T.C.
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MUHASEBE VE DENETİM ANA BİLİM DALI

BLOKZİNRİCİ TEKNOLOJİSİNİN MUHASEBE VE DENETİM ALANINA ETKİSİ

Yüksek Lisans Tezi

Ahmet YASİR YILMAZ

Danışman:

Dr. Öğr. Üyesi Başak ERDEM

İSTANBUL 2020

T.C.
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MUHASEBE VE DENETİM ANA BİLİM DALI

BLOKZİNRİCİ TEKNOLOJİSİNİN MUHASEBE VE DENETİM ALANINA ETKİSİ

Yüksek Lisans Tezi

Ahmet YASİR YILMAZ

Danışman:

Dr. Öğr. Üyesi Başak ERDEM

İSTANBUL 2020

T.C. İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ

T.C.
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Muhasebe ve Denetim Yüksek Lisans programı öğrencisi Ahmet Yasir YILMAZ'ın Blokzinciri Teknolojisinin Muhasebe ve Denetim Alanına Etkisi başlıklı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulu **19.08.2020** tarih ve **2020-512/14** sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oyçokluğu ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir..

UNVANI, ADI SOYADI

TEZ DANIŞMANI : Dr. Öğr. Üyesi Başak ERDEM

JÜRİ ÜYESİ : Doç. Dr. İlker Kıymetli ŞEN

JÜRİ ÜYESİ : Prof. Dr. Halil Emre AKBAŞ

(*) Yüksek lisans tez savunma jürileri en az biri kurum dışından olmak üzere danışman dahil en az üç öğretim üyesinden oluşur. Jürinin üç kişiden oluşması durumunda eş danışman jüri üyesi olamaz. Eş tez danışmanının jüri üyesi olması durumunda asıl jüri beş üyeden oluşur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, bir yıl boyunca değerli bilgilerini paylaşan saygıdeğer danışman hocam; Dr. Öğr. Üyesi Başak ERDEM'e ve çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen, hayatımın her evresinde bana destek olan aileme ve biricik kızım Elif Sena'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Akıllı teknolojiler geliştirmek, gelecekteki üretim sistemlerinin sürdürülebilir olmasını sağlamanın kritik bir yoludur. Blokzinciri teknolojisi, işletmelerde ve endüstrilerde sürdürülebilirliği gerçekleştirmek için yeni nesil bir bilgi teknolojisi geliştirmesidir. Endüstri 4.0'da blok zinciri ile güçlendirilmiş sürdürülebilir üretim üzerine birçok araştırma, teknik, ticari, organizasyonel ve operasyonel perspektiflerden yapılmıştır. Bu tez çalışmasının amacı blok zinciri teknolojisini açıklamak ve blok zinciri teknolojisinin muhasebe sisteminde kullanımı, sağladığı faydalar ve muhasebe kayıt sisteminin denetimindeki etkilerini ortaya koymaktır. Blok zinciri teknolojisinin yeni bir teknoloji olması muhasebe sisteminde özellikle denetimiyle ilgili literatürdeki çalışmaların kısıtlı olması ve noktada literatürdeki bu eksikliğin giderilmesine katkı sağlaması açısından oldukça önemlidir.

ABSTRACT

Developing smart technologies is a critical way to ensure that future production systems are sustainable. Blockchain is a new generation of information technology development to achieve sustainability in businesses and industries. In Industry 4.0, many researches on sustainable production powered by blockchain have been done from technical, commercial, organizational and operational perspectives. The aim of this thesis is to explain the blockchain technology and to reveal the use of blockchain technology in the accounting system, its benefits and its effects on the audit of the accounting recording system. The fact that blockchain technology is a new technology is very important in the accounting system, especially in terms of the limited studies in the literature on auditing and at this point it contributes to the elimination of this deficiency in the literature.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

TEŞEKKÜR..... İ
ÖZET ..... İİ
ABSTRACT..... İİİ
İÇİNDEKİLER ..... İV
TABLOLAR LİSTESİ..... Vİİ
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... Vİİİ
GİRİŞ 1
BİRİNCİ BÖLÜM 3
1. KAVRAMSAL VE KURAMSAL AÇIKLAMALAR..... 3
1.1.Blokzinciri (Blockchain) ve Temel Kavramlar 41
1.2.Temel Kavramlar 41
1.2.1.Uçtan Uca Ağ (Peer to Peer Network- P2P)..... 4
1.2.2.Kayıt Sistemi..... 5
1.2.3.İşlemler 6
1.2.4.Bloklar 6
1.2.5.Merkle Ağacı 8
1.2.6.Dijital İmzalama 9
1.2.7.Dağıtık Kayıt Defteri 9
1.3.Blokzinciri Teknolojisinin (BZT) Tarihsel Gelişimi 10
1.4. Blokzinciri Teknolojisinin Amacı 12
1.5. Blokzinciri Teknolojisinin Kullanım Alanları..... 12
1.6. Blokzinciri Çalışma Sistemi 15
1.7. Blokzinciri Platformları..... 17
1.7.1.Bitcoin..... 18
1.7.2.Ethereum..... 19
1.7.3.Hyperledger 19
1.7.4.Ripple19
1.8. Blokzinciri Karakteristikleri 21
1.9. Blokzinciri Türleri 23

1.10. Blokzinciri Teknolojisinin Avantajları 24
1.11. Blokzinciri Teknolojisinde Bulunan Kripto Paralar 25
1.11.1.Bitcoin..... 24
1.11.2.Ethereum..... 24
1.11.3.Xripple 25
1.11.4.Litecoin 25
1.11.5.Cardano..... 25
1.12. Dünyada ve Türkiyede Blokzinciri Teknolojisi..... 27
1.12.1.Dünya'da Blokzinciri Teknolojisi ve Uygulamaları 26
1.12.2.Türkiye'de Blokzinciri Teknolojisi ve Uygulamaları 28
2.MUHASEBE ÇERÇEVESİNDE BLOKZİNCİRİ TEKNOLOJİSİNİN İNCELENMESİ..... 31
2.1. Blokzinciri Teknolojisi ve Muhasebe İşlemleri..... 5
2.1.1.Üç Taraflı Muhasebe Sistemi 33
2.1.2.Kripto Paraların Muhasebeleştirilmesi 40
2.1.2.1.Nakit ve Nakit Benzerleri Olarak İncelenmesi 41
2.1.2.2.Diğer Finansal Varlıklar Olarak İncelenmesi 41
2.1.2.3.Maddi Olmayan Varlık Olarak İncelenmesi..... 42
2.1.2.4.Stok olarak İncelenmesi..... 43
2.2.Blokzinciri Teknolojisinin Muhasebe Açısından Avantajları ve Dezavantajları 47
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 51
3.DENETİM ÇERÇEVESİNDE BLOKZİNCİRİ TEKNOLOJİSİNİN İNCELENMESİ..... 51
3.1. Denetim Kavramına İlişkin Açıklamalar..... 53
3.1.1.Denetimin Amaçları..... 52
3.1.2.Amacına Göre Denetim Türleri 53
3.1.3.Denetçinin Statüsüne Göre Denetim Türleri 55
3.2. Denetim 4.0..... 59
3.2.1.Denetim 4.0'ın Unsurları 59
3.2.1.1.Standartlar..... 59
3.2.1.2.İlkeler..... 60
3.2.1.3.Teknoloji..... 64

3.2.1.4.Denetçiler 67
3.3.Blokzinciri Teknolojisi ve Denetim İşlemleri 67
3.3.1.Blok Zinciri Teknolojisinde Denetim Süreci 72
3.3.2.Blokzinciri Teknolojisinin Denetim Açısından Avantajları ve Dezavantajları 78
SONUÇ 82
KAYNAKÇA 85

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. KPP ve Blokzinciri Sistemi Karşılaştırılması 41
Tablo 2. Amacına Göre Denetim Türleri 54
Tablo 3. Denetim Nesilleri 58
Tablo 4. Denetim 4.0. Sürecinde Endüstri 4.0. İlkeleri 64
Tablo 5. İzinli ve İzinsiz Blokzinciri Türleri 71

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Uçtan Uca Ağ Yapısı 5
Şekil 2. Kayıt Sistemi Blok Yapısı 5
Şekil 3. Blok Başlığı Yapısı 7
Şekil 4. Merkle Ağacı Gösterimi 8
Şekil 5. Ağ Yapıları 11
Şekil 6. Blokzinciri Sisteminin Çalışma Prensibi 17
Şekil 7. Üç Taraflı Muhasebe Sistemi 37
Şekil 8. Denetim 4.0'ın Temel Yapısı ve İşlevleri 77
Şekil 9. İşletme İçi Denetim 4.0 78

KISALTMALAR LİSTESİ

BDDK: Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu

BT: Bilgi Teknolojisi

CNAO: China National Audit Office - Çin Ulusal Denetim Ofisi

CPS: Cyber Pyhsical System - Siber Fiziksel Sistem

CPU: Central Processing Unit - Merkezi İşlem Birimi

DDOS: Denial Of Service Attack – Hizmeti Engelleme Saldırısı

DLT: Dağıtılmış Defter Teknolojisi

FIFO: First In First Out - İlk Giren İlk Çıkar

GKGM: Genel Kabul Görüş Muhasebe İlkeleri

GPU: Graphics Processing Unit - Grafik İşleme Birimi

HÜM: Hizmet Üretim Maliyeti

IBM: International Business Machines – Uluslararası iş makineleri

ICO: Initial Coin Offering - İlk Coin Teklifleri

IFRIC: International Financial Reporting Interpretations Committee - Uluslararası Finansal Raporlama Yorumlama Komitesi

IOS: Internet Of Service – Hizmetlerin İnterneti

IOT: Internet Of Things - Nesnelerin İnterneti

KKP: Kurumsal Kaynak Planlaması

P2P: Peer to Peer Network - Uçtan Uca Ağ

POC: (Proof of Consept) – Kavramın İspatı

RFDI: Radyo Frekansı ile Tanımlama teknolojisi

TMS: Türkiye Muhasebe Standartları

TFRS: Türkiye Finansal Raporlama Standartları

TCMB: Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası

UMSK: Uluslararası Muhasebe Standartları Kurumu

VUK: Vergi Usul Kanunu

GİRİŞ

Bilgisayarın icadıyla başlayan ve gelişim gösteren teknolojiyle birlikte internet kullanımını yaygın hale gelmiştir. Bu durum kullanıcılar arasında dijital bir iletişim ağı ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu ağın oluşması beraberinde bir takım güvenlik sorunlarını ortaya çıkarmıştır. Oluşan ağın gelişimi ve güvenliği önem kazanmış olup, ağda iletişimin süreklilik ve bütünlük içerisinde olması da önem arz etmektedir. Teknolojinin gelişimi ve değişimi ile birçok farklı güvenlik önlemleri geliştirilerek kullanılmaya başlanmıştır. Bu gelişmeler insanlığın yaşam biçimini değiştiren, tarım ve endüstri çağının ardından gelen döneme bilgi çağı denilmektedir.

Bilgi çağı olarak adlandırılan bu yeni dönemde internetin kullanımı ve bilgiye kolay erişim imkânlarıyla bütün sektörler internet ortamına kısmi veya tamamen geçiş yaparak dijitalleşmeye başlamışlardır. Bu yeni düzene uyum sağlayan ülkeler kendilerini ekonomik olarak geliştirirken, uyum sağlayamayan ülkeler aynı gelişmeyi gösterememiştir. İnternetin yaygınlaşmasıyla işletmeler ulusal pazarlardan uluslararası arası pazarlara açılması kolaylaşmıştır. Bu durumun neticesinde ülkeler arası vergilendirme uyuşmazlıkları ve yaşanan aksaklıklar, yapılan düzenlemeler ile giderilmeye çalışılmıştır. Günümüzde her şeyin sanal ortam üzerinden işlemesinden dolayı ödeme yöntemleri ile ilgili güvenlik açıkları en önemli sorunu oluşturmaktadır. Zaman içerisinde kripto para adı verilen sanal para birimleri ortaya çıkmış, bu durum yasal çerçevelerin ötesinde işlev gören alıcı ve satıcıyı buluşturan platformlar ve finansal araçları ortaya çıkarmıştır. Blokzinciri (Blockchain) adı verilen teknolojiyi kullanarak yeni uygulama alanlarını keşfetmek için kurum ve kuruluşlar oldukça istekli hale gelmişlerdir. Kurum ve kuruluşlar için blokzinciri teknolojisini mümkün kılan etken ise, herhangi bir merkezi regülatörden bağımsız olarak para birimi oluşturulmasını sağlamasıdır. Bu nedenle başta finans şirketleri olmak üzere birçok alanda faaliyet gösteren kurum ve kuruluşlar blokzinciri teknolojisine ilgi duymaktadır. Bununla birlikte blokzinciri teknolojisinin yasal dayanakları, kayıtları, fırsatları gibi etkenler sürekli olarak araştırılmakta ve uyum süreci tartışılmaktadır. Blokzinciri teknolojisinin muhasebe sistemine uyarlanması

önemli bir konuyu oluşturmakta ve literatürde bu konu ile ilgili çalışmalar kısıtlı kalmaktadır.

Kripto varlıklar gün geçtikçe hayatın her alanında kullanımı artmıştır. Günümüzde bir kripto para birimi olan Bitcoin'in dünya çapında kabul edildiği düşünülürse ticari hayatta ciddi bir şekilde yer alacağından bahsedilebilmektedir. Finansal piyasalar ve finansal araçlar bilgi çağı olarak adlandırılan çağımızın baş döndürücü hızına paralel olarak gelişmektedir. Yatırım araçları, işlemleri ve yatırımcı sayısı, internet teknolojisi ile birlikte yatırım platformlarının sanal ortama taşınmasıyla birlikte artmıştır.

Dünya'da Bitcoin ile adını duyuran kripto paraların işlem hacimleri önemli boyutlara ulaşmıştır. Kripto paralar henüz yasal anlamda yaygın kabul görmese de yüksek getiri oranı, kolay transferi, işlem maliyetlerinin yok denecek kadar az olması gibi nedenlerle işletmeleri cezbeden bir yatırım aracı haline gelmiştir. Günümüzde işletmeler kripto paralarla işlemlerini gerçekleştirebilmekte ayrıca kur getirisinden yararlanmak amacıyla kripto paralara sıklıkla yatırım yapmaktadırlar.

Çalışmanın birinci bölümünde blokzincirinin tanımı ve temel yapısı, blokzinciri teknolojisinin tarihsel gelişimi, amacı, kullanım alanları, çalışma sistemi, platformları, karakteristikleri, türleri ve avantajları hakkında açıklamalara ver verilmiş, Türkiye ve Dünya'da blokzinciri teknolojisiyle ilgili çalışmalara değinilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında üç taraflı muhasebe sistemi, kripto paraların muhasebeleştirilmesi ve blokzinciri teknolojisinin muhasebe alanında avantajları ve dezavantajlarına değinilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde denetimin amaçları, denetim türleri, denetim 4.0, dijital denetim, blokzinciri teknolojisinde denetim türleri ve blokzinciri teknolojisinin denetim alanında avantajları ve dezavantajlarına değinilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. KAVRAMSAL VE KURAMSAL AÇIKLAMALAR

Blokzincirinin altyapısı, günümüze kadar birçok farklı projeler için, birçok farklı şekillerde geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam edilmektedir. Çalışmanın bu kısmında da blokzinciri teknolojisi ve ilişkili kavramlar detaylı olarak incelenecektir.

1.1. Blokzinciri (Blockchain) ve Temel Kavramlar

Blockchain, Türkçeye ‘‘*blokzinciri’’* olarak tercüme edilmiş olup, Bitcoin ve kripto paraların alt yapısı bu sistem temeline dayanmaktadır. Blokzincirinin tanımı; ‘‘*Blockchain soyut olarak bir güvenlik protokolüne benzemekle beraber, aslında birbirinden farklı yaklaşımların kullanılabildiği onlarca farklı platformda, binlerce farklı uygulamanın hayata geçirilebileceği bir teknolojik yaklaşım*’’ olarak ifade edilmektedir (Usta ve Doğantekin, 2017: 30). Bu noktada, blokzinciri sistemi hem matematiğin hem de teknolojinin imkânlarından yararlandığı için manipüle edilemez ve bozulamaz bir sistem olarak ifade edilmektedir (Cundoğlu, 2018). Daha basit bir deyişle, blokzinciri için bilgisayar ağı demek mümkündür. Bilgisayar kullanıcıları, bu ağın yapı taşlarını oluşturmaktadır (Fersht, Zhang ve Spink, 2019).

Blokzinciri teknolojisi, bileşenlerin sistemdeki her bir bileşen tarafından güvenilmesi gereken merkezi bir entegrasyon noktasına güvenmeden, güvenilmeyen büyük bir katılımcı ağında merkezi olmayan ve işlemsel veri paylaşımı için ortak eşler üzerinde anlaşmalar bulabilecekleri yeni yazılım mimarileri formları sağlayan bir teknolojidir (Xu vd., 2016).

Blokzinciri, birçok düğümün veya veri işlemlerini takip eden bilgisayarların, dağıtık ağında çalışan, bir kronolojik veri tabanıdır. Belirli sayıda işlem hakkında bilgi düzenleyerek “*bloklara”* şifrelenmektedir. Her yeni blok, düğümler veya bilgisayarlar ağ üzerinden bir Fikir Birliği’ne (Konsensus) ulaştığı zaman onaylanır. Önceki yapılan tüm işlemlerin değiştirilememesini sağlamak amacıyla, şifreleme kullanılmaktadır. Bu sayede, katılan her düğümde kalıcı bir işlem kaydı

oluşturulmakta ve saklanmaktadır. Blokzinciri ve birçok DLT (Dağıtık Defter Teknolojisi) sistemleri; süreklilik, ölçeklenebilirlik, enerji tüketimi, güvenlik, mahremiyet, kişisel ve hassas verilerin korunması ile ilgili olup ve çoğu zaman varlık işlemleri, akıllı sözleşmeler, dijital imzalar ve sertifikalar gibi kayıt türlerini saklamak için kullanılmaktadır (Demirdöğen, 2019: 311-321).

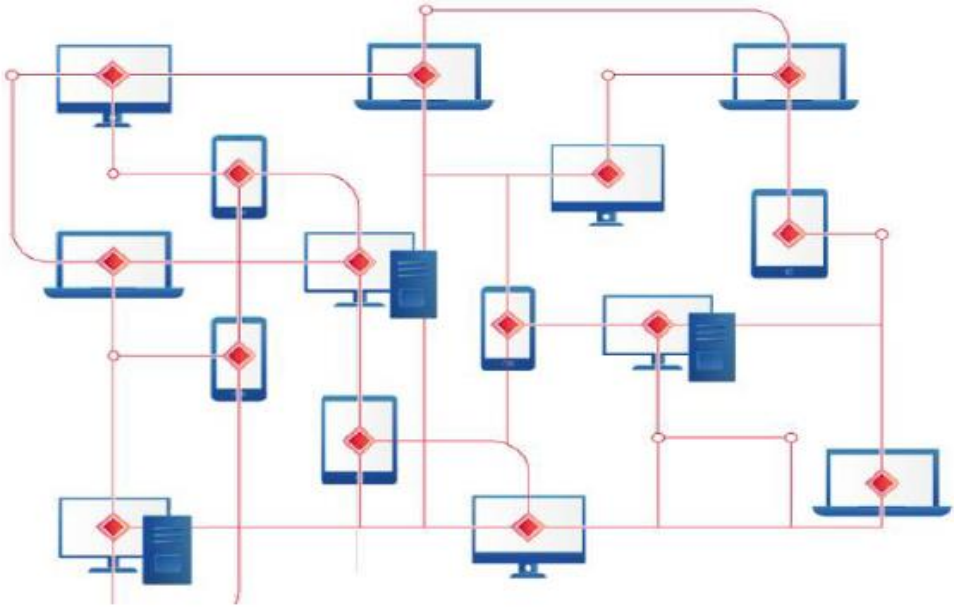
Blokzinciri teknolojisinin uygulaması, eğitimsel ve tıbbi kayıtlar gibi çeşitli dijital varlıkları yönetmek ve yayıncılık, perakende ve üretim, sağlık ve hükümet gibi sektörleri etkilemek için araştırılmaktadır. Farklı birçok endüstri ve sektörler üzerindeki potansiyel etkisinin ışığında, blokzincirinin şu anki durumu internetin ortaya çıktığı ilk günlerine benzetilebilmektedir (Rossum, 2017).

1.2. Temel Kavramlar

1.2.1. Uçtan Uca Ağ (Peer to Peer Network- P2P)

Uçtan uca (P2P) ağların en önemli özelliği, istemci ve sunucu yapısından farklı olarak her düğüm dağıtık bir iletişim modeli sağlamak için bir istemci ve aynı zamanda sunucu olarak çalışmasıdır (Bawa vd., 2003). Eşler arası ağlardaki katılımcı düğümler eşit derecede ayrıcalıklıdır. Ayrıca bir işlevi gerçekleştirmek veya bir hizmet sunmak için işbirliği yapılmaktadır. 1999 yılında Napster gibi eşler arası ağlarda dosya paylaşımı yapılan ağlarla popülarite kazanmıştır (Carlsson ve Gustavsson, 2001).

Şekil 1. Uçtan Uca Ağ Yapısı

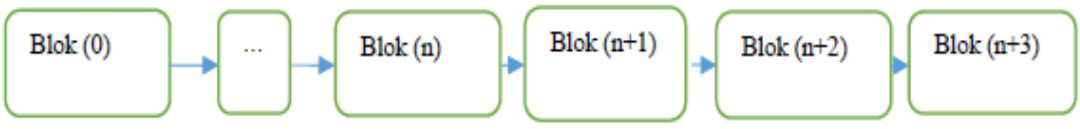


Kaynak: Lisk Academy, 2019

1.2.2. Kayıt Sistemi

Gelişen ve değişen teknolojiyle birlikte kayıt sistemleri farklı şekillerde karşımıza çıkmaktadır. Önceleri kayıt sistemleri tek kopya halinde bulundurulmaktayken zamanla bu kayıtların birden fazla kopyası cihazlara yüklenmeye başlanmıştır (Usta ve Doğantekin, 2017: 23). Bu süreç kısaca; dijital kayıt evrimi olarak tanımlanmaktadır. Kişilerin kayıtlar üzerindeki en ufak bir değişikliğin, yine kişiler tarafından onaylanması gerekmektedir. Onaylanan kayıtlar ağda dağıtılmakta ve dağıtılan tüm kayıtlar bir önceki kayda kriptografik bir şekilde bağlanmaktadır (T2 Yazılım, 2018: 13-14). Bu durum zincirin yapısını oluşturmaktadır.

Şekil 2. Kayıt Sistemi Blok Yapısı



1.2.3. İşlemler

Blokzinciri ağında, terminaller arasındaki varlık transferlerinin kayıtlarına işlem (Transaction) adı verilmektedir. Bu işlemler blokların gövdesinde saklanmaktadır ve blokzincirinin temel birimidir. İşlemler herhangi bir değerli varlığın bir adresten diğer başka bir adrese transfer edilmesini temsil etmektedir. Temel olarak bir işlem; Toplam Miktar, Girdi Listesi, Çıktı Listesi, Özet Değeri bilgilerinden oluşmaktadır (Camilleri ve Grech, 2017).

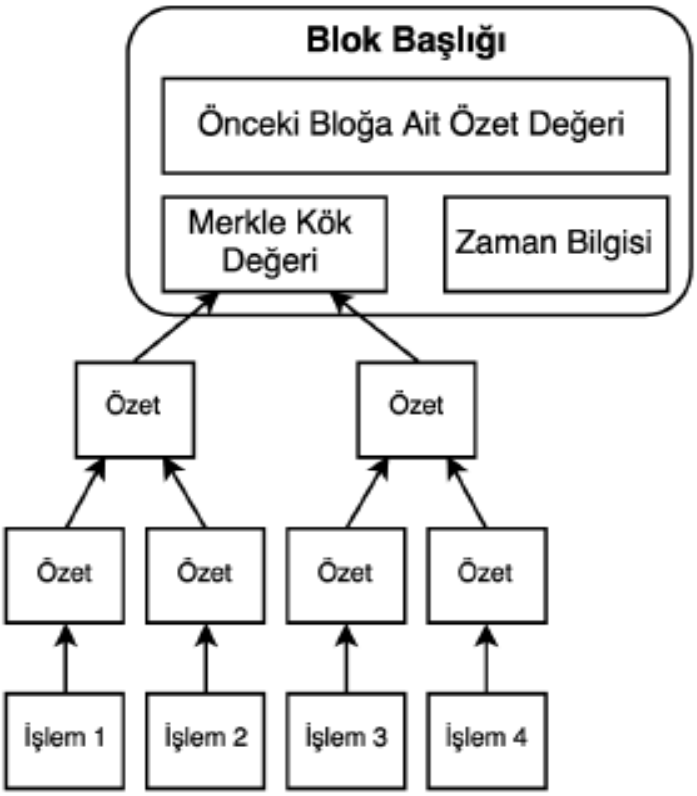
1.2.4. Bloklar

Bir blokzincirinde bulunan veriler *"blok"* adı verilen sabit yapılarda saklanmaktadır. Bir blok, iki kısımdan oluşmaktadır (Yaga vd., 2018). Bunlar:

Blok Başlığı (Header): Benzersiz bir blok referans numarası (Nonce), bloğun oluşturulduğu zaman (Timestamp), bir önceki bloğun başlığının özeti ve bu bloğun merkle root'unun özetinden (Hash of Block Data) oluşmaktadır.

Blok Gövdesi: Genel olarak yapılan işlemler gibi sayısal varlıkların ve talimatların onaylanmış bir listesi, miktarları ve bu işlemlerin taraflarının adreslerinden oluşmaktadır. En son bloktan itibaren, zincirde birbirine bağlı önceki tüm bloklara erişmeyi mümkün kılmaktadır. Bu nedenle bir blokzinciri, birinciden itibaren blokzincirinde yer alan tüm varlıkların ve gerçekleştirilen işlemlerin tüm tarihçesini korumaktadır. Böylece blokzincirinde yer alan veriler doğrulanabilir ve denetlenebilir hale gelmektedir.

Şekil 3. Blok Başlığı Yapısı



Kaynak: Blockchain, 2017: 101

Blok yapısının meydana gelmesi iki aşamada olmaktadır ve şekilde blok başlığı ve blok gövdesi görülmektedir. Blok, yapısının yanında farklı türlere de ayrılmaktadır. Bu bağlamda genel hatları ile iki farklı blok türünden bahsetmek mümkündür. Bunlar; özel ve genel (kamusal) bloklar olarak ifade edilmektedir (Shrestha vd., 2019: 3-4).

Genel (kamusal) blokzincirleri bir katılımcının herhangi bir merkezi otoritenin iznine gerek duymaksızın blokzincirine katılabilmesine veya etkileşim halinde olabilmesine olanak sağlayan açık bir yapıya sahip olabilmektedir. Diğer taraftan özel blokzincirleri ise erişimin sağlanmasının temelinde kontrol mekanizması bulunmaktadır. Bu türde kimlerin blokzincirine katılım sağlayabileceği, kimler tarafından görüntülemenin sağlanabileceği ya da yazabileceği yöneticiler tarafından kontrol edilebilmektedir. İki blokzinciri arasında bir karşılaştırma yapıldığında; genel blokzinciri özel olanlara göre başarısızlık riski çok daha düşük

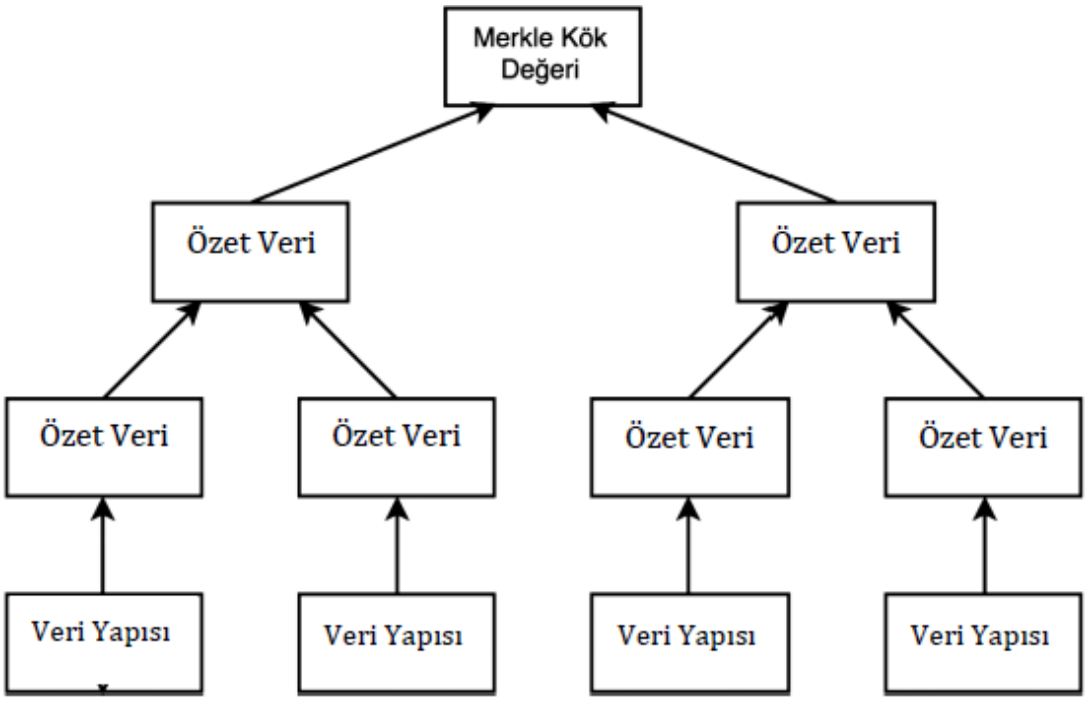
olan, kötü niyetli saldırılara karşı dayanıklı ve merkezi bir kontrol mekanizması olmayan yapıya sahip olmaktadır (Shrestha vd., 2019: 4).

1.2.5. Merkle Ağacı

Merkle ağacı, büyük verileri güvenli ve hızlı bir şekilde doğrulamak için kullanılan, güvenli özetleme yapısı üzerinde geliştirilmiş bir yaklaşımdır. Merkle ağaç yapısında ikili bir ağaç yapısı oluşturulup, en alt seviyeye veri kümesindeki parçalar yerleştirilir. Sonrasında en alt seviyeden yukarıya doğru 35 ikili bir şekilde özetleme değeri üretilerek ilerlenip, tüm ağaç yapısı için tekil bir özetleme değeri üretilmiş olur (Usta, Doğantekin, 2017).

Blokta bulunan verilerin bütünlüğünün kontrol edilmesini sağlayan blok başlıkları bünyesinde 3 unsur içermektedir. Bunlar; kendisinden bir önceki bloğa ait özet değeri, blokta yer alan tüm verilerin özetlenmesi ile oluşan Merkle Kök Değeri ve bloğun ait olduğu zamana ait bilgi verisidir (Tanrıverdi, Uysal ve Üstündağ, 2019).

Şekil 4. Merkle Ağacı Gösterimi



Kaynak: Kardaş ve Kiraz, 2018: 4

1.2.6. Dijital İmzalama

Blokzinciri teknolojisinde dijital imzalama, elde edilen bir verinin gerçekten gönderildiği kaynaktan gelip gelmediği, gönderilmesi esnasında üçüncü bir taraf tarafından müdahale edilip edilmediğini doğrulamak amacıyla kullanılmaktadır (Usta ve Doğantekin 2017: 120). Bu teknolojinin işleyiş temeli örnek olarak: "*X kişisi, Y kişisine şifreli bir mesaj göndermek istemektedir. X, bu nedenle Y ile açık anahtar bilgisini paylaşır. Daha sonra göndermek istediği mesajı SHA-256 gibi güçlü bir şifreleme algoritması ile mesajın özet değerini elde eder. Daha sonra bu özet mesajı kendi özel anahtarı ile şifreleyip, mesajın özet değerini oluşturur. Bu işlemi bir tür dijital imzalama olarak düşünebiliriz. Y mesajı aldığında, X'in açık anahtarı ile gönderdiği özeti çözer. Daha sonra kendisi mesajın özet değerini oluştur*ur. *Bu iki özet değeri karşılaştırır. Eğer bilgiler farklıysa iki tür ihtimal vardır: Mesajın özet verisini imzalayan kişi X değildir veya mesaj transferi sırasında üçüncü kişiler tarafından müdahale edilmiştir*" (Tanrıverdi, Uysal ve Üstündağ, 2019: 207).

1.2.7. Dağıtık Kayıt Defteri

Dağıtık kayıt defteri (Distributed Ledger) verinin birden çok yerde birden çok kontrol mekanizması ile saklanarak güvence altında tutulması olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemde kayıtlar değiştirilememektedir. Aynı zamanda kayıtlara müdahalede de bulunulmamaktadır. Blokzinciri teknolojisinde de bu sistem kullanılmaktadır ve birçok blokzinciri uygulamasında dağınık defter kayıt sistemi benimsenmiştir (Güven ve Şahinöz, 2018: 75). Bu fikrin altında yatan ana felsefe ise, birden çok bilgisayarın veya düğümün eş zamanlı olarak tüm veriye ulaşması ve değişikliklerin yine tüm düğümlere eş zamanlı tahsis edilmesi/senkron edilmesi üzerine kuruludur. Dağınık kayıt teknolojisi uygulanarak defter bilgilerinin dijital olarak kaydı sağlanmaktadır (Çetinkaya, 2018: 13).

Şekil 5. Ağ Yapıları



Kaynak: Blockchain 2017: 101

1.3. Blokzinciri Teknolojisinin (BZT) Tarihsel Gelişimi

Blokzinciri teknolojisinin temelini 1980'li yıllara dayandırmak mümkündür. Bu tarihte bir grup aktivist yazılımcı tarafından politik ve sosyal bir değişim meydana getirmek amacı ile kriptografinin ve gizliliğin geliştirilmesi temelinde yapılan e-posta yazışmalarına ve tartışmalarına dayandırmak mümkündür. Bu tartışmalar sonucunda örgütlenen yazılımcılar kendilerine "*Cypherpunk"* adını vermiştir ve böylelikle blokzincirinin temelleri atılmıştır (Tüfekçi ve Karahan, 2019: 161). Fakat blokzinciri teknolojisinin tarihini daha iyi anlaşılabilmesi adına Bitcoin öncesi ve sonrası dönem olarak ele almak mümkündür. Blokzincirinin tam ve verimli olarak çalıştığının Bitcoin ile ispatlanmasıyla, beraberinde blokzinciri teknolojisine inanılmaya başlanmış, Bitcoin ile ilgili 2008 yılında yazılan makale (Nakamoto, 2008), Blokzinciri için bir milat kabul edilebilir. Bitcoin öncesi dönemde, Stuart Haber ve W.Scott Stornetta 1991 yılında dağıtık bilgisayarlara verinin kriptografi algoritmaları kullanılarak gönderilmesi konusunda çalışmalar yapmışlardır. Blokların kriptografi algoritmalarıyla korunuyor olmaları, zaman damgalı olmaları günümüz blokzinciri teknolojisi ile bağdaşmaktadır (Narayanan vd., 2016).

Dünya, blokzinciri teknolojisini, Bitcoin'in popülerliğinden dolayı tanımıştır. Bitcoin ilk kripto para birimi olmamasına rağmen blokzinciri teknolojisini hayata geçiren ilk proje olarak ifade edilmektedir. 1982 yılında David Lee Chaum tarafından tanımlanan E-cash elektronik para uygulaması bu tarz kripto para birimlerinin atası olarak bilinmektedir (Alnıaçık, 2019). Sonraki yıllarda sayısız denemeler yapılmış olsa da Nakamato'nun Bitcoini toplum tarafından kabul edilen bu anlamdaki ilk çalışma olmuştur. Çünkü ilgili makalede eşler arası para transferinin üçüncü bir tarafın insiyatifine bağımlı olmadan gerçekleşmesinin detayları açıklanmıştır. Bunun yanı sıra daha önceden tanımlanmış pek çok teknolojiyi birleştirerek en güvenli yöntemin blokzinciri olduğu anlatılmıştır (Nakamoto, 2008).

2013 yılında Vitalik Buterin tarafından yayınlanan "*A next generation smart contract and decentralized application platform*" isimli makale çalışmasında akıllı sözleşmelerden bahsedilmesinden dolayı, blokzinciri tarihinde önemli olan makalelerden biri olarak kabul edilmiştir (cryptorating.eu, 2020). Ethereum Blokzinciri, üzerinde akıllı sözleşmeler ile birçok projenin çalıştırılabileceği büyük bir platform ağıdır. Satoshi Nakamoto makalesinde bankacılık sistemindeki üçüncü taraflara değinildiğinden ancak bankacılık sistemi dışında da üçüncü taraflara ihtiyaç duyulmayan yapıların tasarlanması gerektiğinden bahsedilmiştir. Ayrıca, bu yapının blokzinciri üzerinde taşınacak akıllı sözleşmeler vasıtasıyla sağlanması için çalışıldığı belirtilmiştir (Gerring, 2014). Bu teknoloji 2014 yılında fonlanmış ve 2015 yılında kullanılmaya başlanmıştır.

2017 yılına gelindiğinde ise blokzincirinin en fazla gelişme gösterdiği yıl olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü bu yıl içersinde çok sayıda altyapı üretilmiş ve bu altyapıların üzerinde çalışan platformlar geliştirilmiştir. Platformların üzerinde üretilen jetonların halka arz edilmesine ICO (Initial Coin Offerings), ilk dijital para arzı adı verilmektedir. Altyapı ve platformlar gibi ICO'ların sayısının da 2017 yılında çok fazla artış gösterdiği görülmektedir (Doğan, 2018).

Sonuç olarak ifade etmek gerekirse blokzinciri teknolojisinin gelişimi Bitcoin ile başlamıştır ve yukarıda saydığımız gelişmeler bu teknolojinin günümüzdeki haline gelmesine yardımcı olmuştur. Blokzinciri teknolojisi hala gelişme

aşamasındadır ve giderek tüm sektörlerde kullanımı yaygınlaşmaya başlamaktadır.

1.4. Blokzinciri Teknolojisinin Amacı

Son yıllarda teknoloji ve beraberinde getirdiği yenilikler, pek çok alana etki etmektedir. Blokzinciri teknolojisi günümüze kadar sundukları ve geleceğe yönelik vaat ettikleri ile güçlü bir gelişme olarak görülmektedir. Hemen hemen her alana uygulanabilir olması gerek tüketicilere, gerekse işletmelere önemli avantajlar sağlamaktadır. Günümüzde teknoloji kavramının dünya genelinde her alanda var olduğu ve hayati öneme sahip noktalara direk etki edebilmekte, teknoloji alanında yaşanan gelişmeleri takip etmek devletler, şirketler ve bireyler açısından oldukça önem arz etmektedir (Mendi ve Çabuk, 2018).

Son dönemlerde tüm dünyanın ilgisini çeken ve büyük merak uyandıran Bitcoin ve altında yatan blokzinciri teknolojisi giderek yaygınlaşan bir kavramdır. Sadece para transferine imkân sağlayan sanal para birimi olarak algılansa da, potansiyel olarak her sektöre uygulanabilecek devrim niteliğinde teknolojik altyapılara sahiptir. Blokzinciri teknolojisinin temel amacı, aracısız ve güvenli değer transferi yapabilmektir. Blokzinciri aracılık işlevini şeffaf ve yüksek güvenlikli bir sisteme yüklemektedir. Ticari veya bireysel sözleşmelerde bütün tarafların üzerinde anlaştığı maddelere sadık, dürüst bir hakem görevi görmesi, blokzinciri teknolojisinin temel işlevidir (Richter vd., 2015: 575).

1.5. Blokzinciri Teknolojisinin Kullanım Alanları

Blokzinciri teknolojisin popüler uygulaması Bitcoin kripto paradır. Blokzinciri teknolojisi ile Bitcoin ve ondan sonra çoğalan kripto paraların tamamı sorunsuz bir biçimde sürdürülebilmiştir. Günümüzde ise hem finansal hem de finansal olmayan dünyada geniş uygulama alanına sahiptir (Crosby, M.,2015: s.7). Bu bağlamda aşağıda farklı alanlardaki uygulama örnekleri incelenmektedir.

- ***Akıllı Kontratlar:*** Blokzinciri teknolojisi ile anonim bilgisayarlardaki kontrol işlemiyle kontratlar akıllı hale gelebilmektedir. Akıllı kontratlar temelinde, blokzinciri üzerindeki birer kod parçası olarak ifade edilmektedir. Sistem çalışma şekli olarak taraflar arasındaki vaatleri bir sözleşme haline

getirmektedir. Gereklilikler yerine gelince sözleşme otomatik olarak gerçekleşmektedir. Taraflardan birisi gerekli şartlardan birini yerine getirmez ise sistem sözleşmeyi iptal etmektedir. Başka bir ifadeyle, temelde bir eğer fonksiyonu sözleşmeye tanımlanmakta ve dağınık kontrol mekanizması tarafından onaylanmaktadır (Ünsal ve Kocaoğlu, 2018: 59).

- ***Eğitim:*** Kâğıt belgelerin kaybolma ve tahrip edilme risklerinin ortadan kaldırılmasını mümkün kılacak olması, eğitim alanına getireceği önemli bir katkıdır. Dokümanların orijinalliğinin izlenmesi, belgelerin depolanması ve kontrolü, diploma ve sertifikaların dünya çapında tanınır hale getirilmesi mümkün olacaktır (Compiler, 2018). Blokzinciri ile eğitim başvurusu yapıldığında, başvuru sahiplerinin kişisel verilerini kontrol etme ve saklama hakkı, başvuru sahiplerine devredilecektir. Bu durum, eğitim kurumlarına iş yükü ve çalışma saati açısından büyük tasarruf sağlayacaktır. Ayrıca tüm başvuru sahipleri için, ihtiyaçlara doğrudan cevap alabilecekleri bir etkileşim ortamı sunacaktır (Universa, 2018).
- ***Finans Dünyası:*** Ödeme işlemi, para transferi, takas yönetimi, alım-satım platformları, yetkilendirme, doğrulama, dijital kimlik yönetimi, doküman yönetimi gibi alanlarda blokzinciri teknolojisiyle birlikte değişim öngörülmektedir (Cognizant, 2020).
- ***Gıda:*** Gıda endüstrisinde zehirlenmeye neden olan mikroplar ya da satılan etlerde at eti DNA sarmallarına rastlanmış olması gibi karışıklıklar yaşançmaktadır. Gıdaların blokzinciri ile takip edilmesi sayesinde bu tip karışıklıkların ortaya çıkması tamamen önlenebilmektedir. Üreticiler tarafından dağıtıcılara zararlı ürün gönderilmesi tamamen engellenmekte, olası hatalar yapılsa bile hatalı ürünün kaynağı hızlıca tespit edilmekte ve gereken tedbirler alınabilmektedir (Yıldızbaşı ve Üstünyer, 2019: 458-465).
- ***Hava Taşımacılığı:*** Havayolu taşımacılığında müşteri sadakat programları oldukça önemlidir. Blokzinciri ile bilet alarak kazanılan dijital parayla havayolu şirketinin anlaşmalı olduğu yerlerden alışveriş yapmak mümkün olabilmektedir. Aynı şekilde bilet alanların kişisel verileri blokzinciri üzerine kaydedilip dijital bir jeton ile dolaşıma çıkarak havayolu şirketinin anlaşmalı olduğu araç kiralama şirketinin ve otel hizmetlerinin bilet alan müşteri

tarafından kolayca kullanılması sağlanabilmektedir (Hofman, Spek ve Brewster, 2017: 9).

- ***Hukuk:*** Verilerin değiştirilemeyecek olması, gerçek mülk sahiplerine ait bilgilerin de depolanarak belgesel bir kanıt olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Tapu kayıtlarının güvence altına alınmasının yanında, noterlik sistemini ortadan kaldıracaktır. Gayrimenkul işlemleri, akıllı sözleşmelerle online, güvenli ve hiçbir aracıya ihtiyaç duymadan gerçekleşebilecektir. (Compiler, 2018).
- ***Kamu Sektörü:*** Oylama, dijital kimlikler, dijital pasaport, vergi sistemi, enerji dağıtımı, doküman yönetimi, ödeme sistemi, dolandırıcılık tespiti, gümrük ve sınır kontrolü, sosyal güvenlik sistemi alanlarında kullanılabilecektir (Durgay ve Karaarslan, 2018).
- ***Kitlesel Fonlama:*** Blokzinciri teknolojisi ile kalabalık fonlar oluşturulabilmektedir. Herhangi büyüklükte bir yatırımcı kitlesel olarak fonlara dâhil olarak istediği yatırım organlarına yatırım yapabilmekte ve yeni girişimler fonlanabilmektedir. Sadece blokzinciri teknolojik altyapısı ile çalışan, fonlama işlemini sağlamaya yarayan yeni girişimler adlarından söz ettirmektedir (Şahin ve Nur, 2019: 3-4).
- ***Ödeme Sistemi:*** Ülkeler arası mevcut ödeme sistemleri incelediğinde göndericiden alıcıya gerçekleşen transferler için transfer süresince farklı noktalarda farklı aracıların bulunması sebebiyle gecikme ve yüksek maliyetler oluşmaktadır. Mevcut durum blokzinciri ağı ve akıllı sözleşme tabanlı yeni iş akışları ile tekrardan tasarlandığında düşük maliyetli, basitleştirilmiş, hızlı ve daha kolay kontrol edilebilir olacaktır.
- ***Sağlık:*** Hasta bilgilerinin mahremiyetiyle ilgili farklı çözümler sunulabilecektir. Sağlık verilerinin ve klinik kayıtlarının güvence altına alınması mümkün olacaktır. İlaç endüstrisi sahtecilikle mücadelede Blokzincirinden faydalanabilir. Efektif şekilde veri kontrolü sağlamasıyla risk grubunda olan insanların taranmasında ve özellikle kanser açısından risk altında olan hastaların belirlenmesinde kullanılabilecektir (Halpin ve Piekarska, 2017: 1-3).
- ***Tedarik Zinciri Yönetimi:*** Tedarikçiler, üreticiler, yetiştiriciler,

perakendeciler ve tüketiciler de dahil olmak üzere ekosistemdeki tüm katılımcıların dahil olabileceği ve ürüne, ürünün kaynağına dair tüm bilgilere en hızlı şekilde erişimin mümkün olacağı bir sistem sunuyor. Gıda güvenliğinin artırmak için blokzinciri teknolojisi kullanmaya başlayan pek çok gıda şirketi ve perakendeci bulunmaktadır (Watanabe vd., 2015: 577-578).

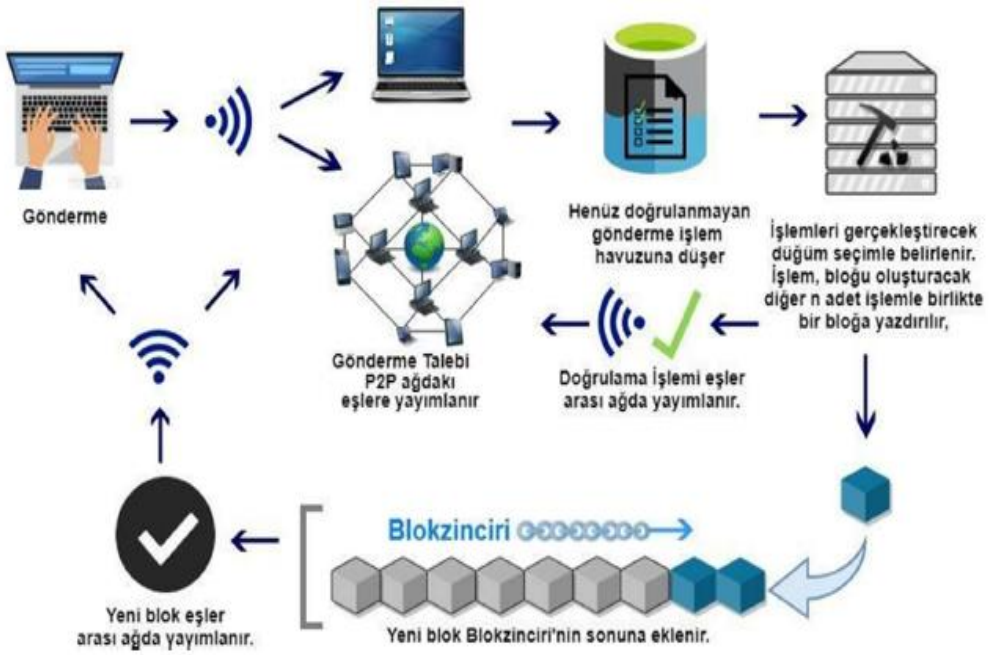
- ***Telif Hakkı Kayıt Sistemi:*** Blokzinciri teknolojisi internetin keşfi sonrasında yaşanan en önemli gelişmeler arasında gösterilmektedir. İlk olarak altın ya da para gibi varlıkların transfer edilmesi aşamasında gerçekleştirilen kayıtlara ait bilgilerin kanıtlanması ve teyit edilmesi amacı ile kullanılmıştır. Fakat sürecin devamında telif hakları konusunda da bu sistemin kullanılabileceği görülmüştür. Dijital kayıtlara ait telif haklarının bir blokzinciri ağı üzerinde tutulması mutabakat sistemleri sayesinde kaydın kontrol edilmesi ve kopyalanması durumunda bu durumun anlaşılmasına yönelik çözüm oluşturacaktır. Böylece dijital dünyada telif hakkı içeren verilerin güvenliği sağlanmış olacaktır (Kırbaş, 2018: 75-82).
- ***Veri Depolaması:*** Verilerin günümüzde bulut teknoloji ile internette depolanması en kullanılır yöntem haline gelmiştir. Bu bireysel kullanıcılarda icloud, Google Drive, Dropbox gibi uygulamalarla sağlandığı gibi şirketlerin de uygulama alanına girmiştir. Bu düşünüldüğünde merkezi olarak bir yerde saklanmak yerine, blokzinciri teknolojisinin sağladığı dağınık veriler sistemini kullanmak; bilgileri sağlıklı şekilde saklamak, kaybolmasını önlemek, hacklenmesine mani olmak faydalarını kullanıcılara sağlayacaktır. Bu sadece yapılabilir bir şey değil yapılması gereken bir yükseltme olduğu düşünülmektedir.

1.6. Blokzinciri Çalışma Sistemi

Blokzinciri, P2P ağlarda birbirine bağlı ve merkezi olmayan bir sistemde amacına uygun yazılımlar aracılığıyla çalışır. Bunun anlamı istemcinin merkezi bir sunucu yerine bir düğüme bağlanmasıdır. Blokzinciri teknolojisinde her bir düğüm, ağdaki tüm kayıtların bir kopyasını tutar. Bloklardaki herhangi bir verinin değiştirilmesi özetlerin değişmesine yol açacağından yapılan değişiklik kolaylıkla

fark edilir. Sistemdeki düğümlerin doğrulama yapabildiği dağıtık defterlerle bir merkeze güvenmeye gerek kalmadan doğru bilginin tutulduğu ispatlanabilir. En temel seviyede blokzinciri sisteminde işlem yapmak isteyen istemci bir özel anahtar ve ona bağlı bir açık anahtara sahip olmalıdır (Chen vd., 2018). Özel anahtarla imzalanan işlem P2P ağda yayınlanır. Bu yayınlama işlemi yalnızca alıcıya değil, ağın tamamına duyurulmak üzere bağlantı içerisinde olunan tüm düğümlere gönderilmektedir. Ağda kurulan tüm iletişimde gönderici ve alıcıyı güvenli biçimde tanımlamak için kriptografiden faydalanılır. Gönderilen doğrulanmamış işlem, doğrulanmamış işlemler havuzunda doğrulanmak üzere bekletilir (Narayanan vd., 2016: 66). Mesajı ilk defa alan düğümler işlemlerin kurallara uygunluğunu ve geçerliliğini denetler. Bir bloğun hangi düğüm tarafından yayınlanacağı uzlaşma (konsensüs) yöntemleriyle belirlenir. Yayıncı düğümün ürettiği blok bağlı olduğu diğer düğümlere iletilerek doğrulanır. Doğrulama sonrasında blok, dağıtık kayıt defterlerindeki zincirinin son halkası olarak blokzincire eklenmektedir (Salah vd., 10127-10149). İfade edilen blokzinciri çalışma prensipleri Şekil 6'da gösterilmektedir.

Şekil 6. Blokzinciri Sisteminin Çalışma Prensibi



Kaynak: Crosby, 2016

Zaman içerisinde, blokzinciri yapısını geliştirmek, yeni özellikler getirmek adına, fikir birliğiyle uzlaşı kurallarında değişiklikler yapılabilmektedir. Uzlaşı kuralları aşağıdaki konuları kapsayabilmektedir (Kurt ve David, 2016: 53-57):

- Blok Yapısı
- Blokzinciri Tipi
- Blokzinciri Yapısı
- Doğrulama Kuralları
- Fikir Birliği Yöntemi
- İşlemlerin Özellikleri
- Kullanılacak Algoritmalar

Uzlaşı kuralları çerçevesinde belirlenen bir düzende seçilen madenciler, blokzinciri için blok oluştururlar ve yine bu kurallara göre blokları doğrularlar. Birçok sistemde, madenci, blok ekleme işleminden kazanç sağlar. Oluşturulan sisteme göre değişmekle birlikte, her katılımcının madenci olarak, tüm veritabanını indirmesine gerek olmamaktadır. Merkle ağacı yapısının yardımıyla, blokların sadece başlık kısımları indirilerek, doğrulama ve kontrol yapılabilmektedir. Bu bloklar birbirlerine ardışık ve bindirmeli kriptografik işlemlerle bağlanarak kırılması imkânsız bir kripto zinciri oluşturmakta, veri bu zincir vasıtasıyla korunmaktadır (Jaikaran, 2018: 2-3).

1.7. Blokzinciri Platformları

Amerika da Mortgage krizinin patlamasıyla yaşanan finansal krizle birlikte insanların hükümetlere, bankalara, derecelendirme kuruluşlarına olan güvenleri oldukça zedelenmiştir. 2008 yılında yaşanan bu krizle dünyada finansal sistemde değişime neden olmuştur. Birçok ülkede borsalar değer kaybederken, finans şirketleri iflasın eşiğine gelmiş bunun yanı sıra birçok banka batmıştır. Tüm bu gelişmeler, insanların finans sistemine hem bakış açısını hem de güvenini zedelemiştir (Çağlar,

2007: 177-186). Böylelikle blokzincirinin temel platformları oluşmaya başlamıştır. Aşağıda bu platformlar ile ilgili temel bilgiler ve özellikler yer almaktadır.

1.7.1. Bitcoin

Bitcoin Satoshi Nakamoto takma adını kullanan bir bilgisayar programcısı tarafından 2009 yılında yaratılan bir dijital para birimidir. Sadece bilgisayar kodu olarak var olan bu para biriminin fiziksel bir temsili bulunmamaktadır. Bitcoin açık kaynak şeklindedir ve üçüncü tarafa (Visa, Paypal, Skrill vb.) ihtiyaç duymadan paydaşlar arasında doğrudan doğruya işleme konu olabilmektedir. Bir üçüncü taraf olmamasına karşın, işlemler karmaşık algoritmaların çok güçlü bilgisayarlar tarafından çözülmesi ile doğrulanmaktadır. Bu özel para birimi herhangi bir merkez bankasının kontrolünde olmadığından para talebiyle birlikte para arzı da kullanıcılar tarafından tayin edilmektedir (Dinu, 2014).

Satoshi Nakamoto'ya göre, internet üzerinden yapılan ticaretin sadece güvenilir üçüncü taraflara bağlı olduğu güven temelli mevcut sistem özünde bazı zayıflıkları barındırmaktadır. Hali hazırdaki sistemde, tamamen geri döndürülemez işlemler olasılık dışıdır. Ayrıca, arabuluculuk maliyetleri işlem maliyetlerini artırdığından, minimum işlem hacmini sınırlandırmakta ve daha küçük miktarlardaki işlemlere fırsat vermemektedir. Belirli orandaki sahtekârlıklar kaçınılmaz kabul edilebilir ve bu hususdaki maliyet ve ödeme belirsizlikleri fiziksel para kullanılarak yüz yüze çözülebilir. Ancak, güvenilir bir üçüncü taraf olmaksızın bir iletişim kanalı vasıtasıyla ödeme yapmayı mümkün kılan bir sistem bulunmamaktadır (Kurt, 2017: 9-13). Bu noktada, taraflar arasında doğrudan işlem yapmak için ihtiyaç duyulan şey güvenden ziyade şifreleme yöntemiyle işlemin doğruluğunu kanıtlayan elektronik bir ödeme sistemidir. Geri döndürmesi olanaksız işlemler satıcıyı dolandırıcılıktan korurken emanet mekanizması ise alıcıyı güvence altına almaktadır. Satoshi Nakamoto üçüncü taraf olmadan işlem güvenliğini sağlamak ve çift harcama problemine çözüm bulmak için taraflar arasında işlemlerin kronolojik sırasını hesaba dayalı biçimde kanıtlayan dağıtılmış sunucular kullanmayı önermiştir (Kurt, 2017: 9-13).

1.7.2. Ethereum

Kendine ait bir makine tarafından diğer programlanabilir bilgisayarların yapabileceği hesaplamaları yapabilme kabiliyeti olan kripto para türüdür. Her bir düğüm tarafından üretilen ve yürütülen komut dosyalarını veya sözleşmeleri kaydeder. Zincire katılan bir istemciye yerel şifreleme para birimiyle ödemeler yapar. Bu birimin adı 'eter'dir. Resmen 2015 yılında başlatılan Ethereum, birçok firmanın ilgisini çekmiştir (Karataş, 2018: 399-406).

2011 yılında "Vitalik Buterin" adında 19 yaşındaki bir genç blokzinciri teknoloji ile yeni bir platform tasarlamıştır. 2 sene içerisinde tasarladığı sistem için onlarca makale yayınladı. 2013 yılına gelindiğinde tasarladığı sisteme "Ethereum" adını vermiştir. Merkezi olmayan, akıllı sözleşmeleri kolaylaştıran ve yöneten bu platformda kullanılan para birimine "Ether" denilmektedir. Ethereum, madenciliği CPU (Central Processing Unit) ile değil sadece GPU (Graphics Processing Unit) ile yapılmaktadır. Yani grafik kartına sahip olan herkes tarafından kullanılabilmektedir. Ethereum platformunu kuran Buterin, 2014 yılında kazandığı "Thiel" bursu ile ve son dönemlerde firmalar arasında çokça kullanılan başarılı bir "crowdsourcin" yani kitle kaynak kullanımı kampanyası ile 18 milyon USD toplamış ve Ethereum gelişmeye başlamıştır (Nebil, 2018: 45).

1.7.3. Hyperledger

Hyperledger, 2015 yılının sonunda Linux Vakfı tarafından başlatılan açık kaynak kodlu bir blokzinciri platformudur. Aynı zamanda tek bir blokzinciri yapısı oluşturmak yerine, kendi içerisinde de farklı birçok alt projelere destek vermeyi amaçlayan, sektörler arası blokzinciri teknolojisini geliştirmek için oluşturulmuş bir iş birliğidir (Usta ve Doğantekin, 2017). IBM tarafından yönetilmekte olan Hyperledger Fabric, yüksek ölçekli blokzincir uygulamalar geliştirmeyi sağlayan temel bir projedir (Blockchaindanismanlik.com).

1.7.4. Ripple

Ripple, McCaleb ve Chris Larsen tarafından 2012 yılında tasarlanarak, ortak hesap defterinde her türlü emtianın satın alınmasına olanak sağlayan ağ geçidi olarak

isimlendirilen bir konsept kullanarak çalışabilmektedir. Bu konseptteki ağ geçitteki emtia sahibi olan bireyler veya şirketlerdir. Ripple, bankaların doğrudan işlem yapmasını sağlayarak toplam anlaşma maliyetlerini aşağı çekmektedir. Uluslararası yapılan SWIFT para transferlerini daha hızlı ve daha ucuz bir biçimde gerçekleştirebilmektedir (Demartino, 2018). Merkezi bir yapıya sahip olan Ripple'da madencilik bulunmamaktadır. Geliştiriciler tarafından blokzinciri üzerinde üretilen belirli sayıda Ripple ile çalışmaktadır. Swıft'in yerine geçecek olan sistemde XRP kullanılmamaktadır. Ripple'ın kurucuları dünya çapında 100'e yakın banka ile sözleşme imzalamış bulunmaktadırlar. Akbank, blokçuluk alanındaki atılımı yapan ilk Türk bankası olmuştur (İnci ve Alper, 2018: 84). Hızı ile de ön plana çıkmakta olan Ripple, ATB (Kanada) ile Reisebank (Almanya) arasında gerçekleştirilen testlerde normal zamanlarda dört gün süren para transferlerinin 8 saniye içinde gerçekleştirmiştir (Usta ve Doğantekin, 2017: 72).

1.8. Blokzinciri Karakteristikleri

Blokzinciri teknolojisinde her türlü yapı tarafından varlıklar korunmakta, örgütlerin sınırları tespit edilmekte ve ülkelerin, kuruluşların, toplulukların ve bireylerin arasında gerçekleşen etkileşimlerin yönlendirilmesi sağlanmaktadır. Buna karşılık bunların yönetilmesinin sağlanması adına kurulmuş olan bürokrasi ve çeşitli araçlar ile ekonomide meydana gelen dijital dönüşüme yeteri kadar uyum sağlanamamıştır. Bu durumda dijital dünya içerisinde idari kontrolün düzenlenmesi ve değiştirilmesi bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır. Bu sorunun çözümü noktasında ise blokzinciri çeşitli çözüm önerileri getirmektedir. Dolayısıyla blokzinciri, taraflar arasında gerçekleştirilen işlemleri doğrulanabilir, kalıcı olarak kaydedilebilen, etkin ve dağıtılmış bir kayıt defteri fonksiyonunu üstlenmektedir. Defterlerin doğrudan işlemleri otomatik bir şekilde tetiklemeye uygun olarak programlanması da mümkün olmaktadır (Ianisti ve Lakhani, 2017).

Genel hatları ile blokzinciri teknolojisinin temelinde var olan ilkeler ise aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (Ianisti ve Lakhani, 2017):

- **Dağıtımlı Veri Tabanı:** Blokzincirinde yer alan katılımcıların tamamı veri tabanlarına ve geçmişe erişim sağlayabilmektedir. Bu durumda veriler tek

taraflı olarak kontrol edilmemektedir. Katılımcıların her biri herhangi bir aracıya gereksinim duymaksızın işlem ortakları tarafından gerçekleştirilen kayıtları doğrulayabilmektedir.

- **Eşler Arası İletişim:** İletişim süreçleri merkezi bir düğümden ziyade direk olarak katılımcıların arasında gelişmektedir. Düğümlerin her biri diğer düğümler için bilgileri depolamakta ve iletilmesini sağlamaktadır.
- **Kayıtların Değişmezliği:** Kaydı gerçekleştirilen bir bilginin sistemden silinmesi için tüm madencilerin anlaşması gerekmektedir. Eski zincirin bir başkasında bulunması durumunda silinmeye çalışılmakta olan bilgilerin kanıtlanması mümkün olmaktadır. Madenciler arasında da bir rekabetin olduğu göz önünde bulundurulduğunda verilerin silinmesinin ne denli zor olduğu daha iyi anlaşılmaktadır. Dolayısıyla verilerin değiştirilmesi ile blokzincirinin kriptolojik bütünlüğünde bozulma meydana gelmektedir.
- **Kullanıcı Kimliği ile Şeffaflık:** İşlemlerin tamamı ve bu işlemlerle ilgili sistemler tüm katılımcılar tarafından görüntülenebilmektedir. Blokzincirinde yer alan kullanıcı ya da düğümlerin tamamı kendisini tanımlayan otuzun üzerinde karakterden oluşan rakam ya da harflerle bir adres sahibi olmaktadır. Kullanıcılar tarafından anonim bir şekilde ya da diğerlerinin kimliğini kanıtlayarak sistem içerisinde yer almak mümkün olmaktadır. Sistem içerisinde işlemler, ifade edilen adresler arasında gerçekleştirilmektedir.
- Sayısal Hesaplamalı Mantık: Kayıtların tutulmasının dijital doğası, blokzincirinde gerçekleştirilen işlemlerin hesaplanması mantığı ile ilişkili olmaktadır. Bu nedenle sistem içerisinde yer alan kullanıcılar tarafından işlemlerin kendiliğinden gerçekleştirilmesini ya da başlatılmasını sağlayan algoritmalar ile birlikte kurallar geliştirilebilmektedir

Sonuç olarak ifade etmek gerekirse; böylesine bir sistem içerisinde kötü niyetli müdahaleler için uygun zemin oluşmamaktadır. Blokzinciri tabanını kullanmakta olan sistemler, mutabakat protokolü ya da dağıtık yapısı gibi teknolojinin unsurlarını bir araya getirerek benzerlik gösteren güvenlik sistemlerine nazaran çok daha düşük maliyetlerle oluşturulabilmektedir (METI, 2017: 1-3).

1.9. Blokzinciri Türleri

Blokzinciri teknolojisi geliştikçe, iki tip blokzinciri ortaya çıkmaktadır. Bunlar izinsiz ve izinli blokzincirleridir. Bitcoin gibi izinsiz bir blokzincirinden herhangi bir varlık kullanabilir ağa katılmak için bilgisayarlarını veya mobil cihazlarını kullanarak işlem yapabilmektedir. İzinsiz bir blokzincirinde, belli bir merkezin yok sayıldığı bir anlayışa sahiptir ve işlemler oldukça rahat gerçekleşmektedir. İzinli blokzinciri, üyelik ve kontrol prosedürlerinde kısıtlamaları olan bir tür blokzincirini ifade eder. Örneğin Ripple gibi bir blokzincirinde, içsel bir yapılandırma, belirli üyelerin erişebileceği ve yeni üyelerin kabulünün onaylanabileceği bir zincirdir. Farklı üyelerin farklı erişim kontrolü yetkileri olduğu için, izin verilen bir blokzinciri kısmen merkezi olmayan olarak kabul edilir. Erişim kontrol katmanlarının uygun duruma getirilmesiyle, izin verilen bir blokzincirinin, gizlilik ve işletme yönetimi gereksinimlerini karşılamak için izinsiz bir blokzincirinden daha büyük bir potansiyeli vardır (AICPA ve CPA Canada, 2017).

İzinsiz blokzinciri ağları, herhangi bir kısıtlaması olmadığından dolayı izin gerektirmeyen blokzinciri ağı olarak da isimlendirilmektedir (Drescher, 2017: 220). İzinli blokzinciri açık ağların işleyişine tam ters bir işleyiş bulunmaktadır. Ağa dahil olmak, mutabakat sürecine katılmak ve kayıt verilerine ulaşmak sadece belli bir grubun veya belli bir kişinin sahip olabileceği özelliktir. Aslında belli bir merkezin yok sayıldığı anlayışın tam olarak sağlanmadığı ve Nakamoto'nun kaçındığı ağ modeli olmasına rağmen büyük ölçekli şirketlerin iş sırlarını koruması için uygulaması gereken blokzinciri ağ türü olarak karşımıza çıkmaktadır (Rothman, 2018).

İzinli blokzinciri ağlarının halka açık blokzinciri ağlarına kıyasla daha verimli performans sunar. Açıkça tanımlanmış yönetişim yapıları vardır. Yüksek özelleştirilebilirlik, erişim kontrolleri ve daha iyi ölçeklenebilirlik yapıya sahiptir. İzinli blok zinciri ağlarının şeffaf olması gerekmez. Ancak işletmelerin iç organizasyonuna bağlı olarak şeffaf olmayı seçebilirler. Gizlilik merkezi düzeyde gerekli değildir ve kullanıcı durumuna göre belirlenebilir. Yönetişim, iş ağının üyeleri tarafından belirlenir. Merkezi düzeyde kararların nasıl alınacağını belirleyen

çeşitli dinamikler vardır. Ancak burada, tüm ağın bir değişikliği kabul etmesi gereken fikir birliğine dayalı mekanizmalara gerek yoktur (blockchain-council.org).

1.10. Blokzinciri Teknolojisinin Avantajları

Çalışma yapısı itibariyle blokzincirinin birçok avantajı bulunmaktadır. Tamamen dağıtık olması, yüksek erişilebilirlik imkânı sunmakta ve DDOS saldırılarına karşı sistemi dayanıklı kılmaktadır. Dağıtık ve şeffaf yapı, aynı zamanda, merkezi kontrol yapıları bulunmayan sistemler kurulmasına olanak sağlamakta, bu da sistemlerde kişi ve kurumlara güvenme gereğini ortadan kaldırmaktadır. Zincir yapısı sayesinde ise verinin bütünlüğü sağlanmaktadır. Eski bir veriyi değiştirmek, tüm zincirin yeniden oluşturulmasını gerektireceğinden, oldukça zordur. Tüm verinin kontrol edilebilirlik ve doğrulanabilirlik noktasında, veri şeffaf ve herkes tarafından erişilebilir olmasıdır (Akleylek ve Seyhan, 2018: 31).

Konvansiyonel sistemlerle kıyaslandığında blokzinciri teknolojisi ile geliştirilen sistemlerde kötü amaçlı müdahalelerin yapılması çok daha zorlu olmaktadır. Ayrıca sistemin devre dışı kalma süresinin ortadan kaldırılabilmesi adına ucuz sistemlerin geliştirilmesi öne çıkan özellikleri arasında yer almaktadır. Bu durumun bir sonucu olarak söz konusu teknolojilerin birçok alanda hayata geçirilebileceği öngörülmektedir. Tüm bunlara ek olarak teknolojinin mevcut özelliklerinin doğru değerlendirilmesi ve var olan diğer sistemlerle karşılaştırılabilmesi adına kıyaslama ölçütlerine ve endekslerine gereksinim duyulmaktadır (METI, 2017, 1-3).

1.11. Blokzinciri Teknolojisinde Bulunan Kripto Paralar

Kripto para, şifreli paradır ve şifreli para ifadesinin kullanılmasının temel nedeni ise şifreli bir şekilde oluşturulmasıdır. Bu paranın alınıp satılması ancak şifre sayesinde mümkündür. Bu nedenle sanal para da denilmektedir. Çünkü, kripto para dijital ortamda oluşturulmakta ve yine dijital ortamda işlem görmektedir (Alpago, 2018: 414). Blokzinciri teknolojisindeki platformların ve platformların altyapısını kullanan belli başlı kripto paralar bu bölümde anlatılmaktadır.

1.11.1. Bitcoin

Kripto paraların ilki Bitcoin 1 Kasım 2008 tarihinde bir grup veya şahıs olan Satoshi Nakamoto tarafından geliştirilmiştir. Bitcoin parasal değer karşılığı basılan, fiziki bir değeri olmayan, özel donanımlı bilgisayarlarda şifreli ve güvenli bir şekilde saklanan kripto paradır. Bitcoin ile insanlar yüz yüze olmadan ve herhangi bir ödeme aracına (Kredi kartı, PayPal, Western Union) ihtiyaç duymadan düşük maliyetli transfer işlemleri yapabilmektedir. Nakamoto'nun makalesine göre Bitcoin'in işleyişi eşlerden eşlere elektronik nakit akışı şeklinde gerçekleşmektedir. Bitcoin, fiziki olarak hiçbir zaman basılmamıştır ve dijital ortamda insanların onu benimseyip kullanmasıyla faaliyete geçmektedir. Bitcoin eşler arası çalışan Peer to Peer (P2P) network ağı üzerinde işlem görmektedir. Bu ödemeler iki taraf arasında üçüncü bir itimat edilecek kişiyi araya sokmadan şifreli bir şekilde yapılmaktadır. Taraflar arasında nakit transferi yapılırken işlemler tarih sırasına göre, işlemin doğruluğu kanıtlanarak çift harcamalar (mükerrer harcamalar) engellenmiş bir biçimde bloklar halinde dizilmektedir (Nakamoto, 2008).

1.11.2. Ethereum

Bitcoinden sonra kripto paraların en bilineni akıllı sözleşmeler üzerine çalışmalar yapan Ethereum kripto parasırdır. Ethereum'un kurucusu olan Vitalik Buterin, 2011 yılında Bitcoin magazin dergisini çıkartmıştır ve 2013 yılında Bitcoin içerisine kod yazabilme önerisinde bulunmuştur. Fakat olumlu karşılık bulamayınca, kodlama yapılabilen farklı bir kripto para önermiştir. 2018 yılında 100 milyar piyasa değeri ile en büyük ikinci kripto para olmuştur. Ethereum madenciliği işlemciler ile değil de grafik işlemciler ünitesi ile yapılır. Bitcoin madenciliği için teknik donanım ve yatırımın fazla olmasından dolayı evlerde madencilik yapmak son zamanlarda oldukça azalmıştır. Fakat Satoshi Nakamoto merkezilikten tamamıyla uzak bir üretim yapmak amacıyla yola çıkmıştır. Bitcoin için en büyük eleştiri birkaç tane büyük madencinin sistemi domine etmesidir. Ethereum madenciliğinde ev bilgisayarları kullanıldığından, Ether üretimi oldukça gayri merkezidir (Güven ve Şahinöz, 2018).

1.11.3. Xripple

Xripple kripto parası, Ripple adında kurulmuş şirketin çıkarmış olduğu bir kripto para birimidir. Şirket kurulmadan 100 milyar tane XRP üretmiştir ve daha fazla XRP üretilemeyeceği için madenciliği yapılamamaktadır. Ripple bloklarının üretimi iş kanıtı mutabakatında kullanılmaktadır. Taraflar arasında transferler sonucu komisyon olarak Ripple kesilmekte ve bu kesilen miktar piyasadan silinmektedir. Kripto para Xripple ile para aktarımları döviz üzerinden yapılmamaktadır. XRP ile transferler hızlı ve düşük komisyonlar ile yapılmaktadır. Ripple şirketinin diğer iki ürünü XCurrent ve XVia'dır. XCurrent, bankalar tarafından tercih edilen, Swift benzeri bir sistem olarak çalışan, uluslararası ödemelerde kripto para değil de döviz kullanılan bir üründür. XVia ise XCurrent benzeri fakat bankaların yanında kurumların ve şirketlerin kullanımını da gerçekleştirebildiği bir üründür (Güven ve Şahinöz, 2018).

1.11.4. Litecoin

Litecoin, eski bir google personeli olan Charlie Lee tarafından 7 Ekim 2011 tarihinde GitHub üzerinden piyasaya sürülmüştür. Bitcoinden daha hızlı olma amacıyla planlanmıştır. Bitcoinin değerini altına benzetenler, Litecoin'i gümüşe benzetmektedirler. Mal ve hizmet takasında hızlı bir ödeme aracı olma alternatifi sağlamak isteyen Litecoin merkeziyetsiz bir yapıdadır. 60 milyon civarında dolaşımda olan Litecoin'in üretimi tamamlandığında 80 milyona ulaşacaktır (blockgeeks.com).

1.11.5. Cardano

Cardano, merkezi olmayan uygulamalar için dağıtılmış bir hesaplama platformu ve ekosistemdir. Platform, blockchain sistemlerinin bilinen tüm sorunlarını en önemlisi birlikte çalışabilirlik, ölçeklenebilirlik ve esneklik konusunda gelişme amacıyla oluşturulmuştur. Bilimsel bir yaklaşım amaçlayan ve hakemli akademik araştırmalara dayanan bir zeminde inşa edilmiştir. Cardano, sorunsuz ve güvenli gelişmiş akıllı sözleşme işlevselliği ve varlık transferini barındırma ve çalıştırma yeteneğini sağlamayı amaçlamaktadır (coinkolik.com).

1.12. Dünyada ve Türkiye'de Blokzinciri Teknolojisi

Çalışmanın bu bölümünde, Dünyada ve Türkiye'de kripto para ve blokzincirine ilişkin yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. Daha sonra bu teknolojinin kullanım alanları dünya ülkeleri ve Türkiye açısından değerlendirilmiştir.

1.12.1. Dünya'da Blokzinciri Teknolojisi ve Uygulamaları

Küresel düzeyde dağıtık uygulamaların geliştirilmesine dair son dönemlerde güçlü bir eğilim ortaya çıkmaktadır. 2017 Senesinde Deloitte firmasının GitHub platformu üzerinde yapmış olduğu bir araştırma doğrultusunda dünyada yaklaşık olarak 87 bin adet blokzinciri temelli çalışan dağıtık uygulamaların var olduğu öne sürülmüştür (Deloitte, 2017). Dünya genelinde blokzinciri teknolojisi ile geliştirilen bazı uygulamalar örnekleri ise aşağıdaki gibidir.

- **IBM:** Blokzinciri teknolojisinde oldukça önemli bir konumda olduğu bilinen IBM, tüketiciler ve işletmeler adına özelleştirilmiş olan sınır ötesi ödemelerin gerçekleştirilmesi noktasına transfer maliyetlerini ve sürelerini azaltman adına tasarlanan blokzinciri bankacılık çözümünü açıklamıştır. Geliştirilen çözüm, KlickEx Group ve Stellar ile iş birliği halinde Avustralya, Birleşik Krallık, Pasifik Adaları ve Yeni Zelanda genelinde 12 farklı para birimi ile işlemlerin canlı olarak gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır (IBM, 2019).

- **Mediachain:** Bu alanda geliştirilen teknolojilerin bir ürünü olarak ortaya çıkan Mediachain ile paylaşılmakta olan kültürel miraslar, dijital ortamlarda kullanılan müziklerin lisansları ve herhangi bir merkezi olmayan medya uygulamalarına yönelik ölçeklenebilir depolama çözümleri geliştirilmektedir. Bir diğer ifade ile geleneksel veri tabanı fonksiyonun blokzinciri ile merkezi bulunmayan küresel düzeydeki ortamlarda işletilmesi mümkün olmaktadır. Mediachain, çok sayıda katılımcı adına merkezi bir risk ya da kontrol sistemi olmadan verilerin yayınlanması ve kullanıcılar tarafından keşfedilmesi amacı ile konulara ya da uygulamalara göre dizayn edilmiş mantıksal bir alan ortaya koymaktadır (http://www.mediachain.io/#, 2020).

- **SWIFT:** Bankalar Arası Finansal Telekomünikasyon Derneği'nin kısaltması olan SWIFT, uluslararası düzeyde gerçekleştirilen ödemeler adına eşanlamlı şekilde kabul edilmektedir. 2017 Yılına gelindiğinde SWIFT, Nostro hesaplarını takip etmekte ve yönetimini sağlamakta zorlanmakta olan bankalara destek vermek amacı ile sınır ötesi ödemeler adına PoC (Proof of Consept) kullanımına başlanmıştır (Swift, 2017). Sınır ötesine yönelik gerçekleştirilen ödemeler için yeni standartların belirlenmesi amacını taşıyan SWIFT'in küresel ödemelere yönelik inovasyonlarının bir parçası olarak da değerlendirilmektedir. Proof of Concept blokzinciri uygulamasına yönelik testler için 2017 yılının Temmuz ayında 22 farklı banka daha sistemin içerisinde yer almaya başlamıştır. Sistem içerisinde yer alan bankaların sayısı 2018 yılının Mart ayında ise 34'e yükselmiştir (Swift, 2017).

- **Corda:** İşletmelerin kendi arasında gerçekleştirdiği sözleşmelerin kaydedilmesi, söz konusu sözleşmelerin otomatikleştirilmesi ve yönetilmesi adına Corda tasarlanmıştır. Geliştirilen bu platformda akıllı sözleşmelerin temelinde yer alan mantıktan hareket ederek sözleşmelerin daha farklı sistemler içerisinde ve farklı şartlar altında kayıt altında tutulmasının önüne geçilmesi ile birlikte gereksiz teyit işlemleri, sözleşme ihlalleri, eşleşmelerin hatalı olması gibi sorunlara çözüm üretilmesi amaçlanmıştır (www.corda.net, 2020). Platform içerisinde veriler yalnızca sözleşmenin kapsamında yer alan ve hukuki olarak sözleşmede yer alan bilgilere erişmesi gerekli olan taraflarca görülebilmektedir. İlgili veriler, ağ kapsamında yer alan farklı makinelerle paylaşılmamaktadır. Sistemin mutabakat yapısı sistemin genelinde olmaktan ziyade işlem düzeyinde olmaktadır. Gerçekleştirilen işlemlerin doğrulanması yalnızca sözleşme kapsamında yer alan taraflarca sağlanabilmektedir (Usta ve Doğantekin, 2017).

- **OpenBazaar*:*** 2014 yılının Nisan ayında Toronto'da gerçekleştirilen yazılım yarışmasının (hackathon) kazanını olan Dark Market projesinden ilham alarak OpenBazaar uygulaması geliştirilmiştir. Merkezi bir kontrol mekanizması olmayan bir pazar içerisine e-ticaret işlemlerinin gerçekleştirilmesi adına bir protokol oluşturan ve kripto para birimlerini

değişim aracı olarak kullanmakta olan açık kaynaklı bir proje olma özelliğine sahiptir. Faaliyetlerine 2016 yılında başlayan OpenBazaar ile elektron ortamda ticari faaliyetlerini sürdürmekte olan eBay, Amazon gibi oluşumların karşısına önemli bir alternatif olarak çıkmış ve alıcı ve satıcıların doğrudan birbirine bağlamasını sağlamıştır (Usta ve Doğantekin, 2017). Herhangi bir aracı kurum olmaksızın taraflar arasında yapılan alışverişlerde yine tarafların belirlemekte olduğu kısıtlamalara ek bir kısıtlama olmaksızın işlemler gerçekleştirilebilmektedir. OpenBazaar tarafından, taraflar arasındaki işlemlerin güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi adına blokzinciri yapısından yararlanılmaktadır. Uygulamanın indirilmesi ve kullanımına yönelik kullanıcılar herhangi bir maliyetle karşılaşmamaktadır (www.openbazaar.org, 2020).

Türkiye'nin de aralarında bulunduğu birçok ülkenin kripto paralara ve blokzinciri teknolojisine tutumları, olumlu, olumsuz ve tarafsız olarak aşağıda listelenmiştir.

1.12.2. Türkiye'de Blokzinciri Teknolojisi ve Uygulamaları

Son dönemlerde birçok farklı ülkede olduğu gibi Türkiye'de de blokzinciri uygulamalarına yönelik güçlü bir eğilim ortaya çıkmaya başlamış, konuya dair çalışmalar yapmak üzere farklı araştırma birimleri, topluluklar ve vakıfların kuruluşu gerçekleşmiştir. Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi (TUBİTAK Bilgem) tarafından kurulmuş olan Blokzinciri Araştırma Laboratuvarı ile bu alanda önemli uzmanların bir araya getirilmesi neticesinde işletmeler tarafından blokzinciri teknolojisinin anlaşılması, kullanım becerilerinin geliştirilmesi, mahremiyet analizlerinin yapılması, takip edilebilirlik, güvenlik gibi teknik alanlarda çözümlerin araştırılması amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda tedarik zincirleri, risk yönetimi, sağlık hizmetleri, nesnelerin interneti gibi alanlarda işlemlerin daha basit düzeye indirgenmesi, güvenli bir şekilde işleyişin sağlanması için ağların kurulmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır (BİLGEM, 2020)

Bu alanda birçok kurum ve üniversite tarafından sağlanan eğitimlere ek olarak TUBİTAK tarafından Ankara düzenlenmiş olan 1. Blockchain Çalıştayı önemli etkinlikler arasında gösterilebilmektedir. Etkinlik kapsamında yapmış

oldukları çalışmaların sunumunu gerçekleştiren akademisyenler, teknik konularda destek sunabilecek yeterliliğe sahip yurt dışında konuklar, devlet kurumlarında görev yapmakta olan katılımcılar tarafından bu alanda Türkiye'de nelerin yapılabileceği tartışılmış ve atılması gereken adımlar belirlenmiştir. Çalıştay ile birlikte TCMB, Takasbank ve Hazine Müsteşarlığı gibi kurumlar tarafından bu alanda yürütülmekte olan çalışmaların dikkatli bir şekilde izlendiği belirtilmiştir (blokzincir.tubitak.gov.tr, 2020). Türkiye'de blokzinciri teknolojisi yeni yeni popülerlik kazanmaya başlamıştır dünyada yaşanan gelişmeler ile kıyaslandığında henüz yeterli seviyeye ulaşamasa da aşağıda bu yolda atılmış birtakım uygulamalar görülmektedir:

- **Melinda:** Blokzinciri alanında Türkiye'nin ilk kurumsal çözüm projesi Melinda'dır. Kurumsal blokzinciri çözümü olarak sunulan Melinda'nın temel özelikleri arasında; yetkilendirme sistemi, sınırsız varlık ve cüzdan oluşturma, akış oluşturma, varlık ve teklif hareketleri yer almaktadır. Ayrıca işlemler bölümünden Melinda ağı kapsamında gerçekleşen işlemlerin tamamı kullanıcılar tarafından görüntülenebilmektedir. Ağın genel durumunun kontrol edilebilmesi, veri depolama, ver transferi, sınırsız varlığın oluşturulması, kurumsal firmaların kendileri adına parametreler belirleyebilmesi ve blokzinciri parametrelerinin incelenebilmesi mümkündür. Kapalı ve izinli yapıya sahip olması birlikte Melinda ağında yalnızca yetkilendirilmiş kullanıcılar tarafından işlemler izlenebilmekte ya da yeni işlemler gerçekleştirilebilmektedir. Bunlara ek olarak ağa sınırsız node eklenmesi de mümkündür. Yapılan işlemleri hızı ise saniyede 10.000 olarak belirlenmektedir (bitcoinlerim.com, 2020)

- **Akbank:** Türkiye'de blokzinciri teknolojisi kullanarak uluslararası para transferini gerçekleştirmeye başlayan ilk banka Akbank'tır. Akbank tarafından cep telefonu ile telefon faturalarının ödenmesi, Ripple işbirliği, Chatbot ile para transferi, robotik süreç otomasyonu ve blokzinciri altyapısı ile birlikte uluslararası fon transferi gibi katma değerleri oldukça yüksek olan projeler hayata geçirilmiştir. Bu teknolojinin kullanılmaya başlaması ile birlikte Akbank, uluslararası para transferlerini çok daha hızlı ver rahat bir şekilde gerçekleştirmeye başlamıştır (Dilek, 2018: 16).

- **Takasbank:** Borsa İstanbul A.Ş. kapsamında piyasalarda gerçekleştirilmekte olan; borçlanma araçları, kıymetli madenler, pay, yurtdışı sermaye piyasası araçlarına yönelik işlemlerin menkul kıymetler ve nakit takasını sonuçlandırmak amacı ile yetkilendirilmiş olan merkezi bir takas kuruluşu olarak faaliyetlerini sürdürmekte olan Takasbank, Borsa İstanbul üyeleri tarafından gerçekleştirilen işlemler ile kıymet teslim alma ya da teslim etme taahhütleri için menkul kıymet karşılığındaki ödeme taahhütlerini gerçekleştirmektedir. Teknolojik gelişmeleri yakından takip eden Takasbank blokzinciri tabanlı altın transfer projesi olarak BiGA (Bir Gram Altın)'yı oluşturmuştur. 2016 yılının ilk çeyreğinde oluşturulan sistem Blokzinciri Çalışma Grubu'na dayanmaktadır. Platformun öne çıkan özelliklerine bakıldığında ise mevzuatla uyumlu olduğu, güvenlik ve gizliliğin sağlandığı ve fiziki olarak bir dayanağının olduğu görülmektedir. Proje tamamı ile fiziksel olarak karşılığı Borsa İstanbul kasalarında Takasbank için muhafaza edilmiş, belirli standartlara sahip olan kaydi altının blokzinciri teknolojisinin kullanılması transferlerin gerçekleştirilmesi mantığı ile işlemektedir. Proje kapsamında altın transferi son derece güvenli, kontrollü ve gizli bir şekilde gerçekleştirilmektedir. BiGA tarafından transferlerin kullanıcılar tarafından denetlenebilir ve özel bir kimliğe kavuşturulmasına yönelik olarak blokzinciri teknolojisi ile geliştirilen altyapı etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Geliştirilen bu proje 16 Temmuz 2018 tarihi itibarıyla sistem üyesi bankalara ve müşterilerine hizmet vermeye başlamıştır. 1.5 Yıllık süreç içerisinde Takasbank'ın kendi kaynakları ve akademik işbirlikleri doğrultusunda işletilmiştir. Takasbank tarafından, proje çerçevesinde altın transferi sisteminin üyesi olan bankalardan Garanti BBVA, Vakıfbank, Ziraat Bankası, Albaraka Türk ve Kuveyt Türk ile işbirliği yaparak gerçekleştirdiği denemeler ile sistemin yetkinliği test edilmiştir (biga.takasbank.com.tr, 2019). Günümüzde hala faaliyetlerini sürdüren sistem Aralık 2019 tarihinde sürümünü güncellemiştir ve versiyon 1.0 devreye sokmuştur. 2020 Yılı içinde ise Versiyon 2.0'ın devreye sokulması planlanmaktadır (biga.takasbank.com.tr, 2020).

İKİNCİ BÖLÜM

2. MUHASEBE ÇERÇEVESİNDE BLOK ZİNCİRİ TEKNOLOJİSİNİN İNCELENMESİ

Genel anlamda muhasebe; kişilerin hesap, kitap ve denge işlerini belli dayanaklara, kaynaklara ve kanıtlara uygun olup olmadığını inceler (Haftacı, 2016: 43-44). Dijital dolaşımda yaygınlaşan kripto para birimleri, ekonomik faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde kullanıldığı için direkt olarak muhasebe konusuna girmektedir. Kripto paraların fiziksel bir varlık olmamaları bu paraların ekonomik sistemdeki varlığını değiştirmeyeceği gibi, bu para birimlerinden yararlanılarak gerçekleştirilen ekonomik faaliyetlerin raporlama süreçlerinin muhasebe açısından önemsenmesi de gerektirmektedir (Uysal ve Kurt, 2018: 6).

2.1. Blokzinciri Teknolojisi ve Muhasebe İşlemleri

Muhasebe sisteminin dijitalleşmesi, sağlamış olduğu potansiyel ile değerlendirildiğinde henüz başlangıç aşamasındadır. 1990'lı yıllardan sonra kâğıt üzerine kalemle muhasebe kaydı neredeyse oldukça azalmıştır. Muhasebe kayıtları bilgisayar programları aracılığı ile tutulmakta, finansal tablolar da aynı programlar tarafından hazırlanmaktadır. Bu değişim muhasebe sisteminin dijitalleşmesi değildir, değişen sadece yararlanılan araçtır. Geçmişte kullanılan kâğıt ve kalemin yerini bilgisayar, yazıcı ve bilişim teknolojilerinin sunduğu diğer yazılım ve donanım öğeleri almıştır (Doğan ve Ertugay: 2019: 1663).

Blokzinciri teknolojisinin kullanılması muhasebe sisteminin dijitalleştirilmesi noktasında oldukça önemli bir gelişmedir. Yasal zorunluluklara uyumun basitleştirilmesinden, yaygın çift kayıt muhasebesinin geliştirilmesine kadar muhasebe alanında çok önemli katkılar sağlaması beklenmektedir. Mevcut muhasebe sisteminin temelinde, Rönesans'a kadar uzanan geçmişi çift kayıtlı defter tutma yer almaktadır. Blokzinciri sisteminin muhasebe alanına getireceği en büyük değişikliklerden biri, çift kayıt sisteminin üçlü kayıt (çoklu kayıt) sistemine dönüşmesi olacaktır. Şirketler, fatura veya işlem makbuzlarına dayalı ayrı kayıtlar tutmak yerine işlemlerini doğrudan ortak bir defter olan dağıtık deftere kaydedebilir

ve kalıcı muhasebe kayıtlarının iç içe geçen bir sistemi oluşturulabilmektedir. Blokzincirin dağıtık bir defter olması özelliği nedeniyle, gerçekleştirilen tüm işlemlere ait tüm kayıtlar işlemin tarafı olanların yanı sıra blokzinciri üzerinde de kaydedilmiş olacaktır (Oral, 2019).

Muhasebe işlemleri içerisinde daha fazla doğrulanabilir ve güvenli olarak veriler işlenebildiği için blokzinciri teknolojisi de yer almaktadır. Çünkü asıl olarak blokzinciri sisteminde, dağıtılmış muhasebe teknolojisi olarak da ifade edilmekte olan bir yöntem ile merkezi bir otoriteden ziyade ağa bağlı çok sayıda bağımsız bilgisayarla işlenmekte olan bilgilerin aktarılması sağlanmaktadır. Elde edilen bilgiler gelişmiş şifreleme yöntemleri ile güvenli olarak saklanmaktadır (Alarcon, 2018: 3-7).

Blokzinciri teknolojisin yüksek güvenlikli yapısı gerçekleştirilen işlemlere ilişkin kayıtlara katkı sağlamaktadır. Blokzinciri üzerinde yapılan her işlem şifrelenmekte, ilgili katılımcılar bir dizi karakter ile tanımlanmakta ve belirli bir süre geçtikten sonra bu işlemlerin tamamı bloğun parçası haline dönüşmektedir. Bir blok tanımlandıktan sonra, o ağa veya zincire bağlı tüm taraflar açısından bilinir hale gelmektedir. Oluşturulan kayıtların kesin ve ilgili tüm taraflarca onaylanmış olması muhasebe kayıtlarının doğruluğu ve güvenliği açısından da büyük önem taşımaktadır. Blokzinciri ağında yer alan kayıtların değiştirilememesi ve zaman damgası fonksiyonu nedeniyle kayıtların ne zaman oluşturulduğu ve kayıtların içeriği bilinmekte ve bu durum sistemin büyük bir şeffaflık içinde işlemesini sağlamaktadır. Tüm girişler blokzinciri ağında dağıtıldıktan ve şifreyle mühürlendikten sonra faaliyetleri gizlemek için onları tahrip etmek veya imha etmek pratik olarak imkansız olmaktadır (Oral, 2019).

Muhasebe işlemleri içerisinde blokzinciri teknolojisinin değerlendirilmesi neticesinde öne çıkan bir diğer katkı ise güvenlik alanında ortaya çıkmaktadır. Öyle ki, dolandırıcılık faaliyetlerinin hızlı bir şekilde yayılması ve bununla birlikte önemli maddi kayıpların ortaya çıkması nedeni ile güvenlik düzeyinin sistem içerisinde arttırılması önemli bir gereksinim haline gelmiştir. Blokzinciri teknolojisinin yapısal özellikleri incelendiğinde ise söz konusu güvenlik gereksinimlerine karşılık verebilecek potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Sistem içerisinde tüm bloklar

arasında bağın olmasıyla birlikte yapılan işlemlerin tamamı kaydedilmekte ve doğrulanmaktadır. Bu durumda bu teknolojiyle birlikte sürece çok daha doğru ve etkili bilgilerin aktarılması sağlanabilmektedir (Rechtman, 2017: 15). Blokzinciri teknolojisiyle birlikte kayıtların güvenilir ve gerçek zamanlı olması ile birlikte muhasebeciler yükümlülükler ve varlıklar noktasında netlik elde edebilmekte ve bu sayede verimlilik artışı sağlanabilmektedir (ICAEW, 2018).

Blokzinciri teknolojisi kullanımına bağlı olarak mali nitelikteki bilginin anlık ve yüksek güvenilirlikte kaydedilmesi muhasebe mesleğinin gelişimi için bir fırsat olabilir. Blokzinciri teknolojisinin kayıt tutmak ve doğrulamak için harcanan emek ve zamanı boşa çıkarması, muhasebecilere planlama, değerleme ve yorumlama gibi alanlara daha çok kaynak ayırma imkanı sunabilir (ICAEW,2018). Örneğin, varlıkların ve yükümlülüklerin değeri blokzinciri kayıtlarıyla güvence altındadır, fakat, onların bugün ve yarın ne ifade ettiği finansal analiz ve yorum gibi hala insan çabası gerektiren işlemlerle anlaşılabilmektedir.

Blokzinciri teknolojisi belirli özellikler konusunda muhasebe ve denetime yeni özellikler verebilen boyutları vardır. Blokzinciri teknolojisinin yapısı bir şirkete bir defteri diğerleriyle paylaşma olanağı verir. Tedarikçiler, müşteriler, bankalar, kamu yönetimi yetkilileri gibi katılımcılar ve denetim şirketiyle paylaşılabilir. Eşler arası çoğaltmalar yoluyla her işlem gerçekleştirildiğinde güncellenmektedir (Bonson ve Bednarova, 2019, 733).

Blokzinciri için muhasebe sektörü, firmaların işlemlerini direkt olarak hesap defterine yazmalarına yardımcı olur ve muhasebe kayıtlarından oluşan birbirine kenetlenen bir sistem oluşturmaktadır. Çift giriş muhasebesi çok uzun zamandır kullanılmaktadır. Fakat üç taraflı muhasebe sistemi, çift taraflı muhasebe sisteminin sunamayacağı netlik sağlamaktadır (Unicorn, 2018).

2.1.1. Üç Taraflı Muhasebe Sistemi

Blokzinciri teknolojisi yeni bir muhasebe kayıt sistemine olanak sağlamaktadır. İlk kez Ian Grigg (2005) tarafından açıklanan üç taraflı muhasebe sistemi (Triple-Entry Accounting System), blokzinciri teknolojisinin gündeme

gelmeden önce tanımlanmıştır. İki farklı taraf arasında yapılan işlemlerin üçüncü bir taraf gözetiminde, işlemlerde değişme olup olmadığı ve doğruluğunun kontrolü için dijital makbuz kullanılabilmektedir (Grigg, 2005).

Üç taraflı muhasebe sistemi, geleneksel olarak ticari işleme konu alıcı ve satıcı tarafından tutulan muhasebe kayıtlarına ilave olarak bir blokzinciri içinde üçüncü bir kaydın tutulmasını sağlamaktadır (Güzeloğlu, 2019). Merkezi olmayan ve üçüncü bir ortamda mali nitelikli işleme ait bir kaydın, gerçek zamanlı olarak takip edilecek olması, merkezi muhasebe kayıtları yerine herkese açık dağıtık muhasebe sisteminin doğmasına neden olacağı görülmektedir. Bu sisteme üç taraflı muhasebe denilmektedir. Bu yeni sistemin muhasebe işlemlerinin şeffaf, güvenilir, olmasına neden olabileceği gibi hata ve hileleri azaltacağı ve muhasebe denetiminde önemli kolaylıklar sağlayacağı öngörülmektedir (Aslan ve Türün, 2018: 10).

Üç taraflı muhasebe kayıt sistemi olarak düşünülebilecek bu sistemde işlemlerim tümü üçüncü kişilerin de kayıt tuttuğu paylaştırılmış bir deftere şifreli olarak kaydedilmektedir. Üçüncü kayıt, işlem yapan taraflar için dijital olarak imzalanmış bir makbuz görevi görür ve bir başka kurum veya otoritenin onayına ihtiyaç duyulmadan doğrulanabilmektedir (Alarcon ve Ng, 2018).

Blokzinciri teknolojisi ile alıcı ve satıcının yaptığı işlem, aynı zamanda blokzinciri içinde kayıt altına alınacağından dolayı zincir içerisinde bulunanlar da bu işlem hakkında bilgi sahibi olabilmektedir. Dolayısıyla alıcı, satıcı ve blokzincirinde olmak üzere üç ayrı yerde kayıt yer almaktadır. Bu sebepten dolayı bu sistem üç taraflı muhasebe sistemi olarak ifade edilmektedir. Bu teknoloji ile merkezi muhasebe kayıtları yerine dağıtık ve herkese açık muhasebe kayıtları oluşacak ve merkezi olmayan ve herkese açık olan üçüncü muhasebe kaydından dolayı üç taraflı muhasebe (Triple Entry Accounting) kavramı olarak ifade edilecektir. Ayrıca, bu teknoloji muhasebe kayıtlarının anında görülebilmesine neden olduğu için bir diğer şekilde gerçek zamanlı muhasebe (Real Time Accounting) olarak da belirtilebilir (Güzeloğlu, 2019).

İşlem ve ticari faaliyet kaydının ilkel mekanizması, her bir işlemin yalnızca bir hesapta kaydedildiği tek girişli defter tutmadır (Sangster 2016). Böyle bir

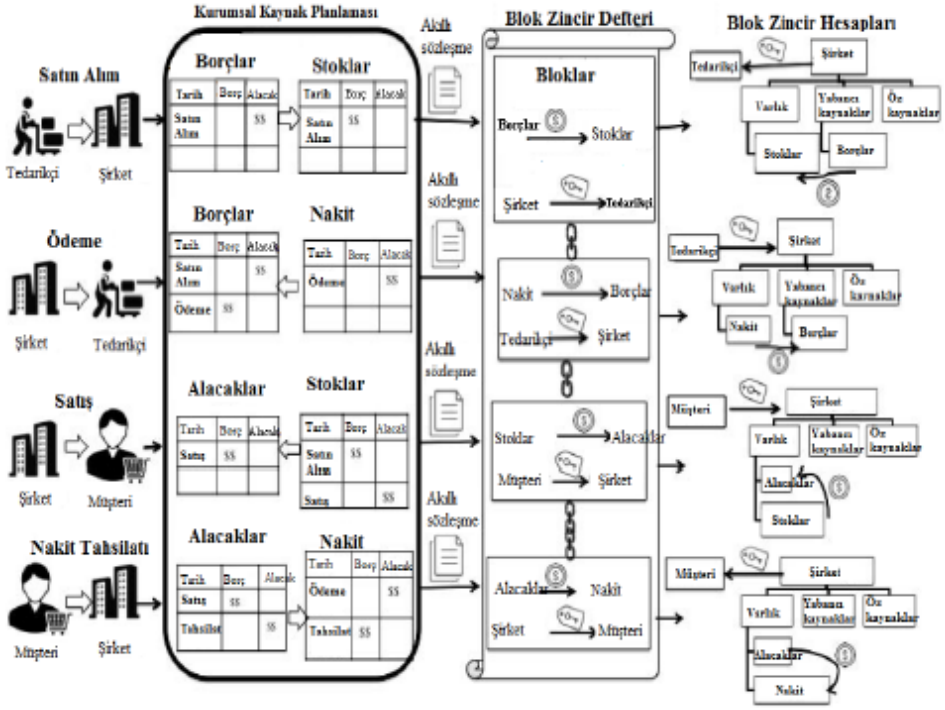
mekanizma basit ve verimli olmasına rağmen, bu tür sorunların izlenmesi ve onarılması zor olduğundan, yüksek hata ve dolandırıcılık riski taşır. Muhasebe sisteminin doğruluğunu artırmak için, geleneksel finansal muhasebe, çift girişli bir sisteme dayanmaktadır (Pacioli, 1514). Bu sistem, işlemin doğru şekilde girildiğine dair hızlı onay sağlar (Sangster 2016). Çift girişli sistem, işlemlerin kazara silinmesi gibi insan dokümantasyonu hatası riskini azaltabilir, ancak şirketlerin mali tabloları için kapsamlı bir güvence sağlamaz. Denetçiler, şirketlerin muhasebe kayıtları üzerinde bir dizi test gerçekleştiren ve mali tabloların doğruluğu konusunda görüşlerini bildiren üçüncü şahıs denetçileri olarak görev yapsalar da mevcut raporlama ve güvence sistemindeki iyileştirmelere hala ihtiyaç duyulmaktadır (Dai ve Vasarhelyi, 2017: 65).

Şirketlerin mali tablolarının güvenilirliğini artırmak için "üçlü giriş sistemi" bağımsız, şeffaf ve güvenli bir paradigma olarak önerilmektedir. Üçlü girişli sisteminde, başlangıçta tarafsız bir aracıdan işlem yetkisi gerekmekte ve her bir taraf (işleme dahil olan iki taraf ve aracı) işlem için bir kayıt oluşturarak, toplamda üç giriş gerçekleşmekteydi (Grigg 2005). Ancak bu mekanizma, aracıya ağır bir yük bindirdiğinden dolayı her bir işlemi doğrulamak için bağımsız ve güvenilir bir aracı gerekmektedir. Ayrıca aracı tarafından saklanan girişler de siber saldırılar nedeniyle kayıp veya yetkisiz değişiklik riskine maruz kalmaktadır (Dai ve Vasarhelyi, 2017: 65).

Blokzinciri teknolojisi, bu mekanizmayı geliştirme ve bu sorunları azaltma potansiyeline sahiptir. Blokzinciri, depolama ve doğrulama sürecini otomatikleştirerek aracı rolünü oynayabilir, kurcalamayı önleyen ve gerçek zamanlı denetime yakın bir şekilde olanak sağlayan güvenli bir temel sağlayabilmektedir (Kiviat 2015). Blokzincirinin doğası gereği, bir muhasebe girişi onaylandıktan ve zincire eklendiğinde, asla değiştirilememekte veya yok edilememektedir. Akıllı sözleşme teknolojisiyle birlikte, muhasebe standartlarına veya önceden belirlenmiş iş kurallarına göre işlem kayıtlarının hızlı bir şekilde doğrulanması sağlanabilmektedir. Şirketler, üçlü muhasebe girişini blokzincirine kodlayarak, iş tarafları arasında güvenilir veri paylaşımını ve hissedarlar için sürekli raporlamayı kolaylaştırabilecek şeffaf, kriptografik olarak güvenli ve kendi kendini doğrulayan bir muhasebe bilgi

sistemi oluşturabilmektedir (Dai ve Vasarhelyi, 2017: 65).

Şekil 7. Üç Taraflı Muhasebe Sistemi



Kaynak: Özkul ve Alkan, 2020

Şekil 7, örnek olarak basit bir satın alma satış iş döngüsü kullanarak sistemin çalışma sürecini göstermektedir. Bir firma, tedarikçisinden kredi ile mal satın aldığında, Borç Hesaplarını ve Envanterini KKP sistemine kaydedecektir. Bu olayı aynı anda iki blokzinciri hesabı arasında dijital belirteçlerin blokzinciri defterine aktarılması şeklinde sunacaktır. Modern çift rezervasyon sistemindeki her hesabın karşılık gelen bir blokzinciri hesabı olacaktır. Bir blokzinciri hesabı, doğrulama için bir hesabın benzersiz tanımlayıcısı, ilgili işlemleri, cari bakiyesi ve kriptografik anahtarları içeren bir Bitcoin cüzdanına eşdeğerdir. Blokzinciri hesapları, muhasebe kayıtlarını üç seviyede toplayan hiyerarşik bir yapıda oluşturulacaktır. Bu yapıda altta bireysel hesaplar, ortada toplam varlıklar, borçlar ve öz sermaye ve üstte bir bütün olarak şirket yer alacaktır. Bu yapı, akıllı sözleşmeleri kullanarak bilanço denklemini otomatik olarak onaylayabilir (Dai ve Vasarhelyi, 2017: 65). Örneğin,

şirket hesabındaki bakiye, varlıklar hesabındaki bakiye eksi toplam borç bakiyesi ve hisse senedi hesabı olarak belirlenirse, şirket hesabının bakiyesini izlemek için akıllı bir sözleşme oluşturulabilir ve bakiye sıfıra eşit değildir. Hesapların hiyerarşik yapısının bir başka yararı, çeşitli düzeylerde veri görünümlerine izin vermesidir. Yöneticiler, yatırımcılar, alacaklılar ve iş ortakları gibi çeşitli bilgi tüketicilerinin muhasebe verilerinin elde edilmesinde farklı talepleri ve kısıtlamaları vardır; bu nedenle, kullanıcı rollerine göre farklı veri görünümleri verilmelidir.

Basitleştirilmiş üç taraflı muhasebe bilgi sisteminin potansiyel bir tasarımı yukarıda bulunan şekilde gösterilmektedir. Bu sistem, hem ticari taraflar arasındaki işlemlere hem de bir organizasyon içindeki veri akışlarına ilişkin bilgileri kaydetmektedir. Sistemde her işlem, dahil edilen girişlere ek olarak, blokzinciri defterinde saklanan bir kayıt oluşturacaktır. Blokzinciri defterindeki hesaplar, verileri şu konumda toplamak için hiyerarşik bir yapıda organize edilecektir (Dai ve Vasarhelyi, 2017, 11).

Bu sistem, iş tarafları arasındaki işlemlerle ve bir organizasyon içindeki veri akışlarıyla ilgili bilgileri kaydeder. Sistemde, her işlem, geleneksel çift girişli sisteme dahil edilen girişlere ek olarak blokzinciri defterinde bir kayıt saklar. Bir organizasyon içindeki veri akışlarını yansıtmak için, blokzinciri defterindeki girişler, birlikte kalıcı muhasebe kayıtlarının birbirine kenetlenen bir sistemini oluşturan hesaplar arasında transferler şeklinde kaydedilir. Blokzinciri defterindeki hesaplar, verileri çeşitli seviyelerde toplamak için hiyerarşik bir yapıda organize edilecek ve bu, hem muhasebe denkleminin anında dengelenmesini hem de farklı kullanıcılar için farklı bilgi görünümlerini mümkün kılacaktır. Blokzinciri defterindeki belirteçler, ticari taraflar arasında varlıkların sahipliğini veya yükümlülüğünü kanıtlamak için sertifika olarak da kullanılacaktır. Blokzinciri teknolojisi, muhasebe girişlerinde (örneğin mükerrer ödemeler) olası hataların veya dolandırıcılığın zamanında incelenmesine olanak tanır ve iş ortaklarından işlem doğrulamasının otomasyonunu sağlar. Muhasebe ve iş kurallarıyla kodlanmış akıllı sözleşmeler, kayıt sürecinin verimli kontrolünde önemli bir rol oynayabilmektedir (Dai ve Vasarhelyi, 2017: 65).

Blokzinciri defterindeki dijital tokenler, kayıt ve izleme amaçları için basitçe

bir sembol olarak görülebilir. Kredili envanter satın alımları, bir dış tarafa karşı bir yükümlülük içerdiğinden, bir yükümlülük belirteci söz konusu olacaktır. Bu belirteç, bir varlığın yükümlülüğünü ve sahipliğini, ayrıca miktarını ve zamanlamasını doğrulayan ve verildikten sonra silinemez ve inkar edilemez bir belge niteliğindedir. Yükümlülük belirteci mekanizması, toplam belirteç değerini tedarikçinin hesap alacak bakiyesiyle otomatik olarak eşleştirerek otomatik onayın uygulanmasını kolaylaştırabilmektedir (Dai ve Vasarhelyi, 2017, 11).

Doğrulama süreci blokzinciri teknolojisi ile otomatikleştirilecek olsa da, bu süreç muhasebeciler, yönetim, denetçiler vb. gibi belirli taraflarla sınırlandırılmalıdır. Bu nedenle, bu senaryodaki blokzinciri defteri izin verilen blokzinciri kategorisine girer. Ek olarak, her bir tarafın doğrulama sürecinde belirli bir rolü olacaktır ve eylemleri ve endişeleri farklı şekilde ele alınabilmektedir. Örneğin, bir denetçi bir işlemden şüphe duyarsa, muhasebeciler tarafından onaylanması için duraklatılabilirken, CFO tamamen iptal etmeye karar verebilir. Bu kurallar, otomatik kontrolleri etkinleştirmek için blokzincirine de programlanabilir. Doğrulamanın ardından, geçerli işlemler bloklar halinde gruplandırılır ve ana zincire eklenir ve ardından yetkileri olan kullanıcılar bunları görüntüleyebilir ve keşfedebilir. Blokzincirinin doğası gereği, onaylanan ve yüklenen işlemler manipüle edilemez. Bir şirketin hassas verilerinin gizliliğini korumak için, işlemler blokzinciri defterine yüklenmeden önce şifrelenebilir ve yalnızca şifre çözme anahtarına sahip kullanıcılar işlemlerin içeriğini görüntüleyebilmelidir (Dai ve Vasarhelyi, 2016).

Aynı prosedürü izleyen şirket, tedarik, satış ve nakit tahsilat iş süreçlerinde üretilen muhasebe verilerini kayıt altına almış olacaktır. Şirket bir ödeme gerçekleştirdiğinde jetonlar nakit hesaptan ödenebilir hesaba aktarılacaktır. Bu arada, tedarikçi, yükümlülüğün kaldırıldığını doğrulamak için yükümlülük jetonunu şirkete geri gönderir. Benzer şekilde, şirket müşterisi krediyle satın alma işlemi yaptığında bir yükümlülük jetonu toplayabilir ve ödeme alındığında jetonu temizleyebilir. Daha önce de belirtildiği gibi, tüm süreçler otomatik olarak çalışır ve girişler kriptografik olarak blokzinciri teknolojisi ile güvence altına alındığından, dolandırıcılığı gizlemek veya yok etmek neredeyse imkansızdır (Dai ve Vasarhelyi, 2016).

Blokzinciri sistemi dünyada yaygınlaşacaksa, bunun için bir geçiş dönemi

olacağı ve sistemlerin birinden diğerine doğru evirileceği öngörülebilmektedir. Bu evrim sırasında üç taraflı muhasebe kavramının altının anlamlı ve doğru bir biçimde doldurularak hem muhasebe pratiğine vakıf kişilerin yeni yapıya adapte olması kolaylaştırılacak hem de yeni yapının kabulü daha kolay olacaktır (Aslan ve Türün, 2018: 10).

Modern iş dünyasında muhasebe bilgilerinin artan otomasyonuyla birlikte, çoğu muhasebe standardı kayıt sürecini uygulayan ve yürüten yazılım ve sistemlere yerleştirilmelidir (Krahel 2012). Akıllı sözleşmeler, muhasebe kurallarının kodlanmasında ve belirli muhasebe standartlarına uygun işlemlerin özerk olarak kaydedilmesinde önemli bir rol oynayabilir. Örneğin, akıllı sözleşmelere "satışlar malların sevkiyatından sonra kaydedilmelidir" kuralı programlandıktan sonra, böyle bir program blokzinciri defterine bir satış kaydı eklemeden önce sevkiyat tarihini inceleyebilir ve mallar sevk edilene kadar işlem güncellemelerini duraklatabilir. Muhasebe kurallarının kodlandığı akıllı sözleşmeler, muhasebe faaliyetlerinin kaydını izleyen ve dolayısıyla kayıt, sınıflandırma ve kesinti gibi süreçler üzerinde otomatik güvence sağlayan etkili iç kontroller olarak hizmet edebilir. Bu nedenle, bu tür sözleşmelerin yürütülmesini, otomasyonunu ve kendi kendine izlenmesini kolaylaştırabileceğinden, şirketlerin, denetçilerin ve standart belirleyicilerin akıllı sözleşmelerin tasarımında ve uygulanmasında iş birliği yapması zorunludur. Bu akıllı sözleşmelerin şablonlarının kitaplıkları aşamalı olarak geliştirilecek ve yaratma maliyetlerinin azaltılmasına katkıda bulunacaktır. Ayrıca, bağımsız sertifika yetkilileri, bunların geçerliliğini ve bütünlüğünü garanti edebilmektedir (Dai ve Vasarhelyi, 2016).

İşletmelerde eş zamanlı olarak gerçekleşen farklı işlemlerin takibi ve bilgi paylaşımı Kurumsal Kaynak Planlaması (Enterprise Resource Planning-ERP) sistemleri üzerinden yürütülmektedir. KKP sistemlerini basitleştirmek ve zamandan tasarruf etmek açısından çözümlere ihtiyaç vardır. KKP sistemleri ve blokzinciri sistemlerinin entegre olmasıyla birlikte daha şeffaf, hızlı ve güvenilir bilgiyi çok sayıda tarafa ileterek anlık takibini yapabilmek mümkün olacaktır. Bu bağlamda iş akışlarını geliştirmek, üretkenliği arttırarak zaman ve maliyetten tasarruf etmek blokzinciri entegrasyonun önemli çıktıları olacaktır. Entegrasyon, farklı kurumların

işlemlerinin ve güvenilir paylaşım verilerinin optimizasyonunu da sağlar. Özellikle finansal işlemlerde daha sıkı bir güvenlik duvarı oluşturma ve daha fazla kontrol sahibi olma olanağı sağlamaktadır (Banerjee 2018, 22). KKP ve blokzinciri sistemi arasındaki fark aşağıdaki gibidir (Dai ve Vasarhelyi, 2017, 9):

Tablo 1. KKP ve Blokzinciri Sistemi Karşılaştırılması

KKP Sistemi	**Blokzinciri Sistemi**
Merkezileştirilmiş	Merkezi olmayan ve dağıtılmış
Yüksek kurcalama riski	Düşük kurcalama riski
İlişkisel veri tabanı	Doğrusal işlem veri tabanı
İnsan emeği yoğun	İnsan emeği gerektirmeyen
Kendi kendini uygulayan sözleşmeler yok	Kendi kendini uygulayan akıllı sözleşmeler oluşturmak daha kolay
Muhasebeye özel modüller	Şu anda muhasebeye özgü modül yok

2.1.2. Kripto Paraların Muhasebeleştirilmesi

Kripto paralar muhasebeleştirilmesi için Türkiye Finansal Raporlama Standartları'ndan (TFRS) hangisinin uygulanabileceğini belirlemeden önce kripto paranın hangi varlık grubuna girdiğini belirlemek gerekecektir. Uluslararası Muhasebe Standartları Kurumu (UMSK), bir olguyu varlık olarak değerlendirirken şu ifadeyi kullanır; "Geçmiş olaylara dayanarak, mevcut koşullar içerisinde bir ekonomik kaynak üzerine kontrol hakkına sahip olmak". Ekonomik kaynağın belirlenmesi için de "Gelecekte potansiyel bir ekonomik fayda yaratması" kriteri ön plana çıkmaktadır. Varlık sınıflamasına göre ilgili standartlar şunlardır (bctr.org):

- Nakit ve Nakit Benzerleri: TMS 7 Nakit Akışı Tablosu Standardı
- Diğer Finansal Varlıklar: TMS 32 Finansal Araçlar: Sunuma ilişkin esaslar
- Maddi Olmayan Duran Varlıklar: TMS 38 Maddi Olmayan Duran Varlıklar
- Stok: TMS 2 Stoklar

2.1.2.1. Nakit ve Nakit Benzerleri Olarak İncelenmesi

Kripto para sahiplerinin elinde kağıt para ve madeni paraları ya da bunları elde edebilme hakkı bulunmamaktadır. Kripto para sahiplerini kendi aralarında değiş tokuşa imkan veren Blokzinciri adresinin anahtarına sahip olsalar da, bir kripto parayı nakit duruma çevirmeleri mümkün olabilse de bu nakit varlıkları olduğu anlamına gelmemektedir (bctr.org).

TMS 7 Nakit Akış Tabloları standardında nakit, işletmelerdeki nakitler ile vadesiz mevduatlar şeklinde ifade edilmektedir. Nakit benzeri ise, tutarı belli bir nakde kolay bir şekilde çevrilebilen kısa vadeli ve yüksek likiditesi olan ve değer değişim riski önemsiz yatırımlar olarak ifade edilmektedir. Kripto para birimleri nakit ve nakit benzerleri tanımını tam olarak karşılayamamaktadır. Standart tanımında geçen "*değerindeki değişim riski önemsiz yatırım*" ifadesi günümüzde en çok yatırım amaçlı kullanılan kripto paralardaki aşırı dalgalanma nedeniyle kripto para birimlerini nakit benzeri tanımından çıkarmaktadır (Şahin, 2018).

2.1.2.2. Diğer Finansal Varlıklar Olarak İncelenmesi

Finansal varlığın temel özelliği; bir tarafın finansal varlık sahibi olduğunda diğer tarafın finansal yükümlülük sahibi olmasıdır. TMS 32'ye göre finansal varlık tanımı; nakit veya diğer finansal varlıkları bir diğer işletmeden almak için sözleşmeye dayalı hakkı ifade eder. Kripto paralar karşı taraf üzerinde bir finansal yükümlülük yaratmadığı için sahibine de nakit ya da diğer finansal varlıkları elde etme hakkı vermemektedir (bctr.org).

2.1.2.3. Maddi Olmayan Varlık Olarak İncelenmesi

TMS 38 kapsamındaki ve muhasebeleştirmeye uygun bir kripto para birimi başlangıçta maliyetle ölçülmelidir. Kripto para birimi daha sonra ya maliyetle ya da gerçeğe uygun değerle ölçülebilir. Kesin yararlı bir değeri gösteren hiçbir faktör yoksa, kripto para birimlerinin belirsiz bir değerde olan maddi olmayan varlık olarak nitelendirilmesi muhtemeldir. Maliyet yöntemi uyarınca, TMS 36 Varlıklarda Değer Düşüklüğü kapsamında kaydedilen değer düşüklüğü masrafları kâr veya zarar tablosuna kaydedilmektedir (CPA Canada, 2018).

TMS 38 Maddi Olmayan Duran Varlıklar standardı, maddi olmayan duran varlıkları "fiziksel bir biçimi olmayan tanımlanabilir parasal olmayan varlıklar" şeklinde açıklamaktadır. Maddi olmayan duran varlıklar tanımının unsurları kontrol, belirlenebilirlik ve gelecekteki ekonomik yararların varlığından oluşmaktadır. İşletmenin ilgili varlıktan ortaya çıkan gelecekteki ekonomik yararları kullanabilme ve başkalarının bu yararlara erişimini kısıtlama gücü olması durumunda, bu varlıktan ekonomik yarar sağlama gücü yani varlık üzerinde kontrol gücü var demektir. Kripto paralar satılarak veya kabul gördüğü durumlarda ödeme aracı olarak kullanılarak elinde bulundurana ekonomik yarar sağladığından, TMS 38'in kontrol kriterlerini karşılamaktadır (bctr.org).

International Financial Reporting Interpretations Committee (IFRIC) tarafından 11-12 Haziran 2019 tarihinde yapılan toplantıda alınan kararda da kripto paranın:

- TMS 38 uyarınca, elinde bulundurandan ayrılabilmesi ve bireysel olarak satılabilmesi veya transfer edilebilmesi ve
- TMS 21 uyarınca elinde bulundurana sabit ya da belirlenebilir tutarda para birimi alma hakkı vermemesinden dolayı parasal olmayan maddi olmayan duran varlık tanımını karşıladığı belirtilmektedir.

TMS 38 standartında maddi olmayan duran varlıkların muhasebeleştirilmesinde maliyet bedelinin kullanılmasına değinilmektedir. Kripto paralar maddi olmayan duran varlık olarak muhasebe kaydı yapılırken, standartta bahsedildiği gibi değerinin hesaplanmasında maliyet bedelinin esas alınması doğru olacaktır. Kripto paranın

değeri alım satım esnasında kesinlik kazansa da dönem sonu raporlamaları açısından kripto para işlemlerinin gerçekleştiği aktif piyasaların bulunması nedeniyle işletme bünyesindeki kripto paraların belirli bir zamandaki gerçek değerinin belirlenmesi belirli bir noktaya kadar mümkün kılmaktadır. Bu nedenle dönem sonlarında yapılan raporlamalarda elde bulunan kripto paralar piyasa verileri çerçevesinde yeniden değerlemeye tabi tutulmalı ve yeniden değerleme nedeniyle ortaya çıkabilecek artış veya azalışlar standart doğrultusunda diğer kapsamlı gelirde muhasebeleştirilmektedir. Ayrıca fazla veya eksik öz kaynakta biriktirilmektedir. Standart, sonsuz bir yaşama sahip olmadığı sürece maddi olmayan duran varlıkların amortismana tabi tutulmasından bahsetmektedir. Kripto paraların belirlenmiş bir yaşam döngüsünden bahsedilemeyeceğinden standart çerçevesinde amortismana tabi tutulmayacaktır (Şahin, 2018).

2.1.2.4. Stok olarak İncelenmesi

TMS 2 tanımında belirtilen ifadelerden satılmak için üretilen ifadesi kripto paralarda bazı para birimlerinin üretilememesi, bazılarının ise sınırlı sayıda üretilebilmesi nedeniyle ve üretim ya da hizmet esnasında kullanılacak ilk madde malzeme ifadesi ise kripto para birimlerinin bir ürün veya hizmetin ilk madde malzemesi olamayacağı değerlendirilerek kripto paraların stok olarak tanımlaması için yetersiz olmaktadır. Bu üç ifadeden işletmenin normal iş akışı içinde satılmak için elde tutulan varlıklar, kripto para birimlerini tam açıklamasa da kripto para birimlerine en yakın olandır. Çünkü kripto para birimlerini kullanan işletmelerin önemli bir kısmı faaliyet alanının kripto para ticareti olmadığı görülmektedir. Kripto para birimlerinin değerlemesi ve gerçek değeri hesaplanması da ayrı bir sorudur. Değerleme açısından stok olarak muhasebeleştirildiğinde ilk giren ilk çıkar (First in First out-FIFO) stok değerleme yöntemi ile değerlemesi de yanlış olmayacaktır. Fakat değerinin sadece alım satım sırasında belli olması, değerinin belirlenmesi ve aşırı dalgalı olması nedeniyle çok zor olacaktır. Stok olarak kabul edilirse maliyet bedeli ile değeri hesaplanabilmektedir. (Şahin, 2019).

Kripto paraların genel olarak kullanımının ve özelliklerinin net olmaması ve yasalar tarafından kabul edilmemiş olması kripto paralarla ilgili işlemlerin muhasebe kaydının olmayacağı anlamına gelmemektedir. Muhasebenin konusunu mali nitelikte

işlemler oluşturmaktadır ve dolayısıyla kripto paralar ile yapılan işlemler de niteliği itibariyle muhasebenin konusuna girmektedir. Muhasebenin temel görevi, işletme ilgililerine ihtiyaç duydukları finansal bilgileri sağlamaktır. Muhasebe disiplini, her işlemde olduğu gibi kripto paralarla ilgili işlemlerde de işletme içindeki veya dışındaki bilgi kullanıcılarına doğru ve eksiksiz bilgiyi sunmakla yükümlüdür. Dolayısıyla kripto paralar da kaydedilmelidir (Raiborn ve Sivitanides, 2015: 33).

Kripto paraların muhasebeleştirilmesine yönelik önemli hususlardan biri de kripto para değerinin belirlenmesidir. Bu da kripto paranın alındığı günkü değeri ile kaydedilerek harcandığı ya da satıldığında oluşacak farka göre muhasebeleştirme yapılmasıyla açıklanabilir. Kripto para birimlerinin gerçek değerleriyle muhasebeleştirilmesi en makul yöntem olarak görünmektedir (Şahin, 2018: 911).

Türkiye'de kripto paraların nasıl kayda alınacağı, kripto paralar ile yapılan ödeme ve dönem sonunda kripto paraların nasıl değerleneceği ve tahsilatların nasıl muhasebeleştirileceği gibi konularda henüz yasal bir düzenleme yoktur. Fakat muhasebenin temel kavramları, genel kabul görmüş muhasebe ilkeleri, muhasebe ve finansal raporlama standartları, muhasebenin işleyiş sistematiği çerçevesinde çıkarımlarda bulunularak kripto paraların kaydı, değerlemesi ve raporlamasına ilişkin işlemler yapılabilecektir (Dizkırıcı ve Gökgöz, 2018: 100). Kripto paraların muhasebeleştirilmesi hususunda kullanım alanı ve şekline bakılarak, özün önceliği kavramı gereğince muhasebe kayıtları kripto paranın döviz birimi, hazır değer, menkul kıymet ya da ticari mal olarak değerlendirilmesine göre yapılmalıdır (Serçemeli, 2018: 62).

Türkiye'de kripto paraların muhasebe ve vergi boyutu ile alakalı yasal bir düzenleme olmasa da günümüzde birçok işletme kripto paralar ile satış, ödeme, tahsilat yapmaktadır. Kripto paraların tanımlanmasına yönelik bir mevzuat olmadığı gibi yasaklanmasına yönelik bir mevzuat da bulunmamaktadır. Bu nedenle kripto paralar mahiyeti itibariyle şu aşamada döviz yani yabancı para gibi kabul edilebilir. Türkiye'de muhasebede "Parayla Ölçülme Kavramı" gereği bütün yabancı paralı işlemler ulusal para birimi olan Türk Lirası'na çevrilerek kayıt altına alınmaktadır. Dolayısıyla kripto paraların muhasebenin temel kavramlarından "Özün Önceliği Kavramı" gereği, bir yabancı para olarak değerlendirilip işlem tarihindeki kuru

üzerinden Türk Lirası'na dönüştürülerek kayıt altına alınması uygun görülmektedir (Dizkırıcı ve Gökgöz, 2018: 100).

Blokzinciri teknolojisinin sağladığı gerçek zamanlı ve güvenilir işlem imkanı muhasebeciler için varlıklar ve yükümlülükler konusunda kesinlik sağlayarak verimliliği önemli ölçüde arttırabilir (ICAEW, 2018). Örneğin, blokzinciri, eksik faturalardan veya hatalardan kaynaklanan anlaşmazlıkları en aza düşürerek faturalandırma ve ödeme sürecinin doğruluğunu ve verimliliğini artırabilmektedir. Müşteriye geleneksel yöntemlerle fatura göndermek yerine, satıcı firma faturaları doğrudan alıcı firma ile gerçek zamanlı olarak çok taraflı bir dijital defterde paylaşmaktadır. Akıllı sözleşme teknolojisi kullanılmasıyla, mal alımını onayladıktan sonra fatura, alıcı firmanın banka hesabından otomatik olarak ödenmektedir (Alarcon ve Ng, 2018). Akıllı sözleşme, bilgisayarlar aracılığı ile bir sözleşme koşullarının yürütülmesini sağlayan kurallar bütünüdür. Akıllı sözleşmeler, belirli koşullar gerçekleştiğinde işletilen yazılımlardır. Şartnameye göre teslim edilen malların teslim alındığını ve işletmenin banka hesabında yeterli bakiye bulunduğunu kontrol ettikten sonra kendi kendini ödeyen bir fatura uygulaması, akıllı sözleşmeye örnek olarak verilebilir (Andersen, 2016: 4).

Kripto para birimlerinden bitcoin için Bitcoin Magazine'de Zigman (2015), bitcoinin muhasebe açısından üç şekilde ele alınabileceğini; 1) ödeme aracı, 2) temel para birimi ve 3) yabancı para birimi olarak kabul edilebileceğini belirtmiştir. Bitcoinin bir ödeme aracı olarak ele alınması durumunda hazır değerler grubu içerisinde yeni bir hesap açılması gerekmektedir. Temel para birimi olarak kabul edilmesi durumunda işletmenin her yerden ve herkese ürün sunuyor, her yerden ve herkesten hizmet alıyor olması gerekmektedir. Ancak şu anda bu yöntemin benimsenmesi pek mümkün değildir. Bu yöntemin çoğu işletme tarafından seçilmesi, zaten bitcoinin dünya çapında yoğun olarak kullanıldığının göstergesi olmaktadır. Diğer ve daha mantıklı olan yöntem ise, bitcoinin işletmeler açısından ulusal para biriminden farklı bir para birimi olarak kabul edilmesidir (Zigman, 2015).

Blokzinciri teknolojisinin muhasebe süreçlerinde kullanılmasıyla birlikte mali niteliklere sahip bilgilerin anlık, otomatik ve yüksek güvenirlilikle kayıt altına alınması mesleki gelişimin sağlanması noktasında da önemli bir fırsat olarak

değerlendirilmektedir. Öyle ki, blokzinciri teknolojisinin kullanılması neticesinde kayıt ve doğrulama işlemleri için harcanan zamanlar ve emekler planlama, yorumlama ve değerleme gibi alanlara kaydırabilmektedir (ICAEW, 2018). Örnek vermek gerekirse, yükümlülüklere ve varlıklara ait değerler blokzinciri kayıtları üzerinden güvence altına alınmaktadır. Fakat, kayıtlar üzerinden finansal analizlerin yapılması ya da yorumlanması için insan gayretine gereksinim duyulmaktadır. Öte yandan gelişim eğilimi düşük olan muhasebeciler için blokzinciri teknolojisinin taşıdığı riskler de bulunmaktadır. Muhasebe süreçlerinin sadece kayıt alanına yoğunlaşarak yorumlama ve analiz becerileri yeterince gelişmemiş muhasebeciler ile birtakım çalışmaların yapılması neticesinde gereksiz maliyetlerle karşılaşılabilmektedir.

Yukarıda ifade edilen bilgiler ışığında, blokzinciri teknolojisinin muhasebe işlemlerine katkısı aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (Eisenberg, 2018: 4):

- **Etkinlik Artışı:** Blokzinciri teknolojisiyle birlikte kayıt tutma yöntemleri değişmekte, raporlama ve kayıt düzenleme süreçleri belirli standartlar içerisinde sürdürülerek şeffaflık adına önemli bir atılmaktadır. Bu durumda elde edilen finansal veriler üzerinden yöneticiler çok daha etkili karar alabilmektedir (Deloitte Raporu, 2017: 2).
- **Hataların Önlenmesi:** Blokzinciri içerisinde, yapılan işlemlerin tamamının tüm taraflarca onaylanmak durumunda olması ve doğrulanabilir olması, finansal tabloların oluşturulması aşamasında hataları önlemektedir. Ayrıca, denetim faaliyetleri ile ilgili olarak ise finansal tablolar üzerinden güvenilir ve doğru görüşler sunulabilmektedir (Ovenden, 2017: 2).
- **Hilelerin Önlenmesi:** Blokzinciri teknolojisinde dijital defter yapısının kullanılması ve gerçekleştirilen işlemlerin tarihsel olarak gerçek zamanlı kayıt altına alınması ile birlikte denetçiler ve işletmeler tarafından finansal bilgilerdeki anormallikler rahatlıkla belirlenmekte ve bu sayede hilelerin önüne geçebilmek mümkün olmaktadır.
- **Uzlaşma süreçlerinin kolaylaştırılması:** Akıllı sözleşmeler, blokzinciri teknolojisinin oldukça önemli bileşenleri arasında yer almaktadır. Bu teknoloji ile birlikte taraflar sözleşme içeriğinde yer alan konu, zaman ve

bedel gibi unsurları karşılıklı olarak doğrulayabilmektedir (Deloitte Raporu, 2017: 12).

Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu'nın (BDDK) 27.06.2013 tarihinde yayınladığı 6493 sayılı "*Ödeme ve Menkul Kıymet Mutabakat Sistemleri, Ödeme Hizmetleri ve Elektronik Para Kuruluşları Hakkında Kanun*" ile elektronik para kavramı kanuna eklenmiştir. Kripto para birimi bitcoin üzerinden değerlendirmede bulunan BDDK'nın 25 Kasım 2013'de yayınladığı basın açıklaması ile herhangi bir resmi veya özel kuruluş tarafından ihraç edilmeyen ve karşılığı için güvence verilmeyen bir sanal para birimi olarak bilinen bitcoinin mevcut yapısı ve işleyişi itibarıyla kanun kapsamında elektronik para olarak değerlendirilmediği, bu nedenle de söz konusu kanun çerçevesinde gözetim ve denetimi mümkün görülmediği belirtilmiştir (BDDK, 2019).

2.2. Blokzinciri Teknolojisinin Muhasebe Açısından Avantajları ve Dezavantajları

Günümüzde kullanmış olduğumuz muhasebe sistemi çift taraflı kayıt sistemine dayanmaktadır. Çift taraflı kayıt sistemi muhasebe sistemine güveni artırsa da işletmeler, denetim için yüksek bütçeler ayırmaktadır. Her işletme kendi muhasebesini ayrı olarak tutmak yerine kilitli bir sistem üzerinden kalıcı bir şekilde muhasebe kayıtlarını yapabilmesi blokzinciri teknolojisiyle mümkün olacaktır. Tutulan bu kayıtlar şifreli bir şekilde olacaktır. Muhasebe kapanışları ve mutabakat işlemleri anlık olarak yapılabilecektir.

Blokzinciri teknolojisinin muhasebe alanına avantajını şu örnekle açıklamak mümkündür: Müşteriye gönderilen bir tutarı çift taraflı muhasebe sistemine göre sonradan kayıt edilerek, değiştirilip silinebilmektedir. Blokzinciri teknolojisiyle bu kayıt işlemin yapıldığı an oluşmakta, değiştirilememekte ve silinememektedir. İşlemi her iki tarafın muhasebe sistemine ayrı olarak kaydetmek yerine, gerçek zamanlı bir şekilde şifreli ortak bir sistem üzerinden herkese açık şekilde kayıt edilmektedir. Blokzinciri teknolojisi ile verimlilik düzeyi önemli ölçüde artacak, gerçek zamanlı kayıt sistemiyle birlikte klasik muhasebe teknolojilerine kıyasla muahsebe kayıtlarının daha güvenli, daha şeffaf ve daha uygun maliyetle tutulması imkânı

doğacaktır. Mali tablolar ve raporlar için dönem sonlarını ve yıl sonunu beklemeye gerek kalmayacaktır.

Kripto paraların kullanımı arttıktan sonra bu paraların muhasebe kayıtlarının nasıl atılacağına dair net bir sonuç yoktur. Kripto paraların ödeme aracı olarak kullanılabilmesi için öncelikle muhasebe standartlarında bu varlıkların sınıflandırılması gerekmektedir. Emtia, para ve menkul kıymet gibi çeşitli sınıflandırma önerilerinin bulunduğu bir ortamda, işletmelerin kripto paraları mali tablolarında nasıl nasıl kayıt altına alacakları en önemli soru işaretidir. Belirlenen bu sınıflandırmanın sadece ülkemizde yapılması yeterli olmamaktadır. Muhasebe uygulamalarında standartların bu sınıflandırmayı yapması ve dünyada ortak bir standart altında birleşmesi vazgeçilmezdir.

Kripto paralar üzerinden yapılan işlemlerin hacmi her geçen gün artmakta olup yapılan işlemlerin önemli bir bölümü yatırım amaçlı ya da ödeme-tahsilat amaçlı olduğu görülmektedir. Yatırımcıların zarar yaşamaması, ülkeler açısından ise muhasebe ve vergi işlemlerinde yapılacak manüpilasyonların önüne geçmek için kripto paralar ile alakalı bir yasal düzenleme yapılmalıdır. Ayrıca mali işlemler içerisinde eksiksiz olarak kaydetmek gerekmektedir.

Blokzinciri teknolojisi bugünkü durumda siber güvenlik saldırılarına karşı mutlak güven vermemektedir. Sistemin açık anahtar altyapısı tarafların yetkilendirme, kimlik doğrulama ve iletişim kanallarının şifrelenmesi için kullanılmaktadır. Bir siber saldırı sonucu anahtar çiftlerine erişilirse, cüzdan ve anahtar tarafından korunan veriyi de ele geçirebilmektedir. Blokzinciri teknolojisinin uygulanabilirliğiyle ilgili bir diğer açık yasal bir düzenlemelerin mevcut olmaması durumdur.

Şirketler arasında yapılacak olan transferlerin hatasız bir şekilde takip edilmesi için başka bir işlem kaydı olmamalı tüm işlemler blokzinciri içinde gerçekleşmelidir. Kripto para birimlerini mevzuata uygun yasal bir değişim aracı olarak tanımak için düzenleyici standartlara ihtiyaç vardır. Aynı zamanda, yasal çerçeve kapsamında müşteriyi tanıma ihtiyacı bu teknolojinin yasa dışı kullanımını önlemek için gereklidir. Sistem üzerinde müşterinin yapmış olduğu işlemlerini

izlemek kolay olsa da kullanıcının sahte olup olmadığını değerlendirmek oldukça zordur. Sisteme karşı bir diğer şüphe ise, blokzinciri sisteminin temeline üç taraflı muhasebe sistemi uygulamalarının tüm taraflar nezdinde benimsenmesi gerekmektedir. Blokzinciri defterinin amacı, şirket içi ve şirket dışı çeşitli taraflarla yapılan işlemlerin saklanması ve güncellenmesidir. Bu nedenle işlemler uygunluğu tüm tarafların sistemi kullanımıyla mümkün olmaktadır.

Blokzinciri teknolojisinin muhasebe alanı için kullanımında önemli bir nokta olan güvenli defterlerde doğrulanmış işlemleri kaydeden muhasebe bilgi sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Muhasebe bilgi sistemlerinin geliştirilmesiyle sadece taraflar arasında oluşan nakit akış gibi temel işlemleri değil işletmedeki muhasebe veri akışının tamamını barındıracak yapıda olması gerekmektedir. Bu bilgi sistemleri sayesinde bilgi kullanıcılarının anlık gerçek zamanlı bilgi ihtiyaçlarını karşılanabilecektir.

Muhasebe bilgi sistemi, yönetimin varlıklar üzerindeki yönetim sorumluluğunu yerine getirmek, işletme eylemlerinin kontrolünü sağlamak ve geleceğe yönelik işletme faaliyetlerini planlamak için gerekli bilgileri üreten ve çok sayıda alt sistemden oluşan bir bilgi sistemleridir. Blokziniciri teknolojisi tabanlı muhasebe bilgi sistemi, gerçekleşen işlemlerin doğrulamasını veya onaylamasını yapacak kişi önceden belirlenecek özel bir blokzinciri şeklinde olabilir. Bu durumda muhasebecinin sistemin yönetilmesinde teknik olmayan bir rolü ortaya çıkmaktadır. Muhasebe bilgi sisteminde muhasebecinin gerçekleştirebileceği bir işleme yönelik işletme yönetiminin aldığı kararlara dayalı bazı onay mekanizmaları zaten vardır.

Blokzinciri teknolojisinin muhasebe uygulamalarına sağlayacağı en büyük faydalardan biri yapılan işlemlerin zaman açısından maliyetlerinin azalmasıdır. İşlemlerin anlık olarak yapıldığı bir sistemde gün sonu ve dönem sonu gibi işlemlerin gecikmesi için bir neden olmayacaktır. Böylece işlemlerin daha kısa süre içinde muhasebe kayıtlarına yansıtılmasını sağlayacaktır. Böylece muhasebe veya finans bölümünde çalışan elemanların zamanlarını daha verimli kullanmalarına sağlarken dönem sonu işlemlerinden kaynaklanan gerilimin de ortadan kalkmaktadır.

Blokzinciri teknolojisi, mevcut sistemde kullanılan muhasebe sistemleri

yerine geçmek şeklinde değil entegre bir şekilde blokzinciri veri tabanına taşınması ile tamamlayıcı bir fonksiyon oluşturacaktır. Blokzinciri teknolojisinin mevcut sistemlere entegre edilmesi, kayıt sisteminin güvenilir taraflarla serbestçe paylaşılabileceği oldukça güvenli bir iş birliği platformu yaratacaktır. Bu durumda blokzinciri ve mevcut sistemin entegrasyonu, merkezsiz ve dağıtık verilere erişim kolaylığı ile birlikte emek yoğun olmayan bir sistem sunacaktır. Bu sistem izinsiz veri değişikliklerini önleyecektir. Bu bağlamda kontrol mekanizmaları akıllı sözleşmeler yoluyla oluşturularak, şirket verilerinin siber saldırılara karşı korunmasını sağlayacaktır.

Blokzinciri teknolojisinin muhasebe işlemlerine olan bir diğer katkısı ise verilerin dijital olarak kaydedilmesi ve finansal varlıkların bireyler arasında aktarılmasını sağlayarak eş zamanlı olarak kullanıcıların bu aktarımı da görmesine imkân tanımasıdır. Geliştirilen bu teknolojilerin önemli bir bileşeni olarak ifade edilmekte olan dağıtık defter yapısı oldukça hızlı ve kolay bir şekilde elde edilen verilerin finansal tablolara dönüştürülmesini sağlamakta ve dönem sonuna gelindiğinde raporlama süreçlerinde meydana gelen gecikmelerin önüne geçilmektedir. Fakat, blokzinciri teknolojisinin muhasebe süreçlerine uydurulması, faaliyetlerin ve işlemlerin kaydedilmesinden, denetime yönelik verilerin gerçek zamanlı olarak izlenebilmesi gibi oldukça geniş bir süreci içermektedir.

Muhasebe uygulamaları çerçevesinde değerlendirildiğinde ise blokzinciri teknolojisi mali niteliklere sahip işlemlerin ya da olayların hemen hemen anlık olarak kayıt altına alınmasına imkân tanımaktadır. Ayrıca bu sayede odak noktasında uzlaşmanın yer aldığı, çok daha verimli ve güvenli bir dağınık defter sistemi öne sürülmektedir. Bu teknolojilerin etkili bir şekilde kullanılmasıyla birlikte finansal bilgilerden yararlanmakta olanlar, finansal tabloların güvenirliği ve doğruluğuna dair denetçiler tarafından hazırlanmakta olan raporlara güvenmek zorunda kalmamaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. DENETİM ÇERÇEVESİNDE BLOK ZİNCİRİ TEKNOLOJİSİNİN İNCELENMESİ

Günümüzde işletmelerin içinde bulundukları rekabet ortamı, geçmişe kıyasla daha kompleks yapı gösteren iş ve işlemlerin hızlı bir şekilde sonuçlandırılmasını gerektirmektedir. İşlemlerin hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi zorunluluğu, personelin bu yönde karşı karşıya olduğu baskı ve iş süreçlerinde yalınlıktan giderek daha da uzaklaşılması gibi etmenler, zaman zaman şirketlerde istenmeyen durumların ortaya çıkmasına yol açabilmektedir. İşletmelerin maruz kalabileceği bu istenmeyen durumların önüne geçilmesi, ancak bütün faaliyet akışlarının etkin bir denetim mekanizması üzerine inşa edilmesi ile mümkün olacaktır (Özer, 1997: 14).

3.1. Denetim Kavramına İlişkin Açıklamalar

Denetim faaliyetleri, işletme içerisinde izlenmesi gereken kuvvetler ayrılığı ilkesinin bir yansıması olarak da değerlendirilebilmektedir. İşlemleri gerçekleştirenler haricinde denetim faaliyetlerini meslek olarak yürütmekte olan kişiler tarafından faaliyetlerin değerlendirilmesi ve incelenmesi işletmeler için önemli bir teminat olmaktadır. Denetim faaliyetleri neticesinde elde edilen bulgular, kurumlar için çok daha güvenli faaliyet zincirinin oluşturulması anlamına gelmektedir. İşletmeler açısından bu denli önemli olmasına bağlı olarak denetim kavramının tanımı ile birlikte amaçlarına ve türlerine yer verilmektedir (Güredin, 2014: 11).

Denetimi, bütün fonksiyonlarını kapsayacak şekilde tanımlamak oldukça güçtür. Buna rağmen genel geçer olarak kabul edilen kanıya göre denetim; "*belirli döneme veya ekonomik birime ait verilerin daha önce belirlenmiş kriterlere göre uygunluk durumu tespit edilmiş ve konuyla alakalı olarak ilgili kişi veya kişilere rapor edilmesi amacıyla alanında uzman kişi tarafından yapılan değerleme ve kanıt elde etme süreci"* olarak ifade edilmektedir (Arslan, 2002: 6). Daha kısa bir ifade ile Denetim, yasal, ekonomik ve etik sonuçlar içeren, aynı zamanda ihtisas gerektiren

bir görevdir (Saxena vd., 2010: 1).

Denetim faaliyetinin yanında denetim benzeri kavramlar vardır. Bunlar (Hüner, 2014: 6-7):

- **Kontrol:** Bir şeyin aslına uygunluğuna ve gerçeğine benzeyip benzemediğinin tespit edilmesidir.
- **Revizyon:** Gözden geçirmek ve tekrar inceleme anlamına gelmekte olup eleştirel bir gözle yapılmaktadır. İşletmenin kendisinin ve faaliyetlerinin incelenmesidir.
- **Teftiş:** Bir şeyin aslını, doğrusunu veya işlerin iyi yürütülüp yürütülmediğini tespit etmek amacıyla yapılan incelemedir.

Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere kontrol, revizyon ve teftiş kavramları birbirlerine benzemekle birlikte denetim kavramı ile tamamen aynı nitelikte olmadıkları görülmüştür.

3.1.1. Denetimin Amaçları

İktisadi etkinlikler ve olaylara yönelik olarak işletmelerin öne sürmekte oldukları iddiaları daha evvel belirlenmiş olan standartlar, kriterler ve amaçlar doğrultusunda, tarafsızlık ilkesi çerçevesinde değerlendirmek adına ölçmek ve analiz etmek, ortaya koyulan kanıtlar üzerinden ilerleyen dönemlerde ortaya çıkması muhtemel hataların önüne geçilmesine destek vermek amacı ile yürütülen faaliyetlerin denetim faaliyetleri olarak ifade edilmektedir. Belirli bir plan, program ve sistem içerisinde sürdürülmekte olan denetim faaliyetleri ile birlikte ilgili kurumların ya da kişilerin gelişmesi, mali yönetimlerinin ve kontrol sistemlerinin güvenilir ve tutarlı olmasını sağlamak ve ortaya çıkan sonuçları ilgililere rapor olarak sunmak amacı ile hareket edilmektedir (Soylu, 2010: 26). Bu bağlamda denetimin amacı; "*bir işletmeye veya döneme ait finansal tablolar ve finansal bilgilerin doğruluğunu ve güvenirliğini daha önceden tespit edilmiş ölçütlerle karşılaştırmak ve aralarındaki uygunluk derecesini belirlemek*" olarak ifade edilmektedir (Gürbüz, 1995: 11). Başka bir kaynağa göre denetimin amacı; denetçinin işletmeye ait finansal durumun finansal tablo ölçütlerine göre, çalışma sonuçlarını önem taşıyan

hususlarıyla birlikte gerçekçi ve etkin olarak ele alınıp alınmadığı konusunda görüş bildirmesidir (Sayın, 2010: 69).

Denetimin yapılmasının asıl amacı işletmelerin belirli bir döneme ait finansal tablolarının, önceden belirlenmiş ölçütlere dayanılarak uygun denetim teknikleriyle yeterli ve güvenilir sayıda kanıt toplanarak karşılaştırmalar yapılması ve bunun sonucunda da güvenilir bilgiye ulaşılması ve bilgi kullanıcılarının bundan faydalanmasıdır. Bu bağlamda; denetim çalışmalarını çeşitli açılardan sınıflandırmak mümkündür.

3.1.2. Amacına Göre Denetim Türleri

Denetim için yapılan en genel sınıflandırma amacına göre denetim türleridir. Kendi içinde üç başlık altında toplanmaktadır. Denetim türler ve kriterleri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 2. Amacına Göre Denetim Türleri

Denetim Türü	Kriter
Finansal Tablo Denetimi	Genel Kabul Görmüş Muhasebe İlkeleri
Faaliyet Denetimi	Yasalar, Mevzuat ve işletme Politikaları
Uygunluk Denetimi	İşletmenin Hedefleri, Performans ve Verimlilik Kriterleri

Kaynak: Yılancı ve Yıldız, 2016

Finansal Tablolar Denetimi

Bu kavram, işletmelerce ilgililere sağlanan finansal tabloların, genel kabul görmüş muhasebe ilkelerine (GKGM) ve finansal tablolara direkt veya endirekt etki

eden ilkelere uygunluğunu belirten denetim faaliyetini ifade etmektedir. Bu durumun sağlanması için, denetim kapsamında kullanılacak finansal tablolar ile alakalı kanıtlar toplanmalı ve bu kanıtların değerlendirilmesi yapılmalıdır. Bu sürecin tamamlanabilmesi için denetim faaliyetlerini gerçekleştiren kişilerin alanında uzman olması gerekmektedir (Usul, 2015: 17).

Finansal tabloların denetimi, en yaygın denetim olarak kullanılmakta ve bağımsız denetçilerin başlıca uğraş konusu olmaktadır. Finansal tabloların denetiminin amacı, denetçinin tarafsız olarak değerlendirdiği finansal tablolara güvenirlik kazandırmaktır. İşletme yöneticilerine yürütülen faaliyetlere dair bilgi vermek adına hazırlanmakta olan mali tablolar kendi içerisinde iki sınıfta değerlendirilmektedir. Bunlar; temel mali tablolar ve ek mali tablolar olarak ifade edilmektedir. Bilanço ve gelir tablosu, temel mali bilançolar olarak değerlendirilmektedir. Kar dağıtım tablosu, fon akım tablosu, satışların maliyeti tablosu, özkaynak değişim tablosu ve nakit akım tablosu ise ek mali tablolardır. İşletmeye yönelik değerlendirmelerin yapılması noktasında söz konusu tabloların doğru veriler içermesi ve denetlenmesi oldukça önemlidir (Bozkurt, 2015: 28).

Faaliyet Denetimi

Organizasyonlarda gerçekleştirilen uygulamaların, faaliyet ve yöntemlerin, kurumun belirlediği amaçlara ulaşmak için yeterli olup olmadığı ve bu süreçte kaynakların verimli olarak değerlendirilip değerlenmediğinin tetkik edilmesidir (Yurdakul, 2010: 44). Faaliyet denetiminde, denetçilerden nesnel gözlemler yapmaları ve belirli faaliyetleri ayrıntılı olarak analiz etmeleri beklenir. Faaliyet denetimi ile birlikte belirli ölçütler üzerinden faaliyet çıktıları karşılaştırılmakta ve kurum tarafından daha önce belirlenmiş amaç ve hedeflere ne düzeyde ulaşıldığı belirlenmektedir. Bu denetim faaliyetleri doğrudan işletmelerin bütününe yönelik olarak uygulanabildiği gibi kuruma ait bir birim, şube ya da pazarlama veya üretim gibi bir işlevi de denetlenebilmektedir (Çakar, 2008: 13).

Performans denetimi olarak da adlandırılan faaliyet denetiminde, fiili durumun ölçülmesine baz teşkil edecek kriterler çoğunlukla öznel bir şekilde saptanır. Bu açıdan faaliyet denetiminde denetçi, mevcut durumun iyileştirilmesi ile

ilgili öneriler sunar. Geliştirilmesi ve düzeltilmesi gereken hususları tanımlar ve tavsiyelerde bulunur (Eski, 2006: 5).

Uygunluk Denetimi

İşletmeye ait finansal işlemlerle birlikte işletmeye ait faaliyetlerin yetkili makamlarca belirlenmiş olan kurallara, mevduata ve yöntemlere uygun olarak sürdürülüp sürdürülmediğinin tespit amacı ile yürütülmekte olan denetimler uygunluk denetimi olarak tanımlanmaktadır (Kepekçi, 2004: 22). Uygunluk denetimi hem işletme içi hem de işletme dışı kişiler tarafından yapılabilmektedir. İşletme dışı denetimlerde en çok rastlananlardan vergi denetimlerinde vergi kanunları, sosyal güvenlik kurumu denetimlerin de mevzuat baz alınmaktadır. İşletme dışı denetimde görevlendirme kamu otoriteleri tarafından yapılmaktadır. İşletme içi denetimlerde ise üst yönetimin ön gördüğü kriterlere ve mevzu ata uyulup uyulmadığı göz önünde bulundurulmaktadır (Gücenme, 2004: 2). İç denetçiler çalışmaları sonucunda elde ettikleri bulguları işletme yönetimine raporla sunarlar. Yetkili kurumların denetçileri bu raporu kamu kurumlarına iletirler. Uygunluk denetimini yürütecek denetçi bu konulara hakim uzman bir kişi olmalı, işletmenin belge dosyalama sistemi iyi olmalı ve uygunluk denetimi sistematik bir süreç olarak yürütülmelidir (Güredin, 1998:14).

3.1.3. Denetçinin Statüsüne Göre Denetim Türleri

Denetim faaliyetlerini yürütenlerin statülerine göre denetim türleri üçe ayrılmaktadır. Bunlar; iç denetim, kamu denetimi ve bağımsız denetim olarak ifade edilmektedir.

İç Denetim

İşletme faaliyetlerinin ve çalışanların ortaya koyduklarının uygunluk ve etkinliğinin, üretilen bütün verilerin güvenirliğinin kontrol edilmesi ve araştırılarak işletme üst yönetimine rapor edilmesidir (Tuan ve Sağlar, 2004: 2) İç denetim, işletmenin risk yönetimi, kontrol ve yönetim aşamalarının verimliliklerini değerlendirerek ve geliştirerek belirlenen hedeflere ulaşmasını sağlamak amacıyla yapılmaktadır (Özbek, 2011: 66). İç denetim, organizasyon içinde özel olarak görevlendirilmiş iç denetçiler tarafından, işletme yönetimine sunulan muhasebe

kayıtlarının doğruluğunu ve güvenilirliğini onaylamak amacıyla gerçekleştirilir İç denetimin kapsamı ve hedefleri çok çeşitlidir ve bu kapsam ve hedefler işletmenin büyüklüğüne, yapısına ve yönetimin ihtiyaçlarına bağlı olarak değişebilir (Basu, 2006: 29).

Günümüzde iç denetçilerin mesailerinin önemli bir kısmı faaliyet denetimine harcanmaktadır. Çünkü günümüz iş hayatında yaşanan çetin rekabet, kurumları daha verimli çalışmaya yöneltmektedir. İç denetçiler; firmalara, örgüt içindeki diğer ünitelere ve yönetime ilave değer katmak görevini üstlenerek, kuruma büyük bir yarar sağlamaktadır (Özer, 2008: 56).

Kamu Denetimi

Devletten maaş alan, denetim yetkisini kamu adına kullanan uzman kişilerdir Türkiye'de kamu denetimi yapan başlıca kurullar şunlardır (Güçlü, 2005: 6):

- Devlet Denetleme Kurulu
- Hazine Müsteşarlığı
- Hesap Uzmanları Kurulu
- Maliye Bakanlığına Bağlı Maliye Müfettişleri
- Sayıştay
- Sermaye Piyasası Denetleme Kurulu
- Sosyal Güvenlik Kurumu Teftiş Kurulu
- Ticaret Bakanlığı Teftiş Kurulu

Bağımsız Denetim

Denetimi kendileri için uğraş alanı olarak gören, bağımsız olarak veya bir denetim firmasına bağlı olarak çalışan denetçilerdir. Bu denetçiler, şirketlerin mevcut durumu hakkında bilgi almak isteyen kişi ya da kuruluşların talebi doğrultusunda denetim faaliyetlerini icra ederler (Bakır, 2003: 24).

İşletmenin talebi doğrultusunda işletme dışından tarafsız ve uzman kişi ya da kurumlar tarafından yapılan denetimlerdir. Denetlene işletmenin mali tablolarının doğruluğu hakkında bir kanaat oluşturma sürecidir. Bağımsız denetimde beklenen bu amaç doğrultusunda denetçinin bağımsız hareket edebilmesi büyük önem arz etmektedir. Bağımsız denetim, işletmelerin ekonomik faaliyetleri sonucu olan finansal tablo ve bilgilerin önceden belirlenen standart ve ilkelere uygunluğunu test edecek yeterli kanıt ve yöntemler sonucunda bir rapor oluşturma işlemidir (Gün, 2014: 74).

3.2. Denetim 4.0.

Endüstri 4.0 kavramıyla yaşanan dijital dönüşümün belli bir süre sonra denetim çalışmalarını da etkilemiştir. İş süreçlerini izleme, paylaşma, veri kullanımı, iş birliğinde bulunma ve iletişim kurma alışkanlıkları dijital teknoloji ile yeni bir boyut kazanmıştır. Nesneler dijitalleşerek varlıklarına devam etmekte ve bu dijitalleşme sayesinde başka varlıklarla iletişime geçmekte ve büyük bir sistemin parçası konumuna gelmektedir. Bu nedenle, bu dijital akım yeni nesil teknolojilere gereksinim duymakta; bu dijital nesneler ile fiziksel nesneleri eşleştiren dinamik, öğrenen ve etkileşim sağlayan bir sistemin yaratılmasına doğru yol alınmaktadır. (Kahraman 2017).

Endüstri 4.0 ile birlikte denetim alanında yeni kavramlar oluşmaktadır. Bu kavramlardan birisi "Denetim 4.0"dır. Endüstri 4.0 ile birlikte entegre olan dünyada denetim yaklaşımları da değişmektedir. Denetim 4.0'a gelinceye kadar denetimin geçirdiği aşamalar aşağıda bulunan tablodaki gibidir (Erturan ve Engin, 2018):

Tablo 5. Denetim Nesilleri

Nesil	Denetim 1.0	Denetim 2.0	Denetim 3.0	Denetim 4.0
Denetim yaklaşımı	Manuel denetim	Bilgi işlem destekli denetim	Büyük verinin katılması	Denetimin kısmi ve sürekli otomasyonu
Araçlar	Kalem, hesap makinası	Excel, bilgisayar destekli denetim yazılımları	Analitik uygulamalar	Sensörler, CPS, IOT, RFDİ, GPS

Denetim 1.0 olarak anılan ilk denetimler, elle yapılan denetimler uzun yıllar boyunca kullanılan ve birçok gereksinimi karşılayan kağıt, kalem ve hesap makinesinden oluşan en ilkel yöntemlerdir. Bu dönem, denetimden ziyade bir çeşit kontrol ve belgelerin doğruluğunun tasdikini içermekteydi. Bu dönemin ilerleyen zamanlarında denetimin çalışma kâğıtlarına dökülmesi ve çalışma kâğıtlarında sistematik bir düzen kurulması sağlanmıştır. Bilgisayarların kullanımı ile birlikte denetim 2.0 nesline geçildi. 1970'lerde ortaya çıkmış ve birçok şirketin bütün verileri bilgisayar tabanlı olmasına rağmen, denetçilerin yalnızca %15'i bilgisayar kullanmışlardır (Protiviti, 2015). Denetim 3.0 döneminin geçmiş dönemlere göre daha hızlı olarak kabul edilmesi beklenmektedir. Bilginin yığın halinde işlenmesi ve modern büyük veri sistemlerinin oluşturduğu veri akışının, geleneksel araçlarla anlamlı bilgiye dönüştürülmesi artık beklenmemektedir. Bununla birlikte, araştırmalarda büyük verinin muhasebeciler tarafından bilindiği ve gelecek 10 yılda kullanılacağı vurgulanmaktadır (Aslan ve Özerhan 2017). Denetim 4.0, mevcut yöntemleri otomatikleştirerek, kapsamlarını genişleterek, zamanlamayı kısaltarak ve sonuçta genel güvence kalitesini iyileştirerek denetim mesleğini önemli ölçüde değiştirecektir (Dai ve Vaserhelyi 2016).

Endüstri 4.0 ile beraber dijital dönem başlamıştır. Bu dönemde ortaya çıkan dijital denetim, klasik denetim metodolojileri üstüne günümüzün hızla değişen iş ortamlarına adapte olmak için en gelişmiş araçları kullanarak süreçleri otomatikleştirme, yapay zeka ile çıkarımlarda bulunma, veri analizi ile anlamlandırmaları kolaylaştırma anlamı taşımaktadır (cubeincubation.com).

Denetim 4.0, Endüstri 4.0 tarafından desteklenen teknolojiye, nesnelerin interneti, hizmetlerin interneti, siber fiziksel sistemler (CPS) ve akıllı fabrikalar, finansal ve operasyonel bilgi toplamak için kullanılan sistemlerdir. Bu akıllı sistemler tarafından iletilen bilgiler denetçiye sistemle ilgili yorum yapma konusunda kolaylık sağlamaktadır. Denetçi; denetim 4.0 ile birlikte iş dünyasına giren sistemlerdeki modelleri keşfedecek, anormallikleri tespit edecek, sistemin etkin ve verimli çalışmasını gerçek zamanlı olarak kontrol edecektir. Elde ettiği bilgilerin güvencesini sağlamayı amaçlayacaktır. Bilgi kullanıcılarına sunulacak faydalı

bilgileri elde etmek için bilgileri analiz edecek, bu analiz sırasında modeller oluşturacak ve sanal gerçeklikle nesneleri görselleştirecektir (Erturan ve Ergin 2017).

3.2.1. Denetim 4.0'ın Unsurları

Denetim 4.0, mevcut prosedürleri otomatikleştirerek, kapsamlarını genişleterek, zamanlamayı kısaltarak ve sonunda genel güvence kalitesini iyileştirerek denetim mesleğini önemli ölçüde değiştirecektir. Denetim 4.0'ın denetim mesleği üzerindeki etkilerini dört başlıkta incelenmektedir: Standartlar, ilkeler, teknoloji ve denetçiler (Dai ve Vasarhelyi, 2017: 33).

3.2.1.1.Standartlar

Krahel (2012) denetim standartlarının resmileştirilmesini değerlendirdikten sonra çoğu standardın, modern sistemlerde uygulanmasının bilgisayarlar tarafından yapılma eğiliminde olduğu için yazılıma gömülmesi gerektiğini belirtmiştir. Sonuç olarak, gerçek zamanlıya yakın bir güvence sağlamak için mevcut denetim standartlarındaki belirsizlik resmi temsil ile değiştirilmelidir. Endüstri 4.0 dünyasında güvence, büyük ölçüde nesneler arası resmi protokoller, "nesnelerin" teknik yetenekleri ve birbirine bağlı nesnelerin nesnel işlevleri tarafından yönetilecektir (Dai, ve Vasarhelyi, 2016).

Finansal bilgilerin gerçek zamanlı ölçümünü, işlenmesini ve iletişimini sağlamak için standartlar cihazlara, üretim hatlarına ve ürünlere programlanmalıdır. Örneğin, envanter ölçümü, satın alımların mevcut değerleri izlenerek otomatik hale getirilebilir (Krahel ve Titera 2015). Üretilen envanter, üretim hatlarının enerji tüketimleri ve işçilik maliyetleriyle ilgili gerçek zamanlı verileri toplayarak sürekli olarak ölçülebilmektedir. Genel gider tahsisi olan birçok öğe doğrudan ölçülecektir. Ek olarak, ürünlere eski envanterin değerini dahil etmek veya abartmamak için eski, yavaş hareket eden veya hasarlıysa, otomatik olarak uyarılar yayınlayacaktır. Bu tür bir otomasyon, denetçilerin fiziksel gözlem ve manuel envanter fiyatlandırması ile ilgili çabalarını azaltabilir ve ayrıca gerçek zamanlı olarak kesin performans ve risk bilgileri sağlayabilmektedir (Dai ve Vasarhelyi, 2016).

3.2.1.2.İlkeler

Endüstri 4.0, altı ana teknolojik ilkeden oluşur: karşılıklı çalışabilirlik, sanallaştırma, özerk yönetim, gerçek zamanlı yetenek, hizmet odaklılık ve modülerlik. Endüstri 4.0'a benzer şekilde, Denetim 4.0 veri kullanılabilirliğini artırmak, sürekli veri izleme ve doğrulamayı sağlamak ve denetim prosedürlerinin otomasyonunu geliştirmek için bu altı ilkeye dayanmaktadır (Dai ve Vasarhelyi, 2016).

Karşılıklı Çalışabilirlik

Karşılıklı çalışabilirlik, hem Endüstri 4.0'ın önemli bir kolaylaştırıcısı hem de gelecekteki bir yaşam tarzının anahtar tasarım konseptidir. Örneğin, trafik ışıkları ve araçlar arasındaki birlikte çalışmadır. Gelecekte trafik ışıkları bir ağa bağlanacak ve renkleri ve zaman çizelgeleri hakkında bilgi sağlayacaktır. Otomobiller bu bilgileri ağdan alacak ve gaz tüketimini azaltmak ve emisyonları en aza indirmek için hızı buna göre ayarlayacaktır. Ayrıca arabalar, optimum trafik akışı için trafik ışıklarının programlarını ayarlamak için coğrafi konum bilgilerini ve hızlarını ağa gönderebilecektir (Drath ve Horch, 2014).

Sanallaştırma

Sanallaştırma, mevcut bulunan fiziksel donanımın sanal makineler yardımı ile çok daha verimli kullanılabilmesini sağlayan, çeşitli yazılım ve donanım bağımlılıklarını ortadan kaldıran, bu sayede yeni ürün ve servis geliştirme maliyetlerinde büyük tasarruf sağlayan bir yazılım çözümüdür (Enderunix.com). Fiziksel dünyanın sanal bir kopyasını oluşturmak için teknolojiler geliştirilmiştir. Nesnelerin dijitalleşmesi ile oluşturulan bu dünya "ayna dünya" olarak adlandırılmaktadır. Ayna dünyaları "bilgiyle geliştirilmiş sanal modeller veya fiziksel dünyanın yansımaları" olarak tanımlanabilmektedir (Smart, Cascio ve Paffendorf, 2007).

Ayna dünyasında kaydedilen bilgiler, denetçilerin saha çalışmasını önemli ölçüde azaltabilir ve muhasebe bilgileri değerlendirmesini kolaylaştırmak için bağımsız bir taraf görevinde bulunabilmektedir. Bir iş sürecindeki her şey

sanallaştırılacağından ve ayna dünyasında temsillere sahip olacağından, denetçiler yerinde incelemelerin çoğunu uzaktan ve sürekli olarak gerçekleştirebilmektedir. Örneğin, ayna dünyası, fiziksel bir envanter kaleminin şirkete ulaşıp ayrıldığı zamanı ve ayrıca zaman içindeki yerlerini ve koşullarını kaydedebilmektedir. Denetçiler bu bilgileri fiziksel envanter incelemesi yerine kullanabilir ve aynı şekilde ayna dünyadaki işlemleri şirketin KKP sistemindekilerle karşılaştırarak işlemlerin oluşumunu ve eksiksizliğini inceleyebilmektedir. Ayna dünyaları, finansal olmayan süreçleri sıralı bütünlük güvencesi sağlayan muhasebe kayıtlarına bağlamak için de kullanılabilmektedir (Dai ve Vasarhelyi, 2016).

Özerk Yönetim

Kişiselleştirilmiş ürünlere olan talebin artışı günümüz üretim sistemlerini karmaşık hale getirmektedir. Bu nedenle makinaların, merkezi kontrolü zorlaşmaktadır (Hermann, Pentek ve Otto, 2015). Örneğin, Alman pazarında 15 milyardan fazla muhtemel Ford Fusion biçimi vardır (Schleich, Schaffer ve Scavarda: 2007). Bu tür büyük özelleştirme talepleri, üretim ve montaj hatlarının işletiminin merkezden uzaklaştırılmasını gerektirir. Böylece her makine, üretim hattında bireysel kararlar ve ayarlamalar yapabilmektedir (Schuh, Potente, Wesch-Potente, Weber ve Prote: 2014).

Gerçek Zamanlı Yetenek

Endüstri 4.0'daki fabrikalar, sistem hatalarını keşfetmek, üretimi ayarlamak ve gerçek zamanlı kararlar almak için fiziksel nesnelerin ve üretim faaliyetlerinin koşullarını sürekli olarak izlemektedir. Örneğin, bir makine arızası tespit edilirse, fabrika hemen hataya tepki verecek ve üretimi diğer makinelere yeniden yönlendirecektir (Shrouf, Ordieres, ve Miragliotta 2014). Uzun vadede, fabrikalar değişen pazar taleplerine, teknoloji seçeneklerine ve düzenlemelere gerçek zamanlı olarak uyum sağlama kapasitesine sahip olacaktır (Schlick, Stephan, Loskyll, ve Lappe 2014). Denetim 4.0, bu tanıların etkinleştirilmesi, kendi kendini düzelten veri algoritmalarının hataları düzeltmesini ve insan müdahalesi ihtiyacını uyaran öz farkındalığa sahip cihazların genişletilmesini sağlayacaktır (Kogan, Alles, Vasarhelyi ve Wu: 2013).

Hizmet Odaklılık

Denetim 4.0, denetçiler ve diğer ilgili hizmet sağlayıcılar arasındaki iş birliğini kolaylaştırmak için hizmet odaklı çalışmayı benimsemektedir. Örneğin, veri analitiği, denetim mesleği tarafından kabul edilmiş olup, kullanımı beklentilerin altında olan yararlı ve güçlü bir teknolojidir (Li, Chan, ve Kogan: 2015). Bunun önemli bir nedeni, veri analitiği tekniklerinin karmaşık olmasının denetçilerin bilgisinin ötesinde olabilmektedir (Schneider, Dai, Janvrin, Ajayi, ve Raschke: 2015). Uzmanların sunduğu hizmetleri kullanarak denetçiler analiz çalışmalarından kurtulabilir ve temel kararlara odaklanabilir (Dai ve Vasarhelyi, 2016).

Modülerlik

Modüler sistemler, değişen ortamlara veya gereksinimlere kolayca uyum sağlayabildikleri için Endüstri 4.0'da öne çıkmaktadır. Örneğin, üretim montaj hatları modüllere bölünebilir ve her montaj istasyonu, müşteriye özel bir biçime göre gerekli süreçleri ayrı ayrı oluşturabilir. Bu model, yeni yapılandırmalar üretmek ve mevsimsel dalgalanmalara uyum sağlamak için yeterince esnektir (Hermann, Pentek ve Otto, (2015).

Her denetim uygulaması genellikle tek bir analitik tabanlı denetim testi gerçekleştirmektedir. Denetçiler, bireysel denetim planına ve istisnalarına göre denetime dayalı olarak uygun denetim uygulamalarını seçip dağıtabilir. Belirli risklere, müşteri yeteneklerine, iş ortamına ve denetçi yetkinliklerine duyarlı her farklı denetim müşterisi için yeni bir uygulama seti olarak kullanılabilmektedir (Dai, ve Vasarhelyi, 2016).

Endüstri 4.0'ın temel ilkeleri açısından denetim 4.0 süreci Tablo 3'de özetlenmektedir (Yıldız, Ağdeniz, 2019):

Tablo 4. Denetim 4.0 Sürecinde Endüstri 4.0 İlkeleri

Endüstri 4.0 İlkeleri	Denetim 4.0
Karşılıklı çalışabilirlik	Tedarikçiler, müşteriler, bankalar ve diğer iş birimleri arasındaki karşılıklı ve ortak çalışma gerçekleşen işlemlerin gerçek zamanlı olarak denetlenmesini sağlayacaktır. Ayrıca iş birimlerinin karşılıklı çalışması bir güvenlik aracı olarak da kullanılabilecektir. Bir iş biriminde yapılan işlem karşı iş birimi ile karşılaştırılacak eğer yapılan işlem birebir örtüşmez ise denetçiler için uyarı işlevi görecektir.
Sanallaştırma	Sanallaştırma ile denetçilerin saha çalışmaları büyük ölçüde azalacaktır. Ayrıca finansal olmayan süreçlerin denetiminde de denetçilere kolaylıklar sağlayacaktır.
Özerk yönetim	İşletmelerde uygulanan iç kontroller sürekli izleme faaliyetinin gerçekleştirilebilmesi ve anormallilkerin tespit edilebilmesi için her bir makineye veya cihaza yerleştirilebilir. Böyle bir sistemde değişen şartlar ve denetçi tarafından sağlanan girdiler ile yeni eşik değerler sistem tarafından ayarlanabilecektir
Gerçek zamanlılık	Denetim 4.0'da kendini yenileyen algoritmalar ve insan müdahalesini gerektiren durumlara karar verebilen cihazlar ile kontrol faaliyetleri ve yüksek riskli işlemlerin gerçek zamanlı olarak tanımlaması yapılabilecektir.
Hizmet odaklılık	Kısıtlı denetim kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılabilmesi için önemli ilkedir. Hizmetlerin interneti ile denetimde uzmanlık gerektiren birçok hizmet dışarıdan sağlanabilecektir. Ancak burada bulut servisler üzerinden sağlanan hizmetlerin kullanılması söz konusu olduğunda denetimin maliyeti oldukça düşecektir.

Modülerlik	Her bir süreç ya da denetim alanı için bilgisayar destekli denetim teknikleri geliştirilebilir. Mevcut duruma, sürece göre bu denetim tekniklerinden uygun olanları seçilerek kullanılır.

3.2.1.3.Teknoloji

Denetim yükünün ve risklerinin yine teknoloji kullanılarak azaltılması denetçilerden istenen başlıca beklentilerden biri olmaktadır. Sensörler, siber fiziksel sistem (CPS), nesnelerin interneti (IOT), hizmetlerin interneti (IoS) ve akıllı fabrikalar; Endüstri 4.0 ve Denetim 4.0'ın zekasını, esnekliğini, ara bağlantısını ve şirketleşmesini sağlayan temel teknolojilerdir. RFID, GPS ve veri analitiği gibi diğer teknolojiler de yeni nesil denetimi desteklemek için entegre edilebilmektedir (Dai, ve Vasarhelyi, 2016).

Sensörler

Sensörler ile küçük bir ekstra maliyetle iş süreci boyunca muhasebe verilerini yakalamak için cihazlar kullanılabilir. Denetim amacıyla iş veya üretim süreçlerinde inşa edilen cihazların ve altyapıların bu tür kullanımını "bindirme" olarak tanımlanmaktadır. Bu stratejiyi kullanarak, denetçiler, envanterin miktarı, kalitesi ve çalışma saatleri gibi mevcut performansı yansıtan gerçek zamanlı muhasebe bilgileri elde edebilir. Çalışanlar, enerji tüketimi vb. gibi sistem arızalarını zamanında keşfedebilmektedir (Vasarhelyi, 2015).

Denetim 4.0 ile birlikte denetçinin bilgiye ulaşımı yakın mesafedeki bir ağ aracılığıyla gerçek zamanlı olacaktır. Şirketler, tedarikçiler ve müşteriler gibi kuruluşlar arasında veri toplamak için sensörler, gömülü sistemler ve yazılım modülleri şeklinde veri toplama araçları kullanılacaktır. Veri analiz teknikleri, ürün kalitesini izlemek, maliyetleri düşürmek, makine arızalarını saptamak ve karar vermeyi kolaylaştırmak amacıyla bu veriler üzerine modeller oluşturmak için kullanılmaktadır. Her veri üreten nesne ağa bağlı ve veri toplama olanağı veren bir siber fiziksel sistemler ile donatılmış olacaklardır. Fiziksel dünyada yaşanan koşullar, konumlar, çevre ve tarih gibi her olay sanal gösterime dönüşecektir. Dijital

dünyadaki bağımsız bir üçüncü tarafta, hizmetlerin interneti olarak sanal oluşum yaratacak sınırsız veri kapasitesine sahip entegre bir bulut sistemi olacaktır. (Erturan ve Ergin, 2017).

Siber Fiziksel Sistem

Siber fiziksel sistem (CPS), üretimin fiziksel süreçlerini izleyerek, belgeleyerek, verileri analiz ederek, gerçek zamanlı izleme ve karar vermeyi sağlamak için diğer siber fiziksel sistemlerle de bağlantı kuran entegre bir sanal model oluşturarak fiziksel dünyayı ve dijital kopyasını birleştirmektedir. Denetim 4.0 bağlamında, siber fiziksel sistemler ile kullanılabilir muhasebe veri akışını izlemek ve analiz etmek için farklı iş sektörlerinin davranış kalıplarını tanıma, düzensizlikleri veya anormallikleri keşfetme ve zamanında harekete geçmeyi sağlamaktadır (Dai, ve Vasarhelyi, 2016).

Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin hizmeti (IOT), fabrikaların yeni endüstri nesline ilerlemesini sağlayan önemli bir unsurdur. Denetçiler, gerçek zamanlı, kapsamlı güvence sağlamak için nesnelerin hizmeti altyapısını kullanabilir. İşlem bilgilerini izlerken ve denetlerken geleneksel olarak tanımlanan muhasebe verilerinden çok daha geniş bir veri kapsamının kullanımını teşvik etmektedir (Brown-Liburd ve Vasarhelyi, 2015).

Nesnelerin İnterneti (IOT) ortamında denetim yaklaşımının geleneksel denetim yaklaşımına üstünlükleri bulunmaktadır. Nesnelerin internetine dayalı denetim yaklaşımında denetçi, sadece denetimin yapıldığı dönemlerde değil, her zaman işletmedeki faaliyetler hakkında bilgi sahibi olmaktadır. Böylece denetçinin faaliyetler tamamlandıktan çok sonra değil, faaliyetler devam ederken bilgi sahibi olma, yönetimi ve hatta gerekirse bağlı olduğu üst kurumları uyarma fırsatı olacaktır. Bu nedenle, işletme faaliyetleri ve denetim faaliyetlerinin birlikte veri ağında uyum sağlaması gerekmektedir (Erturan ve Ergin, 2017).

Hizmetlerin İnterneti

Hizmetlerin interneti (IoS), hizmetlerin dijitalleşmesiyle birlikte, insanlar internet üzerinden hesaplama kaynakları, elektronik depolama ve hatta uzman bilgisi elde edebilmektedir. Denetim firmaları, kurum içindeki hesap verilerini analiz etmek için sürekli denetim ve izleme modellerini bulut tabanlı bir altyapı üzerinden veya şirketin muhasebe bilgi sisteminde devreye alacaktır. İlgili bilgiler daha fazla araştırma yapmak için denetçilere gönderilecektir (Dai, ve Vasarhelyi, 2016).

Denetim, bir kuruluşun mal, tablolar denetimini sağlayan bir hizmet endüstrisidir. Kurumsal kaynak planlama sistemlerinde muhasebe bilgileri açısından teknolojisinin gelişmesi ve dijitalleşmesiyle denetim mesleği yavaş yavaş çevrimiçi ve dijitalleşmeye doğru ilerlemektedir (Dai, ve Vasarhelyi, 2016). Vasarhelyi ve Halper (1991) yeni bir denetim modeli önermiştir. Bir kuruluşun muhasebe veri akışını sürekli olarak izleyen, analiz eden, anormallikler ve istisnaların olduğu her durumda denetçilerin dikkatini çekmek için alarmları tetikleyecektir. Bu sürekli denetim ve izleme, denetim firmaları tarafından çevrimiçi hizmet olarak sunulabilir.

Akıllı Fabrikalar

Akıllı fabrikalar, muhasebe ve denetimle ilgili bilgileri tüm değer zinciri boyunca toplayıp entegre ettikçe, denetçiler bu veriler ile bir organizasyondaki muhasebe veri akışlarının izlenmesini ve kontrolünü kolaylaştırmak, muhasebe bilgilerini ilgili taraflar arasında paylaşmak, tahmine dayalı ve önleyici faaliyetler gerçekleştirmek için kullanabilir. Denetçiler, gerçek zamana yakın güvence elde etmek, denetim kapsamını genişletmek ve kaliteyi iyileştirmeyi amaçlamaktadır (Dai ve Vasarhelyi, 2016).

Denetim 4.0'ı destekleyen diğer Teknolojiler

Bunlar RFID ve ve GPS teknolojisidir. Radyo frekanslı tanıma teknolojisi (Radio Frequency Identification - RFID), bir nesneye takılmış ve iletişim için manyetik alan çeşitleri veya radyo frekansı kullanan bir elektronik aygıt aracılığıyla tanımlama yapabilen bir sistemi açıklar (Glover ve Bhatt, 2006). Ürünleri ve akıllı kimlik kartları kullanılarak işçilerin fabrikadaki konumu hakkında

bilgi sahibi olmak için GPS kullanılmaktadır. Bu konum bilgilerini kullanarak işçilere rehberlik yapmak ve talimat verebilmek için kullanılabilmektedir (Gorecky, Schmitt, Loskyll ve Zuhlke 2014).

3.2.1.4.Denetçiler

Yoğun otomasyon ve süreç incelemesinin olduğu bir dünyada, denetçilerin yetenekleri de değişmektir. Denetçi teknik olarak çok daha eğitimli olmalı, fakat süreçler de eğitimsiz kullanıcılar düşünülerek oluşturulmalıdır (Dai, ve Vasarhelyi, 2016). Örneğin, Byrnes (2015), gruplaştırmanın denetçi kullanımını desteklemek için bir "süper uygulama" geliştirmiştir. Bu araç yalnızca gruplaştırma yapmakla kalmaz, aynı zamanda denetçi bilgisini tamamlamak için istatistiksel bilgiyi de uygular.

Blokzinciri teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilen işlemler asla değiştirilemezdir. Bu sebeple denetçiler, kaynakları belirlenebilir izlerden ve işlemlerin otomatik olarak doğrulanmasından yararlanabilmektedir. Blokzinciri teknolojisi denetçilerin finansal tabloların oluşmasını sağlayan çok sayıda işlemi otomatik olarak doğrulamasını sağlayabilmektedir. Örneğin, stoklar ile ilgili tüm hareketler blokzinciri üzerine kaydedilmişse denetçiler stok bakiyesini uzaktan ve gerçek zamanlı olarak belirleyebilir. Bu şekilde denetim, denetçilerin diğer çalışmalara daha fazla zaman harcamasını sağlayacak şekilde gelişecektir (Alarcon ve Ng, 2018). Blokzinciri, işlemlerin bir üçüncü şahsa ihtiyaç duymadan doğrulamasına ve denetlemesine olanak tanıdığı için internet tabanlı işlemlerde daha önce görülmemiş bir kesinlik ve güven sunmaktadır. Bu şekilde denetim sürecinin bölümleri pratik olarak otomatikleşmektedir (Scull, 2017).

3.3. Blok Zinciri Teknolojisi ve Denetim İşlemleri

Blokzinciri teknolojisi, şifrelenmiş bir dijital muhasebe sistemidir. Blokzinciri teknolojisinin sağladığı şeffaflık, denetim hakkında düşünme şeklimizde temel bir değişim gerektirir. Bir blokzinciri, destekleyici belgeleri, yetkileri, günlük girişleri kaydetme ve bir işlemin her iki taraf için değer transferini aynı platformda yürütme yeteneğine sahiptir. Bu nedenle, tüm taraflar aynı blokzincirini kullanıyorsa, bir blokzincirinde gerçek zamanlı olarak

yapılabileceğinden, bu onaylar ve mutabakat ihtiyacını en aza indirebilir. Denetim ve iç kontrolün altında yatan temeller, her bir işlemin niteliğinin bir parçası haline gelmektedir (Schulman ve Wilson, 2019).

Blokzinciri tek ve merkezi bir veri tabanı yerine çoklu veri tabanları kullanarak daha sağlam bir denetim izi oluşturmaktadır. Bir veri tabanındaki bir blok silinmiş olsa bile, diğer veri tabanları kendilerini senkronize ederek, hasarlı veri tabanını düzeltip silme işlemini geri almaktadır (Rechtman, 2017).

Blokzinciri teknolojisinde denetim faaliyetleri için önemli durum olan denetlenebilirlik, sistemde şu şekilde sağlanmaktadır: Her blok kendinden önce gelen bloğa bağlı olduğu için blokta yapılacak herhangi bir değişiklik ilgili bloğun özet değerini etkilemektedir. Değişiklik sonucunda zincir bütünlüğü kaybolacak yani bir sonraki blok, değişikliğe uğramış bloğu adreslemiyor olacaktır ve bu durumda da zincirdeki bütünlük kaybolacağı için ağdaki kullanıcılar tarafından onaylanmayacaktır (Mendi ve Çabuk, 2018).

Bir denetçinin amacı, finansal tabloların doğru olup olmadığını onaylayan bağımsız bir üçüncü taraf olmaktır. Ancak, denetçilerin denetimi gerçekleştirmek için müşterilerinden ücretler topladıkları ve bu nedenle müşteriyi koruma düşüncesiyle var olan doğal bir önyargı olduğu göz ardı edilmemektedir. Bu nedenle firmanın gelirlerini korumaktadır. Meslek olarak etik kurallarımız, eğitimimiz ve profesyonelliğimiz çok ciddiye aldığımız bir şey olsa da, bu önyargı göz ardı edilememektedir (Lazanis, 2015).

Blokzinciri sistemi veri güvenliğini en üst seviyeye çıkartan bir teknolojidir. Blokzinciri sisteminin kullanılmasında ve sürdürülmesinde pek çok taraf bulunmaktadır. Bu durum sistemin kontrolünün bir veya birkaç kişinin eline geçmesine ya da muhasebe kayıtlarının yasa dışı olarak değiştirilmesine ya da silinmesine engel olmaktadır. Sisteme yerleştirilmiş kuralların çok fazla insan müdahalesi olmadan otomatik olarak işlemesi sistemin güvenliğini arttırmaktadır (Dai, Wang ve Vasarhelyi, 2017).

Union Bank 2016 yılından itibaren "*Robotic Process Automation (RPA)*" sistemine geçmiştir. Bu yazılımın uygulanması ile birlikte kredi dosyalarını dijital hale getirmiştir. Böylelikle kredi dosyalarının denetimi hem daha maliyetsiz hem de daha kolay olmuştur (Kofax, 2016: 8). Bu açıdan blokzinciri teknolojisinde denetim alanlarının son derece geniş olduğunu ifade etmek de mümkündür. Son yıllarda Çin Ulusal Denetim Ofisi (China National Audit Office: CNAO), blokzinciri teknolojisi temelli kamu denetim işlemlerine geçiş yapmaktadır. CNAO, Türkiye'deki Sayıştay statüsüne sahiptir ve tüm kamu kurumlarının denetiminden sorumludur. Bu noktada, kurumda çalışan denetçilerin denetim faaliyetlerini uzaktan yapabilmeleri blokzinciri teknolojisinin kuruma sağladığı bir kolaylıktır. Sistemin çalışma prensibi ise her kurumun sisteme kaydedilip bir alt denetim bürosuna bağlanması ile sağlanmaktadır. Burada alt denetim büroları bağımsız kümeler şeklinde çalışmaktadır ve tüm işlemlerde (denetime ilişkin veri toplama, yönetim, bakım) eşit sorumluk bulunmaktadır (Çiğerci ve Eğmir, 2019: 211). Buna ek olarak Demirhan (2019), blokzinciri teknolojisi tabanlı yürütülen denetim işlemlerinde, tarafların yerine getirmesi beklenen sorumlulukların daha kolay belirlenebileceğini ve bu doğrultuda oluşturulan akıllı sözleşmelerin blokzinciri teknolojisine dahil edilebileceğini belirtmiştir. Bu bakımdan işlem güvenliği sağlanmış olacaktır ve denetimin yükü hafifleyecektir.

Dünya'da perakende sektörünün liderlerinden Walmart ve bir grup gıda devi blokzinciri teknolojisinin kullanımı konusunda IBM ile iş birliği yapmakta ve gıda tedarik zincirlerine blokzinciri teknolojisinin nasıl uygulanacağını araştırmaktadırlar. Unilever, Nestle ve Dole gibi gıda şirketlerini içinde bulunduran koalisyon, güvenli dijital kayıtlar tutmak ve tedarik zincirinin herhangi bir noktasında gıda ürünlerinin izlenebilirliğini artırmak için bir blokzinciri teknolojisi kullanmayı hedeflemektedir (Schulman ve Wilson, 2019).

Denetim mesleğine özgü olarak blokzinciri teknolojisi değiştirilmesi mümkün olmayan bir kayıt defteridir. Gerçek zamanlı olarak işlemlerin tüm ana kütlesi üzerinde testleri gerçekleştirme fırsatı sunmaktadır. Konu ile ilgili olarak Nagpal (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, blokzinciri teknolojisinin en faydalı olacağı üç konu belirtilmiştir. Bu konular; akıllı varlık yönetim, verinin denetimi ve akıllı

sözleşmelerdir. Faydalı olması planlanan ve öngörülen konu başlıklarının temelinde denetim faaliyetleri önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle denetimin tek merkezden yürütülmesinin zor olduğu alanlarda blokzinciri teknolojisinin dağıtık yapısı ilgili kurumlara büyük avantajlar sağlamaktadır.

Blokzinciri teknolojisi uygulama düzeyinde denetçilere, belirli işlemlerin yapılması, dijital varlıkların varlığının doğrulanması ve tutarlılığın kanıtlanması gibi yeni görevler getirmektedir. Bu yeni görevler özellikle de blokzincirinde merkezi bir otorite olmadığında zorlayıcı olmaktadır. Denetçiler görevlerini yapmak ve yeni yöntemler icat etmek için bilgi teknolojileri (BT) sistem denetimlerindeki uzmanlardan yararlanmaları gerekmektedir. Oluşan bu fırsatları ve zorlukları izinli ve izinsiz blok zinciri türleri üzerinde aşağıdaki tablodaki şekilde incelenmektedir (Liu, Wu ve Xu, 2019):

Tablo 5. İzinli ve İzinsiz Blokzinciri Türleri

Blokzinciri Türleri	Fırsatlar	Zorluklar
İzinsiz Blokzinciri	İşlem kaydını blokzinciri üzerinden incelemek	Hatalı işlemlerin geri dönüşü olmamaktadır.
	Blokzinciri üzerinde özgün denetim süreci geliştirmek	Blokzinciri üzerindeki kayıtların ölçümünü, varlığını ve kimliğini doğrulayacak bir merkez yoktur.
	Blokzinciri üzerindeki nesneleri, fiziksel dünyadakilerle doğrulamak	Müşteri şifreyi kaybettiğinde verinin geri alınması
İzinli Blokzinciri	Blokzinciri kurulumu için kılavuz geliştirmek	Siber saldırıları raporlayacak bir merkez yoktur.

	Blokzinciri meclislerine tavsiye verebilmek için sektör bilgisi ve deneyimi bakımından öne çıkmak	Çeşitli blokzinciri teknolojisinde daha yetkin olmalı
	Piyasa talebine uygun blokzinciri kuran iş ağlarında öne çıkmak	Kullanıcılar arasında ortak karar almak oldukça zor
	Potansiyel blokzincirlerin planlayıcısı ve koordinatörü gibi davranmak	Denetim işlemi zincir dışı olan bir saha anlaşmasına bağlıdır.
	İç blokzinciri kontrolü yapan BT denetiminde öne çıkmak	Merkezi yetkili blokzincirindeki bilgileri geçersiz kılabilmek.
	Özel blokzincirlerine bağımsız değerlendirme hizmeti sunmak	Ortak görüşlerde değişme olduğunda sorun çıkabilmesi.

Bu bilgilere ek olarak denetim alanında blokzinciri teknolojisi, bu teknolojinin önemli bir paydaşı olan bitcoinden bağımsız düşünülememektedir. Sistem içerisinde merkezi bir yapının olmamasıyla birlikte bitcoin işlemi yapmakta olanların belirlenemiyor olması denetim faaliyetlerinin önünde bir engel teşkil etmektedir. Farklı amaçlar adına kullanılmakta olan bitcoinlerin ya da ticari amaçlarla kullanılmakta olan paraların takip edilmesi ya da kullanıcı kimliklerine ulaşılması mümkün olmamaktadır (Bulut, 2019: 64). Bu aşamada denetçilerin işlem kimliğini belirsiz bir tanımlayıcı olarak nitelendirme önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durumda sorunun çözümüne yönelik olarak akıllı sözleşmelerden yararlanılması çok daha uygun görülmektedir. Sözleşmeler üzerinden gerçekleştirilen işlemlerin ya da sözleşmelere bağlı olarak doğan yükümlülüklerin takip edilmesi için de çok daha uygun bir yöntem olmaktadır. Bu süreç içerisinde aracılık hizmetleri sunmakta olan kuruluşlar, sözleşmelere bağlı olarak ortaya çıkan güvenlik önlemleri ile ilgili sorumluluk sahibidirler. Yöntem ile birlikte ağ kısmi olarak daraltılmakta ve bu sayede denetim faaliyetlerine imkân tanınmaktadır (Broby ve Paul, 2017, 76-88).

3.3.1. Blok Zinciri Teknolojisinde Denetim Süreci

Blokzinciri teknolojisinde denetim faaliyetini yürütecek olan denetçinin denetim hazırlık programı ön uygulama, yönetim, gelişme, güvenlik, işlemler ve uzlaşma aşamalarından oluşmaktadır. Ayrıca incelemeyi yapan denetçinin, test edilecek kurumsal fonksiyonların, sistemlerin ve varlıkların kapsamını belirlemesi gerekecektir (ISACA, 2019).

Denetçiler ve birlikte çalıştıkları teknoloji uzmanları, blokzincirlerinin nasıl çalıştığını ve bunlarla ilgili riskleri iyice anlamalıdır. Denetçiler, bloklara katılacak zincirlerle ilişkili teknolojinin denetlenmesinde ve işlemlerin alınma sürecini de denetlemektedir. Denetçiler sistemin kontrol ortamıyla ilgili güvence sağlamalıdır. Öncelikleri, bir blokzinciri teknolojisi ağının parçası olan bilgisayar düğümlerinin sağlamlığını gözden geçirmelidir (Lee, Fiedler ve Mautz, 2018, 43).

Denetçiler doğrudan blokzincirleriyle ilgili test kontrollerine odaklanmaktadır. Bu kontroller şunları içermektedir (Lee, Fiedler ve Mautz, 2018, 43):

- Ağdaki farklı düğümlerden blokzinciri verilerin kullanılabilirliğini test etme.
- Bloklar içindeki depolanan veri öğelerinin doğruluğunu, bütünlüğünü ve tutarlılığını sağlama.
- Ağdaki farklı düğümlerden elde edilen verilerin özdeşliğini doğrulama.
- Blokzincirine yeni bloklar ekleme işlemini test etme.
- Önceden onaylanmış blokların değiştirilmeye çalışılmasının kontrolünü sağlama ve süreci takip etme.

Blokzinciri teknolojisinin kullanılmasıyla birlikte denetim faaliyetleri neticesinde hazırlanmakta olan raporların güvenirlik düzeyini ortaya koyan ideal güvence değeri de anlamsız hale gelmekte ve bunun yerine mutlak güvence terimi ön plana çıkmaktadır. Blokzinciri üzerinden işletmelere ait faaliyetlere ait sunulan bilgiler, zincirde yer alan bloklar ile otomatik bir şekilde doğrulanmaktadır. Bu

durumda denetçilerin mesleki rollerinde birtakım değişmeler ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkması muhtemel rollerin ise aşağıdaki gibi sıralanması mümkündür (Deloitte Raporu, 2017: 13):

- **Akıllı Sözleşmelerin Denetlenmesi:** İşletmeler tarafından faaliyetlerin akıllı sözleşmeler üzerinden gerçekleştirilmesi neticesinde denetçiler tarafından sözleşmelere yönelik denetim faaliyetlerini sürdürmesi gerekmektedir.
- **Arabuluculuk Faaliyetleri:** Karmaşık olarak değerlendirilen işletme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi noktasında uzlaşmanın sağlanmasına yönelik olarak denetçiler tarafından sunulacak görüş ve desteklere gereksinim duyulacaktır.
- **Blokzincirindeki Ticari Birliklerin Denetimi:** Blokzinciri içerisinde ticari bir birliğin ya da farklı bir yapının ortaya çıkması halinde gelişen sürecin güvenirliliğinin ve etkinliğinin belirlenmesinde denetçiler tarafından gerçekleştirilecek denetimlere gereksinim duyulmaktadır.
- **Protokollerin Takibi:** Blokzinciri protokolleri ile birlikte protokoller üzerinden doğan yükümlülüklerin ya da sorumlulukların yerine getirilmesinin etkin bir şekilde denetlenmesi, denetçilerin yeni faaliyet alanları arasında yer almaktadır.

Blokzinciri teknolojisi yukarıda ifade edilen muhtemel rollerin üstlenmesinde birtakım kolaylıklar sağlamaktadır. Özellikle emek yoğun görevlerde denetim süreci kolaylaşabilmektedir. Bunun yanında denetim sürecinin maliyetini doğrudan etkileyen uygun ve yeterli kanıtların toplanması işlemi, blokzinciri teknolojisinden faydalanılarak daha az maliyet ile ve daha hızlı şekilde muhasebe kayıtlarına aktarılabilmektedir. Aynı zamanda blokzinciri teknolojisinin dayandığı verilerin değiştirilememe ve yapılan işlemlerin sürekli kaydedilmesi, denetim sürecinde hile risklerini azaltarak işletmenin olası kayıplarını önleyecektir (Doğan ve Ertugay, 2019: 1654-1655).

Blokzincirinde standartlaşmaya yönelik bir yapının oluşması ve bu anlamda düzenleyici kural ve standartların belirlenmesi oldukça zordur. Bu durum ancak blokzinciri teknolojisi olgunlaştıkça ve değişkenler belirli bir yapıya oturdukça

düzenleyici kurumlar açısından mümkün olmaktadır. Bu noktada düzenleyici otoriterler yenilikleri engelleyen bir yaklaşımdan ziyade mevcut düzenleyici çerçeveyi yeni teknolojilere uyumlu bir yapıya kavuşturmayı hedeflemelidir (Oral, 2019).

Endüstri 4.0 ile birlikte denetim süreci, yazılı dokümantasyona dayalı muhasebe sistemlerinin manuel olarak denetlenmesinden, yazılı olmayan sistemlerin elektronik veri aktarımının çevrimiçi olarak sürekli elektronik olarak denetlenmesine doğru evrim geçirmektedir (Rezaee, Elam ve Sharbatoghlie, 2001). İşte tam bu aşamada karşımıza "Sürekli Denetim" kavramları çıkmaktadır. Kanada Yeminli Müşavirler Enstitüsü (CICA) ve Amerikan Yeminli Müşavirler Enstitüsü (AICPA) araştırma raporunda sürekli denetim, "konu ile ilgili olaylar gerçekleştikten kısa bir süre sonra ya da eşzamanlı olarak yayınlanan denetçi raporlarının kullanılması ile bağımsız denetçilere yazılı bir güvence elde etmeyi imkan veren bir metodolojidir" şeklinde tanımlanmıştır (Searcy, Woodroof ve Behn, 2002).

Endüstri 4.0 ve muhasebe denetimi etkileşimi sonucunda; yeniden düzenlenmesi ve üzerinde düşünülmesi gereken denetim konu başlıkları aşağıda verilmiştir. Kablan (2018) endüstri 4.0 ortamındaki denetim yaklaşımını konu başlıkları ile şu şekilde açıklamıştır:

Denetimin Konusu, Türleri ve Zamanı: Nesnelerin ve akıllı makinelerin denetimidir. Sürekli Denetim, yazılı olmayan bilgisayar ortamındaki denetim ve bilgi teknolojilerine dayanmaktadır. Kağıtsız, yazılı olmayan muhasebe sistemleri kullanılmaktadır. Nesnelerin ve akıllı makinelerin denetimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Sürekli denetim gerçekleşir. İstenildiğinde veya her zaman raporlama gerçekleşebilir. Gerçek zamanlı finansal bilgi gerçek zamanlı denetim mümkündür.

Denetim Yer ve Mekanı: Meslek mensupları ve denetçiler sanal bürolardan, uzaktan erişim ile mesleki süreci gerçekleştirmektedir. Denetim çalışmalarında fiziksel bağımlılık söz konusu değildir.

Denetim standartları ve Kanıtları: Bilanço kalemlerine ait gerçeğe uygun değer çalışmalarında büyük verinin etkisinin, muhasebe ve raporlama standartlarında

değişikliğe neden olacağını iddia edilmektedir. Kanıtlar elektronik kanıt olarak dijital ortamda yer almakta, kağıtsız denetim karşımıza çıkmaktadır.

Denetim Kanıtı Elde Etme Yordamları: Denetçi, akıllı makinalar, akıllı raflar, akıllı depo, akıllı stok, akıllı kayıt vb. endüstri 4.0 unsurlarından yararlanarak, işletmenin bilgi sisteminden istediği veriyi eşzamanlı olarak çekebilecektir. Sabit varlıkların kontrolüne fiziki olarak gerek kalmayacak, kayıtlar dijital ortamda kontrol edilecek, doğrulama ve soruşturma ise, uzaktan gözlem ve erişim ile gerçekleşebilecek faaliyetler olarak karşımıza çıkacaktır.

Denetim Riski: Nesnelerin sürekli olarak birbiri ile iletişimi sonucunda, sürekli bir iç kontrol sistemi mevcut olup; doğal risk, kontrol riski ve bulma riski olasılıkları azalacaktır.

Parasal Varlıkların Denetimi: Sanal para kullanılması ve kasiyersiz akıllı yazarkasalar ile birlikte kayıt dışı hareketler, sayım noksan ve fazlaları önlenecektir. Denetçinin parasal varlıkları denetleme yükü ortadan kalkacaktır. Denetimde parasal varlıkların denetimi döngüsü varlığını yitirecektir.

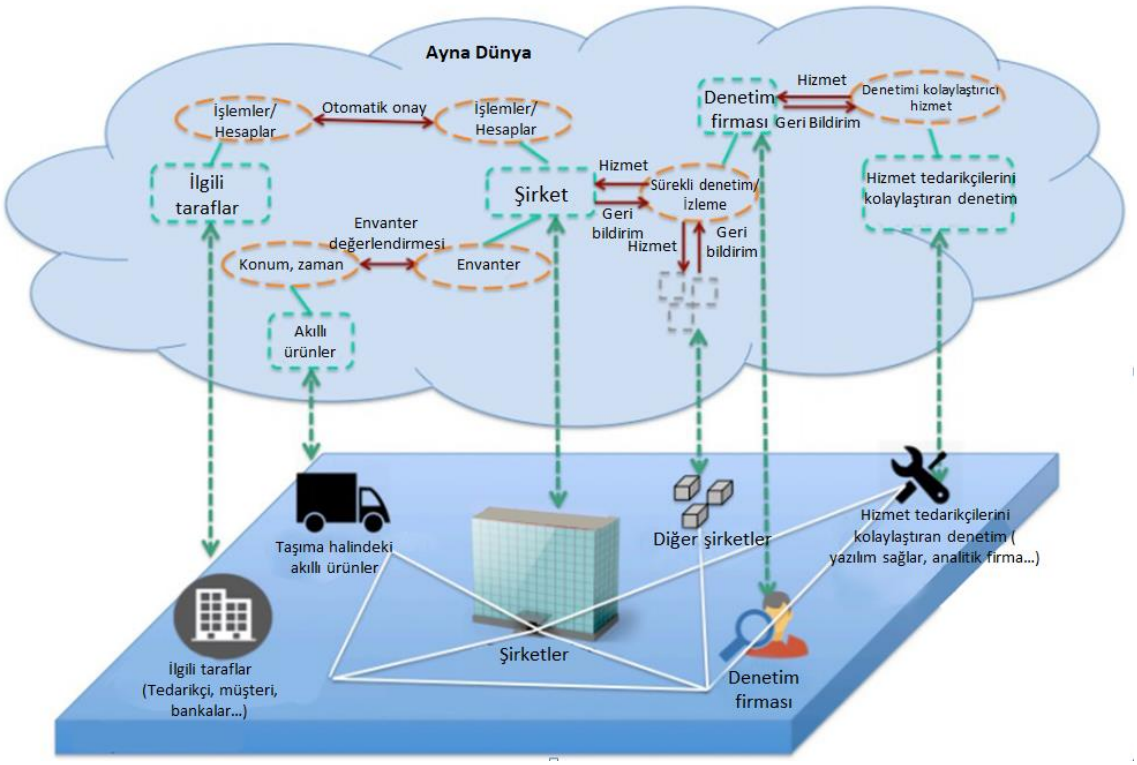
Denetim Raporları: Denetçinin müşteri işletmenin bilgi sistemine, yönetimin izni olmadan ulaşabilme imkanı olduğundan dolayı görüş bildirmekten kaçınma rapor türü anlamını yitirecektir.

İşletmelerde, akıllı fabrika sensörlerinin, CPS'lerin ve IoT / S'nin yoğun kullanımıyla birlikte, gerçek zamanlı şirket, hata algılama, tahmin ve karar kabiliyetine sahip, son derece otomatik, esnek ve birbirine bağlı bir ortama doğru ilerleme sağlanmıştır. Bu bağlamda, denetim mesleği, bu değişim dalgasına uyum sağlamak ve denetimin kapsamını genişletmek, denetimde zamanlamayı kısaltmak, doğruluğu artırmak ve nihayetinde tüm iş dünyasının güvence düzeyini artırmak için ortaya çıkan teknolojiden yararlanması gerekir (Dai ve Vasarhelyi, 2017).

Teknolojik değişim ile her şey ağa bağlanacağından ve potansiyel olarak veri toplama, işleme, depolama ve iletime izin veren bir CPS ile donatılacağından, fiziksel dünyanın sanal bir temsili olan "ayna dünya" yaratılabilir. Böylece, fiziksel dünyadaki her nesnenin ayna dünyasında bir temsili olacak ve koşullar, konumlar,

çevreleyen çevre, tarih vb. hususlardaki bilgileri sanal temsile sürekli güncelleme yapacaktır. Ayna dünyası, bağımsız bir üçüncü taraf olarak hizmet veren büyük ve entegre bir bulutta kurulacak sistemdir. Ayna dünyası, çeşitli kaynaklardan gelen verileri kullanarak, ilgili ticari kuruluşlar arasında otomatik onay, envanter otomasyonu ve nakit bakiyesi değerlendirmesi, gerçek zamanlı enerji ölçümü ve yönetimi, gerçek zamanlı hatalar ve düzensizlik algılama, uzaktan sürekli denetim / izleme ve uzaktan denetim kolaylaştırıcı hizmetler sunmaktadır (Dai ve Vasarhelyi, 2017).

Şekil 8. Denetim 4.0'ın Temel Yapısı ve İşlevleri

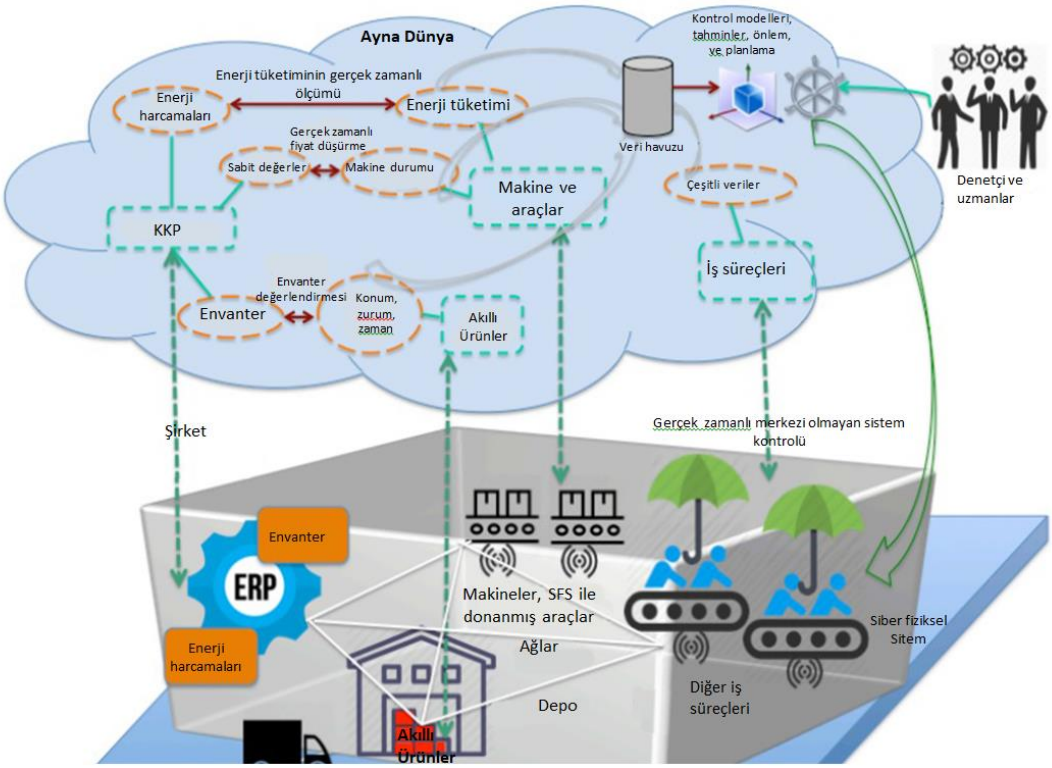


Kaynak: Dai ve Vasarhelyi (2017)

Şekil 8 denetimde 4.0'nun yapısını ve fonksiyonlarını göstermekte olup; şirketler, ilgili iş tarafları (tedarikçiler, müşteriler, bankalar gibi), denetim firmaları ve denetimi kolaylaştırıcı hizmetler (denetim yazılımı, denetim veri analitiği vb.) olmak üzere dört tarafı birbirine bağlayarak, gerçek zamanlı iletişim kurma ve birbirleriyle işbirliği yapmayı kapsar. Böylece, bu sayede tüm nesneler izlenebilir

olacak ve koşullarını, durumlarını ve geçmişlerini yerel olarak saklayabilecek, bu da bir organizasyondaki muhasebe bilgilerinin doğrulanmasını kolaylaştırmayı sağlayacaktır. Denetim 4.0'da, denetim mesleğindeki değişiklikler esas olarak işletmeler arası taraflar, işletme içi ve denetim hizmeti olmak üzere üç yönlü olacaktır (Dai ve Vasarhelyi, 2017).

Şekil 9. İşletme İçi Denetim 4.0



Kaynak: Dai ve Vasarhelyi (2017)

Şekil 9, Denetim 4.0'ın tüm işletmenin muhasebe ve diğer iş verilerini toplayarak ve analiz ederek bir şirkete nasıl kapsamlı bir güvence sağlayabileceğini göstermektedir. Ayna dünyası, kuruluşun mevcut durumunu ve performansını yansıtan verileri sürekli olarak yakalayacaktır. Ek olarak, iş süreçleri, kilit denetim ihlallerini tespit etmek için önceden belirlenmiş kurallara göre izlenecek ve belirli süreklilik denklemleri aracılığıyla çapraz doğrulama yapacaktır (Kogan vd. 2014).

Böylece, çalışanların faaliyetleri de düzensiz veya anormal davranışları tespit etmek için kameralar ve sensörler tarafından kaydedilerek, bu verilerin tümü, gerçek zamanlı muhasebeyi etkinleştirmek için bir kuruluşun KKP sistemine bağlanacaktır (Dai ve Vasarhelyi, 2017).

Ayna dünyası, tüm kuruluştaki gerçek zamanlı verileri buluttaki bir veri havuzuna entegre edecektir. Denetçiler ve diğer uzmanlar, söz konusu anormallikleri sürekli olarak tespit etmek, sistem hatalarını keşfetmek, kontrol verimsizliğini belirlemek ve kaynakları yönetmek için veri havuzunun üstünde analitik modeller oluşturmaları kolaylaşacaktır. Bir anormallik veya arıza meydana geldiğinde, ilgili model, derhal harekete geçecek olan denetçilere veya yönetime bir uyarı gönderecektir. Bazı kontrol izleme modelleri, yalnızca makinelerde üretilen veya işleyen yerel verileri izliyorlarsa, bulut yerine tek tek ekipman veya tesislerde de uygulanabilir (Dai ve Vasarhelyi, 2017).

3.3.2. Blokzinciri Teknolojisinin Denetim Açısından Avantajları ve Dezavantajları

Blokzinciri teknolojisinde denetim faaliyetlerinin nasıl olacağına dair bu zamana kadar literartür çalışmaları yapılmıştır. Fakat bu çalışmaların uygulama açısından bir karşılığı bulunmamaktadır. Blokzinciri teknolojisinin muhasebe alanına yapacağı katkı ile denetim anlayışının da değişmesine neden olacaktır. Blokzinciri teknolojisi tüm işlemleri kaydetmekle birlikte bunları tanımlayamaz. Bu nedenle gerçekleştirilen işlemin sınıflandırılmasına ilişkin insan görüşü hala kritik bir rol oynamaktadır. Bu da denetçilerin önemli bir unsur olarak denetim sürecinde varlığını koruyacağını göstermektedir.

Blokzinciri teknolojisi ile beraber muhasebe kayıtlarının yanı sıra bu kayıtların denetimi de gerçek zamanlı olarak gerçekleşebilecektir. Denetimin kolay hale gelmesi ve denetimin süresinin azalması denetimin müşteriler için maliyetinin de azalmasını sağlamaktadır. Gerçek zamanlı denetim, temel denetim yöntemlerinden geleneksel örnekleme kavramını ortadan kaldıracaktır. Blokzinciri teknolojisi, örnekleme ihtiyacını ortadan kaldırarak güvenlikli bir altyapı imkanı

sunmaktadır. Dağıtık bir defter üzerinde değişmez ve güncel bir geçmişe sahip olunması denetim yapmak için çok farklı bir yaklaşım gerektirmektedir.

Blokzinciri teknolojisi ile birlikte işletmelerin muhasebe kayıtlarını sistem üzerinden takip etmeleri, denetim hizmetleri açısından oldukça olumlu bir durumdur. Mevcut denetim hizmetlerine bakıldığı zaman bu hizmetin önemli ölçüde emek yoğun bir süreç olduğu görülmektedir. Denetçi, denetim çalışmalarına başlamadan önce denetim çalışmasına yönelik gerekli verileri hazırlaması ve denetim programına yoğunlaşması gerekmektedir. Denetim çalışmalarına yönelik yapılması gereken bu ön hazırlıklar denetçi açısından zaman gerektirmekte ve bu durum verimlilik ve maliyet açısından denetçinin karşılaştığı önemli hususları da beraberinde getirmektedir. Blokzinciri teknolojisinin denetim mesleği üzerindeki temel etkisi denetim zamanını ve maliyetini önemli ölçüde azaltmasıdır. Bu durum blokzinciri teknolojisinin sağladığı gerçek zamanlı denetim izi sayesinde olacaktır. Gerçek zamanlı denetim sayesinde muhasebe bilgi sisteminde yer alan tüm işlemlerinin gerçekliği ve tutarların doğruluğu zaman damgalı olarak onaylanmış olacağından denetçi çalışma zamanının önemli bir kısmını bu işlemlerin gerçekliğini veya doğruluğunu kontrol etmek yerine denetimin diğer önemli aşamalarını gerçekleştirmeye harcamaktadır.

Denetçiler açısından sürekli denetim faaliyeti neticesinde hazırlanacak olan denetim raporlarında verilen makul güvence düzeyinin çok daha yüksek olması sağlanabilir. Bu tarz çalışmalarda belirtilen diğer faydalar da değerlendirildiğinde blokzinciri teknolojisinin meslek mensuplarına işlerini daha kolay biçimde gerçekleştirmelerine olanak sağlamasına karşılık teknik bilgi düzeyi yüksek meslek mensuplarının varlığına ihtiyaç duyulacağı anlamına gelmektedir. Bu durum meslek mensuplarının kendi mesleklerine yönelik bilgi birikimlerinin yanında teknoloji odaklı çalışmalarda da bulunmalarını gerekli kılar.

Bütün sistemlerde olduğu gibi blokzinciri teknolojisinin de yüzde yüz güvenilir olduğunu söylemek zordur. Çünkü dolandırıcılık faaliyetlerinin tamamen ortadan kaldırılması mümkün değildir. Bu durumun denetçiler tarafından da önemli düzeyde dikkate alınması gerektiği açıktır. Bir kişinin isteyerek veya istemeyerek yanlış bir kişiye dijital para transfer ettiğini düşünelim. Blokzinciri teknolojisinin

özelliği gereği bu işlemin geriye alınması söz konusu olmayacaktır. Fakat görüleceği üzere yapılan bu işlem hatalı veya hileli bir işlemdir. Bu nedenle denetçinin blokzinciri teknolojisi aracılığı ile yapacağı denetim çalışmasında iç bilgi teknolojisini kontrol eden etkili bir otomatik yapının olup olmadığını değerlendirmeleri gerekmektedir. Blokzinciri sisteminde dolandırıcılar tarafından bir saldırı olması durumunda bu saldırıyı bildirecek bir departman söz konusu değildir. Dolayısıyla denetçi, çalışmasını yaptığı zaman bu tür saldırıları tespit eden veya önleyen iç kontrol mekanizmalarının olup olmadığı ve varsa etkili çalışıp çalışmadığını denetlemesi gerekmektedir. Bu durumlar blokzinciri teknolojisinin denetim mesleğinde uygulanması durumunda bile teknik ve mesleki bilgi düzeyi yüksek meslek mensuplarının varlığının önemine işaret etmektedir.

Denetim uygulamaları çerçevesinde blokzinciri teknolojisi, işletmelerin finansal tablolarıyla birlikte denetçilere güvenilir ve doğru bir görüş ortaya koyma fırsatını etkin bir şekilde sağlayabilmektedir. Bu durumda işletmeler tarafından oluşturulmakta olan finansal bilgilerin doğruluğunun aracı kurumlar tarafından yeninden doğrulanmasına gereksinim duyulmamaktadır (Ovenden, 2017). Blokzinciri teknolojisiyle birlikte ortaya çıkan dağıtık defter yapısı denetim faaliyetlerine yönelik hataların asgari düzeye indirilmesine imkân tanımaktadır. Çünkü denetçiler, yapılan işlemlerin kopyalarından ziyade direkt işlemlerin aslına istedikleri zaman ulaşabilmektedir. Blokzinciri teknolojisi yapısı gereği silinmezdir ve bu durum da hata ve hile ihtimalini azaltmaktadır. Aynı zamanda tüm verilerin tek merkezde depolanması, denetçilerin bilgilere erişimini kolaylaştırmaktadır.

Blokzinciri teknolojisi yardımıyla işlem geçmişi üzerinde kesinlik sağlayarak mutabakatı ortadan kaldırabilmektedir. Böylece denetçilerin yükünü azaltacak ve zamandan tasarruf edecek sistemin otomasyonuna da yol açacaktır. Aynı zamanda veri güvenliği konusunda da kesinlik sağlamaktadır. Denetim raporu söz konusu olduğunda, insanların defterde mevcut olan bilgileri değiştirmeye çalıştığı durumlar vardır. Blokzinciri teknolojisi ile bu veri değişikliğinin olması imkansız hale gelecektir. Tüm bilgiler bir blok olarak saklandığından ve her blok diğerleriyle ilişkilendirildiğinden, bir bloğu değiştirmeye çalışan herkesin, bilgisayar korsanları için göz korkutucu bir görev haline gelen ilişkili blokları değiştirmesi gerekir. Bu

durum blokzinciri defterinde bulunan her bilginin güvenli olmasını ve saldırılara karşı korunmasını sağlamaktadır.

Blokzinciri teknolojisinin en önemli özelliklerinden biri merkezi bir otoriteye güvenme ihtiyacını ortadan kaldırma yeteneğidir. Çünkü merkezi otoriteye güven ihtiyacını ortadan kaldırarak bunun yerine merkezi olmayan katılımcıların fikir birliğine ulaşması gerekmektedir. Bu durum şeffaflık, maliyet azaltma, gelişmiş hız ve yerleşik güvenlik gibi konularda avantaj sağlamaktadır. Herhangi bir yeni teknoloji, genellikle kuruluşlar için sorunlara yol açabilecek dezavantajlar içermektedir.

Yasal düzenlemeler, muhasebe kayıtlarının ve denetiminin bir parçasını oluşturmaktadır. Bu sebeple düzenleyici otoritelerin blokzinciri teknolojisine yönelik algıları muhasebe ve denetim alanında blokzincirinden yararlanabilmeyi sağlamada büyük önem taşımaktadır. Blokzinciri kurumsal bir ürün olmayıp teknolojik bir kavram olması ve çok çeşitli varyasyonunun bulunması düzenleyici otoriteler açısından belirsizliği arttırmaktadır. Çünkü muhasebe ve denetim alanında yasal çerçevenin temeli standartlaştırmaya dayalıdır ve farklı değişimlerden kaynaklanan belirsizlik, düzenleyici otoriteleri en fazla zorlayan konu olmaktadır.

SONUÇ

Küreselleşmeyle oluşan yeni ticaret anlayışı, birçok avantajı ve çözümleri getirirken diğer taraftan bir takım sorunları da beraberinde ortaya çıkarmıştır. Dünya geneli dijital dönüşüm adı verilen internet tabanlı çalışan yeni sistemler ortaya çıkmıştır. Dünyanın farklı bölgelerinden daha kolay ve maliyeti daha düşük hammadde tedarik edilebilmek, yeni pazarlara daha kolay erişim sağlama imkanı gibi birçok teknolojik gelişmeler tedarik zincirini karmaşık bir hale dönüşmesine neden olmuştur. Bu durum işletmeler açısından denetiminin sağlanması ve izlenebilirliğinin zorlaşmasına, rekabetin artmasına, rakiplerine fırsat oluşturma gibi birçok potansiyel soruna yol açabilmektedir. Tüm bu sorunları daha basit hale getirmek, daha fazla denetimi artırmak, daha şeffaf ve güvenilir kayıt sistemi olması nedeniyle blokzinciri teknolojisi ortaya çıkmıştır. Blokzinciri teknolojisinin başlangıcı olarak 2008 yılında sanal para birimi olan Bitcoin kavramı ile birlikte başlamıştır. Sadece Bitcoin ile kalmayıp zaman içerisinde yaygınlaşan blokzinciri teknolojisi, reel dünyada bulunan para, ürün veya bilgi gibi değerlerin takas edildiği, merkezi bir yapısı olmadan tüm paydaşlar tarafından takip edilen bir yapıya sahiptir. Blokzinciri kripto para olarak bilinen Bitcoin ile ile ilgili ortaya çıkan bir kavram olmasından dolayı alan yazındaki çalışmaların büyük çoğunluğu finans ile ilgilidir. Finans dışında ise blokzinciri teknolojisi başta bilgisayar teknolojileri olmakla birlikte, tedarik, eğitim, işletmecilik, bilişim gibi birçok alanda da kullanılmaktadır.

Literatürde blokzincirinin geleceği ile ilgili özellikle para transferi konusunda bir avantaj sağlamasıdır. Her an işlem yapılabilmesi, hız ve maliyetinden dolayı blokzinciri tenolojisinin para transferinde tercih edilmektedir. 2017 sonu itibariyle bitcoin ATM'lerde işlem görmekte olup dünya üzerinde 61 ülkede kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra kripto para, dijital ödeme kanallarındaki güvenlik açığını ortadan kaldıracak blokzinciri teknolojisinin kullanımını kaçınılmaz hale getirmiştir. Kripto paralar bankaların, aracı kurumların, otoritelerin ve hükümetlerin denetim ve düzenlemelerinden, her türlü işlem masraflarından ve kısıtlamalarından uzaktır. Kişilere finansal özgürlük sağlar. Kripto paraların geleneksel ödeme aracı olan

banknot veya dijital paraların yerini alması, günden güne artmaktadır. Sistem ne kadar yaygınlaşırsa, o kadar güvenli ve spekülasyonlara dayanıklı olacaktır.

Bu tez çalışmasında blokzinciri teknolojisinin muhasebe ve denetim alanı üzerine olan etkilerini belirlemeyi, blokzinciri teknoljoisinin muhasebe ve denetim alanında avantajları ve dezavantajları değerlendirilmiştir. Günümüzde her ne kadar isteğe bağlı kullanılsa da, blokzinciri teknolojisinin sağladığı faydalar göz önünde bulundurulduğunda geleceğin teknolojisi olarak nitelendirilmektedir. Blokzinciri teknolojisi muhasebe ve denetim açısından incelendiğinde ise; blokzinciri teknolojisiyle birlikte verilerin kontrol edilmesi ve güvenilirliği açısından önem arz etmekte, hile veya dolandırıcılık riskinin en aza indirmektedir. Bu nedenle muhasebe kayıtlarında iki taraflı muhasebe sisteminden üç taraflı muhasebe sistemine geçilmesi gerekmektedir. Bu durumda kayıtların üçüncü bir taraf tarafından kontrolünü sağlamaktadır. Aynı şekilde denetim alanında da sağladığı fayda ile denetim sürecini kolaylaştırıp doğru veriye ulaşılmasını sağlamaktadır.

Ülkemizde kripto varlıklar ile ilgili gerekli mevzuatlar oluşturulmalı ve teşvik edici katkılar olmalıdır. Ülkelerin mevcut sistemi terk edip yeni sisteme entegre olmaları zordur. Bunu devlet desteğiyle yaparak bu yeni sisteme toplumda oluşan güvensizlik ortadan kaldırılabilir.

Blokzinciri teknolojisinin kamu ve özel sektöre en kısa sürede entegre edilip muhasebe ve denetim faaliyetlerinin blokzinciri teknolojisi üzerinden yapılması faydalı olacaktır. Blokzinciri ile başka bir önemli konu ise, Türkiye'ye adaptasyon ve entegre etme sürecidir. Daha önce yabancı şirketlerle ile Türk şirketlerin birleşmelerinin önündeki engel olarak nitelendirilen muhasebe sisteminin değişmesi için yapılan çalışmalar, uyum sürecinin uzun sürmesi, UFRS'nin kabul edilmesine rağmen şirketlerin tam anlamıyla henüz geçmemiş olması ve yabancı yatırımcıların muhasebe sistemlerinin uyum sağlamaması nedeniyle şirket birleşmelerinin yapılamaması olası yatırım fırsatları ve kayıpları oluşturmaktadır. Blokzinciri uygulamalarının gerçekleşebilmesi için en önemli sorun ise yasal zeminin hazırlanmasıdır. Blokzincirinin sağlıklı olarak gelişebilmesi için küresel bazda gelişmiş ülkelerle ile iş birlikleri gerekmektedir. Ayrıca blokzinciri gibi dijital ödeme kanalları veya kripto paralar ile işlem gerçekleştirilmesi özellikle pandemi

döneminde bankaları zorunlu olarak dijitalleşmesine neden olmuş, dijitalleşme çalışanların evden çalışma mali işlemlerin güvenli bir şekilde yapılmasına olanak sağlamış ve pandemi döneminde blokzinciri teknolojisinin kullanımı artmıştır.

KAYNAKÇA

Akleylek, S. ve Seyhan, K. (2018). Blokzinciri Bileşenleri ve Uygulamaları Üzerine Bir Derleme, Respublika Konfransı, 27-37

Aktaş, Mehmet A. (2010). İşletmelerde Departmanlar Arası İletişimde Muhasebenin Rolü (Bir Araştırma), Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

Alarcon, J. L. (2018). Blockchain and The Future of Accounting, Pennsylvania CPA Journal, January 1, 3-7.

Alnıaçık, B. (2019). Kripto Paraların Dünya ve Türkiye'deki Güncel Durumu Üzerine Bir İnceleme. R&S-Research Studies Anatolia Journal, 2(4), 21-30.

Alpago, H. (2018). Bitcoin'den Selfcoin'e Kripto Para. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi, 411-428.

Alparslan E. (2014). Sanallaştırma Ve Sanallaştırmanın Büyük Oyuncusu VMware, http://www.enderunix.org/docs/Sanallastirma.pdf, Erişim Tarihi: 10.11.2020

American Institute of CPAs and Chartered Professional Accountants of Canada (AICPA and CPA Canada). 2017. Blockchain technology and its potential impact on the audit and assurance profession. Available at: https://www.aicpa.org/content/dam/aicpa/interestareas/frc/assuranceadvisoryservices/downloadabledocuments/blockchaintechnology-and-its-potential-impact-on-the-audit-and-assurance-profession.pdf, Erişim Tarihi: 10.10.2020

Andersen N. (2016). "Blockchain Technology A game-changer in accounting?", Deloitte Deutschland.

Arslan, A. (2002). Kamu Harcamalarında Verimlilik, Etkinlik ve Denetim. Maliye Dergisi, 140(2), 1-14.

Aslan, Ü. ve C.Ş. (2018). Blokzinciri Teknolojisi ve Üç Yanlı Muhasebe Sistemi, https://www.researchgate.net/publication/329572812_Blok_Zinciri_Teknolojisi_ve_Uc_Yanli_Muhasebe_Sistemi_Cemil_Sinasi_Turun_Ozet Erişim Tarihi:28.09.2020

Aslan, Ü. ve Y. Özerhan. 2017. "Big Data, Muhasebe ve Muhasebe Mesleği", Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/391124, Erişim Tarihi:10.12.2020

Bakır, M. (2003). Denetim, Rize: Akademisyen Yayınevi.

Banerjee, A. 2018. "Blockchain Technology: Supply Chain Insights from ERP", https://pdf.sciencedirectassets.com/277250/, Erişim Tarihi: 23.08.2020

Basu, S.K. (2006). Auditing Principles & Techniques, Pearso Education, Kolkata, India.

Bawa, M., Cooper, B. F., Crespo, A., Daswani, N., Ganesan, P., Garcia-Molina, H., Yang, B. (2003). Peer-to-peer Research at Stanford. SIGMOD Rec., 32(3), 23-28.

BİGA, (2019) https://biga.takasbank.com.tr/, Erişim Tarihi: 16.02.2020

BİGA, (2019) https://biga.takasbank.com.tr/biga_whitepaper.pdf, Erişim Tarihi: 16.02.2020

BİLGEM (2018). Blokzincir Teknolojileri, http://blockchain.bilgem.tubitak.gov.tr/bz-calistay/blok-zincir.html, Erişim Tarihi: 15.02.2020

Blockchaindanismanlik, (2018). Hyperledger: Blockchain Tabanlı Dağıtık Defter, https://blockchaindanismanlik.com/hyperledger-blockchain-dagitik-

defter/, Erişim Tarihi: 06.11.2020

Blockchain Türkiye, Vergi, Muhasebe ve Denetim Açısından Kripto Paraların İncelenmesi, http://bctr.org/dokumanlar/Vergi_Muhasebe_ve_Denetim_Acisindan_Kriptoparalarin_incelenmesi.pdf Erişim Tarihi:20.08.2020

Bonson, E. ve Bednarova M. (2019). Blockchain and its implications for accounting and auditing, https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MEDAR-11-2018-0406/full/html, Erişim Tarihi:22.08.2020

Bozkurt, N. (2015). Muhasebe Denetimi, İstanbul: Alfa Yayınları

Broby, D. ve Paul, G. (2017). Dağıtılmış Defterlerin, Blokzincirinin ve Kripto Para Birimlerinin Mali Denetimi. Finansal Dönüşümler Dergisi, 76-88.

Brown-Liburd, H., ve M. A. Vasarhelyi. (2015). Big Data and audit evidence, https://www.researchgate.net/publication/290221256_Big_Data_and_Audit_Evidence#fullTextFileContent, Erişim Tarihi: 12.11.2020

Byrnes, P. E. (2015). Developing Automated Applications for Clustering and Outlier Detection: Data Mining Implications for Auditing Practice, https://rucore.libraries.rutgers.edu/rutgers-lib/48770/PDF/1/play/, Erişim Tarihi: 12.11.2020

Bulut, A. (2019). Finans Enstitüsü Kayıt Zinciri Teknolojisinin Finansal Piyasalardaki Yansıması: Kripto Para ve Bitcoin Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul.

Camilleri, A. F. ve Grech, A. (2017). Blockchain in Education. Luxembourg: JRC Science for Policy Report, https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=15013http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchai, Erişim Tarihi:24.08.2020

Carlsson, B. ve Gustavsson, R. (2001). The Rise and Fall of Napster - An Evolutionary Approach. Active Media Technology (347-354). Springer Berlin Heidelberg

Cemalcılar, Ö. ve Önce, S. (1999). Muhasebenin Kuramsal Yapısı, Anadolu Üniversitesi Yayınları; No. 1093, Eskişehir.

Cheng, Z., Wu, G., Wu, H., Zhao, M., Zhao, L., ve Cai. Q. (2018). A New Hybrid Consensus Protocol: Deterministic Proof Of Work https://arxiv.org/pdf/1808.04142.pdf, Erişim Tarihi:20.08.2020

Ciğerci, İ. ve Eğmir, R. T. (2019). Kamu Mali Denetiminde Olası Blok Zincir Teknolojisinin Denetim Etkinliği Açısından Değerlendirilmesi, Maliye Dergisi, 177, 203-217

Cognizant (2020). Blockchain in Banking: A Measured Approach. Cognizant Whitepapers, https://www.cognizant.com/whitepapers/the-future-of-banking-and-financial-services-codex5019.pdf, Erişim Tarihi: 27.01.2020

Compiler, C. (2018). Blockchain Opportunities In Various Fields 2019. Coding Compiler: https://codingcompiler.com/blockchain-opportunities/, Erişim Tarihi: 22.01.2020

Corda, https://docs.corda.net/docs/corda-os/4.4.html, Erişim Tarihi: 13.02.2020

CPA Canada, An Introduction to Accounting for Cryptocurrencies, https://www.cpacanada.ca/, Erişim Tarihi: 06.07.2020

Crosby, M. (2015). Google, Nachiappan, Yahoo, Pradhan Pattanayak, Yahoo, Sanjeev Verma, Samsung Research America & Vignesh Kalyanaraman, Fairchild Semiconductor, BlockChain Technology Beyond Bitcoin. Sutardja Center for Entrepreneurship & Technology Technical Report

Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S. ve Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain Technology: Beyond Bitcoin. Applied Innovation, 2(6-10), 71.

Cundoğlu, C. (2018). Blokzincir Teknolojisi Nedir? https://medium.com/baybaynakit/blokzincir-teknolojisi-nedir-7a070bdd00e2, Erişim Tarihi: 20.01.2020

Çağlar, Ü. (2007). Elektronik Para: Enformasyon Teknolojisindeki Gelişmeler ve Yeni Ödeme Sistemleri. Kırgız-Türk Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 17, 178-186.

Çakar, H. M. (2008). Türk Bankacılık Sektöründe İç Denetim Üzerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Çelik, O. (2015). Muhasebe ve Finansal Raporlama. İstanbul: Sermaye Piyasası Lisanslama Sicil ve Eğitim Kuruluşu A.Ş.

Çetinkaya, Ş. (2018). Kripto Paraların Gelişimi ve Para Piyasalarındaki Yerinin Swot Analizi ile İncelenmesi. Uluslararası Ekonomi ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi, 2(5), 11-21.

Çonkar, K., Ulusan, H. ve Öztürk, M. (2010). Genel Muhasebe, Ankara.

Dai, J. ve M. A. Vasarhelyi. 2016. "Imagineering Audit 4.0", Journal of Emerging Technologies in Accounting,

Dai, J., Vasarhelyi, M.A. (2017). Toward Blockchain-Base Accounting and Assurance, Journal of Information Systems, 5-21.

Dai, J., Wang, Y. ve Vasarhelyi, M. A. (2017). "Blockchain: An Emerging Solution for Fraud Prevention", The CPA Journal, 87(6), 12-14.

David P. C. (2016). Blockchain and Its Coming Impact on Financial Services, The Journal Of Corporate Accounting & Finance, 27(5), 53-57.

Deloitte (2017). Evulation of blockchain technology, https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/financial-services/Evolution-of-blockchain.pdf, Erişim Tarihi: 22.02.2020

Demartino, I. (2018). Bitcoin Rehberi, İstanbul: Epsilon Yayınevi.

Demirdöğen, Y. (2019). Fintek Ekosistemi İçin Gerekli Düzenlemeler (Regtek). Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 10(24), 311-321.

Demirhan, H. (2019). Vergi Denetiminde Yeni Bir Yaklaşım Olarak Blok Zinciri Teknolojisi, Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9(18), 857-875.

Dilek, Ş. (2018). Blockchain Teknolojisi ve Bitcoin, SETA Analiz Dergisi, 231, 8.

Dilek, Ş. (2018). Blockchain Teknolojisi ve Bitcoin. Turkuvaz Haberleşme ve Yayıncılık A.Ş. İstanbul.

Dinç, E. (2020). KTÜ-İİBF-işletme Bölümü Öğretim Üyesi, Ders Notları, (Prof. Dr. Engin Dinç'ten izin alınarak kullanılmıştır).

Dinu, A. (2014). The Scarcity of Money: The Case of Cryptocurrencies (Doctoral Dissertation, Central European University).

Dizkırıcı, A.S. ve Gökgöz, A. (2018). Kripto Para Birimleri ve Türkiye'de Bitcoin Muhasebesi. Journal of Accounting, Finance and Auditing Studies, 4(2), 92-105.

Doğan, H. (2018). İslam Hukuku Açısından Kripto Paralar ve Blockchain Şifreleme Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 26(2), 225-253.

Doğan, M. ve Ertugay, E. (2019). Blokzinciri ve Muhasebe Alanındaki Uygulamaları, Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, 54(4), 1654-1670

Drath, R. ve Horch A. (2014). Industrie 4.0: Hit or hype? https://ezproxy.ticaret.edu.tr:2166/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6839101, Erişim Tarihi: 10.11.2020

Drescher, D. (2017). Blockchain Basics: A Non-Technical Introduction in 25 Steps. Apress.

Durbilmez, S. E. (2018). Blokzincir Teknolojisinin Finans Sektöründeki Yeri ve Uygulamaları. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Durgay, Z. ve Karaarslan, E. (2018). Blokzinciri Teknolojisinin E-Devlet Uygulamalarında Kullanımı: Ön İnceleme. Akademik Bilişim'de Sunulan Bildiri, Karabük Üniversitesi

Eisenberg, A. (2018). How Blockchain Will Impact Accounting?, https://igniteoutsourcing.com/blockchain/blockchain-accounting-applications/%20Eri%C5%9Fim%20tarihi:%2002.21.2020, Erişim Tarihi: 25.01.2020.

Erturan, İ. ve E. Ergin. 2017. "Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti: Stok Döngüsü", Muhasebe ve Finansman Dergisi, https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/431613, Erişim Tarihi:05.11.2020

Erturan, İ. ve E. Ergin. 2018. Dijital Denetim ve Dijital İkiz Yöntemi, Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi, https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/624015, Erişim Tarihi:05.11.2020

Eski, E. (2006). Türk Bankacılık Sektöründe İç Denetim Sisteminin Avrupa Birliği'ndeki İç Denetim Sistemiyle Uyum Süreci, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Fersht, V., Zhang, M. ve Spink, J. (2019). Blockchain in the food industry at the United Nations ESCAP Project, Pacific Information Superhighway.

Gerring, T. (2014). Building the decentralized web: how Ethereum Could Shard The Web. Ethereum Blog, https://blog.ethereum.org/2014/08/18/building-decentralized-web/, Erişim Tarihi: 25.01.2020

Glover, Bill – Bhatt Himanshu. (2006). RFID Essentials. O'Reilly. California.

Gorecky, D., M. Schmitt, M. Loskyll, ve D. Zuhlke. (2014). Human-machine-

interaction in the Industry 4.0 era, https://ezproxy.ticaret.edu.tr:2166/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6945523, Erişim Tarihi: 20.11.2020

Griggi I. (2005), Triple Entry Accounting, https://iang.org/papers/triple_entry.html, Erişim Tarihi: 19.08.2020

Gücenme, Ü. (2004). Muhasebe Denetimi, İstanbul: Aktüel Yayınevi

Güçlü, F. (2005). Muhasebe Denetimi, Ankara: Detay Yayıncılık

Güçlü, F. (2008). Muhasebe Denetimi İlkeler ve Teknikler, Ankara: Detay Yayıncılık

Gültekin, B. (2019). Blok Zinciri Tabanlı Elektronik Seçim Sistemi Tasarımı ve Kısmi Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Uygulamaları Anabilim, İstanbul.

Gün, L. (2014). Yeni Türk Ticaret Kanunu'na Göre Anonim Şirketlerde Bağımsız Denetim ve Muhasebe Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Gürbüz, H. (1995). Muhasebe Denetimi, İstanbul: Bilim Teknik Yayınevi

Güredin, E. (1998). Denetim. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.

Güredin, E. (2014). Denetim ve Güvence Hizmetleri, İstanbul: Türkmen Kitabevi

Güven, V. ve Şahinöz, E. (2018). Blokzincir Kripto Paralar Bitcoin-Satoshi Dünyayı Değiştiriyor. Kronik Kitap. İstanbul.

Güzeloğlu, H. (2019). Blok Zinciri ve Üç Taraflı Kayıt Sistemi, https://tokkder.org/tokkder-dergi/4371, Erişim Tarihi: 28.09.2020

Haftacı, V. (2016). Muhasebe Denetimi, İstanbul: Umuttepe Yayınlar

Halpin, H. ve Piekarska, M. (2017). Introduction to Security and Privacy on the Blockchain.

https://ezproxy.ticaret.edu.tr:2166/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7966963, Erişim Tarihi: 10.11.2020

Hermann, M., T. Pentek, ve B. Otto. (2015). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. http://www.iim.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf, Erişim Tarihi: 11.11.2020

Hofman, W., Spek, J., ve Brewster, C. (2017). Applying blockchain technology for hyperconnected logistics. In Proc. 4th Int. Physical Internet Conference. Graz University Of Technology

https://bitcoinlerim.com/turkiyenin-ilk-kurumsal-blockchain-cozumu-melinda, Erişim Tarihi: 15.02.2020

https://www.blockchain-council.org/blockchain/permissioned-and-permissionless-blockchains-a-comprehensive-guide/, Erişim Tarihi:17.11.2020

https://blokzincir.tubitak.gov.tr/bz-calistay/index.html, Erişim Tarihi: 15.02.2020

https://cryptorating.eu/whitepapers/Ethereum/Ethereum_white_paper.pdf, Erişim Tarihi: 05.01.2020

https://igniteoutsourcing.com/blockchain/blockchain-accounting-applications/, Erişim Tarihi: 02.21.2020

https://www.cubeincubation.com/blog/dijital-denetim, Erişim Tarihi:17.11.2020

https://medium.com/dataseries/triple-entry-accounting-system-a-revolution-withblockchain-768f4d8cabd8, Erişim Tarihi: 04.10.2020

https://www.ibm.com/tr-tr/blockchain, Erişim Tarihi: 15.02.2020

https://www.openbazaar.org/features/, Erişim Tarihi: 16.02.2020

https://blockgeeks.com/guides/litecoin/, Erişim Tarihi: 20.12.2020

https://www.coinkolik.com/kripto-para-birimi-cardano-ada-nedir/, Erişim Tarihi:

20.12.2020

Hüner, D. B. (2014). Bağımsız Denetimde İç Kontrol ve İç Denetimin Rolü, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Iansiti, M. ve Lakhani, K. R. (2017). The Truth About The Truth About Blockchain, Harvard Business Review, 95, 118-127.

ICAEW (2018). Blockchain and The Future Of Accountancy, https://www.icaew.com/technical/financial-services/audit-and-reporting/blockchain-will-transform-the-role-for-audit, Erişim Tarihi: 20.02.2020.

ISACA, (2019). Blockchain Preparation Audit Program, https://www.isaca.org/bookstore/audit-control-and-security-essentials/wapbap, Erişim Tarihi: 25.05.2020

İnci, S. ve Alper, İ. (2018). Bitcoin Devrimi Değişen Dünya Ekonomisinde Kripto Para Sistemi, Blockchain, Altcoinler, Ankara: Elma Yayınevi.

Jaikaran, C. (2018). Blockchain: Background and Policy İssues. Congressional Research Service, 2-3.

Kahraman, H. 2017. Nesnelerin İnterneti'nde Dijital İkizlerin Yükselişi, https://www.endustri40.com/nesnelerin-internetinde-dijital-ikizlerin-yukselisi/ Erişim Tarihi: 05.11.2020

Karahan, Ç. ve Tüfekci, A. (2019). Blokzincir Teknolojisi ve Kamu Kurumlarınca Verilen Hizmetlerde Blokzincirin Kullanım Durumu. Verimlilik Dergisi, (4), 157-193.

Karataş, E. (2018). Moodle Öğrenme Yönetim Sistemi İçin Ethereum Blok Zinciri Tabanlı Belge Doğrulama Akıllı Sözleşmesinin Geliştirilmesi. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 11(4), 399-406.

Karayılan, H. (2019). Blok Zincir ve Finansal Teknoloji Çözümleri İçin Uygulamalar, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Kardaş, S. ve Kiraz, M. S. (2018). Bitcoin'de Mahremiyeti Sağlama Yöntemleri. Uluslararası Bilgi Güvenliği Mühendisliği Dergisi, 4(1), 1-9.

Kepekçi, C. (2004). Bağımsız Denetim (5. Baskı) İstanbul: Avcıol Basım Yayın

Keskin, O.E. (2019). Block Zincir (Blockchaın) Teknolojisi: Mimarisi ve Uygulama Alanları. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Kırbaş, İ. (2018). Blokzinciri teknolojisi ve yakın gelecekteki uygulama alanları. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1), 75-82.

Kofax (2016). Forecasting Your Future: How Financial Institutions are Improving Operations, https://www.kofax.com/Blog/2016/december/robotic-process-automation-lending-big-benefits-to-banks, Erişim Tarihi. 20.02.2020

Kogan, A., M. G. Alles, M. A. Vasarhelyi, and J. Wu. (2013). Design and Evaluation of a Continuous Data Level Auditing System, https://www.researchgate.net/publication/275344761_Design_and_Evaluation_of_Continuous_Data_Level_Auditing_System, Erişim Tarihi: 11.11.2020

Krahel, J.P. 2012. On the Formalization of Accounting Standards. Ph.D. dissertation, Rutgers, The State University of New Jersey

Krahel, J.P., W. R. Titera. 2015. Consequences of Big Data and formalization on accounting and auditing standards. Accounting Horizons 29

Kurt, l. (2017). Kripto Para Bitcoin Finansal Özgürlüğün Eşiğinde, İstanbul: Murat Kitabevi,

Lazanis, R. 2015. “How Technology Behind Bitcoin Could Transform Accounting as We Know It”, https://techvibes.com/2015/01/22/how-technology-behind-bitcoin-could-transform-accounting-asweknow-it-2015-01-22, Erişim Tarihi: 23.08.2020

Lee L., Fiedler K., ve Mautz, R., Internal Audit And The Blockchain, Inernal Auditor

LISK ACADEMY (2019). Blockchain Basics, https://lisk.io/what-is-blockchain, Erişim Tarihi 22.01.2020

Li, P., D. Y. Chan, and A. Kogan. (2015). Exception Prioritization in the Continuous Auditing Environment: A Framework and Experimental Evaluation. Journal of Information Systems, https://aaapubs.org/doi/10.2308/isys-51220, Erişim Tarihi: 11.11.2020

Liu M, Wu K, ve Xu J.J., How Will Blockchain Technology Impact Auditing and Accounting: Permissionless versus Permissioned Blockchain, http://ezproxy.ticaret.edu.tr:2072/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=c6e0c128-2819-4656-87f3-9f099b805441%40sdc-v-sessmgr02, Erişim Tarihi 03.05.2020

Mediachain, http://docs.mediachain.io/about/about, Erişim Tarihi: 13.02.2020

Mendi, A. F. ve Çabuk, A. (2018). Bıtcoinin Arkasındaki Güç: Blockchain. GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies, 1(1), 12-23.

METI. (2017). Evaluation Forms for Blockchain-Based Systems. Information Economy Division Commerce and Information Policy Bureau, (April 2017), 0–21. Tokyo: Ministry of Economy, Trade and Industry.

Nagpal, R. (2017). 8 Steps to Build a Blockchain Solution, Entrepreneur - Start, Run and Grow Your Business: https://www.entrepreneur.com, Erişim Tarihi: 25.03.2020

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.

https://bitcoin.org/bitcoin.pdf, Erişim Tarihi: 20.01.2020

Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A. ve Goldfeder, S. (2016). Bitcoin and Cryptocurrency Technologies. New Jersey: Princeton University Press.

Nebil, Füsun Sarp. (2018). Bitcoin ve Kripto Paralar.1.Baskı. İstanbul: Pusula 20 Teknoloji veYayıncılık A.Ş.

Okay, S. (2011). Muhasebe Hata ve Hilelerinin Meslek Etiği Açısından İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karaman.

Oral, S.A., Blockchain Ve Muhasebe, http://fintechtime.com/tr/2019/01/blockchain-ve-muhasebe/, Erişim tarihi: 31.05.2020

Ovenden, J. (2017). Will Blockchain Render Accountants Irrelevant?, The Innovation Enterprise, http://www.iicpa.com/articles/Will%20Blockchain%20Render%20Accountants%20Irrelevant.pdf, 25.03.2020.

Özbek, Y. (2011). Kamu İç Denetçilerinin Muhasebe Eğitiminden Beklentileri: Devlet Üniversiteleri Örneği. Muhasebe ve Denetime Bakış Dergisi. 33, 65-70.

Özer, A. (2008). Risk Odaklı İç Denetim ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Özer, M. (1997). Denetim. Ankara: Özkan Matbaacılık Yayınları

Özkul, F.U. ve Alkan, B. Ş. (2020) Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, Dijital Çağda Muhasebebin Dönüşümü: "Blockchain" Teknolojisinde Muhasebe ve Mali Kontroller, https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1141223 (218-236), Erişim Tarihi: 10.08.2020

Protiviti. 2015. Internal Audit Capabilities and Needs Survey,

http://www.protiviti.com/enUS/Documents/Surveys/2015-Internal-Audit-Capabilities-and-Needs-Survey-Protiviti.pdf, Erişim Tarihi: 05.11.2020

Raiborn, C. ve Sivitandies, M. (2015). Accounting Issues Related to Bitcoins. The Journal of Corporate Accounting & Finance, January/February, 25-34.

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

Rezaee, Z., Elam, R. ve Sharbatoghlie, A. (2001). Continuous Auditing: The Audit of Future, Managerial Auditing Journal, https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.464.1416&rep=rep1&type=pdf, Erişim Tarihi: 16.11.2020

Richter, C., Kraus, S. ve Bouncken, R. B. (2015). Virtual Currencies Like Bitcoin as a Paradigm Shift in the Field of Transactions. International Business & Economics Research Journal (IBER), 14(4), 575-586.

Rossum, J. V. (2017). Blockchain for Research Perspectives on a New Paradigm for Scholarly Communication. London: Digital Science Report. https://www.digital-science.com/resources/digital-research-reports/blockchain-for-research/

Rothman, D. (2018). Artificial Intelligence by Example: Develop machine intelligence from scratch using real artificial intelligence use cases. Packt Publishing Ltd.

Saxena, R. G., Srinivas, K., Rai, U. ve Rai, S. M. (2010). Auditing and Business Communications, Himalaya Pub. House, India.

Sayın, Ş. K. (2010). Bağımsız Denetim ve Önemlilik Kavramı Açısından Yenilenen Ticari Alacakların İrdelenmesi. Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 8(1), 67-76.

Schneider, G. P., J. Dai, D. J. Janvrin, K. Ajayi, ve R. L. Raschke. (2015). Infer, predict, and assure: Accounting opportunities in data analytics,

https://meridian.allenpress.com/accounting-horizons/article-abstract/29/3/719/99209/Infer-Predict-and-Assure-Accounting-Opportunities?redirectedFrom=fulltext, Erişim Tarihi:11.11.2020

Schulman ve Wilson, (2019). How blockchain technology will affect the audit https://rsmus.com/what-we-do/services/assurance/how-blockchain-technology-will-affect-the-audit.html, Erişim Tarihi: 101.10.2020

Schlick, J., P. Stephan, M. Loskyll, and D. Lappe. (2014). Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung. In Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik (57-84)

Schuh, G., T. Potente, C. Wesch-Potente, A. R. Weber, ve J. P. Prote. (2014). Collaboration mechanisms to increase productivity in the context of Industrie 4.0. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827114006453, Erişim Tarihi:11.10.2020

Scull, B. (2017). "Blockchain: Why tax and accounting professionals must get on board", https://blogs.thomsonreuters.com/answerson/blockchain-impact-tax-and-accounting-industry/, Erişim Tarihi:10.10.2020

Searcy, D.W., Woodroof J. ve Behn B. (2002). Continuous Audit: The Motivations, Benefits, Problems and Challenges Identified by Partners of a Big 4 Accounting Firm, https://ezproxy.ticaret.edu.tr:2166/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1174565, Erişim Tarihi: 16.11.2020

Serçemeli, M. (2018). Kripto Para Birimlerinin Muhasebeleştirilmesi ve Vergilendirilmesi. Finans Politik & Ekonomik Yorumlar, (639), 33-66.

Sevilengül O. (2000). Genel Muhasebe, Ankara: Gazi Kitabevi.

Seyithanoğlu, F. (2019). Para ve Banka Sistemlerinin Evrilme Serüvenleri: Bir Günümüz Gerçeği Olan Blockchain Teknolojisi ve Bitcoin. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü,

Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.

Shrestha, R., Bajracharya, R., Shrestha, A. P. ve Nam, S. Y. (2019). A New Type of Blockchain for Secure Message Exchange in VANET. Digital Communications and Networks.

Shrouf, F., J. Ordieres, ve G. Miragliotta. (2014). Smart Factories in Industry 4.0: a review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm.

Smart, J. M., J. Cascio, ve J. Paffendorf. 2007. Metaverse Roadmap Overview http://www.metaverseroadmap.org/overview/, Erişim Tarihi:10.11.2020

Soylu, K. (2009). Genel Muhasebe, Ankara: Seçkin Yayıncılık.

SWİFT (2017). Additional Global Banks Join the SWIFT Gpi Blockchain Proof of Concept, swift.com/news-events/press-releases/22-additional-global-banksjoin-the-swiftgpi-blockchain-proof-of-concept, Erişim Tarihi 10.02.2020.

Şahin, H. ve Nur, H. (2019). Blockchain ve Kripto Paraların Finans Sektörüne Etkileri ve Enerji Tüketimi, Pamukkale Üniversitesi, İİBF, 3-4.

Şahin, O. N. (2018). TMS & TFRS Işığında Muhasebe, Vergi ve Denetim Açısından Bitcoin ve Diğer Kripto Para Birimleri. Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, 20(4), 898-923.

Şimşek, E. (2011). Örgütsel İletişim ve Kişilik Özelliklerinin Yaşam Doyumuna Etkileri, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

T2 Yazılım. (2018). Keşif: Blockchain'in Sırları BBN Faz 1. BKM.

Tanrıverdi, M., Uysal, M. ve Üstündağ, M. T. (2019). Blokzinciri Teknolojisi Nedir? Ne Değildir? Alanyazın İncelemesi. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 12, 204.

Tuan, K. ve Sağlar, J. (2004). İç Denetçinin Örgüt İçindeki Yerinin Denetim Faaliyetleri Açısından Önemi. Muhasebe ve Denetime Bakış Dergisi. 11, 2.

Tüfekçi, A. ve Karahan, Ç., (2019), Blokzincir Teknolojisi ve Kamu Kurumlarınca Verilen Hizmetlerde Blokzincirin Kullanım Durumu, Verimlilik Dergisi, S.4, T. C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Yayını, ss. 157-193.

Unicorn, 2018. Can blockchain truly disrupt the accounting industry?, video retrieved from https://blockchain.wtf/2018/08/industry-impacts/finance/accounting/, Erişim Tarihi: 09.08.2020

Universa (2018). Blockchain in Education. Medium: https://medium.com/universablockchain/blockchain-in-education-49ad413b9e12, Erişim Tarihi: 23.01.2020

Usta, A. ve Doğantekin, S. (2017). Blockchain 101. İstanbul: Bankalararası Kart Merkezi.

Usta, A., ve Doğantekin, S. (2018). Blockchain 101 v.2. BKM Yayınevi, İstanbul. https://bkm.com.tr/wp-content/uploads/2019/08/15082019_kitap.pdf, Erişim Tarihi: 03.08.2020.

Usul, H. (2015). Bağımsız Denetim, Ankara: Detay Yayıncılık.

Uysal, T. U., Kurt G. (2018). Muhasebe ve Denetimde Blok Zinciri teknolojisi, https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1005745, (467-481), Erişim Tarihi: 23.09.2020

Vasarhelyi, M. A. (2015). The New Scenario of Business Processes and Applications on the Digital World. Seminar presentation, Rutgers Business School.

Watanabe, H., Fujimura, S., Nakadaira, A., Miyazakı, Y., Akutsu, A. ve Kishigami, J. J. (2015). Blockchain contract: A complete consensus using blockchain. https://ezproxy.ticaret.edu.tr:2166/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7398

721, Erişim Tarihi: 10.11.2020

Wunsche, A. (2016). Technological Disruptionof Capital Markets and Reporting?, https://www.cpacanada.ca/

Xu, X., Pautasso, C., Zhu, L., Gramoli, V., Ponomarev, A., Chen, S. (2016). The Blockchain as a Software Connector, https://ezproxy.ticaret.edu.tr:2166/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7516828, Erişim Tarihi: 10.11.2020

Yaga, D., Mell, P., Roby, N. ve Scarfone, K. (2018). Blockchain Technology Overview. NISTIR 8202.

Yılancı, M., Yıldız, B. ve Kiracı, M. (2016). Muhasebe Denetimi, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Web Ofset

Yıldız, B., Ağdeniz, Ş. (2019). Denetim 4.0'ın Teknolojik Altyapısı, Muhasebe ve Denetime Bakış, http://ezproxy.ticaret.edu.tr:2072/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=f870cb42-b54b-46c6-b799-4725c412103d%40sessionmgr4007, Erişim Tarihi: 12.11.2020

Yıldızbaşı, A. ve Üstünyer, P. (2019). Blockchain Design in Agricultural Food Supply Chain: Example of Marketplace Law in Turkey. Bartın Orman Fakültesi Dergisi 21(2),458-465.

Yılmaz, O. (2019). Blockchain Teknolojisi ve B2B Finans İşlemlerinde Kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yurdakul, D. (2010). Basel II Kriterlerine Göre Bankalarda İç Denetim ve Türkiye'deki Genel Çerçevesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Zengin, H. (2016). Muhasebe Mesleğinde Meslek Mensubunun Problemleri ve Muhasebe Denetiminde Karşılaşılan Hileler, Meslek Mensubunun

Tutumu, Yüksel Lisans Tezi, Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Zigman, M. (2015). Three Methods for Simple Bitcoin Business Accounting, https://bitcoinmagazine.com/articles/three-methods-simple-bitcoin-business-accounting- 1427833704/, (03.04.2019).