleştirilen kurallar sayesinde ilgili birimlere bildirim yapılacaktır.

Çevre kontrolleri yapılırken uydu görüntüleri kullanılabilir. Uydu görüntüleme teknoloji kullanarak firmaların metan, karbondioksit ve sera gazı emisyonlarının ölçümleri yapılabilir (Gu vd., 2023). Görüldüğü üzere uluslararası alanda çeşitli dijital denetim uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Analiz yapılan işletmede ve ülkemizde aynı sektördeki diğer tüm işletmelerde de bu uygulamaların uyarlanarak hayata geçirilmesi önerilmektedir. Uydu aracılığı ile elde edilen veriler sayesinde çevik çevre denetimi yapmakta mümkün olacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Gelişen teknoloji sadece kendi alanını değil tüm sektörleri etkilemektedir. Bu tez çalışması teknolojik gelişmelerin iç denetiminde nasıl uygulanabileceğini tartışmak ve uygulanabilirliği noktasında fikir vermek için ele alınmıştır. Çalışmada; kontrol, iç denetim ve iç denetimde kullanılabilecek dijital yenilikler anlatılmıştır. Söz konusu yenilikler blok zinciri, blok zinciri yapısıyla oluşan akıllı sözleşmeler, büyük veri, yapay zekâ ve nesnelerin internetidir. Dijital iç denetimde kullanılacak olan yeni teknolojilerin tarihsel gelişimleri, özellikleri ve iç denetimdeki etkisine bu tez çalışmasında yer verilmiştir.

Literatürde son yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde; iç denetim çalışmalarında blok zinciri, akıllı sözleşmeler, büyük veri, yapay zekâ ve nesnelerin internetinin iç denetimde kullanılmasının etkisi ve klasik iç denetim anlayışı ile dijital iç denetim anlayışı arasındaki farkların araştırılmakta olduğu görülmektedir. Akademik literatürde ülkemizde ve yurt dışında son yıllarda dijital denetim terimlerinin sıkça kullanıldığını tespit edilmiştir. Ele alınan çalışmalarda, kullanılacak teknolojilerin iç denetime faydalı olacağı öngörülmektedir. Teknolojinin denetçiler ve ilgili kurumlar tarafından takip edilmesi gerektiği de vurgulanmıştır. Elde edilen araştırmalarda teknolojik gelişmelerin iç denetimdeki etkinliği anlatılmıştır; bazı araştırmalarda ise dijital iç denetim sisteminin çalışma prensibinin ele alındığı görülmüştür. Ancak, ele alınan araştırmalarda dijital iç denetimin işletmelerde ve kurumlarda uygulanması çalışmasına rastlanmamıştır.

Çalışma kapsamında Borsa İstanbul'da işlem gören ve sürekli denetim uygulayan bir işletmede dijital iç denetim model önerisi oluşturulmuştur. İşletmenin sürekli denetim sistemi analiz edilerek süreç anlatılmıştır. Sistemin analizi sonucunda işletmenin dijital

iç denetim modeline geçmesi için uygulaması gereken algoritmalar öneri olarak sunulmuştur. Çalışmanın sonunda; örnek işletmenin ve dijital denetim süreçlerinin etkinleştirilmesi sürecinde etkili olabilecek kurumların yapması gerekenler tavsiye olarak verilmiştir. Ayrıca dijital denetimin gelişmesi adına bu alanda çalışmalar yapacak araştırmacılara öneriler sunulmuştur.

İşletmede dijital iç denetime geçilmesi noktasında sistemde olması gerekenler bilgi olarak verilmektedir. Oluşturulan dijital denetim modeli ile iç denetim sisteminin daha verimli ve risk unsurlarını önleyici bir hale dönüştürülmesi amaçlanmıştır. İşletmede otomasyon yapısının var olması dijital iç denetim modeli sürecine daha hızlı geçiş yapmasını sağlayacaktır.

Yeni ortaya çıkan teknolojilerin ilk önce işletmeler tarafından kabul edilmesi gerekmektedir. İşletmenin bu teknolojileri kabul etmesiyle birlikte uygulanacak muhasebe denetimi uygulamalarının da bu gelişmeyle paralel olarak işletmelere uygulanması gerekir. Uygulanması gereken teknolojik gelişmelerin maliyetlerinin yüksek olması ve yeterli düzeyde nitelikli eleman yetişmemesi modelin tam olarak uygulanmasını kısıtlamaktadır.

Dijital denetim sürecinin etkin, verimli ve uygulanabilir olması için; çalışmanın uygulama kısmında işletme için sunulan önerilerin yanı sıra işletmede, kurumlarda ve devlette yapılması gereken ilave öneriler aşağıda yer almaktadır:

-Ham madde alımında ve depolanmasında, mamul üretim ve satış aşamalarında ürünün ölçümünün yapılması için optik sistemlerin kurulması gerekmektedir. Drone vb. teknolojilerin satın alınıp işletmeye uyarlanması gerekmektedir.

-İşletmenin bütün süreçlerinin dijital dünyaya aktarılması için bilgisayar altyapısının oluşturulması gerekmektedir.

-Riskleri önceden tespit edebilecek büyük veri yapısının kurulması ve yapay zekâ uygulaması ile adaptasyon işlemleri yapılmalıdır.

-Yapay zekâ, büyük veri, veri görselleştirme, blok zinciri ve nesnelerin interneti teknolojilerden anlayan personelin istihdam edilmesi gerekmektedir.

-Hem beyaz yakalıların hem de mavi yakalıların sisteme uyum sağlaması için gerekli eğitimler verilmelidir.

-Akıllı sözleşme maddelerinin hızlı ve detaylı kontrolü için yapay zekâ uygulaması ile uyumlaştırılması gerekmektedir.

-Akıllı sözleşmelerin ve diğer uygulamaların hayata geçebilmesi için kurumların ve devletin gerekli altyapıyı oluşturmaları gerekmektedir. Sözleşmelerin güvenilir olması için oluşturulan kod ve algoritmalarla ilgili denetim birimlerinin oluşturulması gerekmektedir.

-Kanun yapıcılar tarafından sürecin çalışması için gerekli kanunlar çıkarılmalıdır.

-Sözleşmelerde bulunan ‘mücbir sebep’ gibi kavramların akıllı sözleşmelerdeki kullanımı üzerine çalışma yapılmalıdır.

-Çevre koruma ile ilgili yasal düzenlemeler dijital denetime göre güncellenmelidir.

-Çevre koruma için dijital alt yapının oluşturulması gerekmektedir.

Dijital iç denetim süreci ile ilgili gelecekte yapılacak çalışmalar için araştırmacılara verilen öneriler aşağıda yer almaktadır:

-Dijital iç denetime geçilmesiyle uygulanması gereken kanıt bulma teknikleri ne olmalıdır ve mevcut teknikler nasıl uyumlaştırılmalıdır?

-Dijital iç denetim uygulamalarına geçiş yapılırsa denetim standartlarında yapılması gereken değişiklikler nelerdir?

-Muhasebe standartlarının dijital iç denetime geçiş sürecindeki uyumlaştırılması gereken tarafları nelerdir?

-İç denetiminde uygulanması düşünülen teknolojik gelişmelerle ilgili yönetmelik, mevzuat ve kanunda yapılması gereken çalışmalar nelerdir?

-Dijital iç denetim ile blok zinciri, yapay zekâ, büyük veri ve diğer teknolojik unsurların muhasebe eğitiminde yeri nasıl olmalıdır?

-Dijital iç denetime geçilmesi için devletin ve gerekli kuruluşların oluşturması gereken altyapılar nelerdir?

-Dijital iç denetimin risk odaklı denetim sürecine katkısı ne olacaktır?

-Bağımsız denetim dijital denetimden nasıl ve ne ölçüde etkilenecektir?

-Akıllı sözleşmeler ile bankacılık ve finans sektöründe yapılması gereken çalışmalar nelerdir?

-Büyük veride toplanan verilerin Kişisel Verileri Koruma kapsamında etkileri ne olacaktır?

-Dijital iç denetimle işletme maliyetleri nasıl değişecektir?

-Blok zincirin akıllı sözleşmelerinin yapısındaki güvenilirliği ile ilgili neler yapılmalıdır?

-Muhasebe verileri blok zincirine nasıl kaydedilmelidir ve veri düzeltmeleri nasıl olmalıdır?

-Denetimde kullanılan yeni teknolojilerin ne kadar güvenilir olduğu araştırılmalıdır.

Yapay zekâ, nesnelerin interneti, blok zinciri, akıllı sözleşmeler ve büyük veri gibi teknolojiler, iç denetimi köklü bir şekilde dönüştürmektedir. Yapay zekâ ve büyük veri kullanılarak yapılan analizler sayesinde hızlı ve doğru bir şekilde risk değerlendirmesi yapılabilecektir. Nesnelerin interneti sayesinde gerçek zamanlı veri elde edilmesiyle denetimin daha şeffaf olması sağlanabilecektir.

Blok zinciri teknolojisi, dağıtık ve değiştirilemez yapısı sayesinde muhasebe kayıtlarının güvenliğini garanti altına alabilecektir. Blok zinciri yapısıyla oluşturulan akıllı sözleşmeler sayesinde denetim süreci kısalabilecektir.

Sonuç olarak, bu teknolojilerin uyumlaştırılması, dijital iç denetimlerinin verimliliğini, doğruluğunu ve güvenilirliğini önemli ölçüde artıracaktır; denetim ekiplerinin daha stratejik ve proaktif bir yaklaşım benimsemelerini sağlayabilecektir. Bu sayede, risk odaklı denetim daha iyi uygulanarak işletmelerin riskleri minimize edebilecektir.

KAYNAKÇA

- Accaglobal. (2022). Accaglobal: <https://www.accaglobal.com/gb/en.html> adresinden alındı
- Adiloğlu, B. (2011). *İç Denetim Süreci Ve Kontrol Prosedürleri*. İstanbul.
- Ağdeniz, Ş. (2024). Güvenilir Yapay Zeka ve İç Denetim. *Denetışim Dergisi*(29), 112-126.
- Aksoy, M. (2008). Kamuda İç Kontrol ve İç Denetim. *Muhasebat Kontrolörleri Derneği Yayını*.
- Andresselvaa. (2023). *Big Data Refers to 5V's -Volume ,Variety,Velocity,Value and Veracity*. [tumblr-andressilvaa: https://www.tumblr.com/andressilvaa/87206443764/big-data-refers-to-5vs-volume](https://www.tumblr.com/andressilvaa/87206443764/big-data-refers-to-5vs-volume) adresinden alındı
- Arcagök, M. S., & Erüz, E. (2006). *Kamu Mali Yönetimi Ve Kontrol Sistemi*. İstanbul: Hesap Uzmanları Derneği.
- Aslan, Ü., & Özerhan, Y. (2017). Big Data, Muhasebe Ve Muhasebe Mesleği. *Muhasebe Bilim*, 19(4), 862-883.
- Aydın, M. E. (2018). Blokzincir Tabanlı Oy Verme Sistemi Önerisi. Yüksek Lisans Tezi.
- Baloğlu, G. (2019). İç Denetim İçin Çeviklik: Türk Finans Sektöründeki Bir İşletme Üzerinde İnceleme. *Muhasebe Enstitüsü Dergisi*(60), 37-46.
- Beechamresearch.(2023).Beechamresearch: <https://www.beechamresearch.com/download-details/world-of-iot-sector-map/> adresinden alındı
- Biçer, A., & Aydın, O. (2015). Denetimde Bilgisayar Destekli Denetim Tekniklerinin (Bddt) Kullanımı Ve Bu Yöntem İle Bir Suistimal Vakasının Tespiti. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(28/2), 213-229.
- Bratosin, O. (2015). Boarding to Big Data. *Database System Journal*, 6(4), 11-17.
- Bulut, E. (2013). *Coso 2013, 'Bataklığı Kurutmak Mı? Sinekleri Öldürmek Mi?* www.academia.edu:

https://www.academia.edu/31694076/COSO_2013_BATAKLI%C4%9EI_KURUTMAK_MI_S%C4%B0NEKLER%C4%B0_%C3%96LD%C3%9CRMEN_M%C4%B0_adresinden_alındı

Businessinsider.(2021).www.businessinsider.nl:

<https://www.businessinsider.nl/Bitcoin-Technology-Blockchain-Only-Halfway-Through-Its-Evolution-2018-1/> adresinden alındı

Buterin, V. (2014). *A Next-Generation Smart Contract And Decentralized Application Platform*. finpedia: https://finpedia.vn/wp-content/uploads/2022/02/Ethereum_white_paper-a_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf adresinden alındı

Bülbül, M. (2009). İç Kontrol. Denetim.

Carvalho, M., & Mendoza, C. (2021). *How Internal Audit Can Fast4ward To The Future*. Ernst & Young Global Limited: https://www.ey.com/en_gl/insights/consulting/how-internal-audit-can-fast4ward-to-the-future#:~:text=Internal%20Audit%20has%20a%20unique,help%20lead%20the%20organization%20forward. adresinden alındı

Castro, M., & Liskov, B. (2003). *United States Patent Patent No. US 6,671,821 B1*.

Chen, F.-H., Hsu, M.-F., & Hu, K.-H. (2022). Enterprise's Internal Control For Knowledge Discovery In A Big Data Environment By An Integrated Hybrid Model. *Information Technology and Management*(23), 213-231.

Claudiu, B., Muntean, M., & Didraga, O. (2018). Intelligent Decision Support In Auditing: Big Data And Machine Learning Approach. *Proceedings of the IE 2018 International Conference* (s. 425-430). Bucharest, Romania: The Bucharest University of Economic Studies.

Coso. (2020). <https://www.Coso.Org/Documents/COSO-CROWE-COSO-Internal-Control-Integrated-Framework.Pdf>.

Coso. (2022). [www.Coso.Org: https://www.Coso.Org/Documents/COSO-CROWE-COSO-Internal-Control-Integrated-Framework.Pdf](https://www.Coso.Org/Documents/COSO-CROWE-COSO-Internal-Control-Integrated-Framework.Pdf) adresinden alındı

- Curtis, B. (1975). *Food service security: Internal control*. Chain Store Age Books.
- Dabbaloğlu, K. (2009). İç Kontrol Sistemi. *Journal of Qafqaz University*(26), 109-115.
- Dai, J. (2017). A Dissertation For The Degree Of Doctor Of Philosophy. Three Essays On Audit Technology: Audit 4.0, Blockchain, And Audit App. New Jersey: The State University Of New Jersey Thesis.
- Dai, J., Ne, N., & Yu, H. (2019). Utilizing Blockchain And Smart Contracts To Enable Audit 4.0: From The Perspective Of Accountability Audit Of Air Pollution Control İn China. *Journal Of Emerging Technologies In Accounting*, 16(2), 23–41.
- Datareportal. (2023). *DIGITAL 2023: GLOBAL OVERVIEW REPORT*. datareportal.com: <https://datareportal.com/reports/digital-2023-global-overview-report> adresinden alındı
- De Meijer, C. (2016). Blockchain and the securities industry: Towards a new ecosystem. *In the Journal of Securities Operations & Custody*, 8(4), 322-329.
- Deloitte. (2023). *Blokzincir Potansiyelinin Keşfi*. Deloitte: <https://www2.deloitte.com/tr/tr/pages/consulting/blokzincir-potansiyelinin-kesfi.html> adresinden alındı
- Demir, B. (2005). Muhasebe Bilgi Sistemlerinde Bilgi Güvenliği. *Muhasebe Ve Finansman Dergisi*(26), 147-156.
- Demir, M., Ülker, Y., & Arslan, Ö. (2018). İç Kontrol, İç Denetim Ve Bağımsız Denetim İlişkisi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(5), 82-104.
- Dirier, Ü. (2017). Blockchain Dünyayı İnternette Daha Çok Değiştirecek. *Para Dergisi*(18).
- Doğan, M., & Ertugay, E. (2019). Blokzinciri Ve Muhasebe Alanındaki Uygulamaları. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*(54(4)), 1654-1670.
- Dülger, M. V. (2021). Günümüz Yapay Zeka Teknolojisi ve 'Robot Yargıç/Avukat' Gerçeği. *Hukuk Ve Daha Fazlası Dergisi*, 4-9.
- Dülger, Ü. (2016). Büyük Veri Nedir. *Yeni Türkiye*(88), 503-508.

- Efe, A., & Tunçbilek, M. (2023). Yapay Zekâ Algoritmaları İle Dönüşen Denetim Araçları Üzerine Bir Değerlendirme. *Denetışim Dergisi*(27), 72-102.
- Elitaş, C. (2004). Kontrol Önlem ve Yordamlarının İç Denetçi Açısından Rolü ve Önemi. *İç Denetim Dergisi*(8), 34-42.
- Ercan, T., & Kutay, M. (2016). Endüstride Nesnelerin İnterneti (IoT) Uygulamaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*(16), 599-607.
- Erdal, E., & Ergüzen, A. (2020). Nesnelerin İnterneti (Iot). *Uluslararası Mühendislik Araştırma Ve Geliştirme Dergisi*, 12(3), 24-34.
- Erişen, O., & Erer, M. (2023). Exploring The Impacts Of Digitalization On The Internal Audit Profession. *Journal of Research in Business*(8), 171-190.
- Erturan, İ. E., & Ergin, E. (2017). Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti: Stok Döngüsü. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*(75), 13-30.
- Findeks. (2023). *Kredi Kayıt Bürosu*. Findeks: <https://www.findeks.com/urunler/karekodlu-cek-Raporu#:~:Text=Findeks%20karekodlu%20çek%20raporu%2c%20findeks,Geçerliliğini%20kontrol%20edebileceğiniz%20bir%20rapordur> adresinden alındı
- Gitmez, E. (2023). Akıllı Sözleşmeler: Fırsat Mı, Tehdit Mi? Avukatlık Mesleği Açısından Bir İnceleme. *Türkiye Barolar Birliği Dergisi*(165), 75-104.
- Görmen, M., & Korkmaz, G. (2022). Kurumsal Sürdürülebilirlik İçin Sürdürülebilir İç Denetim: Geleceğin İç Denetim Fonksiyonu. *Denetışim Dergisi*(25), 94-115.
- Griffiths, L., & Pretorius, H. (2021). Implementing Robotic Process Automation For Auditing And Fraud Control. *In International Conference On Society 5.0* (s. 26-36). Springer Nature Switzerland AG 2021.
- Gu, Y., Dai, J., & Vasarhelyi, M. (2023). Audit 4.0-Based Esg Assurance: An Example Of Using Satellite Images On Ghg Emissions. *International Journal Of Accounting Information Systems*, 1-41.
- Gücenme, ü. (2004). *Muhasebe Denetimi*. İstanbul: Aktüel Yayınları.

- Gümüşboğa, İ. (2022). İnsansız Hava Aracı Temelli Bir Otomatikleştirilmiş Stok Sayım Sistemi Tasarımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 37(4), 1767-1782.
- Gündüz, M. Z., & Daş, R. (2018). Nesnelerin interneti: Gelişimi, Bileşenleri Ve Uygulama Alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(2), 327 - 335.
- Güredin, E. (1994). *Denetim*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Haftacı, V. (2018). *Muhasebe Denetimi*. İstanbul: Umuttepe Yayınları.
- Hancock, M., & Vaizey, E. (2021). *Distributed Ledger Technology: beyond block chain*. <https://assets.publishing.service.gov.uk/>:
<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a818d6fe5274a2e87dbe3dd/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf> adresinden alındı
- Hasan, A. R. (2022). Artificial Intelligence (AI) in Accounting & Auditing: A Literature Review. *Open Journal of Business and Management*(10), 440-465.
- Helo, P., & Hao, Y. (2021). Artificial Intelligence In Operations Management And Supply Chain Management: An Exploratory Case Study. *Production Planning & Control*, 33(16), 1573-1590.
- ISMMMO. (2009). *Uluslar Arası Denetim Standartları Kapsamında Bağımsız Denetim*. İstanbul: ISMMMO Yayınları.
- Kajrolkar, A., Pawar, S., Paralikar, P., & Bhagat, N. (2021). Customer Order Processing Using Robotic Process Automation. *International Conference On Communication*. 2021 International Conference on Communication information and Computing Technology.
- Kalkinoğlu, M. (2003). İç Kontrol Sistemi. *Vergi Dünyası*(265), 70-78.
- Karaboğa, T. (2020). Büyük Veri Analitiği Yönetmeliklerinin Firma Performansına Etkisi: Veri Odaklı Kültür Ve Büyük Veri-Strateji Uyumunun Aracılık Etkisi. İstanbul: Yıldızteknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı İşletme Yönetimi Doktora Programı Doktora Tezi.

- Karacaer, B. (2023). Akıllı Otomasyon Sistemlerinin Getirdiği Riskler ve İç Denetime Etkileri. *Journal of Business Academy*, 4(2), 155-173.
- Karahan, Ç., & Tüfekci, A. (2019). Blokzincir Teknolojisinin İç Denetim Faaliyetlerine Etkileri: Fırsatlar Ve Tehditler. *Denetışim Dergisi*(19), 55-72.
- Kaval, H. (2008). *Uluslararası Finansal Raporlama Standartları (IFRS/IAS) Uygulama Örnekleri İle Muhasebe Denetimi* (4 b.). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Kesik, A. (2005). 5018 Sayılı Kamu Mali Yönetimi Ve Kontrol Kanunu Bağlamında Ve AB Sürecinde Türk Kamu İç Mali Kontrol Sistemi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(9), 94-114.
- Kestane, A. (2021). İç Denetimde Akıllı Otomasyon Teknolojilerinin Kullanımı: Robotik Süreç Otomasyonu ve Bilişsel Zekâ. *İç Denetimde Akıllı Otomasyon Teknolojilerinin Kullanımı: RobotiMuhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*, 14(2), 813-835.
- Khamis, K. A. (2021). *researchgate*. https://www.researchgate.net/publication/352166419_The_Impact_of_Artificial_Intelligence_in_Auditing_and_Accounting_Decision_Making adresinden alındı
- Kılınç, Y. (2020). Blok Zinciri Teknolojisi: Muhasebe ve Denetim Mesleği Açısından Bir İnceleme. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*, 13(3), 989-1011.
- Koç , S., Şeker, S., & Şeker, F. (2019). Bilişim Teknolojileri (Bt) Denetiminde Bilgi Güvenliği ile İlgili Uluslararası Standartlar ve Türkiye'deki Uyum Çabalarının İncelenmesi. *Muhasebe ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 121-139.
- Korkmaz, A. V. (2021). Hammadde Rutubetinin Çimento Üretim Prosesine Etkisinin Araştırılması. *Yer Altı Kaynakları Dergisi*(19), 33-49.
- Kpmg.(2020). Kpmg: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/cn/pdf/en/2021/05/19-covid-19-risks-insights-into-a-changed-risk-landscape.pdf> adresinden alındı
- Kpmg. (2021). *Dijitalleşme Yolunda Türkiye Raporu*. Kpmg: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/tr/pdf/2021/04/dijitallesme-yolunda-turkiye-raporu-2021.pdf> adresinden alındı

- Kronenberger, G., Schlemmer , M., & Melches, R. (2024). *pwc*. 2024 tarihinde pwc: <https://www.strategyand.pwc.com/tr/tr/medya/buyuk-verinin-karbon-etkisinin-degerlendirilmesi.html> adresinden alındı
- Kwilinski, A. (2019). Implementation Of Blockchain Technology İn Accounting Sphere. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, 23(2), 1-6.
- Madendere, M. A. (2005). Kurumsal Risk Yönetiminde İç Denetim Rolü. *Tide Dökümanı*.
- Marr, B. (2018). *The Digital Transformation Of Accounting And Finance – Articial Intelligence, Robots And Chatbots*. Forbes: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/06/01/the-digital-transformation-of-accounting-and-finance-artificial-intelligence-robots-and-chatbots/?sh=746fda4ad897> adresinden alındı
- Mauro, A., Greco, M., & Grimaldi, M. (2014). What İs Big Data? A Consensual Definition And Review Of Key Research Topics., (s. 97-104).
- Meitasari, R. C., & Audrey, A. (2023). Artificial Intelligence In The Big Data EraAnd Digital Audit. *Jurnal Ekonomi, Akuntansi dan Manajemen*, 2(2), 91-104.
- Memiş, M. Ü. (2008). Etkili Ve Başarılı İç Denetim İçin Gerekli Koşullar. *Mali Çözüm Dergisi*(85), 75-92.
- Mert, H. (2023). Yapay Zekanın Denetim Çalışmalarına Etkileri Ve Ticari Alacaklar İle Stokların Denetiminde Kullanılmasına Yönelik Öneriler. İstanbul: İstanbul Okan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Doktora Tezi.
- Mollaoğulları, B. F., & Gacar , A. (2016). İç Denetimin Etkinliği Konusunda Türkiye’de Yapılmış Çalışmalar: Literatür Taraması. *Bosna, II International Congress On Economics And Business*, (s. 146-155).
- Mori, T. (2016). Financial Technology: Blockchain And Securities Settlement. *Journal of Securities Operations & Custody*, 8(3), 208-227.
- Munevar, K., & Patatoukas, P. (2020). *The Blockchain Evolution and Revolution of Accounting*. ssrn: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3681654 adresinden alındı

- Nakamoto, S. (2021). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*.
[https://bitcoin.org: https://bitcoin.org/bitcoin.pdf](https://bitcoin.org/bitcoin.pdf) adresinden alındı
- Narasimhan, R., & Bhuvaneshwari, T. (2014). Big Data – A Brief Study. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(9), 350-353.
- Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). *Bitcoin And Cryptocurrency Technologies*. Princeton University Press.
- Narayanan, V. (2014). Using Big-Data Analytics to Manage Data Deluge and Unlock Real-Time Business Insights. *The Journal of Equipment Lease Financing*, 32(2), 1-6.
- Nasuhoğlu, G. Ç. (2019). Blockchain Teknolojisiyle Açık Anahtar Altyapısı Tabanlı Elektronik Sertifika Durum Bilgilerinin Yönetilmesi. Yüksek Lisans Tezi.
- Newmark, R. I., Dickey, G., & Wilcox, W. (2018). Agility in audit: Could scrum improve the audit process? *Current Issues in Auditing*, 12(1), 18-28.
- Onay, A. (2020). Büyük Veri Çağında İç Denetimin Dönüşümü. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 22(1), 127-163.
- Oracle. (2024). *Yapay Zeka Nedir? Yapay Zeka hakkında bilgi edinin*. oracle: <https://www.oracle.com/tr/artificial-intelligence/what-is-ai/> adresinden alındı
- Özçelik, M., Beller Dikmen, B., & Deran, A. (2022). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Muhasebe ve Denetim Sürecine Etkisi ve Muhtemel Riskler. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 14(2), 1544-1563.
- Özdemir, İ., & Sağıroğlu, Ş. (2018). Denetimlerde Büyük Veri Kullanımı Ve Üzerine Bir Değerlendirme. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 6(2), 470-480.
- Özyiğit, H. (2022). Muhasebe Alanına Güncel Yaklaşımlar: Metin Madenciliği. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*, 3(15), 637-663.
- Özyiğit, H. (2023). Yapay Zekânın İç Denetçilerin Algısına Etkisi: BIST 100 Şirketlerine Yönelik Bir Araştırma. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*(98), 21-42.
- Pirim, H. (2006). Yapay Zeka. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 1(1), 81-93.

- Putra, I., Sulistiyo, U., Diah, E., Rahayu, S., & Hidayat, S. (2022). The Influence Of Internal Audit, Risk Management, Whistleblowing System And Big Data Analytics On The Financial Crime Behavior Prevention. *Cogent Economics & Finance*, 10(1).
- Pwc. (2022). *Bilgi-Sistemleri-Ve-İs-Surecinde-Denetim*. www.pwc.com.tr: www.pwc.com.tr/Bilgi-Sistemleri-Ve-İs-Surecinde-Denetim adresinden alındı
- Pwc. (2023). *Yapay Zekânın Denetimdeki Yeri*. Pwc: https://www.pwc.com.tr/yapay-zekanin-denetimdeki-yeri adresinden alındı
- Sabuncu, B. (2017). İşletmelerde İç Denetim ve İç Kontrol İlişkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(2), 161-174.
- Sec. (2022a). www.sec.gov: https://www.Sec.Gov/Enforcement/Foreign-Corrupt-Practices-Act adresinden alındı
- Sec. (2022b). www.sec.gov: https://www.sec.gov/News/Speech/1989/012689grundfest.Pdf adresinden alındı
- Selimoğlu, S., & Saldı, M. H. (2022). İç Denetimin Blok Zincir Yoluyla Siber Güvenlik Yönetimine Adaptasyonu. *Denetim ve Güvence Hizmetleri Dergisi*, 2(2), 121-134.
- Seyithanoğlu, F. (2019). Para Ve Banka Sistemlerinin Evrilme Serüvenleri: Bir Günümüz Gerçeği Olan Blockchain Teknolojisi Ve Bitcoin. Yüksek Lisans Tezi.
- Stallings, W. (2017). *A Blockchain Tutorial*. Internet Protocol Journal.
- Sütçü, C., & Aytekin, Ç. (2013). *Elektronik Ticaretten Sosyal Ticarete Dönüşüm Süresinde Ölçümleme*. İstanbul: Derin Yayınları.
- Şentürk, Ö. (2021). Türkiye’de İç Denetim Faaliyetlerinde Dijital Dönüşüm ve Dijital Dönüşümün Önemi. *TİDE Academia Research*(3), 157-186.
- Şentürk, Ö. (2023). İç Denetim Faaliyetlerinde Yapay Zekadan Beklentiler: ChatGPT Uygulaması Örneği. *TİDE Academia Research*, 4(2), 51-82.
- Taş, O., & Kiani, F. (2018). Blok Zinciri Teknolojisine Yapılan Saldırıları Üzerine Bir İnceleme. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 11(4), 369-382.
- Theia. (2022). WwW.Theia.Org adresinden alındı

- Tide. (2021). www.tide.org.tr: www.tide.org.tr/Page/4/Kilometre-Taslari adresinden alındı
- Tosun, K. A., & Acar, D. (2021). İç Denetimin Etkinliğini Belirleyen Faktörlere İlişkin Ulusal Ve Uluslararası Literatür İncelemesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(39), 181-208.
- Turkiyeai. (2023). [Turkiye.ai](https://turkiye.ai): <https://turkiye.ai/kaynaklar/yapay-zeka-zaman-cizelgesi/> adresinden alındı
- Tuşek, B., Jezovita, A., & Halar, P. (2020). The importance and differences of analytical procedures' application for auditing blockchain technology between external and internal auditors in Croatia. *Economic Research*.
- Tübitak. (2021). www.tubitak.gov.tr: <https://Blokzincir.Bilgem.Tubitak.Gov.Tr/Blok-Zincir.Html> adresinden alındı
- Tüfenk, M. B. (2023). Dış Ticaretin Dijital Dönüşümü: Yapay Zeka Teknolojisi. *Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 13-18.
- Tüm, K., & Memiş, M. Ü. (2012). İç Kontrol Ulusal Ve Uluslararası Düzenlemeler Çerçevesinde Bir Değerlendirme. Adana: Karahan Kitabevi.
- Türedi, H., Zor, Ü., & Gürbüz, F. (2015). Risk Odaklı İç Denetim. *Muhasebe Ve Finansman Dergisi*, 66, 1-20.
- Türedi, S. (2012). İç KONTROL SİSTEMİ VE TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ İLİŞKİSİ. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 4(1), 27-37.
- Türkmen, S., & Durbilmez, S. (2019). Blockchain Teknolojisi Ve Türkiye Finans Sektöründeki Durum. *Finans Ekonomi Ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 30-45.
- Usta, A., & Doğanterkin, S. (2017). *Blockchain 101*. İstanbul: Mediacat Kitapları.
- Usta, A., & Doğanterkin, S. (2020). *Blockchain 101 V2*. İstanbul: BKM.
- Uşul, H. (2013). *Türkiye Finansal Raporlama Standartları Uygulamalı Bağımsız Denetim* (Cilt 2). Detay Yayıncılık.

- Uzay, Ş. (1999). İşletmelerde İç Kontrol Sistemini İncelemenin Bağımsız Dış Denetim Karar Sürecindeki Yeri Ve Türkiye’deki Denetim Firmalarına Yönelik Bir Araştırma. Ankara: Sermaye Piyasası Yayın Kurulu.
- Uzun, Y., Hatipoğlu, M., Bütünler, R., & Calp, M. (2021). Yapay Zekâ İnsan Zekâsını Geçebilecek Mi? *Uluslararası Mühendislik, Doğa Ve Sosyal Bilimler Sempozyumu* (s. 1-5). Batman: Batman Üniversitesi.
- Ünsal, E., & Kocaoğlu, Ö. (2018). Blok Zinciri Teknolojisi: Kullanım Alanları, Açık Noktaları Ve Gelecek Beklentileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(13), 54-64.
- Vergiport. (2021). www.vergiport.com: <https://vergiport.com/Yayinlar/Makaleler/10-Soruda-İc-Denetim-Nedir.Pdf> adresinden alındı
- Wikipedia. (2021). wikipedia.Org: https://En.Wikipedia.Org/Wiki/Satoshi_Nakamoto Erişim adresinden alındı
- Wu, J., Xiong, F., & Li, C. (2019). Application Of Internet Of Things And Blockchain Technologies To Improve Accounting Information Quality. *IEEE Access*(10.1109/ACCESS.2019.2930637), 1-10.
- Yazar, B. B. (2024). Küresel Gelişmeler Işığında İç Denetim Faaliyetinde Yaşanan Değişimlerin Değerlendirilmesi. *Denetim Dergisi*(29), 97-111.
- Yeşilçelebi, G. (2022). Denetimde Dijital Dönüşüm: Bilimetric Bir İnceleme. *Sayıştay Dergisi*(126), 381-408.
- Yıldız, B., & Ağdeniz, Ş. (2019). Denetim 4.0’ın Teknolojik Altyapısı. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 19(58), 83-102.