



Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Muhasebe – Finans Bilim Dalı

# **KRİPTO PARALARDA VOLATİLİTE ANALİZİ: BITCOIN VE ETHEREUM ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

Hüseyin Emre KÖSE

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2023



KRİPTO PARALARDA VOLATİLİTE ANALİZİ: BITCOIN VE ETHEREUM ÜZERİNE  
BİR UYGULAMA

Hüseyin Emre KÖSE

Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Muhasebe – Finans Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2023

## KABUL VE ONAY

Hüseyin Emre KÖSE tarafından hazırlanan "Kripto Paralarda Volatilite Analizi: Bitcoin ve Ethereum Üzerine Bir Uygulama" başlıklı bu çalışma, 18.01.2023 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

---

Prof.Dr. Mehmet Baha Karan (Başkan)

---

Doç.Dr. Göknur BÜYÜKKARA (Danışman)

---

Prof.Dr. Semra Karacaer (Üye)

---

Prof.Dr. Ganite Kurt (Üye)

---

Doç.Dr. Burak Pirgaip (Üye)

Bu tez çalışmasında Sayın (Unvanı, Adı ve Soyadı) Ortak Danışman olarak görev almıştır.

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

Prof.Dr. Uğur ÖMÜRGÖNÜLŞEN

Enstitü Müdürü

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinleri yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. <sup>(1)</sup>
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ..... ay ertelenmiştir. <sup>(2)</sup>
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. <sup>(3)</sup>

...../...../.....

[İmza]

Hüseyin Emre KÖSE

<sup>1</sup>“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü tezele ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun** gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir \*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlerle ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi** ile **enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.  
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

\* Tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.**

## ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, **Doç.Dr. Göknur BÜYÜKKARA** danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

[imza]

**Hüseyin Emre KÖSE**

## ÖZET

KÖSE, Hüseyin Emre. *Kripto Paralarda Volatilite Analizi: Bitcoin ve Ethereum Üzerine Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2023

Kripto para, ekonomik sistemler içerisinde bütün dünyayı etkisi altına almayı başararak küreselleşme olgusuyla beraber sistemin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Aynı zamanda finansal piyasalar içerisindeki payının ciddi boyutlara ulaşması da yatırımcılar açısından merak konusu haline gelmiştir. Özellikle de kripto para türlerinden olan Bitcoin'in piyasalardaki işlem hacminin giderek genişlemesi nedeniyle kişilerin tercih ettiği bilinmektedir. Bu yüzden kripto para hakkında araştırmaların yapılıyor olması son derece olağan karşılanmaktadır. Bununla birlikte Bitcoin dışında piyasalara günden güne yeni kripto paraların eklendiği gözlemlenmektedir. Kripto para kavramının bu kadar önemli olmasının nedeni blokzincir teknolojisi olarak adlandırılan bir alt yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu tasarım ile karışık matematiksel algoritmalar kullanılarak sistemin güvenliği üst düzeye çıkarılmaktadır. Bu yüzden son derece etkin işleyen bir yapıya sahip olup geleceğin teknolojisi olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, kripto para birimlerinin volatilitesinin anlaşılmasına katkıda bulunmaktır. Bu bağlamda, teorik bölümde bahsedilen ARCH, GARCH, ARCH-M, GARCH-M, IGARCH, EGARCH, TGARCH, APARCH ve ACGARCH modelleri kullanılarak piyasa değeri yüksek olan BTC ve ETH kripto para birimleri seçilerek getiri serileri oluşturulmuş ve volatilite analiz edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda BTC getiri serilerinde meydana gelen olumsuz şokların volatilite üzerinde olumlu şoklara göre daha fazla etkisi bulunduğu; ETH getiri serilerinde meydana gelen olumlu şokların volatilite üzerinde olumsuz şoklara göre daha fazla etkisi bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada kullanılan veriler için asimetric koşullu değişen varyans modellerinin, simetric koşullu değişen varyans modellerine göre daha anlamlı sonuçlar verdiği görülmüştür.

### Anahtar Sözcükler

Blockchain, kripto para, volatilite, fiyatlama.

## ABSTRACT

KOSE, Hüseyin Emre. *Volatility Analysis For Cryptocurrencies: An Application For Bitcoin and Ethereum*, Master Thesis, Ankara, 2023

Crypto money is a crucial complementary of the system together with the phenomenon of globalization by succeeding in influencing the whole world within economic systems. At the same time, its share in financial markets has become a matter of curiosity for investors. It is known that people prefer Bitcoin, which is one type of the crypto moneys, because of the gradual expansion of the transaction volume in the markets. Therefore, it is extremely normal that researches about crypto money are being made. In addition to Bitcoin, it is observed that new crypto currencies are added to the markets every day. The reason why the concept of crypto money is so important is that it has an infrastructure called blockchain technology. With this design, the security of the system is maximized by using complex mathematical algorithms. Therefore, it has an extremely effective structure and is considered as the technology of the future.

The purpose of this study is to contribute to the understanding of the volatility of cryptocurrencies. In this context, BTC and ETH which have high market value have been chosen to make return series and analyze the volatility based on the models mentioned under the theoretic section including; ARCH, GARCH, ARCH-M, GARCH-M, IGARCH, EGARCH, TGARCH, APARCH and ACGARCH.

As a result of the analysis, it was found that the negative shocks in the BTC return series had a greater effect on volatility than the positive shocks. It has been concluded that positive shocks in ETH return series have more impact on volatility than negative shocks. For the data used in this study, it was seen that the asymmetric conditional variance models gave more significant results than the symmetric conditional variance models.

### Keywords

Blockchain, cryptocurrency, volatility, pricing.



## İÇİNDEKİLER

<b>KABUL VE ONAY</b> .....	<b>i</b>
<b>YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI</b> .....	<b>ii</b>
<b>ETİK BEYAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vi</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>x</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>1. BÖLÜM TEMEL KAVRAMLAR</b> .....	<b>3</b>
1.1.Paranın Tarihçesi ve Kavramları .....	3
1.1.1. Paranın Tanımı.....	3
1.1.2. Paranın Özellikleri .....	4
1.1.3. Paranın Fonksiyonları .....	4
1.1.4. Paranın Tarihçesi .....	5
1.2.Paranın Dijitalleşmesi .....	6
1.3.Para Çeşitleri .....	6
1.3.1. Mal Para.....	6
1.3.2. Temsili Para .....	6
1.3.3. İtibari Para.....	6
1.3.4. Altın ve Gümüş.....	7

1.3.5. Dijital Para.....	7
1.3.6. Elektronik Para.....	7
1.3.7. Sanal Para .....	8
1.3.8. Kripto Para .....	8
<b>2. BÖLÜM BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİ VE FİNANS SEKTÖRÜNDE UYGULAMA ALANLARI.....</b>	<b>9</b>
2.1. Blok Zincir Tanımı.....	9
2.2. Blok Zincir'in Tarihsel Gelişimi.....	10
2.2.1. Dönüm Noktası Olan Bitcoin .....	11
2.2.2. Bitcoin Sonrası .....	12
2.3. Blok Zincir'in Arkasında Yatan Temel Kavramlar.....	14
2.3.1. İşlem.....	14
2.3.2. Blok .....	14
2.3.3. Düğüm (Node).....	14
2.3.4. Çoğunluk Oy Birliği.....	14
2.3.5. Madencilik .....	14
2.3.6. Elektronik Cüzdan (Electronic Wallet) .....	15
2.4. Blok Zincir'in Özellikleri.....	15
2.4.1. Merkezi Olmayan Dağıtılmış Sistem .....	15
2.4.2. Blok Yapısının Değişmez Oluşu .....	15
2.4.3. Güvenli Oluşu.....	16
2.5. Blok Zincirin Olmazsa Olmaz unsuru: Dağıtık Defter Teknolojisi (Distributed Ledger Technology-DLT) .....	16
2.6. Blok Zincir Türleri.....	19
2.6.1. Kamu Blok Zinciri .....	19
2.6.2. Özel Blok Zincir .....	19

2.6.3. Konsorsiyum Blokajları .....	19
2.7. Blok Zincir'de Güvenlik ve Gizlilik .....	20
2.8. Blok Zincir Ağ Mimarisi .....	22
2.8.1. Blok Zincir'in Teknik Yapı Taşları .....	23
2.8.2. Blok Zincir Yapısının Çalışma İşleyişi.....	26
2.8.3. Blok Zincir Uygulama Alanları .....	35
<b>3. BÖLÜM KRIPTO PARALAR VE TEKNİK HUSUSLARI .....</b>	<b>50</b>
3.1. Kripto Para Kavramı .....	50
3.2. Tarihçesi ve Genel Özellikleri .....	51
3.3. İtibari Paradan Farkı .....	53
3.4. Kripto Para Madenciliği.....	54
3.5. Yapıları .....	55
3.6. Kripto Para ve Teknolojileri.....	56
3.6.1. Bitcoin (BTC).....	57
3.6.2. Ethereum (ETH) .....	59
3.6.3. Ripple (XRP) .....	60
3.6.4. Litecoin (LTC).....	61
3.6.5. Dash (DASH) .....	61
3.6.6. Monero (XMR).....	62
3.6.7. IOTA (IOT) .....	64
3.6.8. Stabil Kripto Paralar .....	64
3.6.9. Dogecoin (DOGE) .....	65
3.6.10. Neo .....	66
3.6.11. Tron .....	67
<b>4. BÖLÜM İLGİLİ ARAŞTIRMALAR .....</b>	<b>68</b>

<b>5. BÖLÜM</b>	<b>KRİPTO PARA FİYATLAMASI İÇİN YAPILAN ANALİZLER ...</b>	<b>76</b>
5.1.	Veri Seti .....	76
5.2.	Kullanılan Modeller .....	77
5.3.	BTC Serisinin İncelenmesi.....	80
5.3.1.	Birim Kök Testleri .....	81
5.3.2.	ARMA Modeli Tahmini.....	82
5.3.3.	ARCH-LM Testi .....	83
5.3.4.	Simetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmini .....	83
5.3.5.	Asimetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmini .....	84
5.3.6.	En Uygun Modelin Seçilmesi.....	86
5.4.	ETH Serisinin İncelenmesi.....	87
5.4.1.	Birim Kök Testleri .....	88
5.4.2.	ARMA Modeli Tahmini.....	89
5.4.3.	ARCH-LM Testi .....	90
5.4.4.	Simetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmini .....	90
5.4.5.	Asimetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmini .....	92
5.4.6.	En Uygun Modelin Seçilmesi.....	93
<b>SONUÇ</b>	.....	<b>94</b>
<b>KAYNAKÇA</b>	.....	<b>97</b>

## KISALTMALAR

ACGARCH	: Asimetrik Bileşen Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
ADF	: Genişletilmiş Dickey-Fuller
AIC	: Akaike Bilgi Kriteri
APARCH	: Asimetrik Üstel Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
ARCH	: Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
ARCH-M	: Ortalamada Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
ARMA	: Otoregresif Hareketli Ortalama
BTC	: Bitcoin
EGARCH	: Üssel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
ETH	: Ethereum
GARCH	: Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
ICO	: Kripto Para Arzı
LB	: Ljung Box
LL	: Log Likelihood (Fonksiyon Logaritması)
LM	: Lagrange Çarpanı
NSA	: Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Güvenlik Dairesi
PBFT	: Pratik Bizans Hata Toleransı
PP	: Phillips-Perron
P2P	: Eşten eşe bağlantı
SHA	: Güvenli Özetleme Algoritması
SIC	: Schwarz Kriteri
TGARCH	: Eşik Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans

## TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1 Blok Zincirin Tarihsel Süreci.....	10
Tablo 2 Blok Zincir Uygulamasının Geçirdiği Aşamalar .....	12
Tablo 3 Blok Zincir Türleri ve Özellikleri .....	19
Tablo 4 Özet Fonksiyonlarının Karmaşıklıkları .....	26
Tablo 5 Blok Konstrüksiyonu.....	29
Tablo 6 Merkle Ağacında Verimlilik.....	32
Tablo 7 Blok Zincir Teknolojisiyle Dönüşüm Yaşanacak Endüstriler.....	36
Tablo 8 Günümüz Bankacılığı İle Blok Zincir Teknolojisinin Karşılaştırılması ...	42
Tablo 9 İncelenen Kripto Para Birimleri Veri Seti .....	77
Tablo 10 BTC Birim Kök Test Sonuçları .....	81
Tablo 11 BTC ARMA(4,4) Tahmin Sonuçları .....	82
Tablo 12 BTC ARCH Etkisinin Testi.....	83
Tablo 13 BTC Simetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmini.....	83
Tablo 14 BTC Asimetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmin Sonuçları .....	85
Tablo 15 ETH Birim Kök Testi Sonuçları.....	88
Tablo 16 ETH ARMA(3,4) Tahmin Sonuçları .....	89
Tablo 17 ARCH Etkisinin Testi.....	90
Tablo 18 ETH Simetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmin Sonuçları	90
Tablo 19 ETH Asimetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmin Sonuçları .....	92

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 Blok Zincirin Tarihsel Gelişimi .....	11
Şekil 2 Blok Zincir Teknolojisinin Temel Özellikleri .....	16
Şekil 3 Merkezi ve Dağıtık Deftere Ait Bir Görünüm .....	17
Şekil 4 Blok Zincir Mimarisinin Genel Yapısı.....	22
Şekil 5 Çok Merkezli ve Dağıtık Ağ Yapıları.....	23
Şekil 6 Hash Fonksiyonu Türleri .....	25
Şekil 7 Bitcoin İşlem Süreci.....	27
Şekil 8 Madencilerin Blok Zincirdeki İşlem Sırası.....	27
Şekil 9 İlk Blok Kaydından Sonra Birbirini Takip Eden Blok Yapısı .....	28
Şekil 10 Blokların Birbirine Eklenerak Zincir Oluşturması .....	29
Şekil 11 Blok Zincirde Transfer İşleyişi ve Onay Süreci .....	30
Şekil 12 Merkle Ağacı .....	31
Şekil 13 Blok Zincirde Çatallanma .....	33
Şekil 14 Gönüllü Çatallanma Oluşumu .....	34
Şekil 15 Zorunlu Çatallanma Oluşumu.....	34
Şekil 16 Yetim Blok .....	35
Şekil 17 Akıllı Sözleşmelerin Kullanımına Yönelik Bir Görünüm .....	41
Şekil 18 Tedarik Yönetiminde Blok Zincir.....	44
Şekil 19 Blok Zincirin Sunduğu Beş Avantaj .....	45
Şekil 20 Blok Zincir Yapısında İlaç Tedarik Yönetim Senaryosu.....	46
Şekil 21 Bitcoin Fiyat Değişimi.....	52
Şekil 22 Kripto Paranın Çalışma Mantiği .....	56
Şekil 23 BTC Serisi Grafiği.....	80

Şekil 24 BTC Getiri Serisi Grafiği .....	80
Şekil 25 BTC Tanımlayıcı İstatistikler .....	81
Şekil 26 ETH Serisi Grafiği .....	87
Şekil 27 ETH Getiri Serisi Grafiği .....	87
Şekil 28 ETH Tanımlayıcı İstatistikler .....	88



## GİRİŞ

Ekonomik faaliyetlerin başlangıcında insanlar ihtiyaçlarını mübadele (değişim, takas) ile giderebilmekteydiler. Yani gereksinim duyulan mal karşılığında, mal ya da hizmet verilerek ihtiyaç duyulan mal ve hizmetlerin elde edildiği bilinmektedir. Öyle ki dönemde yönetici otorite olarak kabul edilen örgütlenmeler, vergilerini aynı olarak ya da bedenen çalışma yöntemiyle tahsil etmişlerdir. Ekonomik sistemin günümüz şartlarına yakınsamasından önce de para kullanımı olmakla birlikte, belirli bir sistem dahilinde değer atfederek, dünya genelinde kâğıt paraların kullanımının yaygınlaşmasının son birkaç yüzyılda gerçekleştiği görülmektedir. Bu süreçte paraya rutin ihtiyaçların karşılanmasından değer biriktirmeye, spekülasyon amaçlı kullanımdan makro politikalar için kullanımına kadar pek çok fonksiyon yüklenmiş durumdadır. Teknolojik gelişimlerin hayatımızın pek çok alanında getirdiği yenilikler ve verimlilik ekonomik alanda da kendini göstermektedir. Gerek işlem güvenliği gerekse mevcut ekonomik sistemdeki sorunları giderme söylemleriyle ortaya çıkan kripto, sanal, dijital para gibi adlarla geliştirilen ekonomik varlıklar da para yerine kullanılmaya başlanmış mübadele araçları olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu arayışlarda, gelişen teknoloji ile birlikte kripto paralar ön plana çıkmıştır. İşlemlerin daha hızlı ve bilgi gizliliğinin en üst seviyede olmasından dolayı kripto para birimleri tercih edilmeye başlamıştır. Bilgisayar uygulamalarındaki algoritmik düzen prensibiyle çalışan kripto paraların üretim süreçleri de bu nedenle yüksek teknoloji, bilgi ve fiziki donanım kabiliyeti gerektirmektedir. Söz konusu teknolojilerin kripto paraların üretim miktarına belirli bir sınır getirmiş olması, ulus devletlerin ya da rezerv para sahiplerinin sınırsız para basmalarından dolayı ortaya çıkan ekonomik sorunlara son verebileceği düşüncesi kripto paralara olan ilgiyi artırmaktadır.

Bununla birlikte kripto paraların merkez bankaları gibi belirli bir otorite tarafından üretilmiyor ve bankacılık sistemi dışında işlem yapılabilen oluşu beraberinde denetim sorunlarını getirmektedir. Geliştirilen sistem sayesinde kripto paraların sahtesinin yapılamıyor oluşu bir tarafa, belirli bir denetime tabi olmaksızın el değiştirebiliyor oluşu kara para aklama gibi yasa dışı faaliyetler ve benzeri ödemelerin gerçekleştirilmesine zemin sunmaktadır. Küresel düzeyde oldukça rağbet görmüş söz konusu teknolojiler ve paralar, bu gibi nedenlerle ülkelerin gündemine girmiş bulunmaktadır. Bazı ülkelerde

yasaklamalar olmasına rağmen bazı ülkelerde ise geçerli para birimleri olarak kabul görmektedirler. Pek çok ülkenin gündeminde de konuyla ilgili düzenlemelerin yapılacağına dair bu tezin yazılmaya başlandığı tarihlerde çıkan haberler halen tüm dünyayı etkileyecek düzeyde bir noktaya erişmiş olmasa da önümüzdeki dönemde bu paralar ve temelini oluşturan teknolojilerin ekonomik sistemi etkilemesi kaçınılmaz görünmektedir.

Bu çalışmanın amacı, kripto para birimlerinin volatilitésinin anlaşılmasına katkıda bulunmaktır. Bu bağlamda, teorik bölümde bahsedilen ARCH, GARCH, ARCH-M, GARCH-M, IGARCH, EGARCH, TGARCH, APARCH ve ACGARCH modelleri kullanılarak piyasa değeri yüksek olan BTC ve ETH kripto para birimleri seçilerek getiri serileri oluşturulmuş ve volatiliteleri analiz edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda BTC getiri serilerinde meydana gelen olumsuz şokların volatilité üzerinde olumlu şoklara göre daha fazla etkisi bulunduğu; ETH getiri serilerinde meydana gelen olumlu şokların volatilité üzerinde olumsuz şoklara göre daha fazla etkisi bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada kullanılan veriler için asimetric koşullu değişen varyans modellerinin, simetric koşullu değişen varyans modellerine göre daha anlamlı sonuçlar verdiği görülmüştür.

# 1. BÖLÜM

## TEMEL KAVRAMLAR

### 1.1. Paranın Tarihçesi ve Kavramları

Para sözcüğü Türkçe'ye Farsçada "parça" anlamına gelen "pâre"den geçmiştir ve TDK tanımına göre devlet tarafından bastırılan, değeri üzerinde yazılı olan kâğıt ya da metal yapılarda bulunan ödeme aracı anlamına gelir.

Bu bölümde, paranın tanımı, paranın özellikleri, paranın fonksiyonları ve paranın tarihçesi anlatılacaktır.

#### 1.1.1. Paranın Tanımı

Para kelimesinin anlamları ile ekonomistlerin para tanımları arasında pek çok fark vardır. Toplumda para kelimesinin birçok anlamı vardır. Birçok insan "para" derken banknotları ve bozuk para da denilen madeni paraları kastetmektedir. Paranın bu şekilde tanımlandığı kavramı, ekonomistler nakit olarak ifade ederler. Ekonomistler için para kavramının farklı bir anlamı vardır. Ekonomi literatürüne göre para, "satın alınan mal ve hizmetlerin değerinin bir başkasına devredilmesi veya borçların ödenmesinde genel olarak kabul edilen her şey" olarak anlaşılmaktadır. Dolayısıyla para kavramı yalnızca nakit olarak ifade edildiğinde ekonomistlerin gözünde dar bir anlama sahiptir (Şıklar, 2004: 3-4).

Para, mal ve hizmet satın alma kabiliyetine sahip olan ve cari borçları ödemek için ve tüketiciler tarafından mal ve hizmetleri satın almak için kullanılan bir araçtır. Bir nesnenin para olarak nitelendirilebilmesi için, bir ödeme aracı olarak kabul görmesi ve toplumca benimsenmesi gerekir. Ekonomide bir dönem para olarak kabul gören bir nesne, zaman içinde para işlevini yitirebilir. Aynı şekilde bir toplumda para olarak kabul gören bir araç bir başka toplum için para olarak nitelendirilmeyebilir. Bu sebeple, paranın tanımı farklı dönemler içinde çeşitli anlamlar alabilir, zamana, mekâna, topluma göre değişebilir.

Tarihsel süreçte para dinamik bir yapıya sahip olduğundan paranın tek ve kesin bir tanımı yoktur. Kripto paralar gibi, daha önce para olarak kabul edilemeyen maddeler

toplumlarda meydana gelen değişimler sayesinde artık para olarak kabul edilmektedir (Şenocak, 2021).

### 1.1.2. Paranın Özellikleri

Paranın değişim aracı olarak adlandırılabilmesi için belirli özellikleri olması gerekmektedir.

Öztürk ve Koç'un (2006: 210-211) araştırmasına göre bu özellikler aşağıdaki noktalar ile açıklanmaktadır.

- Kabul edilebilirlik (Homojenlik): Paranın her toplulukta aynı tanınırlığa sahip olması ve aynı değeri ifade etmesi ödemelerin şeffaf ve düzenli bir şekilde yürütülmesi için gereklidir.
- Dayanıklılık: Paranın sürekli el değiştireceği kabul edildiği için dayanıklı görünmesi gerekir.
- Taşınabilirlik: Farklı ödeme noktalarında kullanımı kolay olmalıdır.
- Bölünebilirlik: Her türlü para işleminin az ya da çok yapılabilmesi için paranın düşük miktarlara çevrilmesi gerekir.
- Sahtecilik yapmama: Sahte para kullanımını önlemek için, paranın kolayca taklit edilemeyen ve ayırt edici bir güvenlik özelliğinin olması gerekir.

### 1.1.3. Paranın Fonksiyonları

Para üç önemli işlevi yerine getirir. Bu özellikler alışverişi daha verimli hale getirir.

Afshar, Özdemir ve Arslan'ın (2012: 29-30) araştırmasında paranın sahip olduğu işlevler aşağıdaki şekilde belirtilmektedir.

- Hesap biriminin işlevi: para, mal ve hizmetlerin fiyatının ölçü birimidir. Para, ekonomideki fiyat ve refah gibi göstergeleri ölçer. Ekonomide hesap birimi işlevi gören herhangi bir nesne olmasaydı, mal ve hizmetlerin maliyeti, mal ve hizmet bazında hesaplanacak ve ekonomide verimsizlik hakim olacaktı. Toplumda yer alan bütün mal ve hizmetlerin fiyatını tek bir nesne ile ifade etmek, ekonomide ortaya çıkabilecek bu verimsizliği ortadan kaldırır.

- Takas işlevi: Para, mal ve hizmet satın alırken bu satın alma için ödeme yapılması anlamına gelir. Bir değişim aracı olarak para, ticaret işlemlerinde mal ve hizmet alışverişini kolaylaştırır, böylece ticarete harcanan zamanı azaltır. Böylece piyasa işlemleri daha verimli hale gelir.
- Değer saklama işlevi: Para, kazanıldığı andan itibaren harcandığı ana kadar değerini korumalıdır. Ancak bu şekilde uzun bir dönem boyunca toplum tarafından kabul görerek ödeme işlemlerine konu olabilir.

Bir nesnenin para olabilmesi için toplum tarafından kabul görmüş bir ödeme aracı olabilmesi gerekir. Para zaman içinde insanların ihtiyaçlarına göre şekillenmiştir. Örneğin; elektronik ortamda karta yüklenen metaller (altın, gümüş vb.), menkul kıymetler, çekler, kambiyo senetleri, bonolar ve değerli eşyalar da paraya dahildir. Bu nedenle insanların fiziksel özelliklerini değil parayı kabul etmeleri önemlidir (Şenocak, 2021).

#### 1.1.4. Paranın Tarihçesi

İnsanoğlu, tarihsel dönemlerde avcılık ve çiftçilik yaparak yaşamını sürdürmüştür. Bu sisteme fiziksel olarak üstün insanlar hakimdi. Sonraki dönemlerde dünya kaynaklarını daha iyi kullanmak için işlevselliği artırdılar. Bu durum, birlikte yaşamayı öğrenen kişilerin takas yoluyla mal ve hizmet ticareti yapmalarına olanak sağlamıştır.

Tarihler MÖ 7. Yüzyılı gösterdiğinde Lidyalılar dünya tarihini değiştirecek bir yenilik getirdiler. Dünyada değerli metalleri ticarete kullanmaya başladılar. Mal ve hizmet satın almak için daha önce var olan takas yöntemi yerine değerli madenler kullanılmaya başlandı.

Zamanla kıt olan altın ve gümüş daha değerli hale geldi ve bireylerin ve toplulukların zenginlikleri açısından ilk sırayı aldı. Daha sonra devletler bankacılık sistemini geliştirmiş ve bu madenlere göre maliyeti düşük olan kâğıt para ortaya çıkmış ve ticaret yaparken madenlerin yerini almıştır.

Para bulunmadan önce insanlar çeşitli metalleri takas aracı şeklinde kullandılar. Gayrimenkullerin bir kısmı bir değer deposu olarak görülse de insanlar bir değişim aracı olarak kullanılmaya uygun olmadıkları için varlıklarını işlerini kolaylaştırmak için kullanmak istediler. Yıllar geçtikçe, para farklı kalıpları takip etmek zorunda kaldı. Deniz kabuğu, tuz ve fildişi olarak karşımıza çıkan bazı para formları paranın fiziksel yapısını

üstlendi. Bireyler güvenilir parayı kullanma ve kendileri için kolaylaştırma eğilimindedir. Bu nedenle satın alma ve yatırımlarda dijital yöntemler kullanma potansiyeli yüksektir (Üzer, 2017: 5-6).

## **1.2.Paranın Dijitalleşmesi**

1871 yılında Western Union, paradaki ilk gerçek değişim olan elektronik para transferlerini (EFT) tanıttı. 1950 yılında kredi kartlarının ilk örneği olan Diners Club Card piyasaya çıkmış ve paranın tarihsel değişimi hızlanmıştır. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, paranın hızla gelişmesi, paranın işlevini yerine getirebilecek ve artan insan ihtiyaçları ile ilişkili zaman kaybını ortadan kaldıracak güvenli yeni bir sistem oluşturma çabalarını artırmıştır (Aslan, 2018: 8).

## **1.3.Para Çeşitleri**

İktisat literatüründe para türleri aşağıda açıklanmıştır.

### **1.3.1. Mal Para**

Petrol, altın, gümüş; arpa, buğday, mısır; balık, tuz, metaller gibi değiş tokuş edilebilen tüm mallar ve mineraller gibi gıda maddeleri, emtia parası olarak adlandırılır. Emtia parası, değerini ilk yapıldığı malzemeden alır. Para, mal ve hizmet mübadelesinin hemen ardından mallar kullanılmaya başlanmıştır (Kızıldaş, 2019: 9).

### **1.3.2. Temsili Para**

Altın ve gümüş gibi değerli madenlere karşılık gelecek şekilde Merkez Bankası eliyle basılan, gerektiğinde değerli madenlere çevrilebilen ve matbaalarda basılan banknotlardır. (Çarkacıoğlu, 2016: 3).

### **1.3.3. İtibari Para**

Kıymetli madenler karşılığı basılmayan, ancak mal ve hizmet alımında tamamen itibari değeri olan Merkez Bankası gibi resmi kuruluşlar tarafından ihraç edilen kalemlere para

denir. Madeni paraların bir meta olarak değeri olmamasına rağmen, üzerlerinde yazan miktar kadar bir değere sahiptirler. Bu sistem günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kâğıt paranın çalınması, büyük miktarda paranın taşınmaması gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunları çözmek için bankalardaki mevduat hesaplarında para tutulabilir. Fiat paralar gücünü resmi makamlardan alır. Resmi makamlar, paranın sahtesinin yapılmaması için mümkün olan tüm önlemleri almalıdır (Afshar, Özdemir ve Arslan; 2012: 32).

#### 1.3.4. Altın ve Gümüş

Altın ve gümüş, hem fiziksel hem de kimyasal özellikleri ile pek çok toplum tarafından uzun yıllar boyunca kullanılan, nadir bulunan dayanıklı metallerdir. Yüksek bir erime noktasına sahip olmadıkları için madeni para ve mücevher yapmak kolaydır. Bu sebeple altın ve gümüş, uzun yıllar mal mübadelesinde para görevi görmüştür.

#### 1.3.5. Dijital Para

Bu, elektronik olarak saklanabilen ve gönderilebilen paradır. Fiat herhangi bir zamanda nakde çevrilebilir. Banka hesaplarındaki para, dijital para birimlerine bir örnektir. Dijital para birimi günümüzde depolama, taşıma ve kullanım kolaylığı nedeniyle popüler hale gelmiştir. Dijital para birimleri merkezi hükümetin kontrolündedir (Çarkacıoğlu, 2016: 6).

#### 1.3.6. Elektronik Para

E-para olarak da bilinen elektronik para kavramı itibari paraya bir alternatif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Dijital bir ortamda saklanabilme veya kullanılabilme özelliğine sahip olan elektronik para, ülkemizde, 6493 sayılı Ödeme ve Menkul Kıymet Mutabakat Sistemleri, Ödeme Hizmetleri ve Elektronik Para Kuruluşları Hakkında Kanun'da "Elektronik para ihraç eden kuruluş tarafından kabul edilen fon karşılığı ihraç edilen, elektronik olarak saklanan, bu kanunda tanımlanan ödeme işlemlerini gerçekleştirmek için kullanılan ve elektronik para ihraç eden kuruluş dışındaki gerçek ve tüzel kişiler tarafından da ödeme aracı olarak kabul edilen parasal değerdir" olarak tanımlanmıştır. Dolaşımda bulunan itibari paradan en büyük farkı nominal faiz kazancı sağlamasıdır.(Özbaş, 2019: 90)

### 1.3.7. Sanal Para

Sanal ortamda, bir kurum veya ülke tarafından verilmemekte, bazı durumlarda para yerine geçebilmektedir. Dijital paranın aksine, merkezi bir otorite tarafından verilmez. Kripto paralar günümüzde sanal paraya en popüler örneklerdir (Güven ve Şahinöz, 2018: 217).

Bir ülkenin tüm varlıklarının eşdeğerini temsil eden kurumlar, para basan ve yöneten merkez bankalarıdır. Osmanlı Devletinde ilk para basan kurum olan Osmanlı Bankası 4 Şubat 1863'te kurulmuştur. Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulmasından sonra Merkez Bankası faaliyet göstermektedir. Merkez Bankası kâğıt para (banknot) ihraç ederken, madeni para (madeni para) ihracı Maliye Bakanlığı ve Hazine tarafından yönetilmektedir. Banknot matbaasındaki banknotlar; madeni ufaklık para darphanede basılmaktadır.

### 1.3.8. Kripto Para

İngilizcedeki "crypto" ile "currency" sözcüklerinden oluşan "cryptocurrency" sözcüğü kripto para anlamına gelmektedir. Bir şemsiye kavram olan kripto varlık tanımı kripto para ile karıştırılmamalıdır. Kripto varlık, kripto paralar ve tokenler olarak ikiye ayrılmaktadır. Tokenler bir kupon veya jeton gibi değerlendirilmiş olup kripto para birimleri dışında kalan kripto değer birimlerini kapsar. Kripto para ise, merkezi otoritelerden veya aracılardan bağımsız olarak internette kullanılan sanal paradır. Kripto para birimleri, bu parolalar kullanılarak belirli bir parola ile barındırılan sanal bir cüzdandan satın alınıp kullanılabilirdiği için bu şekilde adlandırılmıştır. Kripto para, gerçek para gibi mal ve hizmet almak için kullanılabilir (Eğilmez, 2018). İlk kripto para, adını ilk defa Satoshi Nakamoto'nun 2008 yılındaki bir makalesi sayesinde Bitcoin olarak duyurmuştur.



## 2. BÖLÜM

# BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİ VE FİNANS SEKTÖRÜNDE UYGULAMA ALANLARI

### 2.1. Blok Zincir Tanımı

Günümüzde BTC, kavramsal olarak blok zincir ile beraber düşünülse de aslında bu kavramlar karıştırılmamalıdır. Öyle ki, blok zincir BTC'nin çalışmasını sağlayan bir yapı olup, BTC, bu yapıyla kullanılan ilk uygulamadır. Bitcoin ile blok zincir ilişkisine dikkat çekmek için "Asıl marifet buluttaydı, fakat herkes yağmura şiiir yazdı" cümlesi etkileyici bir mesaj vermektedir (Dilek, 2018: 11).

Literatüre bakıldığında blok zincirin ortak bir tanımı olmamakla birlikte farkları ve ayrıntıları olduğu tespit edilmektedir. Bitcoin'in arkasındaki temel teknoloji olan nitelendirilen blok zincir; işlemleri kalıcı ve güvenli bir biçimde kayıt altına alan dağıtılmış bir defter olarak nitelendirilmektedir (Lansiti ve Lakhani, 2017: 118). Blok zincir ilk olarak merkeziyetsiz veri yönetimi şeklinde tasarlanmış bir sistem olarak ortaya çıkmaktadır. Bir başka tanıma göre ise, "tüm hayatımızı yeniden şekillendirecek yepyeni bir teknolojiyi adlandıran merkezi olmayan bir şifreleme kayıt defteridir" (TÜBİTAK, 2018).

Blok zincir, şifreli işlemlerin kaydedilmesi ve doğrulanması için oluşturulan dijital bir defter veya veri tabanı olarak atfedilmektedir. Dahası, "güvenilir" üyelerin bir aracıya ihtiyaç duymadan birbirleriyle veri değişimi (P2P- Peer to Peer- Eşten Eşe Bağlantı) yapabildiği bir ağdır (Gibson ve Kirk, 2016: 1). Bu P2P eşlerarası sistem, birbirine "eş" en az iki istemcinin birbiri ile haberleşmesinin sağlanması ve veri paylaşımını sağlamak için geliştirilen bir ağ protokolüdür (Karaköse, 2017: 40-41).

Blok zincirin ortaya çıkışındaki temel unsur, çevrimiçi ödemeleri yaparken aracılara güvenmeden bir partiden bir partiye aktarımı güvenli bir şekilde sağlamaktır. Bu sistemin işleyişi sırasında ödeme sürecini garanti eden bir yapının da bulunması blok zincir yapısını, BTC transferlerinin temelini oluşturan bir kayıt defteri durumuna getirmektedir. En ünlü kripto para birimi olan Bitcoin aslında tek değildir. Esasen 2008'den beri birçok farklı blok zincir tabanlı uygulamada kripto paralar yaratılmış olup, günümüzde 22.000 adet üzerinde kripto para piyasada yerini almaktadır (Gatteschi, Lamberti, Demartini, Pranteda ve Santamaria, 2018: 2).

## 2.2. Blok Zincir'in Tarihsel Gelişimi

1972 yılında TCP/IP olarak bilinen Aktarma Kontrol Protokolü/İnternet Protokolünün internet teknolojisinin altyapısını oluşturmuş ve blok zincir teknolojisinin temellerinin atılmasında önemli rol oynamıştır. TCP/IP'den önce telekomünikasyon yapısı “devre anahtarlama” (Lansiti ve Lakhani, 2020: 25) temeline dayanıyordu. TCP/IP teknolojisi ile bilgi, dijital bir hale getirilen adres bilgisini bünyesinde barındıran çok küçük paketler halinde iletilmektedir. 1980'lerde başlayan, 1990'lar boyunca da sayısı artan Sun, NeXT, Hewlett-Packard ve Silicon Graphics gibi firmalar TCP/IP teknolojisini kullanmıştır. Düşük maliyetli, bağlantılabilirlik avantajlı bir ağ yapısı üzerinde işlem yapmak firmalar açısından oldukça avantajlı hale gelmiştir. Öyle ki, CNET haberlerini internete taşımıştır. Amazon tüm kitapçılardan daha fazla kitabı satışa sunarken, Priceline ve Expedia uçak biletleri satışını kolaylaştırmış ve benzeri görülmemiş bir şeffaflık getirmiştir (Lansiti ve Lakhani, 2020: 25-28). Blok zincirin ağ yapısı temelleri bu şekilde atılırken zaman içerisinde hangi olaylarla nasıl bir gelişim izlediği de Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1 Blok Zincirin Tarihsel Süreci**

YIL	ÇALIŞMALAR
1991	Güvenli Bir Blok Zincir Üzerine Yapılan İlk Çalışma
1992	Merkle Ağaçlarının Blok Zincire Dahil Edilmesi
2008	Dijital Para: Bitcoin
2009	Kriptografide İlk Bitcoin 0.1 Duyuruldu İlk Bitcoin İle Bir İşlem Transferi Gerçekleşti
2014	Blok Zincir (Bitcoin) Dosya Boyutu 20 GB'a Ulaştı. Blok Zincir 2.0 İşlemlere Geçti.
2015	Dosya Boyutu 30 GB'ı Geçti.
2016- 2017	Dosya Boyutu 50-100 GB, NXT Blok Zincir 2.0 Tabanlı Pilot Proje - Blok Zincir Tabanlı Otomatik Oylama Sistemleri, Finansal Sektörlerin Blok Zincir'e %13,5 Oranında Uyum Sağlaması

Kaynak: B. Muni Lavanya, “Blockchain Technology Beyond Bitcoin: An Overview”, International Journal of Computer Science and Mobile Applications, 2016: 77.

2014 ile 2025 arasında yaşanan ve yaşanması beklenen olaylar örgüsü Şekil 2.1'de gösterilmektedir. Çok kısa bir sürede hızlı bir gelişme kaydetmesi öngörülmektedir. Böylelikle 2025 yılında aktif olarak kullanılan bir teknolojiden bahsedilmektedir.



**Şekil 1 Blok Zincirin Tarihsel Gelişimi**

Kaynak: TÜBİTAK BİLGEM UEKAE, Blokzincir, Blok Zincir Araştırma Laboratuvarı, <https://blokzincir.tubitak.gov.tr/blok-zincir.html>, Erişim Tarihi: 04.12.2021.

### 2.2.1. Dönüm Noktası Olan Bitcoin

Kripto paraların ortaya çıkışıyla ilgili birçok görüş bulunmaktadır. Bu görüşlerden en dikkat çeken şüphesiz 2008 yılındaki finans krizidir. Krizden sonra finans kurum ve kuruluşlarına karşı zayıflayan güven sorunu yeni bir sistemin varlığına işaret etmektedir. 2008'deki küresel mali krizin patlak vermesi ülke borsalarının çökmesine, kredi derecelendirme kurumlarının itibar kaybetmesine yol açmıştır. Büyük bankalar batmış en önemlisi de insanların güven duygusu sarsılmıştır. Bu bağlamda resmi para birimlerine örneğin Euro, Dolar vs.'ye alternatif olarak kripto paraların doğuşuna neden olmuştur (Vondrackova, 2017: 2).

Banka veya devlet müdahalesi olmadan bağımsız sanal bir para birimi yaratmayı amaçlayan Satoshi Nakamoto, 2008 yılında kaleme alınan makaleyle gündeme gelmiş olup, 2009 yılında dijital platformlarda para birimi olarak bitcoin piyasaya sunulmuştur. Bitcoin 2008'de bir mail grubuna yollanan bir e-posta ile tanıtılmıştır. E-postanın

Japonya'dan geldiği kesinleşmiş olup Nakamoto'nun Japon olup olmadığı veya kimliğine dair bir bilgi mevcut değildir.

BTC; dijital, merkeziyetsiz, kısmen anonim bir kripto paradır. Bitcoin, para birimi olarak kullanıcılar aracısında elektronik ödeme aracı olarak oluşturulan transfer sistemidir. Çalışmanın mantığı kriptografi (şifreleme) yöntemine dayanmaktadır. Sistem kriptografik kanıta dayalı, üçüncü bir kişiye gerek duymadan iki kişinin birbirleriyle doğrudan işlem yapabileceği bir elektronik ödeme sistemidir. Alıcıları koruyacak, emanetçi sistemleri oluşturabilir, geri dönülmesi imkansız yakın olan işlemler satıcıları dolandırılmaktan korumaktadır. Sistem, yeni para arzının aktarımlarının merkezi bir birim tarafından yapılamaması ve takip edilememesini ifade etmektedir (Aslantaş Ateş, 2016: 354).

Blok zincir kelimesi Nakamoto'nun yayınlanan makalesinde açık bir şekilde geçmemiş olup, Bitcoin ya da Ethereum gibi kripto paraların altında yatan sistem olarak atfedilen teknoloji olmaktan çok daha büyük değişimler vadetmektedir. Mamafih, büyük bir devrim olarak ilk etapta finans sektörünü etkisi altına almış olup, örneğin modern müzik sanayisinde de müziğin çalınış şekline sanatçılara nasıl ödeme yapıldığına kadar farklı projelerle müzik endüstrisinin kurtarıcısı olarak nitelendirilen sistemdir. Blok zincir sanılanın aksine birçok platformu değiştirmeye sahip bir devrimdir. Ticaret, sağlık bilgi paylaşımı, otomotiv sektörü ve oylama gibi alanlarda şimdilik rüzgârını hissettirmektedir (Woodside, Augustine ve Giberson, 2017: 66).

### 2.2.2. Bitcoin Sonrası

Bitcoin'in ortaya çıkmasından sonra blok zincir uygulamasının temelde üç evrede cereyan ettiği görülmektedir. Blok zincir sistemi bugün 3. safhasına ulaşmıştır. Bu bağlamda Tablo 2.2'de blok zincirin hangi aşamalardan geçtiği ve her bir evrede önemli olan gelişmeler tablolştırılmıştır.

**Tablo 2 Blok Zincir Uygulamasının Geçirdiği Aşamalar**

Blok Zincir'de Yaşanan Evreler	Yaşanan Evrelerin Özellikleri
Blok Zincir 1.0	Dijital para birimi evresidir. Bu evrede para transferlerinin kullanımı, ödeme sistemlerinin değişimi söz konusudur. Sanal para birimlerinin

	kullanılmaya başlaması ile ilk evre başlamıştır. Nitekim bu alanda en bilinen sanal para birimi Bitcoin'dir.
Blok Zincir 2.0 (Dijital ekonomi)	Bu evre, akıllı sözleşmeler evresidir. Blok zincir, finansal piyasalara dahil olmuş, akıllı sözleşmeler mülkiyet hakları, borçlanma, hisse senedi ve tahvil alımına imkan vermiştir.
Blok Zincir 3.0 (Dijital toplum)	Bu evrede bilim, kültür, sanat, sağlık gibi kamu alanlarında kullanım hazırlıkları başlanmıştır. Misal Estonya'da 2016 yılında ulusal kimlik kartları blok zincir sistemi üzerinde oluşturulmuştur. Bunlara ek olarak ticari sözleşmelerin imzalanması ya da evlilik ile ilgili belgelerin oluşturulması aşamasında kullanılmaya başlanmıştır.

Kaynak: Po-wei Chen, Bo-Sian Jiang, Chia-Hui Wang, "Blockchain-based Payment Collection Supervision System Using Pervasive Bitcoin Digital Wallet", 2017 IEEE 13th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), 2017, DOI: 10.1109/WiMOB.2017.8115844, p. 141.

Blok zincir uygulaması evrelerini bu şekilde tamamlarken kendi içinde çözmesi gereken birtakım sorunları da mevcuttur. Blok zincirin uygulanabilir olması için temelde iki sorununun çözümüne odaklanıldı. Birincisi yapılan işlem sonucunda kayıt görevi gören defterlerin doğruluğuna güvenmek ve ikinci olarak da çift harcamaların önlenmesiydi. Bu mevcut sorunların yanında;

- Defterlerin birden fazla kopyasını ağ üzerinde dağıtılması,
- Eski mülkiyetin doğrulanması,
- Eski mülkiyet sonrası mülkiyet transferlerinin doğrulanması ve,
- Defter ve her işlemin kriptografik olarak güvenceye alınması sağlanılmıştır.

Blok zincir protokolü bu çözümleri üreten, uygulayan ve değiştirilemez bir veri tabanı aracılığıyla uygulayarak günümüze kadar gelişen bir konstrüksiyon olarak görülmektedir (Gibson ve Kirk, 2016: 1). Bu yapının altında yatan temel kavramların bilinmesi sistemi daha iyi anlamak adına atılmış olan ilk adım olacaktır.

## 2.3. Blok Zincir'in Arkasında Yatan Temel Kavramlar

Blok zincir sistemini oluşturan ifadelerin ne olduğunu izah etmeden sistemi anlamak mümkün olmayacaktır. Bu sebeple işlem, blok, düğüm, çoğunluk oy birliği, madencilik ve m-cüzdandan gibi kavramların açıklanması gerekmektedir (Gatteschi, vd., 2018: 2-3).

### 2.3.1. İşlem

Blok zincirde yapılan her türlü şifreleme olayını ifade etmektedir. Sistem tarafından para transferlerinde A kişisinden B kişisine gönderilen para bir işlem olarak algılanmaktadır. Gelen ve giden her transfer bir işlemi ifade etmektedir.

### 2.3.2. Blok

Her blok belli bir zaman dilimi içinde gerçekleşen tüm işlemleri bünyesinde barındırmış olup bir önceki bloğu temsil etmektedir. Birbirine bağlı zincir sistemi de buradan gelmektedir.

### 2.3.3. Düğüm (Node)

Merkezi ya da çok merkezli ağ sisteminde tek bir merkez yerine yapılan işlemler ağ üzerinden tüm bilgisayarlara bir kopyasını göndermektedir. Böylelikle her bir bilgisayar kullanıcısı bir düğümü ifade etmektedir.

### 2.3.4. Çoğunluk Oy Birliği

Sistemde merkezi bir otorite yapısı olmadığı için ağ üzerindeki kararlar oy birliğiyle alınmaktadır. Her kullanıcıya fikri sorulmaktadır.

### 2.3.5. Madencilik

Düğümler, aktif ve pasif olarak blok zincir sistemine müdahil olmaktadır. Aktif olarak, blokların oluşması için zor olan problemleri çözerek bilginin doğruluğunu kanıtlayan ağ üzerinden en hızlı şekilde çözümü sağlayan kullanıcının yapmış olduğu eylemi ifade

etmektedir. Ya da işlemlerin bir kopyasını saklayarak pasif bir eylem gerçekleştirmiş olmaktadır. Böylelikle sisteme saldırı olasılığı son derece düşük bir hale gelmektedir. Madencilik işlemini yapan kullanıcılara işlemin kanıtlanmasına, doğrulanmasına ve zincirin işleyişine katkı sağladığı için sistem tarafından ödül verilmektedir.

### 2.3.6. Elektronik Cüzdan (Electronic Wallet)

Blok zincir kullanıcılarının kendi sahip oldukları şifreli para birimlerini aktarmalarını sağlayan kimlik bilgilerini depolayan bir nevi dijital kimlikle bağdaştırdığımız elektronik cüzdan, otomatik olarak atanmış sayı ve harflerin değişmez kombinasyonunu ifade etmektedir. Örneğin bir bitcoin hesabı şöyle gözükmektedir: Her cüzdan bir veya birden fazla benzersiz adresle ilişkilendirilmektedir. Elektronik cüzdanda bir işlem yapabilmek için iki anahtara ihtiyaç vardır. Bunlar özel ve genel anahtarlardır. Kripto para birimi olan bitcoin tahmini 6 milyon elektronik cüzdan ve 70.000 kullanıcı ile ortaya çıkmıştır (Nian ve Chuen, 2015: 26).

## 2.4. Blok Zincir'in Özellikleri

Blok zincir yapısının bu denli popüler hale gelmesinin sebebi yapının diğer teknolojilerden farklı olan unsurlarıdır. Blok zincirin bu özellikleri üç ana başlıkta toplanabilir (Ramada, 2016):

### 2.4.1. Merkezi Olmayan Dağıtılmış Sistem

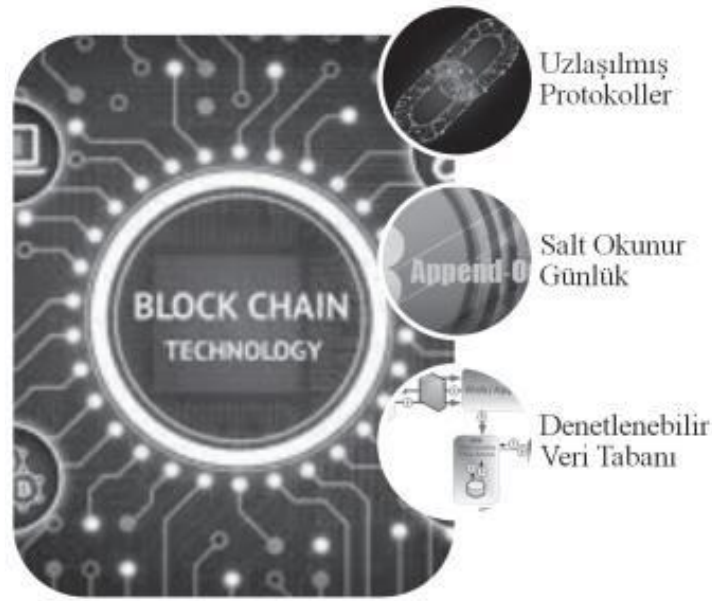
Herhangi bir otoriteye maruz kalmadan, sistemde işlem yapabilme özelliği sunan ağ yapısıdır. Ağ yapısının sunduğu en büyük avantaj bilgilerin herkese açık olmasını vadetmektedir.

### 2.4.2. Blok Yapısının Değişmez Oluşu

Girilen her veri değişmez ya da silinmez özelliğinden dolayı geçmişe dönük hep bir kopyasının var oluşu sistemi güvenli hale getiren önemli bir unsurdur. Her bir kullanıcının sisteme dâhil olabilmesi mümkün olduğundan bir nevi "ortak doğrulama sistemi" de denilebilmektedir.

### 2.4.3. Güvenli Oluşu

Blok zincirde işlem yapmadan önce sistem, kimlik doğrulama kontrolü yapmaktadır. Her kullanıcının özel bir anahtarı mevcuttur. Veriler düğümler tarafından depolanarak sadece özel anahtarla çözülebilmektedir. Blok zincir farklı teknoloji ve uygulamayı bünyesinde barındıran kapsamlı bir yapı olarak düşünülebilir. Bu yapı, sayısallaştırılmış bir âdem-i merkeziyetçiliği ifade etmektedir. Kısaca eşler arası (kullanıcılar arasında) işlemlerin kayıt altına alınmasına olanak tanıyan muhasebe kayıdır.



Şekil 2 Blok Zincir Teknolojisinin Temel Özellikleri

Kaynak: Birol Ubay, “Blockchain Teknolojisi ve Dijital Ekonominin Vergilendirmesi Üzerine Olası Etkileri”, Vergi Sorunları Dergisi, Sayı: 371, 2019: 96.

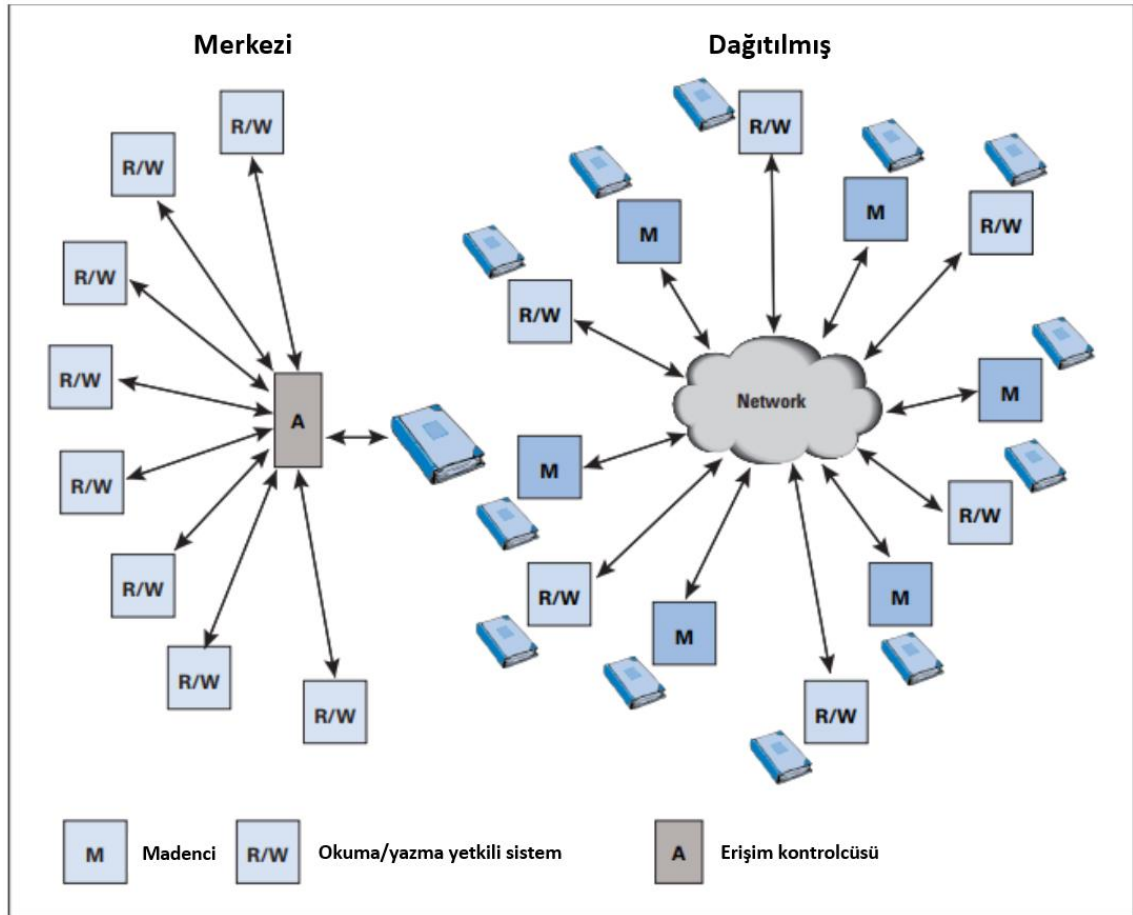
## 2.5. Blok Zincirin Olmazsa Olmaz Unsuru: Dağıtık Defter Teknolojisi (Distributed Ledger Technology-DLT)

Dağıtık kayıt sistemi, 2000’li yılların başında birbirinden bağımsız iki proje olarak gün yüzüne çıkmıştır. BitTorrent ve eDonkey şeklinde isimlendirilen bu projeler, internet üzerinde hiç tanımadığımız lakin iletişime geçebileceğimiz kişilerle makinalar vasıtasıyla veri paylaşımı veyahut veri depolama yapılabilen bir sistem olarak ortaya çıkmıştır. Bu ağların en büyük problemi üzerinde tutulan verilerin şifrelenmemiş olmasıdır. Yani dileyen herkesin bu verilere rahatça erişebilmesi mümkündür (Usta ve



Doğantekin, 2017: 20-25). İlerleyen yıllarda bu sorun çözümlenmiş olup günümüzdeki halini almıştır.

Dağıtık kayıt sistemi, bir veri setinin belirli bir merkez yerine birçok kontrol mekanizması ile güvenli bir şekilde saklanmasıdır. Bu sayede tek bir merkezde saklanarak yaşanan silinme ve bozulma gibi sorunların engellenmesi amaçlanmaktadır (Güven ve Şahinöz, 2018: 74). Kaydedilen tüm işlemlerin depolanması kronojik bir sırayla yapılır. Bu sebeple bu teknolojinin en önemli özelliği güven unsurudur. Bu güven unsurunun nasıl sağlandığı Şekil 2.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3 Merkezi ve Dağıtık Deftere Ait Bir Görünüm

Kaynak: William Stallings, "A Blockchain Tutorial", The Internet Protocol Journal, Vol: 20, No: 3, 2017, p. 3.

Merkezi ve dağıtık defterlerde işlemlerin nasıl olduğuna ilişkin bu görselde, merkezi (centralized) olan yapıda her bir kişi ağda işlem yapabilir. Tek bir yapıda bulunan bilgiler korunmasız ve saldırılara karşı açık bir hedef halini almaktadır. Öte yandan

dağıtık (distributed) yapıda, okuma yazma dedikleri işlemleri kişiler veri yazabiliyorsa ya da blok eklemesi şeklinde gerçekleştirmektedir. Yapılan her işlem madenciler (miner) tarafından kontrol edilmektedir. Madenciler bir nevi denetleme mekanizması görevini üstlenmektedir. Böylelikle tek bir defter değil birden fazla defterde yapılan işlemleri saklamaktadır. Olası bir saldırıda tek bir hedef yoktur. Böylelikle ağ yapısı son derece korunaklı bir hale gelmektedir.

Blok zincir aynı zamanda dağıtılmış defter teknolojisi olarak da isimlendirilmektedir. Halka açık gerçekleşen her bir işlem sonucu, blok zincir sistemindeki katılımcıların çoğunluğun oy birliğiyle doğrulanması ile bilgiler sabitlenir ve hiçbir zaman silinemez. Kısacası dağıtık defter teknolojisi, şimdiye kadar yapılan tüm işlemlerin doğrulanabilir ve kesin bir kaydını tutmaktadır. Bu durum bir örnekle açıklanacak olursa; تنها bir yerde tutulan kavanozun içinden bir parça kurabiye çalmak ile bir pazar yerinde tutulan kavanozun içinden kurabiye almak bir değildir. Pazar yerinde tutulan kurabiyeyi binlerce insan gözlemler ve çalınmasına müsaade edilmez (Crosby vd, 2016: 8).

Dağıtık defter teknolojisi bir nevi dijital koleksiyonu ifade etmektedir. Bu teknoloji “Dünya Çapında Defter” olarak nitelendirilmektedir. Dünya çapındaki bu defter aynı verileri birden fazla yerde saklamayı bunu da dijital yöntemlerle derlemeyi amaçlayan teknoloji olarak isimlendirilmektedir. Her bir kullanıcı tarafından tutulan muhasebe defterlerini, hesapları depolayan bir veri tabanı olarak düşünülebilir. Hatta tapu ve evlilik belgelerinden eğitim derecelerine ve doğum belgelerine kadar geniş bir perspektife sahip yasal bir belge olma özelliği taşımaktadır. Farklı bir tanıma göre ise de merkezi bir veri tabanıdır. Bilgisayar korsanlığı, yolsuzluk veya çökmeye karşı hassas bir sistemdir (Tian, 2017: 1-2). Dolayısıyla dağıtılmış defter teknolojisi ile mevcut bilgisayar tasarımları arasında üç temel fark mevcuttur. Bunlar; yerel olmama, güvenlik ve denetlenebilirlik şeklinde ifade edilmektedir.

Defter, ağ geçmişinde gerçekleşen her işlemin bir listesini içerir. Böylelikle veriler her kullanıcıda mevcut olup saklanmaktadır. Blok zincire defter-i kebir (büyük defter) teriminin atfedilmesinin sebebi de buradan gelmektedir. Blok zincir, tam manasıyla merkeziyetsiz, dijital ve oluşturulan her bir bloğun bir sayfasını oluşturduğu bir kayıt defteri niteliğindedir. Kırılmaz ve birbirini takip eden parolalardan oluşmaktadır (Atalay, 2018: 47).

## 2.6. Blok Zincir Türleri

Günümüzde yaygın olarak kullanılan blok zincir yapısı; kamu, özel ve kurul olmak üzere üç türe ayrılmaktadır. Bunların dışında özel olarak tanımlanan yapılar da mevcuttur (Lin ve Liao, 2017: 419).

### 2.6.1. Kamu Blok Zinciri

Bu zincirin en bilinen örneği Ethereum ve Bitcoin'dir. Zincirde yapılan işlemi herkes kontrol edebilir ve doğrulayabilmektedir. Aynı zamanda fikir birliği sürecine de katılım sağlayabilir. Bu blok zincirde kullanılan konsensüs algoritmaları; iş ispatı (PoW – Proof of Work), hisse ispatı (PoS – Proof of Stake) ve yetki verilen teminat kanıtı (Delegated Proof of Stake-DPoS)'dir.

### 2.6.2. Özel Blok Zincir

Zincirde düğüm sınırlaması söz konusu değildir. Her düğümle bu blok zincire katılınabilir. Katılımcı olmak için erişim izni gereklidir yani özel blok zincirde sınırlı erişim söz konusudur. Bu tip blok zincir yapısını daha çok şirketler tercih etmektedir. Özel blok zincirinde PBFT konsensüs algoritması kullanılmaktadır.

### 2.6.3. Konsorsiyum Blokajları

Bu zincir düğüm anlamına gelmekte olup, her ortak için belli bir bölümü üstlenmeyi ifade etmektedir. Her katılımcı belirtilen kuralları temel alarak kendi fikir birliği düğümünü seçmektedir. Farklı işlemler tarafından yapılan yarı kapalı ağ şeklinde de ifade edilebilir. Sisteme erişim ve katılım kararı, kurul tarafından verilmektedir. Konsorsiyum blokajlarına örnek ise Hyperledger'dir. Bu bağlamda oluşturulan blok zincir türlerini geniş bir perspektiften görebilmek adına Tablo 2.3'de ifade edilmiştir.

**Tablo 3 Blok Zincir Türleri ve Özellikleri**

	Kamu Blok Zincir Sistemleri	Konsorsiyum Blok Zincir Sistemleri	Özel Blok Zincir Sistemleri
Merkezileştirme	Merkezi değil	Çok taraflı merkezi	Merkezi değil

Dereceleri	(Desentralize)		(Desentralize)
Taraflar	Herkese açık	İttifak olmak konusunda anlaşan belirli gruplara açık	Katılan kişilere merkez kontroller karar verir
Kredi Mekanizması	Çalışma ispatına bağlı	Kollektif onaylamaya bağlı	Bireysel onaylamaya bağlı
Kayıt Durumu	Tüm taraflar kayıt tutar	Görüşme ve işbirliği içinde olanlar kayıt tutar	Bireysel karara bağlıdır
Teşvik Mekanizması	Zorunlu	Seçimlik	Zorunlu değil
Öne Çıkan Avantaj	Kendi kredini kurabilme	Etkinlik ve maliyet optimizasyonu	Şeffaflık ve izlenebilirlik
Tipik Örnek	Bitcoin	Tahsilat ve takas	Denetim
Kapasite	3-20 kez/saniye	1000-10000 kez/saniye	

Kaynak: Guo, Y., Liang, C., (2016), "Blockchain Application and Outlook in The Banking Industry", Financial Innovation, 2:24, DOI: 10.1186/s40854-016-0034-9, p. 9.

## 2.7. Blok Zincir'de Güvenlik ve Gizlilik

Blok zinciri bu kadar ünlü yapan hiç şüphesiz güvenlik hususudur. Defter-i kebir bir işlem kayıt edildikten sonra değiştirilemez oluşu blok zincir yapısını popüler hale getirmiştir. Değiştirilemez oluşunun sebebi kendinden önceki blokla bağlantılı olarak ilerleyişidir. Bu sebeple blokların birinde yapılacak olan hasar engellenmiş olacaktır. Oluşacak bozulma veya değişiklik yalnızca işlem yapılan blokta düzenlenecektir ve diğer kısımlar etkilenmeyecektir. Potansiyel bir tüm blok bozulmasında ise madencilerin onayına sunulacak, madencilerin reddi sonrası bozulma geçerliliğini kaybedecektir (Mendi ve Çabuk, 2018: 19).

Aslında blok zincir temelinde güçlü bir şifreleme yönteminin kullanıyor olması güvenlik açısından son derece mühim bir husustur. Blok zincir güvenli bir matematik ve algoritmaya bağlıdır. Şifrelemeyle, rasgele sayıların ve harflerin oluşturduğu kombinasyon sonucu kişinin adresi veya kimliği yaratılmaktadır. Oluşturulan adres asla bir başka kişiye verilmez. Blok zincir yapısında her birey için farklı bir adres veya kimlik verilir ki, yapılan işlemlerin kişiye özel olduğunu ve güvenlik konusunun da tam da bu noktada devreye girdiğini gösterilmektedir.

Günümüzde kişisel veri güvenliğinin artması ile beraber yeniden gündeme gelen gizlilik ve mahremiyet konusu blok zincir sisteminde daha güvenli bir konumdadır. Örneğin, bitcoin vasıtasıyla blok zincir yapısına girmek isteyen bir kişinin gerçek hayatta kim olduğunu, yalnızca ağ yapısını inceleyerek bulmak neredeyse imkânsız bir olaydır. Blok zincirde üzerinde yapılan her işlem için kriptoloji tabanlı bir ağ verileri tutar. Bu sebeple blok zincir yapısı mutlak bir gizlilik ve anonimlik (gerçek kimlikten bağımsızlık) kişilere sunar (Usta ve Doğantekin, 2017: 40-41).

Satoshi Nakamoto aslında bitcoini anlatırken diğer taraftan da “yeni mahremiyet modeli” olarak bitcoini öne sürmüştür. Satoshi Nakamoto’nun makalesinde bu yapı şu şekilde anlatılmaktadır: “Bankacılık sistemi, kişilerin bilgi erişimini ilgili taraflar ve üçüncü kişiler arasında kalacak şekilde sağlamaktadır. Açık anahtar sisteminde ise, dışarıdan bir kişinin gerçekleşen para transferlerini görse bile kimlerin arasında olduğunu bulamamasını sağlamayı amaçlamaktadır. Tarafların kimlikleri gizli tutularak işlemlerin zamanı ve miktarları herkese açık bir şekilde paylaşılmaktadır”.

Ulusların, günümüzde kişilerin verilerini saklama, kişisel verilerin çoğunun çalınması gibi durumlarla karşı karşıya kaldığı görülmektedir. Birçok uluslararası şirket, satış politikaları gereği daha fazla müşteri odaklı, müşteriyi tanıyıp ona göre ürün çıkartmak için kişilerden mümkün olduğunca bilgi toplamaktadır. Toplanan veriler tam anlamıyla korunaklı bir yerde durmamaktadır. Böylelikle milyonlarca müşterisini riske sokan şirketler, verileri bir türlü güvence altına alamamaktadırlar.

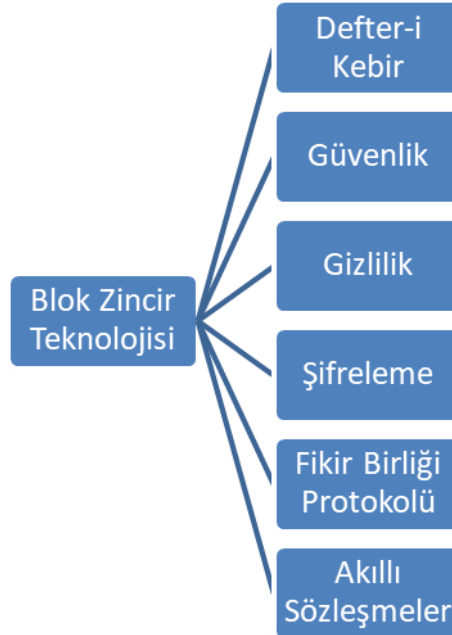
Bu durum bir örnekle açıklanacak olursa; en son yaşanan Facebook hadisesinde 1 milyar kişinin verilerine izinsiz bir şekilde erişildiği ifade edilmektedir. Keza JPMorgan’ın, LinkedIn ve diğerlerinin de yaşadığı sıkıntılar da dikkate alındığında, siber güvenlik suçlarıyla ilgili mücadele herkesin gündeminde olmasına karşın, ciddi bir şekilde bununla nasıl başa çıkılacağı konusunda birçok şirket ve hatta devletler gerekli tedbirleri almamaktadırlar (Atabaş, 2018: 50). Nitekim hukuksal alanda Avrupa Birliği (AB)’nin “veri koruma reformu” ile Genel Veri Koruma Tüzüğü de kapsamlı düzenlemeyi içermektedir. Türkiye’de 2016 yılında Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) yürürlüğe girmiştir. Blok zincir teknolojisi ile kişisel verilerin güvenliğinin sağlanması amaçlanmakta olup, bu teknoloji günümüzün en önemli sorunu olan kişisel verilerin nasıl korunacağına da bir çözüm sunmaktadır.

Aslında sorun merkezileşmeden kaynaklanmaktadır. Tek bir merkezde saklanan veriler ciddi anlamda savunmasız bir haldedir. Blok zincir yapısında durum tam tersi şekilde işlemektedir. Bu teknolojinin devrimsel nitelikte oluşu buradan gelmektedir. Blok

zincirde P2P ağına dağıtılmış veriler olası bir hata içermemekte olup bu bilgi defterinde saklanmaktadır. Bir hacker sisteme saldırıda bulunmak isterse, ilgili tüm verileri toplaması ve bir araya toplayabilmek için eş zamanlı birçok bilgisayara erişim sağlaması gerekmektedir. Bu durum oldukça düşük bir ihtimaldir. Hangi işlemciye sahip olursa olsun, hangi cihazla bunu gerçekleştirmeyi planlarsa planlasın bir anda birden fazla bilgisayara saldırıda bulunamaz. Kısaca herhangi bir blok zincire yapılan saldırıda başarı sağlama ihtimali oldukça düşüktür. Yapısı gereği âdem-i merkeziyetçi oluşu bir aygıtın başarısız olduğu durumda tüm verilerin başka bir yerde korunmasını sağlar ve veriler güvenli bir şekilde saklanmaya devam eder. Blok zincir bu sayede son derece korunaklı ve güvenli bir yapı olarak tüm dünyayı kendisine katılması konusunda davetkar bir şekilde çağırılmaktadır (Atabaş, 2018: 50-51).

## 2.8. Blok Zincir Ağ Mimarisi

Blok zincirin ağ mimarisine geçmeden önce sistemin genel yapısını görmek gerekmektedir. Blok zincir yapısını oluşturan özellikler aşağıda Şekil 2.4'de verilmiştir. Görüldüğü gibi blok zincir mimarisi altı unsuru bünyesinde barındırmaktadır.



Şekil 4 Blok Zincir Mimarisinin Genel Yapısı

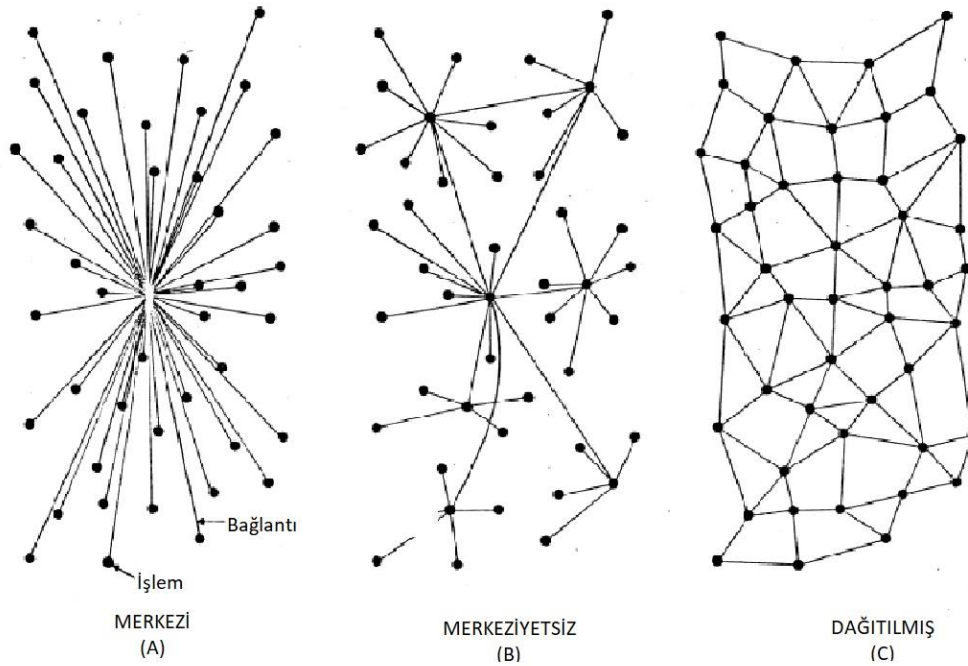
Kaynak: P.S.G. Aruna Sri, D.Lalitha Bhaskari, 2018, p. 418.

Bu yapının oluşumu en az ortaya koyduğu avantajlar kadar önemlidir. Öyle ki yapılan işlemlerin nasıl oluştuğu gibi bilgiler için sistemin teknik açıdan da bilinmesi gerekmektedir.

## 2.8.1. Blok Zincir'in Teknik Yapı Taşları

### 2.8.1.1. Ağ Yapısı

Blok zincir teknolojisi, üçüncü bir kişiye ihtiyaç duymadan verinin bir kullanıcıdan diğerine doğrudan geçişini sağlayan bir protokoldür. Ağda işlem yapan kişiler şifreli ve anonim olarak işlemlerini gerçekleştirmektedir. Yapılan her işlem değiştirilemeyen bloğa dönüşür ve tüm kullanıcılara dağıtılır. Blok zincir sisteminin dahil olduğu dağıtık ağ yapısının yanı sıra merkezi ya da çok merkezli ağ yapıları Şekil 2.5'te gösterilmektedir.



Şekil 5 Çok Merkezli ve Dağıtık Ağ Yapıları

Kaynak: Paul Baran, "On Distributed Communications Networks", The Rand Corporation, Santa Monica, California, 1962, p. 4,

<https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/papers/2005/P2626.pdf>, Erişim Tarihi: 07.12.2021.

Merkezi ağ sistemi, tek bir merkezden tüm alıcılara ulaşılabilen sistemi ifade etmektedir. Çok merkezli ağ yapısı ise, düğümler arası iletişimi sağlayan birçok sunucunun kullanıcılarla yaptığı iletişimi belirtmektedir. Dağıtık ağ yapısı ise, birbirleriyle sürekli etkileşim halinde bulunan ve bir hedefe kilitlenen sunucuların oluşturduğu yapıdır. Daha güvenli ve hata oranı daha düşük olan bu yapıya, herkes katılabilmektedir. Her ne kadar ağ yapısı önemliyse bir o kadar da önem arz eden ve sisteme güvenilirliğini kazandıran unsur şifrelemedir.

### 2.8.1.2. Kriptografi

Kriptografinin geçmişi uzun yıllara dayanmaktadır. Eski Mısır, Antik Yunan ve Asya'da gizli mesajların iletilmesinde kullanılan kripteksler, bu bilimin temellerini oluşturmaktadır. Kriptekslerin mucidi olan Da Vinci, zorla açıldığında ya da yanlış kelime veya anahtarla kullanıldığında kripteks içindeki bir şişe sirkenin mesajı yok edecek şekilde tasarlamıştır. Günümüzdeki bisiklet kilitlerini andıran çalışma prensibine sahip olan scytyle sayesinde; Spartalılar tarafından numaralı şifreleme mantığıyla mesajlarını saklayabiliyorlardı. 2. Dünya Savaşı'nda kullanılan Alman Arthur Scherbius'un icat ettiği Enigma, şifreleme ve şifre çözme makinası olarak tarihteki yerini almaktadır. Günümüzde ise daha zor olan şifreleme, bilginin korunması, saklanması için bilgisayarlar aracılığıyla kriptoloji bilimi olarak kullanılmaktadır (İnci ve Alper, 2018: 107-108).

Kriptoloji kelimesi eski bir Yunanca kelime olan "kryptos" kelimesinden üretilmiş olup, kriptoloji gizlilik bilimi anlamına gelmektedir. Kriptoloji; iletişim halindeki en az iki tarafın veri takasının güvenli bir şekilde yapılmasına imkân veren, matematiksel bir temele sahip teknik ve uygulamalar bütünü şeklinde ifade edilmektedir (Yalman ve Ertürk, 2009: 218). Bir başka tanıma göre ise de bir verinin üçüncü kişiler tarafından anlaşılmayacak hale getiren teknoloji bütünü olarak tanımlanmaktadır. Kriptografi; bütünlük, gizlilik, bilgi güvenliği gibi özellikleri bünyesinde barındırır. (Akleyek, Yıldırım ve Tok, 2011: 713). Kriptografinin blok zincirde iki aracı mevcuttur. Bunlar; kriptografik (özüt değer) fonksiyonu ve asimetrik kriptografidir. Bu bağlamda kriptografik hash fonksiyonu açıklanacaktır.

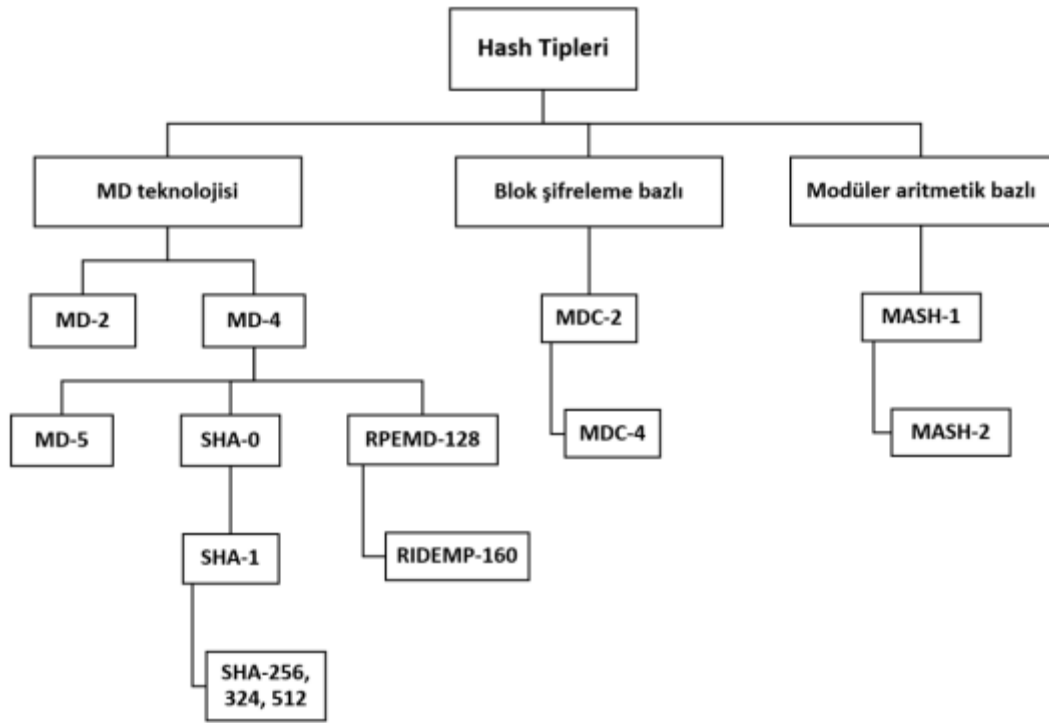
### 2.8.1.3. Kriptografik Hash (Özüt) Fonksiyonu

Hash fonksiyonu herhangi uzunluktaki bir veriyi ya da çok kısa bir veriyi sabit uzunluktaki bir veriye dönüştüren fonksiyondur (Güven ve Şahinöz, 2018: 50). Kriptografik hash fonksiyonunda, verilen girdi için bir çıktı üreten fonksiyonlardır. Verilen girdi kaynak diye ifade edilirken, çıktı ise onun özüt değeridir. Hash işlevi üç



temel özelliğe sahip matematiksel bir işleve sahip olmaktadır. Birincisi, aynı kaynak aynı çıktıyı verir yani kaynak neyse çıktı da kaynağa özgüdür. Böylelikle özüt değer bir nevi parmak izi niteliği kazanmaktadır. Bloklar oluşurken bu parmak izi niteliğinde olan özüt değer çok önemlidir. İkincisi kaynaktan bir değişiklik çıktının farklı çıkmasına sebep olmaktadır. Böylelikle çıktıdan kaynağa gitmek imkânsız bir hal almaktadır. Tek yönlü bir yapı söz konusudur. Son olarak etkili bir şekilde hesaplanmaktadır. Yani belirli bir giriş kaynağı için çıktının asgari süresi bilinmektedir (Narayanan, vd., 2016: 23-24).

İdeal hash fonksiyonun beş özelliği vardır. Bunlar; aynı girdi daima aynı çıktıyı üretmeli, fonksiyon çok hızlı çıktı üretmeli, çıktıyı kullanarak girdiyi hesaplamak mümkün olmamalı, mesajdaki en ufak bir değişiklik olması durumunda çıktı çok farklı değer alabilir ve farklı girdiler aynı sonucu üretmemelidir (collision-free). Bu özelliklere sahip bir hash fonksiyonu blokları birbirine bağlaması sonucunda blok zinciri oluşturacağından kilit rol görevi üstlenmektedir (Güven ve Şahinöz, 2018: 50). Aşağıda Şekil 2.6'da hash fonksiyon türlerine ait bir görsele yer verilmektedir.



Şekil 6 Hash Fonksiyonu Türleri

Kaynak: Alexander Kolybelnikov, Infosecurity Seminar 6 Hash Functions, 26 Nisan 2014, 20 slayt içinde 6., <https://www.slideshare.net/kisttan/information-security-seminar-6>, Erişim Tarihi: 20.12.2021.

SHA1 Hash 160 bit uzunluğundadır. NSA tarafından 1995 yılında geliştirilmiştir. SHA-256, Secure Hash Algoritmasının kısaltılmasıdır. Kriptografik hash fonksiyonunun bir üyesidir. SHA-256 bilinen en güvenli şifreleme yöntemlerinden birisi olması sebebiyle dijital para birimlerinin alt yapısında kullanılmaktadır (İslam, 2019: 16).

**Tablo 4 Özet Fonksiyonlarının Karmaşıklıkları**

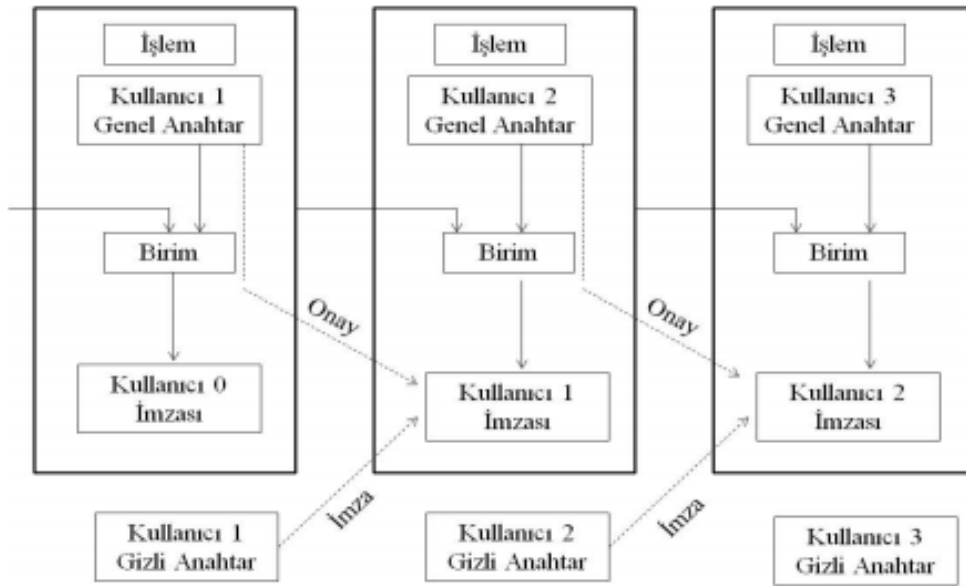
Algoritma	Çıktı Boyutu (bit)	Çarpışma hesaplama karmaşıklığı (bit)	Pratikteki karmaşıklık (bit)
MD5	128	<64	128
SHA-1	160	<80	160
SHA-224	224	112	224
SHA-256	256	128	256

Kaynak: Yaşar Gültekin, Yetkin Bulut, "Bitcoin Ekonomisi: Bitcoin Eko-Sisteminden Doğan Yeni Sektörler ve Analizi", Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 3, Sayı: 3: 86.

Tablo 2.4'de görüldüğü üzere en karmaşık algoritmaya sahip olan SHA-256 algoritmasıdır. Bitcoin'in kullandığı algoritmanın bu yapı olmasının sebebi girdi verisinin bozulmadan çıkışının sağlanması ve dışarıdan gelecek müdahalelere kapalı oluşudur.

### 2.8.2. Blok Zincir Yapısının Çalışma İşleyişi

Blok zincir esas olarak taraflarca korunan ve şifrelenen işlemlerden oluşan finansal işlemlerin izlenmesi ve kayıt edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Nitekim bitcoin ya da diğer sanal para birimlerinde olduğu üzere aynı sistemden yararlanılmaktadır. Bu nedenle tüm işlemler şeffaftır ve herhangi bir değişiklik yapıldığında kolayca fark edilebilir ve izlenebilmektedir (Banerjee, Lee ve Choo, 2018: 156). Bu bağlamda aşağıdaki şekil 2.7'de blok zincir yapısının BTC işlem süreci gösterilmiştir. Bu süreçte elektronik imzalar zinciri şeklinde işlemler gerçekleşmek için her transfer kendisinden önceki ve sonraki istemcinin (kullanıcının) izin ve imzasını talep eder.



Şekil 7 Bitcoin İşlem Süreci

Kaynak: Satoshi Nakamoto, 2008, p. 8.

Blok zincirin çalışma işleyişine bakıldığında verinin sisteme girilmesi ile eş zamanlı olarak bir blok yaratılması ile sürecin başladığı görülmektedir. Bir blok, işlemin oluşması ile beraber aynı anda sistemde yer almaktadır. Ağ içinde yer alan tüm zinciri oluşturan düğümlere yayarak çoğalmasını sağlar. Düğümlerden biri blok doğrular ki buna bitcoini uygulamasında madencilik ismi verilir ve ağa tekrar yayarak çoğalmı sürdürür. Düğümler her seferinde blok zincirin büyümesini sağlayarak zincirler silsilesi oluşması sağlar (Karagöz Zeren, 2020: 30).



Şekil 8 Madencilerin Blok Zincirdeki İşlem Sırası

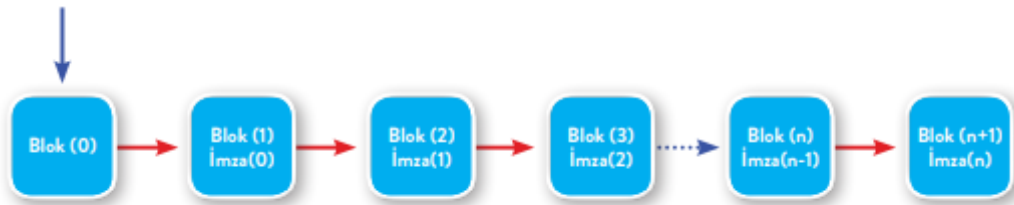
Kaynak: B. Muni Lavanya, 2016, p. 78.

#### 2.8.2.1. Blok Zincir'de Blokların Oluşumu

Blok zincir'de ağ kullanıcıları işlemleri; masaüstü uygulamaları, akıllı telefon uygulamaları, dijital cüzdanlar, web servisleri vb. gibi yazılımlar üzerinden göndermektedir. Yazılım bu işlemleri blok zincir ağındaki düğüm ya da düğümlere gönderir. Gönderilen işlemler daha sonra ağdaki diğer düğümlere yayılır. Daha sonra blok zincire yeni düğüm gelene kadar bir sıra yayın düğümü bekler. Bir blok

yayınlandığında blok zincire katılır. Katılan her bir blok, bir blok verisi ve başlığı içermektedir. Blok zincir ağında adrese gönderilen doğrulanmış işlemlerin bir listesi hazır bir vaziyette bekletilmektedir. Her bir işlem şifreli olarak imzalanmaktadır. Bu imzalama işlemlerine dijital varlıklar sayesinde giriş yapılarak özel anahtarlar vasıtasıyla oluşmaktadır (Yaga, Mell, Roby ve Scarfone, 2018: 15).

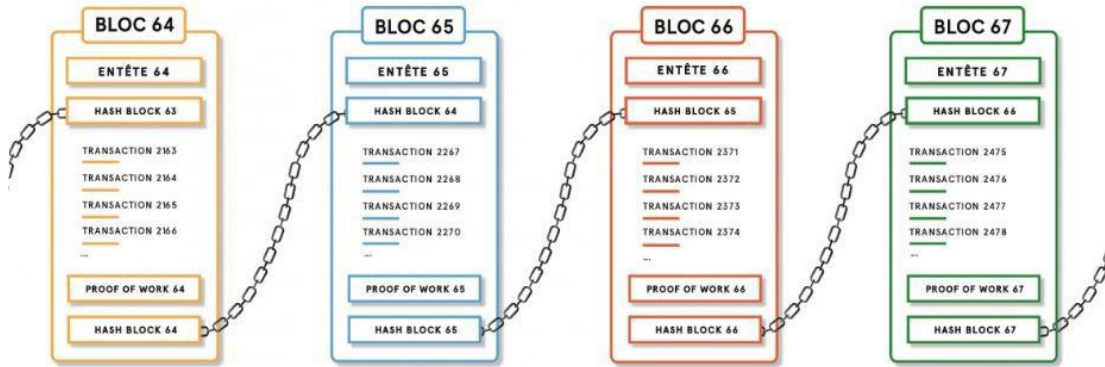
Özel ve genel anahtarlar aracılığıyla işlem yapılmasına izin verilen sistemde başlangıç bloğun oluşumu oldukça önemlidir. Devamında oluşturulacak bloklar ilk bloğun verileri üzerine inşa edilmektedir. Bloklara girilen veriler şifrelenerek bir sonraki bloğun oluşumu için zemin oluşturmaktadır. Bu süreç Şekil 2.9'da görselleştirilmiştir.



Şekil 9 İlk Blok Kaydından Sonra Birbirini Takip Eden Blok Yapısı

Kaynak: Usta, Doğantekin, 2017: 29.

Bir blok zincir, kendisinden önce gelen bloğun içeriğini taşır ve o bloğa baz olarak ilerler. Dikey olarak üst üste yerleşen bloklar ve ilk işlev gören temel blok (genesis blok) diye nitelendirilen blok yatay şekilde sıralanır. Başlangıç bloğuna, zinciri kuran bir kişi genelde 256 basamaklı ve tüm rakamları 0 olan bir değer atfeder (Güven ve Şahinöz, 2018: 53). Böylelikle kendi bloğundaki bilgileri de saklayarak blokları birleştirir. Blok zincirde depolanan veriler "HASH" isimli şifreleme ile korunur. Her blok, içinde kendi ebeveyne ait hash içermektedir. Bloğun başlığı SHA256 isimli şifreleme karma algoritma ile tanımlanmaktadır. Böylelikle bir blok zincirinde çoklu aktaranlar işbirliği yaptıkları için doğrulanabilir ve kalıcı bir bilgi zinciri oluşturulur. Tek başına bloklar bir devrim niteliği taşımamaktadır.



**Şekil 10 Blokların Birbirine Eklerek Zincir Oluşturması**

Kaynak: Remzi Şahinoğlu, “Blok Zincir Nedir, Nasıl Çalışır”, 2 Ocak 2019,  
<http://www.kaizen40.com/blok-zinciri-nedir-nasil-calisir/>, Erişim Tarihi: 10.08.2019.

Zincire yeni blok eklenmesi için bir işlem yapılması ve yapılan tüm hareketlerin onaylanmış olması gerekir. Bu işlemlerin gerçek veya doğruluğunu ise genellikle madenciler tespit etmektedir. Şayet yeterli sayıda madenci işlem onaylarsa blok zincirin bir halkası oluşmuş olur.

Blok zincir’de veri yapısı, işlem bloklarının sırayla bağlı olduğu listedir. Bloklar düz bir dosya veya basit bir veri tabanında saklanabilir. Her bir blok zincirin kendine ait kuralları vardır. Bu kurallar ne kadar kullanışlı ne kadar amaca yönelik olursa o bloğa ilgi ve kullanma talebi yüksek olacaktır. İşlemlerin kaydedildiği blokların yapısı incelenecek olursa, bir bloğun 5 alanı mevcuttur. Bunlar Tablo 2.5’de gösterilmektedir:

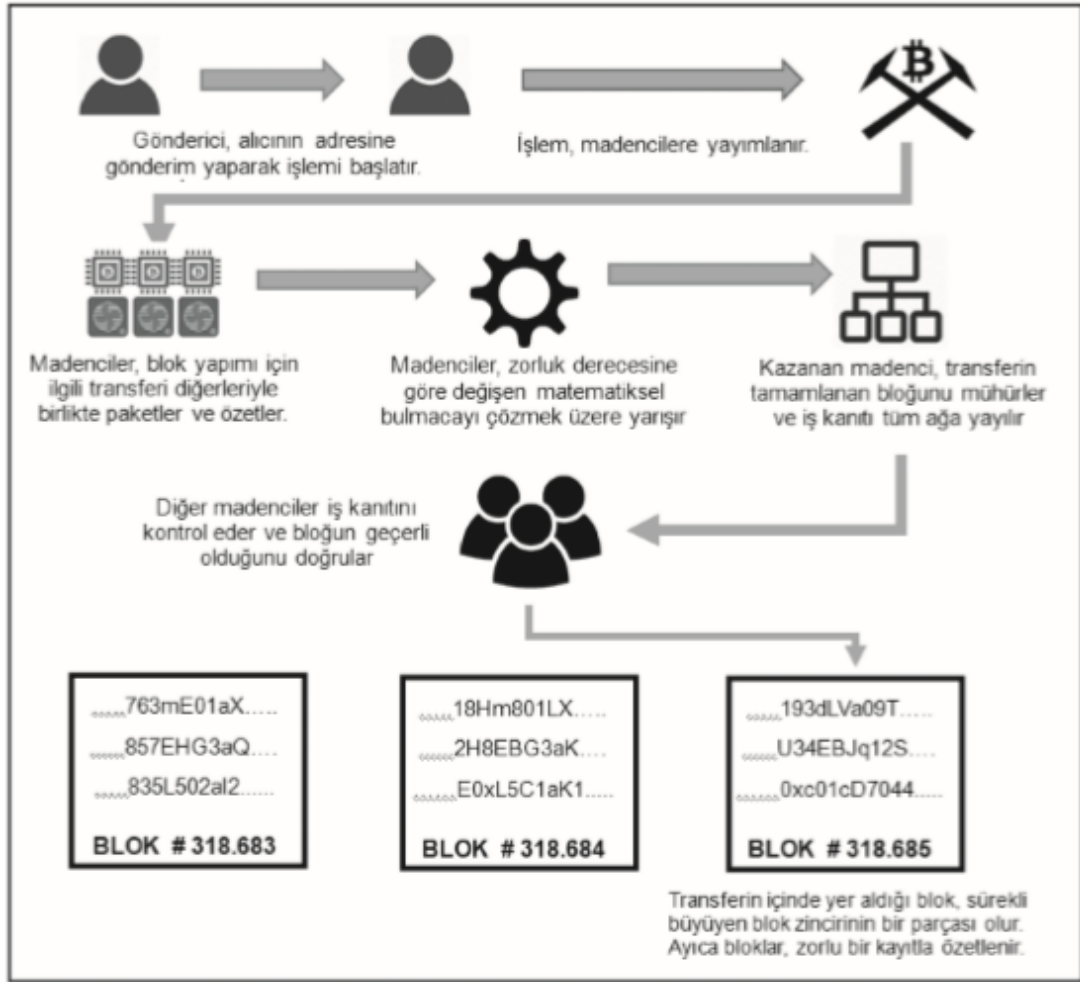
**Tablo 5 Blok Konstrüksiyonu**

Alan Adı	Boyut	Açıklama
Sihirli Sayı	4 Byte	“Aşağıdaki bir bloktur” anlamında
Blok Boyutu	4 Byte	Bloğun büyüklüğünü gösterir
Blok Başlığı	80 Byte	Çeşitli alanlardan oluşur
Kayıt Sayacı	1-9 Byte	Kaç adet kayıt (işlem) olduğunu gösterir
Kayıtlar	Değişir	Kaydedilen işlemler

Kaynak: Güven, Şahinöz, 2018: 54.

Zincir içerisinde herhangi bir blokla ilgili yapılmak istenen bir değişiklik olursa bu değişiklik ilgili blok ve bu bloğun arkasından gelen tüm blokları değiştirecektir. Bu sebeple tek bir blok değişikliğine izin verilmeyecek, arkasından gelen tüm blokların da

değişiminin bu blokla birlikte herkes tarafından onaylanması gerekir fakat bir kişi bu işlemi gerçekleştirmeye kalktığında dünyanın farklı yerlerinde aynı zincire farklı bloklar da eklenmeye devam ettiği için bu şekilde bir değişiklik yapılma olasılığı çok düşük olacaktır. Bu da kötü niyetli kişilerin potansiyel saldırıları karşısında önemli bir önlem oluşturmaktadır. Bir blok zincirde işlem yapıldığında geçirdiği aşamalar aşağıda Şekil 2.11'de gösterilmektedir.



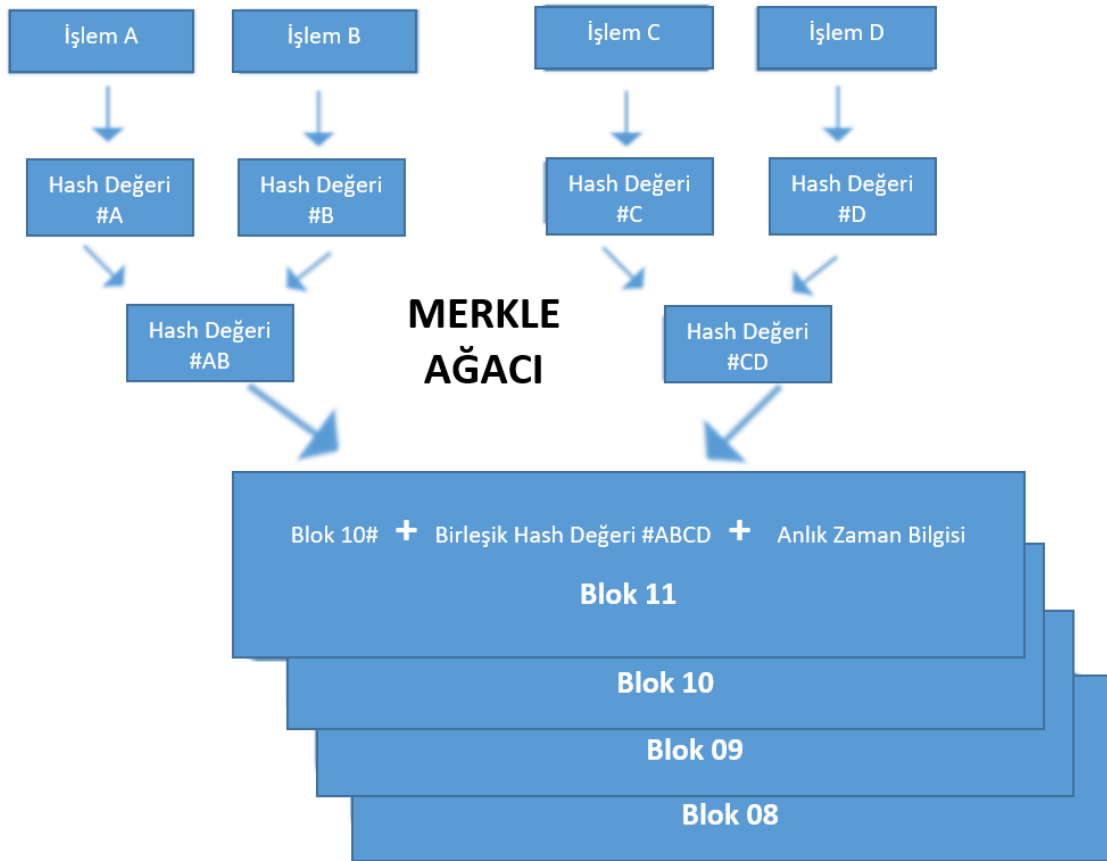
Şekil 11 Blok Zincirde Transfer İşleyişi ve Onay Süreci

Kaynak: Güneş Yılmaz, Tayfun Süleyman Koç, "Kripto-Para Alım Satımı ve Madencilik Faaliyetlerinin Vergilendirilmesi Üzerine Bir Tespit ve Öneri, Vergi Sorunları Dergisi, Sayı: 364, Ocak 2019: 30.

#### 2.8.2.2. Merkle Ağacı (Merkle Tree)

Merkle ağacı blok zincirde bulunan her bir bloğa ait, o bloktaki işlemlerin bir özetini içermektedir. İkişerli ikişerli hesaplanan HASH değerleriyle oluşan ikili bir karma ağaç

olarak bilinen merkle ağacı, büyük veri kümelerinin doğrulanması şeklinde özetlenen bir veri yapısıdır. Merkle ağacı kriptografik karmaları içeren ikili ağaçlar olarak adlandırılmaktadır. “Ağaç” terimi, bilgisayar literatüründe bir dallanma veri yapısını tanımlamak için kullanılmaktadır. Lakin merkle ağaçlarının şekli kökü tepede dalları aşağıdaki şekildeki gibi bir yapıyı temsil etmektedir. Bu yapı Şekil 2.12’de gösterilmektedir.



Şekil 12 Merkle Ağacı

Kaynak: Laura Julita, The Blockchain Teknology and Its Applications in the Financial Sector, 2017, Aalto University School of Business Department of Economics, Bachelor’s Thesis, p. 8.

Blok zincirin en önemli unsurlarından biri olan merkle ağacı, iki görevi aynı anda yerine getirmektedir. Birincisi, merkle kökü ikişerli hash değerlerinin elde edilmesiyle oluştuğundan, herhangi bir değişiklik merkle kökünü değiştirecek dolayısıyla bloğun başlığı ve başlığın HASH değeri değişmiş olacaktır. Bir sonraki bloğun girdisi olan bu değer değiştiği için sonraki bloklar da geçerliliğini yitirmiş olacaktır. Tüm bloğun HASH değerini almaktansa sadece blok başlığının HASH değerinin alınması yeterli olacaktır.

İkinci görev ise, işlem teyitlerinin oldukça kolay yapılmasını sağlamaktır (Güven ve Şahinöz, 2018: 57-58). Birtakım verilerle merkle ağacının nasıl veriminin arttığına dair datalar Tablo 2.6'da gösterilmektedir.

**Tablo 6 Merkle Ağacında Verimlilik**

İşlem Sayısı	Yaklaşık Blok Boyutu	Karma olarak yol boyutu	Bayt olarak yol boyutu
16	4 kilobayt	4	128 bayt
512	128 kilobayt	9	288 bayt
2048	512 kilobayt	11	352 bayt
65,535	16 megabayt	16	512 bayt

Kaynak: Antonopoulos, Mastering Bitcoin: Programming The Open Blockchain, p. 209.

Merkle ağacında, 16 işlemle 4 kilobaytlık bir bloğa 128 baytlık bir alan oluşurken 65,535'lik işleme 16 megabytlık bir blok karşılığında oluşan alan 512 bayttir. Sayısal anlamda işlem sayısı çok hızlı bir şekilde artarken karşılığında kapladığı alan işlem sayısına göre oldukça düşük olmaktadır. Buradan çıkacak sonuç ise aslında işlem sayısı arttıkça merkle ağacı daha da verimli hale gelip oldukça az yer kaplayarak kullanım açısından oldukça avantajlı bir hal almaktadır. Aynı zamanda merkle ağaçları tarafından sıkça kullanılan "Basitleştirilmiş Ödeme Doğrulama (Simplified Payment Verification – SPV) düğümlerin bloklara inmeden ödemeleri doğrulama işlemidir (Nakamoto, 2008: 5).

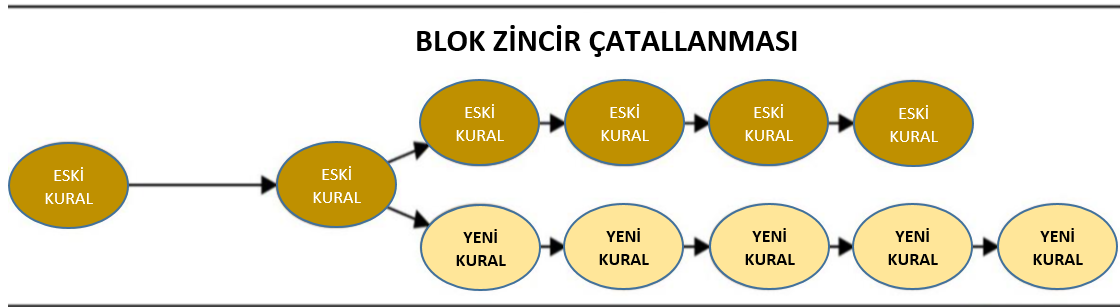
SPV, düğümleri tüm işlere haiz değildir. Tüm bloklara indirgenemediği gibi sadece başlıklarda işlem görmektedir. Bir işlemin bir bloğa dahil olduğunu doğrulamak için, tüm işlemleri bloklara indirgemek zorunda kalmadan kimlik doğrulama yolunu merkle ağaçları vasıtasıyla yapmaktadır. Örneğin, cüzdanında bulunan bir adrese gönderilmek üzere gelen ödemeyle ilgili bir SPV düğümü olduğu dikkate alındığında SPV düğümü, sadece ilgili adresleri içeren işlemler ile bağlantı kuracaktır. Teknik anlamda bilinmesi gereken bir diğer husus ise blok zincirde çatallanma olayıdır.

### 2.8.2.3. Çatallanma (Forking)

Teknolojinin güncellenmesi ya da yapılan bir işlem sonucu değişiklik yapılmasının istenmesi sistem açısından bakıldığında zor olabilir. Blok zincir teknolojisinde de bir çok kullanıcı tarafından oluşan ağ sisteminde her zaman aynı fikir birliğinde olunamayabilir. Blok zincir yapısı konsensüs mutabakatı ile sağlanmaktadır. Konsensüs mutabakatı sağlanmazsa zincirde bulunan bloklar arasında tutarsızlık ortaya çıkmaktadır. Bu durumun genel adına çatallanma denilmektedir. Bir nevi blok zincir ağının iki parçaya



bölünmesi anlamına gelmektedir (Yaga vd., 2018: 29). Bu durumun görseli şekil 2.13'de verilmektedir.



**Şekil 13 Blok Zincirde Çatallanma**

Kaynak: Jamie Redman, "A Simple Guide to What Bitcoin Forks Are and Why They Happen", Bitcoin.com, 2017, "Çevrimiçi" <https://news.bitcoin.com/a-guide-to-what-a-bitcoin-fork-is-and-why-they-happen/>, Erişim Tarihi: 10.12.2021.

Çatallanma yaşanmasının sebepleri şunlardır;

Madenciler mevcut yazılım mantığında ya da özelliğinde yapılan bir değişiklikte aynı fikirde değilse,

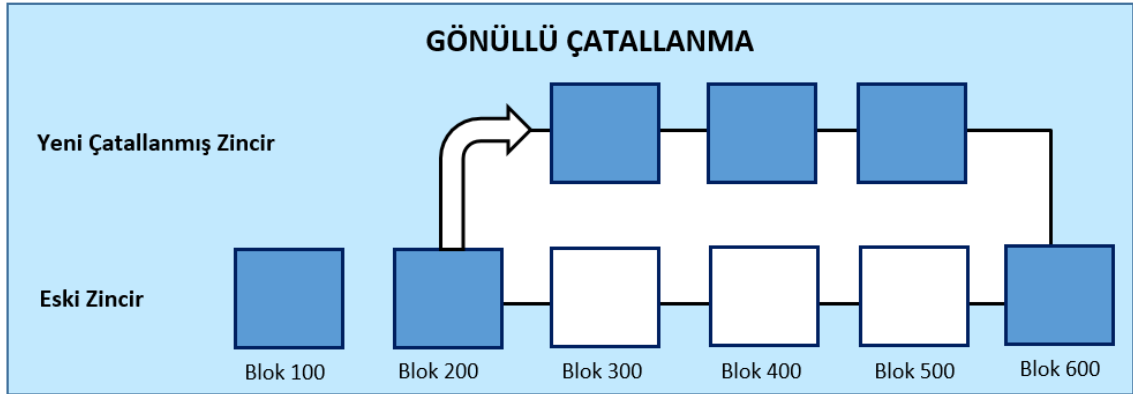
Topluluk üyeleri ve çeşitli topluluk grupları arasında güven eksikliği varsa,

Protokol ve kurallardaki değişimler sonucunda çatallanmalar yaşanmaktadır.

Blok zincir de oluşan çatallanmalar kimi zaman isteyerek olurken kimi zaman mecburi olarak yaşanmaktadır. Bu bağlamda çatallanma; gönüllü (yumuşak) çatal ve mecburi (sert) çatal olarak kategorize edilmektedir.

#### 2.8.2.3.1. Gönüllü (Yumuşak) Çatallanma

Blok zincirde kural değişikliği ağdaki kullanıcıların çoğunluğu ile kabul edilmektedir. Uygun bulunan kural hayata geçer ve yeni zincir halkaya eklenmiş olur. Yapıda sistem tarafından geriye dönük olarak uyumlu bir değişiklik söz konusu olursa buna gönüllü çatallanma (soft forking) denilmektedir. Gönüllü çatallanma şöyle bir örnekle ifade edilebilir. Eğer bir blok zincirin bloklarının boyutu küçültmeye karar verilirse (1,0 Mb ile 0,5 Mb gibi), güncellenen düğümler blok boyutunu ayarlayıp devam eder. Böylelikle normal işlemler yapılmaya devam edilir ve kural ihlali yapılmamış olur. Şayet güncellenmemiş bir düğüm, 0,5 Mb'tan büyük bir boyutlu blok oluşturulacaksa, güncellenmiş düğümler bu işlemi reddeder (Yaga vd., 2018: 29-30).

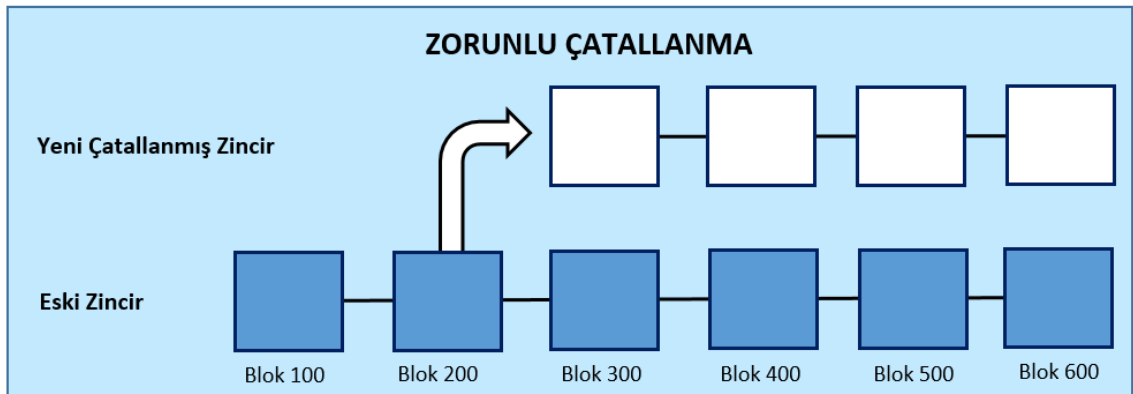


**Şekil 14 Gönüllü Çatallanma Oluşumu**

Kaynak: Raturi, 2018.

#### 2.8.2.3.2. Zorunlu (Mecburi, Sert) Çatallanma

Mecburi çatallanma, blok zincirden yeni bir dal oluşturan eski zincire geri dönüş olmayan kısaca eski dalı eski yapan bir yazılım yükseltmesidir. Mevcut bütün düğümleri yeni sürüm için güncellemeye zorlar. Mecburi çatallanmanın en önemli özelliği eskiye dönük olmaması ve yazılımın eski sürümüne sahip olan düğümlerin yeni protokole göre çalışmamasıdır. Aşağıda şekil 2.15'de zorunlu çatallanmaya ait bir görünüm verilmektedir.



**Şekil 15 Zorunlu Çatallanma Oluşumu**

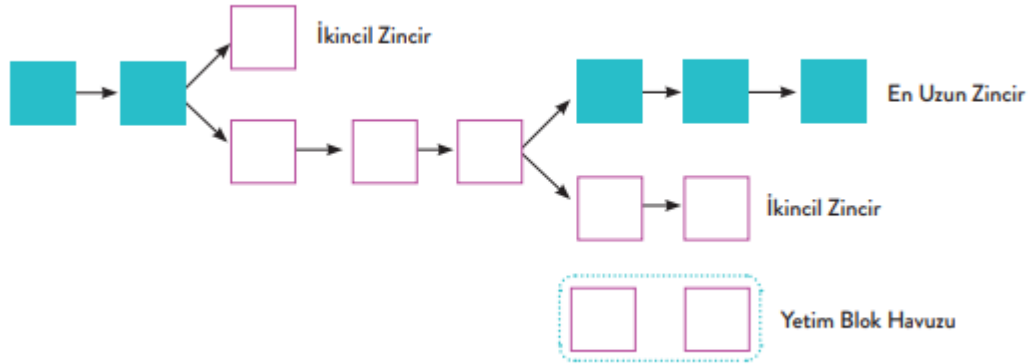
Kaynak: Raturi, 2018.

Mecburi çatallanmanın en bilinen örneği Ethereum'dadır. 2016 yılında akıllı sözleşmeyle ile Ethereum üzerinden Decentralized Autonomous Organization (DAO) kurulmuştur. Korsanlar, sistemden yüklü miktarda Ethereum çalmışlar ve acil alınan kararlarla mecburi çatallanma yapılarak, Ethereum Classic (ETC) ve Ethereum (ETH)

olarak ikiye ayrılmıştır. Bu çatallanmaların dışında sistem tarafından oluşan bir de yetim bloklar mevcuttur.

#### 2.8.2.4. Yetim (Orphan) Zincir

Blok zincirde bir önceki blok bazen bulunmayabilir. Bu durumda söz konusu bloklara “yetim blok” denilmektedir. Yetim bloğun yaşanmasının sebebi birbirini takip eden ve hızlı blok üretiminden kaynaklanan veyahut ağ yapısında yaşanan gecikmelerden oluşmaktadır. Yapılan işlemler ayrı bir havuz yapısında tutulmaktadır (Usta ve Doğantekin, 2017: 129).



Şekil 16 Yetim Blok

Kaynak: Usta, Doğantekin, 2017: 129.

### 2.8.3. Blok Zincir Uygulama Alanları

#### 2.8.3.1. Genel Olarak

Blok zincir teknolojisinin internet aracılığıyla para transferi yapmak, mal ve hizmet alımında kullanılmak için dijital bir para biriminin alt yapısı olarak ortaya çıkmışsa da, zaman geçtikçe çok daha farklı amaçlarla kullanılması için tasarlanmış bir yapı olduğu anlaşılmaktadır. Bu yapı hayatın giderek daha fazla alanına nüfuz etmeye başlamıştır. Blok zincir sayesinde dönüşüm yaşanması beklenen alanlar aşağıda tablo 2.7’de gösterilmektedir.

Tablo 7 Blok Zincir Teknolojisiyle Dönüşüm Yaşanacak Endüstriler

Dönüşüm Yaşanması Beklenen Endüstriler	Endüstrilerin Sorunları ve BloK Zincir'de Çözümleri
1. Bankacılık	Blok zincir teknolojisi finansal hizmetlerin düzgün ve şeffaf çalışabilmesi için saldırılara karşı güvenli bir defter niteliğindedir.
2. Mesajlaşma Uygulamaları	Şifreli mesajlaşma uygulamalarından biri olan Telegram, blok zincir tabanlı TON (Telegram Open Network)'da sistemde kayıtlı olan mesajların geçmiş tarihlerde saklanarak güvence altına alınması sebebiyle blok zincir temelli bir platform üzerinde tutulacaktır.
3. Oylama	Blok zincir sayesinde oy sayımında yanlışlıkların önüne geçilecek, kötü niyetli kişilerin müdahalelerinin önüne geçilecek ve yapılan seçim süreçleri şeffaf olarak yürütülebilecektir.
4. İnternette Kimlik Doğrulama	Blok zincir yapısının getirmiş olduğu gizli anahtarlar kişiye özel olup bu anahtarların üzerine ek bir kimlik doğrulama hizmetine gerek bulunmayacaktır.
5. Eğitim ve Akademi	Eğitim ve öğretim hayatı boyunca ihtiyaç duyulan kimlik doğrulama süreci bu teknolojiyle geliştirilerek dijitalleşmeyi hızlandıracaktır.
6. Araç Satışı ve Kiralama	Noter gibi üçüncü kişilere gerek kalmaksızın kiralama ve satış yapılabilecek, tüm işlemler kayıt altında güvenle tutulabilecektir.
7. Bulut Depolama	Bulut sistemi kullanıcı verilerini merkezi bir sunucuda depolar ve bu durum olası bir saldırı durumunda sistemde bir güvenlik açığına sebep olur. Blok zincir teknolojisi ile depolama birden fazla merkezde yapılacağı için olası bir bozulma veya silinmenin önüne geçilir.
8. Müzik ve Eğlence Sektörü	Üretilen içeriklerin ve bunlardan elde edilecek gelirlerin aracı olmaksızın ilgili kişilere ulaştırılması konusunda blok zincir teknolojisi önemli bir rol oynayacaktır.
10. Emlak ve Gayrimenkul	Mülk takibi için geçmiş veriler de tutularak mülkiyet ve emlak konularında bu teknoloji değişiklik ve dijitalleşmelerin önünü açacaktır.
11. Hisse Senedi İşlemleri	Şirket hisse senetlerini almak ve satma konularında tüm işlemleri kolaylaştırma ve işlem kayıtlarının hızlı, güvenilir ve şeffaf şekilde

	tutulması anlamında blok zincir teknolojisi faydalı olacaktır.
12. Sigortacılık	Blok zincir teknolojisiyle asimetrik bilgi sorunu önemli ölçüde azalacak, bunun yanında dokümantasyon işleri büyük oranda azalarak sigorta işlemleri hızlandırılacaktır.
14. E-Ticaret	Bu teknoloji ile işlem maliyetleri düşecek, güvenlik sıkılaşıacaktır. Ali Baba gibi şirketler blok zincir tabanlı işlemler için çeşitli hazırlıklar ve başvurular içine girmeye başlamıştır.
15. Enerji Yönetimi	Aracıya gerek kalmadan tüketiciye doğrudan ulaşan bu yapıda ayrıca güneş enerjisinden elektrik üretimi konusunda da paylaşım yapılabilmektedir.
16. Silah Takibi	Silahın kaç el değiştirdiği, kimler tarafından kullanıldığı ve belkide en önemlisi herhangi bir suça karışma halinde anında tespitinin sağlanması bu sistemle mümkündür.
17. Vasiyet ve Miras	Vasiyet bırakanların ve vasilerin şeffaf ve güvenli şekilde bilgi paylaşabilmesi akıllı sözleşmeler ile mümkün olacaktır.
18. Balıkçılık	Blok zincirde balık ağlarının türlerini ve miktarlarını kaydetmek, yetkililerin teknelerin kaldıkları ağ sayısı ile limana geri dönüp dönmediklerini izlemeleri sağlanacaktır. Böylelikle bu endüstrinin daha sürdürülebilir, çevre dostu ve yasal olarak uyumlu olmasına yardımcı olabilir.
19. Fotoğrafçılık	Fotoğrafçıların yürüttüğü çalışmalarda telif, hırsızlık gibi suçların önüne geçilebilecektir.
20. Devlet Hizmetleri ve Kamu Kayıtları	Devlet işlerinde sahtecilik gibi suçların önüne geçilmesi, dokümantasyon işlerinin azalması işlemleri hızlandıracaktır. Bunun yanında kamu çalışanları ile vatandaşlar arasında yaşanabilecek anlaşmazlıklar önlenebilecektir.
21. Spor Yönetimi	Blok zincir uygulamasıyla sporcuların hayranları gerekli fonu sporculara ulaştırma imkanlarına sahiptir.
22. İnternet Reklamcılığı	İnternet üzerinden yürütülen tüm reklam süreçlerinde hedef kitleye daha hızlı ulaşılabilir, reklamcılar maliyetleri ve gelirleri hakkında daha doğru bilgi sahibi olabilecektir.
23. Yardım Kuruluşları	Yapılan yardımların doğru yere gittiğinden emin olmak için blok zincir teknolojisinin şeffaflık ve güvenlik özelliklerinden faydalanılabilecektir.
24. Altyapı	Şifreli teknoloji sayesinde kötü niyetli tarafların altyapılara

Güvenliği	saldırılarının önüne geçilecektir.
25. Perakende	Üçüncü tarafın süreçten çıkarılabileceği ve perakende satış yaygınlaşabileceği için üreticiler ile tüketiciler daha iyi durumda olacak, üreticiler doğrudan hak ettikleri payları alabilirken tüketiciler için maliyetler azalacaktır.
26. İnsan Kaynakları	İstihdam sürecinde talep edilen adli sabıka kaydı gibi evraklar, blok zincir teknolojisi ile kolaylıkla ulaşılabilir olacaktır.
27. Kütüphaneler	Gerek eserlerin korunması, saklanması ve sonraki nesillere aktarılması konusunda, gerekse yazarların, sanatçıların fikri mülkiyet hakkının korunabilmesi konusunda bu teknolojiyen faydalabilinecektir.
28. Hava-Karayolu Taşımacılığı	Karayolu taşımacılığında kamyonların içerisinde ne olduğu, nereye gideceği gibi birçok soru önceden biliniyor olacaktır. Hava taşımacılığında ise blok zincir üzerine dizayn edilen KrisPay'ı kullanarak kolaylıkla uçuş gerçekleştirilebilmektedir.
29. İlaç Sektörü	İlaç sektöründe en önemli husus ilaç sahteciliğidir. Sağlık Araştırma Fonu, gelişmekte olan ülkelerde %10-%30 arasında ilaçların sahte olduğunu tespit etti. Afrika, Asya ve Latin Amerika'da satılan toplam ilaçların da %30'u sahtedir. Dünya'nın ciddi anlamda sorunu haline gelen sahte ilaçlar, gelişmekte olan ülkelerde her satılan 10 ilaçtan birinin sahte olduğu tüm dünyaya göstermektedir. Keza ilaç düzenlemelerine de uyulmadığı aşikardır. Bu ilaçlar ciddi anlamda insan sağlığına zarar vermektedir. Bu durumun önüne geçmek adına blok zincir Hyperledger Fabric kullanarak, yeni bi ilaç tedariki zinciri yönetimi ile güvenli ilaç yönetimini kayıt altına alarak bu sorun çözüme kavuşacaktır.
30. Muhasebe	Muhasebe kayıtları, dokümantasyon işleri, vergi takibi, kurumların bilgilerinin gizli bir şekilde saklanabilmesi blok zincir teknolojisi ile kolaylaşacaktır.

Kaynak: Cbinsights, Banking Is Only The Beginning: 50 Big Industries Blockchain Could Transform, 2018, <https://www.cbinsights.com/research/industries-disrupted-blockchain/>  
Erişim Tarihi: 24.12.2021.

Blok zincirin geniş bir endüstri yelpazesine getirebileceği faydaları gösteren bir diğer sektör de uluslararası elmas ticaretidir. Blok zincir yapısında elmas ticareti, tedarik

zincirindeki her adımın madenden satın almaya kadar güvenilir, şeffaf ve değişmez bir kaydını sağlamaktadır. Bir diğer sektör de çevrimiçi oyun ticaretlerinden enerji satışlarına ve fiyatlandırmaya kadar blok zincirin birçok kullanım alanı vardır.

Blok zincir sisteminin en yaygın kullanımı olan akıllı sözleşmeler hukuk alanı başta olmak üzere birçok yerde değişim göstermektedir. Öyle ki blok zincir için yeni dünyanın hukuksal alt yapısı olarak telafuz edilse yanlış olmaz. Alım satım işlemlerinden, devir, takas işlemlerine kadar birçok işlemin kolay ve şeffaf bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Herhangi bir aracıya gerek kalmadan yapılacak işlemler çok hızlı gerçekleşmiş olacaktır. Akıllı sözleşmelerin ifa süreçlerine etkisi aşağıda daha detaylı şekilde açıklanmaktadır.

### 2.8.3.2. Akıllı Sözleşmeler (Smart Contract)

1994 yılında Nick Szabo'nun bulduğu "akıllı sözleşmeler" kavramı, en genel anlamıyla sözleşme şartlarının gerçekleşmesini sağlayan protokol şeklinde ifade edilebilir. Akıllı sözleşme, legal bir sözleşme niteliği taşımaz. Lakin blok zincirin sadece finans işlemlerinin giriş kaydını tutmaktan çok, sözleşmelerin otomatik olarak uygulanmasına kadar genişleyen yazılım parçalarını ifade etmektedir. Akıllı sözleşmeler, sözleşmenin kodundan kaynaklanan eylemlerin sırası üzerinde anlaşmaya varmak için fikir birliği protokolleri kullanan bir bilgisayar ağı tarafından yürütülmektedir. Bir başka ifadeye göre de akıllı sözleşmeler, belirlenmiş bir bloğa gömülen kod ile yazılmış sözleşmeler olarak ifade edilebilir. Yazılan kodun içeriğinde; anlaşma şartları, geçerli olacağı tarihler ile yerine getirilmesi gereken bütün hususlar gibi birçok bilgi yer almaktadır (Atabaş, 2018: 69). Akıllı sözleşmeler kavramı blok zincir teknolojisinden önce gelse de kullanım sahasına bakıldığında blok zincirin daha yaygın olduğu söylenebilir (Ünal ve Kocaoğlu, 2018: 59). Blok zincir tabanlı akıllı sözleşmelerde öne çıkan açık kaynaklı yapı Ethereum'dur (Dedeoğlu, 2019: 56).

Akıllı sözleşmeler blok zincir teknolojisini genişletmekte ve kullanmaktadır. Akıllı bir sözleşme blok zincir ağındaki şifrelenmiş olarak imzalanmış işlemlerin kullanıldığı veri topluluğudur. Akıllı sözleşmeler, blok zincirdeki düğümler tarafından yürütülmekte olup akıllı sözleşmeyi uygulayan tüm düğümlerin de türetmesi beklenir. Böylelikle yürütme sonucunda blok zincire kaydedilir. Merkezi olmayan kripto para birimlerinin yanı sıra, orijinallik garantisi veren ancak mahremiyeti garanti eden akıllı sözleşmeler son derece güvenlidir.

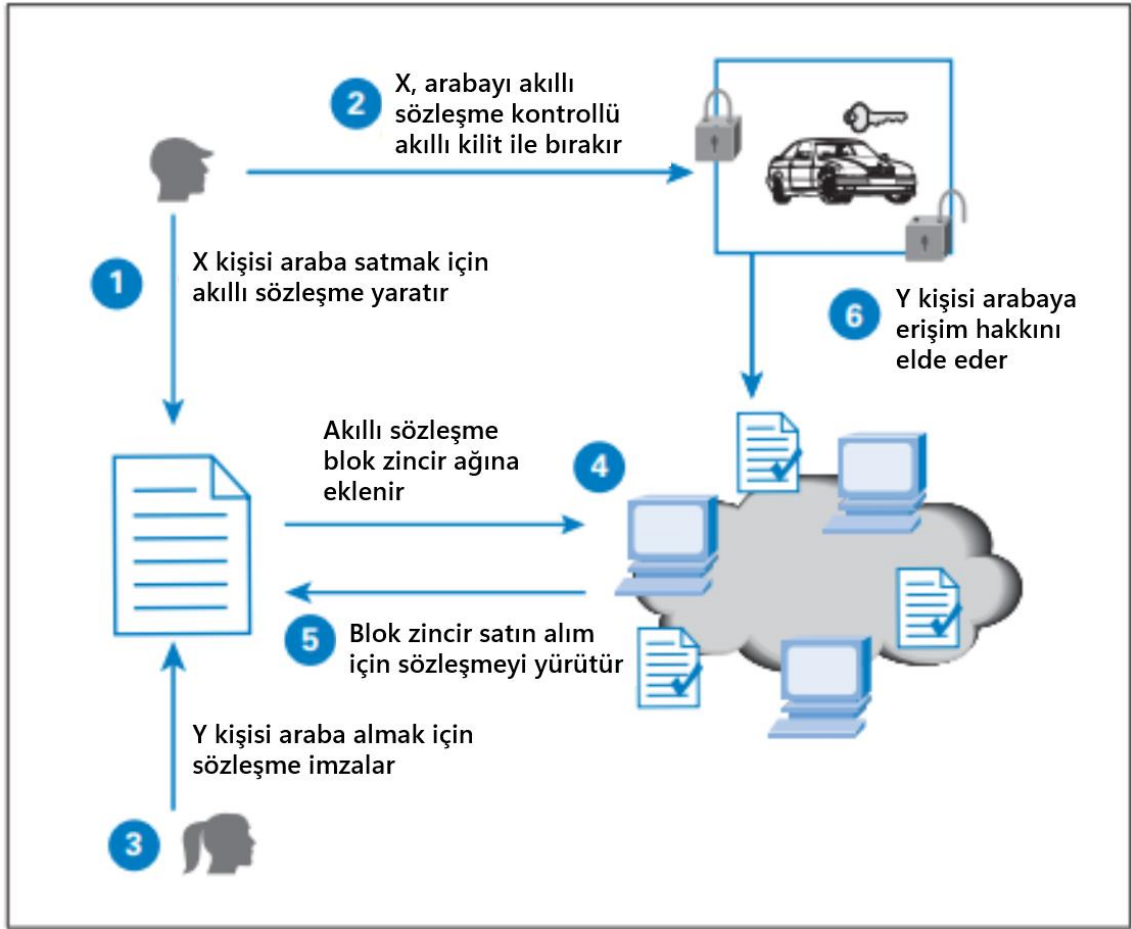
Akıllı sözleşmelerin genel amaçları; sözleşme koşullarını (uygulama, ödeme, haciz ve gizliliği korumak gibi) karşılamak hem kasıtlı hem de kaza ile oluşabilecek

olumsuzlukları minimuma indirmek ve aracı ihtiyacını minimum düzeye getirmek şeklinden sıralanmaktadır. Bu amaçların asıl hedef kriterleri; dolandırıcılık faaliyetlerini en aza indirmek, tahkim, icra ve diğer işlem masraflarını ekonomik boyut olarak minimum düzeye çekmektir. Bahsedilen amaçlar dışında akıllı sözleşmelerin 5 temel özelliği vardır (Savelyev, 2016: 11-16);

1. Elektronik olarak oluşturulması,
2. Belirlenmiş şartlara bağlanan bir yapı olması,
3. Yazılım olması,
4. Kendiliğinden uygulanabilecek nitelikte olması,
5. Sözleşme ile kazanılacak olan edimlerin önceden belli olmasını sağlayacak bir uygulama olmasıdır.

Akıllı sözleşmenin en büyük avantajı, herhangi bir aracı ihtiyacı olmadan uygulanmasıdır. Bu teknolojinin bu özelliği ise zaman ve maliyet konusunda önemli avantajlar yaratmaktadır. Örneğin ev veya araba satın alındığında tapu (Usta ve Doğantekin, 2017: 39-40), noter gibi kurumlarda fazlaca zaman tüketilmesinin önüne geçilmesinin yanında, bu işlemler nedeniyle ortaya çıkan mali küfletleri de ortadan kaldırmaktadır. Akıllı sözleşmeler aracılığıyla bu ve buna benzer sorunlar daha hızlı bir çözüme kavuşmaktadır. Bu tarz devlet kurumlarının yerini akıllı sözleşmelerde kodlar almaktadır. Böylelikle uzun zaman alan işlemler kaldırılabilir. Akıllı sözleşmelerin çalışma işleyişi aşağıda yer alan Şekil 2.17'de gösterilmektedir.





Şekil 17 Akıllı Sözleşmelerin Kullanımına Yönelik Bir Görünüm

Kaynak: William Stallings, 2017, p. 20.

Birinci adımda Bob isimli şahıs arabasını satmak üzere dijital bir sözleşme oluşturmaktadır. Satış koşullarını akıllı sözleşmeler aracılığıyla sisteme işlemektedir. Oluşan kod otomatik olarak gelen direktifleri bünyesine işleyip uygulamaya koymaktadır. İkinci adımda, Bob arabasını bir garaja bırakmakta ve arabanın da dijital bir kimliği mevcut bulunmaktadır. Üçüncü adımda, Alice arabayı satın almak istemekte ve internetten kendine uygun olan Bob'un sözleşmesini bulmakta ardından imzalamaktadır. Dördüncü adımda, Alice Bob'un arabanın sahibi olduğunu doğrulamak için imzalanmış olan akıllı sözleşmeyi blok zincir ağındaki her düğüme göndermekte ve düğüm tarafından yapılan işlem doğrulanmaktadır. Beşinci adımda, ağ sözleşme koşullarını doğrularsa Alice garajda kilitle bulunan aracın dijital kimliğine şifrelenmiş olan açık anahtara sahip olurken, Bob'un da hesabına araç bedeli transfer edilmektedir. Son adımda Alice ağ özel anahtarı göndermekte ve arabasını almak için erişim koduna sahip olmaktadır.

Son olarak akıllı sözleşmeler bir kişiden diğerine para transferi benzeri kolay finansal işlemlerin yanında fikri mülkiyet ve tapu sicilleri gibi birçok hakkı kayıt altına alma amacıyla da kullanılabilir. Akıllı sözleşmeler, çeşitli endüstri yapılarını değiştirme potansiyeline sahip bir yapıdır. Sigorta, kamu işleri, bankacılık, enerji, haberleşme, eğitim, müzik, sanat, mobilite gibi birçok alanda etkisini göstermeye başlamıştır.

Blok zincirin bir diğer uygulama alanı ve belki de sistemin ortaya çıkmasındaki asıl sebebin küresel krizin sonucunda yaşanan güvensizlik problemi bankacılık sisteminde çok büyük sorunlara yol açmıştır. Böylelikle dijital paraların kullanılması fikri daha cazip gelmekte olup bankacılık alanında yapılan işlemleri seyri günden güne değişim göstermektedir. Blok zincir teknolojisinin akıllı sözleşmelerden sonra kullanıldığı ikinci en büyük alan küresel ödeme sistemleridir.

### 2.8.3.3. Küresel Ödeme Sistemleri

Günümüzde geleneksel ödeme sistemlerinde yaşanan sorunları birkaç başlık altında toplamak gerekirse, sınır ötesi para transferleri 2-3 iş günü içinde yapılabilmektedir. Bloomberg kayıtlarına göre kredi talebinin onaylanması dünya genelinde 23 günü bulmaktadır. Keza Dünya Bankası kayıtlarına göre dünya genelinde 2.2 milyar kişi banka hizmetine ulaşamamaktadır. Geleneksel ödeme yöntemlerinde çalışma saatlerinden, işlem süreçlerine, bankalar arası onaylardan hizmet ücretine kadar pek çok aşama gerekirken blok zincir sayesinde bugün bu aşamaların neredeyse tamamı ortadan kalkmış durumdadır. Kişiler arası iletişime (peer to peer) dayanan blok zincir, bankalara ait işlemleri ortadan kaldırarak sınır ötesi işlemler için harcanan masrafları ortadan kaldırmakta ve hızlı bir şekilde işlemlerini gerçekleştirmesini sağlamaktadır (Chen vd., 2017: 139). Böylelikle kişilere sağladığı fayda marjinal seviyede olup, blok zinciri kullanmak için adeta bir teşvik niteliği oluşturmaktadır.

**Tablo 8 Günümüz Bankacılığı İle Blok Zincir Teknolojisinin Karşılaştırılması**

	Hız	Güvenlik	Para Transferi	Komisyon	Borsa
<b>Blok Zinciri Teknolojisi</b>	-Saniyede ortalama 8-27 arasında işlem yapılıyor. (-)	-Merkezi olmayan dağıtık yapı sayesinde şeffaflık, -Doğrulan bir zincir, -%51 saldırısı riski. (+, +,-)	-24 saat mümkün, -Yurtdışına gönderimde sınırlama, -Döviz değişimi yok. (+, +)	-Ücretsiz hesap açımı, -Para transferi için cüzi ücret kesimi. (+, +)	-Kripto para borsaları 24 saat açıktır, -Kabul edilebilirliği tartışmalıdır. (+, -)
<b>Günümüz Bankacılık Teknolojisi</b>	-Visa'nın saniyede ortalama 2500-2700 arası işlem yaptığı biliniyor. (+)	-Merkezi yapıya saldırı riski, -Devlet denetimi, -Bankanın batması riski. (-, +, -)	-Belirli zaman aralıkları, -Yurtdışına gönderimde sınırlamalar, -Döviz değişimi var. (-, -)	-Para transferlerinde farklı ücretlendirme politikaları, -Hesap işletim ücretleri. (-, -)	-Çalışma saatleri belirli, -Uluslararası geçerlilik. (-, +)

Kaynak: Büşra Kılıç, "Blok Zincir Teknolojisi: Bitcoin ve Ötesi", International Social Sciences Studies Journal, Vol: 5, Issue: 32, 2019, ISSN:2587-1587: 1742.

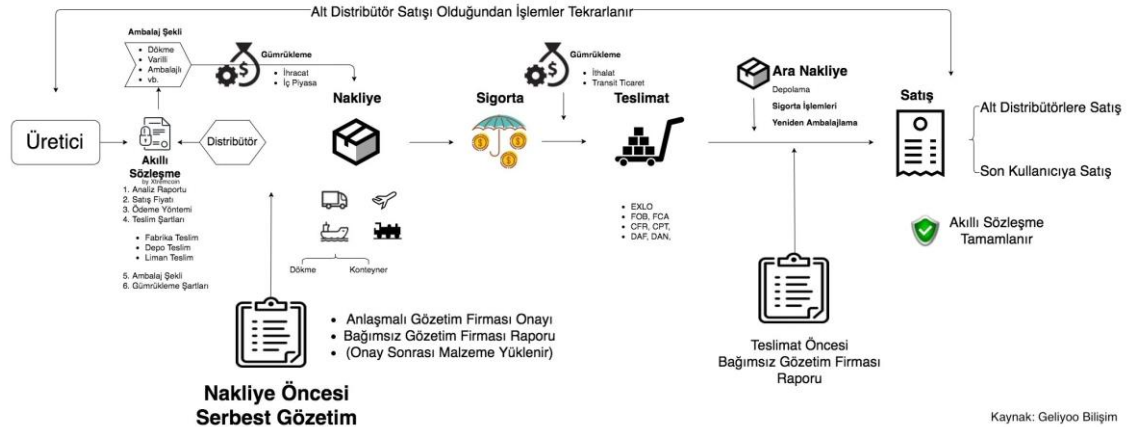
#### 2.8.3.4. Tedarik Zincirinde Blok Zincir

Bu teknolojiye etkilenen diğer alan tedarik zinciridir. Bünyesinde barındırdığı şeffaflık özelliği ve akıllı sözleşmeler sayesinde üretimden, nakliyeye, satışından, vergisine kadar her aşamayla ilgili kullanıcı bilgi sahibi olmaktadır. Günümüz dünyasının tüketicileri satın aldıkları her ürünün ambalajında yazan ifadeleri taşıyıp taşımadığını öğrenmek istemiştir. Yani satın aldıkları ürünlerin daha ilk aşama olan oluşma evresinden tutun da, paketlenip raflara ve en son olarak nihai tüketiciye gelene kadar yaşadığı yolculuğu merak etmektedir. Tam da bu noktada dağıtılmış defterler, satın alınan her bir ürünün arka planda hangi evrelerden geçtiğini tüketicilere sunmaktadır.

Örneğin ABD'nin Meksika eyaletinde yetişen ve ithal edilen Maradol marka papaya yüzünden yüzlerce insanın hastalandığını ve bu hastalığa Salmonella virüsünün neden olduğu tespit edilmiştir. İthal edilen papaya'ların muhtemel kaynağının Meksika olduğu iddia edilse de net bir tespit yapılamamıştır. Bu sebeple tedarik yönetiminde şeffaflık ve izlenebilir bir teknolojinin uygulanmasının ne kadar önemli olduğu görülmektedir (Saber, vd., 2019: 2117). Lakin tedarik zinciri yönetiminde yaşanan üç ana sorun mevcuttur. Bunlar; verilerin paylaşılması, süreç optimizasyonu, talep yönetimidir.

Geleneksel yollarda yaşanan bu sorunları ortadan kaldıracak bir sistem olan blok zincirde hangi aşamalardan geçtiği aşağıda yer alan şekil 2.18'de gösterilmektedir. Blok zincir tabanlı tedarik zincirine bakıldığında, akıllı sözleşmeler sayesinde tüm unsur ve aşamalar kayıt altına alınarak, müşteriler tarafından görülebilir ürün bilgi ve belgeleriyle kısa sürede nihai tüketiciye ulaşmaktadır. Blok zincir sisteminde ise aracıya gerek kalmadan sistem üzerinden akıllı sözleşmelerle güvenli, hızlı ve düşük maliyetlerle ulaşmaktadır.

### Blockchain Tabanlı Tedarik Zinciri



Şekil 18 Tedarik Yönetiminde Blok Zincir

#### 2.8.3.5. Oylama'da Blok Zincir

Dünya'daki tüm ülkelerin neredeyse dörtte üçü demokrasi temelli bir yönetim anlayışına sahiptir. Mevcut oylama sistemine sahip ülkelerde baş gösteren en önemli sorunlar hiç şüphesiz manipülasyon eğilimi ve verimsizliktir (Atabaş, 2018: 73). Bu sorunlara ek olarak; oy pusulalarının ve zarfların basımı, oy gereçlerinin dağıtımı ve bu zincirleme süreçte kişi istihdamı maliyet anlamında ciddi bir külfet oluşturmaktadır. Blok zincir yapısında bu ve buna benzer birçok işlem ortadan kalkmaktadır.

Dağıtık ağ yapısına sahip olan blok zincir yapısında oylama verilerinin tek bir merkezde olmaması bu sistemi manipülasyonlardan uzak hale getiren bir yapıya dönüştürmektedir. Merkezi yönetim anlayışına sahip olan ülkelerde açık oylama ile halkın güven sorunu baş göstermekte, türlü manipülasyonlarla seçimler sabote edilmektedir. Herkes tarafından görülebilen ağ yapısı beraberinde güven unsurunu da bireylerde artırmaktadır. Dış müdahalenin olmadığı bir sistem olan blok zincir sisteminde, yapılan oylamada şeffaflık sayesinde yönetime güven hususunda bir tereddüt kalmamaktadır (Gültekin, 2016: 37-41).

Bu sistemin en büyük artılarından birisi defter yapısıdır. Kişilerin bilgilerinin bu deftere işlenmesi doğum, ölüm, adres vs gibi kişilik bilgilerinin yer alması devletin işini kolaylaştırmaktadır. Bu tarz işlemler için tahsil edilen kişilerin yerine, sistem otomatik bir şekilde işler ve depolar. Böylelikle devletler fazla istihdamdan ve maliyetten kurtulmuş olacaklardır. Bireylerin sağladığı fayda Şekil 2.19'da gösterilmektedir.



**Şekil 19 Blok Zincirin Sunduğu Beş Avantaj**

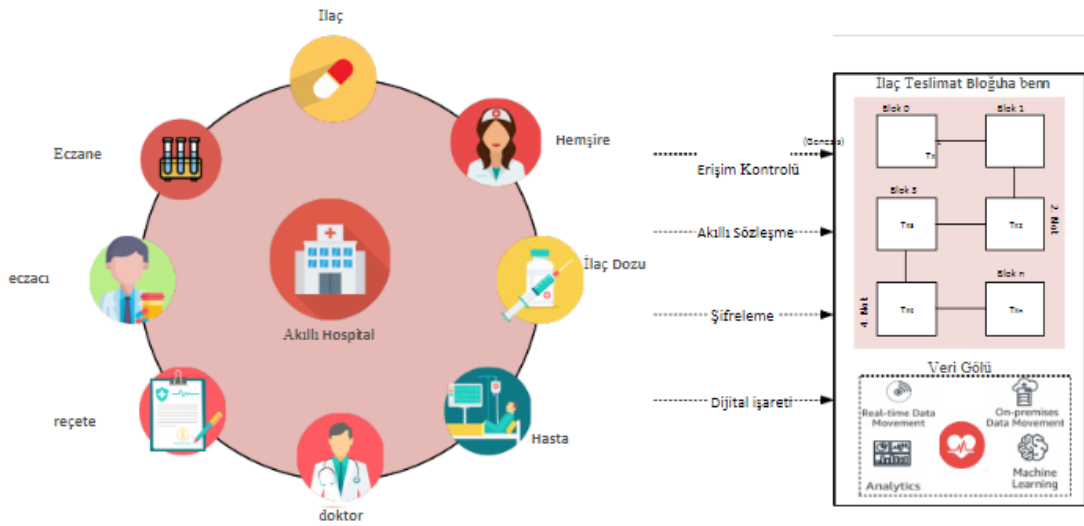
Kaynak: McKinsey& Company, “Blockchain Technology in The Insurance Sector”, 2017, Quarterly Meeting of the Federal Advisory Committee On Insurance (FACI), [https://www.treasury.gov/initiatives/fio/Documents/McKinsey\\_FACI\\_Blockchain\\_in\\_Insurance.pdf](https://www.treasury.gov/initiatives/fio/Documents/McKinsey_FACI_Blockchain_in_Insurance.pdf), Erişim Tarihi: 07.12.2021, p. 14.

#### 2.8.3.6. Blok Zincir Sağlık Uygulamaları

2020 yılı içerisinde ortaya çıkan Covid-19 virüsü nedeniyle sağlık sektörünün önemi daha iyi bir şekilde anlaşılmıştır. Salgınla mücadele kapsamında hangi hastaya ne uygulanacağı ne oranda uygulandığının kayıtlarının sağlıklı bir şekilde tutulabilmesi blok zincir teknolojisi ile daha mümkün bir hale gelebilir. Dünyanın yakından takip ettiği bu salgınla ülkelerin atacağı adımlar ve hastaların durumları dağıtık ağ yapısı sayesinde kolaylıkla izlenebilir bir hale gelmesi öngörülmektedir.

Özellikle son on yılda gelinen noktada kaydedilen verilerin bulut teknolojisi sayesinde ana merkezde sayısal ifade edilmeye başlanması ile erişebilirlik sorunlarında çözümler üretilmiştir. Blok zincir yapısında bir hasta dünyanın neresinde olursa olsun onunla ilgili bilgileri izin verildiği ölçüde ve izin verilen alanların görebileceği, doğru müdahale ve ilaç talebini de karşılayacağı bir portala dönüştürülmüştür (Atabaş, 2018: 80). Hatta bunu gün geçmeden uygulayan ülkeler de mevcuttur. Sağlık tedavisindeki ilerlemeleri, yeni klinik araştırmaları, hastaları önleme ve tedavi geliştirme amacıyla son derece

muazzam bir altyapı ve bilgi ağına sahip olan blok zincir yapısında; organ, doku, röntgen, kan raporları, ilik nakli gibi hayati önem taşıyan durumlarda dünyanın neresinde olursa olunsun ilgili kişilere ulaşım kolaylıkla sağlanacaktır. Keza sağlık alanında yapılan bağışlarda da gerçek ihtiyaç sahibine ulaşıp ulaşılmama gibi bir sorun ortadan kalkacaktır. Bir şifreleme ile dağıtık sistemdeki veri ağına ulaşım sağlanacaktır (Atabaş, 2018: 82).



**Şekil 20 Blok Zincir Yapısında İlaç Tedarik Yönetim Senaryosu**

Kaynak: Jamil, Hang, Hyung Kim, Kim, 2019, p. 8.

Bu senaryoda, doktorlar hasta verilerini hastanın izniyle görebilir ve hasta ağdaki bir başka doktorla paylaşabilir. Akıllı sözleşmedeki erişim kontrol panelinden izinler tanımlanarak belirlenir. Bu bağlamda günümüzün en büyük sorunu olan kişisel verilerin korunması sorunsalı ortadan kalkmış olması planlanmaktadır. Görselde yer alan ilaç dağıtım veri gölü ayrıca bir yapıyı temsil etmektedir. Depolanmış bir blok zincir de denilebilir. Veri gölü, analitik olarak tıbbi verilerin görselleştirilmesi ve depolanması için tasarlanan bir yapıyı temsil etmektedir.

### 2.8.3.7. Blok Zincir ve Emlak, Gayrimenkul Sektörü

Blok zincir teknolojisinin etkilediği bir diğer alan emlak ve gayrimenkul sektörüdür. Emlak piyasası oldukça karmaşık ve birçok alana yayılan bölümlerden oluşmaktadır. Bunun içinde emlak kiralama, günlük kiralama, emlak satışı, sözleşmeli satış, arsa satışı, devre mülk gibi birçok satış ve kiralama modeline bağlı sektörler bulunmaktadır. Global anlamda emlak satışlarının finans piyasalarında ülke para birimi için etkin bir rol oynadığı da aşikardır. Merkezi olmayan emlak platformunda blok zincir teknolojisinin

kullanılmasıyla; evrak kullanımını en aza indirgeyerek oluşturulan bir akıllı sözleşme vasıtasıyla da denetim masraflarını, kayıt ve kredi ücretlerini azaltarak ve emlak vergilerinin ödenmesini sağlayarak birçok avantajı sunmaktadır. Özellikle Avrupa'da farklı yollarla uygulanan "ortak konut" ya da "işbirlikçi konut" yapılarında karşılaşılan sorunlar gündemdedir. Bu sorunlar; oda kiralama, ortak mülkiyet, konutların organizasyonu, emlak kitle fonlaması şeklinde sayılabilir. Ayrıca sistem satışlarda yapılan hileleri ortadan kaldıracığı gibi devlete ödenen emlak vergileri, noter ücretleri ve daha birçok alana yayılan sorunlara da çözüm noktası olacaktır (Atabaş, 2018: 83). Emlak piyasaları çok daha şeffaf hale gelecektir.

Blok zincir teknolojisiyle konutlara kolay bir şekilde erişim mevcuttur. Keza akıllı sözleşmelerle işlem öncesi arazinin yasal ve fiziksel özelliklerini kontrol etme, tarafların vergilerinin ödenmesi, gerçek haklarının belirtilmesi, borç şartlarında olacak durumların kararlaştırılması gibi birçok avantajı sunmaktadır. Blok zincir yapısıyla yeni evine alıcı hızlı, güvenli, düşük maliyetli, aracıya gerek olmadan kavuşmaktadır (Aznar, 2018: 78-79).

Bu teknolojiyi kullanmanın yararları arasında mali gizliliği artırmak, maliyetleri azaltmak, dolandırıcılığın önüne geçmek ve uluslararası piyasada gayrimenkul işlemleri hızlandırmasıdır. Mevcut gayrimenkul süreçlerinin temel ilkelerine blok zincir teknolojisi müdahale potansiyeline sahiptir. Dijital varlıkları aktarma ve gayrimenkul yönetimini yeniden yapılandıran bu teknoloji birçok geleneksel iş modelini ve piyasayı profesyonel ve bireysel alım imkânı sunarak bir devrim yaratmaktadır. Mevcut gayrimenkul yönetim süreçleri blok zincir yapısı şöyle ifade edilebilir:

- Akıllı bir jetonla temsil edilen ticari gayrimenkulün bina pasaportunu oluşturmak,
- Alternatif finansman araçları geliştirmek,
- Ticari gayrimenkulün blockchain üzerinden işlenmesi,
- Kira sözleşmelerini dijital olarak imzalanması ve sözleşmeden doğan tüm yükümlülüklerin izlenmesi,
- Bina performansının ölçülmesi ve bakımının izlenmesi.

#### 2.8.3.8. Vergilendirmede Blok Zincir

Tüm sektörlerde olduğu gibi dijital dönüşüm, analog süreçlerin dijital süreçlere dönüşmesi anlamına gelmektedir. Vergilendirme alanında da durum bu şekilde olmaktadır. Dönüşüm, birden fazla dijital sürecin müşteriler ve otorite arasındaki ilişkiye

entegre edilmesini içermektedir. Son yıllardaki eğilimlere göre, dijitalleşmeyi hızlandırmak blok ağların vergilendirme alanında yaygınlaşması için iyi bir fırsattır. Öyle ki, ABD’de manuel olarak gönderilen beyannamelerin sayısı 1999 ve 2004 yılları arasında %31’den %15’e düşmüştür. Bu düşüşün sebebi, internetin yaygınlaşması, e-bildirimler ve dijital enstrümanların ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır. Böylelikle vergi beyannamelerinin elektronik ortamda yaygınlaştırılması teşvik edilmiştir (Gunter, 2019: 536). Türkiye’de ise e-beyanname uygulaması 2004 yılında başlamıştır (GİB, 2007: 13-21).

Vergi otoriteleri vergileme işlemleri için mükellef verilerinin sınırlı olması ve kâğıt ortamında vergi beyannamelerinin alınması etkili bir vergi uygulamasının yapılamadığının göstergesidir. Ancak ülkeler verimliliği artırmak adına elektronik bilgi alışverişinde bulunmaktadırlar. Bu duruma örnek olarak Almanya, Vergilendirme Prosedürünün Modernizasyonu Hakkında Kanun ile vergiyi basitleştirecek olan dijital arayüzler (örneğin ELSTER) kurulması ile şirketlerin beyanname ve vergi ödemelerin otomatikleştirilmesi amaçlanmaktadır. İtalya’da e-fatura sistemi sadece toplu alışveriş için kullanılmamaktadır. Aynı zamanda özetleyici beyannameler veya KDV beyannameleri gibi birçok bireysel faturaların kaydedilmesi ve uygunluğunu da kontrol etmektedir.

Blok zincir sistemi finansal teknoloji (fintek-fintech) alanında dikkat çekici bir şekilde yayılarak kullanılan bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Veri depolama, bir noktadan bir noktaya işlem yapabilme, iş birliği içinde mekanizmalar ve şifreli algoritmalar da dahil olmak üzere bir araya gelen bilgisayar teknolojilerinden oluşmaktadır. Finans ve ekonomideki operasyonel modelleri köklü bir şekilde değiştiren blok zincir sistemi teknolojik inovasyona ve Fintek Endüstrisinde yer alan endüstriyel işlemlere geçişin temelini oluşturmaktadır (Guo ve ChenLiang, 2016: 1).

Blok zincir sadece kişilere fayda sağlamakla kalmaz aynı zamanda devletlerin de işine yarayacak bir temele dayanmaktadır. Tüm ticari işlemlerin rahatlıkla izlenebilmesine fırsat veren blok zincir yöntemi kontrol ve denetime de fırsat verebilir. Örneğin vergi tahsilâtı standardize edilerek güvenli ve tümüyle otomasyon sistemine dayanan bir sürece bağlanabilir. İşgücü maliyetlerindeki tasarruf yanında vergilendirme sürecindeki usule ilişkin hataları da azalmasına katkı sağlamaktadır. Bir başka örneğe bakılacak olursa; Türkiye’de bir vergi dairesinde işlem sırasında gerekli bir evrağın başka bir kurumdan verilmesi gerekiyorsa, sistem birbirine bağlı olduğundan ilgili vergi dairesinin tüm belgelere bakma, araştırma ve görme yetkilerinin verilmesi gerekmektedir. Bu



durum vatandaşa ciddi anlamda bir zaman kaybı yaşatmaktadır. Merkezi veritabanı yapısına sahip olan ÷lkelerde bu tarz sorunlar vatandaşlara zaman kaybettiren bürokrasi ve maliyet olarak yansımaktadır (Atabaş, 2018: 75).

## 3. BÖLÜM

### KRİPTO PARALAR VE TEKNİK HUSUSLARI

#### 3.1. Kripto Para Kavramı

Kripto para teknolojisine giriş yaparken öncelikle bu paraların tanımından değil, kriptoloji adı verilen ve bu para birimlerinin altyapısını oluşturan kavramdan söz edilmelidir. İletişim alanında geliştirilen teknolojiler global dünyada birçok avantaj ve dezavantaj getirmektedir. Tüm avantajlarının yanında, dijital platformlarda üretilen verilerin ve yapılan işlemlerin güvenli bir biçimde saklanmaması, bu platformlara duyulan güveni azaltmıştır. Bu noktada güven ihtiyacını karşılayabilmek adına kriptoloji olarak adlandırılan şifreleme teknolojisi ortaya çıkmıştır. Kriptoloji, dijital platformlarda her kullanıcının işlemlerini güvenle kayıt altına almak ve kullanıcılardan başka kimsenin bu verilere ulaşmamasını taahhüt etmek üzere ortaya çıkmıştır. (Yılmaz, 2007).

Kriptolojinin süreci bir iletiyi oluşturan verinin bir sistem içinde şifrelenmesiyle başlar. Şifrelenen veriler güvenli ağlar kullanılarak karşı tarafa iletilir. Kriptoloji, karşı tarafa iletilen verilerin yalnızca ilgilisi tarafından alınmasını sağlar. Sayın (2017)'a göre, kriptolojinin üç temel fonksiyonu vardır. Bunlar, veri güvenliğinin artması, veri bütünlüğünün korunması ve kimlik doğrulamasının gerçekleştirilmesidir.

Kripto para ise işlemlerin güvenli şekilde gerçekleşmesini sağlayan, fiziki halde bulunmayan fakat ağlar aracılığıyla kullanılan alternatif bir para birimidir. Dijital ve sanal para birimleri sık sık kripto paralar ile karıştırılır. Kripto paralar tamamen ayrı birer para birimidir. Devlet müdahalesi veya denetimi söz konusu değildir. Sanal ve dijital ise başlı başına birer para birimini ifade eder (Çarkacıoğlu, 2016: 8).

Kripto paraların denetlenmesi, daha tasarım seviyesinde şifreleme sistemi yardımıyla gerçekleşir. Bu şifreleme sırasında blok zincir altyapısı kullanılır. Tasarım aşamasında dolaşımda olacak arz adedi ile arz biçimi belirlenir. Geleneksel para birimleri, ihtiyaç duyulması durumunda devletlerin ve merkez bankalarının kontrolünde piyasaya sürülür, arz miktarı artabilir fakat kripto paralar üretilmeyeceği ve bu paralara sahip bireylerin izni olmadan kullanılamayacağı için böyle bir durum söz konusu olmaz. Elektronik paralar ise piyasadaki resmi para birimine bağlı şekilde çıkarılır. Kriptografik bir özelliği bulunmayan bu paralar ile işlem yapılırken üçüncü taraflara ihtiyaç

duyulmaktadır. Blok zincir teknolojisinde bulunmayan üçüncü taraflar, bu teknolojide yazılımların sağladığı güvenli, doğruluk ispatı, saklama ve transfer konusunda şeffaflık gibi konulardan sorumludur (Ateş, 2016: 356).

### 3.2. Tarihçesi ve Genel Özellikleri

White'ın "kriptografi ile güven altına alınan devredilebilir bir dijital varlık" olarak bahsettiği kripto para birimi 2009 yılında Bitcoin'in (ilk kripto para birimi) halka açılmasıyla birlikte hayatımıza girdi ve kripto para kavramını ortaya çıkardı. Finansal krize bir yanıt olarak oluşturulan ve ihtiyaç duyulan para birimi Satoshi Nakamoto'ya göre "güven yerine kriptografik kanıta dayalı bir elektronik ödeme sistemiydi". Bu ödeme sisteminin sonunda ise finansal araçları ortadan kaldıran ve rahatlıkla anonim işlemler yapılmasına imkân tanıyan bir elektronik ağ ortaya çıktığını belirtti. 2008 yılında yayınladığı makalede Bitcoin'in arkasındaki fikir ve teknolojiyi tanıttı ve Bitcoin'i yarattı. Makalenin yayımlanmasının sonraki yılında yeni Bitcoin oluşturma işlemlerin doğrulanması sürecinin başlamasıyla Bitcoin kavramı hayatımıza resmen girmiş oldu. Asıl ününü 2017 yılında kazanacak olan kripto para ilk işlem gördüğü 2010 yılına kadar 10.000 Bitcoin karşılığında iki pizza satın alınmasını sağlarken tam yedi sene sonra 10.000 Bitcoin'in 100 milyon dolar etmesiyle birlikte alternatif kripto para birimlerinin oluşmasına yol açtı. Litecoin, Peercoin, Dogecoin, Counterparty, Ethereum ve Ripple Bitcoin ile benzer kriptografik teknolojileri kullanmakla birlikte farklı algoritmik tasarımlar kullanan ve 2017 yılıyla birlikte ortaya çıkan alternatif kripto para birimlerine örnek gösterilebilir. Literatürün çoğu kripto para biriminin tarihçesini açıklarken blockchain teknolojisine bağlı en popüler örnek olan Bitcoin'i kullansa da Ripple (XRP) ve Ethereum en büyük piyasa değerine sahip kripto para birimleri olarak Bitcoin ile birlikte anılmaktadır.

Fiyatları yüksek şekilde dalgalanan kripto para birimlerinin kullanılabilirliği ve sayısı katlanarak artmıştır. Bu dalgalanmaya örnek olarak aşağıdaki grafikte görüldüğü üzere bugüne kadarki en yüksek fiyatı 63.725,49 USD olan Bitcoin'in 2013'te fiyatı ilk kez birim başına 1000 \$'a ulaşmış ve kısa süre sonra 300 \$'a düşmüş; yatırımcıları için büyük kayba neden olmuştur. Davis'in 2019 yılında bir araştırmasını kaleme almasıyla Bitcoin'in piyasa değeri 3.416,30 \$ iken aynı sene araştırmanın tamamlanmasıyla iki katından fazla yükselmiş ve 7.051,72 \$ olmuştur.



Şekil 21 Bitcoin Fiyat Değişimi

Kaynak: <https://www.tradingview.com>

Başlangıçta bir elektronik nakit biçimi olarak çevrimiçi ödemelerde kullanılan; ayrıca uzun veya kısa vadeli yatırım amaçları ve spekülasyon amaçları için bir değişim aracı olarak tutulabilen kripto para birimlerinin amaçları değişkenlik göstermektedir. 2010'dan beri işlem gören Bitcoin, başlangıçta spekülasyon için kullanılırken sonradan günlük işlemlerden, şirketlerin birleşmelerinde kullanılmasına kadar geniş bir kullanım alanına sahip olarak değişkenliğe önemli bir örnek olarak gösterilebilir. Kripto para birimleri bahsedilen alanlara ek olarak düzenlenmiş sermaye artırma sürecini ortadan kaldırdığı için başlangıç şirketleri (start up) tarafından hızlı ve kolay bir finansman kaynağı olarak Kripto Para Arzı (ICO) için de kullanılmaktadırlar (Peters ve diğ. 2015: 2). Bitcoin'in icadı, çok sayıda yeni kripto para biriminin oluşturulmasını teşvik etmiştir (Lee ve diğerleri 2018). Bu kripto para birimleri benzer kriptografik teknolojileri kullanmakla birlikte farklı algoritmik tasarımlar kullanır. Diğer kripto para birimlerine örnek olarak Litecoins, Peercoins, Dogecoin, Counterparty, Ethereum ve Ripple verilebilir. En büyük piyasa değerine sahip kripto para birimleri olarak, Bitcoin, Ripple (XRP) ve Ethereum öne çıkmaktadır. Bitcoin ilk kripto para birimidir ve bu nedenle blockchain teknolojisine bağlı en popüler örnektir (Crosby ve diğerleri 2016: 8). Kripto para birimleri hakkındaki literatürün çoğu, teknolojinin arkasındaki işlevselliği ve kripto para birimlerinin tarihini açıklarken örnek bir kripto para birimi olarak Bitcoin'i kullanır.

Kripto para birimlerini tutmanın amaçları değişkenlik göstermektedir. Başlangıçta Bitcoin'in amaçlarından biri, bir elektronik nakit biçimi olarak çevrimiçi ödemelerde kullanılmasıdır (Peters ve diğ 2015: 2). Ayrıca kripto para birimleri, uzun veya kısa vadeli yatırım amaçları veya spekülâtif amaçlar için bir değişim aracı olarak tutulabilmektedir. Bitcoin, 2010'dan beri işlem görmektedir, ancak başlangıçta spekülasyon için kullanılmıştır. Ancak daha sonraları günlük işlemlerden tutun da, şirketlerin birleşmelerinde kullanılmasına kadar geniş bir kullanım alanı oluşmuştur (Railborn ve Sivitanides 2015: 25). Tüm bunların yanında, kripto paralar, düzenlenmiş sermaye artırım süreçlerini kaldırmasıyla start up'lar tarafından hızlı ve kolay bir finansman kaynağı olan Kripto Para Arzı (ICO) için de kullanılır (Peters ve diğ 2015: 2).

### 3.3. İtibari Paradan Farkı

Modern ekonomi, değeri tamamen nominal olan kâğıt para kullanır. Kâğıt paranın, değerli bir maden olmamasına rağmen bu kadar yaygın kullanılmasının sebebi, devletin kâğıt parayı finansal işlemler için yasal ödeme aracı olarak kabul etmesidir. Emtia paraları gerçek değere sahipken, nominal paralar için durum böyle değildir. Yani nominal paranın gerçek bir değeri yoktur (Ünsal, 2017: 569).

Kâğıt para basmak için kâğıt kullanılmasının nedeni maliyetinin son derece düşük olmasıdır. Bu nedenle emtia para basımında kıymetli madenlerin basımına ilişkin kısıtlamalar kâğıt paraya uygulanmaz. Bu nedenle kamu otoriteleri, amaçlarına ulaşmak için para arzını belirlemede özgürdür. Ancak söz konusu özgürlük, sonsuz ve sınırsız bir özgürlük olarak değil, fiziksel koşullar için geçerli bir özgürlük olarak algılanmalıdır (Aren, 1989: 30).

Kripto paralar ise belirli bir merkezden başka bir merkeze kriptolojik yöntemlerle aktarılan paralardır. Çeviri güvenliği kriptoloji ile sağlanmaktadır. Son yılların ilginç para birimlerinden biri olan kripto para birimleri, devlet kurumları tarafından değil, bireyler, kuruluşlar veya şirket eliyle üretilir. Kripto paraların bir bankaya ait hesapta tutulmasına gerek yoktur (White, 2015: 383).

Kripto para birimleri, bankacılık sisteminde bulunan paradan farklı olarak merkeziyetsiz bir yapıya sahiptir. Dolayısıyla işlemler blockchain adı verilen bir yapı tarafından işlenir. Kripto paralar devletler tarafından üretilemez, bu yüzden devlet merkez bankasının bastığı para birimlerinden farklı değerlendirilmelidir (Çarkacıoğlu, 2016: 8-9).

Günümüz dünyasında kripto para birimlerinden her gün daha çok bahsedilmektedir. Kripto paralar sadece bir ödeme aracının dışında aynı zamanda bir yatırım aracı niteliğine de bürünmüştür. Aslında TCMB'nin aldığı kararla kripto paralar ödeme aracı olarak kabul edilmemiştir. Bu sebeple bu paralar şimdilik yalnızca alınıp satılabilmektedir (Ödemelerde Kripto Varlıkların Kullanılmamasına Dair Yönetmelik, 2021).

Teknolojinin gelişmesi ve dijitalleşme nedeniyle gelecekte nominal kağıt paranın ortadan kalkacağı öngörülmektedir. Evlimoğlu ve Gümüş (2018), dijital paranın kullanılmaz hale geldikten sonra yerine dijital para konulmasına ilişkin teorilerin şeffaflığının ve etkinliğinin artacağını, vergi kaçakçılığının önüne geçileceğini ancak devletlerin senyorajdan mahrum bırakılacağını; eksikliklerini de ortaya çıkarmıştır.

### **3.4. Kripto Para Madenciliği**

Kripto para madenciliği, özel olarak geliştirilmiş "Madencilik Makineleri" adı verilen makineler aracılığıyla yapılmaktadır. Madenciliği yapılacak olan kripto para ile ilgili gerçekleştirilen işlemler, madenciler tarafından doğrulandıktan sonra toplanarak bir blok'a dahil edilir. Blok tamamlandıktan sonra blockchain defterine eklenir. Blockchain defterine bir blok eklenme işlemi tamamlanmadan önce, çözülmesi zor olan birtakım matematiksel bulmacalardan oluşan blok içerisindeki işlemlerin çözülmesi gerekir. Bu, bulmacalar çözüldükten sonra sistem blockchain defterine yeni bir blok eklenmesine izin vererek karşılığında para ödülü verir. Hangi madenci bloğun tamamlanmasını sağladıysa para ödülü sahibi sayılır. Böylece blok eklenmesini sağlayan madencinin hesabına madenciliği yapılan kripto paradan önceden belirlenmiş bir miktarda geçmiş olur (Krishnan R, Saketh Y, & Vaibhav M, 2015: 115).

Kısacası, madencilik işlemleri, blockchain veri tabanı üzerinde gerçekleştirilen işlemleri doğrulanması ve dağıtık veri defterine kayda geçirilmesini kapsamaktadır. Madenciler, yaptığı bu işlemler karşılığında sistem tarafından ödüllendirilerek kripto para edinmektedir. BTC madenciliğini göz önünde bulundurduğumuzda, günümüzde madencilik yapanların sayısındaki artışla beraber sistemin zorlaşması ve enerji tüketiminin giderek artması, BTC üretimini zorlaştırarak daha maliyetli hale gelmesine neden olmuştur. Dolayısıyla kazanç elde etmek de zorlaşmıştır (Dilek, 2018: 18). Başlangıçta BTC madenciliğindeki ödül 50 BTC ile başlamıştır. Ortalama her 4 senede bir, eklenen her 210.000 bloktan sonra ödül miktarı yarı yarıya inmiştir. (Karatekin &

Dinçsoy, 2019: 126). 2021 yılı itibarıyla ödül miktarı 6.25 BTC'ye kadar inmiş durumdadır (Töre, 2021). BTC toplam arzı 21 milyonu aşmayacak şekilde geliştirilmiştir. 2025'te 20 milyona ulaşması ön görülmekte olup, 2140'ta ise, BTC arzının tamamen durdurulacağı planlanmıştır (Dourado & Brito, 2014: 4).

### 3.5. Yapıları

Kripto para teknolojisi, araçlara gerek duymadan iki taraf arasındaki işlemleri mümkün kılan bir değer yaratmak üzerine kurulmuştur (Franco 2015: 11). BTC ağı, her BTC kullanıcısının bakiyesinin bulunduğu merkeziyetsiz bir deftere sahiptir (Franco 2015: 14). Kişiler rakamlar ve büyük harflerden oluşan dizilerle açıklanır. Yapılan her işlemin korunduğu dijital imza, birbirinden farklı iki "anahtar" ile oluşur (Crosby et al. 2016: 9). Kullanıcı kimliği niteliğinde olan harf ve sayılar dizisi, şifreleme anahtarının açık kısmı olup, anahtarın kapalı (özel) olan kısmını yalnızca sahibi kullanabilir (Franco 2015: 14). Böylece, alıcı ve satıcıların kimliğinin gizli kalmasını ve özel bilgilerin başka kimseyle paylaşılmamasını sağlar (Murphy et al. 2015: 3). Kripto para birimlerinde çifte harcama sorununu dışlayan bir önlem gerekmektedir. Çifte harcama, bir tarafın aynı para miktarını aynı iş için birçok kez harcama riskini taşıması demektir (Yılmaz ve Hazar 2018: 323). Bu problem blok zinciri teknolojisiyle çözülmüş görünmektedir (Crosby vd. 2016: 9).

Blok zinciri, ayrılmaz bir şekilde BTC'yle ilişkilidir ve bitcoinin çalışma sistemi bu teknolojiyle açıklanır (Crosby et al. 2016: 9). BTC ağında yayımlanan her işlem, sondaki işlem bloğunda gruplandırılır (Böhme et al. 2015: 217). Yetkisi olmayan işlemin eklenmemesini sağlamak için her blok en son blokla karşılaştırılır. İşlemlerin kayıtlarının, tüm BTC yapısının omurgası oldukları için anlık güncellenmesi gerekir. Madencileri çalışmaya motive etmek için BTC yapısı, daha önce kurulmuş blok içeriğine dayalı olarak matematik bulmacalarını çözebilen kullanıcılara Bitcoin sağlar. Kullanıcı bir bulmacayı çözdüğünde, çözümün tamamlandığı İş Kanıtı'nı içeren bir blok gönderir ve önceki tam bloğa bağlantı verir. Tüm kullanıcılardan, yeni bir blokla eklenmesine ilişkin bekleyen yeni işlemler için karar onayı alınmalıdır. Bu işleme "madencilik", işleme onay veren kullanıcılaraysa "madenciler" adı verilir (Böhme vd. 2015: 17).

Merkezi sicil yapısında gerçekleştirilen her işlem, otoritenin ya da finansal yetkilinin kontrolü ile gerçekleştirilebilir. Araçların olması maliyetleri artırmakta ve her işlemin

yürütülmesi sırasında yetkililerin denetimini gerektirmektedir. Dağıtılmış defter sisteminde, merkez otorite tarafından denetim veya gözetime ihtiyaç bulunmamaktadır. Bir nesne ile ilgili bilgilerin kaybolması halinde diğer kullanıcı verileri güvenli bir şekilde depolanır. Gerçekleşen işlemler eş'lere iletilir. Diğer eşler verileri değerlendirip doğru olup olmadığı konusunda anlaşarak oluşacak bloklara eklerler (Ünsal ve Kocaoğlu 2018: 56).



Şekil 22 Kripto Paranın Çalışma Mantiği

Kaynak: Crosby 2016: 10.

Şekilde görüleceği üzere, bir taraf diğerine sistemi kullanarak para gönderdiğinde, bu istek sistemdeki diğer kullanıcıların veritabanlarına iletilir. Sistemdeki kullanıcılar, sistem tarafından tanımlanan şifre ile isteğe onay verir ve yeni bir blok oluşur. Oluşan blok zincire dahil edilir.

### 3.6. Kripto Para ve Teknolojileri

2008 yılı içerisinde Nakamoto aracılığıyla oluşturulan "Bitcoin: A peer-to-Peer Electronic Cash System" isimli bildiri ile beraber ilk oluşturulan kripto para birimi Bitcoin piyasa içerisinde yer almaya başlamıştır. Bu para birimi, sanal paralar bakımından lider ve yol gösterici görevi üstlenmiş zaman geçtikçe içeriğinde değişiklikler ve düzenlemeler gerçekleştirilerek Bitcoin'e benzer birçok kripto para birimi ortaya



çıkıştır. Bitcoin haricinde ortaya çıkarılan tüm kripto para birimleri, BTC'ye benzetilerek ve BTC'nin alt para birimleri olarak oluşturulmaları sebebiyle, Altcoin şeklinde ifade edilmektedirler (Aslantaş Ateş, 2016: 360). Altcoin kavramı, alternative coin ifadesinin kısaltması şeklinde kullanılmaktadır.

Günümüzde yüzlerce Altcoin para birimi piyasa içerisinde yer almaktadır. Her geçen zaman diliminde piyasa içerisine isimleri birbirinden farklı yeni Altcoin para birimi dâhil olmaktadır. Altcoinler içerisinde Ethereum, Litecoin, Ripple adlı paralar farklı para birimlerine göre piyasa içerisinde daha çok söz sahibidirler. Bu duruma karşılık Altcoin'lerin çoğunluğu halihazırda bulunan kripto para birimi sistemleri ile tümüyle benzerlik göstermesi nedeniyle kripto para sistemi tarafından kabul görülmemekte ve zamanla yok olmaktadır. Piyasada yer almayı ve faaliyetini sürdürmeyi başaran Altcoin'lerin değeri Bitcoin aracılığıyla belirlendiğinden Bitcoin'den kaynaklanan piyasa tutarında oluşabilecek hareketliliklerden tümüyle etkilendiği görülmektedir (Aslantaş Ateş, 2016: 360).

Kripto para birimlerinin gün geçtikçe giderek arttığı görülmektedir. Kripto para çeşitleri içerisinde öncelikli olanlar ele alınacaktır. Ancak bu kısımda tanımlanan kripto para birimleri haricinde piyasa içerisinde faaliyetini sürdüren 2500'ü aşkın kripto para çeşidinin bulunduğu özellikle belirtilmektedir.

### 3.6.1. Bitcoin (BTC)

Bitcoin, kripto para birimleri arasında ilk ortaya çıkan, kullanım yoğunluğu en yüksek olan para birimidir. Dolayısıyla bu para birimi kripto para birimleri dahilinde detaylı bir biçimde ifade edilerek tanımlanması önem taşımaktadır. Bu para birimi, güvenli kriptolama yöntemiyle oluşturulmuş ve blockchain şeklinde ifade edilen veri teknolojisi kullanan, ayrıştırılmış ağlar aracılığı ile aktif bir şekilde faaliyet gösteren kripto para birimlerinin öncüsü ve en yoğun kullanılanıdır. 2008 yılı içerisinde Satoshi Nakamoto aracılığıyla oluşturulmuş ve açık kodlu, yazılım altyapılı bir aktif para birimi şeklinde açıklanmaktadır. 2009 yılı içerisinde Genesis Bloğun'un oluşturulması ile maden işlemleri ve transfer faaliyetleri kullanılabilir duruma getirilmiştir. Bitcoin'de transfer veya ödeme faaliyetleri, BTC veya XBT sembolüyle gösterilirken blockchain şeklinde adlandırılan herkesin görebildiği defterlere aktarılmaktadır. Gerçekleştirilen transferler, kimseye ihtiyaç duyulmadan taraflar arası bir ağ aracılığıyla yapılmaktadır. Merkeze bağlılığı bulunmayan bu para biriminin faaliyetlerinde, göndericinin ve alıcının kim

olduğu bilinmemektedir. Bu durumda tüm güvenlik önlemleri sağlanırsa hesap bireyin denetiminde kalacaktır (Hayes, 2017: 1309).

BTC'ye ilişkin önemli bir faktör olarak Bitcoin'in kendi içerisinde en fazla yüz milyon alt birim değerine bölünebilmesidir. Bu durumda minimum BTC birimi 0,00000001 olup Satoshi olarak adlandırılmıştır (Gültekin, 2017: 101). Kesin olarak bilinmemekle birlikte Bitcoin kullanıcıları aracılığıyla sürekli olarak işlem yapılan farklı Bitcoin alt birimleri de yer almaktadır.

İda (2017)'da Bitcoin'in özelliklerinden yola çıkarak bu para biriminin parayı bir amaç olma halinden çıkararak araç durumuna getirdiğini belirtmiş ve Bitcoin'i aşağıdaki şekilde özetlemiştir. Bitcoin;

- Sanal bir haldedir ve fiziki karşılığı yoktur.
- Bu para birimi, ağ içerisinde bağlıdır ve merkeze bağılılığı yoktur. Taraflar arası dijital para transferi görevi üstlenir.
- İnternet ağı bulunan bir bölgeden ödeme işlemlerinin yapılabilmesine imkân sağlar.
- Aracı veya komisyoncusu yoktur.
- Açık kaynak kod ile tasarlanmıştır ve herkese yöneliktir. Bu para birimini kullanan herkes sistemin sahibidir. Kişisel cüzdana herhangi bir müdahale söz konusu değildir.
- Birçok ülkede kullanılmaktadır ve zaman geçtikçe giderek kullanımı artacaktır.
- Herhangi bir kullanım şartı veya sözleşme tarzında bir sınırlandırıcı durum bulunmamaktadır.
- Tüm kripto para birimlerinde yer aldığı gibi bu para birimi de maden işlemi yapan kullanıcılar aracılığıyla oluşturulmaktadır.
- Bu para biriminin oluşturulacağı toplam adet 21 milyon kapsamındadır. Bu adet 21 milyon'a ulaştığında üretim gerçekleştirilmeyecektir.
- Gerçekleştirilecek üretim sayısı belirli olduğundan dolayı üretim hızı kontrol altında tutulmaya çalışılmaktadır. Bunun yanında bu para biriminin oluşturulma hızında etkili olan ve ağ içerisindeki üretim miktarına göre tespit edilen zorluk düzeyi, belirli kurallar çerçevesinde devamlı olarak düzenlenmektedir. Zorluk düzeyinin düzenlenmesi her saat başı altı blok ayrıştırılmasını garantilemek ve anında Bitcoin oluşturulmasını önlemek amacı ile gerçekleştirilmektedir.
- Bu para birimine sahip olan herkesin aktif bir cüzdan hesabı vardır.

- Bu para biriminde yapılan işlemlerde benzersiz bir imza yöntemi kullanılmakta ve sırasıyla maden işlemi gerçekleştiren kullanıcılar aracılığıyla denetlenerek doğrulama işlemi gerçekleştirilmektedir. Bunun sonucunda bir BTC'nin çift kullanımı ile tekrar eden transfer engellenmektedir.
- Bu para birimi ile ürün satışı gerçekleştirilebilmesi adına herhangi ek bir ödeme tutarı bulunmamaktadır. Bitcoin; Euro, Dolar, TL gibi piyasada bulunan para birimlerine çevrilebilmektedir.

### 3.6.2. Ethereum (ETH)

Ethereum'un Beyaz kitabı adlı çalışmanın sahibi Vitalik Buterin tarafından yayınlanması ile beraber Ethereum tanıtılmıştır. Bu para biriminde cüzdanlar 20 bayt'lık bir adrese sahip olup içerisinde dört alan bulundurmaktadır. Bu alanlar şu şekildedir; her transferin bir kez yapılabilmesi için kullanılan sayaç, hesap içerisinde bulunan bakiye, cüzdana özel sözleşme kodu ve depolanabilir. Ayrıca akıllı sözleşmeler yapılabilen blok altyapılı bir platformdur. Bu platform Ether şeklinde tanımlanan para biriminin altyapısını oluşturmaktadır. Ether, Ethereum blokzinciri içerisinde yer alan bir para birimidir ve transfer tutarlarını ödemek için kullanılmaktadır. İçerisinde iki farklı cüzdan barındırmaktadır. Bu cüzdanlardan ilk olanı özel anahtarlar aracılığıyla hâkimiyet kurulabilen ve harici bir şekilde sahip olunabilen cüzdanlar İkincisi ise, sözleşme kodları ile hâkimiyet kurulabilen sözleşme hesaplarından oluşmaktadır. Harici bir şekilde sahip olunabilen hesabın kodu olmamakla beraber kullanıcılar gerçekleştirecekleri işlemleri oluşturup ve imzalayıp harici bir şekilde hesabı bulunan bir başka kullanıcıya mesaj gönderebilmektedir. Sözleşmeli hesap içerisinde yapılan her işlemde sürekli bir kodun aktif olduğu mesajı alındığında içerisindeki depolama birimine okuma, yazma ve mesajları gönderme veya sırası ile sözleşmelerin yapılmasına izin verilmektedir (Buterin, 2014: 13).

ETH'de para transferi GAS aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. GAS, Vitalik'in çalışması içerisinde şu şekilde açıklanmıştır; transferin yapılacağı hesaba aktarılması için kullanılması gereken yakıt olarak ifade edilmiştir. GAS, hesaplama aracı yardımı ile transferin ne kadar süre içerisinde gerçekleşeceğini ve harcama miktarını hesaplatan birimdir (Atabaş, 2018: 175).

Ethereum, BTC'den sonra piyasada en büyük hacme sahiptir, blockchain teknolojisi içerisinde olması ve merkezi altyapıya bağımlı olmaması gibi özelliklerden Bitcoin ile

benzer görünüm sergilese de içerisinde barındırdığı özellikler Bitcoin'den farklıdır. Bunun sonucunda Bitcoin'de her blok 10 dakika içerisinde oluşurken Ethereum'da bloklar 15 saniyede oluşmaktadır. Bu özellik Ethereum'un piyasa içerisinde yer almasındaki önemli amaçlarından biri olarak belirtilmiştir. Başka bir açıdan Ethereum'da farklı olarak bir doğrulama algoritması yani Ethash kullanılmakta ve maden işlemlerinde Bitcoin'den farklı olarak ekran kartlarının (GPU) gücünden faydalanılmaktadır. Bitcoin'de üretim adedi 21 mn. adet ile sınırlıdır fakat ETH'de üretim miktarı ile ilgili herhangi bir kısıtlama bulunmamakta olup 1 yıl içerisindeki üretimi 18 milyon adet olarak belirlenmiştir. Bahsedilen tüm bu durumların yanında bu para biriminin Bitcoin'den önemli farkı olarak akıllı sözleşmeler protokolünü kullanma özelliğinin bulunmasıdır (Yavuz, 2019: 20).

### 3.6.3. Ripple (XRP)

2012 yılı içerisinde Chris Larsen'in ortaya çıkardığı Ripple, Ethereum'dan sonra en büyük piyasa hacmine sahip bir Altcoindir. Piyasa içerisinde yer alan diğer kripto para birimlerinden daha düşük bir fiyat seyri izlemiş olmasına rağmen 2017 yılı içerisinde yükseliş göstermiş ve bunun sonucunda kurucusu, dünyanın en zengin 14. insanı olmuştur. Bu para biriminin oluşturulma amacı, bankaların ve müşterilerin gerçekleştireceği transferleri kolay bir duruma getirmektir. Bunun sonucunda düşük masraflar ile para transferi gerçekleştirilmesine imkân sağlamaktadır. Ripple'in transfer ücreti 0,0011 dolardır ve Bitcoin para biriminden daha düşük bir transfer ücreti bulunmaktadır. Bu para biriminde 5 veya 10 saniye içerisinde transfer yapılabilen ve yapılan transferler gönderici ve alıcı tarafından sürekli olarak incelenebilmektedir. Bu avantaj sayesinde işletmeler tarafından tercih edilmektedir (Kesebir ve Günceler, 2019: 613).

Ripple, merkezi bulunmamakla beraber uzlaşma protokolüne sahiptir. Ripple'da üretim ve dağıtım aşaması içerisindeki laboratuvarlar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu para biriminin %20'lik dilimi Ripple işletmesinin sahiplerindeyken %25'lik kısmı ise içerisindeki laboratuvarlarındadır. Bu paylaşımlar sonucu kalan %55'lik kısım dağıtım yapmak amacı ile kullanılmakta olup ağın giderek büyümesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca Ripple içerisindeki defterler oluşturulduğu günden itibaren günümüze kadar geçen süreç içerisinde sürekli olarak kapatılmakta ve her saniye başında yaklaşık 1500 işlem yapılmaktadır. Bu özelliğiyle diğer kripto para birimlerinden daha hızlı bir şekilde ödemeler yapılabilen ve nadir de olsa farklı ticari para birimleri transferlerinde

aracı görevi üstlenmek ve oluşabilecek bir saldırı durumunu önlemek amacı ile hizmet sunmaktadır (Yumuşaker, 2019: 1016-1017).

#### 3.6.4. Litecoin (LTC)

Litecoin, Charles Lee tarafından 2011 yılında oluşturulmuştur. Günümüzde Bitcoin'e karşı güçlü bir rakip olduğu belirtilmektedir. Bitcoin altın şeklinde nitelendirilirken Litecoin gümüş olarak ifade edilmiştir. Litecoin, Bitcoin'e karşı rakip olmamak ile beraber tamamlayıcı görevi üstlenmesi düşüncesiyle ortaya çıkarılmıştır. Bunun yanında Litecoin zaman geçtikçe tahmin edilemeyen büyük bir gelişme göstererek daimi coin'ler içerisinde katılmayı başarmıştır. Bu para birimindeki temel amaç daha kolay transferleri daha kısa bir zaman içerisinde gerçekleştirmektir. Litecoin diğer kripto para birimleri gibi Bitcoin'e benzetilerek oluşturulmuş olsa da Bitcoin'den farklı özellikler barındırmaktadır. Örneğin Litecoin, SHA-256 şifreleme algoritmasını kullanmamakta olup Scrypt (parola tabanlı anahtar üretme) kullanmaktadır. Ancak bu farklılıklar içerisinde en önemli olanı Bitcoin'deki üretim miktarı 21 milyon adet ile sınırlı iken Litecoin'de üretim miktarı 84 milyon adet şeklinde açıklanmıştır. Diğer bir farklılık Bitcoin blok ağı içerisinde gerçekleşen işlemlerin daha uzun bir sürede yapılması sebebiyle Litecoin daha kısa süre içerisinde işlemler gerçekleştirmeyi hedeflemiş ve bunun sonucunda Bitcoin para biriminde yapılan işlemler için 10 dakika gerekirken Litecoin para biriminde yaklaşık olarak 2,5 dakika gerekmektedir. Böylece maden işlemi gerçekleştiren bir kullanıcı için LTC'yi kazma işlemi BTC'yi kazma işleminden daha basit olacak ve transferler daha az maliyet ile yapılacaktır (Bhosale ve Mavale, 2018: 134).

#### 3.6.5. Dash (DASH)

İlk ortaya çıktığında Xcoin, Darkcoin gibi adlarla ifade edilen daha sonrasında suç ile bağlantısı olduğu algısı düşünülerek adı değiştirilen para birimi günümüzde Dash adında piyasa içerisinde yer almakta ve Evan Duffield tarafından 2014 yılı içerisinde ortaya çıkartılmıştır. Bu para birimi, blockchain aracılığıyla merkezi yönetim sistemini özgür bırakmış ve bu durum sonucunda kripto para alanında ilk kez merkeziyetçi-özerk bir şekil oluşmuştur. Bunun yanında gizlilik merkezine sahip olan ve şifreleme tekniği kullanan kripto para olarak piyasa içerisinde yer almaktadır. Ayrıca anonim faaliyetleri gerçekleştirmek adına "özel gönderme" şeklinde ifade edilen ve o anda yapılacak

faaliyetlerin sorunsuz bir şekilde gerçekleşmesini sağlamak için “anında gönderme” şeklinde ifade edilen bir hizmet sunmaktadır (Chuen, Guo ve Wang, 2018: 35).

Dash kripto para biriminin yönetim sistemi ve blokzinciri içerisine dahil edilecek blokların faaliyeti maden işlemi yapan kullanıcılar ve masternode kurucuları aracılığıyla gerçekleşmektedir ve bu açıdan da diğer kripto para birimlerinden farklıdır. Bunun en önemli sebebi blok ödülllerinin yalnızca maden işlemi gerçekleştirenlere verilmemesidir. Sistem içerisinde ödüller maden işlemi gerçekleştirenler ve masternode kurucuları içerisinde paylaşılmaktadır. Pay dağıtımındaki ödüller %45 madenciler %45 masternode kurucuları şeklindedir. Kalan %10'luk pay gelişme, topluluk projeleri ve pazarlama dengesini korumak amacıyla hazine içerisine eklenmektedir (Hileman ve Rauchs, 2017: 17).

Dash'ı geliştirme konusunda Masternode kurucuları görevler üstlenmektedir. Bunun yanında 1000 Dash coin'i bulunan ve bu coin'leri sistem içerisinde tutan tüm kullanıcılar herhangi bir süreye bağlı olmaksızın masternode sahipleri arasına katılabilmektedirler. Bu para birimi ile transfer işlemleri yaklaşık 4 saniye sürmektedir. Transferin maliyeti yaklaşık olarak 0,004 dolardır. Bu durumla beraber Bitcoin para biriminden farklılık göstererek sabit kripto para birimi değildir. Bitcoin'in kullanmakta olduğu ağ düğümlerinden daha küçük ağ düğümleriyle işlemler yapılmaktadır. Dash'in kredi kartına benzeyen özellikleri bulunan “Dash Debit Card” isminde kartının bulunması kendisini diğer kripto para birimlerinden ayırmaktadır. Kartın sağlamış olduğu en büyük avantaj istenildiği herhangi bir zamanda Dolar, Euro veya Pound çekilebilmesidir (Akcan, 2018: 148-149).

### 3.6.6. Monero (XMR)

Monero, Bytecoin olarak ifade edilen farklı bir paradan oluşmaktadır. Bytecoin para birimine zamanla şüphe ile yaklaşmış ve bu para biriminin piyasa içerisindeki durumuna karşılık olumsuz yaklaşımlar sebebiyle çatalanmaya zorlanmıştır. Ayrıca Bitcointalk kullanıcısı olan bir kişi bu para biriminin sınırlarını oluşturmuş ve topluluk içerisindeki diğer kullanıcılar ile beraber bu para birimini daha güçlü kodlarla geliştirmeye karar vermişlerdir. Bu işlem sonucunda 18 Nisan 2014 tarihinde Monero Bitmonero adıyla duyurulmuştur. Kısa bir süre sonra geliştiriciler bu para biriminin Monero olarak kısaltılmasına karar vermişlerdir. Geliştirilen bu para birimi ile bazı avantajlar ortaya çıkmıştır. Örneğin XMR bloğu içerisinde yapılan transferler çok hızlı

bir şekilde yalnızca 2 dakikada gerçekleştirilmektedir. XMR'in, piyasa içerisindeki toplam para miktarının 2022 yılı içerisinde 18,3 milyona yükselmesini hedeflemiştir. Bu aşamadan sonra toplam para miktarı dakikada 0,3 Monero üretilecek şekilde ayarlanmış ve bu miktarın toplamı sürekli artarak her yıl içerisinde 157788 XMR'i geçmeyecek şekilde planlanmıştır. Belirtilen toplam miktar her yıl sürekli olarak azalacak ve sıfır düzeyine ulaşması engellenecektir. Bu para biriminin piyasa içerisinde talep edilen en üst miktarı belirsiz olduğundan dolayı herhangi bir sınırlandırma söz konusu değildir. XMR'in ve Bitcoin'in 2140 yılında 21 milyon adet coin'e ulaşması planlanmaktadır (Kalaitzis, 2018: 12-14).

Bu para birimi içerisinde faaliyet gören madeni para birimlerinin transfer maliyetini ve gönderildiği yeri saklamak adına gizli transferler ve gizli adresler oluşturulmuştur. Ayrıca elektronik nakit para sunmayı hedefleyen teknolojidir (Hileman, 2017: 17). XMR'nin ihtiyaç duyulursa tasarımını değiştirerek ucuz bir değişim aracı olarak kullanılabilir. Monero'nun üretimi, depolanması, transferi gibi işlemler XRM adlı ağ topluluğu içerisinde yapılmaktadır. Ayrıca banka veya devlet aracılığıyla üretilemez ve kontrol edilemezler. Serbest bir yapıya sahiptirler. Bunun yanında açık şifreli (PoW) çalışma özelliği bulunmaktadır. Şeffaf ve takip edilememeye özelliklerine sahip olmasıyla beraber herkese, gerçekleşen transferleri görme ve bu transferlerin doğru kişilere ulaştığını tespit etme imkânı sağlarken, XRM'de farklı olarak transferleri kaydetmek için bir kamu defteri bulunmaktadır. Monero taraflar arası adresleri ve işlem yapılan tutarları gizleyen güçlü bir şifreleme tekniğine sahip olan CryptoNote protokolünü kullanmaktadır (Kalaitzis, 2018: 11).

CryptoNote tümüyle anonim transferlere izin veren bir anahtar imzası kullanmaktadır. Bunun yanında halka imza şeklinde adlandırılan teknoloji barındırmaktadır. Transferlerin doğru kişiler arasında yapıldığını kabul etmek için karmaşık yapılardan oluşan bir yöntem kullanmaktadır. Ayrıca anahtarın, dışarıdan herhangi bir bilgi girişi olmadan o kişiyi doğrulaması söz konusu olmamaktadır. Bununla birlikte yeni transfer işlemlerinde sürekli adres oluşturulmakta ve bunun sonucunda yalnızca transferi yapan kişi tutarın nereye gönderildiğini görebilmektedir. CryptoNote, madencilik faaliyetlerine izin verdiği için para üretimi konusunda herhangi bir zorluk görülmemektedir Bitcoin'de olduğu gibi güçlü bilgisayar sistemlerinde işbirliği olmadan veya çok para ödmeden madencilik yapılabilir. Bunun yanında Monero madenciliği kollektif bir şekilde gerçekleştirilmekte ve blokların çözümü için birlikte çalışmaktadırlar (Demartino, 2018: 342).

### 3.6.7. IOTA (IOT)

IOTA kripto para birimi 2014 yılı içerisinde tasarlanmış ve 2015 yılında Dominik Schiener, Dr. Serguei Popov, Sergey Ivanchenglo ve David Sonstebo aracılığıyla piyasaya sürülmüştür. Kurucular IOT ile yapılabilecek ödemelerin alternatif sınırlarını tespit ettikten sonra IOT altyapılı bir sistem oluşturma çabası içerisine girmişlerdir. Bunun sonucunda çözüm yöntemi olarak IOTA meydana getirilmiştir (Divya ve Biradar, 2015: 23823).

Bu para birimi, geliştiricilerin bir kâr amacı gütmeyeceği IOTA Vakfı aracılığıyla faaliyetlerini sürdürmektedir. IOTA'nın diğer kripto para birimlerinden farkı blockchain teknolojisinin ve madencilerinin bulunmamasıdır. IOTA, internet üzerindeki makineler içerisinde güvenli transfer ve mesajlaşma imkânı sunmak ile birlikte açık kodlu ayrıştırılmış defter özelliğine sahiptir. IOTA'nın Tangle teknolojisini kullanmasının sebebi olarak ilerleyen zamanlarda blokzincir teknolojisine bağlı olan para birimlerinde sorun çıkması halinde IOTA'nın bu fırsatı değerlendirerek öne geçmesini sağlayacaktır (İnci ve Alper, 2018: 85-86).

Ullah, Havinga ve De Roode (2018: 3) Blockchain'i kullanmayan IOTA'yı Blockchain'den daha üstün gösteren benzersiz özelliklerini aşağıda şu şekilde açıklamıştır:

- Ölçülebilir Olması: Belirli sayıda kabul edilebilecek transfer işlemlerinde herhangi bir sınır bulunmaksızın transferlerin doğru bir şekilde gerçekleşmesinin kabulü sonucunda yüksek transfer tutarı elde etmektedir.
- Yerinden Yönetim: Madenci bulunmamakla birlikte ağ içerisinde yapılan transferler kullanıcıların oylamaya katılıp kabul etmesiyle gerçekleşmektedir. Bu durum sebebiyle merkeze bağlı değildir.
- Curl-p şeklinde adlandırılan teknolojik üçlü ödeme aracını kullanmaktadır.
- IOT adına daha düşük transfer maliyeti bulundurmamaktadır.

### 3.6.8. Stabil Kripto Paralar

Kullanıcılar, bu token para birimlerini Bitcoin'in yüksek volatilitesinden korumak amacıyla oluşturmuştur ve farklı kripto para birimleri tarafından desteklenmektedir. Bu duruma bağlı olarak Tether (USDT), USDC, BUSD gibi kripto para birimleri Amerikan



doları ile işlem görmektedir. Ayrıca bu kripto para birimlerinin blokzinciri bulunmamaktadır. Çoğunlukla günlük transferler veya Bitcoin'in volatilitesinden bir süreliğine uzaklaşmak isteyen kişiler tarafından tercih edilmektedir (Demartino, 2018: 339).

Yabancı borsalara gerçekleştirilen transferlerin uzun sürmesi, oldukça maliyetli ve zor olması gibi durumlardan dolayı kullanıcılar stabil kripto para birimlerini bu borsalarda yoğun bir şekilde kullanmaktadır. Transfer işlemi gerçekleştirenler belirli bir süre kripto para kullanmak istemediklerinde mevcut olan bakiyelerini dolarda bekletebilmektedirler. Bu durum sonucunda bazı olumsuzlukların gerçekleşmesi de mümkün olmaktadır. Bu olumsuzluk stabil kripto para birimlerinin tutarının dolara sabitlenemeyip çökme riski taşımasıdır. Bu duruma bağlı olarak piyasa içerisinde yer alan oyuncular; herhangi bir bölgeden kripto para birimleri içerisindeki faaliyetleri düzgün bir şekilde gerçekleştirdiğini düşünenler ve şeffaf bir yapıya sahip olmayan düzensiz tutarlar sergilemesi sebebiyle kripto para piyasasını düşünenler olarak ikiye ayrılmışlardır. USDT, USDC ve BUSD gibi para birimleri ile ilgili olumsuz düşünceleri olan kullanıcılar bu para birimleri içerisinde yaşanabilecek bir çökme durumu olması halinde diğer bütün kripto para birimlerinin ciddi derecede olumsuz etkiye uğrayacağından şüphelenmektedirler (Güven ve Şahinöz, 2018: 132).

### 3.6.9. Dogecoin (DOGE)

Litecoin para birimi içerisinde en ciddi yapıya sahip kripto para birimi olarak belirtilse de 2013 yılı içerisinde ortaya çıkarılan Dogecoin para birimi en ciddiyetsiz kripto para birimi şeklinde belirtilmiştir. Bu para birimi bir şaka düşüncesi ile oluşturulduktan sonra piyasa içerisinde tutunabilme ve gelişme özelliği göstererek ilgi toplamaya başlamıştır. İnternet üzerinde bulunan Shiba Inu türü bir köpek fotoğrafı, DOGE'nin sembolü olarak belirtilmektedir. DOGE para biriminin kurucusu Billy Markus'un Japonya ülkesine ait olan bu cinsten örnek alarak Dogecoin'in sembolünü oluşturduğu belirtilmektedir. Bu para birimini ilk benimseyen kullanıcılara yararlı bir fırsat sunması düşüncesiyle ilk baştan itibaren yüksek ödül tutarları sağlamış bu sebeple de coin'in uzun bir süre piyasa içerisinde tutunamayacağı düşüncesine yol açmıştır. Ayrıca Dogecoin "şişir ve boşalt" para birimi şeklinde piyasada yer alması sebebiyle tartışmalara yol açmıştır. Bu duruma karşılık olarak piyasa içerisinde faaliyetini hâlen sürdürmektedir (Demartino, 2018: 326).

Dogecoin'e karşı talebin giderek artmasının önemli sebepleri bulunmaktadır. Scrypt (anahtar türetme fonksiyonu) sistemini kullanarak herkes tarafından gerçekleştirilebilecek madencilik faaliyetlerine izin vermektedir. Bunun yanında piyasa içerisine dâhil olduğu ilk andan itibaren ani yükseliş göstermesi de bu para birimine olan talebin artmasına sebep olmuştur. Piyasada halen yer almasına rağmen eleştiriler devam etmektedir. Eleştirilerin devam etmesinin en büyük sebebi olarak 2015 yılında gerçekleşen hacker saldırıları sonucu birçok kullanıcının hesabındaki kripto para biriminin yok olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum sonucunda Dogecoin Tanıtım Vakfı aracılığıyla ilk defa gerçekleşen "Save Dogemas" isimli bir sistem faaliyete geçirilmiş ve bu sistem sayesinde mağdur kullanıcılara coin dağıtımı yapılarak mağduriyet hafifletilmeye çalışılmıştır. Bu sayede Dogecoin'e karşı ilgi, güven ve tanınırlık giderek artmaya başlamıştır. 2015 yılında değerinin Bitcoin para birimine yakın olması sebebiyle güven giderek artmış ve Kanada'nın Vancouver kentinde ATM'lerinin kurulması ile beraber kripto para piyasası içerisinde önemli bir yere sahip olmuştur (Akcan, 2018: 152-153).

### 3.6.10. Neo

Neo kripto para birimi Çin'in Ethereum'u olarak bilinmektedir. Ancak Ethereum'dan farkı akıllı kontratlarda birbirinden farklı programlama dillerini desteklemesidir (Küçük, 2017). 2014 yılında AntShares (ANS) adı ile Da Hongfei ve Erik Zhang tarafından ortaya çıkartılmıştır. Çin'in ilk blokzinciri olarak adlandırılan AntShares, yasal düzenlemelere uygun olmakla birlikte OnChain ismiyle kurulan bir işletme ile desteklenmiş ve 2017 yılı içerisinde NEO olarak yeni bir isim ile stratejisini oluşturarak faaliyetini sürdürmüştür. Neo, Eylül 2016 yılında 0,3 dolar olarak piyasaya sürülmüş ve Haziran 2017 yılında görmüş olduğu ilgi ile beraber Ocak 2018 yılında rekor seviyesi olan 186,4 dolara ulaşmış ve Mayıs 2018 yılından itibaren düşüş aşamasına geçmiştir. Günümüzde 9,84 dolar seviyelerinde piyasada işlem görmektedir (İşgör, 2019: 38).

Yoğun bir geliştirme sürecinde olan Neo, temelde akıllı kontratların gelişimi için alt yapı hazırlayan akıllı ekonomi platformu olarak ifade edilmektedir. Bu durumda Ethereum'a çok benzeyen Neo, kendisini farklı kılmak amacıyla 2016 yılında Microsoft ile iş birliği yaparak Legal Chain adlı platform oluşturmuş ve Neo alt yapısını kullanarak platform içerisinde ses ve görüntü tanıma gibi özellikleri sunan teknolojilerini transpara ve dokunulmaz blockchain teknolojisi ile birleştirmeyi amaçlamıştır. Neo kripto para biriminin transfer süreci 15 saniye olarak belirtilmiş ve bu sayede 15 saniyelik

periyodlar ile akıllı kontratlar aracılığıyla otomatik transferler tanımlanabilmektedir. Neo'nun 2 tip kripto parası bulunmaktadır. İlk olarak ağ üzerinde akıllı kontrat transfer işlemleri amacıyla kullanılan Neo ve transfer yapmak için kullanılan Gas. İki kripto para birimi de 100 milyon ile sınırlandırılmış durumdadır (İşgör, 2019: 38).

### 3.6.11. Tron

Tron kripto para birimi aslında açık kaynak kodlu, herhangi bir merkeze bağlı olmayan dünyanın her tarafından erişim imkanına sahip küresel bir eğlence platformu olarak belirtilmiştir. Akıllı sözleşme protokolü ile birlikte eğlenceyi esas alan platforma herkes özgürce içerik oluşturup yükleyebilir, saklayabilir, yayınlatabilir ve içerikleri kullanabilmektedir. Platform üyelik sistemi ile çalışmakta olup içerisinde sosyal medya, içerik yönetimi, online oyunlar, online bahis ve online kumarhane gibi uygulamaları barındırmaktadır. Platforma katılan kişiler oluşturdukları içeriklerin kullanılmasına bağlı olarak dijital varlıklar kazanmaktadırlar. Sistem kazanılan bu varlıkların halka arzına olanak sağlayan bir alt yapıyı da içerisinde tutmaktadır (Güven ve Şahinöz, 2018: 133).

Tron sunmuş olduğu platform hizmetiyle uygulama oluşturanların Google Play ve App Storeyi devreden çıkartarak bu oluşturulan uygulamalara yüksek komisyon ücretlerinin ödenmesinin önüne geçmeyi hedeflemektedir. Bunun yanında kumar sitesi üzerinden elde edilen kazancın dijital varlıklar içerisinde yüksek kesintiler ile banka hesaplarına aktarılıp harcanması yerine, doğrudan internet alışverişlerinde kullanılabileceği bir platform oluşturmak hedefiyle kurulmuştur (Güven ve Şahinöz, 2018: 134).

## 4. BÖLÜM

### İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Nakamoto (2008), yayınladığı makale ile kripto paraların temelini oluşturan blokzincir kavramını ortaya atarak bir fikir öne sürmüştür. Makalede Bitcoin ve sanal para hakkında birtakım bilgiler sunmuştur (Nakamoto, 2008).

Grinberg (2011), araştırdığı konu başlığı ile Bitcoin' i hem kullanıcılar hem de yatırımcılar arasında yaygınlaşabileceğini öne sürmüştür. Hatta mikro ödemelerden sanal dünyada gerçekleşen ticarete kadar önemli bir rol oynadığını öne sürmüştür.

Plohmann ve Padilla (2012), Bitcoin madenciliği hakkında bir bakış açısı yakalamaya çalışmışlardır. Çalışmada özellikle kötü amaçlı yazılımlar ve botnetlerden bahsedilerek güvenliği tehdit edebilecek unsurlar olduğu belirtilmiştir.

Brière vd. (2013), 2010-2013 yılları arasında haftalık verileri kullanarak portföy çeşitlendirmesi amacıyla Bitcoin' i analiz etmişlerdir. BTC fiyatı ile uluslararası borsa, tahvil fiyatı, döviz kuru, petrol ve altın fiyatı ve emlak fiyatı arasındaki ilişkiyi analiz ederek anlamlı ilişkiler tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda Bitcoin fiyatları ile diğer varlıklar arasında düşük korelasyonlu bir ilişki olduğu saptanmıştır.

Wijk (2013), çalışmasında BTC fiyatı ile Dow Jones, FTSE 100, Nikkei 225 endeksleri, ile USD/JPY, EUR/USD pariteleri ile WTI Oil fiyatları arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Analiz sonucuna göre Dow Jones ile Bitcoin fiyatları arasında anlamlı bir ilişkiden bahsedilirken, EUR/USD ve WTI Oil arasında kısa vadeli ilişki olduğu ancak USD/JPY ve Nikkei 225 ile aralarında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir.

Yermack (2013), yaptığı çalışmada Bitcoin' in para birimi olarak kullanılıp kullanılmayacağı konusunu araştırmıştır. Sonuç olarak tamamen bir değişim birimi olmanın dışında kurgusal bir yatırım aracı olarak kabul edilebileceğini öne sürmüştür.

Zengin ve Güngördü (2013), araştırma konusu olarak e-ticaret kavramını, elektronik ödeme sistemlerini ve bunların Bitcoin kavramına yansımalarını seçmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, e-ticarete konu olan elektronik ödeme sistemlerinin yapısını, işleyişini, hukuki altyapısını açıklamaya çalışmışlardır. Aynı zamanda yeni bir oluşum olarak

ortaya çıkan Bitcoin kavramından da bahsederek e-para uygulaması ile özdeşleştirilmeye çalışılmıştır.

Eyal ve Sirer (2014), çalışmasında blokzincir teknolojisinin uzman yazılımcılar tarafından daha iyiye ulaşmak amacıyla yaptıklarını ifade etmiştir. Aynı zamanda Bitcoin madenciliği protokolünün teşvik yapısı ile uyumlu olmadığını, madencilerin olması gerekenden daha fazla gelir elde ettiklerini açıklamıştır (Eyal ve Sirer, 2014: 434).

Halaburda ve Gandal (2014), yaptıkları çalışmada kripto para birimlerini iki farklı açıdan incelemişlerdir. İlk aşamada Bitcoin, Litecoin, Peercoin ve Namecoin'e odaklanarak aralarındaki rekabeti, ikinci aşamada ise kullandıkları borsalar arasındaki rekabetin ne durumda olduğunu gözlemlemişlerdir (Halaburda ve Gandal, 2014: 24).

Luther ve White (2014), yaptıkları araştırmada Bitcoin' in değerinde meydana gelen belirsizliklerin mal ve hizmet karşılığında ödenmesi gereken tutarlarda çok fazla kullanılmadığını öne sürmüşlerdir. İşte bu noktada yapılan çalışmada bu belirsizliğin neyden kaynaklandığını ortaya çıkarmaya çalışmışlardır.

Sönmez (2014), tarafından yapılan çalışmada ise Bitcoin hakkında genel bilgilere yer verilmiştir. Bu bilgiler Bitcoin' in ortaya çıkışı, gelişimi, işleyiş sistemi, özelliklerinden oluşmaktadır. Bunun yanı sıra hem Dünya' da hem de Türkiye' de mevcut durumu hakkında analiz de yapılmıştır.

Atik vd. (2015), BTC fiyatları ile Japon Yeni (JPY), İngiliz Sterlini (GBP), İsviçre Frankı (CHF), Avustralya Doları (AUD), Kanada Doları (CAD) ve Euro (EUR) çapraz kur fiyatları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmasında 2009-2015 yıllarını baz almıştır. Günlük kur fiyatları dikkate alınmıştır. Aynı zamanda Granger Nedensellik Testi de kullanılmıştır.

Baek ve Elbeck (2015), 2010 Temmuz ve 2014 Şubat dönemleri arasındaki günlük verileri kullanılarak Bitcoin fiyatı ve S&P500 endeksi verisini dikkate alarak incelemişlerdir. Buna göre Bitcoin fiyatlarının S&P 500 endeksi üzerinde etkisi olmadığı analiz sonucunda netleşmiştir.

Georgoula vd. (2015), 27.10.2014 ve 12.01.2015 arasında günlük verileri kullanarak BTC fiyatı ve S&P 500 endeksi arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Analiz sonucuna göre

Bitcoin fiyatları ile S&P500 endeksi arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Gipp, Meuschke ve Gernandt (2015), yaptıkları çalışmada zaman damgası üzerine yoğunlaşmışlardır. Merkezi bir otorite olmadan verilerin bütünlüğünü koruyabilmek adına kripto para kavramını kullanmışlardır. Bu hizmette ticari bir amaç güdülmeksizin işlemlerin kriptografik olarak doğrulanmış defterlere kaydedilmesi durumu söz konusudur.

Yüksel (2015), çalışmasında elektronik para ve geleneksel para ayırımına giderek aralarında nasıl bir ilişki olduğu konusunda açıklayıcı bilgiler vermiştir. Ayrıca Bitcoin ve Linden Doları hakkında da birtakım incelemeler yapmıştır.

Walch (2015), Bitcoin ve blok zincir üzerinde durarak sahip oldukları teknolojik alt yapısı hakkında bilgiler vermektedir. Aynı zamanda risk yönetimi ve özellikle de operasyonel risk üzerinde durarak başlıca ilkeleri açıklamaya çalışmıştır. Finansal piyasalar içerisindeki potansiyel yapısını göz önüne alarak önemli bir oluşum olduğunu belirtmiştir.

Dyhrberg (2016), 19.07.2010-22.05.2015 tarihi arasındaki veri setlerini kullanarak BTC ile altın ve dolar arasındaki ilişki analiz etmiştir. Yöntem olarak asimetrik GARCH modelini kullanmıştır.

Koçoğlu, Çevik ve Tanrıöven (2016), 02.06.2014-02.06.2015 Bitcoin piyasası analiz edilmekte olup volatilité, likidite ve verimliliği araştırılmıştır. Johansen Eşbütünlük Testi ve Granger Nedensellik Testi kullanılarak bitcoin oynaklığının yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda volatilité seviyesinin yüksekliği sebebiyle güvenilirlikten uzak olduğu ifade edilmiştir.

Nair ve Cachanosky (2016), yazdıkları makalede piyasada var olan bir para biriminden yeni oluşum sergileyen yeni bir para birimine geçişi anlatmaktadırlar. Bunu Bitcoin etrafında gerçekleşen olayları inceleyerek yapmışlardır. Araştırma sonucunda iki mekanizmanın öne çıktığını vurgulamışlardır. Bunlar; eşgüdümlü olarak kar maksimizasyonunun sağlanması ve eş zamanlı olarak yeni nakitlerin sağlanması şeklindedir.

Szetela vd. (2016), Bitcoin ile Çin Yuanı (CNY), EUR ve USD arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Analizde GARCH ve ARMA modelleri kullanılmıştır. GARCH modeli sonuçlarına göre Bitcoin ile CNY, EUR ve USD arasındaki ilişkinin anlamlı olduğu tespit edilirken ARMA modelinde ilişkiye rastlanmamıştır.

Mahomed (2017) tarafından yürütülen, tüketicilerin kripto paraları benimsemesini etkileyen faktörleri, davranışlarını ve kullanım amacını açıklamayı amaçlayan çalışmada, tüketicilerin, kripto paraları bir ödeme aracı olarak kullanmadıklarını belirtmiştir. Genellikle yatırım amaçlı değerlendirdiğini, kripto paraların sunduğu kolaylık ve keyifli bir deneyim gibi destekleyici faktörlerin kripto paraları benimsenmesinde etkili olduğunu belirtmiştir.

McKenzie (2017), yaptığı çalışmada blok zincir teknolojisinden ve dağıtık defter teknolojisinden bahsetmiştir. Finansal hizmet veren endüstrilerde faydalı bir uygulama alanı olan blok zincir, teknolojik ilerleme ile birlikte geliştirilmesi gereken bir mekanizma olduğunu belirtmiştir.

Nunes (2017), yaptığı çalışmada Bitcoin ile 6 aylık ve 1 yıllık Amerikan tahvil getirileri ile ham petrolün, altının ve S&P500 endeks fiyatının arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Tarih aralığı 01.01.2013 ve 28.08.2017 olarak belirleyerek 1701 adet günlük verilerden faydalanmıştır. Araştırma sonucunda altı aylık Amerikan tahvil getirisiyle BTC fiyatları arasındaki ilişkinin uzun dönemli olduğunu saptamıştır.

Carter (2018) Bitcoin'in riskten korunmadaki rolünü, bireysel kullanıcıların kripto paraları kullanım amacını, motivasyon ve risk algısını, kripto para fiyatları ile güven endeksleri arasındaki ilişkinin doğasını araştırdığı doktora tezinde; Bitcoin'in bir riskten korunma aracı olarak kullanımının sınırlı olduğunu belirtmiştir. BTC fiyat ile güven indeksi arasında bir ilişkinin olmadığını ve kripto paraları kullanım amacı, risk algıları ve motivasyonlarının yatırımcıların siyasi ideolojilerinin yansıttığını belirtmiştir. Yatırımcıların madencilik ve kısa vadeli yatırımlardan daha çok uzun vadeli yatırımlarla ilgilendiği ve birçoğunun kripto paraların devrimci potansiyele sahip olduğundan dolayı benimsediğini ortaya koymuştur.

Ciaian vd. (2018), 2013-2016 yılları arasını kapsayan bir dönemde Bitcoin ile birlikte 17 adet kripto para birimi ve 2 adet altcoin fiyat endeksi analiz edilmiştir. Veriler günlük olarak oluşturulmuştur. Çalışmada ARDL (Autoregressive Distributed Lag Bound Test)

sınır testi yapılmıştır. Aynı zamanda Dickey-Fuller, Dickey-Fuller GLS ve Zivot-Andrews birim kök testi yapılmıştır.

Kanat ve Öget (2018), 01.01.2013-26.01.2018 dönemleri arasında günlük veri kullanarak BTC fiyatları ile Türkiye ve G7 ülkelerine ait borsa endeks değişimleri arasında kısa ve uzun vadeli nedensellik ilişkisi analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda Bitcoin ve diğer borsalar arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilememiştir.

Karaağaç ve Altınırnak (2018), 15.12.2017 ve 17.01.2018 tarihlerinden piyasa değeri en yüksek olan BTC, ETH, XRP, ADA, LITE, NEM, NEO, Stellar, IOTA olmak üzere 10 adet kripto parayı incelemiştir. Analizde Johansen Eşbütünleşme Testi ve Granger Nedensellik Testi kullanılmıştır.

Karaoğlan, Arar ve Bilgin (2018)'nin Türkiye'deki kripto para farkındalığını ve kripto paranın kabul edildiği işletmelerin istek seviyelerini ölçmeyi amaçlayan makalesinde; katılımcıların sadece %11,7'sinin kripto paralara sahip olduğunu, kripto paraları her ne kadar riskli bir varlık olduğunu düşünüyor olsalar da birçoğunun, BTC'nin ekonomik ve teknolojik bir gelişme olduğuna ve ilerde daha yaygın olacağına inandığını belirtmiştir. Ayrıca görüş bildiren işletmelerin, yeni teknolojinin sunduğu avantajlardan yararlanması, yeni çağa ayak uydurarak kripto paraların gelişimine katkı sağlaması ve ödeme olanaklarının genişletmesi, en temel motivasyon kaynakları arasında yer almaktadır.

Kılıç ve Çütçü (2018), yaptıkları çalışmada BTC fiyatı ile BİST arasında Engle-Granger ve Gregory-Hansen eşbütünleşme testleri aynı zamanda Toda Yamamoto ve Hacker Hatemi J nedensellik testleri yapmıştır. Veri setini 02.02.2012-06.03.2018 olarak sınırlandırmışlardır. Analiz sonucunda, BTC fiyatı ile BİST endeksi arasında orta ve uzun vadede bir ilişki bulunmadığı, Toda Yamamoto nedensellik testinde de tek yönlü bir ilişki olduğuna saptanmıştır.

Salviotti, De Rossi ve Abbatemarco (2018), yazdıkları makalede kripto para birimlerinin elektronik para birimi olarak kabul gördüğü ve en yaygın olanları da Bitcoin ve Ethereum olduğunu öne sürmüşlerdir. Blokzincir kavramından da bahsederek çalışmada yer vermişlerdir. Aynı zamanda kripto paraların üçüncü kişilere gerek



duyulmaksızın taraflar arasında iletişim kurmayı kolaylaştıran algoritmalar olduğunu belirtmişlerdir.

Sütcü ve AYTEKİN (2018)'in yürüttüğü, sosyal medya kullanıcısı olan kripto para yatırımcılarının girişimcilik düzeylerini belirlemeyi amaçlayan makalede, kripto para ticareti yapan yatırımcıların girişimcilik puanlarının yüksek olduğunu ve katılımcıların %90'ından fazlasının BTC gibi kripto paraları geleceğin para birimi olabileceğini düşündüğünü belirtmiştir.

Şarkaya İÇELLİOĞLU ve Engin ÖZTÜRK (2018), 29.04.2013-22.09.2017 tarihleri arasında BTC ile USD-EUR-GBP-JPY-CNY döviz kuru arasındaki ilişkiyi Engel-Granger ve Johansen Eşbütünleşme Testi ile Granger Nedensellik Testi ile sınımlanmıştır. Aralarında kısa ve uzun dönemde ilişki bulunmadığı gözlemlenmiştir.

Yıldırım (2018), 02.02.2012-12.31.2013 dönem aralığında günlük bazda 490 adet veri kullanılarak Bitcoin fiyatları ile ons cinsinden altın fiyatları arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Analizde Johansen Eşbütünleşme Testi kullanılmıştır.

Konuşkan vd. (2019), BTC, ETH ve XRP olmak üzere üç adet kripto para birimi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Veri setini 01.01.2019 – 31.12.2018 tarihini sınırlı tutarak Johansen Eşbütünleşme Testini uygulamışlardır. Analiz sonucuna göre aralarında kısa dönemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Teker (2019) yatırım yapanların kripto paralara bakış açısı ve BTC örneği başlıklı master tezinde, bir kripto para yatırımcısıyla yaptığı görüşme sonucunda, yatırımcıların kripto paralara olan ilgisinin artmasında sosyal medyanın etkili olduğu ve genellikle yatırımcıların, kripto paraların fiyat oynaklığından kar elde etme eğiliminin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca araştırma sonucunda, yatırımcıların birçoğunun riskten kaçan yatırımcı profiline sahip olduğunu ve kripto paraların itibari paraların işlevini yerine getirmediğinden gelecekte itibari paranın yerini alamayacağı görüşünde olduğunu belirtmiştir.

Yanardağ (2019)'ın bazı riskten kaçınma ve belirsizlikten kaçınma gibi bazı davranışsal ön yargıları kullanarak, toplumun kripto para sahipliğini ve risk iştahını belirlemeyi amaçlayan yüksek lisans tezi çalışması sonucunda, katılımcıların, genellikle kayıptan kaçınma eğiliminin yüksek olduğunu, finansal okur yazarlık ve gelir düzeyi yüksek olan kesimin kripto para sahipliğinin yüksek olduğunu belirtmiştir.

Alsancak (2020)'in, tüketicilerin ödeme yöntemi olarak kripto para kullanma düşünceleri ve tutumlarına yönelik yüksek lisans tez çalışmasında, katılımcıların birçoğunun hakkında bilgi sahibi olduğu bir kripto paranın oluşu ama kripto para borsalarında işlem yapmadıklarını ve neredeyse tamamının online alışverişlerde herhangi bir kripto parayı kullanmadıklarını ortaya koymuştur. Ayrıca, kripto paraları online alışverişlerde kullanma düşünceleri konusunda katılımcıların cinsiyet, eğitim ve mesleğine göre farklılık görülmemiştir. Gelir düzeyi yüksek, kripto para cüzdan hesabına sahip ve daha önce alışverişlerde kripto para kullanan katılımcıların kripto paraları online alışverişlerde kullanılması konusuna daha sıcak baktıkları belirtilmiştir.

Świątkiewicz ve Poskart (2020)'in kripto ve geleneksel paraların yatırım veya ödeme aracı olarak kullanımı ve algılanması konusunda ülkeler arasında farklılığın olup olmadığını ortaya koymayı amaçlayan çalışmasında, ülkelerin sahip olduğu kültürel farklılıklar ve farklı tarihsel geçmişinden dolayı kripto ve geleneksel paraların kullanımı ve kullanıcıların algısı konusunda ülkeler arasında farklılığın olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tuncel ve Gürsoy (2020), çalışmasında 06.08.2010 – 06.01.2020 tarihi arasındaki günlük verileri kullanarak BTC fiyatı ve VIX endeksi ile BİST 100 endeksi arasında bulunan ilişkiyi Toda Yamamoto nedensellik ilişkisini kullanarak test etmiştir. Analiz sonucunda Bitcoin fiyatlarının Bist 100 endeksi üzerine tek yönlü nedensellik ilişkisi olurken VIX endeksine doğru bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir.

Uçkun ve Dal (2021)'in Türkiye'deki kripto para yatırımcılarının finansal risk toleransını belirleyerek, demografik özellikleri ve yatırım profilleri açısından ilişkilerini ve farklılıklarını incelemeyi amaçlayan araştırması sonucunda, yatırımcıların demografik özellikleri ile birikimlerini kripto paralar üzerinde değerlendirme süresi ve yatırım riski bileşeni bakımından aralarında anlamlı bir farklılığın olduğu ve birçoğunun yüksek risk toleransına sahip erkek yatırımcılardan oluştuğu belirtilmiştir.

Bouoiyour vd. (2014) yılında yaptıkları çalışmada, EMD (Empirical Mode Decomposition) tekniğini kullanarak Bitcoin fiyat dalgalanmalarını incelemiştir ve sonuç olarak Bitcoin fiyatının dönemsel olarak spekülasyon hareketleriyle yönlendirilebildiğini göstermiştir.

Bouoiyour ve Selmi (2016) yılındaki makalesinde Bitcoin fiyat dalgalanmalarını ARCH, GARCH, GARCH-M, TGARCH, EGARCH, I-GARCH (Integrated GARCH), CMT GARCH(çoklu eşik GARCH), PGARCH (Power GARCH), APGARCH (Asymmetric Power GARCH) modelleri ile tahmin etmeye çalışmış, çalışma sonucunda en başarılı modellerin dönemsel değişkenlik gösterdiği ortaya çıkmıştır. 2010 – 2015 arasındaki veriler incelenmiş ve 2010 – 2014 arası dönem için CMT GARCH, 2014 sonrası dönem için ise APGARCH modeli en uygun model olarak belirlenmiştir.

Atasoy ve Tuna (2021) tarafından yapılan çalışmada Bitcoin fiyatlarının volatilitelerini analiz etmek için simetrik ve asimetrik modellerden GARCH, EGARCH, IGARCH, GJR, FIGARCH-BBM, FIGARCH-CHUNG, FIEGARCH, FIAPARCH-BBM, FIAPARCH-CHUNG ve HYGARCH kullanılmıştır. 2013 – 2021 arası döneme ait veriler incelendiğinde en uygun tahmin modelinin HYGARCH olduğu sonucuna varılmıştır.

Baur ve Dimpfl (2018) çalışmasında 20 farklı kripto para biriminde asimetrik volatilitayı incelemiş ve GJR – GARCH modeli kullanarak kripto para piyasasının diğer piyasaların zıt yönünde trend gösterdiği ve asimetri etkisiyle pozitif şokların volatilitayı negatif şoklara kıyasla daha fazla artırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Kayral (2020) makalesinde en yüksek piyasa değerine sahip 3 kripto para biriminin volatilita analizini farklı koşullu değişen varyans modellerini kullanarak yapmıştır ve çalışmasının sonucunda Bitcoin ve Ethereum para birimlerinin volatilita tahmininde en iyi tahminleme modelinin EGARCH modeli olduğunu, Ripple para biriminin volatilita tahmininde ise en iyi analiz sonucunu APARCH modelinin verdiğini ortaya koymuş, tüm modellerde kaldıraç etkisi olduğu sonucuna ulaşmış ve Ripple para biriminde negatif şokların, Bitcoin ve Ethereum para biriminde ise pozitif şokların volatilita üzerindeki etkisinin daha fazla olduğunu belirtmiştir.

## 5. BÖLÜM

### KRİPTO PARA FİYATLAMASI İÇİN YAPILAN ANALİZLER

#### 5.1. Veri Seti

Bu çalışmanın amacı, en yüksek işlem hacmi ve piyasa değerine sahip olan lider kripto para birimi Bitcoin ile piyasa değeri en yüksek kripto paralardan olan ETH arasındaki fiyat hareketlerinin ortalama ve varyansta nedensellik ilişkisini tespit etmektir. Çalışmanın analizi için kripto paraların öncüsü Bitcoin ile piyasa değeri en yüksek ilk 2 altcoin arasında bulunup, günlük olarak en eski tarihli verilerine ulaşılabilen BTC ve ETH arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla 2017 ile 2021 tarihleri arasında piyasa kapanış fiyatlarından oluşan verilerden yararlanılmıştır. Veri seti kripto para sisteminin öncü kaynaklarından biri olan (<https://tr.investing.com/crypto>) platformundan elde edilmiştir.

Çalışmada 2 farklı kripto para birimi kullanılmıştır. Kullanılan kripto para birimleri piyasa büyüklüğü ve fiyatı yüksek olanlar arasından seçilmiştir. 2017 yılı öncesinde kripto paraların değişim trendi yatay bir görünüm seyrettiği için çalışmaya baz olarak kullanılan veri setinde 2017 yılından sonraki dönem verileri kullanılmıştır. Veriler, Investing websitesinden temin edilmiştir. Tablo 5.1'de incelenen kripto para birimleri hakkında bazı bilgiler yer almaktadır.

Literatürde sıklıkla uygulanan  $R_t = \ln(P_t/P_{t-1})$  yöntemiyle getiri serisi biçiminde düzenlenen kripto para birimleri test edilmiştir.  $R_t$ , t günü getiri değerini;  $P_t$ , t günü kripto para günlük kapanış fiyatını;  $P_{t-1}$ , t-1 günündeki kripto para günlük kapanış fiyatını göstermektedir.

Çalışmanın bu bölümünde BTC ve ETH kripto para birimleri Tablo 5.1'de belirtilen örneklem hacmi kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada kullanılan kripto para birimleri arasında ARCH etkisi olan getiri serilerinde, simetrik ve asimetric koşullu değişen varyans modelleri kullanılarak değişkenlerin volatiliteleri analiz edilmiştir. Modellerin tahminlerinden elde edilen artıklara otokorelasyon ve ARCH LM testleri yapılarak koşullu değişen varyans modellerinin sonuçları değerlendirilmiş ve anlamlı sonuçlar elde edilen modeller arasında en doğru sonucu veren model, Akaike (AIC) ve Schwarz (SIC) bilgi kriterleri ile Log-Olabilirlik (LL) değerine bakılarak karara bağlanmıştır.

Çalışmada kullanılan koşullu değişen varyans modellerinin gecikme uzunlukları; model seçim kriterleri, t istatistikleri ve modelin kısıtları dikkate alınarak belirlenmiştir.

**Tablo 9 İncelenen Kripto Para Birimleri Veri Seti**

Seri	Kripto Para Birimi	Zaman Aralığı	N
Bitcoin	BTC	01.01.2017 – 16.01.2021	1477 / Günlük
Ethereum	ETH	01.01.2017 – 16.01.2021	1477 / Günlük

## 5.2. Kullanılan Modeller

Çalışmada kullanılan modeller ARCH ve GARCH olarak bilinen koşullu değişen varyans modelleridir. Koşullu değişen varyans modelleri simetrik ve asimetrik modeller olmak üzere ikiye ayrılır.

Engle, 1982 yılında literatüre koşullu değişen varyans kavramını ve ARCH modelini kazandırmıştır. Engle, İngiltere enflasyon verilerini analiz ederken değişen varyans sebebiyle otokorelasyon problemi ortaya çıktığını, bu yüzden verilerin ARCH ile modellenmesi gerektiğini öne sürmüştü ve bu sayede ortalama ve varyansın aynı anda fakat ayrı ayrı modellenmesinin mümkün olacağını belirtmiştir (Çil Yavuz, 2015:436-437). ARCH modelinin gösterimi aşağıdaki şekildedir;

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2$$

Bu denklemde  $\omega$  ortalamayı gösterir.  $h_t$  değişen varyansı,  $\varepsilon_t$  ise beyaz gürültüyü gösterir. ARCH modelinin pozitif ve negatif şokların etkilerinin aynı olduğunu kabul etme, bu etkilere gecikmeli tepki verme ve modeldeki katsayıların çeşitli katı kısıtlamalara tabi olması gibi zayıflıkları olduğu kabul edilmiştir.  $h_t$ , gerçekleşen  $\varepsilon_t$  değerleri için pozitif olmalıdır. Bu koşulun sağlanabilmesi için ARCH modelinde  $\omega$  ve  $\alpha_i$  parametrelerinin negatif olmama kısıtı vardır. ARCH modelindeki katı kısıtlamaların

bazılarını esnetmek ve daha doğru analiz sonuçlarına ulaşabilmek için Bollerslev 1986 yılında, ARCH modelini genişleterek Genelleştirilmiş Otoresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modelini ortaya koymuştur. GARCH modeli ise aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_j h_{t-1}$$

Modellere ilişkin formüllerde  $\alpha$  ARCH parametresi iken  $\beta$  GARCH parametresidir.

Geleneksel modellerde pozitif ve negatif şokların etkilerinin simetrik olduğu kabul edilmiş ve etkilerin işaretleri yerine yalnızca büyüklükleri incelenmiştir. GARCH modeli zamanla farklı yöntemlerle geliştirilerek asimetric modeller ortaya çıkmış ve bu modellerle özellikle finansal piyasalardaki verilerin asimetric etkileri ölçülebilmektedir. Simetric modellerle yapılan analizlerdeki zayıf noktaların giderilmesi ve yapılan analiz sonuçlarının daha açıklayıcı olabilmesi için Nelson tarafından 1991 yılında EGARCH olarak bilinen üssel GARCH modeli geliştirilmiştir. Bu model aşağıdaki şekilde formellenmiştir;

$$\ln h_t = \omega + \sum_{j=1}^p \beta_j \ln h_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} \right| + \sum_{i=1}^p \gamma_i \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}}$$

EGARCH modelinin simetric modellerden farkı formülde  $\gamma$  ile gösterilen parametrenin eklenmesi ve bu sayede kaldıraç etkisinin ölçülebilmesidir. Diğer bir önemli özelliği ise logaritmik bir model olması sebebiyle parametrelerin pozitif olma zorunluluğunu ortadan kaldırarak bu kısıtlamayı esnek bir hale getirmiştir.

Asimetric üstel ARCH, yani APARCH modeli ise bir standart sapma modeli olarak Ding, Granger ve Engle tarafından 1993 yılında oluşturulmuştur. Diğer asimetric koşullu değişen varyans modellerinden farkı, şok etkilerini incelerken asimetric ölçütünün yanında güç parametresinin ( $\delta$ ) de eklenmiş olmasıdır. Matematiksel gösterimi aşağıdaki şekildedir.

$$\sigma_t^\delta = \omega + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^\delta + \sum_{i=1}^p \alpha_i (|\varepsilon_{t-i}| - \gamma_i \varepsilon_{t-i})^\delta$$

1993 yılında geliştirilen diğer bir model ise kısa ve uzun dönemli volatilité hareketlerini inceler ve Bileşen GARCH, ya da CGARCH olarak bilinir. Engle ve Lee tarafından geliştirilen modelde diğer modellerden farklı olarak dönem uzunluğu bileşenini gösteren  $q_t$  parametresi bulunur. Model aşağıdaki şekilde formülize edilmiştir.

$$h_t^2 = q_t + \alpha(u_{t-1}^2 - q_{t-1}) + \beta(h_{t-1}^2 - q_{t-1})$$

$$q_t = \omega + \rho(q_{t-1} - \omega) + \theta(u_{t-1}^2 - h_{t-1}^2)$$

Gelen şoklar karşısında volatilité bileşenine olan etkinin asimetric olacağını öne süren Engle ve Lee, Asimetric CGARCH modelini, diğer adıyla ACGARCH modelini aşağıdaki şekilde geliştirmiştir.

$$q_t = \omega + \rho(q_{t-1} - \omega) + \theta(u_{t-1}^2 - h_{t-1}^2)$$

$$h_t^2 = q_t + \alpha(u_{t-1}^2 - q_{t-1}) + \gamma(u_{t-1}^2 - q_{t-1}) D_{t-1} + \beta(h_{t-1}^2 - q_{t-1})$$

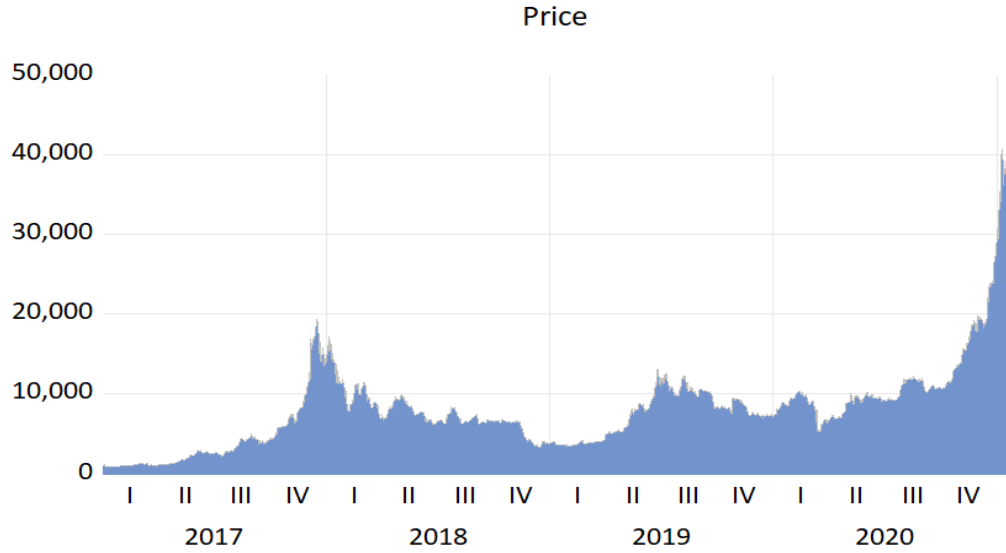
Farklı bir asimetric model ise 1994 yılında Zakoian tarafından geliştirilmiştir. GJR GARCH, Threshold GARCH veya TGARCH modeli olarak bilinen modelin matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^p (\alpha_i + \gamma_i I_{t-1}) \alpha_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-1} \quad I_{t-1} = \begin{cases} 1, & \alpha_{t-1} < 0 \text{ kötü haber} \\ 0, & \alpha_{t-1} \geq 0 \text{ iyi haber} \end{cases}$$

TGARCH modelindeki  $\alpha_{t-1}=0$  durumu eşik değeri olup bu koşulun gerçekleşmesi durumunda pozitif ve negatif şokların etkisinin asimetric olmadığı, yani modelin simetric modellere eşit olduğu anlamı çıkar.  $I_{t-1}$  ise şokların pozitif veya negatif olduğunu gösteren kukla değişkeni ifade etmektedir.

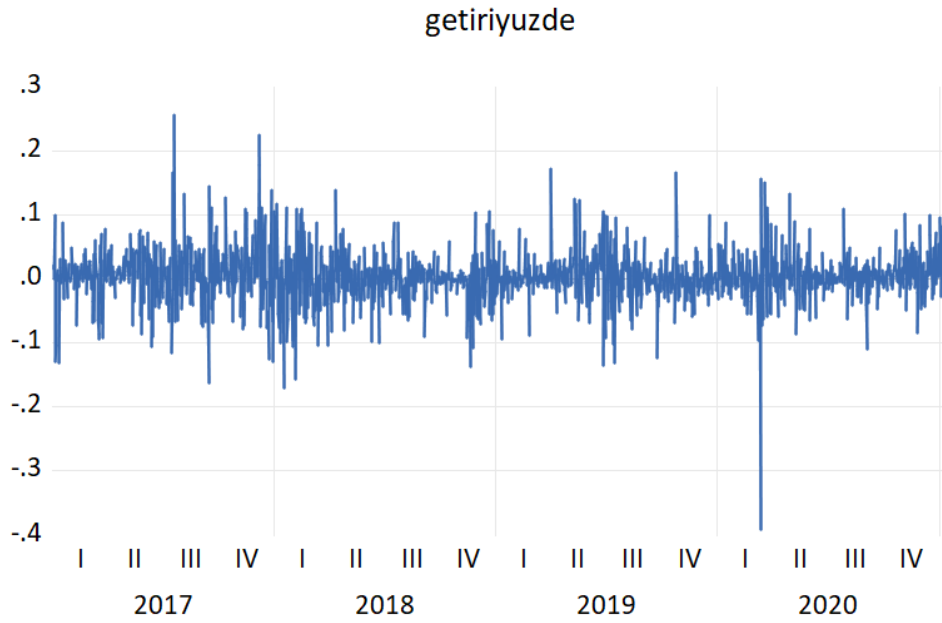
### 5.3. BTC Serisinin İncelenmesi

BTC serisi için 01.01.2017-16.01.2021 tarihleri arası için günlük veri kullanılmıştır.



Şekil 23 BTC Serisi Grafiği

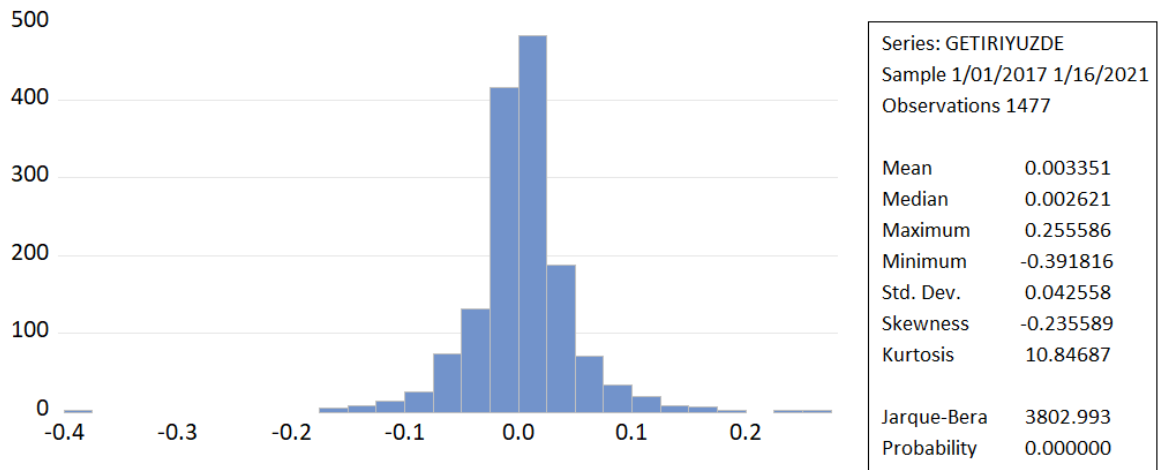
Şekil 5.1'de görüldüğü üzere BTC değerinde dönem dönem dalgalanmaların olduğu, 2020 yılından sonra ise artış trendine girdiği gözlemlenmektedir.



Şekil 24 BTC Getiri Serisi Grafiği



Şekil 5.2'de görüldüğü üzere BTC getiri serisi grafiğinde dönem dönem dalgalanma ve kümelenmelerin olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 25 BTC Tanımlayıcı İstatistikler

Şekil 5.3'teki BTC getiri serisinin 1477 veriden oluşan dağılım istatistiklerine göre; maksimum getiri 0.2555 minimum getiri -0.3918'dir. Ortalamanın ise 0.003 olduğu görülmektedir. BTC getiri serisi için Skewness değeri (-0.23) sıfırdan küçük olduğundan sola yatık ve Kurtosis sonucu (10.84) üçten yüksek olduğundan grafik sivri bir yapı olarak gözlemlenmiştir. Jarque-Bera test sonucuna göre artıkların normal dağılmadığını ortaya koymaktadır. Ortalama getiri ile standart sapmanın sıfıra yakın değerler alması BTC getiri serisinin durağanlığı hakkında ön bilgi vermektedir.

### 5.3.1. Birim Kök Testleri

Getiri serilerinin durağanlığının test edilmesi adına ADF ve PP birim kök testleri uygulanmıştır. Bu testler sonucunda  $H_0$  hipotezi birim kökün varlığını ifade etmektedir.

Tablo 10 BTC Birim Kök Test Sonuçları

ADF			
Sabit Terimli		t-İstatistiği	p-Değeri
	Test İstatistiği	-34.59169	0.0000
	1% seviye	-3.434576	
	5% seviye	-2.863293	

	10% seviye	-2.567752	
Sabit Terimli ve Trendli	Test İstatistiği	-34.68728	0.0000
	1% seviye	-3.964278	
	5% seviye	-3.412860	
	10% seviye	-3.128416	
PP			
Sabit Terimli		t-İstatistiği	p-Değeri
	Test İstatistiği	-34.83062	0.0000
	1% seviye	-3.434576	
	5% seviye	-2.863293	
	10% seviye	-2.567752	
Sabit Terimli ve Trendli	Test İstatistiği	-34.84849	0.0000
	1% seviye	-3.964278	
	5% seviye	-3.412860	
	10% seviye	-3.128416	

BTC getiri serisi için ADF ve PP birim kök testi uygulanmıştır. Tablo 5.2'de verilen sonuçlara göre %1 anlamlılık düzeyi için her iki test sonucunda da H0 hipotezi reddedilmektedir. BTC getiri serisinin birim kök içermediği ve serinin düzeyde durağan olduğu görülmektedir.

### 5.3.2. ARMA Modeli Tahmini

ARMA(p,q) modeli tahmin edilerek ARCH etkisi test edilmiştir.

**Tablo 11 BTC ARMA(4,4) Tahmin Sonuçları**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.003370	0.001137	2.963011	0.0031
AR(1)	0.763957	0.009442	80.90693	0.0000
AR(2)	0.277927	0.010958	25.36270	0.0000
AR(3)	0.755358	0.010630	71.06138	0.0000
AR(4)	-0.957443	0.009874	-96.96129	0.0000
MA(1)	-0.783488	0.548889	-1.427408	0.1537
MA(2)	-0.269828	0.258507	-1.043794	0.2968
MA(3)	-0.783489	0.965788	-0.811243	0.4174
MA(4)	0.999997	1.915475	0.522062	0.6017

Tablo 5.3'te BTC getiri serisi için en düşük AIC, SIC bilgi kriterleri ve en yüksek LL değerini yerine getiren değişkenlerin istatistiki anlamda anlamlı olan, durağanlık ve dönüştürülebilirlik şartlarını sağlayan ARMA (4,4) modeli en uygun sonuçları veren model olarak seçilmiştir. Değişen varyans modeline geçiş yapmak için ARCH etkisi test edilmiştir.

### 5.3.3. ARCH-LM Testi

ARCH etkisinin sınanması için ARCH-LM testi kullanılmıştır. H0 hipotezi ARCH etkisinin olmadığını ifade etmektedir.

**Tablo 12 BTC ARCH Etkisinin Testi**

Test		Dağılım	p-Değeri
F İstatistiği	22.61027	Olasılık F (1,1474)	0.0000
R2	22.29869	Olasılık Ki-Kare (1)	0.0000

Tablo 5.4'teki ARCH LM testi olasılık değerine göre %1 anlamlılığı sağlayan seviyede H0 hipotezi reddedilmiştir ve hatalarda ARCH etkisi bulunduğu anlaşılmıştır. Hatalarda ARCH etkisinin olması sebebiyle Koşullu Değişen Varyans Modeline geçiş yapılmıştır.

### 5.3.4. Simetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmini

BTC getiri serisinin analizi için ARCH, GARCH, ARCH-M, GARCH-M ve IGARCH modeli kullanılmıştır.

**Tablo 13 BTC Simetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmini**

	ARCH (1)	GARCH (1,1)	ARCH-M (1)	GARCH-M (1,1)	IGARCH (1,1)
$\phi$			0.1714	0.0335	
			(0.5939)	(0.7824)	
a0	0.0015	0.0006	0.0016	0.0001	
	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	
a	0.1717	0.1493	0.1106	0.1424	0.0380
	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)

$\beta$		0.5993		0.7997	0.9619
		(0.0000)		(0.0000)	(0.0000)
ARCH LM	(0.7574)	(0.8896)	(0.9543)	(0.7701)	(0.8776)
LB-Q(6)	(0.528)	(0.262)	(0.546)	(0.044)	(0.024)
LB-Q(10)	(0.454)	(0.339)	(0.460)	(0.104)	(0.069)
LB-Q(30)	(0.569)	(0.595)	(0.574)	(0.442)	(0.188)
LB-Q2(10)	(0.511)	(0.841)	(0.403)	(0.785)	(0.721)
LB-Q2(20)	(0.384)	(0.956)	(0.293)	(0.963)	(0.956)
LB-Q2(30)	(0.993)	(0.999)	(0.979)	(1.000)	(1.000)
LL	2563.982	2598.056	2566.320	2644.213	2536.035
AIC	-3.4698	-3.5146	-3.4716	-3.5758	-3.4332
SIC	-3.4518	-3.4931	-3.4500	-3.5507	-3.4189

Tablo 5.5'te görülen sonuçlara göre ARCH katsayısı parametre kısıtı ve durağanlık koşullarını sağlamaktadır. Katsayılar %1 anlamlılık düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlıdır. GARCH modeli tahminleri parametre kısıtı ve durağanlık koşullarını sağlamaktadır. Katsayılar %1 anlamlılık düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlıdır. ARCH-M ve GARCH-M modelleri tahmin sonuçlarında ortalama denkleminde yer alan değiş tokuş parametresi %10 anlamlılık düzeyine göre istatistiksel olarak anlamsızdır. BTC getiri serisi için ARCH-M ve GARCH-M modelleri uygun olmadığı görülmektedir. IGARCH modeli sonucunda parametre kısıtı ve durağanlık koşulları sağlanmaktadır. Katsayılar %1 anlamlılık düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlıdır. Katsayılar toplamının 1 olması şokların kalıcı bir etki oluşturduğunu göstermektedir.

Modellerin tahminlerinden elde edilen artıklara ARCH LM testi yeniden yapılmış ve ARCH etkisi bulunmadığı gözlemlenmiştir. Yine artıklara uygulanan Ljung-Box-Q (LB-Q) ve Ljung-Box-Q2 (LB-Q2) testleri sonuçlarında otokorelasyon probleminin olmadığı görülmüştür.

### 5.3.5. Asimetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmini

BTC getiri serisinin analizi için EGARCH, TGARCH, APARCH, ACGARCH modeli kullanılmıştır.

Tablo 14 BTC Asimetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmin Sonuçları

	EGARCH (1,1)	TGARCH (1,1)	APARCH (1)	ACGARCH (1,1)
$\alpha_0$	-0.6865	0.0001	3.8806	0.0024
	(0.0000)	(0.0000)	(0.3839)	(0.0000)
$\alpha$	0.2221	0.08970	0.1200	-0.0900
	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
$\beta$	0.91620	0.78060	0.7005	-0.1617
	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
$\gamma$	-0.05430	0.12170	0.202	0.15760
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
$\delta$			3.1827	
			(0.000)	
$\rho$				0.94440
				(0.000)
$\theta$				0.15840
				(0.5013)
ARCH-LM	(0.9685)	(0.8848)	(0.7339)	(0.7859)
LB-Q(6)	(0.004)	(0.062)	(0.138)	(0.064)
LB-Q(10)	(0.011)	(0.137)	(0.259)	(0.133)
LB-Q(30)	(0.166)	(0.513)	(0.605)	(0.435)
LB-Q2(10)	(0.896)	(0.759)	(0.539)	(0.723)
LB-Q2(10)	(0.991)	(0.955)	(0.848)	(0.938)
LB-Q2(30)	(1.000)	(1.000)	(1.000)	(1.000)
LL	2644.461	2652.165	2654.509	2649.046
AIC	-3.5762	-3.5866	-3.5884	-3.5797
SIC	-3.5510	-3.5615	-3.5597	-3.5474

Tablo 5.6'da yer alan tahmin sonuçlarına göre EGARCH modeli sonucunda katsayılar %1 anlamlılık düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlıdır. EGARCH modelinde varyans denklemi logaritmik formda olduğu için katsayılar için pozitif olma koşulu bulunmamaktadır. Katsayılar negatif değer alabilmektedir. Asimetri katsayısının istatistiki anlamda anlamlı olması dalgalanma üzerindeki şokların asimetrik olduğunu göstermektedir. Asimetriyi ifade eden katsayının negatif çıkması ise olumlu şokların dalgalanmaya olan etkisinin olumsuz şoklardan yüksek olduğunu göstermektedir. TGARCH modeli tahmin sonucunda katsayıların %1 anlamlılık düzeyine göre istatistiki

anlamda anlamlı bulunduğu ve durağanlık koşullarını yerine getirdiği görülmektedir. Asimetri katsayısının istatistiki anlamda anlamlı bulunması TGARCH modeli sonucunda dalgalanma üzerindeki şokların asimetrik olduğunu göstermektedir. Asimetri katsayısının pozitif olması, olumsuz şokların dalgalanmaya olan etkisini olumlu şoklara kıyasla daha yüksek seviyede olarak açıklamaktadır. APARCH modeli sonucunda sabit dışındaki katsayılar %1 anlamlılık düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlıdır. Parametre kısıtı ve durağanlık koşullarının sağlandığı görülmektedir. APARCH modeli sonucunda asimetri katsayısının %1 anlamlılık düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif değer alması kaldıraç etkisinin olduğunu yani olumsuz şokların dalgalanmaya olan etkisinin olumlu şoklara kıyasla daha yüksek olması sonucuna ulaşılmaktadır. Güç parametresi 0'dan büyük ve %1 anlamlılık düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlıdır. ACGARCH modeli tahmini sonucunda %10 anlamlılık seviyesine göre istatistiki anlamda anlamsız parametre olduğu gözlemlenmektedir.  $\rho$  parametresi 1'e yakın değer aldığı ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. ACGARCH modelinde kaldıraç etkisini gösteren asimetri katsayısının pozitif çıkması kaldıraç etkisinin geçici olduğunu göstermektedir.

Modellerin tahminlerinden elde edilen artıklara ARCH LM testi yeniden yapılmış ve ARCH etkisi bulunmadığı gözlemlenmiştir. Yine artıklara uygulanan LB-Q ve LB-Q2 testleri sonuçlarında otokorelasyon sorununun bulunmadığı gözlemlenmiştir.

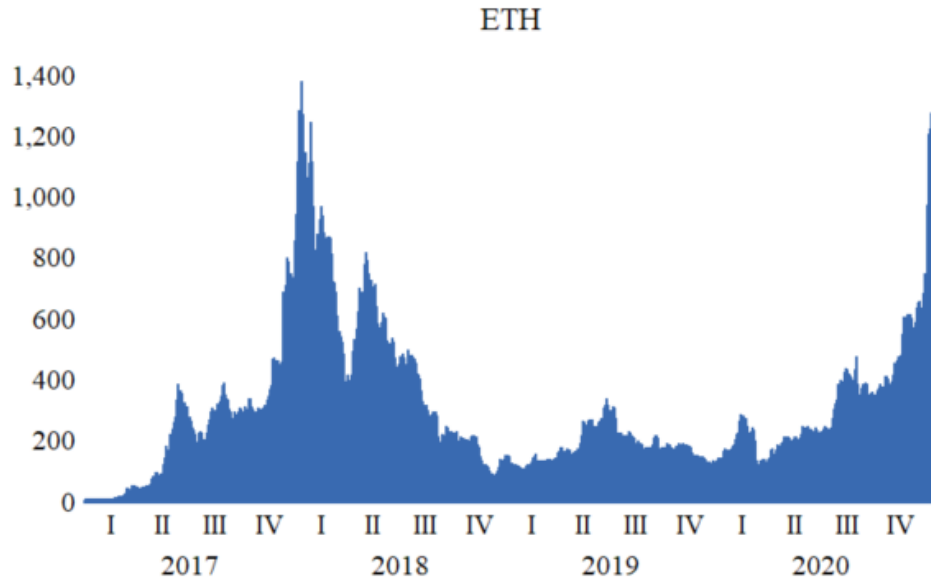
### 5.3.6. En Uygun Modelin Seçilmesi

Bitcoin getiri serisi için sonucu en iyi veren model olarak TGARCH(1,1) olduğu belirlenmiştir. Bu süreç içinde durağan ve anlamlılık şartlarını yerine getiren modeller incelenerek AIC ve SIC bilgi kriteri ve LL değerine göre karşılaştırma yapılmıştır.

Yapılan testlerin sonuçlarına bakıldığında TGARCH(1,1) modelinin asimetri katsayısı pozitif ve %1 anlamlılık düzeyindeyken istatistiki anlamda anlamlı olduğu ve tahmin sonuçlarına göre hatalarda ARCH etkisiyle otokorelasyon problemi bulunmadığı gözlemlenmiştir. Çalışmanın sonucunda Bitcoin serilerinde kaldıraçlı bir etki olduğu ve olumsuz şokların olumlu şoklara göre dalgalanmayı daha büyük oranda etkilediği, asimetrik modellerin ise simetrik modele göre daha iyi sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür.

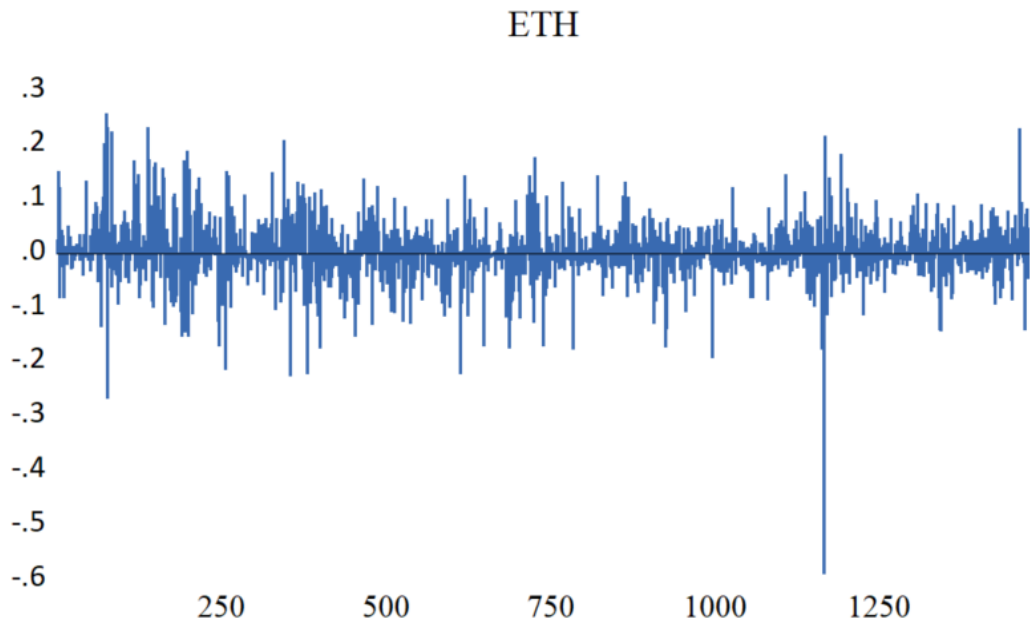
## 5.4. ETH Serisinin İncelenmesi

ETH serisi için 01.01.2017-16.01.2021 tarihleri arası için günlük veri kullanılmıştır.



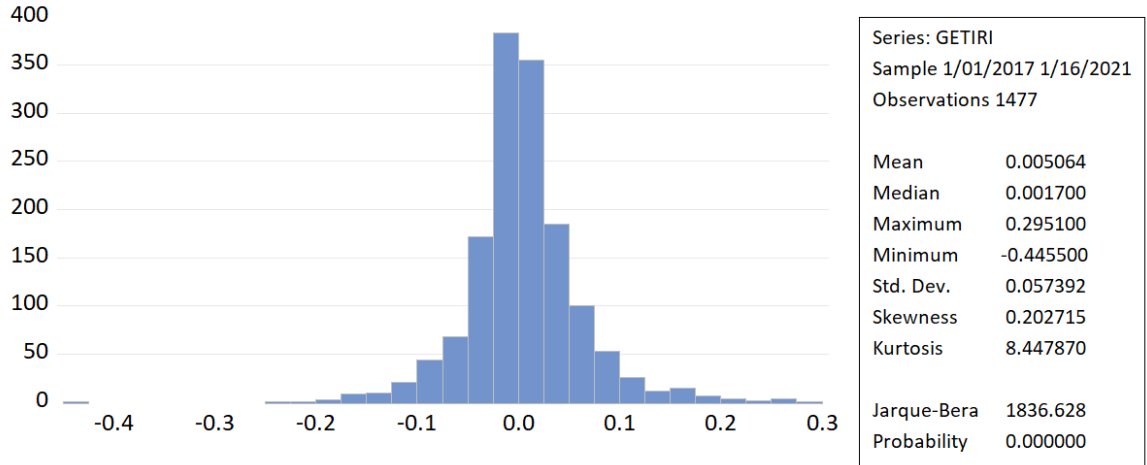
Şekil 26 ETH Serisi Grafiği

Şekil 5.4'te görüldüğü üzere ETH değerinin 2017 yılında sonra oynaklığın arttığı ve 2020 yılından sonra, 2017 yılındaki değerine yaklaşmakta olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 27 ETH Getiri Serisi Grafiği

Şekil 5.5'te görüldüğü üzere ETH getiri serisinde dönem dönem dalgalanma ve kümelenmelerin olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 28 ETH Tanımlayıcı İstatistikler

Şekil 5.6'daki ETH getiri serisinin 1477 veriden oluşan dağılım istatistiklerine göre; maksimum getiri 0.2585 minimum getiri -0.5896'dır. Ortalama ise 0.0034'tür. ETH getiri serisi için Skewness değeri (-0.60) sıfırdan küçük olduğundan sola çarpık ve Kurtosis değerinin (12.85) üçten büyük olmasıyla sivri bir yapı olarak karşımıza çıkmaktadır. Jarque-Bera testi sonucu hataların normal dağılmadığını göstermiştir. Ortalama getiri ile standart sapmanın sıfıra yakın değerler alması ETH getiri serisinin durağanlığı hakkında ön bilgi vermektedir.

#### 5.4.1. Birim Kök Testleri

Getiri serilerinin durağanlığının test edilmesi için ADF ve PP birim kök testleri kullanılmıştır. Bu testlerde H0 hipotezi birim kökün varlığını ifade etmektedir.

Tablo 15 ETH Birim Kök Testi Sonuçları

ADF			
Sabit Terimli		t-İstatistiği	p-Değeri
	Test İstatistiği	-35.66522	0.0000
	1% seviye	-3.434576	
	5% seviye	-2.863293	



	10% seviye	-2.567752	
Sabit Terimli ve Trendli	Test İstatistiği	-35.68397	0.0000
	1% seviye	-3.964278	
	5% seviye	-3.412860	
	10% seviye	-3.128416	
PP Birim Kök Testi			
Sabit Terimli		t-İstatistiği	p-Değeri
	Test İstatistiği	-35.69454	0.0000
	1% seviye	-3.434576	
	5% seviye	-2.863293	
	10% seviye	-2.567752	
Sabit Terimli ve Trendli	Test İstatistiği	-35.70613	0.0000
	1% seviye	-3.964278	
	5% seviye	-3.412860	
	10% seviye	-3.128416	

Tablo 5.7'de verilen sonuçlara göre %1 anlamlılık düzeyi için her iki test sonucunda da  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir. ETH getiri serisinin birim kök içermediği ve serinin düzeyde durağan olduğu görülmektedir.

#### 5.4.2. ARMA Modeli Tahmini

ARMA(p,q) modeli tahmin edilerek ARCH etkisi test edilmiştir.

**Tablo 16 ETH ARMA(3,4) Tahmin Sonuçları**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	425.3041	271.6669	1.565535	0.1177
AR(1)	1.102131	0.022467	49.05530	0.0000
AR(2)	-0.875594	0.033896	-25.83190	0.0000
AR(3)	0.769957	0.024148	31.88506	0.0000
MA(1)	-0.027612	0.027354	-1.009449	0.3129
MA(2)	0.785861	0.030754	25.55342	0.0000
MA(3)	0.101344	0.014211	7.131231	0.0000
MA(4)	-0.098128	0.016404	-5.981782	0.0000

Tablo 5.8'te ETH getiri serisi için en düşük AIC, SIC bilgi kriterleri ve en yüksek LL değerini yerine getiren değişkenlerin istatistiki anlamda anlamlı olan, durağanlık ve

dönüştürülebilirlik şartlarını sağlayan ARMA (3,4) modeli en uygun sonuçları veren model olarak seçilmiştir. Değişen varyans modeline geçiş yapmak için ARCH etkisi test edilmiştir.

#### 5.4.3. ARCH-LM Testi

ARCH etkisinin sınanması için ARCH-LM testi kullanılmıştır. H0 hipotezi ARCH etkisinin olmadığını ifade etmektedir.

**Tablo 17 ARCH Etkisinin Testi**

Test		Dağılım	p-Değeri
F İstatistiği	63.06746	Olasılık F (1,1474)	0.0000
R2	60.56017	Olasılık Ki-Kare (1)	0.0000

Tablo 5.9'daki ARCH LM testi olasılık değerine göre %1 anlamlılığı sağlayan seviyede H0 hipotezi reddedilmiştir ve hatalarda ARCH etkisi bulunduğu anlaşılmıştır. Hatalarda ARCH etkisinin olması sebebiyle Koşullu Değişen Varyans Modeline geçiş yapılmıştır.

#### 5.4.4. Simetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmini

ETH getiri serisinin analizi için ARCH, GARCH, ARCH-M, GARCH-M ve IGARCH modeli kullanılmıştır.

**Tablo 18 ETH Simetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmin Sonuçları**

	ARCH (1)	GARCH (1,1)	ARCH-M (1)	GARCH-M (1,1)	IGARCH (1,1)
$\phi$			0.7668	0.1368	
			(0.0001)	(0.2803)	
a0	0.0026	0.0014	0.0025	0.0002	
	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	
a	0.1719	0.1493	0.2553	0.1293	0.0579
	(0.0000)	(0.0003)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
$\beta$		0.5993		0.8035	0.9420
		(0.0000)		(0.0000)	(0.0000)

ARCH LM	(0.9767)	(0.8352)	(0.6169)	(0.6910)	(0.5522)
LB-Q(6)	(0.084)	(0.320)	(0.050)	(0.211)	(0.415)
LB-Q(10)	0.153)	(0.286)	(0.136)	(0.181)	(0.353)
LB-Q(30)	(0.127)	(0.242)	(0.097)	(0.265)	(0.330)
LB-Q2(10)	(0.011)	(0.124)	(0.015)	(0.202)	(0.315)
LB-Q2(20)	(0.022)	(0.235)	(0.037)	(0.461)	(0.631)
LB-Q2(30)	(0.317)	(0.475)	(0.361)	(0.478)	(0.947)
LL	2155.579	2127.313	2164.735	2223.564	2169.925
AIC	-2.9146	-2.8750	-2.9257	-3.0041	-2.9354
SIC	-2.8931	-2.8498	-2.9006	-2.9754	-2.9175

Tablo 5.10'da yer alan tahmin sonuçlarına göre ARCH katsayısı parametre kısıtı ve durağanlık koşullarını sağlamaktadır. Katsayılar %1 anlamlılık seviyesine göre istatistiki anlamda anlamlıdır. GARCH modeli tahmin sonuçları parametre kısıtı ve durağanlık koşullarını sağlamaktadır. Katsayılar %1 anlamlılık seviyesine göre istatistiki anlamda anlamlıdır. ARCH-M modeli sonucunda ortalama denkleme eklenen değiş-tokuş parametresi %1 anlamlılık seviyesine göre istatistiki anlamda anlamlı ve pozitifdir. Değiş-tokuş parametresinin pozitif olması getiri ile getiri volatilitésinin pozitif ilişkili olduğunu yani risk arttıkça yatırımcılar için beklenen getirinin artması beklenmektedir. GARCH-M modeli sonucunda ortalama denkleminde yer alan değiş-tokuş parametresi %10 anlamlılık düzeyine göre istatistiksel olarak anlamsız olduğu için yorumlanamamaktadır. ETH için GARCH-M modeli uygun değildir. IGARCH modeli sonucunda parametre kısıtı ve durağanlık koşulları sağlanmaktadır. Katsayılar %1 anlamlılık düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlıdır. Katsayılar toplamının 1 olması şokların kalıcı bir etki oluşturduğunu göstermektedir

Modellerin tahminlerinden elde edilen artıklara ARCH LM testi yeniden yapılmış ve ARCH etkisi bulunmadığı gözlemlenmiştir. Yine artıklara uygulanan LB-Q ve LB-Q2 testleri sonuçlarında otokorelasyon sorununun bulunmadığı gözlemlenmiştir.

#### 5.4.5. Asimetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmini

ETH getiri serisinin analizi için EGARCH, TGARCH, APARCH, ACGARCH modeli kullanılmıştır.

**Tablo 19 ETH Asimetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri Tahmin Sonuçları**

	EGARCH (1,1)	TGARCH (1,1)	APARCH (1)	ACGARCH (1,1)
$\alpha_0$	-0.5449	0.0002	0.0001	0.0032
	(0.0000)	(0.0000)	(0.1333)	(0.0000)
$\alpha$	0.2250	0.1193	0.1294	0.1297
	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
$\beta$	0.9333	0.8014	0.7884	0.1947
	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
$\gamma$	-0.0148	0.0245	0.0409	-0.1842
	(0.0998)	(0.1162)	(0.3045)	(0.0000)
$\delta$			2.2002	
			(0.0000)	
$\rho$				0.9281
				(0.0000)
$\theta$				0.1132
				(0.0000)
ARCH LM	(0.9948)	(0.7318)	(0.6957)	(0.8929)
LB-Q(6)	(0.334)	(0.267)	(0.253)	(0.222)
LB-Q(10)	(0.289)	(0.206)	(0.193)	(0.170)
LB-Q(30)	(0.427)	(0.291)	(0.270)	(0.205)
LB-Q2(10)	(0.424)	(0.213)	(0.191)	(0.256)
LB-Q2(10)	(0.726)	(0.473)	(0.438)	(0.540)
LB-Q2(30)	(0.797)	(0.442)	(0.385)	(0.640)
LL	2219.681	2223.313	2223.392	2229.413
AIC	-2.9988	-3.0038	-3.0025	-3.0093
SIC	-2.9701	-2.9750	-2.9702	-2.9734

Tablo 5.11'de yer alan tahmin sonuçlarına göre EGARCH modeli sonucunda katsayıların %10 anlamlılık seviyesinde istatistiki anlamda anlamlı olduğu gözlemlenmektedir. Asimetri katsayısının istatistiksel anlamda anlamlı olması

dalgalanmayı etkileyen şokların asimetrik olduğunu göstermektedir. Asimetri katsayısı negatif ise olumsuz şokların dalgalanmaya olan etkisi, olumlu şoklara göre daha fazladır gözlemi yapılmaktadır. TGARCH modeli sonucunda asimetri katsayısı dışındaki katsayıların %1 anlamlılık seviyesinde istatistiki anlamda anlamlı olduğu ve durağanlık koşullarını yerine getirdiği görülmektedir. Asimetri katsayısının istatistiksel olarak anlamsız olması TGARCH modeli tahminleri volatilité üzerindeki şokların asimetrik olmadığını göstermektedir. Asimetri katsayısı istatistiksel olarak anlamsız olduğu yorumlanamaz. ETH getiri serisi için TGARCH modeli uygun değildir. APARCH modeli tahmin sonucunda asimetri katsayısı ve sabit katsayı dışındaki katsayılar %1 anlamlılık seviyesine göre istatistiki anlamda anlamlıdır. APARCH modeli ETH getiri serisi için uygun değildir. ACGARCH modeli tahmin sonucunda parametreler %1 anlamlılık seviyesine göre istatistiki anlamda anlamlıdır.  $\rho$  parametresinin 1' e yakın değere sahip olduğu ve %1 anlamlılık düzeyine göre istatistiki anlamda anlamlı olduğu gözlemlenmektedir. ACGARCH modeli asimetri katsayısının negatif çıkması olumlu şoklar tarafından dalgalanmaya olan etkinin, olumsuz şoklara göre geçici olarak fazla olduğunu göstermektedir.

Modellerin tahminlerinden elde edilen artıklara ARCH LM testi yeniden yapılmış ve ARCH etkisi bulunmadığı gözlemlenmiştir. Yine artıklara uygulanan LB-Q ve LB-Q2 testleri sonuçlarında otokorelasyon sorununun bulunmadığı gözlemlenmiştir.

#### 5.4.6. En Uygun Modelin Seçilmesi

Ethereum getiri serisi için sonucu en iyi veren model olarak ACGARCH (1,1) olduğu belirlenmiştir. Bu süreç içinde durağan ve anlamlılık şartlarını yerine getiren modeller incelenerek AIC ve SIC bilgi kriteri ve LL değerine göre karşılaştırma yapılmıştır. ACGARCH (1,1) test sonuçlarına göre asimetri katsayısı negatif çıkmaktadır. %1 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak anlamlı olduğu ve değişen varyans ile otokorelasyon probleminin olmadığı gözlemlenmiştir. Sonuca bakıldığında analiz edilen periyotta Ethereum getiri serisinde ortaya çıkan olumlu şokların dalgalanmaya olan etkisinin olumsuz şoklara göre geçici olarak yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

## SONUÇ

Ülke ekonomilerinde yaşanan globalleşme ve teknolojik gelişmelerin artması ile yaşam standardını artıran birçok kavram ve yenilik hayatımıza dahil olmuştur. Blok zincir teknolojisi ise bu gelişmeler arasındaki en kritik finansal yeniliklerdendir. Kriptopara tanımı, BTC kavramıyla beraber 2008 yılında finans piyasasına dahil olmuş ve günümüze kadar varlığını sürdürmüştür. Maliyetinin düşüklüğü ve hızlı işlem yapabilme özelliklerinin yanında yatırım aracı niteliğinde de değerlendirilmektedir. Kripto paralar sağladıkları tüm bu avantajların yanında yasal olarak tüketicinin korunması, dalgalanma ve belirsizlik seviyesinin yüksekliği konularında dezavantajlar da getirmektedir. Dezavantajları olsa da kripto para kullanımının günden güne artış gösterdiği ve giderek daha popüler olduğu gözlemlenmektedir.

Kripto paraların geleceği söz konusu olduğunda pek çok görüş bulunmaktadır. Bu teknolojiye olumlu yaklaşanlar, işlemlerinin daha kolay, hızlı ve düşük maliyetle yapılabilecekleri ve güvenlik seviyesi yüksek bir yapıyla oluşturulduğu için desteklemektedir. Bu şekilde düşünüldüğünde kripto para teknolojisine birçok devlet sıcak bakmaktadır. Bunun aksine olan bakış açısı ise kripto para birimlerinin illegal faaliyetler için finansman sağlamada kullanıma potansiyelinin olduğu ve çok fazla kurgusal etki yaratabileceğini savunmaktadır.

2021 yılındaki kripto paralara ilişkin piyasadaki toplam büyüklüğün iki trilyon USD'yi aştığı gözlemlenmiştir. Bu da finansal piyasalarda önemli bir boyuta ulaştığını göstermektedir. Bu durumun yanında sahip olduğu avantajlar getirdiği yenilikler düşünüldüğünde ileride de kullanımının artmasının süreceğini öngörmek mümkün olmaktadır. Bu konuda ise kritik uluslararası kuruluşlar ve ülkelerin büyük çoğunluğu konuya ilişkin araştırma sayısının artmasının gerekliliğini ifade etmiştir.

Kripto paraların kaderini çizecek unsurlardan biri yapılacak düzenlemeler olacaktır. Çünkü kripto paralara ilişkin yasal düzenlemeler belirsiz bir konumdadır. Devletler getirecekleri düzenlemeler ile yeniliklerin önüne geçmeyecek, bu teknolojiye destek verecek ve önünü açacak şekilde düzenlemeler yaparsa insanların ilgisi ve güven duygularını artıracak, belirsizlik kısmında nispeten azalma olacaktır. Yapılacak düzenlemeler sonrasında kripto paralarda talep atması veya gerilemesi olma

potansiyeli olsa bile uzun vadede devletlerin bu konuya sıcak bakması gelişmesine aracı olacak, bu konudaki okur yazarlık artacaktır.

Kripto paraların kullandığı teknoloji ve sağladığı avantajlar kullanımının yaygınlaşmasına neden olmuştur. Kripto paraların yaygınlaşmasının sebeplerinden biri de yatırım aracı olarak kullanılabilmesidir. Kripto para birimleri, fiyatlarında yüksek volatilité olması sebebiyle yatırımcılar için risk oluşturmaktadır. Kripto para birimi, kur endeksi, borsa endeksleri gibi finansal zaman serilerinde volatilitenin tahmini için doğrusal olmayan modellerin kullanımı oldukça yaygındır.

Bu çalışmada BTC ve ETH kripto para birimlerinin analizi simetrik ve asimetric koşullu değişen varyans modelleri kullanılarak yapılmıştır. Kripto para birimleri getiri serisi haline getirilerek sırasıyla; birim kök testi, uygun ARMA modelinin belirlenerek tahmini, ARCH etkisinin testi ve koşullu değişen varyans modelleri kullanılarak volatilitenin tahmini yapılmıştır. ARCH, GARCH, ARCH-M, GARCH-M ve IGARCH simetrik koşullu değişen varyans modelleri olarak kullanılırken, EGARCH, TGARCH, APARCH, ve ACGARCH ise asimetric koşullu değişen varyans modelleri olarak kullanılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda kripto paralar için kullanılan modellerden hangisinin daha iyi sonuç vereceği sorusuna karar verilirken AIC ve SIC kriterleri ile LL değerine bakılmıştır.

- Bitcoin için en başarılı sonuçlar veren TGARCH(1,1) modeli ile edinilen sonuçlarda Bitcoin getiri serisinde oluşan olumsuz şokların dalgalanmaya etkisinin olumlu şoklara kıyasla fazla olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu durum kaldıraç etkisi olduğunu ortaya koymuştur.
- Ethereum için ACGARCH(1,1) modeli kullanılarak elde edilen tahmin sonuçlarına göre ise Ethereum getiri serisinde oluşan olumlu şokların dalgalanmaya olan etkisinin olumsuz şoklara kıyasla fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışma sonucunda AIC ve SIC bilgi kriterleri ile LL değerine göre analiz edilen kripto para birimleri için asimetric koşullu değişen varyans modellerinin, simetrik koşullu değişen varyans modellerine göre daha başarılı sonuç yansıttığı ortaya çıkmaktadır. Asimetric koşullu değişen varyans modellerinden sırasıyla; EGARCH(1,1), TGARCH(1,1) ve ACGARCH(1,1) modelleri kullanılarak daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçta Bitcoin getiri serilerindeki olumsuz şokların dalgalanma üzerinde

daha etkili olduğu; Ethereum getiri serilerinde ise oluşan olumlu şokların dalgalanmaya olan etkisinin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda kripto para birimlerinin bir yatırım aracı şeklinde düşünülmesi durumunda dalgalanmadaki asimetric etkiler göz ardı edilmemelidir.

Bu çalışma ile hem kripto para literatürüne katkı sağlanmış, hem de piyasadaki yatırımcılar için dikkate alınması gereken veriler ortaya koyulmuştur. Yatırım yaparken kullanılan temel ve teknik analizlerden daha farklı bir bakış açısı olarak farklı kripto paraların aynı dönemlere ve şoklara karşı hassasiyetleri incelenmiştir. Günümüzde birçok yatırımcı farklı nitelikte ve farklı hacimlere sahip kripto paralar ile işlemler yapmaktadır. Bu işlemleri yaparken yapılan işlemin niteliğine göre risklerin ölçülebilmesi ve olası beklenmeyen şoklara karşı kripto paraların verecekleri tepkilerin tahmin edilebilmesi kayıpları minimuma indirecektir. Çalışmada yapılan analizlerde vurgulanan kaldıraç etkisinin piyasada varlığının uzun bir süre daha devam edeceği öngörülmektedir. Bu sebeple takas, biriktirme, yatırım ve alım satım gibi işlemler yapılırken tüm bu etkilerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.





- Banerjee, M., Lee, J. ve Choo, K.K.R. (2018). A Blockchain Future For Internet Of Things Security: A Position Paper. *Digital Communication and Networks*, 149-160.
- Bankacılık Düzenleme Ve Denetleme Kurumu, (2013), Bitcoin Hakkında Basın Açıklaması, Erişim adresi: <https://www.bddk.org.tr/Duyuru/EkGetir/510?ekId=530> (08.10.2021).
- Baran, P. (1962). On Distributed Communications Networks, September 1962. The Rand Corporation, Santa Monica, California, 1-42, <https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/papers/2005/P2626.pdf>, Erişim Tarihi: 07.12.2021.
- BDDK. (2013). BDDK Basın Açıklaması. Ankara: BDDK.
- Beck, R. (2018). Beyond Bitcoin: The Rise Of Blockchain World. 2018, *Computer*, 51, 2, 54-58.
- Benston, G. J. (2004). "What's Special About Banks?". *The Financial Review*, 39, 13-33.
- Berentsen, A., & Schär, F. (2018). A Short Introduction to the World of Cryptocurrencies. Washington: Federal Reserve Bank Publishing.
- Birdal, İ. (1993). Banka İşletmeciliği. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Yayını.
- Bjerg, O. (2016). How is Bitcoin Money? *Theory, Culture & Society*, 53-72.
- Blau, B. (2017). Price dynamics and speculative trading in bitcoin. *Research in International Business and Finance*, 493-499.
- Bollerslev, T. (1986). "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity". *Journal of econometrics*, 31(3), 307-327.
- Bollerslev, T. (1990). "Modelling the Coherence in Short-Run Nominal Exchange Rates: A Multivariate Generalized ARCH Model". *Review of Economics and statistics*, 72(3), 498-505.
- Bouraoui, T. (2015). "The Effect of Reducing Quantitative Easing on Emerging Markets". *Applied Economics*, 47(15), 1562-1573.
- Bozkurt Yüksel, A. E. (2015). Elektronik Para, Sanal Para, Bitcoin ve Linden Doları'na Hukuki Bir Bakış. *İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi Mecmuası*, 73(2), 175.
- Bozma, G., & Başar, S. (2018). "Analyzing Volatility Transmissions Between Stock Markets of Turkey, Romania, Poland, Hungary and Ukraine Using M-Garch Model". *Hacettepe University Journal of Economics & Administrative Sciences*, 36(4), 1-16.
- Böhme, R., Christin, N., Edelman, B. ve Moore, T. (2015). Bitcoin: Economics, Technology, and Governance. *Journal Of Economic Perspectives*, 213-238.
- Brealey, R. A., Myers S. C. ve Allen, F. (2010). *Principles of Corporate Finance*. Boston, London: McGraw-Hill/Irwin.

- Brito, J. ve Castillo, A. (2013). BITCOIN: A Primer for Policymakers. Mercatus Center at George Mason University, 1-43.
- Caporin, M., & McAleer, M. (2013). "Ten Things You Should Know About the Dynamic Conditional Correlation Representation". *Econometrics*, 1(1), 115-126.
- Carrick, J. (2016). "Bitcoin as a Complement to Emerging Market Currencies". *Emerging Markets Finance and Trade*, 52(10), 2321-2334.
- Cbinsights, (2018). Banking Is Only The Beginning: 50 Big Industries Blockchain Could Transform. <https://www.cbinsights.com/research/industries-disrupted-blockchain/>, Erişim Tarihi: 24.12.2021.
- Ceylan, A. (2003). *İşletmelerde Finansal Yönetim*. Bursa: Ekin Yayınları.
- Ceylan, O. (2021). Para, Piyasa Rehberi, <http://piyasarehberi.org/sozluk/para> (12.01.2021).
- Chen, P.W., Jiang, B.S. ve Wang, C.H. (2017). Blockchain-based Payment Collection Supervision System Using Pervasive Bitcoin Digital Wallet. 2017 IEEE 13th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), At: Rome Italy, DOI: 10.1109/WiMOB.2017.8115844, 139-146.
- Coşkun, M. (2006). Dünyada ve Türkiye'de Bankacılığın Tarihsel Gelişimi. N. Aydın (Ed.), *Bankacılık Uygulamaları içinde*. Eskişehir: Açıköğretim Fakültesi Dizgi Ekibi, 2006, 19 – 44.
- Crosby, M., Nachiappan, Pattanayk, P., Verma, S. ve Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain Technology: Beyond Bitcoin. *Air Applied Innovation Review*, June 2016, Issue No. 2, 1-19.
- Çarkacıoğlu, A. (2016). Kripto-Para Bitcoin (Araştırma Raporu). Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi.
- Çetiner, M., Subaşı, O., Uğur, E. ve Kara, S. (2018). Kripto Para Borsaları. Türkiye Cumhuriyeti Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı: <http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/kripto-para-borsalari/9703> Erişim Tarihi: 22 Mart 2021.
- Dedeoğlu, D. (2019), A'dan Z'ye Blockchain, Kodlab Yayın Dağıtım Yazılım, İstanbul.
- Deloitte, Mart 2016, PSD2 opens the door to new market entrants – Agility will be key to keeping market position, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/lu/Documents/financial-services/Banking/lu-psd2-newmarket-entrants-03032016.pdf>
- Dibrova, A. (2016). Virtual currency: new step in monetary development. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 229, 42-49.
- Dijital Dönüşüm (2017), 22.01.2021 Tarihinde, <https://www.dijitaldonusum.gov.tr/dijital-donusum-nedir/> Adresinden Elde Edildi.

- Dilek, Ş. (2018), Blokchain Teknolojisi ve Bitcoin, Analiz, Şubat, Sayı: 231, SETA (Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı), 1-30.
- Dizkırııcı, A. S., & Gökgöz, A. (2018). Kripto Para Birimleri ve Türkiye’de Bitcoin Muhasebesi. *Journal of Accounting, Finance and Auditing Studies*, 4(2), 92-105.
- Dorina, L., & Simina, U. (2007). “Testing Efficiency of the Stock Market in Emerging Economies”. *The Journal of the Faculty Of Economics-Economic Science Series*, 2, 827-831.
- Dourado, E., & Brito, J. (2014). Cyrcurrency. *The New Palgrave Dictionary Of Economics*, 12-23.
- Draghi, M. (2016). *The ECB Annual Report For 2016*. Strazburg: European Union Press.
- Durdu, E. (2018). Kripto Para Birimi Olarak Bitcoin ve Ceza Hukuku. yüksek lisans tezi. Galatasaray Üniversitesi, İstanbul.
- Dwyer, G. P. (2015). The economics of Bitcoin and similar private digital currencies. *Journal of Financial Stability*, 81-91.
- Dyhrberg, A. (2016). Bitcoin, gold and the dollar – A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters*, 85-92.
- ECB. (2018). *The Prevention of The Use of The Financial System for The Purposes of Money Laundering or Terrorist Financing and Amending Directive*. Strasbourg: European Union Parliament.
- Eğilmez, M. (2016). *Örneklerle Kolay Ekonomi, Remzi Kitabevi*, İstanbul.
- Eğilmez, M. (2018). *Tarihsel Süreç İçinde Dünya Ekonomisi. Remzi Kitabevi*.
- Engle, R. (2002). “Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models”. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(3), 339-350.
- Engle, R. F., & Kroner, K. F. (1995). “Multivariate Simultaneous Generalized ARCH”. *Econometric Theory*, 11(1), 122-150.
- Erten, I., Tuncel, M. B., & Okay, N. (2012). “Volatility Spillovers in Emerging Markets During the Global Financial Crisis: Diagonal BEKK Approach”. MPRA Paper No. 56190. University Library of Munich, Germany.
- Evlimoğlu, U., ve Gümüş, U. T. (2018). İtibari Paranın Kullanımdan Kaldırılmasına Yönelik Teorik Bir Değerlendirme. *LAÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 167-183.
- Filipova, N. (2015). *Blokchain – An Opportunity For Developing New Bussiness Models*. Tsenov Academy of Economics, 75-92.
- Fortune (2018). *Cryptocurrencies Are Like Ponzi Schemes, World Bank Chief Says*. Erişim adresi: <http://fortune.com/2018/02/08/jim-yong-kim-cryptocurrency/>.

- Franco, P. (2015). Understanding Bitcoin; Cryptography, Engineering and Economics. Cornwall, UK: Wiley Publishing.
- Gandal, H. ve Halaburda, H. (2014). Competition in the Cryptocurrency Market. Bank Of Canada Working Paper, 1-29.
- Gatteschi, V., Lamberti, F., Demartini, C., Pranteda, C. ve Santamaria, V. (2018). Blokchain and Smart Contracts For Insurance: Is The Technology Mature Enough?, Future Internet, Vol: 10, No: 2.
- Gayva, Y. (2018). Cryptocurrency Transactions Will Be Taxed in Russia. Moskow: <https://rg.ru>.
- Gibson, C.T. ve Kirk, T. (2016). The Investment Lawyer, Covering Legal and Regulatory Issues of Asset Management, Vol: 23, No: 10, October, 1-8.
- Goldsmith, J. (2020). The IMF Must Develop Best Practices before Government-Backed Cryptocurrencies Destabilize the International Monetary System. Emory Int'l L. Rev., 34, 595-638.
- Gorton, G. ve Winton, A. (2002). "Financial Intermediation". (ed. G. Constantinides, M. Harris ve R. Stulz). Handbook of the Economics of Finance, Vol.1, Part A, Elsevier, 431-552.
- Göçmen Yağcılar, G. (2011). Türk Bankacılık Sektörünün Rekabet Yapısının Analizi. Ankara: BDDK Yayınları.
- Gökçe, A. (2001). "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Getirilerindeki Volatilitenin ARCH Teknikleri ile Ölçülmesi". Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 3(1).
- Grinberg, R. (2012). Bitcoin: An Innovative Alternative Digital Currency. Hastings Science & Technology Law Journal, 160-207.
- Gujarati, D. N. (2009). Basic Econometrics. Tata McGraw-Hill Education.
- Gunter, S.R. (2019), Your Biggest Refund, Guaranteed? Internet Access, Tax FILING Method, and Reported Tax Liability, International Tax and Public Finance, Springer; International Institute of Public Finance, Vol: 26(3), 536-570.
- Guo, Y. ve Liang, C., (2016), "Blockchain Application and Outlook in The Banking Industry", Financial Innovation, 2(24), DOI: 10.1186/s40854-016-0034-9, 2-12.
- Gültekin, M. (2016). Uyuşmazlıklarının Çözüm Yollarında Uzlaşma. 2016, Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi, Cilt: 0, Sayı: 7, 571-607.
- Gültekin, Y. (2017). Kripto Para Birimleri Ve Yatırım Arcı Olarak Kullanımları: Tarihsel Volatilitileri Bağlamında Bir Değerlendirme (Yüksek Lisans Tezi) <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir. Samsun.
- Gültekin, Y. ve Bulut, Y. (2017). Bitcoin Ekonomisi: Bitcoin Eko-Sisteminden Doğan Yeni Sektörler ve Analizi. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 3, Sayı: 3, 82-92.

- Günay, H.F. & Kargı V. (2018), Kripto Paranın Vergilendirilmesi Fikrinin Mali Yönden Değerlendirilmesi, *Journal Life Of Economics*, 5(3), 61-76.
- Güven, V. ve Şahinöz, E. (2018). Blokzincir Kripto Paralar Bitcoin: Satoshi Dünyayı Değiştiriyor. İstanbul: Kronik Kitap.
- Hayes, A. S. (2016). Cryptocurrency Value Formation: An Empirical Study Leading To a Cost of Production Model for Valuing Bitcoin. *Telematics and Informatics*, 1308-1321.
- He, D. (2018). Monetary Policy In The Digital Age. *Finance and Development*, 55(2), 13-16.
- Herweijer, C., Waughray, D. ve Warren, S. (2018). Building Block(chain)s For A Better Planet. The Fourth Industrial Revolution For The Earth, World Economic Forum, PwC, Stanford Woods Institute.
- Hileman, G. ve Rauchs, M. (2017). Global Cryptocurrency Benchmarking Study. Cambridge Centre for Alternative Finance, 1-115.
- <https://bctr.org/kriptografinin-mutlak-bilgesi-dr-david-chaum-kimdir-11902/> (18.01.2021)
- <https://www.bloomberght.com/isvec-merkez-bankasi-dijital-para-calismasinin-ilk-sonuclarini-acikladi-2278056> (09.04.2021).
- <https://www.borsaistanbul.com/tr/duyuru/1096/turkiyenin-ilk-finansal-blockchain-projesi-borsa-istanbul-bilism-teknolojileri-ekibi-tarafindan-hayata-gecirildi> (02.06.2021).
- <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/arastirma-raporlari/kripto-para-raporu-5f11dfe709c25.pdf> (28.07.2021)
- <https://www.cnbc.com/2021/05/20/the-fed-this-summer-will-take-another-step-ahead-in-developing-a-digital-currency.html> (08.08.2021)
- <https://www.coindesk.com/imf-and-world-bank-launch-educational-blockchain-token> (29.07.2021)
- <https://www.coinmarketcap.com> (03.10.2021)
- <https://coinnewstr.com/bitcoin-madencilik-haritasi-yeniden-mi-sekilleniyor/> (18.11.2020)
- <https://www.cumhuriyet.com.tr/haber/guney-koreden-bitcoin-karari-1829183> (01.10.2021)
- [https://www.ecb.europa.eu/paym/intro/mip-online/2019/html/1906\\_crypto\\_assets.en.html](https://www.ecb.europa.eu/paym/intro/mip-online/2019/html/1906_crypto_assets.en.html) (29.07.2021)
- <https://www.investopedia.com/articles/forex/041515/countries-where-bitcoin-legal-illegal.asp> (02.08.2021)
- <https://www.investopedia.com/terms/v/virtual-currency.asp> (04.04.2021)
- [https://www.kanunum.com/file/cid8617236\\_vid16294850\\_fid1034868](https://www.kanunum.com/file/cid8617236_vid16294850_fid1034868) (27.07.2021)

<https://koinbulteni.com/almanya-merkez-bankasinin-yoneticisinden-kripto-para-aciklamasi-6718.html>

<https://www.ntv.com.tr/ekonomi/en-cok-kripto-para-kullanilan-ulkeler-belli-olduturkiye-avrupada-birinci-dunyadadorduncu,2yYbosOdhE2LAGgwgckK5CA> (06.10.2021)

<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/29763/9781464812996.pdf> (12.08.2021)

<https://tr.sputniknews.com/20210405/japonya-kendi-dijital-para-birimini-cikarmak-icin-testlere-basliyor-1044197408.html> (25.06.2021)

<https://tr.tradingview.com/markets/cryptocurrencies/global-charts/> (11.07.2021)

<https://tr.tradingview.com/symbols/BTCUSD/> (03.10.2021)

<https://tr.tradingview.com/symbols/ETHUSD/> (03.10.2021)

<https://www.worldbank.org/en/topic/edutech/brief/bbl-blockchain-for-education-cryptocurrencies-smart-contracts-and-other-blockchain-innovations-for-education> (24.07.2021)

IMF. (2016). Virtual Currencies and Beyond: Initial Considerations. Erişim adresi: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/sdn/2016/sdn1603.pdf>

IMF. (2019). Özel Çekme Hakları (SDR). Washington: Uluslararası Para Fonu Dış İlişkiler Bölümü. <https://www.imf.org/external/np/exr/facts/tur/sdrt.pdf> adresinden alındı.

IMF (2021). Küresel Finansal İstikrar Raporu. Erişim adresi: <https://www.imf.org/en/Publications/GFSR/Issues/2021/10/12/global-financial-stability-report-october-2021> (06.10.2021)

Işın, F. B. (2006). Teknoloji Araçlarının Bankacılık Sektöründe Uygulanabilirliği ve Türkiye'deki Bu Doğrultudaki Bankacılık Uygulamalarının Değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (20), 107-120.

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

Innovarobotik.com, (2021) 20.01.2021 tarihinde <https://www.innovarobotik.com/buyukveri-ve-veri-analitigi> adresinden elde edildi.

İslam, A. (2019), Blok Zinciri Teknolojisi ve Kripto Paralar: Mevcut Durum, Potansiyel ve Risk Analizi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Jamil, F., Hang, L., Kim, K.H. ve Kim, D., (2019). A Novel Medical Blockchain Model For Drug Supply Chain Integrity Management in a Smart Hospital. MDPI, Electronics 2019, 8(505), DOI:10.3390/electronics80505505, 1-32.

Jonker, N. (2018). What drives bitcoin adoption by retailers? De Nederlandsche Bank, Payments and Market Infrastructures Division, 1-32.

- Julita, L. (2017), The Blockchain Teknology and Its Applications in the Financial Sector, Aalto University School of Business Department of Economics, Bachelor's Thesis.
- Karagöz Zeren, S. (2020), Finansal Ödemeler Sisteminde Blok Zincir Uygulamaları: Turizm Sektöründe Akıllı Kontratlar Dizaynı, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Edirne.
- Karaköse, İ.S. (2017), Elektronik Ödemelerde Blok Zinciri Sistematiği ve Uygulamaları, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.
- 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.
- Karta, N. (2014). 18. ve 19. Asırda Avrupa'da Para, Banka ve Mevduat Alanında Yaşanan Gelişmelerin Osmanlı İmparatorluğu'na Yansımaları. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 28(1), 149 – 164.
- Kaya, F. (2012). Bankacılık Giriş ve İlkeleri. İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Kaya, S. (2003). Uluslararası Bankacılık Uygulamaları. Ankara: Beta Yayıncılık.
- Kazgan, H., Ateş T., Tekin O., Koraltürk M., Soyak A., Eroğlu N., ve Kaban Z. (1999). Osmanlı'dan Günümüze Türk Finans Tarihi. İstanbul: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası.
- Kılıç, B., (2019), Blok Zincir Teknolojisi: Bitcoin ve Ötesi, International Social Sciences Studies Journal, Vol: 5, Issue: 32, ISSN:2587-1587, 1737-1744.
- Kızıldaş, M. Ç. (2019). Turizm işletmelerinde ödeme yöntemi olarak kripto para kullanımının tüketici tercihlerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Kolybelnikov, A. (2014), Infosecurity Seminar 6 Hash Functions, 26 Nisan 2014, 20 slayt içinde 6., <https://www.slideshare.net/kisttan/information-security-seminar-6>, Erişim Tarihi: 20.12.2021.
- Köse, M. (2001). Osmanlıda Borsa ve Galata Bankerlerinin Devletin Mali Yapısındaki Yeri. Atatürk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergi, 18, 229 – 251.
- Köylü, M. K. (2018). Kripto Paralar ve Uluslararası Finansal Piyasalarda Yeri. Toros Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5(8), 814-821.
- Kumar, A. S., & Anandarao, S. (2019). "Volatility Spillover in Crypto-Currency Markets: Some Evidences from GARCH and Wavelet Analysis". Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 524, 448-458.
- Kuruç, B. (2016). Bretton Woods Antlaşması'nın 70.yılı, Hacettepe Üniversitesi İ.B.F.F. Dergisi, 34(1), 7-26,



- Lansiti, M. ve Lakhani, K.R. (2017), The Truth About Blokchain, Harvard Business Reveiw, Vol: 95, No: 1, 118-127.
- Lansiti, M., ve Lakhani, K.R. (2020), Dijital Dönüşüm Blok Zincir, içinde; Blok Zincir Hakkındaki Gerçekler, Harvard Business Review Press, Optimist Yayın, İstanbul.
- Lavanya, B.M. (2016), Blokchain Technology Beyond Bitcoin: An Overview, International Journal of Computer Science and Mobile Applications, Vol: 6, No: 1, ISSN: 2321-8363, 76-80.
- Lavigne, R., Sarker, S., & Vasishtha, G. (2014). "Spillover Effects of Quantitative Easing on Emerging-Market Economies". Bank of Canada Review, 2014(Autumn), 23-33.
- Lee, J., Kao, H. A., ve Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. Procedia Cirp, 16, 3-8.
- Levine, R. (2002). "Bank-Based or Market-Based Financial Systems: Which is Better?". Journal of Financial Intermediation, 11(4): 398-428.
- Li, X. ve Wang, C. A. (2017). The technology and economic determinants of cryptocurrency exchange rates: The case of Bitcoin. Decision Support Systems, 49-60.
- Lin, I.C. ve Liao, T.C., (2017). "A Survey of Blokchain Security Issues and Challenges", International Journal of Network Security, Vol: 19, No: 5, DOI: 10.6633/IJNS.201709.19(5).01.
- Loc. (2017). Regulation of Cryptocurrency Around the World: 25.01.2021 tarihinde <http://www.loc.gov/law/help/cryptocurrency/worldsurvey.php#compsum> adresinden alınmıştır.
- Manaa, M., Chimienti, M. T., Adachi, M. M., Athanassiou, P., Balteanu, I., Calza, A., ... & Wacket, H. (2019). Crypto-Assets: Implications for financial stability, monetary policy, and payments and market infrastructures (223). Erişim adresi: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecb.op223~3ce14e986c.en.pdf>
- Manahov, V., Hudson, R., & Gebka, B. (2014). "Does High Frequency Trading Affect Technical Analysis and Market Efficiency? And If So, How?". Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 28, 131-157.
- Mandacı, P. E. ve Soydan, H. (2002). Capital Markets. İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Mckinsey & Company, (2017), Blokchain Technology in The Insurance Sector, Quarterly Meeting of the Federal Advisory Committee On Insurance (FACI), 5 January, [https://www.treasury.gov/initiatives/fio/Documents/McKinsey\\_FACI\\_Blockchain\\_in\\_Insurance.pdf](https://www.treasury.gov/initiatives/fio/Documents/McKinsey_FACI_Blockchain_in_Insurance.pdf), Erişim Tarihi: 07.12.2021, 1-16.
- Mendi, A.F. ve Çabuk, A., (2018), Bitcoin'in Arkasındaki Güç: Blockchain, GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies, 1 (1), 12-23.

- Mishkin, F. ve Eakins S. (2009). Financial Markets and Institutions. Boston, London: Addison Wesley.
- Nakamoto, S. (2008), Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, Erişim Adresi: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, Erişim Tarihi: 01.12.2021, 1-8.
- Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A. ve Goldfeder, S. (2016), Bitcoin and Cryptocurrency Technologies, Princeton University, 1-308, [https://www.lopp.net/pdf/princeton\\_bitcoin\\_book.pdf](https://www.lopp.net/pdf/princeton_bitcoin_book.pdf), Erişim Adresi: 23.12.2021.
- Nian, L.P. ve Chuen, D.L.K. (2015), Bitcoin and Alternative Cryptocurrencies, Handbook Of Digital Currency Bitcoin, Innovation, Financial Instruments and Big Data, Edited By: David LEE Kuo Chuen, Elsevier, ISBN: 978-0-12-802117-0, 5-29.
- Onay, A. (2018). Accounting of Crypto-Currencies and An Evaluation on the Impact of Crypto-Currency on the Internal Control of Enterprises. Erişim adresi: [file:///C:/Users/Dell/Downloads/PDFsam\\_2152432%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Dell/Downloads/PDFsam_2152432%20(1).pdf)
- Ordu-Akkaya, B. M., Ugurlu-Yildirim, E., & Soytaş, U. (2019). "The Role of Trading Volume, Open Interest and Trader Positions on Volatility Transmission Between Spot and Futures Markets". Resources Policy, 61, 410-422.
- Öz, E. (2017). ABD Merkez Bankası FED'i Tanıyalım Flood, Twitter - @erkanozz, (12.01.2021).
- Özkul, F. ve Ece, B. A. Ş. (2020). Dijital Çağın Teknolojisi Blokzincir ve Kripto Paralar: Ulusal Mevzuat ve Uluslararası Standartlar Çerçevesinde Mali Yönden Değerlendirme. Muhasebe ve Denetime Bakış, 20(60), 57-74.
- Özsoy, T. (2014). Amerikan Merkez Bankası FED Ne Zaman ve Nasıl Kuruldu?, <https://www.paraborsa.net/i/amerikan-merkez-bankasi-fed-ne-zaman-ve-nasil-kuruldu/>, (12.01.2021).
- Öztürk, N. ve Koç, A. (2006). Elektronik Para, Diğer Para Türleriyle Karşılaştırılması ve Olası Etkileri. İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, (11), 210-211.
- Parasız, İ. (2009). Para, Banka ve Finansal Piyasalar. Bursa: Ezgi Kitabevi.
- Petukhova, L. (2018). Passion for Bitcoin: How Cryptocurrencies and ICO Will Be Regulated in Russia. Moscow: 20.01.2021 tarihinde <https://www.rbc.ru> adresinden alınmıştır.
- Pirim, H. (2006). Yapay Zekâ. Journal of Yasar University, 1(1), 81-93.
- Pirinççi, A. E. (2018), Yeni Dünya Düzeninde Sanal Para Bitcoin'in Değerlendirilmesi, International Journal of Economics Politics Humanities and Social Sciences, 1(1), 46-52.
- Presthus, W. ve O'Malley, N. O. (2017). Motivations and Barriers for End-User Adoption of Bitcoin as Digital Currency. Procedia Computer Science, 89-97.
- Pyatt, E. (2009). A Complicated Linguistic Transaction. Banks and Benchs.

- Ramada, M. (2016), For Insurers #Blokchain Is The New Black, "Çevrimiçi"  
<https://blog.willis.com/2016/12/for-insurers-blockchain-is-the-new-black/>, Erişim Tarihi: 07.12.2021.
- Raturi, M. (2018), Blokchain and Forking, 13 October 2018, Crypto Review App,  
<https://cryptoreviewapp.com/blockchain-and-forking/>, Erişim Tarihi: 12.12.2021.
- Ray, S. (2018). Government Plans to Bring in Law to Regulate Cryptocurrency Trade. Delhi:  
<https://www.hindustantimes.com>.
- Redman, J. (2017), A Simple Guide to What Bitcoin Forks Are and Why They Happen, 5 November 2017, Bitcoin.com, "Çevrimiçi" <https://news.bitcoin.com/a-guide-to-what-a-bitcoin-fork-is-and-why-they-happen/>, Erişim Tarihi: 10.12.2021.
- Reyna, A., Martín, C., Chen, J., Soler, E. ve Díaz, M. (2018). On Blockchain and its Integration With IoT. Challenges and Opportunities. Future Generation Computer Systems, 173-190.
- Rickards, J. (2012). ABD Merkez Bankası FED'in Ortaya Çıkışı – 1907- 1913, Para Devletler ve Biz, <http://liberteryen.org/2012/09/abd-merkez-bankasi-fed%E2%80%99in-ortaya-cikisi-1907-%E2%80%93-1913/>, (12.01.2021)
- Rickards, J. (2012). Klasik Altın Standardı – 1870-1914, Para, Devletler ve Biz, <http://liberteryen.org/2012/09/klasik-altin-standardi-1870-1914/> (12.01.2021).
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J. ve Shen, L. (2019), Blokchain Technology and Its Relationships to Sustainable Supply Chain Management, International Journal of Production Research, Vol. 57, No.7, 2117-2135.
- Sackheim, M., & Howell, N. (2018). The Virtual Currency Regulation Review. London: Law Business Research Press.
- Sarısır, S. (2009). Cumhuriyetin İlk Yıllarında Yerel Bankacılık Girişimleri: Niğde Örneği. Türklük Bilimi Araştırmaları, 26, 199-216.
- Savelyev, A. (2016), Contract Law 2.0: <Smart> Contracts As the Beginning of the End of Classic Contract Law, 2016, Higher School of Economics Research, Paper No. WP BRP 71/LAW/2016, 1-24.
- Schroeder, J. (2016). Bitcoin And Commercial Code. Miami: Miami Business Review Press.
- Scott, B. (2016). How Can Cryptocurrency and Blockchain Technology Play a Role in Building Social and Solidarity Finance. UNRISD Working Paper, 1-18.
- Shahzad, F., Xiu, G., Wang, J. ve Shahbaz, M. (2018). An empirical investigation on the adoption of cryptocurrencies among the people of mainland China. Technology in Society, 33-40.
- Sharma, S., Chami, R. ve Khan, M. S. (2003). Emerging Issues in Banking Regulation. No: 03-101. International Monetary Fund.

- Smales, L. A. (2018). "Bitcoin as a Safe Haven: Is it Even Worth Considering?". Finance Research Letters, 30, 385-393.
- Söderberg, G. (2018). Are Bitcoin and other crypto-assets money?. Economic Commentaries, (5).Yer Bilgisi: Siveriges Riskbank.
- Sönmez, S. (2014), Sanal Para Bitcoin, The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication- TOJDAC, 2014, Vol: 4, No: 3.
- Sri, A.P.S.G. ve Bhaskari, D.L. (2018), A Study on Blockchain Technology, International Journal Of Engineering & Technology, 7 (2.7), 418-421.
- Stallings, W. (2017), A Blockchain Tutorial, The Internet Protocol Journal, Vol: 20, No: 3, ISSN: 1944-1134, 2-24.
- Şahinoğlu, R. (2019), Blok Zincir Nedir, Nasıl Çalışır. 2 Ocak 2019, Erişim Adresi: <http://www.kaizen40.com/blok-zinciri-nedir-nasil-calisir/>, (Erişim Tarihi: 10.12.2021).
- Şakar, H. (2000). Genel Bankacılık Bilgileri. İstanbul: Strata Yayıncılık.
- Şenocak, İ. (2021). Para Nedir, Ne Değildir? [https://www.ihsansenocak.com/para-nedir-ne-degildir/#\\_ftnref7](https://www.ihsansenocak.com/para-nedir-ne-degildir/#_ftnref7), (22.01.2021).
- Şıklar, İ. (2004). Para Teorisi ve Politikası. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Şimşek, H. (2019). Development of Crypto Money: The Case of Turkey. Economic Growth Public Finance & Game Theory, 123-131.
- Takan, M. (2000). Bankacılık Teori Uygulama ve Yönetim. Ankara: Nobel Yayınları.
- TCMB (Kasım 2018). Finansal İstikrar Raporu. Erişim adresi: [https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/7be5ffea-3a41-4533-933a-db63c8943bdc/Fir\\_TamMetin27.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-E-7be5ffea-3a41-4533-933a-db63c8943bdc-mtzrkqW](https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/7be5ffea-3a41-4533-933a-db63c8943bdc/Fir_TamMetin27.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-E-7be5ffea-3a41-4533-933a-db63c8943bdc-mtzrkqW) (17.07.2021).
- TCMB (Mayıs 2021). Finansal İstikrar Raporu. Erişim adresi: [https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/82b86baf-01ad-4eb1-a01d-2210c21fa37d/F%C4%B0R32\\_TAM+MET%C4%B0N.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-82b86baf-01ad-4eb1-a01d-2210c21fa37d-nCNUPbu](https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/82b86baf-01ad-4eb1-a01d-2210c21fa37d/F%C4%B0R32_TAM+MET%C4%B0N.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-82b86baf-01ad-4eb1-a01d-2210c21fa37d-nCNUPbu) (11.06.2021).
- TCMB (2021). Merkez Bankası Dijital Türk Lirası AR-GE Projesi Hakkında Basın Duyurusu. Erişim adresi: <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Duyurular/Basin/2021/DUY2021-40> (05.10.2021).
- TCMB (2021). Ödemeler Alanına İlişkin Basın Duyurusu <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/cb1ed23f-b036-4209-bcd1-ea5a07c2ab87/DUY2021-17.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-cb1ed23f-b036-4209-bcd1-ea5a07c2ab87-nzpgYjj> (05.08.2021)

- TCMB. (2021). [www.tcmb.org.tr](http://www.tcmb.org.tr) (E.T:22.01.2021) adresinden alındı.
- TCMB. (2018). 100 Soruda Merkez Bankacılığı. Ankara: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Yayınları.
- Temizel, F. ve Coşkun, İ. O. (2010). "Finansal Piyasalar ile Etkin Bir İletişim ve Geliştirilmiş Şeffaflık Aracı Olarak Yatırımcı İlişkileri". Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 12(2): 81-102.
- Terzi, R., Sağıroğlu, Ş. ve Demirezen, M. U. (2017). Büyük Veri ve Açık Veri Analitiği, Gazi Üniversitesi, Yayın no: 233, Ankara.
- Tian, F. (2017), A Supply Chain Traceability System For Food Safety Based on HACCP, Blockchain & Internet of Things, International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM), 16-18 Haziran 2017, ISSN: 261-1904, DOI: 10.1109/ICSSM.2017.7996119, 1-6.
- Tillmann, P. (2016). "Unconventional Monetary Policy and the Spillovers to Emerging Markets". Journal of International Money and Finance, 66, 136-156.
- Topçu, A. B. & Sarıgül, S. S. (2020). Dünyada Ve Türkiye'de Blok Zinciri Teknolojisi: Finans Sektörü, Dış Ticaret Ve Vergisel Düzenlemeler Üzerine Genel Bir Değerlendirme. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, April, 27–39. <https://doi.org/10.31590/ejosat.araconf5>
- TÜBİTAK BİLGEM UEKAE, Blokzincir, Blok Zincir Araştırma Laboratuvarı, "Çevrimiçi" <https://blokzincir.tubitak.gov.tr/blok-zincir.html>, Erişim Tarihi: 04.12.2021.
- Ubay, B. (2019), Blockchain Teknolojisi ve Dijital Ekonominin Vergilendirmesi Üzerine Olası Etkileri, Vergi Sorunları Dergisi, Sayı: 371, 89-100.
- Urquhart, A., & Zhang, H. (2019). "Is Bitcoin a Hedge or Safe Haven for Currencies? An Intraday Analysis". International Review of Financial Analysis, 63, 49-57.
- Usta, A. ve Doğanterkin, S. (2017), Blockchain 101, Güncellenmiş Versiyon, Bankalararası Kart Merkezi.
- Ünal, E. ve Kocaoğlu, Ö. (2018), Blok Zincir Teknolojisi: Kullanım Alanları, Açık Notları ve Gelecek Beklentileri, Avrupa Bilim ve Teknolojisi Dergisi, 2018 Ağustos, Sayı No: 13, ISSN: 2148-2683, 54-64.
- Üzer, B. (2017). Sanal Para Birimleri (Uzmanlık Yeterlik Tezi). Ankara: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Yayınları.
- Vigna, P. ve Casey, M. J. (2017). Kriptopara Çağı: Bitcoin ve Dijital Paranın Küresel Ekonomik Sisteme Meydan Okuması. Ankara: Buzdağı Yayınevi.
- Vondrácková, A. (2017), Regulation of Virtual Currency in the European Union, Charles University In Prague Faculty Of Law Research, Paper No: 2016/III/3, 11 Ocak, 1-15.

- Vranken, H. (2017). Sustainability of bitcoin and blockchains. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1-9.
- Woodside, J.M., Jr, F.K.A. ve Giberson, W. (2017), Blokchain Technology Adoption Status and Strategies, *Journal of International Technology and Information Management*, Vol 26 (2), 65-93.
- Wu, S., Tong, M., Yang, Z., & Derbali, A. (2019). "Does Gold or Bitcoin Hedge Economic Policy Uncertainty?". *Finance Research Letters*, 31, 171-178.
- Yaga, D., Mell, P., Roby, N. ve Scarfone, K. (2018), *Blockchain Technology Overview*, National Institute of Standards and Technology U.S. Department of Commerce, October 2018, 1-57.
- Yahanpath, N. ve Wilton, Z. (2014). *Virtual Money Betting On Bitcoin*. University of Auckland Business Review, 37-43.
- Yalman, Y. ve Ertürk, İ. (2009), Kişisel Bilgi Güvenliğinin Sağlanmasında Steganografi Biliminin Kullanımı, ÜNAK 2009 Bilgi Çağında Varoluş: "Fırsatlar ve Tehditler" Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 01-02 Ekim 2009, Yeditepe Üniversitesi, İstanbul, 1-256.
- Yavuz, N. Ç. (2015). *Finansal Ekonometri*. Der Yayınları, İstanbul.
- Yıldırım, F. (2015). Kripto Paralar, Blok Zinciri Teknolojisi ve Uluslararası İlişkilere Muhtemel Etkileri. *Medeniyet Araştırmaları Dergisi*, 2(4), 81-97.
- Yıldırım, M. (2019). Blok zincir teknolojisi, kripto paralar ve ülkelerin kripto paralara yaklaşımları. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(20), 265-277.
- Yıldıztekin, İ. (2017). *Banka Muhasebesi*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Yılmaz, G. ve Koç, T.S. (2019), Kripto-Para Alım Satımı ve Madencilik Faaliyetlerinin Vergilendirilmesi Üzerine Bir Tespit ve Öneri, Ocak 2019, *Vergi Sorunları Dergisi*, Sayı: 364, 23-42.