



T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**BLOK ZİNCİR TABANLI AKILLI SÖZLEŞMELER VE KRİPTO
PARALARIN MUHASEBELEŞTİRİLMESİ**

Burak ŞAHİN
MUHASEBE VE FİNANSMAN ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Tuba DERYA BASKAN

KIRIKKALE-2024



T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**BLOK ZİNCİR TABANLI AKILLI SÖZLEŞMELER VE KRİPTO
PARALARIN MUHASEBELEŞTİRİLMESİ**

Burak ŞAHİN
MUHASEBE VE FİNANSMAN ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Tuba DERYA BASKAN

KIRIKKALE-2024

..... (Adı SOYADI) tarafından hazırlanan
“..... (Bu kısım büyük harfler ile
doldurulacaktır)” adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY
ÇOKLUĞU ile Kırıkkale Üniversitesi Enstitüsü Anabilim
Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Unvanı Adı SOYADI

İmza.....

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

İkinci Danışman (varsa): Unvanı Adı SOYADI

İmza.....

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Başkan : Unvanı Adı SOYADI

İmza.....

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Üye : Unvanı Adı SOYADI

İmza.....

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Tez Savunma Tarihi:/...../.....

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları
yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Unvanı Adı SOYADI

..... Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYANI

Kırıkkale Üniversitesi Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

(İmza)

(Adı Soyadı)

(Tarih)

ÖZET

BLOK ZİNCİR TABANLI AKILLI SÖZLEŞMELER VE KRİPTO PARALARIN MUHASEBELEŞTİRİLMESİ

Kırıkkale Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Muhasebe ve Finansman Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Tuba DERYA BASKAN

Aralık 2024, ... sayfa

Kripto paralar yapı olarak blok zincir teknolojisi ile oluşmaktadır. Blok zincir teknolojisi herhangi bir merkezi bulunmayan, herhangi bir otoriteye bağlı olmayan, işlemleri aracısız gerçekleştiren, denetlenme imkânı bulunmayan bir teknolojidir. Blok zincir teknolojisi ile kripto para sistemi güvenliği sağlanmaktadır. Yine blok zincir teknolojisi ile oluşturulan cüzdanlar sayesinde kripto paraların muhafaza edilmesi ve transfer işlemleri gerçekleşmektedir. Blok zincir teknolojisinin, muhasebe alanında da oldukça faydalı olacağı düşünülmektedir. İşlemlerin daha kolay, güvenli, finansal bilgilere zamanında ulaşılabilme gibi alternatifler sunacağı iddia edilmektedir. Çalışmada kripto paraların öncelikle hangi varlık olarak nitelendirileceği tespit edilerek yapılacak sınıflandırma ile muhasebe ilkeleri ve standartları kullanılarak kripto paraları nasıl muhasebe sisteminde kayıt altına alınması gerektiği bilgisine ulaşılabacaktır. Yine kripto paraların muhasebeleştirme işleminin nasıl yapılacağı konusunda, yatırımcı olarak kripto paraların fiyat farklarından yararlanarak kazanç sağlamayı hedefleyen alım satımlar yapabilmesi, ticari mal veya hizmet alımlarında ödeme aracı olarak kripto paraların kullanılabilmesi, bitcoin dışındaki kripto paralar için yapılan ilk halka arzdan yararlanarak gelecekteki fiyat artışlarından kâr sağlama fırsatı işlemlerinin muhasebeleştirilmesi, madencilik faaliyetleri ile kripto para alım satımında aracılık yaparak komisyon gelirleri elde etme işleminin oluşturabilmesi gibi olumlu etkilerinin olacaktır. Çalışmanın birinci bölümünde kripto paraların temelini oluşturan blok zincir teknolojisi ve akıllı sözleşmeler hakkında detaylı bilgi verilmiştir. İkinci bölümde kripto paralar açıklanarak son bölümde bu kripto paraların muhasebe kayıtlarının nasıl tutulacağı hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kripto para, Blok zincir, Muhasebe.

ABSTRACT

ACCOUNTING FOR BLOCK CHAIN BASED SMART CONTRACTS AND CRYPTOCURRENCIES

Kırıkkale University

Graduate School of Social Sciences

Department of Accounting and Finance, Master's Thesis

Advisor: Doç Dr. Tuba DERYA BASKAN

December 2024, .. pages

Cryptocurrencies are structurally formed with blockchain technology. Blockchain technology is a technology that has no center, is not dependent on any authority, performs transactions without an intermediary, and has no possibility of being audited. Cryptocurrency system security is provided with blockchain technology. Again, cryptocurrencies are stored and transferred thanks to wallets created with blockchain technology. Blockchain technology is also thought to be very useful in the field of accounting. It is claimed that it will offer alternatives such as easier, safer transactions and timely access to financial information. In the study, it will be determined which asset cryptocurrencies will be qualified as first, and information will be reached on how cryptocurrencies should be recorded in the accounting system using the classification to be made and accounting principles and standards. Again, regarding how the accounting process of cryptocurrencies will be done, it will have positive effects such as being able to make purchases and sales aiming to make profit by taking advantage of the price differences of cryptocurrencies as an investor, being able to use cryptocurrencies as a payment tool in the purchase of commercial goods or services, accounting for transactions that provide an opportunity to profit from future price increases by taking advantage of the initial public offering made for cryptocurrencies other than Bitcoin, and being able to create a transaction to obtain commission income by acting as an intermediary in the purchase and sale of cryptocurrencies with mining activities. In the first part of the study, detailed information is given about the blockchain technology and smart contracts that form the basis of cryptocurrencies. In the second part, cryptocurrencies are explained and in the last part, information is given about how the accounting records of these cryptocurrencies will be kept.

Keywords: Cryptocurrency, Blockchain, Accounting.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
GİRİŞ	1
1. BLOK ZİNCİR TABANLI AKILLI SÖZLEŞMELER	4
1.1. Blok Zincir Kavramı.....	4
1.1.1. Blok Zincir Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi	5
1.1.2. Blok Zincir Teknolojisinin Özellikleri	7
1.1.3. Blok Zincir Türleri	11
1.1.3.1. Açık Blok Zincir.....	12
1.1.3.2. Özel Blok Zincir.....	12
1.1.3.3. Hibrit Blok Zincir.....	12
1.1.3.4. Konsorsiyum Blok Zincir.....	13
1.1.4. Blok Zincir Türlerinin Karşılaştırılması.....	13
1.1.5. Blok Zincir Teknolojisinin Olası Kullanım Alanları	14
1.2. Akıllı Sözleşme Kavramı ve Akıllı Sözleşme Altyapısını Oluşturan Teknik Kavramlar	18
1.3. Akıllı Sözleşmenin Konsepti ve Özellikleri	21
1.3.1. Hesaplanabilirlik Teorisi ve Turing Tamlığı.....	21
1.3.2. Akıllı Sözleşmelerin Gelişimi.....	23
1.4. Akıllı Sözleşmeler: Fonksiyonel Dinamikler ve İşleyişi	25
1.4.1. Etkileşim Modelleri ve Yaşam Döngüsü	26
1.4.2. İşlem Süreçleri: Oluşturma, Yayınlama, Çalıştırma ve Tamamlanma	27
1.4.2.1. Akıllı Sözleşmelerin Oluşturulması	27
1.4.2.2. Akıllı Sözleşmelerin Yayınlanması	27
1.4.2.3. Akıllı Sözleşmelerin Yürütülmesi	28
1.4.2.4. Akıllı Sözleşmelerin Tamamlanması.....	28

1.4.3. Doğrulama ve Güvenlik Mekanizmaları	28
1.4.3.1. Doğrulama.....	29
1.4.3.2. Güvenlik Mekanizmaları.....	30
1.4.4. Hata Yöntemi.....	31
2. KRİPTO PARA VE KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ.....	34
2.1. Kripto Para.....	34
2.2. Kripto Paranın İlk Ortaya Çıkışı.....	36
2.3. Kripto Paranın Temel Özellikleri.....	40
2.4. Kripto Para Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları	41
2.4.1. Avantajları.....	42
2.4.2. Dezavantajları.....	42
2.5. Kripto Para Sisteminde Hukuki Alt Yapı.....	43
2.6. Kripto Para Cüzdanları	44
2.6.1. Sıcak Cüzdanlar.....	44
2.6.1.1. Yazılım Cüzdanları.....	45
2.6.1.2. Mobil Cüzdanlar.....	45
2.6.1.3. Web Cüzdanlar	45
2.6.2. Soğuk Cüzdanlar	46
2.6.2.1. Kâğıt Cüzdanlar	46
2.6.2.2. Beyin Cüzdanları.....	46
2.6.2.3. Donanım Cüzdanları	47
2.7. Kripto Paraların Sınıflandırılması.....	47
2.8. Kripto Para Türleri.....	49
2.8.1. Bitcoin (BTC).....	50
2.8.2. Altcoinler	53
2.8.2.1. Ethereum (ETH).....	53
2.8.2.2. Binance Coin (BNB).....	54
2.8.2.3. Ripple (XRP).....	56
2.9. Türkiye’de Kripto Paranın Durumu ve Kurumların Yaklaşımları	58
2.9.1. Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu (BDDK) Kripto Para Yaklaşımı.....	61
2.9.2. Mali Suçları Araştırma Kurulu’nun (MASAK) Kripto Para Yaklaşımı.....	62
2.9.2. Sermaye Piyasası Kurulu’nun (SPK) Kripto Para Yaklaşımı.....	62
2.9.3. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Kurumu’nun (TUBİTAK) Kripto Para Yaklaşımı.....	63

2.10. Kripto Paraların Olası Kullanım Alanları	64
3. BLOK ZİNCİR TABANLI AKILLI SÖZLEŞMELER VE KRİPTO PARALARIN MUHASEBELEŞTİRİLMESİ	66
3.1. Kripto Paraların Muhasebeleştirilmesine Yönelik Literatür Taraması	66
3.2. Blok Zincir Tabanlı Akıllı Sözleşmeler ve Muhasebe Süreci.....	70
3.3. Kripto Para Birimlerinin UMS/UFRS Kapsamında Muhasebeleştirilmesi	75
3.3.1. Kripto Para Birimlerinin Nakit ve Benzeri Olarak Sınıflandırılması	75
3.3.2. Kripto Para Birimlerinin Stok Olarak Sınıflandırılması.....	77
3.3.3. Kripto Para Birimlerinin Finansal Araç Olarak Sınıflandırılması	78
3.3.4. Kripto Para Birimlerinin Maddi Olmayan Duran Varlık Olarak Sınıflandırılması	79
3.4. Dünya Çapında Muhasebe Kuruluşlarının Görüşleri	80
3.4.1. Uluslararası Muhasebe Standartları Muhasebe Kurulunun Görüşü	84
3.4.2. Dört Büyük Denetim Şirketinin Görüşleri	86
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	90
KAYNAKLAR.....	93

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Blok Zincir Türlerinin Karşılaştırılması.....	14
2.1. Piyasada Öncülük Eden İlk Kripto Para Birimleri.....	50
3.1. Kripto Varlıklara Ait Raporlama ve Denetim Çerçevesi.....	87



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Blok zincir Türleri.....	11
1.2. Akıllı sözleşmeler çalışma mantığı.....	20
1.3. Akıllı Sözleşmelerin Özellikleri.....	21
2.1. Bitcoin Fiyat Seyri (USD Cinsinden)	53
2.2. Ethereum Fiyat Seyri (USD Cinsinden).....	54
2.3. Binance Coin Fiyat Seyri (USD Cinsinden)	56
2.4. XRP Fiyat Seyri (USD Cinsinden).....	57

GİRİŞ

Ekonomik faaliyetlerin başlangıcında, insanlar ihtiyaçlarını takas (mübadele) yöntemiyle karşılıyorlardı. Bu sistemde, bir kişinin sahip olduğu mal veya hizmet, ihtiyacı olan başka bir mal veya hizmetle değiştirilirdi. Bu dönemde, toplumlarda yönetici otorite olarak kabul edilen örgütlenmeler, vergilerini aynı olarak (yani mal olarak) ya da bedenen çalışma yoluyla tahsil ederlerdi. Zamanla, ekonomik sistemler karmaşıklaştıkça ve ihtiyaçlar çeşitlendikçe, takas sistemi yetersiz kaldı ve para bir değişim aracı olarak ortaya çıktı.

Para, ilk etapta değerli metaller gibi nesnelere oluşurken, ekonomik sistemin gelişmesiyle birlikte kâğıt paraların kullanımı yaygınlaştı. Bu geçiş, dünya genelinde son birkaç yüzyılda gerçekleşti ve paranın çeşitli fonksiyonları ortaya çıktı. Artık para sadece alışveriş yapmak için değil, aynı zamanda değer biriktirmek, spekülasyon yapmak ve makroekonomik politikalar uygulamak için de kullanılmaktadır. Teknolojik ilerlemeler, ekonomide yeni değişim araçlarının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Kripto paralar, sanal paralar ve dijital paralar gibi yeni ekonomik varlıklar, işlem güvenliği sağlamak ve mevcut ekonomik sistemdeki sorunları gidermek amacıyla geliştirilmiştir. Bu yenilikler, paranın işlevlerini yerine getiren alternatif mübadele araçları olarak karşımıza çıkmakta ve giderek yaygınlaşmaktadır.

Gelişen teknoloji ile kripto paralar, ekonomik sistemde giderek daha fazla önem kazanmaktadır. İşlemlerin hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi ve bilgi gizliliğinin en üst düzeyde sağlanması, kripto para birimlerinin tercih edilmesinde önemli faktörler olmuştur. Kripto paralar, bilgisayar uygulamalarındaki algoritmik düzen prensibiyle çalışır ve bu nedenle üretim süreçleri, yüksek teknoloji, bilgi ve fiziki donanım kabiliyeti gerektirir.

Kripto paraların üretim miktarına getirilen belirli sınırlar, ulus devletlerin veya rezerv para sahiplerinin sınırsız para basma imkanlarına karşı bir alternatif sunmaktadır. Bu sınırlar, kripto paraların enflasyon gibi ekonomik sorunlara çözüm olabileceği düşüncesini de beraberinde getirir. Bu nedenle, kripto paralara olan ilgi hem bireyler

hem de kurumlar arasında hızla artmaktadır. Bu yeni finansal araçların sunduğu potansiyel avantajlar, ekonomik sistemde önemli bir dönüşümün habercisi olarak değerlendirilmektedir.

Kripto paraların merkez bankaları gibi belirli bir otorite tarafından üretilmemesi ve bankacılık sistemi dışında işlem yapılabilmesi, denetim sorunlarını beraberinde getirmektedir. Kripto paraların sahtesinin yapılamaması ve işlemlerin güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi teknolojik olarak büyük bir avantaj sağlasa da bu paraların denetimsiz bir şekilde el değiştirebilmesi, kara para aklama gibi yasa dışı faaliyetlere zemin hazırlamaktadır. Bu durum, kripto paraların düzenlemeye tabi tutulması gerektiği yönündeki tartışmaları da gündeme getirmiştir.

Küresel düzeyde büyük ilgi gören kripto paralar ve bunlara dayalı teknolojiler, bu gibi nedenlerle ülkelerin dikkatini çekmiş ve politikalarını şekillendirmeye başlamıştır. Bazı ülkeler kripto paraları yasaklarken, bazıları ise bu paraları geçerli para birimleri olarak kabul etmiştir. Dünyanın pek çok ülkesinde, bu konuda düzenlemeler yapılacağına dair tartışmalar sürmektedir.

Kripto paraların temelini blok zincir teknolojisi ve akıllı sözleşmeler oluşturmaktadır. Bu nedenle çalışmada birimden bütüne yöntemi izlenerek çalışmanın birinci bölümünde blok zincir teknolojisi ve akıllı sözleşmeler hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Öncelikle blok zincir teknolojisinin özellikleri, tarihsel gelişimi, türleri ve olası kullanım alanları ele alınmıştır. Daha sonra akıllı sözleşme kavramı, gelişimi, konsepti ve özellikleri ele alınarak, akıllı sözleşmelerin işlem süreçleri ele alınmış ve akıllı sözleşmelerin doğrulama ve güvenlik mekanizmalarına yer verilmiştir. Daha sonra ikinci bölümde kripto para kavramı her açıdan ele alınarak açıklanmıştır. Öncelikle kripto paraların ortaya çıkışı, özellikleri, türleri, avantaj ve dezavantajlarına yer verilmiştir. Daha sonra kripto paraların muhafazasını sağlayan cüzdanlar, kripto paraların uygulanışına yönelik hukuki alt yapısı ve kullanım alanları ele alınmış, son olarak da Türkiye’de bazı kuruluşların kripto paraya yönelik görüşlerine yer verilmiştir. Son bölümde ise ilk iki bölümden elde edilen bilgiler ışığında kripto paraların muhasebeleştirilmesine yönelik literatür taraması yapılarak literatürde konuya yönelik boşluklar ve konu hakkındaki görüşler saptanmıştır. Devamında ise muhasebe standartları hakkında bilgi verilmiş ve bu standartlar çerçevesinde kripto paralar belli konular altında sınıflandırılarak olası

muhasebeleştirilme süreçleri hakkında bilgi verilmiştir. Son olarak ise dünya çapında muhasebe kuruluşlarının görüşleri çalışmada yer almıştır.



1. BLOK ZİNCİR TABANLI AKILLI SÖZLEŞMELER

1.1. Blok Zincir Kavramı

Blok zincir (blockchain), başlangıçta kripto para sistemlerinde yer alan işlem verilerinin bütünlüğünü korumak amacıyla geliştirilmiş halka açık bir defterdir. Bu teknoloji, her bir işlemin şeffaf bir şekilde kaydedildiği ve doğrulandığı bir yapıya sahiptir. Zamanla, blok zincir teknolojisi sadece kripto para birimleriyle sınırlı kalmayarak, belirteçlere (tokens) veya kripto paralara ihtiyaç duymadan çeşitli işlemleri depolamak ve doğrulamak amacıyla kullanılan bir dağıtılmış defter (distributed ledger) haline gelmiştir (Xu vd., 2016: 183).

Blok zincir, geleneksel veri tabanlarından farklı olarak, merkezi bir otoriteye yani bir kişi, kurum, topluluk veya devletin denetimine ihtiyaç duymaz. Geleneksel veri tabanları, genellikle merkezi bir sunucu üzerinde tutulur ve bu sunucu, belirli bir otorite tarafından kontrol edilir. Bu yapı, verilerin güvenliği ve bütünlüğü konusunda bu otoriteye bağımlı olduğu anlamına gelir (Notheisen vd., 2017: 426).

Blok zincir teknolojisi, nesnelerin interneti (IoT) gibi diğer gelişmiş teknolojilerle entegre edildiğinde, ürünlerin ilk üretim noktasından son tüketiciye ulaştığı süreç boyunca her anının izlenebilir ve paylaşılabilir olmasını sağlar. Bu entegrasyon, tedarik zinciri yönetiminde devrim niteliğinde değişiklikler getirir. IoT cihazları, sensörler aracılığıyla ürünlerin üretim, depolama, nakliye ve teslimat aşamalarında topladıkları verileri blok zincir üzerinde kaydedebilir. Bu veriler, blok zincirin güvenli ve değiştirilemez yapısı sayesinde, her aşamada doğrulanabilir ve tüm paydaşlarla anında paylaşılabilir. Bu sayede, ürün izlenebilirliği sağlanır ve süreç boyunca herhangi bir aşamada meydana gelen değişiklikler veya sorunlar kolayca tespit edilebilir (Wang vd., 2019).

Blok zincir teknolojisi, 4. Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0) kapsamında bir yapı taşı olarak kabul edilen önemli bir yeniliktir. Endüstri 4.0, üretim süreçlerinin dijitalleşmesi, otomasyon, yapay zekâ, nesnelerin interneti (IoT) ve büyük veri analizi gibi ileri teknolojilerin entegre edilmesiyle tanımlanan bir dönüşüm sürecidir. Bu

devrim, üretim ve tedarik zinciri süreçlerinde daha verimli, esnek ve akıllı sistemlerin ortaya çıkmasını sağlar (Kaya ve Turgut, 2019: 121).

Blok zincir teknolojisinin amacı, güvenlik, izlenebilirlik ve şeffaflık sağlayarak üçüncü taraf kuruluşların verileri ve işlemleri kontrol altına alamadığı merkezileşmemiş bir ortam oluşturmaktır. Blok zincir, merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymadan işlemleri ve verileri kaydeder ve doğrular (Yli-Huumo vd., 2016: 1).

Blok zincir teknolojisinde veriler, kriptografik yöntemlerle korunarak sahtekarlıklara karşı güvence altına alınır. Kriptografi, verilerin güvenliğini sağlamak ve yetkisiz erişimleri engellemek için kullanılan matematiksel teknikler ve algoritalardır (Tönnissen vd., 2019: 2) Blok zincir, içindeki düğümlerin etkileşiminden meydana gelir (Xu vd., 2016: 183).

Blok zincir, gün geçtikçe büyüyen veri kayıtlarını tutan, anonim düğümler tarafından onaylanan bir veritabanıdır (Yli-Huumo vd., 2016: 1). Dağıtılmış veri tabanı özelliği, ağda yer alan taraflara veritabanı geçmişine bilgi erişimi sağlar. Bu sistem, şeffaf ve erişime açık olarak tasarlanmıştır. (Dobrovnik vd. 2018: 3). Blok zincir teknolojisinin temel prensiplerinden biri, ağda bulunan her düğümün zincirin bir kopyasını saklamasıdır. Bu özellik, işlemlerin doğruluğunu sağlamak ve zincirin değişmezliğini korumak amacıyla kritik öneme sahiptir (Wang vd., 2019). İşlemler tarihsel olarak saklanır (Tönnissen vd., 2019: 1).

Blok zincir teknolojisi, dijital verilerin dağıtımını sağlayarak verilerin çoğaltılmasını önlemeye yardımcı olur. Bu özellik, blok zincirin temel avantajlarından biridir (Kaya ve Turgut, 2019: 122). Bu sayede tarafların veri ya da bilgileri kontrol altında değildir. Bununla birlikte veri tabanında yapılan işlemlerin güncellenmesinin ardından kayıtlar geriye döndürülemez (Dobrovnik vd. 2018: 3).

1.1.1. Blok Zincir Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi

30.10.2008 tarihinde blok zincir ortaya çıkmış (Nakamoto, 2008: 1) ve teknoloji ilk defa kripto para birimlerinden olan Bitcoinin tanıtımında kullanılmıştır (Yli-Huumo vd., 2016: 2). Bitcoin, blok zincir tabanlı olup para sistemlerindeki güven sorunlarında bir alternatif çözüm olarak ortaya çıkmıştır (Aste vd., 2017: 18). Blok zincir, bitcoinin önemli bir bileşeni olup işlemlerin kaydedildiği güvenli bir defterdir (Narayanan vd., 2016: 2). Bitcoin, aracı finans kuruluşları ve merkezi sistemler olmaksızın çift

harcamaları önlemeye yönelik bir eşler arası (peer-to-peer) elektronik nakit ödeme sistemi olarak tasarlanmıştır (Nakamoto, 2008: 1).

Bitcoin'in piyasaya sürülmesinden beri blok zincir teknolojisi, 21. yüzyılın önemli teknolojik yeniliklerinden biri olarak kabul edilmektedir (Notheisen vd., 2017: 425). Ethereum ve Ripple, blok zincir teknolojisinin öne çıkan iki önemli platformudur ve çeşitli kullanım alanlarıyla dikkat çekmektedir (Ünal vd., 2020: 171)

Kripto para birimleri ve blok zincir teknolojisi, ticari uygulama alanında önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Kripto paraların doğrulayıcısı olmanın ötesine geçerek çeşitli ticari uygulama ve sektörlerde kullanılmaları, bu teknolojilerin potansiyelini ve adaptasyonunu artırmaktadır (Notheisen vd., 2017: 425).

Blok zincir teknolojisi Bitcoin'in ötesinde pek çok sektörde ve uygulama alanında kullanılmaktadır. Bu uygulama alanları arasında lojistik, tedarik zinciri, ulaşım, sağlık, eğitim, tarım ve finans gibi alanlar bulunmaktadır (Özdemir vd., 2020:5).

Blok zincir teknolojisi, modern ekonomide veri işlemenin güvenilirliğini ve şeffaflığını artırarak birçok problemin çözümüne katkıda bulunan önemli bir yeniliktir (Golosova ve Romanovs, 2018: 1)

Swan'ın (2015) blok zincir teknolojisini 1.0, 2.0 ve 3.0 kategorilerine ayırması, teknolojinin evrimini ve potansiyel kullanım alanlarını anlamak için oldukça faydalı bir yaklaşımdır. Bu ayırımı ait ayrıntılar aşağıda sunulmuştur:

Blok zincir 1.0 (Dijital Para): Bu aşama, blok zincir teknolojisinin temel uygulamalarını kapsar ve genellikle dijital ödemeler ve para transferleri ile ilişkilidir. Bu evrede, Bitcoin gibi kripto paralar temel rol oynar. Bu tür blok zincirler, yalnızca dijital değerlerin güvenli ve şeffaf bir şekilde transferine odaklanır (Gerdan vd., 2020: 11).

Blok zincir 2.0 (Dijital Ekonomi): Bu aşama, blok zincirin daha karmaşık ekonomik uygulamalara entegre edilmesini ifade eder. Burada, akıllı sözleşmeler, krediler, ipotekler ve hisse senetleri gibi finansal ve ekonomik işlemler yer alır. Bu evrede, blok zincir teknolojisi yalnızca para transferi ile sınırlı kalmaz; aynı zamanda daha geniş ekonomik ve finansal işlemleri de destekler (Tanrıverdi vd., 2019: 205).

Blok zincir 3.0 (Dijital Toplum): Blok zincir 3.0, teknolojinin toplumsal ve sektörel alanlarda nasıl kullanılabileceğini inceler. Bu aşama, sağlık, hükümet, bilim gibi

alanlarda blok zincir teknolojisinin uygulamalarını kapsar ve finans, para ve piyasaların ötesindeki kullanım alanlarına yönelir. Blok zincir 3.0, yüksek güvenlik, uyarlanabilirlik, sürdürülebilirlik ve ölçeklenebilirlik gibi özelliklere sahip olduğu için, daha geniş ve çeşitli uygulama alanlarına hizmet edebilir (Wang vd., 2019; Sarmah, 2018: 26).

Blok zincir teknolojisinin kavramsal temelleri 1990'lı yıllarda atılmıştır ve bu alandaki ilk çalışmalar, günümüz blok zincir sistemlerinin temelini oluşturmuştur (Usta ve Doğantekin, 2017).

Dijital para birimleriyle ilgili ilk çalışmalar, 1980'li yıllarda başlamıştır. Bu dönemde, dijital para sistemlerinin temel ilkeleri ve teknolojileri geliştirilmeye başlandı. Öne çıkan erken girişimlerden biri, 1989 yılında kurulan DigiCash Inc. şirkettir. DigiCash, dijital para sistemleri üzerinde önemli çalışmalar yapmış ve bu alandaki ilk uygulamalardan biri olan "e-cash"i geliştirmiştir. Ancak, dijital paranın o dönemde beklenen düzeyde benimsenmemesi ve piyasada yeterince yaygınlaşmaması nedeniyle, 1998 yılında DigiCash Inc. iflas etmiştir. DigiCash'in başarısızlığı, dijital para birimlerinin benimsenmesi için gereken teknolojik ve toplumsal değişimlerin zaman alacağını gösterdi ve bu alandaki gelişmelerin daha sonraki yıllara kaymasını sağladı (Usta ve Doğantekin, 2017).

2008 yılında yaşanan finansal kriz sonrasında Satoshi Nakamoto'nun yayınladığı "Bitcoin: Eşten Eşe Elektronik Nakit Ödeme Sistemi" makalesi, krizin yarattığı güvensiz ortamda önemli bir alternatif sundu. Bitcoin, merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymadan işlem yapılabilmesini sağlayan bir dijital para birimi olarak tasarlandı. Makalede anlatılan Blockchain teknolojisi, işlemlerin şeffaf ve güvenli bir şekilde kaydedilmesini ve doğrulanmasını sağlamaktadır. Bitcoin ve Blockchain teknolojisi, geleneksel finansal sistemlerin şeffaflık, güvenlik ve merkezileşme sorunlarına karşı bir çözüm olarak görüldü ve özellikle krizin ardından bu yeni sistemler, merkeziyetçi yapılarla ilgili güven kaybı yaşayan tüketiciler arasında büyük bir ilgi uyandırdı (Kınacı, 2019: 7). Günümüz dünyasında ise Blockchain teknolojisi pek çok alanda önemli bir rol oynamaktadır.

1.1.2. Blok Zincir Teknolojisinin Özellikleri

Blok zincir teknolojisi pek çok özellik barındırmaktadır. Denetlenebilirlik, merkeziyetsizlik, azalmış işlem maliyetleri, izlenebilirlik, anonimlik, gizlilik,

güvenlik, güven, şeffaflık, esneklik ve değişmezlik blok zincir teknolojisinin özellikleri arasında sayılabilir. Belirtilen özellikler sisteme avantaj ya da yarar sağlar (Özdemir vd., 2020: 6). Aşağıda belirtilen kavramlara ait detaylar sunulmuştur:

Denetlenebilirlik: Blok zincir (blockchain) teknolojisi, verilerin güvenli ve şeffaf bir şekilde saklanmasını sağlayan bir yapıdır. Bu teknoloji, ağdaki işlemleri doğrulamak ve kaydetmek için dijital zaman damgası ve dijital dağıtılmış defter kullanır. İşlemler, bloklar halinde gruplanır ve her blok, önceki bloğun bir hash değerini içerir, bu da blokları birbirine bağlar ve verilerin değiştirilmesini zorlaştırır. Ağdaki düğümler (nodes) birbirleriyle sürekli olarak veri senkronizasyonu yapar. Her düğüm, blok zincirin tamamının bir kopyasını tutar. Bu yapı sayesinde, herhangi bir düğüm ağızdaki işlem kayıtlarını kolayca inceleyebilir ve doğrulayabilir. Verilerin doğruluğu ve geçerliliği, ağdaki tüm düğümlerin uzlaşmasıyla sağlanır. Yani, işlemler doğrulandıktan sonra sisteme kaydedilir ve bu kayıtlar ağdaki tüm düğümler tarafından erişilebilir ve doğrulanabilir (Zheng vd., 2018: 357). Blok zincir teknolojisi kaynak takibi sağlayarak kullanıcılara denetleme olanağı sunabilmektedir (Özdemir vd., 2020: 7).

Merkeziyetsizlik: Merkeziyetsizlik, blok zincirin temel özelliklerinden biridir. Bu teknoloji, merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymadan, ağdaki tüm düğümlerin eşit derecede yetkili olduğu bir sistem sağlar. Blok zincirdeki merkeziyetsizlik, karar verme ve planlama süreçlerinde güvenilir bir üçüncü tarafa ihtiyaç duymadan işlemlerin tutarlılığını ve bütünlüğünü sağlar. İşlemler, ağdaki birçok düğüm tarafından doğrulanır ve kaydedilir. Her bir düğüm, blok zincirin tamamının bir kopyasını tutar ve ağın bütünlüğünü sağlamak için birlikte çalışır. Bu yapı, işlemlerin güvenilirliğini ve şeffaflığını artırır, çünkü merkezi bir otoritenin araya girmesi gerekmeksizin, ağdaki tüm düğümler işlemlerin doğruluğunu ve bütünlüğünü denetler. Bu da blok zincirin güvenilirliğini ve güvenliğini artıran önemli bir özelliktir (Anjum vd., 2017 :86; Rajasekaran vd., 2022: 4). Verilerin farklı bir sunucuda toplandığı ve farklı düğümler arasında dağıtıldığı bilinmektedir (Kamble vd., 2020: 4). Maliyetli olan merkezi çözümler güven problemi oluşturarak sorunlara neden olabilir (MacDonald vd., 2016: 283-284).

Azaltılmış İşlem Maliyetleri: Blok zincir teknolojisi, işlemler sırasında geleneksel uygulamalara göre önemli ölçüde maliyet tasarrufu sağlayabilir. Geleneksel sistemlerde sıklıkla üçüncü taraf araçların ve merkezi veri tabanlarının kullanılması,

işlem maliyetlerini artırır. Ancak blok zincir, işlemleri merkeziyetsiz bir şekilde doğrularak ve kaydederek bu gereksinimleri ortadan kaldırır (Iansiti ve Lakhani, 2017).

İzlenebilirlik: Blok zincir teknolojisi, ürünlerin kaynağına dair ayrıntılara erişim sağlar ve her bir blok üzerindeki verilerin izlenebilirliğini garanti eder. Bu teknoloji, güvenilir ve değiştirilemez bir veritabanı sunarak sürekli izlenebilirlik sağlar. Ürünlerin her aşamasında kaydedilen bilgiler, tüm blok zincir ağı tarafından doğrulanır ve saklanır, böylece ürünlerin kalitesi ve bilgilerin doğruluğu konusunda yüksek düzeyde güvenilirlik sağlar (Yousefi vd., 2022).

Anonimlik: Blok zincir teknolojisi, merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymadığından, kullanıcıların bilgilerini kaydetme veya izleme yetkisine sahip değildir (Gad vd., 2022: 5). Bu, kişisel verilerin korunmasına büyük katkı sağlar. Blok zincir ağında, kullanıcılar genellikle anonim bir kimlik oluşturur, bu da gizliliği ve güvenliği artırır. Bu anonimlik, kriptografik özel anahtarlar kullanılarak sağlanır. Her kullanıcı, kendi özel anahtarını oluşturur ve bu anahtar, kullanıcının kimliğini koruyan şifreli bir imza sağlar. Özel anahtarlar, kullanıcıların kimliklerini ve verilerini gizli tutarak, ağa katıldıkları işlemleri güvenli bir şekilde gerçekleştirmelerini sağlar. Böylece, kullanıcılar kişisel bilgilerini ifşa etmeden ağ içinde etkileşimde bulunabilirler. Bu yapı, hem kullanıcı gizliliğini hem de veri güvenliğini korur, çünkü işlemler yalnızca yetkilendirilmiş kişilerin onayıyla gerçekleştirilebilir ve ağda şeffaflık sağlanırken, kullanıcıların kimlikleri gizli kalır (Yousefi vd., 2022).

Gizlilik: Blok zincir teknolojisi, kullanıcı verilerinin gizliliğini koruyan bir çerçeve sunar. (Yue vd., 2016). Kullanıcılar, kriptografik anahtarlar kullanarak anonim veya takma ad kimliklerle işlem yapabilir, böylece kişisel bilgilerini ifşa etmeden güvenli bir şekilde etkileşimde bulunabilirler. Kriptografi, verilerin şifrenmesi ve yalnızca yetkili kişiler tarafından erişilmesini sağlayarak güvenliği artırır. Blok zincir üzerindeki veriler, değiştirilemez ve doğrulama süreçleri sayesinde doğru olduğuna dair güvence sağlar.

Güvenlik: Blok zincir teknolojisinde her işlem, güçlü kriptografik algoritmalar kullanılarak şifrenir ve bu şifreleme, verilerin bütünlüğünü ve güvenliğini sağlar. Blok zincir üzerinde, cihazlar arasında yapılan tüm etkileşimler kriptografiyle güvence altına alınır, bu da veri transferi ve paylaşımının güvenliğini artırır. Her blok, önceki

bloğun kriptografik hash'ini içerir, bu da bloklar arasında sağlam bir bağ oluşturarak veri manipülasyonunu neredeyse imkansız hale getirir (Pavlić vd 2020: 80). Blok zincir teknolojisi, koruma gücünü artıran ortak anahtar yapısının kullanımı ve merkezi bir sunucunun olmaması gibi özelliklerle güvenilir bir çerçeve sunar. Ortak anahtar yapısı, kriptografik işlemler için kullanılan genel ve özel anahtar çiftleri sağlar. Genel anahtarlar, verilerin şifrelenmesi ve doğrulama işlemleri için kullanılırken, özel anahtarlar yalnızca ilgili kullanıcı tarafından erişilebilir ve verilerin şifresini çözmek veya imzalamak için kullanılır. Bu yöntem, verilerin güvenliğini ve bütünlüğünü korur (Atlam vd., 2020: 10).

Güven: Blok zincir teknolojisi, yapılan işlemlerin uygunluğunu ve geçerliliğini sistemde kayıtlı kullanıcılara ifade eder. İşlem gerçekleştirildiğinde, bu işlem blok zincire eklenir ve ağa bağlı tüm düğümler tarafından doğrulanır (Özdemir vd., 2020: 79). Blok zincir teknolojisi, doğru ve değişmez veri sağladığı için yönetim sistemine güven duyulur.

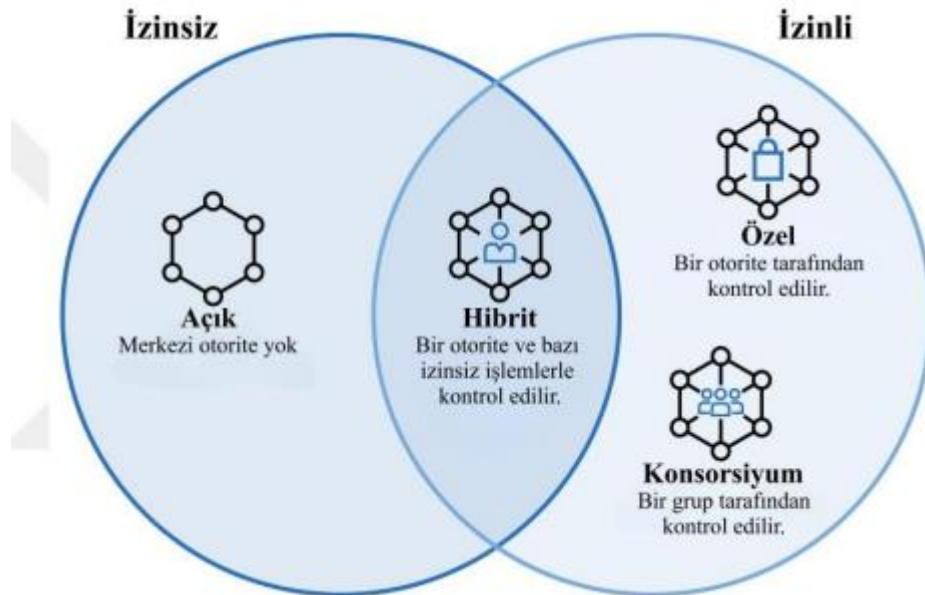
Şeffaflık: Bütün erişim ve verilerin kontrolünün merkezi sunuculara ait olduğu merkezi modellere kıyasla, blok zincir teknolojisi şeffaflık ve erişim açısından önemli avantajlar sunar. Blok zincir, gerçekleşen işlemlerin ayrıntılı bilgilerine ve paylaşılan veri kümelerine tüm ağ katılımcılarının erişimini mümkün kılar. Her işlem blok zincire kaydedildiğinde, ağ üzerindeki tüm düğümler bu bilgileri görebilir ve doğrulayabilir. Bu, kullanıcıların verilerin nasıl işlendiğini ve hangi işlemlerin yapıldığını şeffaf bir şekilde takip etmelerini sağlar. (Atlam vd., 2020: 9). Blok zincir teknolojisi, her işlem ve veri parçasını, ağ üzerindeki tüm düğümler tarafından doğrulanan ve birbirine bağlanan bloklar halinde saklar. Bu yapı, herhangi bir bloğun içeriğinde yapılacak bir değişikliğin, zincir boyunca tüm blokları etkilemesini ve ağdaki diğer düğümler tarafından fark edilmesini sağlar (Aoun vd., 2021: 6). Blok zincir teknolojisi, düğümlerde ağın bir kopyasını saklayarak ve depolayarak verilerin şeffaflığını sağlar ve kullanıcıların verileri görünür kılar (Pavlić vd, 2020: 79).

Esneklik: Bu teknoloji sayesinde, esneklikler iyileştirilerek katılımcılar arasında iş birliği daha verimli hale gelir. Akıllı sözleşmeler, çeşitli stratejilerin ve kaynakların otomatik olarak yönetilmesini ve yeniden yapılandırılmasını sağlar. Bu, süreçlerin hızlandırılmasına, hata riskinin azaltılmasına ve operasyonel maliyetlerin düşürülmesine olanak tanır (Yousefi vd., 2022).

Değişmezlik: Blok zincir teknolojisinde, her bir blok için bir şifre veya kriptografik hash bulunur ve bu bloklarda yapılan işlemler kaydedilir (Pavlić vd, 2020: 79). Blok zincir teknolojisinde, işlem başladıktan ve veriler deftere eklendikten sonra düzenleme işlemi yapılmamakta ve kayıtlar silinmemektedir. Bu özellik, blok zincir sisteminin kalıcı ve değiştirilemez bir yapı oluşturmasını sağlar. Her işlem, blok zincire eklendikten sonra kriptografik olarak şifrelenir ve bloklar arasında zincirleme bir bağlantı kurulur. Bu yapının değiştirilmezliği, verilerin ağ üzerindeki tüm düğümler tarafından doğrulanmasını ve tüm blokların birbirine bağlı olmasını sağlar. Bir blokta yapılan değişiklik, zincir boyunca tüm blokları etkiler ve bu değişiklik ağdaki diğer düğümler tarafından hemen tespit edilir. Bu nedenle, bir defterdeki verilerin değiştirilmesi veya silinmesi neredeyse imkânsız hale gelir (Atlam vd., 2020: 9).

1.1.3. Blok Zincir Türleri

Blok zincir teknolojisi araçlara ve merkezi otoritelere olan bağımlılığı azaltarak dağıtık kayıt sistemini kullanır. Bu sayede veri değişimi ve paylaşımına olanak sağlar. Blok zincir türlerinin farklı işleyiş ve özellikleri hem kullanıcılar hem de sektörler için farklı potansiyel uygulama alanları ve avantajlar sağlamaktadır (Casino vd., 2019; Eroğlu, 2022). Blok zincir türlerine aşağıda detaylı olarak yer verilmiştir:



Şekil 1.1. Blok zincir Türleri

Kaynak: (Bastian & Lenox, 2021)'den akt. (Sak, 2024 :31)

1.1.3.1. Açık Blok Zincir

Açık blok zincirler (Public Blockchains), herkesin katılım gösterebildiği ve işlem gerçekleştirebildiği tamamen merkeziyetsiz ve dağıtık dijital defter teknolojileridir. İzin gerektirmeyen bu yapı, katılımcılara tam bir şeffaflık ve güven sunar. Açık blok zincirlerde işlemler, tüm düğümler tarafından doğrulanır ve ağdaki herkes tarafından görülebilir, bu da işlemler üzerinde yüksek derecede güven sağlar. Bununla birlikte, açık blok zincirler, ölçeklenebilirlik sorunlarına yol açabilen, enerji yoğun ve düşük işlem hızına sahip doğrulama süreçlerine sahip olabilir. Buna rağmen, açık blok zincirler sansürlere karşı olan direnci ve merkezi otoriteye bağlı olmama özellikleri nedeniyle kripto paralar ve merkezi olmayan uygulamalar (DApps) için idealdir. Bu tür blok zincirler, demokratik ve katılımcı bir yapı sunarak, ademi merkeziyetçiliğin ve şeffaflığın önemini vurgular (Diri, 2022; Şat, 2019).

1.1.3.2. Özel Blok Zincir

Özel blok zincirler, belirli bir organizasyon veya kurum tarafından yönetilen ve sadece önceden yetkilendirilmiş kullanıcıların erişim sağlayabildiği blok zincirlerdir. Açık blok zincirlerin aksine, özel blok zincirler izinli bir yapıya sahip olup, daha düşük enerji tüketimi ve hızlı işlem süreleri sunar. Ancak, merkezi bir otoriteye bağlı olmaları nedeniyle şeffaflık ve güvenlik açısından açık blok zincirler kadar yüksek bir yetkinliğe sahip değildir. Bu nedenle, özel blok zincirler genellikle hassas verilerin işlendiği ve gizliliğin ön planda olduğu kurumsal uygulamalarda tercih edilir (Puthal vd., 2018).

1.1.3.3. Hibrit Blok Zincir

Hibrit blok zincirler, açık (public) ve özel (private) blok zincirlerin avantajlarını bir arada sunmak amacıyla tasarlanmış karmaşık ve uyumlu bir yapıdır. Bu tür blok zincirler, kullanıcıların gizlilik ve şeffaflık taleplerini karşılamak için çift katmanlı bir yapı kullanır. Belirli işlemler ile veriler, gizlilik ve güvenlik sağlamak için özel blok zincir içinde saklanırken, diğer işlemler ve veriler açık blok zincir üzerinde yürütülür ve saklanır. Böylece, hibrit blok zincirler, özel blok zincirlerin enerji verimliliği ve hızlı işlem süreleri gibi avantajlarını, açık blok zincirlerin merkeziyetsiz yönetim, şeffaflık ve sansür direnci gibi özellikleriyle birleştirir. Bu yapısı sayesinde hem yüksek güvenlik hem de geniş erişim ve şeffaflık sağlanabilir (Geroni, 2021).

Hibrit blok zincirler, veri gizliliği ve güvenliğini artırmak için oldukça etkili bir yöntem sunar. Hibrit blok zincirler hem özel hem de genel blok zincirlerin avantajlarını birleştirerek daha esnek ve kontrollü bir veri yönetimi sağlar. Katılımcılar, belirli verileri ve işlemleri kamuya açık hale getirebilirken, diğer verileri sadece yetkilendirilmiş kullanıcılar veya gruplarla paylaşarak veri gizliliğini koruyabilirler. Bu yapı, özellikle çoklu paydaşların bulunduğu ve iş birliği gerektiren sektörlerde büyük bir avantaj sağlar. Örneğin, tedarik zincirleri, sağlık hizmetleri ve finans sektörlerinde, verilerin yalnızca yetkili kişilere açılması ve diğer bilgilerin genel erişime sunulması hem şeffaflığı hem de güvenliğini artırabilir (Campbell, 2023).

1.1.3.4. Konsorsiyum Blok Zincir

Konsorsiyum blok zincirler, farklı organizasyonlar arasında iş birliği ve veri paylaşımı için ideal bir yapı sunar. Özel blok zincirler gibi izinli bir yapıya sahip olmalarına rağmen, birden fazla kuruluş tarafından yönetilmeleri nedeniyle daha fazla güven ve şeffaflık sağlarlar. Bu yapı, işlem doğrulama ve blok oluşturma süreçlerini çeşitli katılımcıların iş birliği ile gerçekleştirir, böylece tek bir merkezi otoritenin etkisini ortadan kaldırır. Finans, enerji, tedarik zinciri yönetimi gibi sektörlerde, konsorsiyum blok zincirleri, çeşitli paydaşların güvenli ve verimli bir şekilde iş birliği yapmasını sağlar. Her bir kuruluş, kendi verilerini ve işlemlerini güvenli bir şekilde yönetirken, diğerleriyle şeffaf bir şekilde paylaşımında bulunabilir. Bu yapı, veri güvenliğini ve gizliliğini korurken, aynı zamanda ortak projelerde etkin bir iş birliği ortamı yaratır. Konsorsiyum blok zincirlerinin sunduğu bu özellikler, sektörler arası ve şirketler arası iş birliğini güçlendirir ve iş süreçlerinde daha yüksek verimlilik ve güvenlik sağlar. Bu, çoklu paydaşların ve tarafların bulunduğu projeler için etkili bir çözüm sunar (Diri, 2022).

1.1.4. Blok Zincir Türlerinin Karşılaştırılması

Bu bölümde açık, özel, hibrit ve konsorsiyum blok zincir türlerinin uygulama alanları, veri gizliliği, enerji verimliliği, ölçeklenebilirlik, işlem hızı, konsensus algoritması, güvenlik, şeffaflık, merkeziyet ve erişim karşılaştırmaları yapılmıştır.

Tablo 1.1. Blok Zincir Türlerinin Karşılaştırılması

<i>Özellikler</i>	<i>Açık Blok zincir</i>	<i>Özel zincir</i>	<i>Blok</i>	<i>Hibrit zincir</i>	<i>Blok</i>	<i>Konsorsiyum Blok zincir</i>
Erişim	Herkese açık	İzinli		Hem açık hem izinli		İzinli
Şeffaflık	Tamamen şeffaf	Kısıtlı		Ayarlanabilir		Kısıtlı
Merkeziyet	Merkeziyetsiz	Merkeziyetçi		Karma		Yarı Merkeziyetçi
Güvenlik	Solana, Near, Polkadot	Evet		Evet		Orta
Konsensüs	PoW, PoS, vb.	PBFT, Raft, vb.		Pow, PoS, PBFT, Raft, vb.		PBFT, Raft, vb.
İşlem Hızı	Daha düşük	Daha yüksek		Ayarlanabilir		Daha yüksek
Ölçeklenme	Sınırlı	Yüksek		Ayarlanabilir		Yüksek
Enerji Verimliliği	Düşük (POW ile)	Yüksek		Ayarlanabilir		Yüksek
Veri Gizliliği	Düşük	Yüksek		Ayarlanabilir		Yüksek
Uygulama Alanları	Kripto varlık, DeFi	Kurumsal Yapılar		Çokpaydaşlı projeler		Çoklu kurumsal projeler

Kaynak: Bastian & Lenox, 2021; Campbell, 2023; Geroni, 2021.

1.1.5. Blok Zincir Teknolojisinin Olası Kullanım Alanları

Bankacılık sistemleri genellikle merkezi veri tabanları kullanır; bu sistemler, tüm müşteri ve işlem verilerini tek bir veri merkezinde saklar ve bu veriler üzerinde tam kontrol sağlar. Bankalar, güvenlik, düzenleyici uyumluluk ve müşteri hizmetleri için bu merkezi sistemlere dayanır. Müşterilerin para transferleri gibi işlemleri gerçekleştirmesi, bankanın internet veya mobil uygulamaları aracılığıyla veri merkezine erişimi ve bu merkezdeki verileri güncellemeyi gerektirir. Blok zincir teknolojisi ise merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymadan çalışabilen dağıtık bir veri tabanı yapısına sahiptir. Blok zincir, verilerin birçok farklı düğüm üzerinde saklandığı ve doğrulandığı bir sistemdir. Her işlem bir blok olarak kaydedilir ve bu bloklar zincir şeklinde birbirine bağlanır. Bu yapı, veri değişikliklerinin tüm ağ tarafından doğrulanmasını ve kaydedilmesini sağlar. Kripto uygulamalarında, kullanıcılar doğrudan bu dağıtık veri tabanına erişebilir, işlemler gerçekleştirebilir ve veri üzerinde değişiklik yapabilirler. Blok zincir uygulamalarındaki temel özellikler arasında hızlı blok oluşturma süresi, bağlı bloklara oturtulan zincir yapısı ve halka açık ve dağıtılmış dijital veri yapısı bulunmaktadır. Blok zincir teknolojisi, verilerin merkezi bir sistem

yerine dağıtılmış bir ağda saklanmasını sağlar, bu da verilerin güvenliğini ve doğruluğunu artırır. Veriler, birçok düğümde kopyalanır ve bu kopyalama belirli aralıklarla yüksek hızda gerçekleştirilir. Bu yapı, veri güvenliğini artırırken, verilerin hızlı ve etkin bir şekilde işlenmesini sağlar. Bankaların operasyonel süreçlerinde blok zincir ve bulut teknolojilerinin kullanımı, finansal raporlama süreçlerini hızlandırabilir ve etkinleştirebilir. Klasik veri tabanı işleme yöntemleriyle saatler süren müşteri verileri veya nakit akımları gibi yoğun verilerin işlenmesini gerektiren raporlama süreçlerinde, bulut ve blok zincir uygulamaları operasyonel maliyetleri ve personel giderlerini azaltırken, muhasebe ve raporlama risklerini daha doğru bir şekilde yönetmeye yardımcı olabilir. Bu teknolojiler, bankaların sermaye karlılığını olumlu yönde etkileyerek, genel operasyonel verimliliği artırabilir (Ertuğrul, vd., 2021).

Günümüz bankalarının mobil bankacılık uygulamaları, genellikle merkezi veri tabanları üzerinde çalışmaktadır ve blok zincir teknolojisinden yararlanmamaktadır. Ancak, blok zincir teknolojisine dayalı bireysel ve kurumsal ödeme sistemlerinin benimsenmesiyle birlikte, bu teknolojinin internet ve mobil bankacılık gibi alternatif dağıtım kanallarında kullanımının artması beklenmektedir. Blok zincir, güvenliği, şeffaflığı ve işlem hızını artırma potansiyeline sahip olduğundan, gelecekte mobil bankacılık uygulamalarına entegre edilmesi olasıdır. Bu nedenle, mobil bankacılık kullanıcı sayısının blok zincir teknolojisinin potansiyel etkilerini değerlendirmek için önemli bir değişken olarak dikkate alınması, bu teknolojinin sektördeki rolünün daha iyi anlaşılmasına yardımcı olabilir (Ertuğrul, vd., 2021)

Blok zincir teknolojisi, finansal kurumların müşteri bilgilerini toplama ve yönetme süreçlerini önemli ölçüde iyileştirebilir. Geleneksel yöntemlerle müşteri bilgilerini toplamak ve güncel tutmak maliyetli ve zaman alıcı olabilir. Ancak, blok zincir ağı kullanarak bu süreci daha verimli ve güvenli hale getirmek mümkündür. Blok zincir, müşteri bilgilerini merkezi bir veri tabanı yerine dağıtılmış bir ağda saklayabilir ve bu bilgilere erişim yetkisini müşterinin onayı ile yönetebilir. Müşteriler, kendi bilgilerini doğrudan kontrol edebilir ve bilgileri ihtiyaç duyulan işletmelere güvenli bir şekilde paylaşabilirler. Örneğin, bir müşteri bir finansal kuruma ait bilgilerini güncellediğinde, bu değişiklikler anında yetkilendirilmiş tüm işletmelere yansıtılabilir. Bu sistem, verilerin doğru ve güncel kalmasını sağlar ve aynı zamanda müşterinin onayıyla bilgilerin paylaşılmasına olanak tanır. Bu yaklaşım, işletmelerin maliyetlerini azaltırken, verimliliği artırabilir ve müşteri memnuniyetini yükseltebilir. Müşteriler,

bilgilerini sürekli güncel tutma gereksiniminden ve manuel işlem süreçlerinden kurtulurken, işletmeler de veri toplama ve yönetim süreçlerinde zaman ve kaynak tasarrufu sağlayabilir. Ayrıca, benzer bir sistem vatandaş ve kamu kurumları arasında da uygulanabilir, böylece kamu hizmetlerinde veri paylaşımını ve güncellemeyi daha etkin ve güvenli bir şekilde yönetebiliriz. Bu, hem işletmelerin hem de kamu kurumlarının operasyonel verimliliğini artırabilir ve kamu hizmetlerinde daha hızlı ve güvenilir veri akışını destekleyebilir (Palabıyık, 2020).

Blok zincir teknolojisi, geleneksel kredi sistemlerine önemli yenilikler getirebilir. Özellikle lisanslı bankalar ve finans kurumlarının sağladığı krediler, blok zincir üzerinde gerçekleştirilen işlemlerle daha güvenli ve şeffaf hale getirilebilir. Geleneksel kredi sistemlerinde genellikle çok sayıda aracının ve süreçlerin bulunması, zaman alıcı ve maliyetli olabilir. Ancak blok zincir tabanlı bir kredi sistemi, bu süreci büyük ölçüde iyileştirebilir. Blok zincir teknolojisi, kredi işlemlerini şeffaf ve güvenli bir şekilde yönetmeyi sağlar. Kredilendirme işlemleri, blok zincir üzerinde kayıt altına alınır ve bu kayıtlar değiştirilemez bir şekilde saklanır. Bu, kredi veren ve alan tarafların işlemler hakkında güven duymalarını sağlar, çünkü tüm işlemler açıkça izlenebilir ve doğrulanabilir. Kredi verme ve alma süreçlerinde, blok zincir üzerindeki şeffaflık, tarafların işlemler hakkında endişe duymalarını ortadan kaldırır. Ayrıca, blok zincir teknolojisinin kullanımı, yeni kurum kayıt maliyetlerini azaltabilir. Geleneksel kredi sistemlerinde, yeni bir kredi başvurusu yapıldığında, müşterinin tüm süreci yeniden yaşaması ve yeniden kayıt yaptırması gerekebilir. Blok zincir tabanlı sistemler, kredi başvurularının ve işlemlerinin daha hızlı ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayabilir, çünkü müşterinin bilgileri ve kredi geçmişi blok zincir üzerinde güvenli bir şekilde saklanır ve paylaşılır. Bu da hem kurumlar hem de müşteriler için maliyetleri ve süreci azaltabilir (Palabıyık, 2020:1).

OpenBazaar, internet alışverişlerinde karşılaşılan sorunlara blok zincir teknolojisiyle çözüm getiren bir platformdur. Geleneksel e-ticaret sitelerinde, sınırlı ödeme yöntemleri, yüksek komisyon ücretleri ve kişisel bilgilerin paylaşılması gibi olumsuzluklar yaşanabilir. OpenBazaar, 2016'da faaliyete geçtiğinde, alıcı ve satıcıyı doğrudan birbirine bağlayarak aradaki tüm aracılardan kurtulmuş ve bu sayede taraflar arasındaki alışveriş kurallarını kendilerinin belirlemesini sağlamıştır. Bitcoin blok zincir ağını kullanarak işlemlerin güvenliğini garanti altına alır ve böylece kişisel bilgilerin paylaşılması riskini minimize eder. Bu yaklaşım hem maliyetleri düşürür

hem de güvenliği artırır, geleneksel e-ticaret platformlarına etkili bir alternatif sunar (Palabıyık, 2020:1).

Dünya çapında birçok önde gelen sigorta şirketi, blok zincir teknolojisine yatırımlar yapmaya başlamıştır. Bitcoin'in finansal sektörde yarattığı değişimin, diğer sektörlerde de benzer bir etki yaratması beklentisi, bu teknolojiye olan ilgiyi artırmıştır. Son yıllarda yaşanan önemli teknolojik dönüşümlerden biri olan blok zincir, sigorta sektöründe de önemli değişikliklere yol açacağı öngörülmektedir. Blok zincir teknolojisinin şeffaflık, güvenlik ve verimlilik sağlama potansiyeli, sigorta süreçlerini etkileyebilir ve bu süreçlerde köklü değişiklikler yapabilir. Bu nedenle, araştırmacılar ve bilim insanları, blok zincirin sigorta işkolundaki potansiyel etkilerini yakından incelemekte ve bu teknolojinin sektördeki uygulama alanlarını araştırmaktadır (Tunca ve Sezen, 2020:14).

Blok zincir uygulamaları, sağlık, ticaret, spor, siber güvenlik ve resmi sigortacılık işlemleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Sigortacılık sisteminde blok zincirin etkileri oldukça büyük olabilir. Öncelikle, blok zincir teknolojisi sigorta taleplerinin işlenmesini daha hızlı ve maliyet etkin hale getirebilir. Kaza ve olayların inceleme süreçlerini hızlandırarak uzun süreli bekleme zamanlarını azaltabilir. Ayrıca, sahte belgelerin ve dolandırıcılık girişimlerinin önlenmesine yardımcı olarak sistemin şeffaflığını artırabilir. Bu değişiklikler, sigortacılık süreçlerini daha verimli ve güvenilir bir şekilde yönetmeyi mümkün kılar, böylece hem sigorta şirketleri hem de müşteriler için büyük faydalar sağlayabilir (Güven, 2020:107).

Sigortacılık sektöründeki mal ve kaza sigortalarının tazminat süreçlerinde, veri aktarımlarında üçüncü taraflara olan bağımlılık, yüksek maliyetler ve gecikmelere neden olmaktadır. Ayrıca, bu süreçler dolandırıcılık riskini artırabilir. Bu sorunları çözmek amacıyla blok zincir teknolojisi, özellikle "Akıllı Sözleşme" tabanlı cihazlar kullanılarak büyük bir yenilik getirebilir. Akıllı sözleşmeler, sigorta başvuru süreçlerini otomatikleştirir ve kolaylaştırır, böylece aracıya olan ihtiyacı ortadan kaldırır. Bu teknoloji sayesinde, sigorta ve tazminat işlemleri daha hızlı ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilir, gecikmeler ve maliyetler minimize edilir. Akıllı sözleşmeler, işlemlerin şeffaf ve değiştirilemez bir şekilde yürütülmesini sağlayarak hem müşteri hem de sigorta şirketleri için daha verimli bir süreç sunar (Palabıyık, 2020:1).

Güven ve güvenilirlik, dijitalleşmiş iş süreçlerinde, özellikle satış portalları ile müşteriler veya tedarik zincirindeki iş ortakları arasındaki organizasyonel süreçlerde kritik bir öneme sahiptir. Dünyanın birçok yerinde, tüketicilerin sigorta işlemlerine duyduğu güven sorunu bilinmektedir. Bu güven sorununu ortadan kaldırmak, teknolojinin desteğiyle mümkün olabilir. Blok zincir gibi yeni teknolojiler, sigorta ürünlerinde tüketici güvenini yeniden kazanmak için önemli bir potansiyel sunmaktadır. Sigorta şirketleri, internet üzerinden yaptıkları işlemleri genellikle yetkili bir otorite ve merkezi yönetim aracılığıyla gerçekleştirir. Ancak bu merkezi yapı, performans darboğazları, hatalar, orijinallik ve bütünlük sorunları, iç ve dış saldırılar gibi bir dizi risk barındırır. Blok zincir teknolojisi, bu sorunları çözmeye önemli fırsatlar sunar. Merkezi olmayan işlemler mekanizması ve güvenilir bir çerçevede gerçek zamanlı olarak paylaşılan işlemler sayesinde, sigorta sektörünün blok zincir teknolojilerine hızla yönelmesine ve yatırım yapmasına neden olmuştur. Blok zincir, özel zincirler veya ortak zincirlerin kombinasyonunu kullanarak dosya erişimini ve yetki dağılımını düzenleyebilir. Bu sistem, ağ üzerindeki kullanıcıların yetkilerine göre ayarlanabilir, bu da onu diğer veritabanlarından daha güvenli ve esnek kılar. Blok zincirin veri paylaşma yeteneği, sigorta faaliyetlerini büyük ölçüde kolaylaştırarak performansı artırır. Böylece maliyetler düşerken, veri kalitesi de iyileştirilir. Bu özellikler, sigorta sektöründe blok zincir teknolojisini benimsemesini destekler ve sektöre önemli avantajlar sağlar (Tunca ve Sezen, 2020:14).

1.2. Akıllı Sözleşme Kavramı ve Akıllı Sözleşme Altyapısını Oluşturan Teknik Kavramlar

Akıllı sözleşmeler, dağıtılmış defter teknolojisi üzerinde çalışan, kriptografik yöntemlerle güvence altına alınmış bilgisayar kodları ve/veya protokollerdir. Bu sözleşmeler, tarafların önceden belirlenmiş koşulları sağladığında otomatik olarak yürütülür. Akıllı sözleşmeler, sözleşme şartlarını dijital olarak kodlayarak, insan müdahalesine gerek kalmadan işlem gerçekleştirilmesini sağlar. Bu süreç, güvenli ve şeffaf bir şekilde otomatikleşir, dolayısıyla aracı veya üçüncü bir tarafın ihtiyaç duyulmasını ortadan kaldırır (Szabo, 1996).

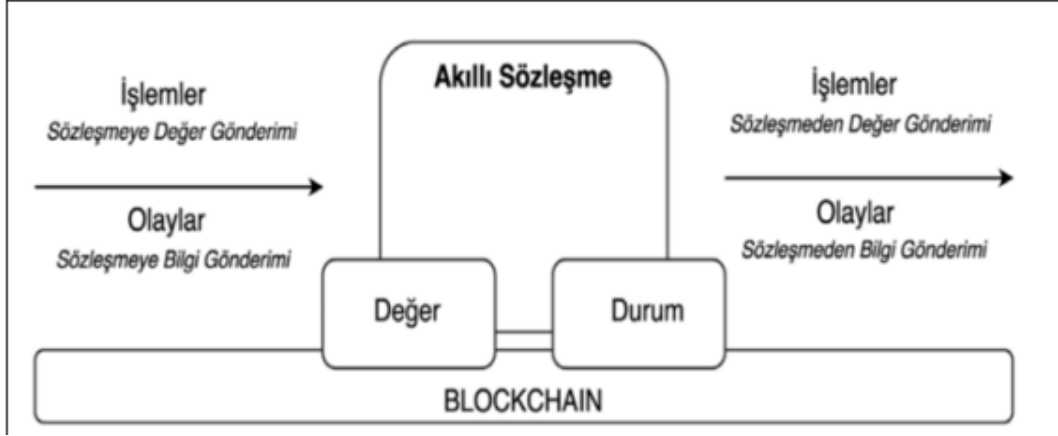
Akıllı sözleşmeler, dış ticaret işlemlerinde güvenliği, şeffaflığı ve verimliliği artırmak için etkili bir araçtır. Bu sözleşmeler, taraflar arasındaki anlaşmaların ve işlemlerin aracısız ve doğrudan bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. Geleneksel dış ticaret

işlemlerinde finans ve ödeme kurumları, lojistik ve taşıma şirketleri, danışmanlık hizmetleri, gümrük ve vergi kurumları, standardizasyon ve denetim kuruluşları gibi pek çok yapı sürece dahil olur, bu da maliyetleri artırır ve süreci karmaşık hale getirir. Akıllı sözleşmeler, bu araçlara ihtiyaç duymadan, işlemleri önceden belirlenen şartlara göre yürütür. Kodlar ve/veya protokoller aracılığıyla, işlemler manipülasyona kapalı ve değiştirilemez bir şekilde otomatik olarak gerçekleştirilir. Bu sistem hem maliyetleri düşürür hem de süreci daha hızlı ve güvenilir hale getirir (Kımacı, 2019:45)

Nick Szabo'nun 1994 yılında yazdığı "Smart Contracts" başlıklı makalesinde akıllı sözleşmeler kavramını "bir sözleşmenin koşullarını yerine getiren bilgisayarlı bir işlem protokolü" şeklinde tanımlayarak bu kavramının temellini atmıştır. Szabo'nun önerdiği akıllı sözleşmeler, esasen belirli şartların yerine getirilmesi durumunda otomatik olarak işleyen ve kendini uygulayan sözleşmelerdir. Szabo'nun çalışması, merkezi olmayan sistemler ve blok zinciri teknolojilerinin henüz mevcut olmadığı bir dönemde, akıllı sözleşmelerin potansiyelini önceden görmüştür. Bu kavram, merkezi olmayan kayıt sistemleri sayesinde sözleşmelerin daha güvenli ve verimli bir şekilde yürütülebileceğini öngörmüştür. Blok zinciri teknolojisinin gelişimiyle birlikte, bu fikir gerçek anlamda uygulamaya konulmuş ve akıllı sözleşmeler blok zinciri ağlarında yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Bulut, 2018).

Akıllı sözleşmeler, tarafların yükümlülükler üzerinde anlaştıktan sonra hazırlanan ve kriptografik olarak imzalanan dijital sözleşmelerdir. Bu sözleşmeler, blockchain teknolojisi üzerinde yüklenir ve belirtilen durumlar gerçekleştiğinde otomatik olarak anlaşma koşullarını yerine getirir. Akıllı sözleşmelerin temel amacı, geleneksel sözleşmelere kıyasla daha yüksek bir güvenlik sağlamak ve işlem maliyetlerini azaltmaktır. Bu sayede, güvenilir ve şeffaf bir işlem ortamı oluşturur ve araçlara duyulan ihtiyacı azaltarak maliyetleri düşürür (Kımacı, 2019: 31).

Ethereum geliştiricisi Vitalik Buterin, akıllı sözleşmelerin nasıl işlediğini "sözleşmeler, bilgisayar diline dönüştürülüp bloklara kayıt edilir" şeklinde belirtmiştir. Dağıtık defterlere kopyalanan sözleşmelerde taraflar tamamen anonim olarak tutulurken, kod parçacıkları ile belirli görevler ve detaylar (zaman sınırı, nereden nereye ne gideceği gibi) belirlenir ve zamanı geldiğinde, akıllı sözleşme harekete geçer ve gerekli şartlar sağlanıyorsa işlem başarılı bir şekilde tamamlanır veya şartlar sağlanmazsa işlem iptal edilir (Budak, 2018).



Şekil 1.2. Akıllı sözleşmeler çalışma mantığı

Kaynak: Budak, 2018.webrazzi.com.

Solidity, Ethereum ağında akıllı sözleşmeler (smart contracts) yazmak için kullanılan bir programlama dilidir. Solidity, C++ ve JavaScript gibi dillerin özelliklerini birleştirir, böylece geliştiricilere akıllı sözleşmeler oluştururken güçlü bir araç sağlar. Ethereum Sanal Makinesi (EVM), Solidity ile yazılmış kodları çalıştıran bir platformdur. EVM, Ethereum ağı üzerindeki tüm düğümler (nodes) tarafından kullanılan bir sanal makinedir. Bu nedenle, bir akıllı sözleşme çalıştırıldığında, tüm düğümler bu işlemi aynı şekilde gerçekleştirmek zorundadır. Bu, ağdaki tüm düğümlerin tutarlılığı sağlamasına ve her işlem için güvenilir bir sonuç elde edilmesine yardımcı olur (Usta ve Doğantekin 2017).

Akıllı sözleşmelerin Ethereum ağı üzerinde çalışabilmesi için Ether (ETH) gereklidir. Ether, Ethereum'un kripto para birimidir ve aynı zamanda ağ üzerindeki işlemleri ve akıllı sözleşmeleri desteklemek için kullanılır. Gas, Ethereum ağında işlemler ve akıllı sözleşmelerin yürütülmesi için gereken işlem gücünü ve kaynakları ölçen bir ücretlendirme sistemidir. Her işlem ve akıllı sözleşme, belirli bir miktarda gas tüketir ve bu gas, Ether ile satın alınır. Gas miktarı, akıllı sözleşmenin karmaşıklığına, işlem gücüne ve veri erişimine göre değişir. İşlem gerçekleştirilirken, belirli bir gas miktarı tahsis edilir ve işlem gerçekleştirilirken bu gas miktarı tüketilir. İşlem sırasında gereken gas miktarı, akıllı sözleşmenin kodu ve işlemin gereksinimlerine bağlı olarak hesaplanır. Eğer bir işlem veya akıllı sözleşme için gereken gas, hesapta bulunan Ether miktarını aşarsa, işlem iptal edilir ve hiçbir değişiklik yapılmaz. Bu, ağın güvenliğini sağlamak ve kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasını temin etmek için önemli bir mekanizmadır (Atabas, 2018).

1.3. Akıllı Sözleşmenin Konsepti ve Özellikleri

Blok zincir teknolojisinin evrimleşmesinde akıllı sözleşmeler ağlara entegre olarak büyük bir kullanıcı ve geliştirici ekosistemi oluşturmuştur. Akıllı sözleşmeler, içeriklerinin ve işlemlerinin tüm detaylarının kamuya açık olmasını sağlar, bu da şeffaflık ve denetlenebilirlik anlamına gelir. Özellikle kriptografik güvenlik duvarlarına sahip olmaları, anlaşmaların manipülasyonlardan korunmasını garanti eder. Ayrıca, blok zincir ağının sunduğu güvenlik ile, akıllı sözleşmeler otomatik ve yüksek verimlilikle tamamlanır. Bu sayede, anlaşmalar ve işlemler aracı olmadan hızlı ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilir, böylece blok zincir teknolojisine sunduğu avantajlardan en üst düzeyde yararlanır (Buterin, 2013). Akıllı sözleşmelerin özellikleri aşağıda belirtilmiştir:



Şekil 1.3. Akıllı Sözleşmelerin Özellikleri

Kaynak: Peters & Panayi, 2016; Sayın, 2022; W. Zheng vd., 2019

1.3.1. Hesaplanabilirlik Teorisi ve Turing Tamlığı

Turing Makinesi, Alan Turing tarafından 1936 yılında tanımlanan soyut bir hesaplama modelidir. Turing Makinesi, hesaplanabilirliğin kapsamını ve sınırlarını araştırmak için tasarlanmıştır. Bu model, bir dizi basit kural ve işlemlerle belirli bir hesaplama görevini yerine getirebilen bir teorik cihazı temsil eder (Barker-Plummer, 1995).

Turing makineleri, algoritma mantığının ve hesaplanabilirlik teorisinin anlaşılması için temel bir araçtır. Bu makineler, üç ana bileşenden oluşur. Birincisi, farklı sembollerin yer alabileceği veya boş bırakılabileceği sonsuz uzunluktaki bir şerittir. İkincisi, bu şerit üzerinde hareket eden ve sembolleri okuma ve yazma yeteneğine sahip bir kafadır. Üçüncüsü ise, sembolere ve mevcut duruma göre eylemleri belirleyen bir durum makinesidir. Turing makinesi, her adımda kafanın okuduğu sembol ve durum makinesinin kuralları doğrultusunda hareket eder. Bu basit ama güçlü modelleme, algoritmik süreçlerin analizini ve anlaşılmasını sağlar, bu sayede hesaplanabilirlik teorisinin temellerini oluşturur ve akıllı kontratlar gibi konularda uygulama imkânı sunar (Barker-Plummer, 1995).

Hesaplanabilirlik teorisi, bir problemin algoritmik yöntemlerle çözülebilirliğini, bu süreçte gerekli bellek ve zaman gibi kaynakların miktarını incelerken, akıllı kontratlar, belirli koşullar sağlandığında otomatik olarak yürütülen algoritmik kurallar ve hesaplamalar bütünü olarak işlev görür. Bu iki konsept arasındaki ilişki, akıllı kontratların tasarım ve analizi sürecinde hangi algoritmaların kullanılabileceği, bu algoritmaların nasıl optimize edileceği ve etkilerinin hesaplanabilirlik teorisinin oluşturduğu çerçeve ile nasıl değerlendirileceği ile şekillenir. Hesaplanabilirlik teorisi, akıllı kontratların her işlem için konulan kaynak limitleri içinde gerçekleşip gerçekleşmeyeceğini ve işlemlerin ne hızda gerçekleştirileceğini belirlemede merkezi bir rol oynar. Bu bağlamda, hesaplanabilirlik teorisi yalnızca güvenlik değil, aynı zamanda performans açısından da kritik bir öneme sahiptir (Enderton, 2011).

Turing Tamlığı, hesaplanabilirlik teorisinin temel kavramlarından biridir ve bir hesaplama modelinin ya da dilin Turing makinesinin gerçekleştirebildiği tüm hesaplamaları gerçekleştirme kapasitesini ifade eder. Yani, bir sistem ya da dil Turing tam olduğunda, teorik olarak her türden algoritmik problemi çözme kapasitesine sahip olabilir. Bu kavram, modern programlama dillerinin çoğunda mevcuttur. Örneğin, Python ve JavaScript gibi diller Turing tamdır; bu da demektir ki, bu dillerle yazılmış programlar ve kodlar, teorik olarak herhangi bir algoritmik işlemi gerçekleştirebilir. Yani, bu dillerle, sayısal girdilerle çalışan her türlü algoritmik fonksiyonu çalıştırılabilir. Ancak, pratikte bu kavramın sınırları vardır. Turing tamlığı, bir dilin ya da sistemin teorik olarak her şeyi yapabilme kapasitesine sahip olduğunu belirtirken, gerçek dünya uygulamaları performans, bellek yönetimi ve diğer sınırlamalar nedeniyle pratik zorluklarla karşılaşabilir. Bu nedenle, her ne kadar diller Turing tam

olsa da, belirli problemleri çözüme yetenekleri ve verimlilikleri değişebilir (Barker-Plummer, 1995; Iqbal & Matulevicius, 2021).

Bazı blok zincir ağları, örneğin Bitcoin, kullanılan programlama dili itibarıyla kasıtlı olarak Turing tamlığına sahip değildir. Bu sınırlama, ağın yalnızca belirli bir amaca hizmet etmesini ve sınırlı sayıda duruma verilen tepkilerin yüksek doğrulukla tahmin edilebilmesini sağlar. Bu tasarım, ağın genel amaçlı kullanılmasını engellerken, aynı zamanda sonsuz döngüye girme riskini ve dışarıdan yapılabilecek saldırıları da minimize eder. Sonuç olarak, Turing tamlığına sahip olmayan sınırlı diller, işlem doğrulama süreçlerinde meydana gelebilecek zafiyetlerin önüne geçer. Öte yandan, Turing tamlığına sahip blok zincirler, karmaşık akış kontrol yetenekleri ve döngü işlevleri sayesinde, geçerli ve doğru talimatlara sahip her türden sözleşmenin uygulanabilir olmasını sağlar. Bu tür ağlarda, yeterli kaynaklar mevcut olduğunda, henüz yaratılmamış anlaşmalar dahi teorik olarak gerçekleştirilebilir. Bu esneklik, ağların çok çeşitli uygulama senaryolarını desteklemesine olanak tanırken, aynı zamanda daha karmaşık güvenlik ve performans yönetimi gerektirir (Turing Complete, 2023).

Turing tamlığı, akıllı kontratların geniş bir hesaplama yeteneğine sahip olmasını sağlasa da bazı dezavantajları da beraberinde getirir. Öncelikle, Halting problemi nedeniyle bir akıllı kontrat, belirli durumlarda durabilir veya yanıt veremez hale gelebilir, bu da sözleşmenin güvenilirliğini ciddi şekilde etkileyebilir. Ayrıca, Turing tamlığı, kontratların daha karmaşık hale gelmesine neden olur; bu karmaşıklık, kodda potansiyel güvenlik açıklarına ve hatalara yol açabilir. Karmaşık yapıların güvenliğini sağlamak daha zor olabilir ve bu durum, sözleşmelerin güvenilirliğini azaltabilir. Bu nedenlerle, akıllı kontrat tasarımı ve denetimi esnasında özenli yaklaşım ve güvenlik önlemleri büyük önem taşır (Sak, 2024: 48).

1.3.2. Akıllı Sözleşmelerin Gelişimi

Akıllı sözleşmeler (smart contracts) ilk olarak Nick Szabo tarafından 1994 yılında tanımlanmıştır. Szabo, akıllı sözleşmeleri "bir sözleşmenin şartlarını uygulayan bilgisayarlı bir işlem protokolü" olarak tanımlamıştır. Bu sözleşmeler, dijital ortamda belirli şartların otomatik olarak yerine getirilmesini sağlar ve genellikle blok zincir teknolojisiyle birlikte kullanılır (Szabo, 1996:1).

Nick Szabo, 1994 yılında akıllı sözleşme kavramını tanımlarken, bu teknolojiyi otomat makinelerinin ilkel bir versiyonu olarak görmemiştir. Otomatlar, talep edilen miktarda para atıldığında istenen ürünün verilmesini sağlayan basit sistemlerdir. Ancak Szabo, akıllı sözleşmelerin bu seviyede kalamayacağını belirtmiştir. Bunun nedeni, akıllı sözleşmelerin sağlanan kurallar altında her durumda görevini yerine getirme garantisi sunmasıdır. Akıllı sözleşmeler, belirlenen koşulları dış müdahale olmaksızın kontrol edebilir ve otomatik olarak uygulayabilir. Bu, sözleşmelerin güvenilirliğini ve şeffaflığını artırır, çünkü tüm işlemler programatik olarak gerçekleştirilir ve herhangi bir dış etki olmaksızın önceden belirlenen kurallara göre çalışır (Szabo, 1996).

Szabo'nun akıllı sözleşme modeli, teorik olarak hukuki işlemler ve finansal anlaşmalar için merkeziyetsiz, şeffaf, güvenli ve otomatik yürütme potansiyeline sahip bir model sunmaktaydı. Ancak, bu modelin gerçek dünyada uygulanabilir hale gelmesi için gereken altyapının ve teknolojilerin henüz mevcut olmaması, onun sadece teorik bir konsept olarak kalmasına neden oldu. Özellikle 1990'larda, blok zincir teknolojisi ve dijital para birimleri henüz gelişmemişti, bu nedenle Szabo'nun öngördüğü akıllı sözleşmelerin hayata geçirilmesi mümkün değildi. Blok zincir teknolojisinin 2008'de Bitcoin ile ortaya çıkması ve bu teknolojinin gelişmesi, Szabo'nun akıllı sözleşmeler hakkındaki vizyonunu gerçekleştirmeye yönelik önemli bir adım oldu. Günümüzde, akıllı sözleşmeler Ethereum gibi platformlar sayesinde hayata geçirilebiliyor ve bu teknolojinin sunduğu avantajlar giderek daha fazla uygulanmaktadır (Çakmak, 2019).

2008'de Bitcoin'in ortaya çıkışı, merkeziyetsiz ve güvenli işlem yapma altyapısını sağlayarak Szabo'nun akıllı sözleşme modelinin uygulanabilirliğine büyük bir zemin hazırlamıştır. Bitcoin'in blok zincir teknolojisi, akıllı sözleşmelerin uygulanabilmesi için gereken merkeziyetsizlik ve güvenliği sağlayan ilk büyük örnek oldu. 2013'te Vitalik Buterin'in Ethereum'u duyurması, akıllı sözleşmelerin uygulama potansiyelini genişleten büyük bir adım oldu. Ethereum, Turing tam olan bir blok zincir ağı olarak, daha karmaşık ve özelleştirilmiş akıllı sözleşmelerin yazılmasına olanak tanıdı. Bu platformun sunduğu esneklik ve geniş ekosistem, geliştiricilerin kendi akıllı sözleşme ve uygulamalarını oluşturmasına ve küresel ölçekte dağıtmasına imkân tanıdı. Bu da akıllı sözleşmelerin sadece varlık transferi ile sınırlı kalmayıp, sigortacılıktan oyun sektörüne, taşınmaz kayıtlarından sanat eserlerine kadar birçok farklı sektörde kullanılabilmesine olanak sağladı (Tapscott & Tapscott, 2016).

Akıllı sözleşmelerin popüler hale gelmesi ve yaygınlık kazanması 2017'de yaşanan ICO patlaması ve 2020 sonrasında ortaya çıkan DeFi (Decentralized Finance) ve NFT'lerin (Non-Fungible Tokens) projeleri ile doğrudan ilişkilidir. ICO'lar, start-up şirketlerinin projelerine fon sağlamak amacıyla tokenlar yarattığı ve bunları halka arz ettiği bir süreçtir. 2017'de bu patlama yaşanarak büyük miktarda yatırım çekilmiş ve akıllı sözleşme konseptinin potansiyeli geniş kitleler tarafından fark edilmiştir. Bu artan bilinirlik, akıllı sözleşmelerin yalnızca bireyler tarafından değil, aynı zamanda düzenleyici otoriteler tarafından da dikkate alınmasına yol açmıştır. 2020 yılında ise, finansal hizmetlerin aracısız ve merkeziyetsiz bir şekilde sunulmasını sağlayan DeFi projeleri ortaya çıkmış, bu da akıllı sözleşmelerin finansal ekosistemdeki rolünü güçlendirmiştir. Aynı dönemde, NFT'ler de dijital varlıkların benzersizliğini ve sahipliğini blockchain teknolojisi ile doğrulayan tokenlar olarak popülerlik kazanmış ve akıllı sözleşmelerin sanat ve koleksiyon gibi alanlarda nasıl kullanılabileceğini göstermiştir. Bu gelişmeler, akıllı sözleşmelerin finansal ve dijital dünyadaki önemini artırmış ve teknolojiye olan ilgiyi daha da pekiştirmiştir (Werbach, 2018).

Aynı dönem içinde, sanat eserlerinden dijital içeriğe kadar geniş bir yelpazede varlıkların sahipliğini, transferini ve doğrulanmasını sağlayan NFT'ler ortaya çıkmıştır. Bu NFT'ler, dijital varlıkların benzersizliğini ve sahipliğini blockchain teknolojisi ile doğrulama imkânı tanırken, sanat ve içerik üreticilerinin aracı kurumlara olan bağımlılığını ortadan kaldırmıştır. Bunun yanı sıra, DeFi hareketi, finansal işlemleri daha şeffaf ve erişilebilir hale getirerek, yüksek aracılık ücretleri ve sınırlamalar olmadan geleneksel finansal sistemden önemli bir göçe neden olmuştur. NFT'ler sayesinde, yaratıcı içerik üreticileri eserlerini doğrudan tokenize ederek satabilme yeteneği kazanmış, bu da sanat, müzik ve oyun sektörlerinin bu ekosisteme dâhil olmasını sağlamıştır. Bu gelişmeler hem finansal hem de yaratıcı sektörlerde büyük değişimlere yol açmış ve akıllı sözleşmelerin önemini daha da artırmıştır (Senkardes, 2021).

1.4. Akıllı Sözleşmeler: Fonksiyonel Dinamikler ve İşleyişi

Akıllı sözleşmeler, blok zincir teknolojisinin evriminde çığır açıcı bir rol oynamaktadır. Bu sözleşmeler, işlemleri büyük ölçüde ve bazen tamamen otomatikleştirerek, kusursuza yakın doğrulama yeteneği ve yüksek güvenlik sunarak birçok endüstride yeni olanaklar yaratmaktadır. Akıllı sözleşmelerin etkin ve verimli

bir şekilde tasarlanabilmesi için, bu teknolojinin dinamikleri, etkileşimleri ve yaşam döngülerinin detaylı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Oluşturulma, yayınlanma ve yürütülme süreçlerinin yanı sıra, hata yönetimi ve istisna durumlarındaki süreçlerin yönetimi de büyük önem taşır. Bu bağlamda, akıllı sözleşmelerin güvenliğini ve doğrulama gücünü artırma yolları üzerinde de durulacaktır. Bu analiz, akıllı sözleşmelerin potansiyelini en üst düzeye çıkarmak ve sağlam, dirençli bir sistem oluşturmak için kritik bilgileri ortaya koyacaktır (Sak, 2024: 50).

1.4.1. Etkileşim Modelleri ve Yaşam Döngüsü

Akıllı sözleşmelerde kullanılan etkileşim modelleri, sözleşmelerin ve uygulamaların birbirleriyle iletişim kurma yöntemlerini belirler. Bu modeller, sözleşmelerin başlatılması, çalıştırılması ve sonuçlandırılması gibi işlemleri kontrol etmek için kullanılır. Yaygın olarak kullanılan dört ana etkileşim modeli şunlardır: Eşler Arası Model, Mesaj Kuyruğu Modeli, Olay Odaklı Model ve Hub-and-Spoke Modeli (Barbon & Ranaldo, 2022; Werbach, 2018).

Eşler Arası Model (Peer-to-Peer Model), akıllı sözleşmelerin ve kullanıcıların doğrudan ve eşit düzeyde bağlantılar kurduğu bir yapıdır. Bu modelde, işlemler doğrudan iki taraf arasında gerçekleştirilir ve genellikle finansal işlemler gibi yüksek güvenlik gerektiren durumlar için kullanılır (Eşler Arası Ağlar, 2019). Mesaj Kuyruğu Modeli (Message Queue Model), mesajların bir kuyrukta sıralandığı ve asenkron olarak işlendiği bir yapıdır. Bu model, yüksek veri hacimlerini ve olay bazlı sistemleri yönetmek için idealdir, çünkü işlemler mesaj sırasına göre gerçekleştirilir (Zheng vd., 2019).

Olay Odaklı Model (Event-Driven Model), akıllı sözleşmelerin belirli olaylara tepki verdiği bir modeldir. Bu modelde, sözleşmeler olaylar tetiklendiğinde otomatik olarak çalışır, bu da dinamik ve esnek bir işlem yönetimi sağlar (Gaur vd., 2018). Hub-and-Spoke Modeli (Hub-and-Spoke Model), merkezi bir "hub" (merkez) üzerinden etkileşimlerin yönetildiği bir yapıdır. Akıllı sözleşmeler ve diğer uygulamalar, merkezi hub ile iletişime geçerek veri alışverişini yapar, bu da entegrasyonu ve yönetimi kolaylaştırır (Mills vd., 2016).

Akıllı sözleşmelerin yaşam döngüsü, yalnızca yürütme aşamasıyla sınırlı değildir. Bir akıllı sözleşmenin yaşam döngüsü, tasarım aşamasından başlayarak, geliştirme, dağıtım, yürütme ve bakım aşamalarını içerir. Bu sürecin her aşaması, sözleşmenin

doğru bir Şekilde alıŐması ve öngörülen işlevleri yerine getirmesi için kritik öneme sahiptir(Sak, 2024: 51).

1.4.2. işlem Süreçleri: Oluşturma, Yayınlama, alıŐtırma ve Tamamlanma

Bir akıllı sözleşmenin yaşam döngüsü, etkili bir blok zinciri entegrasyonu ve hatasız işleyiş için dört temel aŐamadan oluşur: oluşturma, yayınlama, alıŐtırma ve tamamlama. Oluşturma aşamasında, sözleşmenin tasarımı yapılır, kodlanır ve test edilir. Bu süreç, sözleşmenin işlevselliğini ve güvenliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Yayınlama aşamasında, sözleşme ana blok zincir ağına dağıtılır ve gerekli baŐlangıç verileri sağlanır. alıŐtırma aşamasında, kullanıcılar sözleşme ile etkileşimde bulunur ve işlemler gerçekleştirilir. Son olarak, tamamlama aşamasında sözleşmenin sonuçları değerlendirilir ve gerekirse sözleşme güncellenir veya sonlandırılır. Bu aŐamaların her biri, akıllı sözleşmenin baŐarıyla işleyişi ve hedeflerine ulaşması için hayati önem taşır (Sak, 2024: 51).

1.4.2.1. Akıllı Sözleşmelerin Oluşturulması

Akıllı sözleşmelerin yaratılma süreci, çok taraflı bir müzakereden baŐlar; tüm taraflar, sözleşmenin hedefleri ve içeriği üzerinde ortak bir uzlaŐ sağlamalıdır. Bu müzakereler, geleneksel yöntemlerle, evrimii veya fiziksel olarak yürütülebilir. AnlaŐmaya varıldıktan sonra, doğal dilde ifade edilen hedefler ve içerik, makine diline dönüŐtürülmelidir. Bu dnŐm süreci, geleneksel yazılım geliştirme süreçlerine benzer Şekilde, tasarım, uygulama ve test aşamalarını içerir. Yazılımcılar, avukatlar, sektör uzmanları ve yatırımcılar gibi birçok paydaŐın yer aldığı bu süreç, uzun pazarlık süreleri ve tekrarlarla karakterizedir, zira her paydaŐın beklentilerini ve gereksinimlerini karşılamak için sürekli bir geri bildirim ve revizyon döngüsü gerekebilir (Shailak Jani, 2020).

1.4.2.2. Akıllı Sözleşmelerin Yayınlanması

Akıllı sözleşmelerin oluşturulma süreci, taraflar arasında hem doğal dilde bir uzlaŐ sağlanmasını hem de bu uzlaŐmanın ardından yapılan dnŐmle kodun onaylanmasını içerir. Bu onay sürecinden sonra, sözleşme blok zincirine yüklenebilir ve ağdaki yeterli sayıda düğüm tarafından doğrulandıktan sonra değeristirilemez hale gelir. Bu noktada, mevcut sözleşme üzerinde herhangi bir değeriklik yapılamaz; değeriklik yapmak için yeni bir sözleşme oluşturulması gerekir. Yüklenen akıllı

sözleşmeler, işlevsellik ve etkileşim açısından yüksek performans sergiliyorsa, bu durum platformun değerini artırır. Diğer kullanıcılar, sözleşmeyle doğrudan etkileşimde bulunmasalar bile, bu tür bir sözleşmenin sağladığı faydalardan dolayı olarak yararlanabilir, bu da platformun genel sağlığını ve kullanıcı deneyimini iyileştirir. (Sillaber & Wlatl, 2017).

1.4.2.3. Akıllı Sözleşmelerin Yürütülmesi

Sözleşmenin yayınlanmasının veya dağıtılmasının ardından, akıllı sözleşme yürütülebilir hale gelir. Bu aşamada, sözleşme belirlenen tetikleyici olayların gerçekleşmesiyle aktifleşir. Sözleşmenin koşulları sağlandığında, ilgili protokoller ve işlemler otomatik olarak yürütülür. Örneğin, bir mikro servisten gelen veriler belirli şartları sağladığında veya belirli bir miktar kripto para ödemesi yapıldığında, sözleşme otomatik olarak çalıştırılır. Yürütülen işlemler, madenciler tarafından doğrulanır ve bu doğrulama süreci, işlemlerin blok zincirine kaydedilmesini sağlar. Yapılan işlemler ve güncellenmiş durumlar, blok zincir ağında güvenli bir şekilde depolanır, böylece sözleşmenin tam ve doğru bir şekilde uygulanması sağlanır (Shailak Jani, 2020; Sillaber & Wlatl, 2017)

1.4.2.4. Akıllı Sözleşmelerin Tamamlanması

Akıllı sözleşmenin yürütülmesinin ardından, ilgili tarafların durumları güncellenir ve bu güncellemeler blok zincirinde güvenli bir şekilde depolanır. Bu süreçte, sözleşmenin şartlarına bağlı olarak tarafların dijital varlıklarının kilidi açılır ve bu varlıklar bir taraftan diğerine transfer edilir. Bu transferler, ticari bir alışveriş, bir oylama sonuçları ya da mülkiyet devri gibi çeşitli işlemleri içerebilir. Sözleşmenin tamamlanmasıyla birlikte, yaşam döngüsünün tüm aşamaları—yayınlama, yürütme ve tamamlama—blok zincirinde kaydedilir ve bu işlemler tüm taraflar için şeffaf ve geri döndürülemez bir şekilde belgelenir. Bu süreç, akıllı sözleşmenin etkinliğini ve güvenilirliğini pekiştirir, ayrıca blok zincir ağının sürekliliğini ve doğruluğunu sağlar (Singh, 2022).

1.4.3. Doğrulama ve Güvenlik Mekanizmaları

Blok zincir teknolojisinin merkezine yerleşen akıllı sözleşmeler, neredeyse sınırsız bir şekilde çeşitli sektörlere uygulanabilmektedir ve bu uygulamaların kritik rolü, doğrulama ve güvenlik mekanizmalarının önemini her geçen gün artırmaktadır. Akıllı

sözleşmeler, finans, hukuk, sağlık ve tedarik zinciri gibi birçok alanda devrim niteliğinde çözümler sunarken, bir sözleşmede bulunan herhangi bir hata veya güvenlik açığı ciddi sonuçlara yol açabilir. Bu tür hatalar, yüksek mali kayıplara ve veri ihlallerine neden olabilir, hatta sistemin tamamen çökmesine sebep olabilir. Dolayısıyla, akıllı sözleşmelerin işlevselliği kadar, doğrulama ve güvenlik mekanizmalarının yeterliliği de kritik bir öneme sahiptir. Bu mekanizmaların etkin bir şekilde çalışması, sözleşmelerin güvenilirliğini ve güvenliğini sağlamak için hayati önem taşır (Sak, 2024: 53).

1.4.3.1. Doğrulama

Akıllı sözleşmelerin belirli bir özelliği yürütüp yürütemediğini ya da gereksinimleri karşılayıp karşılamadığını kontrol etmek için çeşitli doğrulama süreçleri uygulanır. Bu süreçler genellikle dört ana yöntemden oluşur: formel doğrulama, statik analiz, dinamik analiz ve test ağları. Formel doğrulama, matematiksel yöntemler kullanarak sözleşmenin doğruluğunu ve güvenliğini ispatlamayı amaçlar. Statik analiz, kodu çalıştırmadan önce hataları ve güvenlik açıklarını tespit ederken, dinamik analiz, sözleşmenin gerçek çalışma koşullarında nasıl davrandığını inceleyerek potansiyel sorunları belirler. Test ağları ise akıllı sözleşmenin gerçek blok zincir ağında değil, sanal bir ortamda test edilmesini sağlayarak çeşitli senaryolar altında performansını değerlendirir. Bu doğrulama süreçleri, akıllı sözleşmelerin güvenilirliğini ve işlevselliğini sağlamak için kritik bir öneme sahiptir (Sak, 2024: 53).

Formel doğrulama, akıllı sözleşmelerin ve geleneksel eşzamanlı programların benzerliklerinden kaynaklanabilecek zafiyetlerin önüne geçmek için kullanılır. Eşzamanlılık, aynı anda birden fazla işlemin gerçekleştirilmesine olanak tanırken, bu özelliğin yönetiminde zayıf tasarım ve hatalı senkronizasyon stratejileri nedeniyle güvenlik açıkları ortaya çıkabilir. Formel doğrulama, bu potansiyel zafiyetleri matematiksel yöntemlerle sistematik bir şekilde analiz ederek tespit eder ve önler. Akıllı sözleşmenin tüm olası durumlarını ve etkileşimlerini modelleyerek, eşzamanlı işlemlerin ve kaynak yönetiminin güvenli bir şekilde yapıldığını garanti eder. Bu süreç, tasarım hatalarını ortadan kaldırarak sözleşmenin güvenilirliğini artırır ve güvenlik açıklarını minimize eder (Tran vd., 2022).

Formel doğrulama, akıllı sözleşmelerin davranışlarını cebirsel yöntemlerle analiz eder ve sözleşmenin kodunu matematiksel bir modelle karşılaştırarak tüm olası durumlar

için doğru ve güvenli bir davranış sergileyip sergilemediğini kontrol eder. Örneğin, bir dijital varlığın belirli bir hesaba, belirlenen zamanda ve tanımlanan miktarda transferinin doğru bir şekilde gerçekleşip gerçekleşmediği, matematiksel olarak ispatlanabilir. Bu yöntem, sözleşmenin her durumda kurallara uygun çalıştığını doğrular. Bunun aksine, statik analiz yönteminde kodu çalıştırmaya gerek yoktur. Bu yöntemde, kodun yapısı, veri akışı ve kontrol akışı doğrudan incelenir. Statik analiz, kodun potansiyel hatalarını ve güvenlik açıklarını erken aşamalarda tespit ederek olası sorunların önüne geçilmesine olanak sağlar. Bu sayede, akıllı sözleşmenin geliştirme sürecinde daha güvenli ve hatasız bir yapıya kavuşması sağlanır (Iqbal & Matulevicius, 2021).

Dinamik analiz, derlenmiş akıllı sözleşmeler üzerinde gerçek girdi ve çıktılarla doğrudan çalışarak performansı değerlendirir. Bu yöntem, sözleşmenin gerçek dünya senaryolarındaki davranışlarını test etmek için kullanılır. Dinamik analiz, genellikle rastgele girdilerle yapılan testler ve kötü davranışları tespit etmeye yönelik dinamik testlerden oluşur. Bu süreç, sözleşmenin farklı durumlar altında nasıl tepki verdiğini ve potansiyel sorunları ortaya çıkarır. Dinamik analiz, sözleşmenin gerçek koşullar altında nasıl performans gösterdiğini ve olası güvenlik açıklarını belirlemeye yardımcı olur. Bu yöntem, sözleşmenin gerçek dünya etkileşimlerine uygunluğunu değerlendirmek ve uygulama sırasında karşılaşılabilecek problemleri önceden tespit etmek için önemlidir (Kim & Ryu, 2020).

1.4.3.2. Güvenlik Mekanizmaları

Akıllı sözleşmelerin güvenliğini sağlamak için, tekil denetimlerin ve hata ayıklama süreçlerinin ötesinde, çeşitli tekniklerin bir arada kullanıldığı stratejiler geliştirilir. Bu stratejiler, statik analiz, dinamik analiz ve test ağları gibi derinlemesine güvenlik denetimlerini içerir. Statik analiz, kodu çalıştırmadan önce yapısal olarak inceleyerek potansiyel hataları ve güvenlik açıklarını belirlerken, dinamik analiz, gerçek girdiler ve çıktılarla sözleşmenin performansını test eder. Test ağları ise, ana ağların simülasyonlarını sunarak mali değeri olmayan test tokenleriyle sözleşmeleri değerlendirir. Ayrıca, açık kaynaklı inceleme mekanizmaları, kodun geniş bir topluluk tarafından incelenmesini sağlar, böylece daha fazla güvenlik açığı tespit edilebilir ve yazılımın güvenilirliği artırılabilir. Bu çok katmanlı yaklaşım, akıllı sözleşmelerin güvenliğini sağlamada kapsamlı ve etkili bir yöntem sunar (Bashir, 2017).

Blok zincir teknolojisinin geri alınamaz yapısından kaynaklanan riskleri minimuma indirmeyi hedefleyen güvenlik mekanizmaları arasında, geri alma stratejileri önemli bir rol oynar. Bu stratejiler, büyük miktarda dijital değerin hareket ettiği durumlarda çeşitli koruma yöntemleri sunar. Durdurulabilir akıllı sözleşme stratejisi, sözleşmeyi geçici olarak durdurarak potansiyel saldırılar veya hatalar karşısında hızlı müdahale imkânı sağlar. Geri yükleme ve yedekleme fonksiyonları, sözleşmenin eski durumuna dönmesini mümkün kılar, böylece veri kaybı ve hatalar minimize edilir. Zaman kilidi uygulamaları ise, art arda hızlı değişikliklerle sözleşmenin kötüye kullanımını engeller, belirli süreler boyunca değişiklikleri kısıtlar. Son olarak, kullanıcı bazında limit kontrolleri ve oran analizleri anormal işlemleri ve potansiyel kötüye kullanımları tespit ederek güvenliği artırır. Bu stratejiler, akıllı sözleşmelerin güvenliğini sağlamak ve riskleri en aza indirmek için kapsamlı bir yaklaşım sunar(Werbach, 2018).

1.4.4. Hata Yöntemi

Akıllı sözleşmeler, finansal işlemlerden telif haklarına, mülkiyetten oyuna kadar geniş bir yelpazede varlık transfer işlemlerini yönetir. Bu geniş kapsam, sözleşmelerin çeşitli taraflarla etkileşimi sırasında çeşitli hataların ortaya çıkabileceği anlamına gelir. En sık rastlanan hatalar ve açıklar arasında yeniden giriş (reentrancy) saldırıları, aritmetik hatalar, gaz limiti ve döngü hataları, fonksiyon hataları ve zamanlama hataları bulunur (Sak, 2024: 54-55).

Yeniden giriş saldırısı, ilk kez 2016 yılında Ethereum ağındaki DAO (Decentralized Autonomous Organization) sözleşmesinde büyük bir güvenlik açığı olarak ortaya çıktı. DAO, yatırımcıların varlıklarını geri çekmelerine olanak tanıyan bir "split" fonksiyonu içeriyordu. Bu fonksiyon çalıştırıldığında, ilk olarak kullanıcının hesabına belirli bir miktarda dijital varlık transfer ediliyordu, ardından kullanıcının kontrat üzerindeki bakiyesi güncelleniyordu. Ancak, kötü niyetli kişiler ya da gruplar, dijital varlık transferinin gerçekleştiği ancak bakiye güncellenmeden kendi ürettikleri kontratın çağrıldığı bir sözleşme yarattı. Bu şekilde, DAO'dan transfer yapılabilir ancak kontrat üzerindeki bakiye güncellenemiyordu. Bu döngüsel açık sayesinde, büyük miktarlarda dijital varlık çalındı ve Ethereum ağı, bu olayın sonucunda bir sert çatallamaya (hard fork) maruz kalıp ikiye bölündü. Bu güvenlik açığının keşfiyle birlikte, neredeyse tüm akıllı sözleşmelere yeniden giriş saldırılarına karşı bağımsızlık kazandıran kod parçaları eklenmiştir. Bu önlemler, yeniden giriş saldırılarının önüne

geçilmesine ve akıllı sözleşmelerin güvenliğinin artırılmasına yardımcı olmuştur (Dhillon vd., 2017).

İkinci genel hata, 2018 yılında ERC-20 token sözleşmelerindeki “BatchOverflow” fonksiyonunun kötü niyetli bir kullanıcı tarafından kötüye kullanılmasıyla gündeme geldi. Bu hata, iki şekilde gerçekleşmektedir: taşma (overflow) ve alt taşma (underflow). Taşma, bir değişkenin barındırabileceği en büyük değeri aşması durumunda ortaya çıkar, alt taşma ise bir değişkenin barındırabileceği en küçük değer altına düşmesiyle oluşur. Örneğin, bir uint8 değişkeni 0'dan 255'e kadar olan bir aralığı kapsar. Değer 255 iken bir ekleme yapıldığında taşma meydana gelirken, değer 0 iken bir çıkarma yapıldığında alt taşma gerçekleşir. Bu durum, öngörülemeyen davranışlara yol açabilir. 2018 yılında gerçekleştirilen saldırıda, kötü niyetli kullanıcı, değer transferi yapacağı iki alıcının her birine $2^{256} - 1$ değerinde token göndermeyi denedi. Taşma nedeniyle bu değerlerin toplamı 0'a eşitleniyordu, bu da sınırsız sayıda tokenin kontrol mekanizmalarını aşarak yaratılmasına olanak sağlıyordu. Bu tür taşma ve alt taşma hataları, tokenların kontrol dışı çoğalmasına ve dolayısıyla ciddi güvenlik açıklarına neden olabilir (Kim & Ryu, 2020).

Gaz limiti ve döngülerden kaynaklı hatalar, Ethereum blok zincirindeki akıllı sözleşmelerde sıkça karşılaşılan yaygın sorunlardır. Ethereum üzerinde çalışan akıllı sözleşmeler, yürütülen her bir fonksiyon veya işlev için belirli bir miktarda "gaz" kullanır; bu gaz, işlem ücretleri olarak ETH ile ödenir. Hem geliştiriciler hem de kullanıcılar, işlemlerinin gereksinimlerine bağlı olarak bir maksimum gaz miktarı belirler. İşlemin hızlı onaylanması veya yürütülmesi istendiğinde, bu gaz bedeli orantılı olarak artar. Gaz limitleri, özellikle döngülerle ilişkili olarak ciddi sorunlara yol açabilir. Örneğin, boyutu bilinmeyen bir dizi üzerinde yapılan bir for döngüsü, gaz limitlerini aşabilir ve bu nedenle işlemin başarısız olmasına neden olabilir. Bu hata genellikle dinamik dizilerin gaz tüketiminin optimize edilememesinden kaynaklanır. Gaz limitlerinin aşılması, işlem maliyetlerini artırır ve işlemin gerçekleştirilmesini engeller. Bu bağlamda, Loopring protokolü gibi optimizasyon çözümleri incelemeye değer olabilir. Loopring, belirli sayıda işlemi gruplayarak ve tek bir işlem olarak işleyerek maliyetleri azaltmayı hedefler. Ancak, işlem gruplarındaki bazı işlemler, gaz limitlerini aşarak grubun tamamının başarısız olmasına neden olabilir. Bu tür hataların önlenmesi, gaz tüketimini verimli bir şekilde yönetmek ve optimize etmek için önemli bir adımdır (Tapscott & Tapscott, 2016; Xu vd., 2019).

Akıllı sözleşmelerde fonksiyonların doğru şekilde yazılması ve sınırlarının dikkate alınması kritik öneme sahiptir. Hatalı fonksiyonlar, çeşitli güvenlik açıklarına yol açabilir, dijital varlıkların çalınmasına ve hatta sözleşmenin tamamen çökmesine neden olabilir. Bu tür hataların önemli örnekleri, 2017 yılında Parity üzerinde yaşanan iki büyük olayda görüldü. İlk olayda, bir kullanıcı cüzdanı, başka bir sözleşmeyi çağırabilen bir fonksiyonu tetikledi. Ancak, fonksiyondaki bir hata, cüzdanın intihar fonksiyonunu tetikledi ve bu hata sonucunda yaklaşık 150 milyon dolar değerinde dijital varlık kaybedildi. İkinci olayda ise, Parity'nin kullandığı kütüphanede bulunan bir fonksiyonun bir hata sonucu "public" yani herkesin erişimine açık hale gelmesi sonucu, bir kullanıcı bu fonksiyona erişerek kütüphane kontratının sahipliğini ele geçirdi. Kullanıcı, kütüphanedeki fonksiyonları test ettikten sonra, kütüphaneyi yok eden bir fonksiyonu çalıştırdı ve bu işlem sonucunda yüzlerce milyon dolar değerindeki dijital varlık erişilemez hale geldi. Bu olaylar, akıllı sözleşmelerin fonksiyonlarının dikkatlice yazılmasının ve sınırlarının titizlikle belirlenmesinin önemini vurgulamaktadır. Herhangi bir yazım hatası veya erişim hatası, büyük mali kayıplara ve sistem güvenliğinin zedelenmesine yol açabilir (Casino vd., 2019).

Zamanlama hataları, blok zincir ağlarının merkeziyetsiz yapısından kaynaklanan ve özellikle varlık transferi gibi kritik işlemler sırasında büyük zararlara yol açabilecek hatalardır. Akıllı sözleşmelerin önceden tanımlanmış ve öz-yürütme yeteneğine sahip yapısı, olayların ve fonksiyonların tetiklenme zamanını kritik bir unsur haline getirir. Merkeziyetsiz piyasalarda yapılan token alımları, anlık swap işlemleri veya özel verilere erişim gibi durumlarda zamanlama hataları tolerans gösterilemeyecek kadar önemlidir. Zamanlama hataları genellikle yarış koşulu, front-running, ve timestamp manipülasyonu olarak üç ana başlık altında incelenir. Yarış koşulunda, bir veriye erişmek veya onu değiştirmek için birden fazla işlem aynı anda yarışır, bu da saldırganların işlem sonuçlarını lehlerine değiştirmelerine neden olabilir. Front-running, merkeziyetsiz piyasalarda bir kullanıcının işlem başlatırken art niyetli bir kişinin aynı token'ları daha hızlı alıp satmasına olanak tanır. Timestamp manipülasyonu ise, Ethereum blok zincirinde belirli bir zaman damgasından sonra teşvik mekanizması olarak ödül dağıtımını gibi süreçleri hedef alır; kullanıcılar bu zaman damgalarını manipüle ederek ödülleri kendi lehlerine çekebilirler. Bu hatalar, akıllı sözleşmelerin güvenliğini sağlamak için zaman damgalarına dayalı süreçlerin dikkatli bir şekilde yönetilmesi gerektiğini ortaya koyar (Dhillon vd., 2017; Stiglitz, 2010).

2. KRİPTO PARA VE KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

2.1. Kripto Para

Kripto paraların ortaya çıkışından önce birçok başarısız girişim, teknolojik eksiklikler ve güvenlik sorunları nedeniyle başarısız olmuştur. Ancak bu girişimler, kripto para konseptinin gelişmesine ve daha güvenilir sistemlerin tasarlanmasına katkı sağlamıştır. Örneğin, 1990'larda David Chaum'un e-cash ve Nick Szabo'nun Bit Gold projeleri, merkezi olmayan dijital para birimlerinin ilk örnekleriydi. Ancak bu projeler, merkezi güven yapılarının eksikliği veya güvenlik açıkları nedeniyle başarısızlıkla sonuçlandı. 2008'deki küresel mali kriz, merkezi finansal sistemlere duyulan güveni sarstı. Bankaların iflası ve hükümetlerin para politikaları, halk arasında alternatif çözümler arayışına yol açtı. Bu ortamda Satoshi Nakamoto, Bitcoin'in temellerini atan bir çözümlerle ortaya çıktı. Bitcoin, daha önceki başarısız projelerin aksine, merkezi olmayan ve blok zinciri teknolojisine dayanan bir sistem sunarak güvenlik, şeffaflık ve izlenebilirlik gibi sorunları çözmeyi başardı. Bitcoin'in 2008'de tanıtılması, ekonomik krizle birleşince geniş bir ilgi topladı. İnsanlar, merkezi otoritelerden bağımsız bir dijital para birimine yönelmeye başladı ve bu da kripto para dünyasının hızla büyümesine zemin hazırladı (Büyükdurmuş, 2024: 41).

Kripto para kavramını tam olarak anlayabilmek için blok zinciri (blockchain) ve kriptografi kavramlarını anlamak çok önemlidir. Blok zinciri, verilerin merkezi olmayan bir yapı üzerinde güvenli ve şeffaf bir şekilde kaydedildiği, dağınık bir defter teknolojisidir. Her bir işlem, bir "blok" olarak adlandırılan veri parçaları halinde kaydedilir ve her yeni blok, önceki blokla şifrelenmiş bir bağlantı kurarak zincir oluşturur. Bu zincirdeki bloklar, işlemleri geri döndürülemez ve değiştirilemez hale getiren kriptografik yöntemlerle korunur (Usta ve Doğantekin, 2017: 30).

Kriptografi ise verilerin gizliliğini ve bütünlüğünü koruyan bir şifreleme yöntemidir. Blok zincirinde, kriptografi kullanılarak işlemler şifrelenir ve yetkisiz kişilerin bu verilere erişimi engellenir. Örneğin, Bitcoin gibi bir kripto para biriminde, her kullanıcının cüzdanı bir özel ve bir genel anahtarla korunur. Bu anahtarlar, işlemlerin

doğrulanması ve güvence altına alınması için kriptografik algoritmalarla üretilir (Usta ve Doğantekin, 2017:20-21).

Bu iki kavram, kripto paraların güvenli, merkeziyetsiz ve izlenebilir olmasını sağlar. Blok zinciri teknolojisi, işlemleri merkezi bir otorite olmadan doğrularak güvenilir bir yapı sunarken, kriptografi bu işlemlerin gizliliğini ve güvenliğini sağlar. Bu sayede, kullanıcılar arasında güven sağlanır ve finansal işlemler şeffaf bir şekilde gerçekleştirilir. Kripto para birimlerinin en belirgin özelliği, merkezi bir otoriteye bağlı olmamaları ve herkes tarafından erişilebilir olmalarıdır. Bu, kripto paraların dağıtık bir ağ üzerinde çalıştığı ve merkezi bankalar veya hükümetler tarafından üretilmediği ya da kontrol edilmediği anlamına gelir. Geleneksel para birimlerinin transferinde, bankalar ve finansal kurumlar gibi üçüncü taraflar, taraflar arasında güven sağlayarak işlemi gerçekleştirir. Ancak bu, ek ücretler, gecikmeler ve bazı durumlarda devlet müdahalesi gibi sınırlamaları da beraberinde getirir. Kripto paraların transferi ise tamamen merkeziyetsiz bir sistem üzerinde gerçekleşir ve herhangi bir üçüncü tarafın onayı veya müdahalesine ihtiyaç duymaz. Bu sistem, işlemlerin güvenilirliğini ve doğruluğunu sağlamak için blok zinciri teknolojisini ve kriptografi yöntemlerini kullanır. Kullanıcılar, işlemlerini doğrudan birbirlerine değil, blok zinciri ağına gönderirler. Bu ağ, işlem doğrulama sürecini gerçekleştirir ve işlemin geçerli olduğunu onayladıktan sonra blok zincirine ekler. Bu süreç, kullanıcıların birbirlerine güvenmek zorunda kalmadığı, bunun yerine tüm sistemi yöneten şeffaf ve güvenli blok zinciri altyapısına güvendikleri bir ortam yaratır. Böylece, üçüncü bir taraf olmadan güvenli bir şekilde kripto para transferi yapılabilir (Bayrak, 2019: 29).

Kripto paralar, yasal bir otorite veya merkezi bir düzenleyiciye bağlı olmadıkları için devletler tarafından basılan geleneksel paralardan farklıdır. Kullanıcıların kripto paralarını güvenli bir şekilde saklayabilmeleri için sanal cüzdanlar kullanılır ve bu cüzdanlar, güçlü kriptografik şifreleme yöntemleriyle korunur. Her cüzdan, kullanıcının kripto para bakiyesini gösteren ve işlemlerini yöneten benzersiz bir anahtar çiftine (özel ve genel anahtarlar) sahiptir. Bu anahtarlar, kullanıcıların varlıklarına erişimini ve kripto para işlemlerini güvenli bir şekilde yapmalarını sağlar. Kripto paralar yalnızca çevrimiçi ortamlarda kullanılabilir ve işlemler, blok zinciri teknolojisi üzerinde gerçekleştirilir. Her kullanıcı hesabında ne kadar kripto para bulunduğu ve bu hesap üzerinden yapılan işlemler, dağıtık bir veri tabanı olan blok

zincirine kaydedilir. Bu veri tabanı, tüm işlem geçmişini şeffaf ve güvenilir bir şekilde saklar. Kripto paraların transfer süreci, fiziksel paraların el değiştirmesi gibi gerçekleşmez; bunun yerine dijital ortamda rakamlar bir hesaptan diğerine aktarılır. Bu işlemler yalnızca veri tabanına kaydedilen bilgi değişikliği olarak değerlendirilir. Kullanıcılar, birbirlerinin fiziksel paralarını değil, blok zinciri üzerinde kaydedilen ve kriptografik olarak güvence altına alınmış sayısal değerleri transfer ederler. Bu sayede, kripto para birimlerinin güvenliği ve doğruluğu korunur (Büyükdurmuş, 2024: 42).

2.2. Kripto Paranın İlk Ortaya Çıkışı

Para, mal ve hizmetlerin değişimini kolaylaştıran, satıcılar tarafından genel kabul gören bir değişim aracıdır (Erdem, 2008:1). Tarih boyunca, insanlar ticaret yaparken önce takas sistemini kullanmışlardır. Bu sistemde, bir mal karşılığında başka bir mal verilerek ihtiyaçlar karşılanırdı. Ancak bu yöntemin sınırlamaları ve pratik zorlukları nedeniyle, toplumlar zamanla daha ortak bir değişim aracı geliştirme ihtiyacı duymuştur. İlk dönemlerde, koyun, tahıl, deniz kabuğu gibi çeşitli nesnelere para olarak kullanıldı. Zamanla, daha dayanıklı ve taşınabilir değerli madenler (altın, bronz, gümüş) ticarete yaygınlaşmaya başladı. Değerli madenlerin sınırlı olması ve taşınma zorlukları nedeniyle, sonrasında değerli olmayan metallere yapılan itibari para (fiat para) kullanıma girdi. İtibari para, devlet güvencesiyle basılan, kendi maddi değeri düşük olsa bile üzerinde yazan değeri yasal olarak temsil eden bir para türüdür. Yani, kâğıt paranın hammaddesi olan kâğıdın değeri, üzerinde yazan nominal değerden çok daha azdır (Özatay, 2011:28).

Günümüzde paranın yeni bir şekli olarak ortaya çıkan kripto para birimleri, dijital teknolojilerin ve internetin yaygınlaşmasıyla birlikte gelişmeye devam etmektedir. İnternetin sınırları ortadan kaldırması, küresel ticaretin hızlanmasına ve kolaylaşmasına yol açmış, bu da finansal sistem üzerinde köklü değişimlere neden olmuştur. Kripto paralar, bu dijital dönüşümün bir parçası olarak, merkezi otoritelerden bağımsız, güvenli ve şeffaf bir şekilde işlem yapılmasını sağlayan dijital para birimleridir (Çağlar, 2007:178).

1980'li yıllara kadar uzanan kripto paranın teknik temelleri ve bu dönemde atılan adımlar, kripto para teknolojisinin gelişmesine önemli katkılar sağlamıştır. 1981 yılında David Chaum'un yayınladığı çalışma, bu alandaki ilk adımlardan biri olarak

kabul edilir. Chaum'un araştırması, aslında anonim iletişim üzerine odaklanmıştı, ancak bu çalışma daha sonra kripto paranın temelini oluşturan bazı kavramları ortaya koydu. Özellikle, elektronik ortamda güvenli ve gizli bilgi paylaşımının nasıl sağlanacağına dair fikirler geliştirdi. Chaum, çalışmasında iletişimin içeriğinin güvenliğinin yanı sıra, kiminle iletişime geçildiğini gizli tutmanın da kritik olduğuna dikkat çekti. Bu düşünce, dijital dünyada gizliliğin korunması için gereken temellerden biriydi. Kamuya açık anahtar kriptografisi kullanarak, anonim bir elektronik posta sistemi geliştirdi. Bu sistem, iletişimi güvence altına almak için şifreleme tekniklerine dayanıyordu ve bu yaklaşım, daha sonraki yıllarda dijital demeler ve kripto para teknolojisinin gelişmesine büyük katkı sağladı (Chaum, 1981:86-87).

David Chaum, bir kriptografi uzmanı ve matematikçi olarak, günümüzde web tabanlı şifreleme sistemlerinin temelini oluşturan önemli bir algoritma geliştirmiştir. Bu algoritma, iki taraf arasında güvenli bilgi alışverişini sağlamak ve bu bilgilerin değiştirilmesini engellemek amacıyla kullanılır. Chaum, aynı zamanda Blinded Money adı verilen bir sistem geliştirerek gelecekteki elektronik para birimlerinin transferi için önemli bir adım atmıştır. Blinded Money sistemi, işlemlerin anonim kalmasını sağlarken, bilgilerin güvenli bir şekilde saklanmasına olanak tanır. Chaum, 1980'li yılların sonlarına doğru DigiCash adlı şirketi kurmak için Hollanda'ya yerleşti. DigiCash, Blinding algoritması temeline dayanan bir kripto para birimi sistemi geliştirdi, ancak Bitcoin ve diğer modern kripto para birimlerinden farklı olarak merkezi bir sistem tarafından denetleniyordu. DigiCash, başlangıçta bireyleri hedef olarak piyasaya girmiş olsa da, Hollanda Merkez Bankası bu projeye karşı çıktı ve DigiCash'e baskı uyguladı. Bu baskılar sonucunda DigiCash, yalnızca lisanslı bankalara satış yapmayı kabul etti. Bu durum, şirketin pazar potansiyelini büyük ölçüde sınırladı. DigiCash'in başarısızlığı, özellikle yeterli kullanıciya ulaşamaması nedeniyle 1990'ların sonunda iflas etmesine yol açtı. şirketin kş, merkezi denetime dayalı dijital para birimlerinin zorluklarını gözler önüne serdi, ancak aynı zamanda merkezi olmayan sistemlerin (blok zinciri gibi) gelecekte başarılı olabileceğine dair önemli dersler verdi. DigiCash'in yaşadığı zorluklar, kripto paraların ve blok zinciri teknolojisinin daha da geliştirilmesine önemli bir katkı sağlamıştır (Dere, 2019:22).

Wei Dai, 1998 yılında kripto para alanında yaptığı teorik çalışmalarla, bu alandaki ilk önemli sinyalleri vermiştir. Dai, kripto paranın merkezi otoriteye bağlı olmadan

çalışabileceği fikrini savunarak, "şifreli para" (cryptocurrency) kavramını ortaya atmıştır. Dai'nin tasarladığı sistemde, işlemler kriptografik yöntemlerle güvence altına alınırken, merkezi bir otoriteye veya hükümete bağlı olmadan gerçekleşmesi öngörülmüştür. Bu yaklaşım, merkeziyetsiz ve güvenli bir dijital para birimi konseptinin temellerini atmıştır. Wei Dai'nin geliştirdiği bu teorik çerçeve, o dönemde radikal bir fikir olarak değerlendirilse de on yıl kadar sonra Satoshi Nakamoto tarafından 2008'de geliştirilen Bitcoin ile pratikte uygulanmaya başlamıştır. Nakamoto'nun geliştirdiği sistem, Wei Dai'nin önerdiği merkeziyetsiz ve kriptografik güvenceye dayanan dijital para birimi konseptini temel alarak, günümüzün ilk başarılı ve en yaygın kripto para birimi olan Bitcoin'in altyapısını oluşturmuştur. Dai'nin teorileri, kripto paranın teknik ve felsefi temellerini atmış, Nakamoto'nun 2008'deki çalışmaları ise bu temelleri pratiğe dönüştürerek, kripto para birimlerinin bugünkü yaygın kullanımı için zemin hazırlamıştır (Dere, 2019:22-23).

2008 yılında ABD'de başlayan Mortgage krizi, finansal sistemlere olan güveni ciddi şekilde zedelemiş ve alternatif para sistemlerine olan ilgiyi artırmıştır. Bu kriz, kripto para çalışmalarının başarılı bir sonuca ulaşması için kritik bir dönüm noktası olmuştur. 28 Eylül 2008 tarihinde krizin resmen duyurulması, küresel çapta finansal istikrarsızlık ve merkezi sistemlere karşı artan güvensizlik doğurmuştur. Bu ekonomik çalkantının hemen ardından, Ekim 2008'de Satoshi Nakamoto takma adını kullanan bir kişi veya grup tarafından "Bitcoin: Eşten Eşe Elektronik Nakit Ödeme Sistemi" başlıklı bir makale yayınlanmıştır. Bu makale, günümüzde ilk kripto para birimi olarak bilinen Bitcoin ve onun arkasındaki teknolojik altyapıyı tanıtmaktadır. Makalede, merkezi olmayan, güvenli, şeffaf, kullanıcılar arasında doğrudan kontrol edilebilen ve aracı olmaksızın işlem yapılabilen bir para sistemi detaylandırılmıştır (Nebil, 2018:25).

Bitcoin'in kullanılmaya başlanmasının ardından, 2010 yılında Bitcoin'in değeri ilk kez belirgin bir şekilde ölçülmeye başlandı. Bu dönemde, 1 ABD Doları = 1,30903 Bitcoin paritesi sağlandı. Bu değerlendirme, Bitcoin'lerin üretim maliyetlerini hesaba katmak için New Liberty Standard tarafından yapılmıştır. New Liberty Standard, Bitcoin'lerin üretiminde kullanılan enerji maliyetlerine dayanan bir değerlendirme yöntemi kullanarak Bitcoin'in değerini belirlemiştir. Bitcoin'in toplam arzı, 21 milyon ile sınırlıdır. Bu sınırlı arz, Bitcoin'in kıt bir varlık olmasını ve değerinin korunmasını sağlayarak enflasyon riskini minimize eder. Bitcoin'in arzının sınırlı olması, onu diğer para birimlerinden ayıran önemli özelliklerden biridir ve kripto para birimlerinin ekonomik

ve değer teorileri üzerindeki etkilerini anlamak için kritik bir unsurdur (Yaz, 2020:313).

Satoshi Nakamoto'nun Bitcoin yazılımının güvenliği hakkında öne sürdüğü iddialar, sistemin güçlü bir şekilde korunacağına dair bir güvence vermektedir. Bu güvence iki ana seçeneği içerir (Toraman, 2020:51):

Siber Saldırganın Blok İşlemlerini Aşacak Güce Sahip Olması Durumu: Eğer bir siber saldırgan, Bitcoin ağı üzerindeki blok işlemlerini geçebilecek kadar büyük bir güce sahipse, bu gücü Bitcoin ağına zarar vermek yerine yeni bir kripto para birimi üretmek için kullanması gerektiği belirtilmiştir. Yani, Bitcoin ağının güvenliğini aşacak bir güç elde eden bir saldırgan, bu gücü mevcut Bitcoin ağına zarar vermektense yeni ve potansiyel olarak daha kazançlı bir kripto para birimi oluşturmak için kullanılmalıdır. Bu durum, Bitcoin'in ağ güvenliğinin potansiyel bir tehdit karşısında bile ekonomik olarak mantıklı olduğunu öne sürer.

Saldırganın Dolandırıcılık Amacı Gütmesi Durumu: Eğer bir siber saldırgan, insanları dolandırmayı hedefliyorsa, bu durumda kendi oluşturduğu kripto para birimlerini kaybetme riski taşır. Bu tür bir saldırgan, Bitcoin'e zarar vermek yerine, Bitcoin kullanarak ve Bitcoin'in güvenliğini kazanarak bu güçten faydalanmalıdır. Çünkü Bitcoin ağının bir parçası olmak, dolandırıcılık veya diğer kötü niyetli faaliyetlerde bulunmaktan daha kârlı olabilir. Bu perspektif, Bitcoin'in ekonomik ve güvenlik açısından cazip bir seçenek olduğunu vurgular.

Satoshi Nakamoto'nun gerçek kimliği, Bitcoin'in yaratılmasından bu yana büyük bir merak konusu olmuştur. Nakamoto'nun kim olduğu konusunda birçok spekülasyon ve teori ortaya atılmıştır. Bu spekülasyonlardan bazıları aşağıda belirtilmiştir (Güven & Şahinöz, 2018: 156).

2009 yılından bu yana blok zincir teknolojisi, birçok siber saldırıya karşı başarılı bir şekilde korunmuştur. Bu durum, blok zincirinin güvenilirliğini ve sağlamliğını kanıtlar niteliktedir. Blok zinciri, merkezi bir yapıya sahip olmaktan ziyade, binlerce bilgisayarın oluşturduğu dağıtılmış bir ağ yapısına dayanır. Bu ağda her bir bilgisayar, sistemin bir kopyasını saklar ve herhangi bir işlem, tüm ağdaki düğümler tarafından doğrulanır. Böylece, bir düğümden meydana gelen hata veya kötü niyetli bir saldırı, tüm sistemi etkilemez çünkü her işlem, diğer düğümler tarafından da onaylanmalıdır. Blok zincirinin güvenilirliği, ağın büyüklüğü ve dağıtılmış yapısından kaynaklanır. Binlerce

bilgisayarın aynı anda hatalı bir işlem yapması olasılığı istatistiksel olarak düşük bir ihtimaldir ve böyle bir durumun gerçekleşmesi oldukça zordur. Ayrıca, tüm katılımcıların bir araya gelmesiyle oluşan bu sistemde, tüm cihazların aynı anda saldırıya uğraması da istatistiklere göre mümkün değildir. Sistem, dışarıdan müdahalelere karşı da dayanıklıdır çünkü ağın çoğunluğunu kontrol etmek gereklidir. Blok zincir teknolojisi, kriptografik algoritmalar ve konsensüs mekanizmaları gibi güvenlik protokolleri kullanarak işlemleri korur. Örneğin, Proof of Work (PoW) ve Proof of Stake (PoS) gibi mekanizmalar, işlemlerin doğruluğunu sağlar ve kötü niyetli eylemleri önlemeye yardımcı olur. Bu protokoller, ağın güvenliğini artırır ve saldırıların başarılı olma olasılığını azaltır. Ancak, hiçbir sistem tamamen hatasız değildir; bu nedenle, sürekli olarak güncellenen güvenlik önlemleri ve teknolojik gelişmeler, blok zincirinin güvenliğini korumak için gereklidir (Kızıl, vd., 2019: 34).

2.3. Kripto Paranın Temel Özellikleri

Kripto para birimlerinin özellikleri, geleneksel para birimlerinden oldukça farklıdır ve aşağıda özetlenen bazı ana özelliklere sahiptir:

1. *Merkeziyetsizlik:* Kripto paralar, merkezi bir otoriteye bağlı olmadan çalışır. Bunun yerine, işlemler ve veri, dağıtılmış bir ağ üzerinde gerçekleşir. Bu yapı, herhangi bir merkezi kontrol veya düzenleyici kurumdan bağımsız olarak işlem yapılmasını sağlar. (Ceylan, 2019:13).

2. *Kabul edilebilir olması:* Güvenilir bir yapı taşıması nedeni ile blok zincir teknolojisi giderek daha fazla yaygınlık kazanmaktadır. Güvenli olan bu sistem tanınırlığı artırmaktadır (Büyükdurmuş, 2024: 45).

3. *Kriptografik tekniklerin kullanılması:* Kripto paralar, işlemlerin güvenliğini ve anonimliği sağlamak için gelişmiş kriptografik algoritmalar kullanır. Bu şifreleme yöntemleri, işlemlerin değiştirilmesini veya sahtecilik yapılmasını engeller ve ağ üzerindeki tüm verilerin güvenliğini korur (Büyükdurmuş, 2024: 45).

4. *Değerinin Sürekli Değişken Olması:* Kripto paraların değerlerinde bazen büyük oranlarda oynaklıklar yaşanmaktadır. Yaşanan bu oynaklıkların temel nedenleri arasında merkezi otoritelerin kripto paraları desteklememesi yatmaktadır. Politika değişiklikleri sonucunda ülke merkez bankalarının kripto paraları desteklemeleri

sonucunda büyük oranda oynaklıkların yaşanmayacağı söylenebilir (Güven & Şahinöz, 2018:39).

5. Taşınabilir Olması: Kripto paraların fiziksel paralara kıyasla daha bağımsız ve transferinin daha kolay olmasının temel nedeni, onların tamamen dijital ve sanal olmalarıdır. Fiziksel paralar, fiziksel bir varlık olarak taşınmak zorundadır ve bu süreç genellikle daha uzun süre alabilir ve daha maliyetli olabilir. Örneğin, büyük bir miktar para taşınırken güvenlik önlemleri, nakliye masrafları ve diğer lojistik detaylar dikkate alınmalıdır (Toraman, 2020: 52).

6. Bölünebilir Olması: Kripto paraların bölünme özelliği, onların daha esnek ve kullanışlı hale gelmesini sağlar. Örneğin, Bitcoin, oldukça küçük birimlere bölünebilen bir dijital para birimidir. Bitcoin'in en küçük birimi "Satoshi" olarak adlandırılır. Bir Bitcoin, 100 milyon Satoshi'ye bölünebilir. Bu, Bitcoin'in 8 basamağa kadar hassas bir şekilde bölünebileceği anlamına gelir. Bu bölünme özelliği, Bitcoin'in yalnızca büyük miktarlarda değil, aynı zamanda çok küçük miktarlarda da işlem görmesini sağlar. Örneğin, Bitcoin'in 1.000.000.000'da biri kadar küçük birimlerle işlem yapılabilir, bu da mikro işlemler için uygun bir ortam sağlar (Cengiz, 2018:92).

7. Sonsuz Ömürlü Olması: Kripto paralar, fiziksel paraların aksine sınırsız bir ömre sahip olabilirler çünkü dijital bir formda bulunurlar ve fiziksel yıpranma sorunlarıyla karşılaşmazlar. Geleneksel itibari paralar, banknotlar ve madeni paralar belirli bir ömre sahiptir ve kullanım sırasında yıpranabilirler. Bu tür paraların ömrü genellikle üç ila beş yıl arasında değişir. Yıpranmış paralar merkez bankaları tarafından piyasadan toplanır, yenileri basılır ve dolaşıma sürülür. Bu süreç, hem lojistik hem de maliyet açısından büyük bir yük oluşturabilir. Öte yandan, kripto paralar fiziksel bir formda olmadıkları için yıpranma sorunuyla karşılaşmazlar. Dijital ortamda saklandıkları için, zamanla eskiyip kullanılmaz hale gelme riski bulunmaz. Bu, kripto paraların uzun ömürlü olmalarını sağlar ve maliyetli yenileme süreçlerine ihtiyaç duymazlar. Kripto paraların dijital doğası, onları sürekli olarak geçerli ve kullanılabilir kılar, bu da onları geleneksel paradan farklı bir şekilde sürdürülebilir kılar (Güven & Şahinöz, 2018:39).

2.4. Kripto Para Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları

Taşıma kolaylığı sanal para birimleri ile fiziksel para birimleri arasındaki temel farklardan biri olup ve kripto paralar için de aynı zamanda avantajlardan biridir. Kripto

paraların merkezi bir otoriteye bağılı olmaksızın değerinin sürekli olarak oynaklık göstermesi için dezavantajları arasındadır. Avantaj ve dezavantajlara ait bilgiler aşağıda detaylı olarak sunulmuştur (Yıldırım, 2015: 87- 88):

2.4.1. Avantajları

Nakit paranın saklanması ve güvenliği, fiziksel olarak zorluklar yaratabilir. Nakit paraları güvenli bir şekilde muhafaza etmek için genellikle kasalar veya bankalar gibi fiziksel güvenlik önlemlerine ihtiyaç duyulur. Ayrıca, nakit paranın taşınması ve saklanması sırasında çeşitli riskler ve zorluklar söz konusu olabilir. Kripto paraların ise bu tür fiziksel saklama sorunları yoktur. Kripto paralara erişim, cep telefonlarına indirilebilecek bir online cüzdan uygulaması aracılığıyla sağlanabilir. Bu, nakit paranın güvenli bir şekilde saklanması gereksinimini ortadan kaldırır ve kripto paraların taşınmasını ve muhafazasını kolaylaştırır. Kripto paraları kullanmak için sadece bir uygulama ve internet bağlantısı gereklidir, bu da erişimi oldukça basit ve hızlı hale getirir. Ayrıca, geleneksel ödeme sistemlerinde kredi kartı, EFT veya havale gibi işlemler genellikle belirli bir alt sınır gerektirir. Bu alt sınır, küçük miktarların transfer edilmesini zorlaştırabilir. Ancak kripto para sistemlerinde bu alt sınır çok daha düşüktür. Örneğin, 0,00000001 Bitcoin gibi oldukça küçük bir miktarda bile ödeme yapılabilir. Bu zellik, kripto paraların mikro demeler için ideal bir seçenek olmasını sağlar ve düşük değerli işlemler için yüksek esneklik sunar (Büyükdurmuş, 2024: 45).

2.4.2. Dezavantajları

Kripto paralar, merkezi bir otorite veya devlet denetimi altında olmadığı için genellikle yasal düzenlemelere tabi değildir. Bu durum, kripto paraların değerlerinin büyük ölçüde değişken olmasına neden olabilir. Özellikle Bitcoin gibi kripto paralar, piyasadaki talep, yatırımcı davranışları ve genel ekonomik koşullardan etkilenecek büyük iniş ve ıkışlar gösterebilir. Örneğin, Bitcoin'in değeri, piyasaya sürüldüğü günden bu yana oldukça dalgalı bir seyir izlemiştir. Yatırımcılar ve kullanıcılar arasında büyük bir ilgi görmekle birlikte, aynı zamanda spekülasyonlar, haber akışları ve piyasa dinamikleri nedeniyle değerinde ani ve büyük değişiklikler yaşanabilmektedir. Kripto para piyasalarının reglasyonsuz yapısı ve global doğası, bu değer değişkenliğini daha da artırabilir, bu da yatırımcılar için hem fırsatlar hem de riskler oluşturur (Günay & Kargı, 2018: 64).

Kripto paraların merkezi bir otoriteye bağı olmaması, aynı zamanda belli bir muhatabının olmaması anlamına gelir. Bu durum, bazı dezavantajlar doğurabilir. Özellikle, bir kripto para hesabında bireysel olarak yapılan yanlışlıklar veya hatalar sonucunda, muhatap alınabilecek bir kişi veya kuruluş bulunmamaktadır. Bu, kullanıcıların kendi güvenlikleri ve işlem yönetimleri konusunda tamamen sorumlu olmalarını gerektirir. Örneğin, bir kullanıcı yanlışlıkla başka bir kişiye para gönderirse veya cüzdan erişim bilgilerini kaybederse, bu durumda geri dönüş imkânı ya da yardım alabilecek bir destek hattı bulunmamaktadır. Geleneksel bankacılık sistemlerinde, kullanıcılar hatalı işlemler veya hesap sorunlarıyla ilgili olarak bankalarla iletişime geçebilir ve çözüm arayabilirler. Ancak kripto paralar söz konusu olduğunda, merkezi bir denetim veya destek mekanizması olmadığından, hataların düzeltilmesi veya kayıpların telafi edilmesi oldukça zor olabilir (Parlaktuna & Güngül, 2020: 31).

Günümüzde finansal piyasalarda, geleneksel piyasalar ve sermaye piyasaları büyük bir ağırlığa sahiptir ve çoğu finansal işlem bu alanlarda yürütülmektedir. Kripto paralar, özellikle Bitcoin ve Ethereum gibi yüksek piyasa değerine sahip olanlar, dikkat çeken işlem hacimleri ile öne çıkmaktadır. Ancak, bu yüksek işlem hacmine rağmen, kripto paraların genel ekonomik ve finansal piyasalara kıyasla hala mikro düzeyde kaldığı söylenebilir. Kripto paraların işlem hacmi büyük olmasına rağmen, küresel ekonomik sistemdeki yerleri ve günlük ticaretle entegrasyonları sınırlıdır. Yani, Bitcoin ve Ethereum gibi kripto paralar büyük bir piyasa değeri ve işlem hacmi ile dikkat çekse de günlük alışverişler ve sanal ticaretin genelinde bu paraların kullanımı henüz ön sıralarda değildir. Kripto paralar, geleneksel finansal sistemlerle kıyaslandığında daha küçük bir işlem hacmine sahip olup, genel ticaret ve finansal piyasalardaki etkinlikleri sınırlı kalmaktadır (Parlaktuna & Güngül, 2020:31).

2.5. Kripto Para Sisteminde Hukuki Alt Yapı

Kripto paralar, dünya genelinde yasal olarak kabul edilen birçok ülke bulunmaktadır. En fazla kripto para kullanıcısına sahip ülke olan ABD, bu paraları yasal olarak tanımaktadır. Bunun yanı sıra, Avustralya, İngiltere, Cezayir, Estonya, Finlandiya, Güney Kore, Hollanda, İzlanda, İsveç, İsviçre, Jamaika, Japonya, Kanada, Meksika, Nikaragua, Norveç ve Tayland gibi ülkeler de kripto paraları yasal kabul eden ülkeler arasında yer almaktadır. Kripto para kullanımına yönelik yasal düzenlemeler her geçen gün artmakta ve bu listeye yeni ülkeler eklenmektedir.

Avrupa Birliği ve üye devletler genel olarak kripto paraları yasadışı bir sistem olarak görmemekte, ancak düzenlemelere tabi tutarak denetim altına almaktadırlar. Bu ülkeler, kripto paraların kullanımını ve ticaretini yasal olarak kabul ederken, finansal sistemin güvenliğini ve tüketici korumasını sağlamak amacıyla çeşitli düzenlemeler getirmektedirler (Tokmak, 2022:4701).

Türkiye'de kripto paralar yasadışı olarak kabul edilmemektedir. Türk Para Birimi Değer Koruma Kanunu'nda sanal para kullanımına dair herhangi bir yasa bulunmamaktadır. Bu kanun, Türk para biriminin değerini korumaya yönelik ilkeler ve yaptırımları belirlerken, kripto paralar ile ilgili özel bir düzenleme veya engel içermemektedir. Kanun, Türk parası, döviz, kıymetli madenler, menkul kıymetler, taşınmaz menkul kıymetler, krediler, ihracat ve ithalat gibi konulara değinse de, kripto para birimlerinin kullanımına ilişkin herhangi bir hüküm bulunmamaktadır. Bu durum, Türkiye'de kripto paraların yasal olarak kabul edildiğini ancak regülasyon ve denetim açısından belirli düzenlemelere tabi tutulmadığını göstermektedir (Durdu, 2018:56).

2.6. Kripto Para Cüzdanları

Nakit parayı muhafaza etmek için bireyler genellikle ceplerine, çantalarına veya cüzdanlarına yerleştirirler. Benzer şekilde, sanal parayı korumak ve saklamak için sanal cüzdanlar kullanılır. Sanal cüzdanlar, çeşitli türlerde olup farklı işlev ve çalışma prensiplerine sahiptir. Genel olarak sanal cüzdanlar, iki ana kategoriye ayrılır: sıcak cüzdanlar ve soğuk cüzdanlar. Sıcak cüzdanlar, internet bağlantısı üzerinden erişilebilen cüzdanlardır. Bu cüzdanlar, kullanıcıların kripto paralarına anlık olarak erişim ve işlem yapabilme imkânı sağlar, ancak internet bağlantısının olması güvenlik risklerini artırabilir. Öte yandan, soğuk cüzdanlar, internet bağlantısına ihtiyaç duymadan kullanılan cüzdanlardır. Bu cüzdanlar, kripto paraların çevrimdışı olarak saklanmasını sağlar, bu da onları siber saldırılara karşı daha güvenli kılar. Genellikle uzun süreli saklama amacıyla tercih edilirler ve çevrimdışı oldukları için saldırılara karşı daha dirençli olabilirler (Güven & Şahinöz, 2018:89).

2.6.1. Sıcak Cüzdanlar

Sıcak cüzdanlar, internet bağlantısı gerektiren ve çevrimiçi olarak erişilebilen kripto para cüzdanlarıdır. Bu cüzdanlar, kullanıcıların kripto paralarına kolayca erişimini sağlar ve işlemleri hızlı bir şekilde gerçekleştirebilir.

2.6.1.1. Yazılım Cüzdanları

Yazılım cüzdanları, kripto paraları kontrol etmek ve güvence altına almak için kullanıcı bilgisayarının sabit diskine kurulan uygulamalardır. Bu cüzdan türü, genellikle üst düzey güvenilirlik sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Yazılım cüzdanlarının kaynak kodları genellikle açık kaynaklıdır, bu da şeffaflık sağlar ve kodu görmek isteyen herkesin erişimine açık olmasını mümkün kılar. Ancak bu, kullanıcıların cüzdan numarası ve işlemleri hakkında bilgi edinmeleri anlamına gelmez. Yazılım cüzdanlarının kodu paylaşıldığında, kullanıcıların sadece cüzdan numarası ve yapılan işlemler gibi bilgilerine erişilebilir. Cüzdan numarasının kime ait olduğunu belirlemek veya kullanıcıların kimlik bilgilerine ulaşmak mümkün değildir. Bu özellik, yazılım cüzdanlarının güvenliğini korur ve kullanıcıların kimliklerini gizli tutar. Bu nedenle, kaynak kodlarına erişim tehlikeli değildir; çünkü paylaşılan bilgiler, yalnızca işlemlerin içeriğini değil, cüzdanın sahibinin kimliğini de içermez (Güller, 2022:218).

2.6.1.2. Mobil Cüzdanlar

Mobil cüzdanlar, kripto para işlemlerinin cep telefonları aracılığıyla yapılabilmesini sağlayan uygulamalardır. Bu cüzdanları cep telefonuna indirerek, kullanıcılar online alışveriş yapabilir ve kripto para transferlerini gerçekleştirebilirler. Mobil cüzdanların avantajı, kullanıcıların kripto paralara her an ve her yerde erişim sağlayabilmesidir. Ancak, bu tür cüzdanlar genellikle blok zincirinin tamamını değil, yalnızca bir kısmını indirir. Bunun nedeni, uygulamanın telefonda fazla yer kaplamasını önlemektir. Bu sınırlama, mobil cüzdanların hızlı ve hafif çalışmasını sağlar, ancak bazı durumlarda blok zincirinin tamamına erişim sağlanamaması gibi bir kısıtlamayı da beraberinde getirebilir. (Güven & Şahinöz, 2018:90). Bu cüzdanın tercih edilmesini olumsuz yönde etkileyen olumsuz özellikler arasında kullanıcının telefonunun kaybolması, bozulması ya da çalınması gösterilebilir.

2.6.1.3. Web Cüzdanlar

Web cüzdanları, internet tarayıcıları üzerinden erişilebilen ve çevrimiçi cihazlarda kullanılabilen kripto para cüzdanlarıdır. Bu cihazlar bilgisayarlar, Android veya iOS telefonlar gibi internet bağlantısına sahip her türlü cihazı içerir. Web cüzdanları, kullanıcıların kripto paralarına günün her saatinde erişimini sağlar ve işlemleri çevrimiçi olarak gerçekleştirmelerine olanak tanır. Bu cüzdanların en önemli avantajı,

kullanıcıların kripto paralara her yerden ve herhangi bir cihazdan erişim sağlayabilmesidir. Ancak, web cüzdanlarının güvenlik riski de bulunmaktadır. Kullanıcıların özel anahtarları, genellikle güvenli sunucularda saklansa da çevrimiçi ortamda yer alır. Bu durum, özel anahtarların siber saldırılara veya diğer güvenlik tehditlerine karşı savunmasız olabileceği anlamına gelir. Bu nedenle, web cüzdanları kullanırken güvenlik önlemlerine dikkat edilmesi önemlidir (Toraman, 2020:58).

2.6.2. Soğuk Cüzdanlar

İnternete bağlı olmadan çalışan. bu cüzdan türlerine aşağıda detaylı olarak yer verilmiştir:

2.6.2.1. Kâğıt Cüzdanlar

Kâğıt cüzdanlar, Bitcoin ve diğer kripto paraların özel anahtarlarını fiziksel bir kâğıda yazdırarak saklayan çevrimdışı cüzdan türleridir. Bu yöntem, özel anahtarların yalnızca kâğıtta bulunmasını sağlar, bu nedenle internet bağlantısı gerektirmez ve bu açıdan bilgisayar korsanları tarafından ele geçirilme riski taşımaz. Kâğıt cüzdanlar, dijital risklerden korunur çünkü anahtarlar fiziksel bir ortamda saklandığı için çevrimiçi saldırılara karşı bağımsızdır. Ancak, kâğıt cüzdanların da kendine özgü riskleri bulunmaktadır. Kâğıdın fiziksel olarak kaybolması, çalınması, yıpranması veya hasar görmesi durumunda özel anahtarlar da kaybolur. Bu nedenle, kâğıt cüzdanlar, güvenli bir fiziksel ortamda saklanmalıdır. Ayrıca, kâğıt cüzdanlar, hamiline yazılı çekler gibi, kimin elinde bulunuyorsa o kişinin mülkiyetindedir. Yani, kâğıt cüzdanın sahibi, cüzdandaki kripto paraları kontrol edebilir. Bu nedenle, kâğıt cüzdanın güvenliği, fiziksel olarak korunması ve yetkisiz erişimden korunması kritik öneme sahiptir (Antonopoulos, 2014:104-105).

2.6.2.2. Beyin Cüzdanları

Beyin cüzdanları, kripto para özel anahtarlarının yalnızca kullanıcıların hafızasında tutulduğu bir cüzdan türüdür. Bu tür cüzdanlarda, özel anahtarlar bir şifreleme tekniği kullanılarak hafızada kodlanır ve fiziksel bir ortamda saklanmaz. Bu sayede hem çevrimiçi hem de çevrimdışı hırsızlıklarına karşı koruma sağlanır, çünkü özel anahtarlar fiziksel olarak ele geçirilemez. Ancak, beyin cüzdanlarının bazı önemli riskleri de bulunmaktadır. En büyük risk, özel anahtarın unutulma olasılığıdır. Kullanıcı, anahtarı hafızasında tutma sürecinde bir hata yaparsa veya bilgiyi unutursa,

kripto paralarına erişim sağlamak imkânsız hale gelir ve bu durumda sahip olunan kripto paralar kaybolur. Ayrıca, beyin cüzdanları, hafızada tutulan anahtarların güvenliğini sağlamak için gelişmiş bir şifreleme ve hafıza stratejisi gerektirir. Bu nedenle, beyin cüzdanlarını kullanırken dikkatli ve organize bir hafıza yönetimi şarttır (Durmuş & Polat,2018:666).

2.6.2.3. Donanım Cüzdanları

Donanım cüzdanları, kripto paraların güvenli bir şekilde saklanmasını sağlayan fiziksel cihazlardır ve genellikle USB sürücülerine benzer bir yapıya sahiptir. Bu cüzdanlar, yalnızca kripto para işlemleri için tasarlanmış özel bir donanım içerir. Donanım cüzdanları, temel olarak iki ana özellik sunar. Bu özelliklerden ilki çevrimdışı güvenlidir. Donanım cüzdanları, kripto paraların özel anahtarlarını çevrimdışı ortamda saklar. Bu, anahtarların internete bağlı olmayan bir cihazda tutulması anlamına gelir ve bu sayede çevrimdışı saldırılara karşı yüksek güvenlik sağlar. Bu yapı, bilgisayar korsanlarının veya kötü amaçlı yazılımların özel anahtarlara erişmesini oldukça zorlaştırır. İkinci özellik ise taşınabilirlik ve kullanım kolaylığıdır. Donanım cüzdanları, genellikle kompakt ve taşınabilir USB benzeri cihazlar olduğundan, kullanıcılar bu cüzdanları kolaylıkla yanlarında taşıyabilirler. Cüzdanı bilgisayara bağlayarak işlemler yapılabilir, ancak bağlandığı sırada bile anahtarlar donanım cüzdanı içinde şifrelenmiş olarak kalır. Bu, çevrimiçi işlemler sırasında güvenliği artırır. Donanım cüzdanlarının kullanımı, kripto paraların güvenli bir şekilde saklanmasını sağlayan en etkili yöntemlerden biridir, çünkü özel anahtarlar cihazın kendisinde korunur ve internet bağlantısı kurulduğunda bile sadece işlem yapmak amacıyla kullanılır. Bu, kullanıcıların kripto paralarını koruma konusunda yüksek düzeyde güvenlik sağlar (Antonopoulos, 2014:235).

2.7. Kripto Paraların Sınıflandırılması

Sanal paralar arasında yer alan kripto paralar Avrupa Merkez Bankası tarafından farklı türlerde sınıflandırılmaktadır (Dulupçu vd., 2017:2243).

Kapalı Sanal Para Şeması: Yalnızca dijital platformlarda geçerli olan, reel ekonomi ile neredeyse hiç bağlantısı olmayan ve oyun içi kullanım için tasarlanmış sanal para türüne "oyun içi para" (in-game currency) denir. Bu tür sanal paralar, genellikle video oyunlarında ve sanal dünyalarda kullanılır ve gerçek dünya ekonomik sistemleriyle

doğrudan bir ilişkisi yoktur. Oyun içi paralar, genellikle oyun performansına bağlı olarak kazanılır veya oyun içindeki görevlerin tamamlanması, başarıların elde edilmesi gibi aktiviteler sonucunda oyunculara verilir. Bu para birimi, oyuncuların oyun içindeki sanal mal ve hizmetleri satın almalarını sağlar.

Tek Yönlü Akışa Sahip Sanal Para Şeması: Bu tür sanal para birimleri "tek yönlü sanal para birimi" olarak adlandırılır. Tek yönlü sanal para, genellikle gerçek para birimleri karşılığında satın alınabilir, ancak bu sanal paranın kendisi gerçek para birimine dönüştürülemez. Bu özellik, bu tür sanal paraların belirli bir sanal ekosistem veya platform içinde geçerli olmasını sağlar, ancak dışarıdaki gerçek dünya ekonomisiyle dönüşümlü bir bağlantıya sahip olmamasını ifade eder.

İki Yönlü Akışa Sahip Sanal Para Şeması: İki yönlü akışa sahip sanal paralar, kullanıcılarına sanal ve gerçek dünyadaki mal ve hizmetleri satın alma imkânı tanır. Bu tür sanal paralar, döviz kurları aracılığıyla gerçek para birimlerine çevrilebilir ve bu işlem kısıtlama olmaksızın gerçekleştirilir. Bu özelliği sayesinde, sanal mal ve hizmetlerin yanı sıra gerçek mal ve hizmet alışverişinde de kullanılabilirler. Kripto paralar da değer unsurlarına sahip olan bu tür sanal paralar arasında yer alır ve değer unsurlarına göre sınıflandırılabilirler. Kripto paralar, elektronik para, emtia ve menkul değer gibi kategorilere dahil edilip edilemeyeceği açısından incelenmiştir (Ceylan, 2019:9-10).

Elektronik Para Olarak Kripto Paralar: Kripto paralar, sanal para sınıflamasına girer, ancak elektronik para olarak kabul edilmezler. Bunun nedeni, kripto paraların, elektronik para vermeye yetkili bir kuruluş tarafından sağlanmaması ve merkezi bir sisteme sahip olmamalarıdır. Elektronik para, genellikle bir finansal kurum tarafından düzenlenen ve dijital formatta para birimidir. Kripto paralar ise merkezi bir otoriteye bağlı olmadan, tamamen dijital bir şekilde işleyen ve dağıtılan varlıklardır. Bu özellikleri nedeniyle, kripto paraların elektronik para olarak sınıflandırılması mümkün olmamaktadır. Dolayısıyla, kripto paralar, elektronik para sınıfına dahil edilmezken, kendi bağımsız yapıları ve merkeziyetsiz özellikleri nedeniyle ayrı bir kategori olarak değerlendirilirler.

Emtia Olarak Kripto Paralar: Kripto para birimleri, vergilendirilme konusunda bazı ülkelerde emtia olarak kabul edilmektedir. Emtia, ticarete konu olan mallar için kullanılan genel bir terimdir. Kripto para birimleri, döviz kurları veya yasal para

birimleri kullanılarak alınıp satılabildiği için, bu işlem sürecini düzenleyen borsalar tarafından emtia kategorisine dahil edilmiştir. Bu yaklaşım, kripto paraların ticaret ve yatırım amacıyla değerlendirildiği ve emtia olarak kabul edildiği anlamına gelir. Bu nedenle, kripto para birimleri, emtia sınıflamasına girerek, bu tür düzenlemeler ve vergilendirme uygulamalarına tabi olurlar.

Menkul Değer Olarak Kripto Paralar: Kripto para birimlerinin menkul kıymet olarak işlem görmesi için belirli kriterleri karşılaması gerekmektedir. Menkul kıymetler, genellikle pay senetleri, hazine bonoları, devlet tahvilleri ve özel sektör tahvilleri gibi finansal araçları içerir ve yatırımcılara belirli finansal getiriler sağlar. Kripto paralar ise, genellikle özel hisseleri temsil etmemekte ve borçlanma aracı olarak kullanılmamaktadır. Ayrıca, kripto paralar hazine bonoları veya devlet tahvillerinin sunduğu garanti ve getiri imkânlarını sunmaz. Bu nedenle, kripto para birimlerinin menkul kıymet olarak değerlendirilmesi zor görünmektedir. Kripto paralar, genellikle menkul kıymetlerin sahip olduğu finansal avantajlardan yoksundur, bu yüzden menkul kıymet olarak kabul edilmemektedir.

2.8. Kripto Para Türleri

Satoshi Nakamoto, 2008 yılının Ekim ayında yayımladığı “Peer-to-Peer Electronic Cash System” başlıklı makalesinde Bitcoin’i tanıtmalarının ardından. Bitcoin’in piyasaya sürülmesiyle birlikte, kullanıcı sayısının artması ve kripto paraların benimsenmesi, alternatif kripto paraların (Altcoin) gelişmesine zemin hazırlamıştır. Günümüzde, Bitcoin’e alternatif olarak ortaya çıkan bu kripto para birimlerine "Altcoin" adı verilmiştir. Bu Altcoin’ler, Bitcoin’in sunduğu işlevlerin ötesinde çeşitli yenilikler ve özellikler sunarak kripto para ekosisteminde çeşitliliği artırmıştır (Ateş, 2016:360).

Kripto paralar arasında coin ve token kavramları, işlev ve altyapı açısından farklılık gösterir. Coin, kendi blok zincirine sahip olan kripto paralardır. Bu tür coinler, genellikle kendi ağlarında işlem yapar ve kendi blok zincirlerinin güvenliğinden sorumludur. Bitcoin ve Ethereum, bu kategoriye örnek olarak verilebilir. Öte yandan, tokenlar ise kendi blok zincirlerine sahip olmayan, başka kripto paraların blok zincirleri üzerine inşa edilmiş birimlerden oluşur. Tokenlar, mevcut bir blok zincirinin üzerinde çalışarak çeşitli işlevler sunar ve kendi başlarına bir blok zinciri

oluşturmazlar. Tokenların alınıp satılabilen birim değerleri vardır ve genellikle çeşitli projelerde veya uygulamalarda kullanılırlar. Örnek olarak, Tether (USDT), Uniswap (UNI), Chainlink (LINK) ve Dai (DAI) gibi tokenlar, Ethereum'un blok zinciri üzerinde çalışan ve farklı amaçlara hizmet eden tokenlardır (Paribu, 2023:36).

Günümüzde, tr.investing.com sitesinde işlem gören kripto para birimleri sayısı değişkenlik göstermekte olsa da şu anda toplamda 8913 adet kripto para bulunmaktadır. Bu kripto paraların toplam piyasa değeri 1,62 trilyon dolar olarak hesaplanmakta ve 24 saatlik işlem hacmi ise 59,25 milyar doları bulmaktadır (İnvesting, 2023).

Kripto paraların bu kadar geniş bir kullanıcı kitlesi tarafından tercih edilmesi ve aracı kurumlara ihtiyaç duymadan işlem yapılabilmesi, bankasız bir ekonomi modelinin mümkün olabileceğini göstermektedir. Kripto paraların sunduğu bu özelleşmiş finansal altyapı, kullanıcıların daha doğrudan ve bağımsız bir ekonomik deneyim yaşamasını sağlamaktadır (Tokmak, 2022: 4701).

Tablo 2.1. Piyasada Öncülük Eden İlk Kripto Para Birimleri

Sıralama	Kripto Para Birimi	Sembol	Fiyat (\$)	Piyasa Değeri (\$)
1	Bitcoin	BTC	37.712,9	\$834,82B
2	Ethereum	ETH	2.051,56	\$265,31B
3	Tether Usdt	USDT	1,0001	\$90,92B
4	Binance Coin	BNB	227,60	\$38,50B
5	Ripple	XRP	0,60540	\$32,97B
6	Solano	SOL	59,199	\$31,89B

Kaynak: <https://tr.investing.com/crypto/currencies>.

Tablo 2.1 incelendiğinde en fazla kullanılan ve tercih edilen para biriminin Bitcoin olduğu görülmektedir. Piyasa ve fiyat açısından Bitcoinin diğer para birimlerinin oldukça önünde olduğu görülmektedir.

2.8.1. Bitcoin (BTC)

Kripto para birimlerinin ilki olarak kabul edilen Bitcoin (BTC), merkezi bir otoriteye bağlı olmadan bağımsız bir sanal para türüdür. Bitcoin'e sahip olmanın yolu, sanal ortamda bir kripto para cüzdan hesabına sahip olmaktan geçer. Bu sanal cüzdan aracılığıyla, madencilik yapılarak veya kripto para borsalarından BTC satın alınarak

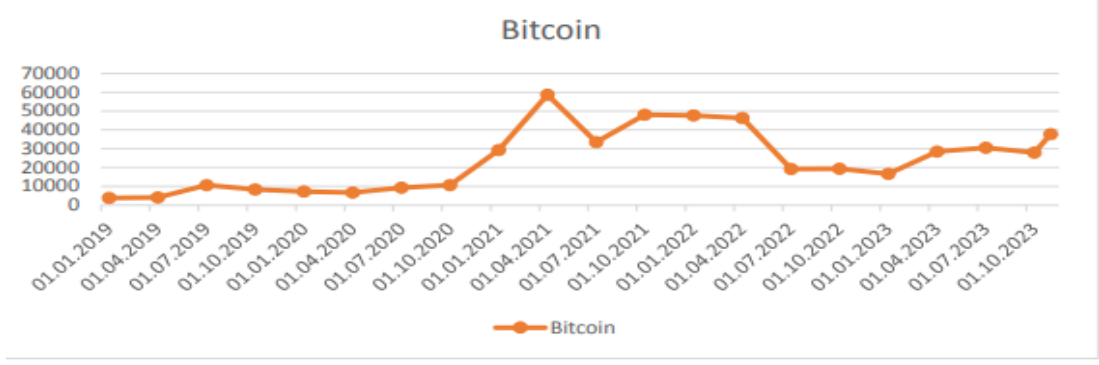
Bitcoin'ler elde edilebilir ve sanal para cüzdanında saklanabilir. Bitcoin'in toplam arzı, 21 milyon ile sınırlıdır; bu, Bitcoin'in toplamda çıkarılabilecek maksimum miktarını ifade eder ve arzın sınırlı olması, değerinin korunmasına yardımcı olur (Asmazoğlu, 2013:50). Bitcoin'in piyasaya sürüldüğü ilk dönemlerde, madenciler her yeni blok oluşturduklarında 50 BTC ödül alıyorlardı. Bu ödül miktarı, Bitcoin'in tasarımında yer alan bir mekanizma gereği, belirli aralıklarla yarıya düşürülür. Bu işlem, "halving" olarak bilinir ve her dört yılda bir gerçekleşir. Halving ile ödül miktarı azaldıkça, Bitcoin madenciliği daha zor ve maliyetli hale gelir. Bu mekanizma, Bitcoin arzının sınırlı olmasını ve toplamda 21 milyon BTC sınırına ulaşılmasını sağlayarak, Bitcoin'in değerinin zamanla korunmasına yardımcı olur. Bu nedenle, toplam arzın 21 milyon BTC'ye ulaşması oldukça zor ve uzun bir süreçtir. Bitcoin (BTC) işlemleri, blockchain teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilir. Bu teknoloji, işlemlerin tümünü şeffaf bir şekilde kaydeder, ancak kullanıcıların kimlikleri anonim kalır. Bitcoin ağı üzerinde yapılan ödemelerin kim tarafından yapıldığı, transferin ne kadar olduğu ve işlem detayları, blockchain üzerinde açık bir şekilde görülebilir. Ancak, işlemlerin kimin tarafından gerçekleştirildiğini belirlemek zordur çünkü Bitcoin adresleri anonimdir ve kullanıcıların gerçek kimlikleriyle doğrudan bağlantılı değildir. Bu anonimlik, Bitcoin'in merkeziyetsiz ve şeffaf yapısının bir parçasıdır; ancak aynı zamanda bu durum, devletlerin ve düzenleyicilerin işlemleri denetlemesini ve suç faaliyetlerini engellemesini zorlaştırabilir. İşlemler çevrimiçi ortamda bilgisayarlar ve cep telefonları aracılığıyla gerçekleştirilir ve kullanıcıların kimlik bilgileri genellikle bu işlemlerle ilişkili değildir. Bu nedenle, devletler ve diğer düzenleyici kurumlar, Bitcoin işlemlerini izlemekte ve düzenlemekte zorluk çekebilir (Savaşgümrük & Danacı, 2014:83-84).

Kripto paraya ulaşmanın iki temel yolu vardır. Birincisi, gerçek para ile kripto para satın almaktır; örneğin, Türk lirası ile Bitcoin veya diğer kripto paralar alınabilir. Bu yöntem, kripto paraların doğrudan satın alınmasını sağlar ve birçok kripto para borsasında gerçekleştirilir. İkincisi, kripto para üretme veya madencilik yapma yoludur. Bitcoin (BTC) örneğinde olduğu gibi, madencilik, blok zincirinde yapılan işlemleri doğrulama ve kaydetme sürecidir. Bu süreç, karmaşık matematiksel problemleri çözerek blokları onaylayan ve blok zincirine ekleyen bireyler tarafından yürütülür. Bu kişilere "madenciler" denir ve madencilik yaparak ödül olarak kripto para kazanırlar. BTC'nin ilk çıktığı dönemlerde, madencilik yapmak için gerekli olan

işlem gücü düşüktü ve Bitcoin madenciliği oldukça kazançlıydı. O dönemde, örneğin Microsoft-Outlook gibi basit yazılımlar ile madencilik yapılabilirdi. Ancak, Bitcoin'in popülaritesi ve kullanıcı sayısının artmasıyla birlikte, madencilik yapma zorluğu ve gereksinim duyulan donanım gücü de arttı. Bu durum, daha yüksek işlem gücü gerektiren ve bu nedenle daha az kazandıran bir madencilik sürecine yol açtı. Günümüzde, BTC madenciliği yapmak için yüksek kapasiteli özel donanımlar ve büyük veri merkezleri gerekmektedir (Dilek, 2018:18).

Bitcoin (BTC) transfer işlemleri, blok adı verilen veri sistemlerinde kayıt altına alınır. Her blok, bir önceki bloğa bağlı olarak oluşturulur ve bu bağlı bloklar bir blok zincirini (blockchain) oluşturur. Bu sistem, BTC transferlerinin her adımını ağdaki tüm bilgisayarlarda kayıt altında tutar ve işlemlerin şeffaf ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. BTC alım ve satımı yapmanın iki temel yolu vardır. İlk yol, gerçek para birimleri kullanılarak kripto para borsalarından BTC satın almaktır. Bu işlem, genellikle banka havalesi veya kredi kartı ile yapılır ve borsa platformları aracılığıyla gerçekleştirilir. İkinci yol ise BTC ATM'lerinden doğrudan alım ve satım işlemlerini yapmaktır. Bu tür ATM'ler, kullanıcıların Bitcoin alıp satabilmelerini sağlar ve işlemler genellikle nakit para ile yapılabilir. İstanbul'un Nişantaşı semtinde bulunan BTC ATM'si, bu tür ATM'lere bir örnektir. Bu ATM'ler, kripto para alım-satımını daha erişilebilir ve hızlı bir şekilde gerçekleştirmeye olanak tanır (Büyükdurmuş, 2024: 61-62).

Bitcoin (BTC) piyasalarında, BTC'nin günlük değeri sürekli olarak alım satım işlemlerine tabi tutulur. Bitcoin'in değeri, piyasa koşullarına bağlı olarak dalgalanabilir ve kullanıcılar, Bitcoin'i mevcut ABD doları üzerinden ABD dolarına dönüştürebilirler. BTC'nin toplam arzı, 21 milyon ile sınırlandırılmıştır. Ancak 2023 yılı itibarıyla, piyasada mevcut olan Bitcoin miktarı yaklaşık 19,58 milyon adettir. BTC'nin piyasa değeri ise bu dönemde yaklaşık 839,13 milyar dolar olarak hesaplanmıştır. Bu piyasa değeri, Bitcoin'in toplam arzının ve mevcut piyasa koşullarının birleşiminden oluşur ve Bitcoin'in genel ekonomik değerini yansıtır (tr.investing.com).



Şekil 2.1. Bitcoin Fiyat Seyri (USD Cinsinden)

Kaynak: <https://tr.investing.com/crypto/currencies>,

Yukarıda bulunan şekilde 2019-2023 yılları arasında Bitcoin’de fiyat değişim dalgalanmaları verilmiştir. 2019 yılının Ocak ayında 3809,4 dolar olan Bitcoin fiyatında artış ve azalışlar gözlemlense de genel olarak artış olduğu ve 2023’ün Kasım ayında 37712,9 dolara ulaştığı görülmektedir.

2.8.2. Altcoinler

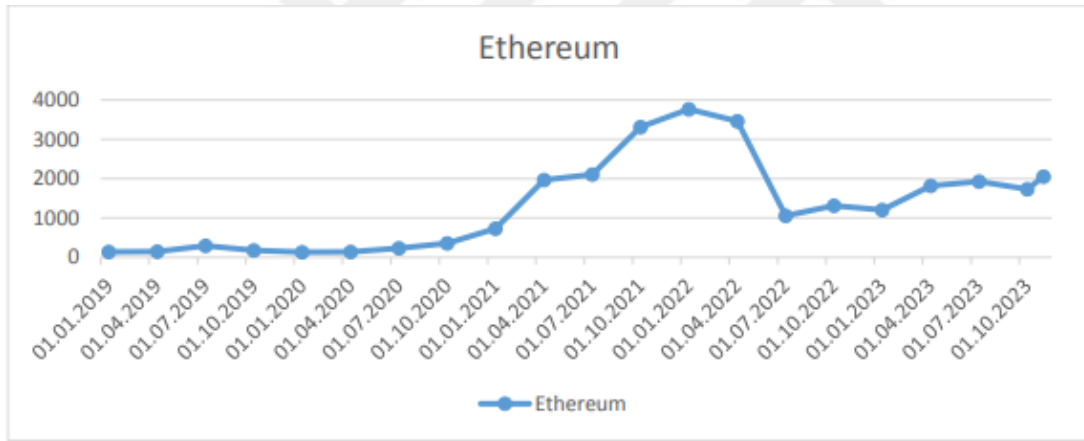
2008 yılında piyasaya sürülen Bitcoin, kripto para dünyasının ilk örneğidir ve temel teknolojik altyapısının anlaşılması sınırlıydı. Ancak Bitcoin’in değeri arttıkça ve daha fazla kişi tarafından tercih edilmeye başlandıkça, bu alandaki potansiyel gözlemler genişledi. Bu farkındalık, kripto para birimlerinin çeşitlenmesine yol açtı ve yeni isimler ve niteliklere sahip kripto paralar, yani altcoinler, geliştirildi. Litecoin, Bitcoin Cash, Ethereum, EOS, Monero, Tether, Ripple, Stellar, Cardano ve Tron gibi kripto para birimleri, bu çabaların birer örneğidir.

2.8.2.1. Ethereum (ETH)

Ethereum, 2015 yılında Vitalik Buterin tarafından geliştirilen bir kripto para ve akıllı sözleşmeler platformudur. Ethereum, kendi yerel para birimi olan Ether (ETH) ile işlem yapar. Ethereum’un temel amacı, blok zinciri teknolojisini daha da geliştirmek ve genişletmektir. Ethereum, özellikle akıllı sözleşmeler (smart contracts) ve merkeziyetsiz uygulamalar (dApps) oluşturmak için kullanılan bir platform olarak öne çıkar. Akıllı sözleşmeler, belirli koşulların yerine getirilmesi durumunda otomatik olarak yürütülen dijital sözleşmelerdir. Bu özellik, Ethereum’un blockchain altyapısının esnekliğini ve gücünü kullanarak, merkeziyetsiz finansal işlemler ve diğer çeşitli uygulamaları destekler. Ethereum’un blok zinciri, akıllı sözleşmelerin çalışması için gereken tüm teknik altyapıyı sağlar. Bu sayede, kullanıcılar ve geliştiriciler,

merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymadan, güvenilir ve şeffaf işlemler gerçekleştirebilirler. Ethereum'un sunduğu bu genişletilmiş özellikler, onu sadece bir dijital para birimi olmaktan öte, geniş bir uygulama yelpazesine sahip bir platform haline getirir (Büyükdurmuş, 2024: 63).

Ethereum'un temel özelliklerinden biri olan akıllı sözleşmeler, bu teknolojinin en önemli yönlerinden biridir. Akıllı sözleşmeler, blok zinciri üzerinde otomatik olarak yürütülen, kendini uygulayan ve kendi kendini denetleyen programlardır. Bu sözleşmeler, belirli koşullar sağlandığında otomatik olarak yürürlüğe girer ve tarafların yükümlülüklerini yerine getirir. Özelliklerin avantajları arasında şeffaflık, otomasyon, güvenlik, maliyet tasarrufu, hız ve düşük hata riski bulunmaktadır. Bu özellikler, Ethereum'u yalnızca bir kripto para birimi değil, aynı zamanda daha geniş bir uygulama platformu olarak kullanışlı hale getirir. Akıllı sözleşmeler, birçok farklı sektörde, özellikle finans, sigorta ve tedarik zinciri yönetiminde devrim yaratma potansiyeline sahiptir (İnci ve Alper, 2018: 47- 48).



Şekil 2.2. Ethereum Fiyat Seyri (USD Cinsinden)

Kaynak: <https://tr.investing.com/crypto/currencies>

Yukarıdaki şekilde 2019-2023 yılları arasında Ethereum'un fiyat değişimlerine yer verilmiştir. Ocak 2019' daki fiyatı 139,61 dolar olan Ethereum'un 2023 yılı Kasım ayındaki fiyatı ise 2051,56 doları bulmuştur.

2.8.2.2. Binance Coin (BNB)

Binance Coin (BNB), 2017 yılında Changpeng Zhao tarafından kurulan Binance kripto para borsası tarafından çıkarılan bir kripto para birimidir. Başlangıçta Binance borsasında işlem ücretlerini ödemek ve çeşitli avantajlar elde etmek için kullanılan BNB, bir Initial Coin Offering (ICO) aracılığıyla piyasaya sürülmüştür. ICO,

projelerin fon sağlamak amacıyla yeni jetonların satışa sunulmasıdır. BNB, bu tür bir satışla yatırımcılara sunulmuş ve zamanla Binance ekosisteminde çeşitli hizmetler için kullanılabilir hale gelmiştir. Binance Coin, işlem ücretlerinde indirim sağlamak, yeni projelere yatırım yapmak ve Binance Smart Chain üzerinde işlem yapmak gibi birçok farklı amaçla kullanılmaktadır (www.btctürk.com).

Binance borsası, kullanıcılarına Binance Coin (BNB) kullanarak işlem komisyonlarını ödemeleri durumunda çeşitli avantajlar sunmaktadır. Bu avantajlar, işlem ücretlerinde sağlanan indirimleri içerir ve kullanıcıların BNB ile ödeme yaparak komisyon maliyetlerini düşürmelerini sağlar. İlgili oranlar, genellikle yıllık olarak güncellenir ve Binance'ın politikalarına bağlı olarak değişebilir. Örneğin, 2024 yılı itibarıyla Binance'ın sunduğu komisyon indirimleri şu şekildedir (İslim, 2021:65):

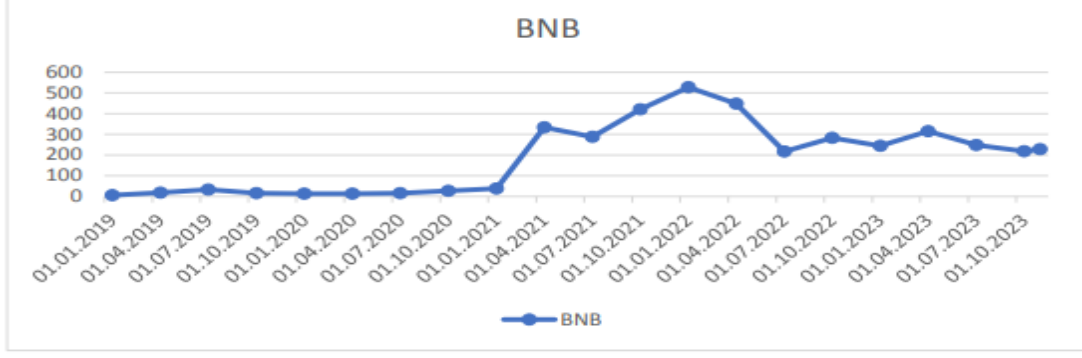
BNB Kullanımı ile İşlem Ücretlerinde İndirim: Kullanıcılar, Binance borsasında yaptıkları işlemlerde BNB kullanarak belirli oranlarda indirim elde ederler. Bu oranlar genellikle işlem hacmine ve borsa kullanım süresine göre değişir.

İlk Yıl İndirim Oranı: Binance, BNB ile ödeme yapan kullanıcılar için genellikle ilk yıl komisyonlarda belirli bir oranda indirim sunar. Bu indirim oranı genellikle %50 civarında olabilir.

Sonraki Yıllar: İlk yılın ardından, indirim oranları kademeli olarak azalabilir. İkinci yıl %25, üçüncü yıl %12.5 gibi oranlarla devam edebilir. Binance, bu oranları zaman zaman güncelleyebilir ve yeni indirim stratejileri uygulayabilir.

Borsa Kullanımına Göre İndirimler: Yüksek işlem hacmine sahip kullanıcılar veya belirli VIP seviyelerine ulaşanlar için ekstra indirim oranları sunulabilir.

Bu indirimler, BNB'nin Binance ekosistemindeki değerini artırırken, kullanıcıların işlem maliyetlerini düşürmelerine yardımcı olur. Binance'ın resmi web sitesinden veya kullanıcı hesaplarından güncel indirim oranları ve detayları öğrenmek mümkündür. Toplam arzı hakkında veri bulunmayan BNB'nin 2023 yılının Kasım ayındaki piyasa arzı 151,69 milyon dolar olup piyasa değeri ise 38,99 milyar dolar civarındadır (tr.investing.com, 2023).



Şekil 2.3. Binance Coin Fiyat Seyri (USD Cinsinden)

Kaynak: <https://tr.investing.com/crypto/currencies>

Yukarıdaki şekilde 2019-2023 yılları arasında Binance Coin fiyat değişim dalgalanmaları verilmiştir. Ocak 2019’da 5,99 dolar olan BNB’nin fiyatı Kasım 2023’te 227,6 dolara çıkmıştır.

2.8.2.3. Ripple (XRP)

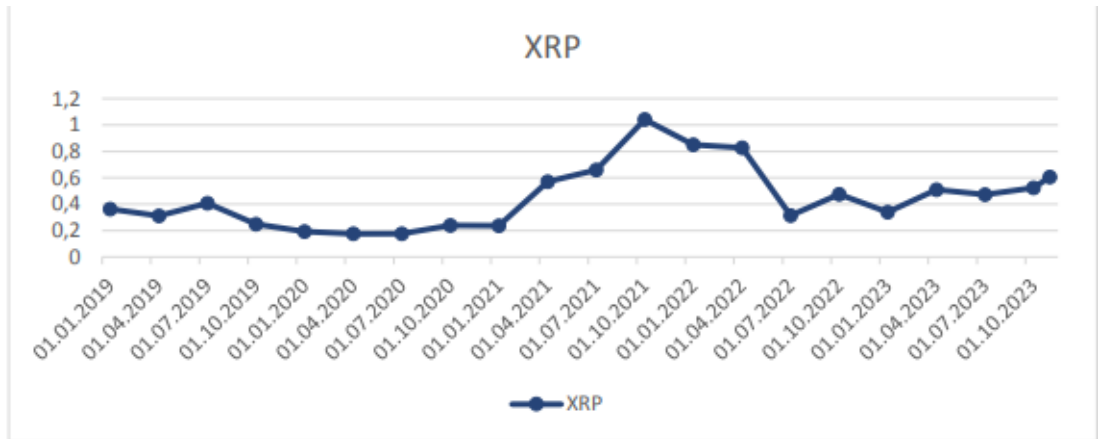
Ripple (XRP), 2012 yılında Chris Larsen ve Jed McCaleb tarafından kurulan Ripple Labs tarafından geliştirilmiştir. XRP, Bitcoin ve diğer kripto paraların kullandığı blok zinciri teknolojisinden farklı olarak, bir dağıtılmış defter teknolojisi olan Ripple Protokolü’ne dayanmaktadır. Bu, XRP'nin işlemleri daha hızlı ve verimli bir şekilde gerçekleştirmesine olanak tanır. Ripple, ağ üzerinde hızlı ödeme işlemleri sunar; işlem süreleri genellikle 4 saniye civarındadır ve saniyede yaklaşık 1.500 işlem kapasitesine sahiptir. XRP'nin toplam arzı 100 milyar adettir. Ripple Labs, XRP'nin dağıtımını yönetir ve kurucularının %20'si ile Ripple Labs'in %25'i XRP'ye sahiptir. Bu oranlar toplamda %45'lik bir kısmı oluşturur; geri kalan %55'lik dilim ise ağın dağıtımına ayrılmıştır. Bu yapı, XRP'nin merkeziyetsiz bir şekilde dağıtımını ve yönetimini sağlar. XRP'nin bu yüksek işlem hızı ve düşük maliyetleri, onu özellikle bankalar ve finansal kuruluşlar için cazip bir ödeme çözümü haline getirmiştir (Aslan, 2018: 10).

Ripple (XRP), piyasa değeri açısından diğer kripto para birimlerinin gerisinde kalsa da, 2017'deki değer artışı sayesinde Ripple'ın kurucusu Chris Larsen'ı dünya zenginleri sıralamasında 14. sıraya taşımıştır. Ripple şirketi, bireysel yatırımcılardan ziyade kurumsal müşterilere hizmet vermeyi hedeflemektedir. Şirketin temel amacı, bankalar ve finansal kuruluşlar için düşük maliyetli ve hızlı para transferi çözümleri sunmaktır. Ripple ağı, uluslararası para transferlerinde maliyet avantajı sağlamakla birlikte, işlemleri genellikle 5 ila 10 dakika içinde tamamlayabilmektedir. Bu işlemler hem

bankalar hem de müşteriler tarafından anlık olarak izlenebilir. Ripple'in sunduğu bu özellikler, özellikle sınır ötesi ödemeler ve büyük ölçekli finansal işlemler için büyük bir verimlilik ve hız sağlar, böylece geleneksel bankacılık sistemlerine kıyasla önemli avantajlar sunar (Kesebir & Günceler, 2019:616).

Ripple işlem ağı, yalnızca kripto para birimleri ve dijital varlıklarla sınırlı kalmayıp, diğer varlık türlerini de destekleyen bir platform olarak kullanılmaktadır. Ripple ağı, değerli madenler, gayrimenkul gibi çeşitli fiziksel varlıkların yanı sıra, dijital varlıkların yönetimini de sağlayabilir. Ripple'in temel yapısı, bir veritabanı defteri olarak tanımlanır ve bu, ağdaki tüm işlemlerin ve varlıkların kayıt altına alınmasını sağlar. Ripple ağı üzerinde yapılan tüm XRP hareketleri şeffaf bir şekilde korunur ve bu, ağın güvenliğini ve doğruluğunu sağlar. Ripple ağı, çeşitli hesap türlerini destekler ve kullanıcılar, XRP, farklı para birimleri veya dijital varlıklar arasında tercih yapabilirler. Bu esneklik, Ripple'in farklı varlık türlerinin yönetimi için geniş bir uygulama yelpazesi sunmasını sağlar ve özellikle büyük ölçekli finansal işlemler ve değer transferleri için uygun bir çözüm haline getirir (Durdu, 2018:85-86).

XRP'nin toplam arzı 100 milyar adettir. 2023 Kasım ayında, XRP'nin piyasa arzı 54,01 milyar dolardır ve piyasa değeri ise 32,95 milyar dolardır. Bu rakamlar, XRP'nin kripto para piyasasındaki yerini ve ekonomik değerini yansıtır. Piyasa değeri, XRP'nin toplam arzının mevcut piyasa fiyatı ile çarpılmasıyla elde edilirken, piyasa arzı toplamda dolaşımdaki XRP miktarının değerini belirtir (tr.investing.com, 2023).



Şekil 2.4. XRP Fiyat Seyri (USD Cinsinden)

Kaynak: <https://tr.investing.com/crypto/currencies>

Yukarıdaki şekilde 2019-2023 yılları arasında XRP'nin fiyat değişim dalgalanmaları verilmiştir. 2019 yılının Ocak ayı ile 2023 Kasım dönemleri arasında fiyatı 1 doların aşağısında bulunan XRP'nin değeri Kasım 2023'te 1,04119 dolara yükselmiştir.

2.9. Türkiye'de Kripto Paranın Durumu ve Kurumların Yaklaşımları

Kripto paraların Türkiye'deki yaygınlaşması, dünya genelinde yaşanan büyük bir kripto para boom'undan etkilendi. 2009 yılında Bitcoin'in piyasaya sürülmesinden sonra, kripto para birimleri genel olarak finans dünyasında önemli bir yer edinmeye başladı. Ancak Türkiye'de kripto paraların bilinirliği ve kullanımı 2017 yılında artmaya başladı (Güven, 2020:107).

Türkiye'de Bitcoin'in kullanım alanlarının çeşitliliği, kripto paraların günlük yaşamda giderek daha fazla entegre edildiğini göstermektedir. İstanbul Atatürk Havalimanı'nda bulunan ilk Bitcoin ATM'si, bu teknolojinin ülkemizdeki ilk örneklerinden biri olarak dikkat çekti. Ayrıca, çalışanlarına Bitcoin ile ödeme yapan bir işletmenin varlığı, kripto paraların yalnızca bireysel yatırım aracı değil, aynı zamanda bir ödeme yöntemi olarak da benimsenmeye başladığını göstermektedir. Bitcoin ve diğer kripto paralar, danışmanlık, avukatlık, bilişim ve müteahhitlik gibi çeşitli sektörlerde ödeme aracı olarak kullanılabilir. Bunun yanı sıra, futbolcu transfer bedellerinin Bitcoin ile ödenmesi gibi daha büyük ölçekli işlemlerde de kripto paraların kullanımı söz konusu olabilmekte, alışveriş merkezlerinde Bitcoin ile yapılan alışverişlerde bu teknolojinin günlük hayatın bir parçası haline gelmeye başladığını göstermektedir. Türkiye'de sanal platformlar üzerinden Bitcoin alıp satmak mümkün ve bu platformlar, kullanıcıların kripto paralarla işlemlerini gerçekleştirmelerine olanak tanımaktadır. Bu tür platformların artışı, Bitcoin ve diğer kripto paraların daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşmasını sağlamaktadır. Blockchain teknolojisinin sağlık, posta hizmetleri, bankacılık işlemleri ve hatta referandum ve seçimlerde oylama gibi alanlarda nasıl devrim yaratabileceği üzerine tartışmalar devam etmektedir. Blockchain'in sunduğu şeffaflık, güvenlik ve verimlilik avantajları, bu teknolojinin gelecekte çeşitli sektörlerde daha fazla benimsenmesine yol açabilir. Bu tür yenilikler, toplumların dijitalleşme sürecinde önemli adımlar olarak değerlendirilmektedir (Dizkırıncı ve Gökgez, 2018: 98).

Türkiye'de Bitcoin ATM'lerinin sayısının 22'ye yükselmesi, kripto paraların kullanımının ve benimsenmesinin arttığını göstermektedir. İstanbul'da 13, İzmir'de 3 adet Bitcoin ATM'sinin bulunması, büyük şehirlerde ve finans merkezlerinde kripto para erişiminin daha yaygın hale geldiğini işaret etmektedir. Bitcoin ATM'leri, kullanıcılara nakit veya kredi kartı ile Bitcoin satın alma ve bazen de Bitcoin'lerini nakde çevirme imkânı sunar. Bu tür ATM'lerin varlığı, kripto paraların günlük yaşamda daha erişilebilir hale gelmesini ve daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşmasını sağlamaktadır. Bu gelişme, Türkiye'deki kripto para ekosisteminin büyüme potansiyelini ve kripto paraların finansal hizmetler alanındaki yerini güçlendirmektedir. Ayrıca, kripto para birimlerinin yasal ve düzenleyici çerçeveler içinde nasıl ele alındığı da önemli bir konu olmaya devam etmektedir (Hatipoğlu, 2021).

Türkiye'de kripto paralar ve blockchain teknolojisi üzerine yapılan çalışmalar, ülkenin dijital finansal ekosisteminin gelişimini yansıtmaktadır. 2019-2023 dönemi için hazırlanan 11. Kalkınma Planı'nda, blockchain temelli dijital merkez bankası parası (CBDC) için gerekli adımların atılacağı belirtilmiştir. Bu tür dijital para projeleri, merkezi otoriteler tarafından desteklenen ve düzenlenen dijital varlıkların finansal sistemdeki rolünü artırabilir. Bankalararası Kart Merkezi'nin (BKM) "Keklik" adıyla geliştirdiği dijital para, bu tür projelerin bir örneğidir. Deneysel amaçlı olarak geliştirilen Keklik, kullanıcı sayısının sınırlı olmasıyla birlikte para transferleri ve alışveriş ödemeleri gibi işlemleri mümkün kılmaktadır. Bu tür projeler, dijital paranın uygulama alanlarını test etme ve bu teknolojinin potansiyelini keşfetme fırsatı sunar. Öte yandan, Türkiye'de geçmişte E-lira ve Turkocoin gibi kripto para girişimleri olmuş, ancak bu projeler başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Bu tür girişimlerin başarısız olması, kripto paraların ve dijital varlıkların Türkiye'deki regülasyon ve pazar dinamiklerine uygunluğunu test etme açısından önemlidir. Az sayıda da olsa, Bitcoin'in ödeme aracı olarak kabul edildiği şirketler, kripto paraların Türkiye'deki finansal sistemdeki yerini yavaş yavaş sağlamlaştırmaktadır. Bu durum, kripto paraların giderek daha geniş bir kabul gördüğünü ve günlük işlemlerde kullanılabilirliğinin arttığını göstermektedir (Üzer, 2017: 116).

8 Haziran 2018'de Türkiye Bilişim Vakfı (TBV) tarafından kurulan Blockchain Türkiye Platformu, Türkiye'de blockchain teknolojisinin yaygınlaştırılması ve uygulanabilirliğini artırma amacı taşımaktadır. Eylül 2018'de gerçekleştirilen ilk

finansal Blockchain Borsa İstanbul projesi, bu amacın bir parçası olarak önemli bir adım olmuştur. Bu projede, blockchain altyapısı kullanılarak müşteri veri tabanında bulunan bilgilerin eşleştirilmesi sağlanmıştır. Bu yöntemle, veri tabanına müşteri bilgileri girilirken olası hataların önüne geçilmesi, işlemlerin hızlı, güvenli ve şeffaf bir şekilde gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Blockchain teknolojisinin sunduğu şeffaflık ve güvenlik avantajları, finansal işlemler ve veri yönetimi süreçlerinde önemli iyileştirmeler sağlayabilir. Blockchain'in teknik altyapısı sayesinde çok sayıda işlem aynı anda gerçekleştirilebilir ve bu teknolojinin gerektirdiği diğer projeler için de kullanılabilir potansiyeli vardır. Bu tür projeler, blockchain teknolojisinin farklı alanlarda nasıl uygulanabileceğini ve çeşitli sektörlerde nasıl değer katabileceğini göstermek açısından büyük önem taşır. Türkiye'deki bu girişimler, blockchain'in finansal sektördeki kullanımını test etme ve genişletme konusunda örnek teşkil etmektedir (Güven, 2020:107).

Türkiye'de Bitcoin'in ve diğer kripto paraların kabul edilme oranı, özellikle emlak, eğitim ve restoran sektörlerinde artış göstermiştir. İşletmeler, dijital paraları ödeme aracı olarak kabul etmeye başladıkça, kripto paraların günlük yaşamda ve ticari işlemlerde daha yaygın bir şekilde kullanılması sağlanmıştır. Bu durum, Türkiye'deki Bitcoin döviz bozdurma şirketlerinin döviz kuru riskinden korunmak için e-ticaret ve alışveriş alanlarında Bitcoin ile ödeme yapmayı tercih etmelerinin bir yansımasıdır. Kripto para birimlerinin uluslararası arenadaki etkisi, Türkiye'nin bu alandaki girişimlerini ve dijital finansal teknolojileri benimseme çabasını da artırmıştır. Örneğin, Akbank, Bitcoin teknolojisini uluslararası para transferlerini kolaylaştırmak amacıyla kullanmaya başlamıştır. Bu tür uygulamalar, kripto paraların ve blockchain teknolojisinin finansal hizmetlerde nasıl kullanılabilirliğini gösterir. Ancak, Türkiye'de 30 Nisan 2021 itibarıyla kripto para birimlerinin ödemelerde kullanılmasının yasaklanması, kripto para piyasasında önemli bir düzenleme değişikliğine işaret etmektedir. Bu yasak, kripto paraların ödeme aracı olarak kullanımını sınırlandırmış olsa da kripto para alım satımı yasaklanmamıştır. Yani, kullanıcılar kripto para alım satımı yapmaya devam edebilir, ancak bu paraları doğrudan ödemelerde kullanamazlar. Bu düzenleme, kripto para kullanımının düzenleyici çerçevede nasıl şekillendiğini ve bu alandaki risklerin yönetimini hedeflemektedir (Şimşek, 2019: 129).

Dünya Ekonomik Forumu tarafından yapılan araştırmaya göre, kripto paraların en fazla kullanıldığı ülkeler şu şekilde sıralanmıştır (Hatipoğlu, 2021):

Nijerya - %33

Vietnam - %21

Filipinler - %20

Türkiye - %16

Peru - %15

Bu sıralama, kripto paraların bu ülkelerde ne kadar yaygın olarak kullanıldığını ve kabul gördüğünü göstermektedir. Nijerya, en yüksek oranda kripto para kullanımıyla birinci sırada yer alırken, Türkiye % 16'lık kullanım oranıyla dördüncü sıradadır. Japonya ve Danimarka ise kripto para kullanımında daha düşük oranlarla dikkat çekmektedir. Her iki ülke de % 4 oranıyla en az kripto para kullanan ülkeler arasında yer alıyor. Bu durum, farklı ülkelerin kripto paralarla olan ilişkilerinin, ekonomik koşullarına, düzenleyici ortamlarına ve toplumsal alışkanlıklarına bağlı olarak büyük farklılıklar gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

2.9.1. Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu (BDDK) Kripto Para Yaklaşımı

25 Kasım 2013 tarihinde, Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK) tarafından yapılan basın açıklamasında, kripto paraların resmi veya özel kuruluşlar tarafından ihraç edilmediği ve bu paraların karşılığı için herhangi bir güvence verilmediği vurgulanmıştır. Bu açıklamada, kripto paraların 6493 sayılı Ödeme ve Menkul Kıymet Mutabakat Sistemleri, Ödeme Hizmetleri ve Elektronik Para Kuruluşları Hakkında Kanun kapsamında elektronik para olarak değerlendirilemeyeceği belirtilmiştir. Dolayısıyla, BDDK'nın kripto paralar üzerinde gözetim ve denetim yetkisi bulunmamaktadır. Ayrıca, Bitcoin ve benzeri sanal para birimleriyle yapılan işlemlerde tarafların kimliklerinin bilinmediği, bu durumun yasa dışı faaliyetlerde kullanılabilir bir ortam oluşturduğu ifade edilmiştir. Bu açıklama, sanal para birimlerinin izlenebilirlik ve düzenleyici denetim eksiklikleri nedeniyle potansiyel riskleri ve güvenlik endişelerini ortaya koymaktadır. Bu tür düzenleyici yaklaşımlar, kripto paraların finansal sistemdeki yerini ve regülasyon çerçevesini şekillendirmek için önemli bir adım olarak değerlendirilebilir. Kripto paraların nasıl yönetileceği ve düzenleneceği konusundaki belirsizlikler, çeşitli ülkelerde ve finansal

kurumlarda farklı politikaların ve uygulamaların geliştirilmesine neden olmuştur (BDDK, 2013).

Türkiye'deki sanal para birimlerinin hukuki durumu 6493 sayılı Ödeme ve Menkul Kıymet Mutabakat Sistemleri, Ödeme Hizmetleri ve Elektronik Para Kuruluşları Hakkında Kanun çerçevesinde belirlenmiştir. Bu kanun, Türkiye'deki ödeme ve menkul kıymet mutabakat sistemleri, elektronik para kuruluşları ve ödeme hizmetleri ile ilgili düzenlemeleri kapsamaktadır. Bu düzenlemeye yetkili kurumlar arasında Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası ve Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu bulunmaktadır (Üzer, 2017: 114).

2.9.2. Mali Suçları Araştırma Kurulu'nun (MASAK) Kripto Para Yaklaşımı

Türkiye'de kripto paraların finansal işlemler üzerindeki etkisi, çeşitli düzenleyici açıklamalar ve kılavuzlarla şekillendirilmiştir. 3 Ağustos 2016 tarihinde Mali Suçları Araştırma Kurulu (MASAK) tarafından yayınlanan Sektörel Şüpheli İşlem Bildirimleri (ŞİB) Rehberi'nde, Bitcoin ve benzeri sanal para birimleriyle yapılacak işlemlerin şüpheli işlem olarak değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu rehber, kripto paraların potansiyel risklerini ve yasa dışı faaliyetlerdeki rolünü vurgulamıştır. Ancak, 11 Eylül 2019 tarihinde yayınlanan güncellenmiş Sektörel ŞİB Rehberi'nde, kripto paralar ile yapılan işlemlerin doğrudan şüpheli olarak sınıflandırılmadığı ifade edilmiştir. Bu rehber, işlemlerin müşteri profilini karşılamadığında veya tutar ve sıklık açısından alışılmadık olduğunda, işlem kaynaklarının belirsiz olması veya kişinin mali profiline uymayan nitelikte olması durumunda şüpheli sayılabileceğini açıklamıştır. Bu güncelleme, kripto paralarla yapılan işlemlerin daha ayrıntılı ve durumsal bir şekilde değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bu düzenlemeler, kripto paraların finansal sistemdeki rolünü ve potansiyel risklerini yönetme çabalarının bir parçası olarak görülmektedir (Hatipoğlu, 2021).

2.9.2. Sermaye Piyasası Kurulu'nun (SPK) Kripto Para Yaklaşımı

1 Aralık 2017 tarihinde Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) tarafından açıklanan kararda, Türkiye'de kripto paralar hakkında herhangi bir düzenleme bulunmadığı belirtilmiştir. SPK, kripto para birimlerinin Sermaye Piyasası Kanunu kapsamında türev araçlara dayanak teşkil edemeyeceğini ifade etmiştir. Bu nedenle, kripto paralarla ilgili olarak herhangi bir kurum tarafından müşterilere yönelik spot veya türev işlemlerin yapılamayacağına karar verilmiştir. Bu düzenleme, kripto paraların finansal

piyasalarda kullanılabilirliğini ve düzenleyici çerçevesini sınırlayarak, bu varlıkların resmi finansal araçlar olarak tanınmasını engellemiştir. Bu karar, kripto paraların yasal ve düzenleyici çerçevesinin belirgin olmadığı bir dönemde, yatırımcı koruması ve piyasa düzeninin sağlanması amacıyla alınmıştır (Hatipoğlu, 2021).

2.9.3. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Kurumu'nun (TÜBİTAK) Kripto Para Yaklaşımı

TÜBİTAK, 20 yılı aşkın süredir kriptografi alanında araştırmalar yürütmektedir. Bu bağlamda, 2017 yılından itibaren TÜBİTAK'a bağlı Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi (TÜBİTAK BİLGEM) blok zincir teknolojisi üzerine çalışmalar yapmaktadır. TÜBİTAK BİLGEM, blok zincir teknolojisinin gelişimini desteklemek ve bu alandaki yenilikleri araştırmak amacıyla kurduğu Blok zincir Araştırma Laboratuvarı aracılığıyla Ar-Ge faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu merkez, blok zincir teknolojisinin potansiyelini değerlendirmek, güvenlik protokollerini geliştirmek ve bu alandaki uygulamaları ilerletmek için önemli bir platform sunmaktadır.

Blok zincir Araştırma Laboratuvarı'nın ana görevleri şu şekildedir (TUBİTAK, 2018):

- *Akademik Literatür Takibi ve Katkı:* Blok zincir ve dijital para konularında mevcut akademik literatürü takip etmek, bu alandaki çalışmalara katkı sağlamak ve pratik uygulamalardaki teknolojik altyapıları incelemek ve analiz etmek.
- *Güvenlik ve Mahremiyet Analizi:* Blok zincir ve dijital para teknolojilerinin güvenlik ve mahremiyet yönünden analizini yapmak.
- *İleri Kriptografik Yapıtaşları:* Zero Knowledge Snark, Commitment, Dynamic Membership of Multi-party Signatures, Threshold Cryptography, Distributed Verification, Pairing-based Cryptography gibi ileri kriptografik yapıtaşlarının blok zincir teknolojisine entegrasyonunu araştırmak ve bu kavramların pratik uygulamalarda analizlerini yapmak, milli ve yerli blok zincir kurumları için kavram ispatları yapmak.
- *Ekonomik Risk Analizleri:* Ulusal çıkarları gözeterek ekonomik alanda risk analizleri yapmak.
- *Kitle Fonlama ve Mikroödeme Sistemleri:* Kitle fonlama (Crowdfunding, ICO) ve blok zincir tabanlı mikrofonlama/mikroödeme sistemlerini araştırmak.

- *Dijital Paraların İzlenebilirliği ve Regülasyon:* Dijital paraların izlenebilirliği ve regülasyon altyapısı üzerine çalışmalar yapmak.
- *Eğitim ve Danışmanlık:* Eğitim ve danışmanlık hizmetleri sağlamak.
- *Bilimsel Çalıştaylar:* Türkiye’de blok zincir ile ilgili bilimsel çalıştaylar düzenlemek.
- *Teknik Destek:* İlgili kamu kurumları, kuruluşlar ve özel sektöre teknik destek sağlamak
- *Akademik Projeler:* Blok zincir ve dijital para teknolojileri ile ilgili akademik bitirme projeleri, yüksek lisans ve doktora tezleri ile uluslararası literatüre katkı sağlamak.

TÜBİTAK BİLGEM tarafından gerçekleştirilen önemli etkinlikler şunlardır (TUBİTAK, 2018):

Ulusal Blok zincir Çalıştayı: 2-3 Nisan 2018 tarihlerinde düzenlenmiştir. Bu çalıştay, blok zincir teknolojisinin çeşitli yönlerini tartışmak ve bu alandaki gelişmeleri değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

Ulusal Blok zincir Çalıştayı: 25-26 Eylül 2019 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Bu ikinci çalıştayda, blok zincir teknolojisinin evrimi ve yeni uygulama alanları üzerinde durulmuş, teknolojiye dair güncel gelişmeler ve trendler ele alınmıştır.

Bu çalıştaylar, Türkiye’de blok zincir teknolojisinin gelişimini desteklemek ve bu alanda bilgi paylaşımını artırmak amacıyla düzenlenmiştir.

2.10. Kripto Paraların Olası Kullanım Alanları

Kripto paralar hem yatırım aracı hem de ödeme aracı olarak kullanılabilir, ancak ödeme aracı olarak kullanım oranı dünya genelinde oldukça düşüktür. Bitcoin’le yapılan işlemlerin sayısı zamanla artış göstermiş olsa bile küresel çapta nakit ve kredi kartı gibi geleneksel ödeme araçlarıyla kıyaslandığında işlem hacmi hala düşüktür. Kripto paraların ödeme aracı olarak benimsenmesinin önündeki başlıca engeller arasında yüksek volatilité, düşük kabul oranı ve yetersiz regülasyonlar bulunmaktadır. Bu durum, kripto paraların günlük alışverişlerde yaygın bir ödeme aracı olarak kullanılmasını sınırlamaktadır (Murşan, 2023: 84).

Bitcoin’in türevleri olan varlıklar, genellikle finansal ürünler olarak kabul edilir ve ödeme aracı olarak kullanımları çok nadirdir (Söderberg, 2018: 5). Bitcoin ve türevleri

(altcoinler), kısa ve orta vadede uluslararası para ve finansal enstrümanlara karşı tam anlamıyla bir ikame etkisi yaratmış olmasalar da son trendler bu dijital varlıkların önemli bir çevrimiçi para birimi ve ödeme sistemi haline geldiğini göstermektedir. Bitcoin ve altcoinler, özellikle çevrimiçi ödemelerde ve dijital platformlarda artan bir kabul görmekte, yatırım araçları olarak dikkat çekmektedir. Bu dijital para birimleri, geleneksel finansal sistemlerle kıyaslandığında hâlâ sınırlı bir kabul oranına sahip olsa da teknolojik gelişmeler ve artan kullanıcı talebi sayesinde finansal sistemlerdeki rollerinin genişlemesi beklenmektedir (Alpago, 2018: 424).

Kripto paralar, özellikle finansal piyasalar üzerinde derin etkiler yaratmıştır. 7 gün 24 saat işlem yapma imkânı, düşük komisyon oranları ve yüksek işlem hızları gibi avantajları, geleneksel aracı kurumlara kıyasla belirgin bir üstünlük sağlamaktadır. Bu durum, finans sektöründeki işletmeleri iş modellerinde değişiklik yapmaya zorlamaktadır. Geleneksel finansal araçlarla işlem yapan kurumlar, kripto paraların sunduğu bu yenilikçi özellikler karşısında adapte olma ve rekabet avantajı sağlama ihtiyacı duymaktadır. Kripto paraların sağladığı erişim kolaylığı ve düşük maliyetler, sektördeki iş yapma biçimlerini yeniden değerlendirmeye ve yenilikçi çözümler aramaya teşvik etmektedir (Karaoğlan vd., 2018: 16).

3. BLOK ZİNCİR TABANLI AKILLI SÖZLEŞMELER VE KRİPTO PARALARIN MUHASEBELEŞTİRİLMESİ

3.1. Kripto Paraların Muhasebeleştirilmesine Yönelik Literatür Taraması

Kripto paraların nasıl muhasebeleştirilmesi gerektiği konusu literatürde de geniş yer bulmaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde öncelikli olarak kripto paraların niteliğinin belirlenmemiş olması herhangi bir görüş birliği sağlanamadığı için standartların belirlenmemesi kripto paraların muhasebeleştirilmesinin önündeki en büyük engellerden biridir. Literatürde çalışmaların bir kısmında kripto paraların hazır değerler olarak nitelendirilerek yabancı paralar gibi TL'ye çevrilerek 100 kasa ana hesabının altında bir alt hesapta takip edilmesi gerektiği görüşü ifade edilirken kur farkından kaynaklı kar ve zarar ise kambiyo karı ya da kambiyo zararı hesapları altında incelenmesi gerektiği savunulmuştur. Diğer taraftan ise kripto paraların maddi olmayan duran varlık olarak nitelendirilmesi gerektiği görüşünü savunanlar literatürde yer almaktadır. Yine bu görüşlerin yanında ortaya çıkacak döviz bürolarına benzer kripto para alım satımı yapan işletmelerin eldeki kripto paraları 153 ticari mallar hesabında takip edilmesi gerektiği görüşü literatürde yer almaktadır.

Serçemeli (2018) çalışmasında muhasebede özün önceliği kavramının dikkate alınarak kripto paraların muhasebe kaydının kripto paraların ticari mal, hazır değer ya da menkul kıymet olarak nitelendirilmesine göre yapılması gerektiğini ifade etmiştir.

Vincent ve Wilkins (2020) çalışmada, kripto paraya yönelik işlemlerinin yasal bir altyapısının eksikliğine dikkat çekmiştir. Bu durumun kripto paralara yönelik denetiminde yetersiz kalmasına yol açacağı ifade edilmiştir.

Yüksel (2020), kripto paraların sınıflandırılmasında görüş birliğinin sağlanması önemli olduğunu vurgulamıştır. Teknolojik gelişmeler açısından kripto paraların muhasebeleştirilmesi işleminin yeni standartlara göre yapılmasını önermektedir. Piyasa değeri ve işlem hacmi yüksek olan kripto paralar için gerekli yasal düzenlemelerin yapılması, yeni muhasebe standartlarının hazırlanması, işletmeler

tarafından üretilen ya da yatırım amacıyla alınan kripto paraların doğru bir şekilde muhasebeleştirilmesi önemlidir.

Eren, Erek ve Akbaba (2020), kripto paraların muhasebeleştirilmesinde belirsizliğin önüne geçmek için kripto paralar ile ilgili standartlar belirlenmesi gerektiğinin üzerinde durup bu standartlar belirlenirken yalnız temel kullanım alanlarını değil, tüm kripto varlıkların güncel ve gelecekte ki muhtemel kullanım alanlarını değerlendirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Karaçalı (2019), çalışmasında kripto paraları hazır değer ve menkul kıymet olarak kabul ederek muhasebe kaydını tutmuştur. Kripto paralar hazır değer olarak ele alındığında, yabancı para gibi elde etme ve elden çıkarma anındaki kur farklılıkları dikkate alınarak izlenmiş ve dönem sonlarında da değerlendirme işlemleri yapılarak kar veya zarar olarak kaydedilmiştir. Menkul kıymet olarak ele alındığında, kripto para hem kısa vade de menkul kıymet hem de yatırım amaçlı bir değerli maden gibi takip edilmiştir. Bu yüzden alım-satım ve dönem sonu değerlemesi benzer şekilde yapılmış ve muhasebe kaydı yapılmıştır. Kripto paralar ile tüm hukuki alanlarda ulusal ve uluslararası ölçekte bir düzenlemenin gerekliliğini vurgulayarak belirsizliğin ortadan kaldırılmasının önemli olduğunu ifade etmiştir.

Akiz (2019), kripto paranın nasıl nitelendirileceği konusunda ortak bir düşünce oluşturulması gerektiğini ve daha sonra kripto paranın kontrolünü sağlamak için kripto paraların vergilendirilmesi, muhasebeleştirilmesi ve denetim mekanizmasının oluşturulması gerektiğini ileri sürmüştür.

Kızıl, Hanişoğlu ve Aslan (2019) çalışmalarında kripto paraların kullanımının yaygınlaşmasını destekleyenler, yatırımcıların zarara uğramaması için muhasebenin temel kavramları ve muhasebe ilkeleri gereğince bu alanda yasal düzenlemelere ihtiyaç bulunduğu görüşünü savunmaktadırlar.

Pehlivan (2020), çalışmasında, muhasebede yer alan temel kavramlardan biri olan özün önceliği kavramına göre kripto paralar yabancı para olarak değerlendirmiştir ve işlemin gerçekleştiği tarihte kripto para borsalarındaki kur üzerinden TL'ye çevrilip muhasebeleştirme işleminin yapılmasını uygun bulmuştur.

Stancheva, Eleonora (2019), çalışmasında kripto paralara ilişkin sorunların incelenerek yetkili merciler tarafından, kripto paraların muhasebeleştirilmesini şekillendirilmesi gerektiğini ifade etmiştir.

Ağ ve Gülhan (2022)'e göre spekülatif amacıyla alım-satım yapan işletmeler ellerindeki kripto paraları hazır değerler içerisinde göstermelidir. Kripto paraları işletmeler yatırım amaçlı bir değişim aracı olarak görmektedir. Kripto para madenciliği yapan işletmeler, kripto para üretildikten sonra ürettiği kripto parayı “157 Diğer Stoklar” hesabında izlemelidir. Türkiye’de kripto paralar için bir düzenleme yapılması halinde ortaya aynen döviz büroları gibi kripto para alım-satımı yapan işletmeler çıkacağı düşünülmektedir. Bu durumda bu işletmelerin kripto paraları “153 Ticari Mallar” hesabında izlemesi uygun görülmüştür.

Arslantaş (2016)'a göre, elde edilen Bitcoin yabancı para olarak nitelendirilmelidir 100 Kasa ana hesabının altında bir alt hesap açarak bu hesap altında kaydı tutulmalıdır ve kripto paranın elden çıkarıldığı tarihteki fiyatı üzerinden değerlendirilmelidir. Kar 646 Kambiyo Karları hesabına, zara ise 656 Kambiyo Zararları hesabına kaydedilmelidir.

Dizkırıcı ve Gökgöz (2018), çalışmalarında kripto paraların nitelik olarak yabancı para gibi kabul edilebileceğine yer vermiştir. Dizkırıcı ve Gökgöz'e göre Türkiye’de parayla ölçülme kavramı gereğince kripto paralar TL’ye çevrilmelidir. Özün önceliği kavramı gereğince ise yabancı para olarak nitelendirilip işlemin gerçekleştiği tarihteki kur üzerinden TL’ye çevrilerek kaydı yapılmalıdır.

Prochazka (2018) “Accounting for Bitcoin and Other Cryptocurrencies under IFRS: A Comparison and Assessment of Competing Models” başlıklı çalışmasında kripto paralara yönelik modellemeler sonucunda kripto paraların emtia, maddi olmayan duran varlık, nakit ve benzerleri ve finansal araç olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceğini tartışmıştır.

Yalçın (2019)'a göre, kripto paralar para, emtia ve menkul kıymet olarak nitelendirilebilir. Kripto para madenciliği yapan, kripto paraları değişim aracı olarak kullanan ve alım ile satımını yapan işletmeler, kripto paraları Türkiye’deki Muhasebe Sistemi Uygulama Genel Tebliği ve Uluslararası Muhasebe Standartları’na uygun olarak muhasebeleştirme işlemini yapmalıdır.

Yumuşaker (2019), çalışmasında kripto paraların eğer nitelik olarak ödeme aracı olarak değerlendirilirse Hazır Değerler grubu altında yeni bir alt hesap açılarak tıpkı yabancı paraların muhasebeleştirilme işlemi gibi kaydının yapılabileceğini, bu durumda 100 kasa hesabının altına kripto para alt hesabı açılarak meydana gelen kar

ya da zarar 646 ve 656 numaralı kambiyo karı ya da kambiyo zararı hesabı üzerinde takip edilebileceğini savunmuştur.

Tan ve Low (2017) çalışmasında, Bitcoinin kar amaçlı alınıp satılmasının mal alış satışına benzediği için IAS 2 Stoklar standardı hükümlerinin muhasebeleştirme sürecinde uygun görmüştür. Aynı zamanda finansal araç tanımına uymadığı için finansal bir araç olarak muhasebeleştirilemeyeceğini ifade etmiştir.

Dilek ve Doğan (2023), çalışmalarında, kripto paraların yabancı para olarak değerlendirilmesi durumunda, 100 Kasa hesabının altında bir alt hesap açılarak -örneğin Kripto Para Kasası- gibi bu hesapta kaydı tutulabileceğini, ancak altın gibi değerli bir maden olarak nitelendirildiğindeyse mevcut hesap planında 108 Diğer Hazır Değerler hesabında ya da hazır değerler grubunda yer alan boş hesaplarda, -104 Kripto Para gibi- hesabında takip edilebileceğini ifade etmiştir. Diğer yandan; kripto para ticareti yapan işletmeler için kripto paralar bir nevi stok kalemi olup faaliyetlerini kripto para ticaretinden sürdüren işletmeler kripto para alışlarını 153 Ticari Mallar hesabında muhasebeleştirmeleri uygun görülmüştür.

Alıcı ve Yanık (2022)'a göre, kripto paralar ödeme aracı olarak tutulduğunda 108 Diğer Hazır Değerler olarak kabul edilebileceği gibi 104-107 arasında bir hesap grubunda izlenebilir. Dönem sonu değerlendirme farkları ise kambiyo kar/zararları paralelinde dönem kar zararına aktarılmalıdır. Eğer kripto paralar yatırım amaçlı elde tutuluyorsa tıpkı finansal yatırım gibi UFRS 9'a göre muhasebe kaydı yapılır. Eğer bu tanımlara uymuyorsa kripto paralar maddi olmayan duran varlıklar olarak nitelendirilerek. Diğer Maddi Olmayan Duran Varlık hesabı veya 265-266 hesaplarında izlenebilir.

Raiborn and Sivitanides (2015)'e göre, kripto paraların ne tür bir varlık olarak nitelendirilmesi gerektiği literatürdeki en büyük eksikliklerdir. Çalışmada kripto paraların ekonomide bir değişim aracı olarak işe yaradığı için bir varlık olduğu ifade edilmiştir ancak, kripto paraların ne tür bir varlık olduğu konusunda görüş birliği bulunmamaktadır.

Kılıç ve Alataş (2023) ise kripto paraların muhasebeleştirilmesi yönünde görüşleri şu şekildedir; Kripto paralar karmaşık bir yapıdadır. Kripto paraları doğru bir şekilde ele alabilmek için öncelikle bir standarda ihtiyaç vardır. Alternatifler içinde değerlendirildiğinde kripto paraların maddi olmayan duran varlık olarak

nitelendirilmesi ve ona göre muhasebe kaydının yapılması, en çok tercih edilen yol olduğu görülmektedir.

Günümüzde, kişi ve kurumlar kripto paralar ile ödeme işlemlerini gerçekleştirebilmektedir ya da fiyat farklılıklarından yararlanarak kripto paraları kar sağlamak amacıyla yatırım aracı olarak kullanabilmektedirler. Kullanım alanı giderek genişleyen kripto paraların nasıl muhasebeleştirileceği konusu ise bir tartışma konusudur. Bu çalışmada kripto paraların muhasebe standartlarına göre nasıl muhasebeleştirilmesi konusunda literatüre katkı yapması amaçlanmaktadır.

3.2. Blok Zincir Tabanlı Akıllı Sözleşmeler ve Muhasebe Süreci

Blok Zinciri (Blockchain) teknolojisi, özellikle muhasebe ve finansal raporlama alanında devrim niteliğinde yenilikler getirme potansiyeline sahiptir. Blok zinciri, dijital varlıkların mülkiyetinin ve finansal işlemlerin doğrulanabilir, değiştirilemez ve şeffaf bir defterde tutulmasını sağlar (icaew.com,2019).

Muhasebe bilgi sistemi, işletme içerisinde oluşturulan tüm sistemlerin temel taşlarından biridir ve bilgi sağlama konusunda kritik bir rol oynar. İşletme içi ve dışı bilgi taleplerini karşılamak amacıyla tasarlanan bu sistem, işletme faaliyetlerine yönelik bilgilerin toplanması, işlenmesi ve raporlanmasını sağlar (Karacan, 2015)

Etkin bir muhasebe bilgi sistemi, işletmelerin finansal karar alma süreçlerini desteklemek ve paydaşlara güvenilir bilgi sağlamak için kritik bir araçtır. Bu sistem, belirli temel işlevleri yerine getirerek, karar alıcılar için bilgiye erişimi kolaylaştırır ve bilgi kalitesini artırır (Akdoğan ve Sevilengül, 2007: 4).

Kurumsal yönetim anlayışı, işletmelerin sürdürülebilirliği ve finansal istikrarı açısından büyük önem taşır. Bu anlayış, işletmelerin bilgi sağlama süreçlerinde belirli temel ilkeleri gözetmelerini gerektirir. Bilginin zamanında, sağlıklı, doğru ve güvenilir bir şekilde sunulması, kurumsal yönetimin temel prensipleri olan hesap verebilirlik, şeffaflık, adillik ve sorumluluk ilkeleriyle uyumlu olmalıdır (Erdemir, 2015: 13).

Blok zinciri (Blockchain) teknolojisinin, kurumsal yönetim anlayışının temel prensiplerini destekleyecek şekilde muhasebenin temel kavramlarına uygun olarak tasarlanmış bir muhasebe sistemi ile entegre edilmesi, işletmeler için son derece faydalı dönüşümler yaratabilir. Bu entegrasyon, muhasebe sistemlerinin daha güvenilir, şeffaf ve verimli olmasını sağlar ve işletmelerin finansal yapılarını

güçlendirir. Muhasebe işletmeler için yalnızca bir bilgi sistemi değil, aynı zamanda stratejik karar alma süreçlerini destekleyen çok yönlü bir araçtır. İşletmelerin faaliyetlerini izlemeye, performanslarını teşhis etmeye, gerekli önlemleri belirlemeye ve geleceğe yönelik planlar yapmaya dayanak oluşturacak bilgi kaynağını sağlar. Bu nedenle muhasebe, bir "bilgi aracı," bir "kontrol aracı" ve bir "öngörme aracı" olarak işlev görür. Ülkemizde uygulanan muhasebe sisteminin temel kuralları, bu işlevlerin etkin bir şekilde yerine getirilmesini sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Bu kurallar, muhasebe bilgilerinin doğru, güvenilir ve karşılaştırılabilir olmasını temin ederken, aynı zamanda kurumsal yönetim ve karar alma süreçlerinde önemli bir rol oynar (Sevilengül, 2016: 11).

Muhasebe usul ve esaslarına göre, muhasebenin ürettiği bilgilerin karar alıcılara "yeterli ve doğru olarak ulaştırılması" esastır. Bu, karar alıcıların sağlıklı ve isabetli kararlar alabilmesi için gereklidir. Ayrıca, muhasebenin sağladığı bilgilerin farklı işletmeler arasında ve aynı işletmenin farklı dönemlerinde karşılaştırılabilir olması önemlidir. Bu karşılaştırılabilirlik, bilginin tutarlı bir şekilde sunulması, aynı muhasebe ilkelerine göre düzenlenmesi ve anlaşılabilir olması ile sağlanır. Böylece, işletmeler ile paydaşları arasında güven ilişkisi kurulur ve sürdürülür. Bu güven, bilginin doğruluğu, şeffaflığı ve tutarlılığı ile pekişir (Akdoğan, Sevilengül, 2007: 4).

Blok zinciri (blockchain) teknolojisinin muhasebe alanındaki uygulamaları ve etkileri incelendiğinde,

- 1- Blok zincirinin temel özellikleri, muhasebe süreçlerinde köklü değişiklikler sağlayabilir. Blok zinciri, merkezi olmayan bir yapı sunar, bu da işlemlerin ve veri yönetiminin tek bir otoriteye bağımlı olmadan dağıtık bir ağ üzerinden yürütülmesini sağlar. Bu özellik, muhasebe sistemlerinde daha yüksek bir güvenlik ve şeffaflık düzeyi sağlayabilir. Ayrıca, blok zincirinde işlemler ağdaki tüm kullanıcılar tarafından doğrulanır, bu da verilerin kesinlikle doğrulanmasını ve güvenilirliğini artırır. Her işlem kaydedildiğinde, blok zincirinin değiştirilemez ve korumalı yapısı sayesinde, muhasebe kayıtları güvence altına alınır. Bu özellikler, muhasebe sürecinde ve özellikle raporlama aşamasında önemli değişiklikler yaparak, tüm paydaşların katkı ve onay süreçlerini kolaylaştırır ve sürecin genel güvenilirliğini artırır (Dai, Wang ve Vasarhelyi, 2017).

- 2- Blok zincirleri, genel erişime açık ya da özel olabilir. Açık blok zincirleri, herkesin katılımına ve yeni bloklar eklemesine izin verir. Bu tür blok zincirlerinde, güvenlik riski oluşsa da ağın her üyesi "doğru" işlemler kümesinde oy kullanma olanağına sahip olduğundan, ağın çoğunluğu tarafından kabul edilen işlemler doğru blok zinciri olarak kabul edilir. Bu, dağıtımın ve şeffaflığın sağlandığı bir ortam yaratır. Ancak mali nitelikli bilgiler gibi hassas verilerin paylaşımı söz konusu olduğunda, genellikle özel blok zincirleri tercih edilir. Özel blok zincirlerinde, yalnızca yetkilendirilmiş katılımcılar blok ekleyebilir ve verileri erişebilir. Bu yapı, mahremiyet ve gizlilik ihtiyacını karşılamak için kritik öneme sahiptir. Özel blok zincirleri, geleneksel muhasebe defterlerine benzer bir yapı oluşturarak, işletmelerin veri güvenliğini ve kontrolünü sağlamalarına olanak tanır. Bu sayede, yalnızca yetkili kişilerin blok oluşturma ve erişim süreçlerine dahil olması sağlanır, böylece hassas bilgiler daha güvenli bir şekilde yönetilir (Coyne ve McMickle, 2017: 102).
- 3- Gerçek Zamanlı Blok Zinciri Muhasebe Sistemi, çoklu para birimleri, finansal türevler ve dijital belgeler arasında işlemler gerçekleştirebilmenizi sağlar. Bu sistem, verileri madencilik sürecinde şifreli bloklarda saklar ve finansal tabloların herhangi bir zamanda düzenlenmesine olanak tanır. İşletme ve paydaşlarının sistemin sunduğu faydalardan yararlanabilmesi için sistemin "Şeffaflık, Değişmezlik, Erişilebilirlik" koşullarını sağlaması gerekmektedir (Inghirami, 2019: 11).
- 4- Blok zinciri teknolojisi, denetim süreçlerinde önemli avantajlar sağlar. Verilerin merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymadan, güvenli ve şeffaf bir şekilde kaydedilmesini mümkün kılar. Bu teknoloji sayesinde, defter üzerine kaydedilmiş veriler şifreleme ve dağıtılmış defter teknolojisi ile güvence altına alınır, bu da denetim sürecinde birçok belgenin doğrulanmasını kolaylaştırır (Young, 2015). Blok zinciri teknolojisi, varlık ve kaynakların konum ve durumunu sürekli olarak güncelleyerek gerçek zamanlı izlemeyi mümkün kılar. Bu özellik, özellikle uzak bölgelerdeki stokların anlık olarak kontrol edilmesini sağlar ve izlemeyi daha şeffaf hale getirir. Blok zincirindeki veriler değiştirilemez ve güvenli bir şekilde saklandığı için, geçmiş işlemler ve değişiklikler denetim izleri olarak kaydedilebilir. Bu da belge doğrulama ve işlem incelemelerini kolaylaştırır. Ayrıca, elektronik faturalar, konşimentolar, akreditifler ve makbuzlar gibi

belgeler blok zincirinde belgelenecek izlenebilir ve değiştirilemez hale gelir. Bu, tüm belgelerin güvenilirliğini artırır ve dolandırıcılık riskini azaltır (Mainelli ve Smith, 2015).

- 5- Blok zinciri teknolojisi, finansal bilgilerin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmak için çapraz doğrulamayı hızla yapma imkânı sunar. Bu sistem, denetçilerin finansal verilerin bütünlüğünü test etmek amacıyla taraflar arasında anlık paylaşım sağlar. Gerçek olmayan satışları önlemek için blok zincirine tanımlamalar yapılarak, belirli dosya türlerinin dâhil edilmesi sağlanır. Kayıt olmaması durumunda hatalı veya hileli işlem olasılığı nedeniyle sürecin incelenmesi standart hale getirilebilir. Ayrıca, blok zinciri teknolojisinin yöneticiler, denetçiler, iş ortakları ve alacaklılar arasında sorumluluk paylaşımı ve denetimli roller tanımlanması, yeni bir güvence seviyesi sunar. Bu paydaşlar, yükümlülükleri ve mülkiyeti onaylamak için güvenilir ve bağımsız bilgileri sunarak işlem doğrulama sürecine katkıda bulunurlar. Bu iş birliği, işlemler için güvenilir ve eş zamanlı bir güvence sağlar (Dai ve Vasarhelyi, 2017: 14).
- 6- Blok zinciri ve akıllı sözleşmeler, muhasebe verilerini güvenli ve şeffaf bir şekilde yönetmek için güçlü araçlar sunar. Blok zinciri teknolojisi, muhasebe verilerini merkezi olmayan, değiştirilmesi imkânsız bir defterde saklar, bu da veri güvenliğini ve doğruluğunu artırır. Akıllı sözleşmeler, belirli kurallara göre otomatik olarak işlem yaparak muhasebe süreçlerini hızlandırır ve hata riskini azaltır. Bu teknolojiler, veri akışını gerçek zamanlı olarak izlemeyi ve paylaşmayı sağlar, böylece yöneticiler, denetçiler ve paydaşlar anlık bilgilere ulaşabilir. IoT ile entegrasyon, fiziksel nesnelere gerçek zamanlı olarak izleyerek süreçlerin kontrol edilmesine olanak sunar. Sonuç olarak, bu sistemler, güvenilir ve şeffaf bir muhasebe ekosistemi oluşturarak, iş süreçlerini daha etkili ve güvenilir hale getirir (Dai ve Vasarhelyi, 2017: 9, icaew.com, 2019).
- 7- Blok zinciri, önemli bir potansiyele sahip olup güvenli bir muhasebe bilgi sistemidir. Bu teknoloji, ağa bağlı yetkilendirilmiş bilgisayarlar sayesinde sistemin çalışmasını denetler ve bilgilerin yetkisiz kişilerce incelenmesini veya değiştirilmesini önler. Blok zincirinin doğru bir şekilde tasarlanmış ve yerleşik kurallara sahip olması, insan müdahalesini en aza indirir ve ağırlıklı olarak otomatik takip sağlar, bu da kontrol sürecini kolaylaştırır. İşletmeler, blok zincirini güvenlik sistemlerine entegre ederek muhasebe bilgi sistemlerinin

güvenli bir veri tabanı ve güçlendirilmiş bir kontrol sistemi ile desteklenmesini sağlar. Bu şekilde, siber dolandırıcılık riskini azaltarak veri güvenliğini artırabilirler (Dai, Wang ve Vasarhelyi, 2017, Lazanis, 2015).

- 8- Yermack (2017: 8-10) çalışmasında, blok zincirinin eş zamanlı muhasebe uygulamaları için kullanılabileceğini belirtmiştir. Bu çalışmaya göre, işletmelerin olağan faaliyetlerinin blok zinciri üzerinden kayıt edilmesi mümkündür. Blok zincirine eklenen veriler, doğru ve güncel finansal bilgilere zamanında erişim sağlar. Bu da tarafların, ihtiyaçlarına uygun finansal raporlar oluşturmaya olanak tanır. Yermack'in bulguları, blok zincirinin muhasebe süreçlerinde nasıl daha etkin ve şeffaf bir çözüm sunabileceğine dair önemli bir örnek teşkil etmektedir.
- 9- Kiviat (2015), muhasebe kayıtlarının tutulmasına yönelik olarak blok zincirinde "üçlü veri girişi/kayıt muhasebesi" fikrini önermiştir. Bu yaklaşım, blok zincirinin muhasebe verilerini onayladıktan ve zincire ekledikten sonra değiştirilemez veya manipüle edilemez olması özelliğinden yararlanır. Akıllı sözleşme teknolojisi, muhasebe standartlarını ve iş kurallarını izleyerek işlem kayıtlarının hızlı bir şekilde doğrulanmasını sağlar. Kiviat'ın önerdiği model, üçüncü kaydın blok zincirine kodlanarak güvenilir veri paylaşımını ve sürekli raporlamayı kolaylaştıracak şeffaflıkta, şifrelenmiş ve kendi kendini doğrulayan bir muhasebe bilgi sistemi oluşturulabileceğini öne sürmektedir. Bu özellikler, blok zincirinin muhasebe uygulamalarında güvenliği ve doğruluğu artırmak için nasıl etkili bir araç olabileceğini göstermektedir (Kiviat, 2015, Dai ve Vasarhelyi, 2017: 10)
- 10- Blok zinciri, varlık transferlerinin kaydını tutarak, kayıtların zincir üzerinde izlenmesine ve dolayısıyla her türlü kötüye kullanımın tespit edilmesine olanak sağlar. Bu teknoloji, her işlem bloğu ile birlikte kriptografik olarak güvence altına alınmış ve değiştirilemez bir kayıt sağlar. Böylece, işlemler şeffaf bir şekilde takip edilebilir ve herhangi bir usulsüzlük veya kötüye kullanım anında fark edilebilir. Bu özellik, blok zincirini varlık yönetiminde güvenli ve etkili bir araç haline getirir (Dai, Wang ve Vasarhelyi, 2017). Blok zinciri defteri kaydının sürekliliği ve değiştirilemezliği, yönetimin gerçekte olmayan işlemleri ve ödemeleri kaydetmesini engeller. Bu özellik, muhasebe işlemlerinin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırır. Blok zincirinin şeffaflığı, adli muhasebecilerin önemli dönem işlemlerine erişimini ve incelemesini kolaylaştırır. Böylece, herhangi bir

uygunsuzluk veya dolandırıcılık girişimi daha kolay tespit edilebilir ve raporlanabilir. Bu da, finansal kayıtların güvenilirliğini ve muhasebe süreçlerinin şeffaflığını önemli ölçüde artırır (Dai ve Vasarhelyi, 2017).

Blok Zinciri (Blockchain) teknolojisi, muhasebe alanında sağladığı katkılarla finansal raporlama süreçlerini kökten değiştirme potansiyeline sahiptir. Mali tablolarda yer alan bilgilerin karar alıcılar için en uygun şekilde kullanılabilmesi, bu bilgilerin anlaşılabilir, ihtiyaca uygun, güvenilir, karşılaştırılabilir ve zamanında düzenlenmiş olmasına bağlıdır (Holotiuk, Pisani ve Moormann, 2017: 914). Bu konudaki görüşler incelendiğinde bu cümleyi destekler niteliktedir.

3.3. Kripto Para Birimlerinin UMS/UFRS Kapsamında Muhasebeleştirilmesi

Bu başlık altında kripto paraların niteliğinin belirlenmesine yönelik görüşler incelenmiştir.

3.3.1. Kripto Para Birimlerinin Nakit ve Benzeri Olarak Sınıflandırılması

Kripto para birimlerinin muhasebeleştirilmesi konusunda birkaç farklı yaklaşım bulunmaktadır ve bu konudaki en yaygın yöntemlerden biri, kripto paraların nakit ve benzeri ödeme araçları gibi muhasebeleştirilmesidir. Bitcoin gibi kripto paralar, ilk olarak Nakamoto (2008) tarafından bir ödeme aracı olarak tanımlanmıştır ve bu perspektiften bakıldığında, muhasebede nakit, çek, kredi kartı gibi geleneksel ödeme araçlarıyla benzer şekilde ele alınabilir. (Şahin, 2019). Kripto para birimlerinin nakit olarak muhasebeleştirilmesi gerektiğini savunan literatür, genellikle bu varlıkların muhasebe sistemine entegrasyonu konusunda çeşitli öneriler sunmaktadır. Bu yaklaşım, kripto paraların geleneksel nakit ve benzeri ödeme araçlarıyla benzer bir şekilde ele alınmasını öngörür. Belirtilen görüş çerçevesinde kripto para nakit olarak değerlendirilmekte ve yevmiye kaydı aşağıdaki gibi kaydedilmiştir. Piyasa değeri 250.000 TL iken 4 BTC alan bir firma için yevmiye kaydı (Pirim, 2022: 56);

xx.xx.xxxx			
KASA (Kripto Paralar)		1.000.000	
KOMİSYON GİDERİ		1.000	
	BANKA		1.001.000
* Satın alınan 4 BTC için, 4x250.000=1.000.000 TL			
Komisyon: 1.000.000 x %0,1 = 1000 TL			

Kripto para birimlerinin elektronik para olarak değerlendirilmesi, bazı önemli farkları göz ardı edebilir. Elektronik paralar, merkezi bir otorite tarafından ihraç edilen ve genellikle resmi para birimlerinin dijital versiyonları olarak kabul edilen varlıklardır. Bu paralar, yasal ödeme aracı olarak işlev görür ve enflasyon gibi ekonomik faktörlerden etkilenebilir. Kripto paralar ise merkezi bir otoriteye bağlı olmadan, blockchain teknolojisi aracılığıyla çalışır. Bu yapı, kripto paraların enflasyonist olmamasını ve kullanıcıların anonimlik ve şeffaflık gibi özelliklere sahip olmasını sağlar. Ayrıca, kripto para işlemleri geri döndürülemez, yani bir işlem yapıldığında geri alınamaz. Elektronik paralar ise genellikle merkezi bir kontrol mekanizmasına sahip olup, işlem geri döndürme ve iptal etme imkanı sunar. Bu temel farklılıklar, kripto paraların ve elektronik paraların muhasebe ve regülasyon yaklaşımlarındaki farklılıkları anlamada kritik öneme sahiptir (Rotman,2014).

TMS-7 "Nakit Akış Tabloları" standardında, nakit ve nakit benzerleri farklı şekillerde tanımlanır. Nakit, işletmelerin kasalarında bulundurdukları ve vadesiz mevduat hesaplarında tuttıkları likit varlıkları ifade eder. Nakit benzerleri ise, değeri hemen nakde çevrilebilen, yüksek likiditeye sahip ve değer değişim riski minimal olan kısa vadeli yatırımları kapsamaktadır. Bu tür yatırımlar genellikle kısa vadeli menkul kıymetler veya hazine bonoları gibi, nakde dönüştürülmesi kolay ve değer dalgalanmalarına karşı dayanıklı varlıkları içerir. Bu tanımlar, nakit akış tablolarının hazırlanmasında ve finansal raporlamada likidite durumunun doğru bir şekilde yansıtılmasını sağlar (TMS 7). TMS-7 "Nakit Akış Tabloları" standardındaki tanımlamalara göre, kripto paralar nakit ve nakit benzeri varlıklar kategorisine uymamaktadır. Standart, nakit benzeri varlıkları, kısa vadeli, yüksek likiditeye sahip ve değer değişim riski minimal olan yatırımlar olarak tanımlar. Kripto paralar ise

yüksek dalgalanmalar yaşadıkları ve değer değişim riskleri önemli olduğu için bu tanımla uyumlu değildir. Ayrıca, kripto paralar genellikle yatırım amacıyla kullanılmakta ve mevcut tanımlamalara göre, değeri hızla değişebilen varlıklar olarak kabul edilmektedir. TMS-7'de nakit tanımı açıkça belirtilmemiştir, ancak literatürde nakit, genellikle mal ve hizmetlerin ödenmesi veya borçların geri ödenmesi için kullanılan para olarak kabul edilir. Kripto paralar, birçok yasal mevzuatta resmi değişim aracı olarak tanınmadığı için, ticari işlemlerde bir ödeme aracı olarak kullanıldıklarında, TMS 21 "Yabancı Paranın İşlemleri" standardına göre ele alınır. Bu durumda, kripto paralar işlem tarihindeki spot döviz kuru üzerinden fonksiyonel para birimine çevrilerek muhasebeleştirilir (TMS 21). Her raporlama dönemi sonunda, parasal kalemler olan kripto paralar kapanış kurundan çevrilmektedir. Bu uygulama, kripto paraların piyasa değerindeki dalgalanmaları yansıtmak ve muhasebe kayıtlarının güncel değerlerle uyumlu olmasını sağlamak amacıyla yapılır. Ancak, El Salvador ve Orta Afrika Cumhuriyeti gibi bazı ülkeler, belirli kripto para birimlerini resmi para birimi olarak kabul etmektedir. Bu ülkelerde, kabul edilen kripto para birimi, yerel düzenlemelere ve muhasebe standartlarına göre nakit ve nakit benzeri olarak sınıflandırılabilir. Bu, kripto paranın o ülkedeki resmi para birimi olarak kabul edilmesiyle mümkün olur ve bu durumda, kripto paralar, nakit ve benzeri varlıklar gibi muhasebeleştirilir ve raporlama dönemlerinde kapanış kurundan çevrilir (Pirim, 2022:58);

3.3.2. Kripto Para Birimlerinin Stok Olarak Sınıflandırılması

TMS 2 "Stoklar" standardına göre, stoklar, bir işletmenin olağan faaliyetleri kapsamında satılmak üzere elde tuttuğu, üretilmekte olan veya üretim sürecinde ya da hizmet sunumunda kullanılacak olan varlıklar olarak tanımlanır (TMS 2). Kripto paralar, işletmelerin olağan faaliyetleri kapsamında satılmak için elde tuttuğu varlıklar arasında yer alabilir ve bu bağlamda stok olarak değerlendirilebilir. Özellikle kripto para ticareti yapmak amacıyla olan işletmeler, kripto paralarını stok olarak aktifleştirebilirler. Bu durumda, kripto paraların ölçümü TMS 2 "Stoklar" standardına uygun olarak, maliyet değeri ile net gerçekleştirilebilir değerinden düşük olanı üzerinden yapılır. Net gerçekleştirilebilir değer, kripto paraların piyasada elde edilebilecek muhtemel satış fiyatını ifade eder. Ancak, günümüzde birçok işletmenin kripto para tutma amacı ticaret yapmak değilse, bu durum kripto paraların stok olarak

muhasebeleştirilmesini etkileyebilir. Yine de işletmenin faaliyet amacına ve muhasebe standartlarına göre uygun muhasebe yöntemleri belirlenmelidir.

Olağan işletme faaliyetleri çerçevesinde kripto parayı satmak için bulunduran firmanın yevmiye kaydı aşağıdaki gibi yapılabilir (Pirim, 2022: 58);

		xx.xx.xxxx	
STOKLAR (Kripto Paralar)		1.000.000	
KOMİSYON GİDERİ		1.000	
	BANKA		1.001.000
* Satın alınan 4 BTC için, 4x250.000=1.000.000 TL			
Komisyon: 1.000.000 x %0,1 = 1000 TL			

TMS 2 "Stoklar" standardına göre, stokların satın alma maliyeti, satın alma fiyatı, ithalat vergileri ve diğer vergiler (firma tarafından vergi idaresinden iade alınabilecek olanlar hariç), nakliye, yükleme, boşaltma maliyetleri ve mamul, malzeme ve hizmetlerin elde edilmesiyle doğrudan bağlantısı kurulan diğer maliyetleri içerir. Kripto para satın alırken ödenen komisyon, bu kriterlere göre kripto paranın satın alınmasıyla doğrudan bağlantılı olduğu için stok maliyeti olarak sayılabilir. Yani, kripto para alımında ödenen komisyonlar, stok maliyetinin bir parçası olarak muhasebeleştirilebilir. Bu yaklaşım, kripto paraların stok olarak muhasebeleştirilmesi durumunda, ilgili maliyetlerin doğru bir şekilde yansıtılmasını sağlar (Pirim, 2022: 58);

3.3.3. Kripto Para Birimlerinin Finansal Araç Olarak Sınıflandırılması

Finansal varlık, satıcıdan alıcıya gelecekte gelir elde etme hakkı veren bir finansal araç olarak tanımlanır; yani ihraççının gerçek varlıkları ve yarattığı nakit üzerinde bir hak oluşturur. Bu tanıma göre, kripto paralar finansal varlık olarak değerlendirilemez. TFRS 9 standardına göre, bir işletme sadece finansal araca ilişkin sözleşme hükümlerine taraf olduğunda bir finansal varlığı veya yükümlülüğü finansal durum tablosuna alır. Kripto paralar, sahiplerine sözleşmeden doğan bir hak veya yükümlülük tanımadıkları ve satıcıdan alıcıya geçtiğinde satıcıyla herhangi bir bağı kalmadığı için finansal varlık olarak muhasebeleştirilemezler. Ancak, kripto paraların gelecekteki

alım veya satımına yönelik sözleşmeler, ya da kripto para hareketlerine bağlı nakdi içeren diğer sözleşmeler türev ürün tanımını karşılayabilir. Bu durum, kripto paraların finansal araç muhasebesinin bir parçası olabildiğini sağlayabilir (CPA, 2018).

3.3.4. Kripto Para Birimlerinin Maddi Olmayan Duran Varlık Olarak Sınıflandırılması

TMS 38 "Maddi Olmayan Duran Varlıklar" standardına göre, maddi olmayan duran varlıklar, işletme tarafından kontrol edilen ve işletmeye gelecekte ekonomik yarar sağlaması beklenen, fiziksel niteliği olmayan tanımlanabilir parasal olmayan kaynaklardır. Uluslararası muhasebe otoritelerinin çoğu, kripto paraların maddi olmayan duran varlık tanımına uyduğu görüşündedir. Kripto paraların maddi olmayan duran varlık olarak kabul edilebilmeleri için varlığın tanımlanabilir olması, varlık olması, parasal olmaması, fiziksel varlığa sahip olmaması gerekmektedir. Bu özellikler, kripto paraların maddi olmayan duran varlık olarak değerlendirilmesini destekleyen unsurlardır. Ancak, bu değerlendirme, uluslararası muhasebe standartlarının ve düzenlemelerinin yanı sıra yerel muhasebe standartlarına da bağlıdır (CPA, 2018).

Kripto paraların maddi olmayan duran varlık olarak değerlendirilebilmesi için belirli kriterlere uyması gerekmektedir. TMS 38 "Maddi Olmayan Duran Varlıklar" standardına göre, bir varlık tanımlanabilir olmalı, işletme tarafından kontrol edilmeli, parasal olmamalı ve fiziksel bir varlığa sahip olmamalıdır. Kripto paralar, bölünüp ayrılabilen özellikleri nedeniyle tanımlanabilir varlıklar arasında yer alır. Ayrıca, kripto paralar genellikle gelecekte ekonomik fayda sağlamak amacıyla satın alınır ve işletmeler tarafından alım-satım yapılarak kâr elde edilir; bu nedenle varlık tanımını da karşılar. Kripto paralar, fiziksel bir para yerine dijital formda bulunur ve parasal varlık olarak kabul edilmezler, bu yüzden parasal olmayan varlıklar kategorisindedir. Bu nedenlerle, kripto paraların maddi olmayan duran varlık olarak değerlendirilmesi mümkündür (TMS 38).

TMS 38 "Maddi Olmayan Duran Varlıklar" standardına göre, ayrı olarak elde edilen bir maddi olmayan duran varlığın maliyeti, ithalat vergileri ve iade edilmeleri mümkün olmayan satın alma vergileri dahil, ticari iskontolar ve indirimler düşüldükten sonraki satın alma fiyatı ve varlığı kullanım amacına uygun hale getirmeye yönelik doğrudan varlıkla ilişkilendirilebilen diğer maliyetlerden oluşur. Bu kapsamda, kripto para satın

alırken ödenen komisyonlar da doğrudan varlıkla ilişkili bir maliyet olarak kabul edilebilir (TMS 38). Dolayısıyla, kripto parayı satın alırken ödenen komisyonun, kripto paranın maliyetine eklenmesi ve bu şekilde muhasebeleştirilmesi gerekmektedir. Bu uygulama, varlıkların maliyetlerini doğru bir şekilde yansıtmak ve muhasebe standartlarına uygunluk sağlamak için önemlidir.

İşletmenin kripto parayı olağan işletme faaliyetleri çerçevesinde satmak için elinde tutması durumunda yapılması gereken yevmiye kaydı aşağıda belirtilmektedir (Pirim, 2022: 60):

		XX.XX.XXXX	
Maddi Olmayan Duran Varlık (Kripto Paralar)		1.001.000	
	BANKA		1.001.000
* Satın alınan 4 BTC için, 4x250.000=1.000.000 TL			
Komisyon: 1.000.000 x %0,1 = 1000 TL			

3.4. Dünya Çapında Muhasebe Kuruluşlarının Görüşleri

Kripto paralar ve muhasebeleştirilmesi, beş farklı işlem türüne konu olabilir. İlk olarak, madencilik yaparak yeni kripto paralar üretme ve işlem transferlerinde aracılık ederek komisyon geliri elde etme işlemi bulunmaktadır. İkinci olarak, kripto para alım satımında aracılık yaparak borsa işlemlerinde komisyon gelirleri elde etme işlemi söz konusudur. Üçüncü işlem, yatırımcı olarak kripto paraların fiyat farklarından yararlanarak kazanç sağlamayı hedefleyen alım satımlardır. Dördüncü olarak, ticari mal veya hizmet alımlarında ödeme aracı olarak kripto paraların kullanılması yer alır. Beşinci işlem ise, Bitcoin dışında bir kripto para için yapılan ilk halka arzdan yararlanarak gelecekteki fiyat artışlarından kâr sağlama fırsatıdır. Ayrıca, kripto para dünyasının dinamik yapısı göz önüne alındığında, sürekli olarak yeni fırsatlar ve para kazanma yöntemleri ortaya çıkmaktadır (Serçemeli, 2018). Bu nedenlerden dolayı belirtilen varlıkların muhasebeleştirilmesinde varlıkların;

- Hesap sınıfının belirlenmesi,
- Değerleme ölçütlerinin belirlenmesi,
- Hangi muhasebe standartları kapsamında inceleneceği,

- Diğer bireyler adına kripto para saklama (bulundurma) durumunda nasıl bir yöntemin izleneceği gibi sorulara cevap bulunması gerekmektedir.

Amerikan Sertifikalı Kamu Muhasebecileri Enstitüsü (AICPA&CIMA), 4 Aralık 2019 tarihinde “Accounting for and Auditing of Digital Assets” başlıklı bir uygulama rehberi bülteni yayınlamıştır. Bu bültende, kripto varlıklar dijital varlıklar alt türü olarak tanımlanmıştır. Kripto varlıklar, bir değişim aracı olarak işlem gören ve belirli özelliklere sahip olan varlıklar olarak ifade edilmektedir. Bu özellikler genellikle, kripto varlıkların dijital ortamda var olması, merkezi bir otoriteye bağlı olmaması ve genellikle anonimlik, şeffaflık gibi özellikleri içerir. Bülten, kripto varlıkların muhasebeleştirilmesi ve denetimi konusunda rehberlik sağlamayı amaçlamaktadır. Buna göre kripto para olarak nitelenmesi için aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekmektedir.

- Bir kamu kurumu ya da merkezi yönetim tarafından çıkarılmaması,
- İki taraf arasında bir sözleşme bulunmaması,
- Menkul kıymetleri içeren kanunlarda tanımlanan ve menkul kıymet özelliği taşımayan varlıklar olmaları,

Kripto varlıkların muhasebe hesapları açısından yerleştirileceği sınıf konusunda yapılan değerlendirmelere göre, kripto paraların "nakit ve nakit benzerleri" sınıfına dahil edilmesi uygun bulunmamıştır çünkü bu varlıklar merkezi bir kurum tarafından yayınlanmamaktadır. Ayrıca, kripto paraların finansal araçlar sınıfına alınması da uygun görülmemiştir çünkü bunlar sözleşmeye dayanmayan ve vadeleri olmayan varlıklar olarak değerlendirilmiştir. Maddi varlıklar olmadıkları için stok tanımına da uymayan kripto paralar, fiziksel özellikleri bulunmayan ve finansal varlıklar dışında kalan bir sınıfa, yani "maddi olmayan duran varlıklar" sınıfına dahil edilmiştir. AICPA&CIMA, bu kararı alırken FASB'in ACS sözlüğündeki maddi olmayan duran varlık tanımına ve kripto paraların belirtilen özelliklerine dayanmıştır. AICPA'nın yaptığı çalışmada kripto paraların muhasebeleştirilmesiyle ilgili olarak maddi olmayan varlıkların ömürleri üzerinde belirli bir ömre sahip olup olmadıkları veya belirsiz bir ömre sahip olup olmadıkları ele alınmıştır. Özellikle FASB'in 350-30-35-4 numaralı yönergeleri, maddi olmayan varlıkların faydalı ömrüyle ilgili sınırlamaları ve belirsizlikleri düzenlemektedir. Bu yönergeler, maddi olmayan varlıkların faydalı ömrünün belirli bir süre olup olmadığını veya belirsiz olup olmadığını değerlendirmeye yönelik kriterler sunar. Kripto paralar, işletmeler için genellikle

belirli bir ömre sahip olmamakta ve bu nedenle belirsiz bir ömre sahip olarak sınıflandırılabilirler. Bu durum, kripto paraların değerlerinin ve kullanım sürelerinin sürekli değişkenlik gösterebilmesi ve bu varlıkların kullanımının net bir süreyle sınırlandırılmamasıyla ilgilidir. Bu bağlamda, kripto paraların belirsiz ömre sahip maddi olmayan duran varlıklar olarak sınıflandırılması, muhasebe uygulamaları açısından uygundur. Bu sınıflama, kripto paraların değerinin zaman içinde değişebileceği ve belirli bir kullanım süresiyle sınırlanamayacağı düşüncesine dayanır (Aslan, 2020:260-270).

Fermanlı ve Kamudan Ruhsatlı Muhasebeciler Birliği'nin (ACCA) "stratejik işletme araştırmaları ve raporlaması"nın içeren makalede kripto paraların muhasebeleştirilmesiyle ilgili önemli noktalar ele alınmıştır. Makalede, kripto paraların ilk bakışta nakit ve nakit benzeri varlıkların başka bir formu olarak görülebileceği belirtilmiştir. Ancak, bu varlıkların nakit ve nakit benzeri varlıkların özellikleriyle birebir aynı özelliğe sahip olmadığı ifade edilmiştir. Özellikle, IAS 7 (Nakit Akışları) ve IAS 32 (Finansal Araçlar: Sunum) standartlarının tanımlarına göre, kripto paralar nakit ve nakit benzeri varlıkların yerine geçmez. Nakit ve nakit benzeri varlıklar genellikle mal ve hizmet alım satımında bir değişim aracı olarak kullanılır ve likidite özelliğine sahiptir. Ancak, kripto paralar bu standartlarda tanımlanan bu özellikleri tam anlamıyla karşılamamaktadır. Kripto paralar, özellikle fiyat volatilitesi, yasal belirsizlikler ve sınırlı kabul oranları nedeniyle, nakit ve nakit benzeri varlıkların tüm işlevlerini yerine getiremeyebilir. Bu nedenle, kripto paraların muhasebeleştirilmesi ve finansal raporlama açısından, bu varlıkların nakit ve nakit benzeri varlıklardan farklı özelliklere sahip olduğu ve dolayısıyla farklı muhasebe standartlarına tabi tutulması gerektiği sonucuna varılmaktadır. Bu, kripto paraların finansal tablolar üzerindeki etkilerini ve raporlama gerekliliklerini dikkate almak açısından önemlidir. IAS 7, nakit benzerlerini "bilinen nakit miktarına kolayca dönüştürülebilir ve önemsiz değer değişikliği riskine maruz kalan kısa vadeli, oldukça likit yatırımlar" olarak tanımlar. Bu tanım, nakit benzerlerinin likiditesini ve değer istikrarını vurgular. Ancak, kripto para birimleri genellikle yüksek volatilitelere sahip olup, değerlerinde önemli dalgalanmalar yaşanabilir. Bu nedenle, kripto paralar IAS 7'nin nakit benzeri varlıklar için belirlediği kriterlere uymamaktadır. Kripto paraların önemli fiyat dalgalanmalarına maruz kalmaları, onları nakit ve nakit benzeri varlıklar olarak sınıflandırmayı imkansız hale getirir. Bu bağlamda, dijital para birimlerinin IAS

7 uyarınca muhasebeleştirilebilen nakit veya nakit benzerlerini temsil etmediği öngörülmektedir. Bu durum, kripto paraların muhasebeleştirilmesi ve finansal raporlama süreçlerinde farklı bir yaklaşım gerektirdiğini gösterir. Kripto paralar genellikle varlık sınıfı olarak değerlendirilir ve muhasebeleştirilirken değerlendirme ve sınıflandırma konularında farklı standartlara tabi tutulabilirler. Makalede, kripto para birimlerinin IFRS 9 kapsamında gerçeğe uygun değer farkı kâr veya zarara yansıtılan bir finansal varlık olarak muhasebeleştirilmesi gerektiği sezgisel olarak ifade edilmiştir. Ancak, kripto para birimlerinin finansal araç tanımına uymadığı belirtilmiştir. IFRS 9'a göre, finansal araçlar genellikle bir işletmenin varlığını diğer bir işletmenin borcunu veya özkaynağını artıran sözleşmeler olarak tanımlanır. Bu tanım, kripto para birimlerinin finansal varlıklar olarak değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Kripto para birimleri, genellikle bir borçlanma aracı veya hisse senedi gibi menkul kıymetlerden farklıdır ve dolayısıyla finansal araçlar olarak sınıflandırılmaları uygun olmayabilir. Kripto para birimlerinin genellikle finansal araçların tanımına uymaması, onların muhasebeleştirilmesi ve raporlanması konusunda özel bir yaklaşım gerektirir. Bu bağlamda, kripto paralar finansal varlıklar olarak değerlendirilmediğinden, genellikle diğer muhasebe standartlarına göre sınıflandırılırlar. Örneğin, bazı muhasebe uygulamaları kripto paraları maddi olmayan varlıklar olarak ele alabilir veya diğer varlık sınıflarıyla ilgili standartlara göre muhasebeleştirilmesini gerektirebilir. Makalede, kripto para birimlerinin muhasebeleştirilmesine yönelik çeşitli yaklaşımlar ele alınmıştır. İlk olarak, bir işletmenin ana faaliyet konusu kripto para alım satımı ise, bu varlıkların IAS 2 (Stoklar) standardı kapsamında stok olarak değerlendirilebileceği belirtilmiştir. Ancak, kripto paraların fiyat hareketlerinden faydalanma amacı taşıdığı durumlarda, IAS 2'nin maliyet değeri veya gerçeğe uygun değeri ile değerlendirme hükümlerinin uygulanamayabileceği ifade edilmiştir. Ayrıca, kripto para birimlerinin IAS 38 (Maddi Olmayan Duran Varlıklar) standardı kapsamında maddi olmayan duran varlık olarak değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. IAS 38'e göre, maddi olmayan duran varlıklar fiziksel bir niteliğe sahip olmayan ve parasal olmayan varlıklar olarak tanımlanır, bu da kripto paraların bu standarda uygun bir tanım sunduğunu gösterir. Bu değerlendirmeler, kripto paraların finansal raporlama ve muhasebeleştirilmesinde karşılaşılan zorlukları ve uygulama alanlarını anlamak için önemlidir (Aslan, 2020, 270-271).

3.4.1. Uluslararası Muhasebe Standartları Muhasebe Kurulunun Görüşü

IFRIC (Uluslararası Finansal Raporlama Yorum Komitesi) 6 Haziran 2019 tarihinde kripto paralarla ilgili önemli bir görüş yayımlamıştır. Bu görüşe göre, kripto paralar, güvenliğini sağlamak için şifreleme sistemlerini kullanan, dağıtık defter teknolojisi üzerinde kaydedilen, herhangi bir yasal kurum tarafından düzenlenmeyen ve sahipleri ile karşı taraf arasında belirli bir sözleşmeye dayanmadığı belirtilen sanal varlıklar olarak tanımlanmıştır. Bu tanım, kripto paraların karakteristik özelliklerini belirleyerek, muhasebeleştirilmesi ve finansal raporlamada karşılaşılan özel durumları anlamak için önemli bir temel sağlar. Bu şekilde, kripto paraların mevcut muhasebe standartlarına nasıl uyduğunu ve hangi muhasebe yaklaşımlarının uygulanabileceğini değerlendirmek mümkün hale gelir. IFRIC, kripto paraların muhasebeleştirilmesiyle ilgili olarak birkaç önemli açıklama yapmıştır:

IAS 38 Maddi Olmayan Duran Varlık Standardı: Komite, kripto paraların IAS 38 standardının 8. paragrafı uyarınca, fiziksel bir özelliği olmayan bir varlık olarak tanımlanabileceğini belirtmiştir. Bu, kripto paraların maddi olmayan duran varlıklar kategorisine girebileceğini gösterir.

Belirlenebilirlik Kriterleri: Kripto paraların, IAS 38'in 12. paragrafına göre, maddi olmayan duran varlıkların "belirlenebilirlik" kriterlerine uygun olduğu ifade edilmiştir. Bu, kripto paraların belirli bir değeri ve ölçülebilirliği olduğu anlamına gelir, bu nedenle bu kriterlere uyan bir varlık olarak değerlendirilebilirler.

IAS 21 Kur Değişim Etkileri Standardı: Ayrıca, kripto paraların IAS 21'in 16. paragrafına göre, parasal olmayan bir kalemin temel özelliğini taşıdığı vurgulanmıştır. Bu, kripto paraların parasal olmayan varlıklar arasında sınıflandırılmasını destekler, çünkü değerleri döviz kurları gibi dışsal faktörlere bağlı olarak değişebilir, ancak kendi başlarına parasal bir değer taşımazlar.

IFRIC, kripto paraların muhasebeleştirilmesi konusunda şu görüşü dile getirmiştir: Eğer bir kripto para, sahibine sabit veya belirlenebilir bir miktarda para birimi alma hakkı vermiyorsa ve sahibinden ayrılabilir, ayrı ayrı satılabilir veya transfer edilebilir nitelikteyse, IAS 38'de tanımlanan bir maddi olmayan duran varlık olarak kabul edilmelidir. Bu durumda, kripto paralar IAS 38 kapsamında maddi olmayan duran varlıklar grubunda kayda alınmalıdır. Bu görüş, kripto paraların

muhassebeleştirilmesinde ve finansal raporlama süreçlerinde uygulanacak uygun standartların belirlenmesine yardımcı olur

AASB'nin Aralık 2016 tarihli raporunda, IASB'nin kripto paraların muhassebeleştirilmesi konusunda çözüm getirmek amacıyla mevcut varlık tanımlarını yeniden gözden geçirmesi gerektiği önerilmiştir. Özellikle, nakit ve nakit benzeri varlıklar, finansal araçlar, stoklar ve maddi olmayan duran varlıklar tanımlarının kripto paraları da kapsayacak şekilde güncellenmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu değişikliklerin, kripto paraların muhassebeleştirilmesinde netlik sağlayarak finansal raporlamada tutarlılığı artıracığı, ancak aynı zamanda karbon kredileri ve su hakları gibi diğer varlıklar için de benzer tanımlamaların gerekip gerekmediği sorusunu gündeme getireceği ifade edilmiştir. Ayrıca, kripto paraların muhassebesinin sadece stoklar ve finansal araçlar kapsamında değil, aynı zamanda diğer maddi olmayan varlıklar ve emtia türlerinin muhassebesi çerçevesinde ele alınması gerektiği vurgulanmıştır. Bu yaklaşım, kripto paraların muhassebeleştirilmesinde kapsamlı ve bütüncül bir çözüm sağlama amacını taşımaktadır (Aslan, 2020: 272).

Japonya Muhasebe Standartları Kurulu (ASBJ) tarafından Mart 2018'de yayımlanan 54. Standart, Japon GAAP kapsamında sanal para birimlerinin muhassebeleştirilmesi için belirli düzenlemeleri içermektedir. Bu standart, sanal parayı ödeme aracı olarak kullanılan, elektronik veri sistemi aracılığıyla transfer edilebilen ve diğer sanal para birimleri ile takas edilebilen bir değişim aracı olarak tanımlar. 54. Standart, sanal parayı iki şekilde ele alır: birincisi, işletmenin kendi bünyesinde bulunan sanal paralar; ikincisi ise, işletmeler adına başkalarında bulunan sanal paralar. Bu düzenlemeyle, sanal paraların muhassebeleştirilmesi ve finansal raporlama süreçlerinde netlik sağlanması hedeflenmiştir.

ASBJ (Accounting Standards Board of Japan) tarafından açıklanan standartlar, sanal para birimlerinin muhassebeleştirilmesiyle ilgili önemli noktaları özetlemektedir. Özellikle, sanal para birimlerinin nasıl sınıflandırılması ve değerlendirilmesi gerektiğine dair kurallar şu şekilde özetlenebilir:

Varlık Olarak Tanımlama: Sanal para birimleri, gelecekte nakit akışı sağlayabilecekleri ve bir başka paraya çevrilebilecekleri için varlık olarak tanımlanabilirler. Ancak, sanal paralar nakit, nakit benzeri varlıklar, finansal araçlar,

stoklar veya maddi olmayan duran varlıklar gibi geleneksel varlık sınıflandırmalarına uymadıkları için bağımsız bir varlık sınıflaması gerektirirler.

Piyasa Değeri ile Ölçüm: Eğer sanal para biriminin aktif bir piyasası varsa, bu tür sanal paralar piyasa değerine göre ölçülmelidir. Piyasa değerinde meydana gelen değişiklikler, gelir tablosunda kar veya zarar olarak gösterilmelidir.

Aktif Pazarın Yokluğu: Eğer sanal para biriminin aktif bir piyasası yoksa, bu sanal paralar maliyet ve tahmini elden çıkarma değerinden düşük olanı ile ölçülmelidir.

Saklama Kurumları için Muhasebeleştirme: Sanal paraları müşterileri adına saklayan (örneğin bankalar gibi) kurumlar, sanal parayı başlangıçta piyasa değerinde ve aynı miktarda karşılık gelen bir yükümlülük ile muhasebeleştirmelidir. Bu durum, sanal paranın bir yükümlülük olarak da tanımlanmasını gerektirir.

Bu kurallar, sanal para birimlerinin muhasebe standartlarına göre nasıl yönetilmesi gerektiğine dair net bir çerçeve sunmaktadır. Sanal para birimlerinin piyasa değerindeki değişikliklerin doğru bir şekilde yansıtılması, şirketlerin finansal durumlarını ve performanslarını daha doğru bir şekilde raporlamalarına yardımcı olacaktır (Aslan, 2020: 273).

3.4.2. Dört Büyük Denetim Şirketinin Görüşleri

Eylül 2019'da E&Y tarafından yayımlanan "Applying IFRS Accounting by holders of crypto assets" bülteni, kripto paraların IFRS kapsamında nasıl sınıflandırılması gerektiğine dair önemli bilgiler sunmaktadır. Kripto paraların muhasebeleştirilmesiyle ilgili temel noktalar şu şekildedir:

Fiziki Özellikler ve Uygulama Alanları: IAS 16 (Maddi Duran Varlıklar) ve IAS 40 (Yatırım Amaçlı Gayrimenkuller) standartları, fiziki varlıklar için geçerlidir. Kripto paralar fiziksel bir varlık olmadığından bu standartlar kapsamına girmez. Kripto para madenciliği, IAS 41 (Maden Kaynaklarının Araştırılması ve Değerlendirilmesi) standardındaki maden kaynakları tanımına uymadığı için, bu standart da uygun değildir.

Sınıflandırma Önerileri: Kripto paralar, iş modellerine bağlı olarak farklı IFRS standartları altında değerlendirilebilir. *Nakit ve nakit benzeri varlıklar*, eğer kripto paralar, likidite sağlama veya nakit akışı yaratma amacıyla kullanılıyorsa, *Finansal araçlar*, eğer kripto paralar, alım satım amacıyla veya yatırım amacıyla tutuluyorsa,

stoklar, eğer kripto paralar ticari faaliyetlerde satılacak ürünler olarak tutuluyorsa, *maddi olmayan duran varlıklar*, eğer kripto paralar, işletmenin genel iş stratejisinin bir parçası olarak uzun vadeli varlıklar olarak yer alıyorsa, *muhasabe politikaları ve tahminlerde değişiklikler*, eğer kripto paraların muhasebeleştirilmesi için mevcut muhasabe politikalarında değişiklik yapılması gerekiyorsa farklı IFRS standartları altında değerlendirilebilir.

KPMG'nin Nisan 2019'da geliştirdiği çerçeve, kripto varlıkların iş süreçlerine entegrasyonu konusunda yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Bu çerçevede genel olarak kripto varlıkların tanımlanması ve sınıflandırılması, değerlendirme ve ölçüm, risk yönetimi ve risk raporlama, iç kontroller ve uyumluluk gibi adımları kapsamaktadır.

Tablo 3.1. Kripto Varlıklara Ait Raporlama ve Denetim Çerçevesi

<i>Faaliyet</i>		<i>Eylem</i>	<i>Çıktı</i>
Muhasebe Belirlenmesi	Politikasının	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kripto Varlıklar İçin Muhasebe Politikalarının Belirlenmesi ➤ Belirlenen Muhasebe Politikalarının Doküman Haline Getirilmesi ➤ Belirlenen Muhasebe Politikalarının Dipnotlarda Açıklanması 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Muhasebe politika ve direktifleri ➤ Açıklama şablonları
Değerleme Belirlenmesi	Ölçüsünün	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elde bulunan kripto varlıkların özelliğine göre değerlendirme yönteminin belirlenmesi ➤ Belirlenen değerlendirme yöntemine ait destek ve danışmanlık hizmetinin belirlenmesi 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Değerleme direktifleri ve raporları
İşletmeye Olan Etkisinin Değerlendirilmesi		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mevcut sistemin işlevselliğini ve boşluklarını değerlendir ➤ Veri ihtiyacı ve eksiklerinin belirlenmesi ➤ Yeni süreç ve kontrol ihtiyaçlarının belirlenmesi 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İhtiyaçlara ait belgeler, süreçler. ➤ Teknoloji ve veri eksikliği analiz raporu.
Planların Uygulanması		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Güçlü bir uygulama zaman çizelgesinin belirlenmesi ve yönetilmesi 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Planın uygulanması.

Kaynak: Aslan, 2020: 274.

Yukarıda da belirtildiği gibi KPMG kripto paraların muhasebeleştirilmesi konusunda net bir görüşte bulunmayarak bir iş modeli çerçevesinde denetim ve muhasebeleştirme sırasında verilecek kararların adımlarını belirlemiştir.

PwC'nin Aralık 2019 tarihli bülteninde kripto paraların muhasebeleştirilmesiyle ilgili olarak şu noktalara dikkat çekilmiştir (Aslan, 2020: 275):

Stok Tanımı ve Uygunluk: Kripto paralar, kısa vadeli alım satım amacıyla edinildiklerinde, IAS 2'nin 3(b) paragrafında tanımlanan ve stok olarak kabul edilmeyen türdeki varlıklar arasında yer alır. Bu paragraf, alım satım amaçlı varlıkların stok kapsamına girmediğini belirtir.

Muhasebeleştirme Yöntemi: Kripto paralar, eğer stok olarak kabul ediliyorsa, gerçeğe uygun değer (fair value) üzerinden muhasebeleştirilmelidir. Bu, satış maliyetleri düşülerek değerlendirilir ve kar veya zarar hesaplarında gösterilir. Bu yöntem, kripto paraların piyasa değerindeki değişikliklerin finansal tablolar üzerinde doğrudan etkili olmasını sağlar.

Finansal Araçlar ve Stok: Kripto paralar genellikle finansal araçlar veya ticari varlıklar olarak sınıflandırılır ve bu nedenle stoklara ilişkin geleneksel muhasebe standartları yerine finansal araçlar standartları uygulanabilir.

Deloitte'un 9 Temmuz 2018 tarihli "Financial Reporting Alert" bülteninde yer alan "Classification of Cryptocurrency Holdings" başlıklı makale, kripto paraların muhasebeleştirilmesiyle ilgili önemli görüşler sunmaktadır. Deloitte, AICPA'nın (American Institute of Certified Public Accountants) görüşleriyle paralel bir yaklaşım sergilemektedir. Bu görüşlere göre, kripto paralar maddi olmayan duran varlıklar (intangible assets) olarak sınıflandırılmalıdır. Kripto paraların eğer süre açısından bir sınırlama içermiyorsa, süresiz maddi olmayan duran varlıklar olarak muhasebeleştirilmesi önerilmektedir. Bu, kripto paraların değerinin belirli bir süre içinde tükenmediği ve bu varlıkların sürekli bir değer taşıdığı anlamına gelir. Maddi olmayan duran varlıklar olarak muhasebeleştirilen kripto paralar, genellikle gerçeğe uygun değer (fair value) veya maliyet üzerinden değerlendirilir. Bu, kripto paraların değerinin periyodik olarak güncellenmesini ve finansal tablolar üzerinde doğru bir şekilde yansıtılmasını sağlar. Bu görüşler, kripto paraların muhasebeleştirilmesi ve raporlanmasıyla ilgili mevcut uygulamalara ve standartlara uygun bir çerçeve sunar. Kripto paraların maddi olmayan duran varlıklar olarak sınıflandırılması, onların doğasını ve uzun vadeli değerini daha iyi yansıtabilir.

GÜNCEL GELİŞME

Kamu Gözetimi Muhasebe ve Denetim Standartları Kurulu, kripto paraların muhasebeleştirilmesiyle ilgili önemli bir adım attı. Büyük ve orta boy işletmeler için Finansal Raporlama Standardı'na (BOBİ FRS) “Kripto Varlıkların Muhasebeleştirilmesi” başlığı eklendi ve yeni düzenlemeler getirildi. Bu yeni düzenlemeler de Resmi Gazete’de yayımlanarak 1 Ocak 2025 itibariyle yürürlüğe girmesi kararlaştırıldı. Yapılan bu düzenleme ile birlikte Kripto Varlıkların Muhasebeleştirilmesinin önü açılmış oldu.

* Münferit Finansal Durum Tablosuna ve Konsolide Finansal Durum Tablosuna dönen varlıklar ve duran varlıklar altına **dijital varlıklar ve kripto varlıklar tanımlarının eklenmesi** yer alıyor.

* Kripto Varlıkların Muhasebeleştirilmesi, aşağıdaki özelliklerin tamamını taşıyan kripto varlıklara uygulanacak.

- Başka bir bölüm kapsamına girmediği sürece, paragraf 14.2’de tanımlandığı şekilde maddi olmayan duran varlık tanımını karşılayan.

- Sahibine dayanak mallar, hizmetler veya diğer varlıklar üzerinde uygulanabilir haklar veya talepler sağlamayan.

- Blokzinciri veya benzer bir teknolojiyle oluşturulmuş dağıtık bir defter üzerinde oluşturulan veya bulunan.

- Kriptografiyle güvence altına alınan ve korunan.

- Takas edilebilir.

- Raporlayan işletme veya raporlayan işletmenin ilişkili taraflarınca oluşturulmuş veya ihraç edilmemiş olan.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Mal ve hizmet değiş tokuşunda en yaygın kullanılan araç paradır. Para ile genellikle kastedilen kâğıt paralar ya da metal paralardır. Ancak günümüzde ilerleyen teknoloji ve ticari işlemlerdeki yoğunluk nedeniyle geleneksel paranın yanında elektronik para, sanal para, dijital para gibi alternatif para birimleri de ihtiyaç doğrultusunda ortaya çıkmıştır. Satoshi Nakamoto 2008 yılında yayınladığı bir makale ile kripto para birimi olan Bitcoin'i duyurmuştur. Kripto paraların Bitcoin ile başlayan bu yolculuğu günümüzün finans alanında yaşanan önemli gelişmelerinden biridir.

Kripto paralar blok zincir teknolojisine dayanmaktadır. Blok zincir kripto para sistemlerinde yer alan işlem verilerinin bütünlüğünü korumak amacıyla geliştirilmiş halka açık bir defterdir. Bu teknoloji ile her bir işlemin şeffaf bir şekilde kaydedilir ve doğrulanır. 2009 yılından bu yana blok zincir teknolojisi, birçok siber saldırıya karşı başarılı bir şekilde korunmuştur. Bu durum, blok zincirinin güvenilirliğini ve sağlamlığını kanıtlar niteliktedir. Blok zincir teknolojisinin evrimleşmesinde akıllı sözleşmeler ağlara entegre olarak büyük bir kullanıcı ve geliştirici ekosistemi oluşturmuştur. Akıllı sözleşmeler, içeriklerinin ve işlemlerinin tüm detaylarının kamuya açık olmasını sağlar. Blok zincir ağının sunduğu güvenlik ile, akıllı sözleşmeler otomatik ve yüksek verimlilikle tamamlanır. Bu sayede, anlaşmalar ve işlemler aracı olmadan hızlı ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilir.

Kripto para birimleri, dijital teknolojilerin ve internetin yaygınlaşmasıyla birlikte gelişmeye devam etmektedir. İnternetin sınırları ortadan kaldırması, küresel ticaretin hızlanmasına ve kolaylaşmasına yol açmış, bu da finansal sistem üzerinde köklü değişimlere neden olmuştur. Kripto paralar, bu dijital dönüşümün bir parçası olarak, merkezi otoritelerden bağımsız, güvenli ve şeffaf bir şekilde işlem yapılmasını sağlayan dijital para birimleridir. Kripto para birimlerinin en belirgin özelliği, merkezi bir otoriteye bağılı olmamaları ve herkes tarafından erişilebilir olmalarıdır. Bu, kripto paraların dağıtık bir ağ üzerinde çalıştığı ve merkezi bankalar veya hükümetler tarafından üretilmediği ya da kontrol edilmediği anlamına gelir. Türkiye'de kripto paralar ve blok zincir teknolojisi üzerine yapılan çalışmalar, ülkenin dijital finansal ekosisteminin gelişimini yansıtmaktadır.

2019-2023 dönemi için hazırlanan 11. Kalkınma Planı'nda, blok zincir temelli dijital merkez bankası parası (CBDC) için gerekli adımların atılacağı belirtilmiştir. 25 Kasım 2013 tarihinde, Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK) tarafından yapılan basın açıklamasında, kripto paraların resmi veya özel kuruluşlar tarafından ihraç edilmediği ve bu paraların karşılığı için herhangi bir güvence verilmediği vurgulanmıştır. 1 Aralık 2017 tarihinde Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) tarafından açıklanan kararda, Türkiye'de kripto paralar hakkında herhangi bir düzenleme bulunmadığı belirtilmiştir. SPK, kripto para birimlerinin Sermaye Piyasası Kanunu kapsamında türev araçlara dayanak teşkil edemeyeceğini ifade etmiştir.

Kripto paraların muhasebeleştirilmesi için öncelikle hangi işlemlerin muhasebe kaydının tutulması gerektiği ve kripto paraların hangi varlık sınıfında yer alacağı soruları önemli noktalardır. Kripto paraların muhasebeleştirilmesi beş farklı işlem türüne konu olabileceği ifade edilmiştir. Bunlar; ilk olarak kripto paralar üretme ve işlem transferlerinde aracılık ederek komisyon geliri elde etme işlemi bulunmaktadır. İkinci olarak, kripto para alım satımında aracılık yaparak borsa işlemlerinde komisyon gelirleri elde etme işlemi söz konusudur. Üçüncü işlem, yatırımcı olarak kripto paraların fiyat farklarından yararlanarak kazanç sağlamayı hedefleyen alım satımlardır. Dördüncü olarak, ticari mal veya hizmet alımlarında ödeme aracı olarak kripto paraların kullanılması yer alır. Beşinci işlem ise, Bitcoin dışında bir kripto para için yapılan ilk halka arzdan yararlanarak gelecekteki fiyat artışlarından kâr sağlama fırsatıdır.

Kripto paraların hangi varlık olarak sınıflandırılacağı diğer önemli konudur.

- Kripto paralar nakit ve benzerleri şeklinde sınıflandırıldığında nakit ve benzeri varlıklar kısa vadeli, yüksek likiditeye sahip ve değer değişim riski az olarak tanımlanmaktadır ancak kripto paralar genellikle yatırım aracı olarak kullanıldığı için, değer değişim riski yüksek olduğu için ve bu tanıma uygun bulunmamakta olup nakit ve benzerleri olarak sınıflandırılmamaktadır.
- Kripto paralar stok olarak nitelendirildiğinde stokların kripto para satın alırken ödenen komisyon, bu kriterlere göre kripto paranın satın alınmasıyla doğrudan bağlantılı olduğu için stok maliyeti olarak sayılabilir. Kripto para ticareti yapmak isteyen işletmeler kripto paraları stok olarak aktifleştirebilir. Stoklar standardına göre, satın alma maliyeti, satın alma fiyatı, ithalat vergisi, yükleme, boşaltma maliyetleri gibi hizmetin doğrudan elde edilmesine yönelik maliyetleri içermektedir.

Bu durumda kripto paraların alım satımdan elde edilen komisyon geliri stok olarak değerlendirilebilir.

- Kripto paralar finansal varlık olarak incelendiğinde kripto paraların gelecekteki alım veya satımına yönelik sözleşmeler, ya da kripto para hareketlerine bağlı nakdi içeren diğer sözleşmeler türev ürün tanımını karşılayabilir. Bu durum, kripto paraların finansal araç muhasebesinin bir parçası olabilmesini sağlayabilir. Ancak kripto paralar sahiplerine sözleşmeden doğan bir hak ya da yükümlülük tanımamaktadır. Kripto paralar satıcıdan alıcıya geçtiğinde satıcının herhangi bir bağı kalmamaktadır. Bu durumda kripto paraların finansal araç olarak sınıflandırılması da mümkün görünmemektedir.
- Kripto paraların maddi olmayan duran varlık olarak değerlendirilmesi için bazı kriterleri karşılaması gerekmektedir. Kripto paralar, fiziksel bir para yerine dijital formda bulunur ve parasal varlık olarak kabul edilmezler, bu yüzden parasal olmayan varlıklar kategorisindedir. Bu nedenlerle, kripto paraların maddi olmayan duran varlık olarak değerlendirilmesi mümkündür. Maddi olmayan duran varlığın maliyeti ithalat vergileri, ticari iskontolar, indirimler düşüldükten sonra elde edilen satın alma fiyatı ve varlığın kullanılabilir hale getirilmesi için katlanılan maliyetlerden oluşmaktadır. Bu durumda kripto para almak için ödenen komisyonda kripto paranın maliyetine eklenerek muhasebeleştirme işlemi yapılabilir. Kripto paraların muhasebeleştirilmesine yönelik görüşler incelendiğinde kripto paraların niteliğinde ve muhasebeleştirme konusunda hesap sınıfının belirlenmesi, değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi, hangi muhasebe standartları kapsamında inceleneceği, diğer bireyler adına kripto para saklama (bulundurma) durumunda nasıl bir yöntemin izleneceği konusunda fikir bir görüş birliği bulunmamaktadır. Ancak görüşlerin çoğu kripto paraların maddi olmayan duran varlık olarak sınıflandırılması gerektiği kanaatinde dir.

Çalışma da kripto paraların muhasebeleştirme esasları ve finansal tablolarda nasıl gösterilmesi gerektiği, yasa koyucularında bu konu ile ilgili kuralları net bir şekilde ortaya koyamamasından dolayı tartışılan bir konudur. Hem genel kabul görmüş muhasebe ilkelerine uygunluk açısından, hem de muhasebe standartları çerçevesinde konu ele alınarak literatüre katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

KAYNAKLAR

Ağ, A., & Gülhan, Ü. (2022). TMS/TFRS kapsamında kripto paraların muhasebeleştirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), 35-47. <https://doi.org/10.22466/acusbd.1078963>

Akdoğan, N. ve Sevilengül, O. (2007). *Tekdüzen Muhasebe Sistemi Uygulaması* (Cilt Onikinci Baskı). Ankara: Gazi Kitapevi.

Alıcı, M. ve Yanık, S. (2022). Kripto varlıkların muhasebeleştirilmesi. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 24(MODAVICA Özel Sayısı), 256-297. <https://doi.org/10.31460/mbdd.1066621>

Alpago, H. (2018). Bitcoin'den Selfcoin'e Kripto Para. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar*, 3(2), 411-428.

Anjum, A., Sporny, M. ve Sill, A. (2017). Blockchain standards for compliance and trust. *IEEE Cloud Computing*, 4(4), 84-90.

Akiz, E. H. (2019). Kripto paraların vergilendirilmesi, muhasebeleştirilmesi ve denetimi, Tartışma Metni *İstanbul Üniversitesi Dış Ticaret Enstitüsü*, İstanbul.

Antonopoulos, A. M., (2014). *Mastering bitcoin: unlocking digital cryptocurrencies*. Media Publishing.

Aoun, A., Ilinca, A., Ghandour, M. ve Ibrahim, H. (2021). A review of Industry 4.0 characteristics and challenges, with potential improvements using blockchain technology. *Computers & Industrial Engineering*, 162, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107746>

Arslandaş, B. (2016). Kripto para birimleri, bitcoin ve muhasebesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 7(1), 349- 366

Aslan, A. (2018). Kripto para olgusu ve blockchain teknolojisi: ekonomik aktörlerin tepkisi, maliyet analizi, var modeli ve granger nedensellik testi. Yüksek lisans tezi, *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. Ankara.

Aslan, Ü. (2020). Kripto Para Muhasebesi Üzerine Yapılan Tartışmalar ve Finansal Raporlama Üzerindeki Etkileri. *TİDE Academia Research*, 2(2), 257-286.

Asmazoğlu, B. (2013). Bitcoin: Safsata mı gelecek mi. *Review Dergisi*, 2013 (2), 50-54

Aste, T., Tasca, P. ve Di Matteo, T. (2017). Blockchain technologies: The foreseeable impact on society and industry, 18-28.

Atabas, H., (2018). *Blok zinciri Teknolojisi*. İstanbul: Ceres Yayınları.

Ateş, B. A. (2016). Kripto para birimleri, bitcoin ve muhasebesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 349-366.

Atlam, H. F., Azad, M. A., Alzahrani, A. G. ve Wills, G. (2020). A review of blockchain in internet of things and AI. *Big Data and Cognitive Computing*, 4(4), 1-27. <http://doi.org/10.3390/bdcc4040028>.

Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu, (2013), Bitcoin Hakkında Basın Açıklaması.

Barbon, A., & Ranaldo, A. (2022). On The Quality Of Cryptocurrency Markets: Centralized Versus Decentralized Exchanges (arXiv:2112.07386). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2112.07386>. ET: 12.10.2023.

Barker-Plummer, D. (1995). Turing Machines. <https://www.cs.princeton.edu/~chazelle/courses/BIB/TuringUniversal.htm>, ET: 10.05.2023.

Bashir, I. (2017). Mastering blockchain: Distributed ledgers, decentralization and smart contracts explained. Packt.

Bastian, C. J., & Lenox, R. (2021, Ağustos 21). Types of Blockchain: Public, Private, or Something in Between. Foley & Lardner LLP. <https://www.foley.com/en/insights/publications/2021/08/types-of-blockchain-public-private-between> ET: 20.05.2023.

Bayrak, F. (2019). Kripto paraların finansal hizmetlerdeki yeri, önemi ve etkileri: bir uygulama portföy örneği. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Arel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. İstanbul.

BTC Türk, www.btcturk.com.

Budak, B. (2018). Akıllı sözleşmeler nedir, nasıl çalışır?, www.webrazzi.com, ET: 05.07.2023.

Bulut, G. (2018). Akıllı Sözleşmelerin Teknik ve Hukuki Açından Değerlendirilmesi. www.akarpinar.av.tr. ET: 04.05.2023.

Buterin, V. (2013). Ethereum White Paper: A Next Generation Smart Contract & Decentralized Application Platform. <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/WhitePaper>, ET: 12.06.2023.

Büyükdurmuş, H.K. (2024). Kripto paraların finansal piyasalarla ilişkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. *Kayseri Üniversitesi. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*. Kayseri.

Campbell, C. (2023). What Are the 4 Different Types of Blockchain Technology? TechTarget. <https://www.techtarget.com/searchcio/feature/What-are-the-4-differenttypes-of-blockchain-technology>, ET: 13.05.2023.

Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics*, 36, 55-81. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006>.

Cengiz, K. (2018). En popüler kripto para birimi: Bitcoin. *Bandırma Onyeddi Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 87-100.

Ceylan, M. E. (2019). Bitcoin ekonomisi: Kripto para Bitcoin'in finans sektörü içindeki yeri. Yüksek lisans tezi. *Batman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. Batman.

Chaum, D. L. (1981). Untraceable electronic mail, return addresses, and digital pseudonyms. *Communications of the ACM*, 24(2), 84-90.

Coyne, J. G., ve McMickle, P. L. (2017). Can Blockchains Serve An Accounting Purpose? *Journal Of Emerging Technologies In Accounting*, 14 (2), 101-111.

CPA Canada. (2018). An Introduction to Accounting for Cryptocurrencies., <https://www.cpacanada.ca/-/media/site/operational/rg-research-guidance-and-support/docs/01713-rg-introduction-to-accounting-for-cryptocurrencies-may-2018.pdf>, ET: 20.10.2023.

Çağlar, Ü. (2007). Elektronik para: Enformasyon teknolojisindeki gelişmeler ve yeni ödeme sistemleri. *Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(17), 177-186.

Çakmak, M. (2019). Kripto Paraların Gelişim Süreci, Blok Zincir Teknolojisi ve Kripto Paraların Türkiye 'de Vergilendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi *Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.

Dai, J., ve Vasarhelyi, M. A. (2017). Toward Blockchain-Based Accounting And Assurance. *Journal Of Information Systems* , 5-21.

Dai, J., Wang, Y., ve Vasarhelyi, M. A. (2017, Eylül). Why Blockchain Has The Potential To Serve As A Secure Accounting Information System. *The Cpa Journal - The Voice Of The Profession: HYPERLINK "https://www.cpajournal.com/2017/09/20/blockchain-potential-serve-secure-accounting-information-system-cpe-season/"* <https://www.cpajournal.com/2017/09/20/blockchain-potential-serve-secure-accounting-information-system-cpe-season/> . Erişim Tarihi: 20.10.2023.

Dere, Y. (2019). Kripto para birimi bitcoin ile ekonomik göstergeler arasındaki ilişkinin ekonometrik bir analizi. Yüksek lisans tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. İzmir.

Dhillon, V., Metcalf, D., & Hooper, M. (2017). Blockchain Enabled Applications. *Apress*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3081-7>

Dilek, Ş. (2018). *Blockchain teknolojisi ve bitcoin*. Seta Yayın,

Diri, N. (2022). Blok zincir Uygulamasında Kişisel Verilerin Tutulması, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

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

Dobrovnik, M., Herold, D. M., Fürst, E. ve Kummer, S. (2018). Blockchain for and in Logistics: What to Adopt and Where to Start. *Logistics*, 2(3), 18, 3. <http://doi.org/10.3390/logistics2030018>

Doğan, S., & Dilek, Ş. (2023). Kripto paralar ve muhasebeleştirilmesi üzerine bir inceleme. *Uluslararası Bankacılık Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 71-95. <https://doi.org/10.52736/ubeyad.1266050>

Dulupçu, M., Yiyit, M., & Asena, G. (2017). Dijital ekonominin yükselen yüzü: bitcoin’in değeri ile bilinirliği arasındaki ilişkinin analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22, (Kayfor 15 Özel Sayısı), 2241-2258.

Durdu, E. (2018). Kripto para birimi olarak bitcoin ve ceza hukuku. Yüksek lisans tezi, *Galatasaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. İstanbul.

Durmuş, S. ve Polat M.Ş. (2018). Sanal Para Bitcoin. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 9 (18).

Enderton, H. B. (2011). The computability concept. In H. B. Enderton (Ed.), *Computability Theory* (pp. 1-27). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384958-8.00001-6>

Erdem, E. (2008). *Para banka ve finansal sistem*. Detay Yayıncılık.

Erdemir, N. K. (2015). Muhasebede Sürekli Denetim Anlayışı Ve Yeni Türk Ticaret Kanununda Muhasebe Meslek Mensuplarının Rolü. Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Konya.

Eren, B. S., Erek, M., & Buyruk Akbaba, A. N. (2020). Kripto para kavramı ve muhasebeleştirilmesi. *İnsan Ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(2), 1340-1367. <https://doi.org/10.15869/itobiad.682655>.

Eroğlu, M. (2022). Tedarik Zincirinde Blok zinciri ve Yeni Teknoloji Uygulamaları, Yüksek lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.

Ertuğrul, H. M., Özün, A., & Kartal, M. T. (2021). Blok zincir Teknolojisinin Türk Bankacılık Sektörüne Etkileri: Halka Açık Mevduat Bankalarının Maddi Özsermaye Karlılığı Üzerine Bir İnceleme. *İktisadi Araştırmalar Vakfı İktisadi İşletmesi Yayınları*, İstanbul.

Eşler Arası Ağlar. (2019). Binance Academy. Retrieved from <https://academy.binance.com/tr/articles/peer-to-peer-networks-explained>, ET: 14.04.2023.

Gad, A. G., Mosa, D. T., Abualigah, L. ve Abohany, A. A. (2022). Emerging trends in blockchain technology and applications: A review and outlook. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 1-24. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2022.03.007>

Gaur, N., Desrosiers, L., Ramakrishna, V., Novotny, P., Baset, S., & O'Dowd, A. (2018). Hands-on blockchain with Hyperledger: Building decentralized applications with Hyperledger Fabric and Composer. Packt Publishing Ltd.

Gerdan, D., Caner, K. ve Vatandaş, M. (2020). Gıda ürünlerinin izlenebilirliğinde blok zinciri teknolojisinin kullanımı. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 16(2), 8-14.

Geroni, D. (2021, January 28). Hybrid blockchain: The best of both worlds. 101 Blockchains. Retrieved from <https://101blockchains.com/hybrid-blockchain/>, ET: 20.03.2023.

Golosova, J. ve Romanovs, A. (2018). The advantages and disadvantages of the blockchain technology. In 2018 IEEE 6th Workshop On Advances In Information, Electronic And Electrical Engineering, 1-6.

Güller, A. (2022). Bitcoin: bir dünya parası projesi mi? paranın tarihi, özellikleri ve işlevleri çerçevesinde bir inceleme. *International Journal of Disciplines in Economics & Administrative Sciences Studies*, 5(12), 211-227

Günay, H. F., & Kargı, V. (2018). Kripto paranın vergilendirilmesinin mali yönden değerlendirilmesi. *Journal of Life Economics*, 5(3), 61-76.

Güven, Ö. (2020). Dijital Dönüşümde Blok zincir Teknolojisi ve Bitcoin'in Ekonomiye Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Aydın.

Güven, V. ve Şahinöz, E., (2018). *Blok zincir kripto paralar bitcoin*. Kronik Kitap Yayınları.

Hatipoğlu, O., G. (2021). Kamu Politikası Analizi Açısından Türkiye'de Kripto Para Politikaları, *Maliye ve Finans Yazıları Dergisi*.

Holotiuk, F., Pisani, F., ve Moormann, J. (2017). The Impact Of Blockchain Technology On Business Models In The Payments Industry. 13th International Conference On Wirtschaftsinformatik, 912-926.

Jansiti, M., Lakhani, K. R. ve Mohamed, H. (2017). It will take years to transform business, but the journey begins now. *Harvard Business Review*, 95(1).

ICAEW, <https://www.icaew.com/>. ET: 06.07.2023.

Inghirami, I. E. (2019). Accounting Information Systems In The Time Of Blockchain. Conference: *Itais 2018 Conference* (S. 1-16).

Iqbal, M., & Matulevicius, R. (2021). Exploring Sybil and double-spending risks in blockchain systems. *IEEE Access*, 9, 76153-76177. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3081998>

İnci, S., & Alper, İ. (2018). Bitcoin devrimi, değişen dünya ekonomisinde kripto para sistemi, blockchain, altcoinler. İş ve Yönetim Serisi.

Investing. (2023). Kripto Paralar, <https://tr.investing.com/crypto/currencies>

Investing.com Resmi Web Sitesi, <https://tr.investing.com>

İslim, B. (2021). Bitcoin'in fiyat dinamiklerinin belirleyicileri: Bir zaman seri yaklaşımı. Yüksek lisans tezi, *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. Kırklareli.

Kamble, S. S., Gunasekaran, A. ve Sharma, R. (2020). Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain. *International Journal of Information Management*, 52, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.023>

Karacan, S. (2015). *Muhasebede Dönem Sonu İşlemler*. Kocaeli: Umuttepe Yayınları.

Karaçalı, C. (2019). Kripto Paraların Muhasebeleştirilmesi: Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, *Bartın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Bartın.

Karaoğlan, S., Arar, T. ve Bilgin, O., (2018). Türkiye’de Kripto Para Farkındalığı ve Kripto Para Kabul Eden İşletmelerin Motivasyonları, *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 6(2), 15-28.

Kaya, S. ve Turđut. M. (2019). Blockchain technology in supply chain. *The Journal of International Scientific Researches*. 4(2), 121-134.

Kesebir, M., ve Günceler, B. (2019). Kripto para birimlerinin parlak geleceği. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (17), 605-626.

Kılıç, İ., ve Alataş, A. (2023). Kripto varlıkların muhasebeleştirilmesi üzerine bir içerik analizi. *Journal of Accounting and Taxation Studies*, 16(1), 157-183. <https://doi.org/10.29067/muvu.1211235>

Kınacı, M. (2019). Blockchain Teknolojisi ve Akıllı Sözleşmelerin Yaygınlaşmasının Önündeki Engeller. Yüksek Lisans Tezi, *Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. İstanbul.

Kızıl, C., Hanişoğlu, G. S., & Aslan, T. (2019). *Kripto paraların finansal piyasalara etkileri ve muhasebeleştirilmesi*. Bursa: Ekin Yayıncılık.

Kim, S., ve Ryu, S. (2020). Analysis of blockchain smart contracts: Techniques and insights. 2020 IEEE Secure Development (SecDev), 65-73. <https://doi.org/10.1109/SecDev45635.2020.00026>

Kiviat, T. I. (2015). Beyond Bitcoin: Issues In Regulating Blockchain Transactions. *Duke Law Journal* (65), 569–608.

Lazanis, R. (Ocak, 2015 22). How Technology Behind Bitcoin Could Transform Accounting As We Know It . Digital : HYPERLINK "https://www.Borndigital.Com/2015/01/22/How-Technology-Behind-BitcoinCould-Transform-Accounting-As-We-Know-It-2015-01-22, ET: 13.02.2023.

MacDonald, T. J., Allen, D. W. ve Potts, J. (2016). Blockchains and the boundaries of self-organized economies: Predictions for the future of banking. In *Banking beyond banks and Money*, 279-296. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42448-4_14

Mainelli, M, ve Smith, M. (2015). Sharing Ledgers For Sharing Economies: An Exploration Of Mutual Distributed Ledgers (Aka Blockchain Technology). <https://www.theblockchain.com/docs/journal%20of%20financial%20perspectives%20%20sharing%20ledgers%20for%20sharing%20economies.pdf>, ET: 23.05.2023.

Mills, D., Wang, K., Malone, B., Ravi, A., Marquardt, J., Chen, C., Badev, A., Brezinski, T., Fahy, L., Liao, K., Kargenian, V., Ellithorpe, M., Ng, W., & Baird, M. (2016). Distributed Ledger Technology in Payments, Clearing, and Settlement. *Finance and Economics Discussion Series*, 2016(095). <https://doi.org/10.17016/FEDS.2016.095>

Murşan, V. (2023). Kripto Para Ve Blok zincir Teknolojisinin Finans Sistemindeki Rolü Ve Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. *İstanbul Aydın Üniversitesi. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*. İstanbul.

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. *Decentralized Business Review*, 1-9.

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.

Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A. ve Goldfeder, S. (2016). Bitcoin and cryptocurrency technologies: a comprehensive introduction. Princeton University Press, 1-308.

Nebil, F. S. (2018). Bitcoin ve kripto paralar. *Pusula 20 Teknoloji*.

Notheisen, B., Cholewa, J. B. ve Shanmugam, A. P. (2017). Trading real-world assets on blockchain. *Business & Information Systems Engineering*, 59(6), 425-440. <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0499-8>

Özatay, F. (2011). *Parasal iktisat kuram ve politika*. Efil Yayınları.

Özdemir, A. I., Erol, I., Ar, I. M., Peker, I., Asgary, A., Medeni, T. D. ve Medeni, I. T. (2020). The role of blockchain in reducing the impact of barriers to humanitarian 65 supply chain management. *The International Journal of Logistics Management*, 1- 25. <https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2020-0058>.

Palabıyık, Ö. (2020). “Blok zincir Teknolojisinin Bankacılık Sektörü İstihdamı Üzerine Olası Etkileri: Kırklareli İlinde Nitel Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Kırklareli.

Paribu. (2023). www.paribu.com, ET: 15.03.2023.

Parlaktuna, İ., & Güngül, M. (2020). Bitcoin'nin Tanımlanma Sorunu. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (86), 25-38.

Pavlić Skender, H. ve aninović, P. A. (2020). Perspectives of blockchain technology for sustainable supply chains. In *Integration of Information Flow for Greening Supply Chain Management*, 77-92. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-24355-5>

Pehlivan, İ. (2020). Kripto Paraların Muhasebeleştirilmesi ve Raporlanması, Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Balıkesir.

Peters, G. W., & Panayi, E. (2016). Understanding Modern Banking Ledgers Through Blockchain Technologies: Future of Transaction Processing and Smart Contracts on the Internet of Money. İçinde P. Tasca, T. Aste, L. Pelizzon, & N. Perony (Ed.), *Banking Beyond Banks and Money* (ss. 239-278). *Springer International Publishing*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42448-4_13

Pirim, E.C. (2022). *Kripto Para Ve Kripto Paranın Muhasebeleştirilmesi: Kripto Para Birimleri İle İlgili Düzenlemelerin Dünyada ve Türkiye 'de İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. *Başkent Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü*. Ankara.

Prochazka, D. (2018). Accounting for Bitcoin and Other Cryptocurrencies Under IFRS: A Comparison and Assessment of Competing Models. *International Journal of Digital Accounting Research*. (18), 161- 188.

Puthal, D., Malik, N., Mohanty, S. P., Kougianos, E., & Das, G. (2018). Everything You Wanted to Know About the Blockchain: Its Promise, Components, Processes, and Problems. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 7(4), 6-14. <https://doi.org/10.1109/MCE.2018.2816299>

Raiborn, C., Sivitanides, M. (2015). Accounting Issues Related to Bitcoins. *Journal of Corporate Accounting & Finance*, 26(2), 25-34.

Rajasekaran, A. S., Azees, M. ve Al-Turjman, F. (2022). A comprehensive survey on blockchain technology. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 52, 1- 13. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102039>

Rotman, S. (2014). Bitcoin Versus Electronic Money. *The Consultative Group to Assist the Poor (CGAP) Publications*.

Sak, A. (2024). *İşletmelerde Blokzincir Teknolojisi Uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. Eskişehir.

Sarmah, S. S. (2018). Understanding blockchain technology. *Computer Science and Engineering*, 8(2), 23-29.

Savaşgümrük, D. O., & Danacı, Ö. (2014). Dijital Para Bitcoin; Bir Ödeme Aracı Mı Yoksa Karapara Aklayıcıların Yeni Sığınağı Mı?. *Gümrük ve Ticaret Dergisi*, (4), 72-85.

Senkardes, C. G. (2021). Blockchain technology and NFT s: A review in music industry. *Pressacademia*, 8(3), 154-163. <https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2021.1454>.

Serçemeli, M. (2018). Kripto para birimlerinin muhasebeleştirilmesi ve vergilendirilmesi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar* (639), 433-465.

Sevilengül, O. (2016). *Genel Muhasebe*. Ankara: Gazi Kitabevi.

Shailak Jani. (2020). Smart Contracts: Building Blocks for Digital Transformation. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33316.83847>

Sillaber, C., & Walzl, B. (2017). Life Cycle of Smart Contracts in Blockchain Ecosystems. *Datenschutz Und Datensicherheit - DuD*, 41(8), 497-500. <https://doi.org/10.1007/s11623-017-0819-7>

Singh, J. (2022). The life cycle of smart contracts in the blockchain ecosystem. *Cointelegraph*. <https://cointelegraph.com/explained/the-life-cycle-of-smart-contracts-in-the-blockchain-ecosystem>, ET: 23.10.2023.

Stancheva, E. (2019). Accounting for Cryptocurrencies -Some Unanswered Questions and Unresolved Issues. *Sofia University, Faculty of Economics and Business Administration*, 19, 1-17. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19422.28486>.

Stiglitz, J. E. (2010). *Freefall: America, free markets, and the sinking of the world economy* (First edition). W. W. Norton & Company

Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. O'Reilly Media, Inc, 1- 149.

Szabo, N. (1996). *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:198956172>

Şahin, M. (2019). Kripto para yeni bir vergi sığınağı bilişim teknolojilerindeki gelişmeler kapsamında bir değerlendirme. *Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute*, <https://doi.org/10.30794/pausbed.421510>

Şat, N. (2019). Blok zincir (Blockchain)'in Kamu İdaresine Olası Etkileri Üzerine, *Amme İdaresi Dergisi*, 52(4), 117-147.

Şimşek, H. (2019). Development of Crypto Money: The Case of Turkey. *Economic Growth Public Finance & Game Theory*, 123-131.

Tan, B.S. & Low, K.Y. (2017). Bitcoin – its economics for financial reporting. *Australian Accounting Review*. Doi: 10.1111/auar.12167.

Tanrıverdi, M., Uysal, M., ve Üstündağ, M. T. (2019). Blok zinciri teknolojisi nedir? ne değildir?: alanyazın incelemesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 12(3), 203-217.

Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*.

TMS2, https://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/Duyurular/v2/TMS/TMS_2020/TMS%202.pdf ET: 10.02.2023.

TMS21, https://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/Duyurular/v2/TMS_TFRS_Setleri/2023/Mavi_Kitap/TMS/TMS%2021.pdf, ET: 10.02.2023.

TMS38, https://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/DynamicContentFiles/T%C3%BCrkiye%20Muhasebe%20Standartlar%C4%B1/TMSTFRS2018Seti/TMS/TMS_38_2018.pdf, ET: 10.02.2023.

TMS7, <https://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/DynamicContentFiles/T%C3%BCrkiye%20Muhasebe%20Standartlar%C4%B1/TMSTFRS2019Seti/TMS/TMS%2007.pdf>, ET: 10.02.2023.

Tokmak, E. K. E. (2022). Ödeme sistemleri ve Kripto para. *Social Sciences Studies Journal (SSS Journal)*, 4(23), 4696-4705.

Toraman, A. E. (2020). Bir kayıt zinciri uygulaması olarak kripto para uygulaması ve finansal piyasalara etkileri. Yüksek lisans tezi, *İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. Malatya.

Tönnissen, S. ve Teuteberg, F. (2019). Analysing the impact of blockchain-technology for operations and supply chain management: An explanatory model drawn from multiple case studies. *International Journal of Information Management*, 52, 1- 10. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.009>

Tran, D. A., Thai, M. T., & Krishnamachari, B. (Ed.). (2022). *Handbook on Blockchain* (C. 194). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-07535-3>.

Tunca, S., & Sezen, B. (2020). Sigorta işlemlerinde blok zincir (blockchain) teknolojisi uygulamaları. *Bankacılık ve Sigortacılık Araştırmaları Dergisi*, (14), 13-25.

Turing Complete. (2023). Binance Academy. <https://academy.binance.com/en/glossary/turing-complete>, ET: 01.12.2023.

TÜBİTAK Bilgem, <https://bilgem.tubitak.gov.tr/>, ET: 06.06.2023.

Usta, A. ve Doğantekin, S. (2017). *Blockchain 101*. İstanbul: Kapital Medya.

Usta, A., & Doğantekin, S. (2017). *Blockchain 101*. Bankalararası Kart Merkezi

Ünal, G. ve Uluyol, Ç. (2020). Blok zinciri teknolojisi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 13(2), 167-175.

Üzer, B. (2017). *Sanal Para Birimleri*, Uzmanlık Yeterlik Tezi. Ankara: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Yayınları.

Vincent, N. E. ve Wilkins, A. M. (2020). Challenges when auditing cryptocurrencies. *Current Issues in Auditing*, 14 (1), A46- A58.

Wang, Y., Singgih, M., Wang, J. ve Rit, M. (2019). Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains?. *International Journal of Production Economics*, 211, 221-236. doi: 10.1016/j.ijpe.2019.02.002.

Webrazzi, webrazzi.com.

Werbach, K. (2018). *The blockchain and the new architecture of trust*. The MIT Press.

Xu, X., Pautasso, C., Zhu, L., Gramoli, V., Ponomarev, A., Tran, A. B. ve Chen, S. (2016). The blockchain as a software connector. In 2016 13th Working Conference on Software Architecture, 182-191. <http://doi.org/10.1109/WICSA.2016.21>

Xu, X., Weber, I., & Staples, M. (2019). *Architecture for Blockchain Applications*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-03035-3>

Yalçın, S. (2019). Kripto Değişim Araçlarının Muhasebeleştirilmesi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*. (81), 101-120.

Yaz, D. A. (2020). Antik çağdan geleceğe para. *TİMAŞ*.

Yermack, D. (2017). Corporate Governance And Blockchains. *Review Of Finance* , 7-31.

Yıldırım, F. (2015). Kripto paralar, blok zinciri teknolojisi ve uluslararası ilişkilere muhtemel etkileri. *Medeniyet Araştırmaları Dergisi*, 2(4), 81-97.

Yli-Huomo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S. ve Smolander, K. (2016). Where is current research on blockchain technology a systematic review. *Plos One*, 11(10), 1-27. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0163477>.

Young, E. (2015). Sharing Ledgers For Sharing Economies: An Exploration Of Mutual Distributed Ledgers (Aka Blockchain Technology). <https://Www.TheBlockchain.Com/Docs/Journal%20of%20financial%20perspectives%20%20sharing%20ledgers%20for%20sharing%20economies.Pdf> .

Yousefi, S. ve Tosarkani, B. M. (2022). An analytical approach for evaluating the impact of blockchain technology on sustainable supply chain performance. *International Journal of Production Economics*, 246. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108429>

Yue, X., Wang, H., Jin, D., Li, M. ve Jiang, W. (2016). Healthcare data gateways: found healthcare intelligence on blockchain with novel privacy risk control. *Journal Of Medical Systems*, 40(10) <https://doi.org/10.1007/s10916-016-0574-6>

Yumuşaker, M. C. (2019). Kripto para ve tipleri, bitcoin olgusu ve muhasebesi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 12, 1007-1029. <https://doi.org/10.26466/opus.585051>

Yüksel, F. (2020). Kripto varlıklar ve IFRS kapsamında kripto paraların muhasebeleştirilmesi, *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*, 13(22), 429-451.

Zheng, W., Zheng, Z., Chen, X., Dai, K., Li, P., & Chen, R. (2019). NutBaaS: A Blockchain-as-a-Service Platform. *IEEE Access*, 7, 134422-134433. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2941905>

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X. ve Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal Of Web And Grid Services*, 14(4), 352-375.