



T.C.
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANA BİLİM DALI

**BİTCOİN VE ALTCOİNLER ARASINDAKİ
İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yusuf ÖZER

OSMANİYE / 2024

T.C.
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM
ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI

BİTCOİN VE ALTCOİNLER ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YUSUF ÖZER

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Metin ÖZŞAHİN

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Serap AKCAN YETGİN

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÇANKAL

OSMANİYE / 2024

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne;

“*Bitcoin ve Altcoinler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi*” başlıklı çalışma, jürimiz tarafından Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Metin ÖZŞAHİN

(Danışman)

Üye: Doç. Dr. Serap AKCAN YETGİN

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÇANKAL

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.

.../.../2024.

Prof. Dr. Eyyup TEL

Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirilerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu’ndaki hükümlere tabidir.



T.C.
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TEZ ÇALIŞMASI ETİK BEYANI FORMU

FORM
TEZLİ YL-27

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Osmaniye

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım; **Bitcoin ve Altcoinler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi** başlıklı Yüksek Lisans Tez çalışmamda;

- Sunulan verilerin; gerekli izinleri alınmış ve denetimli laboratuvar koşullarında tarafımdan veya ilgili görevlilerce elde edildiğini ya da izin belgesine dayalı olarak ve kaynak göstermek suretiyle kullanıldığını,
- Kullanılan veriler üzerinde herhangi bir değişiklik veya eksiltme yapılmaksızın etik kurallara uygun olarak işlenip sunulduğunu,
- Maddi veya manevi destek sağlamış olan Kurum, Kuruluş ve kişilere destek türü de belirtilerek, varsa proje protokol numarası ile yoksa ismen Ön Söz/Teşekkür Bölümlerinde yer verildiğini,
- Yararlanılan kaynaklara Tez metni içinde atıf göstermek suretiyle değinildiğini ve bunların Kaynaklar Bölümüne eklendiğini,
- Teknik/Bilimsel Eser niteliği taşıyan Tezin özgün parçalarının bir başka ortamdan kopyalanarak alınmadığını ve bu parçaların bir başka Kurum/Kuruluş bünyesinde akademik amaç veya unvan almak amacıyla hiçbir suretle kullanılmadığını ve bir başkasının kullanmasına izin verilmediğini,
- Burada belirttiğim hususların aksinin tespit edilmesi halinde tüm yasal sorumluluğun şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

...../09/ 2024

İmza

Yusuf ÖZER
Öğrenci

ÖĞRENCİ NO	2021507108
ANABİLİM/ ANA SANAT DALI	YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANA BİLİM DALI
PROGRAMI (VARSA)	-
ENSTİTÜ KAYIT TARİHİ	20/09/2020

ÖZET

BİTCOİN VE ALTCOİNLER ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

YUSUF ÖZER

Yüksek Lisans, Yönetim Bilişim Sistemleri Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Metin ÖZŞAHİN

Ağustos 2024, 115 sayfa

Günümüzde fiziki bir varlığa sahip olan paralar önemini kaybetme riski taşımaktadır. Özellikle son yıllarda teknolojik gelişmenin hız kazanması, Covid-19 pandemisinin yaşanmasıyla birlikte dijitalleşme önem kazanmıştır. Bu kapsamda, bireyler sanal platformlar üzerinden daha fazla ticari faaliyetlerde bulunmaya başlamıştır. Ticari faaliyetler karşılığında ödeme aracı olarak kripto paralar daha yoğun kullanılmıştır. Finans sektöründe de havale ve yatırım işlemlerinde tercih edilmektedir. Kripto para, her geçen gün fiziki varlığa sahip para gibi geniş kullanım imkanı sunmaktadır. Böylece, kripto para piyasasının hacmi son yıllarda yükselmiştir.

Kripto paraların bugünkü piyasa değeri 2.56 trilyon dolar ve günlük işlem hacimleri 67.83 milyar dolar düzeyindedir. Kullanımda olan kripto para sayısı 10.000'nin üzerindedir. Bitcoin 1.37 trilyon dolar piyasa değeri, % 53'lük piyasa payıyla kripto paralar içinde ilk sırada yer almaktadır. Bu nedenle, çalışmada Bitcoin ile piyasa değeri en yüksek olan on altcoin arasındaki ilişki Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik Testleri ve Birliktelik Kuralı ile analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında 01.01.2020 - 31.12.2023 dönemi günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır. Sonuçta; Bitcoin ile diğer kripto paralar arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiştir. Vektör hata düzeltme modeline göre; Indoge ve Inshib uzun dönemde birlikte hareket etmektedir. Böylece, kısa dönemde oluşan sapmalar ortadan kalkmakta ve şok etki uzun dönemde sona ermektedir. Diğer taraftan; Lnbnb ve Lnxrp'den Lnbtç'ye doğru tek yönlü nedensellik söz konusudur. Lnbnb, Lnsol ve Lnxrp'den Lneth'ye; Lnbnb'den Lnxrp'ye doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Diğer bir anlatımla BNB'de meydana gelen bir artış BTC'ye, ETH'ye ve XRP'ye katkı sağlamaktadır. Ayrıca XRP'nin artması BTC'nin yükselmesini sağlamaktadır. SOL'un artması ETH'de yükselmeye yol açabilmektedir. Birliktelik Kuralı analizinde ise; BTC değişkeni ile girdi değişkeni olarak tanımlanan BNB, XRP, ADA, DOGE ve ETH değişkenlerinin tamamıyla birlikte hareket ettiği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kripto Para, Bitcoin, Nedensellik Testi, Birliktelik Kuralı.

ABSTRACT**EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN BITCOIN AND ALTCOINS****YUSUF ÖZER****Master Thesis, Department of Management Information Systems****Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Metin ÖZŞAHİN****August 2024, 115 pages**

Today, currencies that have a physical existence are at risk of losing their importance. Especially in recent years, with the acceleration of technological developments and the Covid-19 pandemic, digitalization has gained importance. In this context, individuals have begun to engage in more commercial activities through the use of virtual platforms. Cryptocurrencies have been used more intensively as a means of payment for commercial activities. It is also preferred for remittances and investments in the financial sector. Cryptocurrency, like money with physical assets, offers a wide range of everyday uses. Thus, the volume of the cryptocurrency market has increased in recent years.

The current market capitalisation of cryptocurrencies is \$2.56 trillion, and the daily trading volume they trade is \$67.83 billion. The number of cryptocurrencies in use is over 10,000. Bitcoin is the world's leading cryptocurrency with a market capitalization of \$ 1.37 trillion and a market share of 53%. Therefore, in the study, the relationship between Bitcoin and the ten altcoins with the highest market value was analyzed with Johansen Cointegration, Granger Causality Tests and the Rule of Association. Within the scope of the study, daily closing prices for the period 01.01.2020 - 31.12.2023 were used. As a result, a long-term relationship has been identified between Bitcoin and other cryptocurrencies. According to the vector error correction model, the $\ln dge$ and the $\ln shib$ move together in the long run. In this way, deviations in the short term are eliminated and the shock effect ends in the long term. On the other hand, there is a unidirectional causality from the $\ln bnb$ and the $\ln xrp$ to the $\ln btc$. Unidirectional causality was found from $\ln bnb$, $\ln sol$ and $\ln xrp$ to $\ln eth$ and from $\ln bnb$ to $\ln xrp$. In other words, an increase in BNB contributes to BTC, ETH and XRP. In addition, the increase in XRP will allow the BTC to increase in value. In addition, the increase in XRP will allow the BTC to increase in value. An increase in SOL may lead to an increase in ETH. In the Association Rule analysis; It has been observed that the BTC variable and all of the BNB, XRP, ADA, DOGE and ETH variables defined as input variables move together.

Keywords: Cryptocurrency, Bitcoin, Causality Test, Association Rule.

ÖN SÖZ

Bu tezin yazılmasında benden bilgisini ve tecrübesini esirgemeyen, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Metin ÖZŞAHİN'e teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Jüride bulunan Doç. Dr. Serap AKCAN YETGİN ve Dr. Öğretim Üyesi Ahmet ÇANKAL hocalarıma sundukları katkılardan dolayı müteşekkirim.

Bu günlere gelmemde desteklerini hep hissettiğim aileme minnettarım. Bu çalışmanın hazırlanmasına katkı sağlayan herkese çok teşekkür ederim.

Yusuf ÖZER

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖN SÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
KISALTMALAR	vii
TABLolar LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
GİRİŞ.....	1

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu	4
1.2. Araştırmanın Amacı.....	4
1.3. Araştırmanın Önemi.....	5
1.4. Araştırmada Kullanılan Yöntem.....	5
1.5. Literatür Araştırması.....	7

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Paranın Tanımı ve İşlevleri.....	25
2.2. Paranın Gelişimi	26
2.2.1. Takas Sistemi	27
2.2.2. Metal Para Sistemi	28
2.2.3. Bretton Woods Sistemi	29
2.2.4. Avrupa Para Sistemi	29
2.3. Paranın Özellikleri	30
2.4. Para Çeşitleri.....	30
2.4.1. Emtia Para.....	30
2.4.2. Fiat (İtibari) Para.....	31
2.4.3. Sanal Para	32
2.4.4. Dijital Para.....	32
2.4.5. Kripto Para	33

2.4.6. Kaydi Para.....	34
2.4.7. Elektronik Para	35

BÖLÜM III

BLOK ZİNCİRİ TEKNOLOJİSİ

3.1. Blok Zinciri	36
3.2. Blok Zinciri Çeşitleri	39
3.3. Blok Zinciri Köprüsü	40
3.4. Blok Zinciri Teknolojisinin Kullanım Alanları	41
3.5. Blok Zinciri ve Web3 Arasındaki İlişki.....	42
3.6. Blok Zinciri Teknolojisinin Teknik Detayları	43
3.7. Akıllı Sözleşmeler	44

BÖLÜM IV

KRİPTO PARA

4.1. Kripto Para ve Ortaya Çıkışı.....	45
4.2. Kripto Paraların Olumlu ve Olumsuz Yönleri.....	46
4.3. Ülkelerin Kripto Para Kullanımları	48
4.4. Kripto Para Çeşitleri	50
4.4.1. Bitcoin.....	51
4.4.2. Altcoinler	59

BÖLÜM V

İLİŞKİ ANALİZİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

5.1. İstatistiksel Yöntemler	71
5.2. Zaman Serilerine Dayalı Yöntemler	72
5.2.1. Birim Kök Testi.....	73
5.2.2. Eşbütünleşme Testi.....	75
5.2.3. Granger Nedensellik Testi.....	75
5.2.4. Vektör Hata Düzeltme Modeli	76
5.3. Birliktelik Kuralı Analizi	77
5.3.1. Apriori Algoritması	78
5.3.2. Market Sepeti Analizi.....	79

BÖLÜM VI

VERİ VE YÖNTEM

6.1. Veri Seti	81
6.2. Araştırmanın Yöntemi	82
6.3. Eşbütünleşme Testinde Modelin Kurulması ve Değişkenlere İlişkin Bilgiler	83
6.4. Birliktelik Kuralı Analizinde Veri Seti.....	85

BÖLÜM VII

BULGULAR VE YORUM

7.1. Birim Kök Test Sonuçları	86
7.2. Johansen Eşbütünleşme Test Sonuçları	87
7.3. Granger Nedensellik Test Sonuçları	88
7.4. Birliktelik Kuralı Analiz Sonuçları.....	91

BÖLÜM VIII

SONUÇ VE ÖNERİLER

8.1. Araştırmanın Sonuçları	94
8.2. Tartışma ve Öneriler	96
KAYNAKÇA.....	98
EKLER	111
ÖZGEÇMİŞ	115

KISALTMALAR

AND	: Ve mantıksal işleci
ASIC	: Belirli özel bir işlemi yerine getirmek üzere tasarlanmış tümleşik devreler
BNN	: Sınır ağı düğümü
BKZ	: Bakınız
BTC	: Bitcoin
CPU	: Merkezi işlem birimi
DAPP	: Merkezi olmayan uygulamalar
EGARCH	: Üstel genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans
ETH	: Ethereum
GARCH	: Genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans
GPU	: Grafik işlemci ünitesi
ICO	: Bitcoin ve Ether karşılığında para toplama mekanizması- ilk coin arzı
LSTM	: Uzun kısa süreli bellek
MÖ	: Milattan önce
OR	: Veya mantıksal işleci
P2P	: Eşler arası
RNN	: Tekrarlayan sinir ağı
TAIEX	: Teknik destek ve bilgi değişim mekanizması
TARCH	: Eşik değerli otoregresif koşullu değişen varyans
USD	: Dolar
VECM	: Vektör hata düzeltme modeli
XOR	: Özel veya mantıksal işleci

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. 1. Literatür Özeti: Bitcoin ile Değişkenler Arasındaki İlişki.....	20
Tablo 2. 1. Kripto Para ile Dijital Para Arasındaki Farklar	34
Tablo 4. 1. Küresel Kripto Benimseme Endeksi 2023	48
Tablo 4. 2. Bitcoin Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları.....	54
Tablo 4. 3. Bitcoin ve Geleneksel Para Karşılaştırılması.....	58
Tablo 4. 4. Kripto Para Bilgileri (Dolar Bazında).....	59
Tablo 4. 5. Ethereum Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları	61
Tablo 4. 6. Bitcoin ile Ethereum Arasındaki Farklılıklar.....	61
Tablo 4. 7. Tether USDt Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları	62
Tablo 4. 8. BNB Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları	63
Tablo 4. 9. Solana Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları.....	64
Tablo 4. 10. Ripple (XRP) Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları	66
Tablo 4. 11. USDC Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları	67
Tablo 4. 12. Cardano Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları	68
Tablo 4. 13. Dogecoin Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları	69
Tablo 4. 14. Shiba Inu Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları	70
Tablo 6. 1. Değişkenlere İlişkin Bilgiler (31.12.2023 Tarihli ve Dolar Bazında)	81
Tablo 6. 2. Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler.....	84
Tablo 6. 3. Veri Seti Kesiti.....	85
Tablo 7. 1. ADF Birim Kök Testi Sonuçları	86
Tablo 7. 2. İz Testine Göre Eşbütünleşme Test Sonuçları	87
Tablo 7. 3. Maksimum Özdeğer Testine Göre Eşbütünleşme Test Sonuçları	87
Tablo 7. 4. Vektör Hata Düzeltme Modeli Uzun Dönem Sonuçları	88
Tablo 7. 5. Granger Nedensellik Test Sonuçları	89
Tablo 7. 6. Tüm Değişkenler İçin % 95 Güven Aralığında Birliktelik Kuralı Analizi Sonuçları.....	92

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1. İtibari Para Görseli	31
Şekil 3. 1. Blok Zinciri Çeşitleri.....	319
Şekil 4. 1. Kripto Paraların Kullanımlarına Göre Bölgesel Dağılımı: Haziran 2022 - Haziran 2023.....	50
Şekil 4. 2. 2011-2023 Dönemi Bitcoin'in Değeri (Dolar).....	54
Şekil 5. 1. Apriori Algoritma Kodu.....	79



GİRİŞ

İnternet teknolojisinin sunduğu avantajlar ve e-ticaretin gelişmesiyle beraber elektronik para birimi oluşturulmak istenmiştir. Elektronik para birimi oluşturmak için yapılan girişimler sonucu sanal paralar çıkarılmıştır. Ancak bu paraların kontrol mekanizması olmaması nedeniyle aynı sanal para birkaç kez kullanılmıştır. Bu durumu ortadan kaldırmak için sanal para birimi sonlandırılmıştır. Bu çift harcamaların önüne geçmek için kontrol mekanizması geliştirilmiş ve “kriptoloji” kullanılarak bu soruna çözüm bulunmuştur. Kriptoloji, bilgiyi saklama ve sadece bilginin görülmesini istediği kişilerle paylaşan teknolojidir. Kriptoloji teknolojisi kullanılarak şifreler aracılığıyla para transferi gerçekleşmiştir (Apohan, 1993:1). Kripto paraların merkez bankaları tarafından kontrol edilememesi ve sağladığı kazançlar son yıllarda gündeme gelmiş ve özellikle kripto para üretme işi için büyük yatırımlar yapılmıştır. Bazı devletler, bu yapıyı kontrol altına almak için para birimini tanıma ya da hukuki düzenlemeler yapma yoluna gitmiştir. E- ticaret sitelerinde yapılan işlemlerde iki kişi arasındaki alışverişin teminat altına alınması için üçüncü tarafın güvenine ihtiyaç duyulmakta ancak kripto paralarda güven olayı şifreleme kanıtına dayanmaktadır.

Günümüzde kripto paralar; dijital, sanal ve elektronik para şeklinde kullanılmaktadır. Dijital para türlerinden biri olan kripto para kendi para birimi olma yolunda ilerlemektedir. Kripto paralar, diğer ödeme araçlarından hızlıdır. Merkeziyetsiz olması, devletler tarafından denetlenememesinden dolayı madenlere benzetilmektedir (Çizmecı, 2020). Kripto para birimleri, merkeze bağlı ve merkeze bağlı olmayan yapıda olabilmektedir. Merkeze bağlı kripto para birimlerine devlet müdahale ederek kontrol edebilmektedir. Merkeze bağlı olmayan kripto paralarda ise devlet müdahalesi mümkün olmamaktadır. Devletler, kripto paraların kullanım hacminin artmasını istememektedir. Bu artışı önlemek için devletler, kripto paralarla ilgili yeterli yasal düzenleme yapmamakta veya resmi olarak tanımamaktadır.

Geleneksel piyasa varlıklarının aksine, kripto para piyasalarının hareketi çok yüksektir. Günümüzde pek çok girişimci, işlem hacmi yüksek olan kripto paraların sahip olduğu teknolojiye, blok zincire yatırım yapmaktadır. Kripto paralar, önemli getiriler elde etme fırsatı sunabilmektedir ancak bu durum aynı zamanda risklidir. Bu nedenle, piyasaya ilişkin riskleri doğru tahmin etmek önemlidir.

Kripto para, teknolojinin gelişmesi ve kullanımının artmasıyla ortaya çıkmıştır. Merkeziyetsiz olmasından dolayı tüm dünyada kullanılan, kriptografik sistemler aracılığıyla güvenliği sağlanan para birimidir. Bitcoin ve altcoin gibi kripto paraların finans sektörüne yön vermeye başlamasıyla son zamanlarda pekçok kişi tarafından kullanılmaktadır. Geleneksel para birimlerine alternatif olarak geliştirilmiştir. Fiyat dalgalanmaları yüksek olan dijital paralar, yüksek kazanç avantajlarından dolayı yatırımcılar tarafından tercih edilen riskli yatırım araçlarıdır. Bitcoin'in en önemli kripto para olmasından dolayı altcoin alışverişinde bulunacak yatırımcılar Bitcoin fiyatını da takip etmektedir. Ethereum da dahil olmak üzere hiçbir altcoin Bitcoin'in toplam değerine yetişememiştir.

Sanal para işlemlerinde başarısızlık olgusu kişilerde analiz yeterliliklerin yerine getirilememesini ifade etmektedir. Bununla birlikte ülkelerin veya bireylerin ortaya attığı stratejiler kripto paraları olumsuz etkileyebilmekte, bireylerin yaşadığı finansal başarısızlıklar psikolojik çöküntülere sebep olmaktadır. Çalışma, bu anlamda bireylerin başarısızlıklarını minimum ölçüde tutmak ve daha doğru kararlar vermesi açısından önem arz etmektedir.

Kripto para değerlerinin tahmin edilmesi bireyler, şirketler ve ülkeler açısından önem arz etmektedir. Kripto paraların, yapay zeka teknolojisine yatırım yapan şirketlere ve ülkelere getiri sağlaması beklenmektedir. Diğer taraftan ülkelerin gayri safi milli hasılasına belli oranda katkı sağlaması amaçlanmıştır. Çalışmada, kripto piyasasında en yüksek piyasa değerine sahip olan Bitcoin (BTC)'nin diğer kripto paralarla ilişkisi incelenmiştir. Bu analizde, piyasa değeri en yüksek olan ilk on kripto paranın Amerikan Doları cinsinden değeri temel alınmıştır. Veri seti olarak; 01.01.2020 ve 31.12.2023 dönemleri günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır.

Bu kapsamda, birinci bölümde çalışmanın konusu ve problem ortaya konmuştur. Araştırmanın amacı, önemi, yöntemi ve literatüre yer verilmiştir. İkinci bölümde, para ile ilgili kavramsal çerçeve ele alınmıştır. Paranın tanımı, işlevleri, gelişimi, özellikleri, çeşitleri açıklanmıştır. Üçüncü bölümde, Bitcoin'in alt yapısını oluşturan blok zinciri (blockchain) teknolojisine yer verilmiştir. Dördüncü bölümde; kripto paranın tanımı, ortaya çıkışı ve çeşitlerine yer verilmiştir. Çalışma kapsamında bulunan piyasa değeri en yüksek ilk on altcoin de burada analiz edilmiştir. Beşinci bölümde ilişki analizinde kullanılan yöntemler ve birliktelik kuralı analizi ele alınmıştır. Veri ve yöntemin yer aldığı altıncı bölümde değişkenler, analizler hakkında bilgiler verilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, Bitcoin ile altcoinler arasındaki ilişkiyi incelemektir. Bu amaçla, çalışmanın yedinci bölümünde Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testleri ile Birliktelik Kuralı analizleri yapılmıştır. 31.12.2023 tarihinde en yüksek piyasa değerine sahip olan Bitcoin, Ethereum, Tether, BNB, Solana, Ripple, USDC, Cardano, Dogecoin, ve Shiba Inu kripto paralar değişken olarak analizde yer almıştır. Çalışmanın örnekleminde, değişkenlerin 01.01.2020 - 31.12.2023 dönemi dolar bazlı günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır. Çalışmada Eviews 12 SV paket programından yararlanılmıştır. Bunun yanısıra Weka 3.6.9 paket programı ile Birliktelik Kuralı analizi yapılmıştır.

Yatırımcılar portföyünü oluştururken çalışma kapsamında analiz edilen kripto paralarla ilgili daha az riske sahip olacaktır.



BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Yapılan araştırmada problem olarak, Bitcoin ile işlem hacmi en yüksek olan Ethereum, Tether, Binance Coin, Solana, Ripple, Amerikan Doları, Cardano, Dogecoin, ve Shiba Inu aralarındaki ilişkinin yönü, ortak hareket edip etmedikleri belirlenmiştir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın temel amacı, Bitcoin ile işlem hacmi en yüksek olan Ethereum, Tether, Binance Coin, Solana, Ripple, Amerikan Doları, Cardano, Dogecoin ve Shiba Inu aralarındaki ilişkinin analiz edilmesidir. Yatırımcıların portföy oluşturmaya ve çeşitlendirmesine yönelik tahminler sunmak amaçlanmıştır.

Bitcoin ve altcoinler arasındaki ilişkiler incelenerek oluşturulan hipotezler çerçevesinde uzun dönemde hangi sanal paralar arasında birlikte hareketin görülüp görülmediği araştırılmıştır. Bu temel amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmaktadır?

- Bitcoin ile Ethereum, Tether, BNB, Solana, Ripple, USDC, Cardano, Dogecoin ve Shiba Inu değişkenleri arasında eşbütünleşme ilişkisi var mıdır?
- Bitcoin ile Ethereum, Tether, BNB, Solana, Ripple, USDC, Cardano, Dogecoin ve Shiba Inu değişkenleri arasında uzun dönemli bir ilişki söz konusu mudur?
- Hangi altcoinler için eş bütünleşme testi yapılamamaktadır?
- Değişkenler uzun dönemde birlikte hareket etmekte midir?

- Hangi kripto paralarda, uzun dönemde bir şok meydana geldiği zaman bu şokun etkisi azalarak devam edecek ve yeniden dengeye yaklaşacaktır?
- Bitcoin ile Ethereum, Tether, BNB, Solana, Ripple, USDC, Cardano, Dogecoin ve Shiba değişkenleri arasında nedensellik ilişkisi var mıdır?
- Bitcoin ile Ethereum, Tether, BNB, Solana, Ripple, USDC, Cardano, Dogecoin ve Shiba değişkenleri arasında birlikte hareket söz konusu mudur?

1.3. Araştırmanın Önemi

Günümüzde yatırımcılar, işletmeler ve devletler için önemi artan, kripto para piyasasında çok sayıda bilgi asimetrisi söz konusudur. Özellikle Covid-19 pandemisiyle birlikte dijitalleşme pek çok sektörde hız kazanmıştır. Dijitalleşme pek çok yeniliği, dönüşümü de beraberinde getirmiştir. Bu değişimden finansal piyasalar da etkilenmiş, kripto paralar çeşitli amaçlarla sıklıkla kullanılır hale gelmiştir. Çalışmada, Bitcoin yatırımcıları için geleceğe yönelik belirsizlikler azaltılmak istenmiştir. Yatırımcıları kripto paraların fiyat hareketleri noktasında olumlu yönde etkilemesi için analizler ortaya konmuştur. Bu doğrultuda işlem hacmi en yüksek ilk on kripto para ile Bitcoin arasındaki ilişki ele alınmıştır.

2008 yılında küresel piyasalarda meydana gelen finansal krizin ardından yeni arayışlar başlamış ve dünya genelinde ilk kripto para olan Bitcoin tanıtılmıştır. Bitcoin'e gösterilen ilginin artmasından sonra ortaya çıkan altcoinler arasında uzun dönemli ilişkinin incelenmesi ve birlikte hareketi çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Kripto paralara olan ilginin gün geçtikçe artmasından dolayı ilgili kripto paraların uzun dönemli ilişkisi ve birlikte hareketin araştırılmasının literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Literatür incelendiğinde özellikle yapay sinir ağları ile kripto paraların fiyat tahminlerinin ele alındığı gözlenmiştir. Bu yönüyle kripto paraların birlikte, ortak hareketi açısından ele alınmadığı dikkat çekmektedir. Bu açıdan da literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

1.4. Araştırmada Kullanılan Yöntem

Çalışmada Bitcoin ve altcoinlerin fiyat hareketleri arasındaki ilişki Johansen Eşbütünleşme - Granger Nedensellik Testi ve Birliktelik Kuralı ile analiz edilmiştir.

Çalışmada öncelikle değişkenlerin durağanlık seviyelerini belirlemek amacıyla ADF Birim Kök Testi yapılmış, daha sonra gecikme uzunluklarını tespit etmek için Johansen Eşbütünleşme Testinden yararlanılmıştır. Bitcoin ile altcoinler arasında karşılıklı nedensellik ilişkisinin var olup olmadığı Granger Nedensellik Testi ile araştırılmıştır. Bitcoin ile diğer kripto para birimlerinin ortak hareketi ise Birliktelik Kuralı ile analiz edilmiştir.

Veri seti; 2020-2023 yılları günlük kapanış fiyatları dolar cinsinden alınmıştır. Bu çalışmada yer alan kripto paralar; Birim Kök, Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testleri ile Vektör Hata Düzeltme kullanılarak incelenmiştir. Böylelikle yatırımcılar için karar verme sürecine ihtiyaç duyulan bilgi sağlanacaktır. Bitcoin'in diğer kripto paralarla olan fiyat hareketleri incelenecektir. Böylece; yatırımcılara uzun ve orta vadede seçenekler sunulacak, doğru yatırım yapılmasına yardımcı olunacaktır. Uzun dönemde kripto paralar, Bitcoin ile işlem hacmi en yüksek on altcoin arasındaki ilişki tespit edilecektir. Riskin azaltılması için portföy çeşitlendirmesi değerlendirilecektir.

Çalışmada sanal paralar arasında portföy çeşitlendirmesi yapılıp yapılamayacağına dair çıkarımlarda bulunmaya çalışılmıştır. Çalışmanın kripto paraların birbirleri ile ilişkisi açısından literatüre katkıda bulunması beklenmektedir. Bitcoin ve altcoinler arasındaki fiyat hareketlerini analiz etmek amaçlanmıştır. Bununla birlikte, bitcoin ve altcoinler arasında nedensellik ilişkisi ve ortak hareketi değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında; Bitcoin, Ethereum, Tether USDt, Binance Coin, Solana, Ripple, ABD Doları (USDC), Dogecoin, Cardano, Shiba Inu yer almıştır. Çalışmaya konu olan tarihler arasında en yüksek işlem hacmine sahip olmaları nedeniyle bu kripto paralar seçilmiştir. Kripto para, dünya piyasasında her geçen gün daha yüksek işlem sayısı ve tutara sahiptir. Günlük yüksek işlem hacmine sahip bu değerlerin doğru tahminlerle alım seviyesinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Kripto alım - satım işlemlerinde fiyat belirleyici kesin kuralların olmaması, farklı borsalarda değişken fiyatların olması aynı coin de bile günlük ciddi fiyat farkları ortaya çıkarmaktadır. Bu durum kripto para piyasasında, fiyat tahmini yapacak sistemlere olan ihtiyacı artırmaktadır. Bitcoin ve altcoinlerin kapanış fiyatları arasındaki ilişkinin ortaya konması yatırımcılar açısından önemlidir.

Bitcoin ve diğer kripto paralar arasındaki ilişki ele alınmıştır. Yapılacak işlemler sırasıyla şu şekilde olacaktır.

- Investing web sitesinden seçilen kripto paraların değerleriyle ilgili bilgiler çekilecek.

- Veriler işlenebilir bir formata getirilecek.
- Eviews ve Weka Programları'na veriler tanıtılacak.
- Analizler yapılacaktır.
- Analiz bulgularına yer verilecek.

Çalışmamda, literatürden farklı bir dönem kullanılmıştır. Bitcoin fiyatlarının yüksek düzeyde arttığı dönem ile ortalama düzeyine geri geldiği dönemi kapsayan Ocak 2020 - Aralık 2023 dönemi günlük verileri ele alınmıştır. Granger Nedensellik, Johansen Eşbütünleşme ve ADF Birim Kök testleri yapılmıştır. Bunun yanı sıra Bitcoin ve diğer kripto paraların ortak hareketi Birliktelik Kuralı ile analiz edilmiştir.

Eşbütünleşme olduğu görülen değişkenler için nedensellik analizleri yapılmıştır. Ayrıca değişkenlerin ortak hareketi birliktelik kuralı ile analiz edilmiştir. Bu bağlamda Bitcoin ve altcoin olarak tanımlanan diğer kripto paralar arasındaki ilişki incelenmiştir. Veri seti 01.01.2020 - 31.12.2023 dönemi günlük olarak investing.com aracılığıyla elde edilmiştir. Analizler Eviews ve Weka programları kullanılarak yapılmıştır.

1.5. Literatür Araştırması

Kripto paraların fiyat hareketlerine ilişkin araştırmalar ele alındığında daha çok yabancı literatürün yoğun olduğu görülmektedir. Ülkemizde ise özellikle son yıllarda kripto paralar konusunda yapılan araştırmaların arttığı bilinmektedir. Literatür incelendiğinde yapay sinir ağları modelinde araştırmaların özellikle kripto paraların fiyat tahmininde yoğunlaştığı gözlenmiştir. Kripto paraların birbirleri arasındaki ortak hareketin yapay sinir ağları modeliyle ele alınmadığı göze çarpmaktadır. Kısa ve uzun dönemli ilişki çeşitli nedensellik testleri ile incelenmiştir. Bu kapsamda, kripto paraların birbirleri arasındaki ilişkiler üzerine yapılmış araştırmalara aşağıda yer verilmiştir.

Yermack (2013) yaptığı araştırmasında, Bitcoin ile altın ve döviz kurları arasındaki fiyat ilişkisini incelemiştir. Sonuçta; Bitcoin'in günlük döviz kurları, altın ve fazla kullanılan para birimleriyle arasında bir ilişkinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra Bitcoin'in, günlük bilgisayar korsanlığı ve hırsızlık riskleriyle karşı karşıya kaldığını ele almıştır. Bitcoin'in para birimi olmasından ziyade spekülasyon bir yatırım aracı olduğunu vurgulamıştır.

Shah ve Zhang (2014), Bitcoin yatırımcılarının yatırımlarını 60 günde iki katına çıkarmayı amaçladıkları araştırmalarında Bayes Lineer Regresyon yöntemini kullanmışlardır. Sonuçta % 89 başarı sağlandığı vurgulanmıştır.

Kristoufek (2014), Bitcoin fiyatını ölçmeye çalıştığı araştırmasında; dalgacık diyagramı yoluyla Bitcoin fiyatının hem finansal hem de spekülative varlık olduğunu vurgulamıştır. Dalgacık yöntemine göre; Bitcoin'in spekülative varlık olduğunu ancak uzun vadede fiyat düzeyi ve para arzı gibi faktörlerin Bitcoin fiyatlarını etkilediğini, sonuçta madencilik yapmayı teşvik ettiğini savunmuştur.

Iwamura ve Matsumoto (2014), kripto para tanımlaması yaparken para arzının kısıtlanmaması gerektiğini savunmuşlardır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte kripto paranın üretim maliyetlerinin düşeceğini vurgulamışlardır.

Chu vd. (2015) araştırmalarında, Bitcoin fiyatları ile Amerikan dolarını karşılaştırmıştır. Bu çalışmada genelleştirilmiş hiperbolik dağılım tekniklerini kullanmışlardır. Döviz kurunun gelecekteki değerleri tahmin edilmiştir.

Greaves ve Au (2015), blok zincir ağ tabanlı özellik mühendisliği ve makine öğrenme optimizasyonu kullanmıştır. Bitcoin fiyatının hareketini sınıflandırmada, lineer regresyon % 53.4, makine öğrenmesi % 53.7, lojistik regresyon % 54.3, yapay sinir ağları yöntemi % 55.1 oranında yukarı yönlü başarı sağladığı görülmüştür.

Madan vd. (2015) araştırmalarında, makine öğrenmesi yöntemiyle Bitcoin fiyat tahminini iki aşamalı olarak yapmışlardır. Makine öğrenme algoritmalarıyla yaptıkları çalışmada Bitcoin fiyatını belirleyen özellikleri tespit etmişlerdir. Veri seti olarak beş yıllık günlük fiyat değişimi kullanılmış ve % 98 doğruluk payıyla başarı sağlanmıştır. İkinci aşamada ise 10 dakikalık ve 10 saniyelik zaman değişkenleri incelenmiştir. Ayrıntı düzeyi ve gürültü seviyelerinde fiyat tahminleri değerlendirilmiştir. Doğrusal modelleri kullanan özel bir algoritma ile deneyler yapılarak % 50-55 oranında başarılı olunmuştur.

Matta vd. (2015) araştırmalarında forumlar, bloglar, tweetler, sohbetler, e-posta, web 2.0 hizmetleri gibi çok sayıda kullanıcı ve medyanın ilgisini çeken radikal kullanılarak Bitcoin fiyatının yayılmasının tweet hacimleri veya web arama medya sonuçlarıyla ilişkisini ele almışlardır. BTC fiyat hareketleri ile Google Trends verileri, tweetlerin hacmi ve sosyal medyadan atılan tweetlerde anlamlı ilişki bulunmuştur.

Yang ve Kim (2015), Bitcoin işlemlerinin akışı ve Bitcoin fiyat hareketleri arasındaki ilişkiyi ağ teorisi kullanarak karşılaştırmışlardır. Bitcoin piyasası getirisinin ve oynaklığının öngörülebilirliğinin önemli ölçüde ilişkili olduğu sonucunu elde etmişlerdir.

Dyhrberg (2016), Bitcoin'in altın ile ilgili araştırmasında kullanılan asimetrik GARCH yöntemini kullanarak riskten korunma başarısını ölçmüştür. Araştırmada; altın, menkul kıymetler borsası ve döviz portföylerinin hedge enstrümanı olarak kullanılıp kullanılmayacağına odaklanılmıştır. Sonuçta; menkul kıymetler borsası hisse senetleri ve

Amerikan dolarına karşı riskten korunma amacıyla Bitcoin'in kullanılabileceği bulgusuna ulaşılmıştır.

McNally vd. (2016) araştırmalarında, Bitcoin fiyatının yukarı ve aşağı yönünün ne kadar doğru tespit edildiğini derin öğrenme ağları kullanarak analiz etmiştir. Bayesian tarafından optimize edilmiş bir tekrarlayan sinir ağı (RNN) ve bir uzun kısa süreli bellek (LSTM) ağıyla analiz yapılmıştır. LSTM ile yaptığı çalışma % 52' lik en yüksek sınıflandırma doğruluğunda başarı sağlamıştır.

Kim vd. (2017) araştırmalarında, Bitcoin'in çevrimiçi ödeme yapmak için dünya çapında yatırım aracı haline geldiğinden, Bitcoin'in fiyat dalgalanmasını tahmin etmek için çevrimiçi forumlarda yayınlanan yorumları kullanmışlardır. Çevrimiçi forumların yorum ve açıklamalarını anahtar kelimeler kullanarak analiz etmişlerdir. Analitik yöneme göre; ölçüm sonuçları oranı 2016 yılında % 79.57 tahmin edilmiştir. 2017 yılında ise % 80.39 ile daha doğru sonuç alındığı görülmüştür.

Arı ve Berberler (2017), Adaline ve çok katmanlı algılayıcı modeli ile tek katmanlı algılayıcılar hakkında yazılım geliştirmişlerdir. Tek katmanlı algılayıcılardan mantıksal AND ve OR problemleri doğrusal olarak sınıflandırılmıştır. XOR probleminin ise tek bir doğru ile sınıflandırılmadığı görülmüştür. Tek katmanlı algılayıcılar, lineer olmayan problemlere çözüm üretemediğinden yapay sinir ağları ile çok katmanlı algılayıcı modelini geliştirmişlerdir. Yapay sinir ağlarında ise geri yayılım algoritması ile tahmin ve sınıflandırma yapılmıştır. Tahmin ve sınıflandırma ile geri yayılım algoritmasına çözüm getirilmiştir.

Indera vd. (2017) araştırmalarında, hareketli ortalama (MA) teknik göstergeleri ve Bitcoin fiyat tahmin modelini kullanmışlardır. Verilerde; açılış – kapanış fiyatları, en yüksek - en düşük fiyatlar kullanılarak çok katmanlı dışsal girdiler (NARX) modeli yer almıştır. NARX modeli ve PSO tabanlı yöntem kullanılarak giriş - çıkış gecikmesini ve gizli birim sayısını optimize etmek için birçok parametre kullanılmıştır. Sonuçta; model, tüm model doğrulama testlerini geçmiştir. Modelin Bitcoin fiyatlarını doğru bir şekilde tahmin etmede başarılı olduğunu göstermişlerdir.

Stenqvist ve Lönnö (2017), fiyat değişimlerinin analizi için Twitter'ın tweetlerini kullanmışlardır. Duygu değişikliğinin ciddiyetinin artmasına ve azalmasına bağlı olarak, 5 dakika ile 4 saat arasında değişen süreler boyunca 1, 2, 3 veya 4 zaman diliminde ileriye kaydırılmasına yönelik bir yöntemle yapmışlardır. 4 zaman diliminde, 30 dakikalık bir süre boyunca tweet duyularını ele almışlardır. Sonuçta; % 2.2' lik bir duygu değişim eşiğinin toplanmasının % 79 oranında doğrulukla tahminsel başarı sağlamışlardır.

Alessandratti vd. (2018) araştırmalarında, kripto para piyasasında yüksek karlar elde edebilmek için makine öğrenmesini kullanmışlardır. Kasım 2015 ve Nisan 2018 yılları arasındaki günlük verilerden yararlanılarak kripto para birimleri test edilmiştir. Sonuçta; kripto para piyasasının kısa vadeli gelişimi basit algoritmik mekanizmalarla tahmin edilebileceği vurgulanmıştır.

Amjad vd. (2018) araştırmalarında, bulanık zaman serileri ve kuantum evrimsel algoritmalarını kullanmışlardır. İki yöntem optimize edilmiş aralık uzunluklarını bulmak için birlikte kullanılmıştır. Algoritma, TAİEX endeks tahmini ve Bitcoin fiyat tahminine uygulanmıştır. Doğruluk ve hesaplama karmaşıklığı açısından çeşitli modellerde optimizasyonu iyileştirilebildiği görülmüş, ekonomik ve finansal modelleme için yeni bir boyut kazandırmıştır. Kuantum Bazlı Evrimsel Algoritma kullanılarak yapılan tahminlemede % 96 oranında başarı sağlanmıştır.

Güleç vd. (2018) araştırmalarında, Bitcoin'in hisse senedi emtia piyasaları, döviz, faiz ile aralarındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Analizde, Mart 2012 ile Mayıs 2018 dönemi aylık verileri kullanılmıştır. Bitcoin ile faiz oranları, döviz kuru ve borsalar arasındaki ilişkiyi Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testleri kullanarak incelemişlerdir. Sonuçta, Bitcoin fiyatlarının artış eğiliminde ve yüksek bir oynaklığa sahip olduğu bulunmuştur. Araştırmada, Granger Nedensellik Testi kullanılarak Bitcoin ile faiz değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmüştür.

Ceyhan vd. (2018) araştırmalarında, Bitcoin fiyatlarının hareket yönünü yapay zekâ teknikleri ve metin madenciliği yöntemiyle tahmin etmişlerdir. Bitcoin fiyat tahminlerinde doğru sonuca ulaşabilmek için lojistik regresyon, destek vektör makinesi ve yapay sinir ağlarından yararlanmışlardır. Ayrıca metin madenciliği yöntemi kullanılarak elde edilen günlük haber verileri veri seti haline getirilmiştir. Makine öğrenimi modellerini, hem tarihsel Bitcoin değerlerini hem de günlük haber metinlerinden entegre bir veri kümesi üzerinde uygulamışlardır. Yapılan çalışmalar neticesinde başarılı sonuçlar alınacağı öngörülmüştür.

Ciaian vd. (2018) araştırmalarında, Bitcoin ve altcoin piyasaları arasındaki karşılıklı bağımlılıkları ARDL Sınır Testi ile analiz etmişlerdir. 2013-2016 yılları arasındaki Bitcoin ve on altı altcoinin fiyatlarını, sanal para arzını, makroekonomik göstergeleri değişken olarak kullanmışlardır. Sonuçta, Bitcoin ve altcoinlerin birlikte hareket ettiğini ve kısa vadede daha doğru sonuç verdiğini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte uzun vadede ise makroekonomik göstergeler altcoin fiyatını Bitcoin fiyatından daha fazla belirlemektedir.

İçellioğlu ve Öztürk (2018) araştırmalarında, Bitcoin ile seçili döviz kurları arasındaki ilişkiyi Granger Nedensellik, Engle-Granger Eşbütünleşme ve Johansen Testleri ile analiz etmişlerdir. Bitcoin ve ABD Doları, Euro, İngiliz Poundu, Yen, Yuan değişken olarak kullanılmıştır. 29 Nisan 2013-22 Eylül 2017 dönemi veri seti seçilmiştir. Sonuçta; Bitcoin'in döviz kurlarından bağımsız hareket ettiği bulgusuna ulaşılmıştır. Şöyleki; Bitcoin ile seçili döviz kurları arasında uzun ve kısa dönemde bir ilişki söz konusu değildir.

Çütücü ve Kılıç (2018) araştırmalarında, Bitcoin ve dolar kuru arasındaki ilişkiyi Maki Eşbütünleşme ve Bootstrap Nedensellik Testleriyle incelemişlerdir. Kasım 2013-Mart 2018 yılları arasındaki BTC haftalık verilerini kullanmışlardır. Sonuçta; Bitcoin ve dolar kuru arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiştir. Bootstrap nedensellik testine göre dolar kurundan BTC fiyatlarına % 1 nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Jang ve Lee (2018) araştırmalarını, 2017 yılındaki Bitcoin fiyat hareketlerindeki dalgalanmaların nedenini tespit etmek ve yatırımcıları yönlendirmek amacıyla Bayes Sinir Ağı kullanılarak yapmışlardır. Teknolojik faktörler, bitcoin arzını etkilemediğinden araştırmaya dahil edilmemiştir. BTC fiyatlarını açıklamada Google aramaları, geçmiş fiyat performanslarından yararlanılmıştır. Sonuçta, yatırımcıların piyasadaki iyimserlik ve Bitcoin'e olan ilgisi arttığında riskli varlıklara yatırım yaptıkları görülmüştür. BNN modelinin diğer düğümlerle bağlantı oluşturmak için ağ görevi yapan doğrusal ve doğrusal olmayan modellerle karşılaştırılarak BTC fiyat-zaman serisinin daha başarılı sonuçlar verdiği bulunmuştur.

Purbarani ve Jatmiko (2018) araştırmalarında, lineer regresyon makine öğrenme algoritması kullanılarak veri işleme simülasyonu kullanmışlardır. Simülasyon, Apache Spark küme mimarisi ve GPU'da yapılmıştır. Her iki mimarideki algoritma uygulamasının çalışma süresi ve hatası karşılaştırılarak, Apache Spark kümesi ve GPU arasında benzer hata performansı bulunmuştur. Sonuç olarak, Apache Spark simülasyonun GPU'dan daha hızlı çalışabileceği sonucu bulunmuştur.

Sakız ve Kutlugün (2018), on üç yıllık Bitcoin fiyatlarına ait veriler kullanarak makine öğrenmesi algoritmaları ile tahminleme yapmışlardır. Tahminleme yapma aşamasında eğitim ve sınamaya test gruplarından yararlanılmış ve 1 aylık fiyat tahmini yapılmıştır. Tahmin sonucu çok yüksek oranda bulunduğundan, kullanılan yapay zeka algoritmalarının ve parametrelerin tahminlemede kullanılmaması gerektiği bulgusuna ulaşmışlardır.

Singh ve Agarwal (2018), Bitcoin fiyatlarını tahmin etmek için son 8 yıllık veriler

kullanarak 4 makine öğrenme yönteminin deneysel testini kullanmışlardır. Polinom ve doğrusal regresyonun özellikleri kullanılarak araştırmada uygulanmıştır. Sonuçta, k-en yakın komşu (KNN) regresyonunun, 0.00021 ortalama kare hatası elde etmek için kullanılan diğer modellerden daha iyi performans gösterdiği bulunmuştur.

Şpilak (2018), kripto paranın fiyat tahmini için derin öğrenme ve sinir ağıları algoritmaları kullanmıştır. Algoritmalarda, tekrarlayan sinir ağı (RNN), çok katmanlı algılayıcı (MLP) ve uzun bağımlılıkları öğrenebilen uzun kısa süreli bellek (LSTM) aynı anda gerçekleştirilmiştir. Tahminlere dayanan uzun/kısa pozisyonlara dayalı kripto para endeks (CRIX) performansını karşılaştırmıştır. Sonuçta, CRIX'in kripto para birimlerinin yön hareketlerini tahmin etmede en iyi doğruluğa sahip olduğunu ancak 2017 yılının ilk çeyreğinde LSTM'nin CRIX'i geride bıraktığı bulunmuştur.

Şahin (2018) araştırmasında, Bitcoin'in fiyatını tahmin etmiştir. Yapay sinir ağıları ile ARIMA arasında karşılaştırma yapmıştır. Araştırmada, 2012-2018 yılları arasındaki Bitcoin günlük kapanış değerlerinin fiyat verileri kullanılmıştır. Sonuç olarak ARIMA (1.1.6) modelinin yapay sinir ağıları (MPL 6.3.1) modeline göre başarılı sonuçlar vermediği bulunmuştur.

Karaağaç ve Altınırnak (2018) araştırmalarında, Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash, Cardano, Litecoin, NEM, NEO, Stellar ve IOTA kripto paralarının birbirleri üzerindeki etkisini Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testleri ile ele almışlardır. Sonuçta; Cardano'nun NEO'nun; Bitcoin, NEM ve Litecoin Bitcoin Cash'in; NEM Stellar'ın; Ripple Bitcoin'in Granger nedeni olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra, NEO ve Ethereum, NEO ve Litecoin birbirlerinin Granger nedenidir. Bu değişkenler birbirlerini kısa dönemde etkilemektedir.

Çağlı (2019) araştırmasında, Chen'in "patlayıcı süreç çerçevesini" kullanarak Bitcoin ile 7 altcoinin fiyat davranışını incelemiştir. Araştırmada, Eylül 2015 ile Ocak 2018 dönemi kripto para birimlerinin günlük fiyatları analiz edilmiştir. Sonuçta; Ethereum-Monero, Bitcoin-Dash, Ethereum-Dash, Ripple-Stellar ve Ethereum-Litecoin arasında % 10 ve üzerinde ortak patlayıcı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Nem altcoinin patlayıcı davranış göstermediği tespit edilmiştir.

Çakın (2019) araştırmasında, Bitcoin'in euro, İngiliz sterlini, Ethereum, Ripple, Litecoin gibi kripto para birimleri ile ilişkisini nedensellik testi ile analiz etmiştir. Zaman serileri durağan olduğundan Johansen Eşbütünleşme testi yapılmış ve aralarında uzun dönemli ilişki bulunmuştur. Hata Düzeltme Modeli uzun dönemde dengeden uzaklaştığından, bunun kısa dönemde telafi edilemeyeceği bulgusuna ulaşılmıştır.

Sonuçta; tek yönlü nedensellik ilişkisi, Bitcoin'den Ripple'a doğru olduğu tespit edilmiştir.

Aulia (2019) araştırmasında, en büyük piyasa değerine sahip olan BTC, ETH, XRP, Bitcoin Cash ve Eos kripto paraları arasındaki ilişkiye odaklanmıştır. 07.08.2015 ve 11.09.2018 dönemi günlük verilerini kullanılmıştır. Yöntem olarak GARCH modeli ve Granger Nedensellik Testini uygulamıştır. GARCH testi sonucunda; Bitcoin - Ethereum ve Bitcoin Cash - Bitcoin arasında volatilité yayılımı olduğunu bulmuştur. Granger Nedensellik Testinde ise, BTC'den ETH'ye doğru tek yönlü bir ilişki bulunmuştur. Bitcoin ve Bitcoin Cash arasında ise çift yönlü nedensellik bulunmuştur.

Konuşkan vd. (2019) yaptıkları araştırmada; BTC, ETH ve XRP kripto paraları arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Araştırmada, Ocak 2018-Aralık 2018 dönemi kapanış fiyatları ele alınarak Johansen Eşbütünleşme Testini kullanmışlardır. Bitcoin bağımlı değişken, Ripple ve Ethereum bağımsız değişken olarak yer almıştır. Sonuçta; araştırma sırasında BTC, ETH ve XRP arasında kısa dönemli bir ilişki bulunmuştur.

Akçalı ve Şişmanoğlu (2019) araştırmalarında, Bitcoin, Ripple, Ethereum, Stellar, Litecoin, Monero, Dash ve Nem kripto paralar arasındaki ilişkiyi Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ile analiz etmişlerdir. Ağustos 2015-Kasım 2018'e ait kapanış fiyatlarını veri seti olarak kullanmışlardır. Sonuçta; Bitcoin, Ripple ve Stellar arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Adedokun (2019) araştırmasında, Bitcoin, Dash, Doge, Ethereum, Iota, Litecoin, Nem, Neo, Tron, Stellar, Ripple kripto paraları arasındaki ilişkiyi eşbütünleşme ve VEC Granger Nedensellik Testi ile analiz etmiştir. 08.08.2015-31.12.2018 dönemi günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır. Sonuçta; 2015 ve 2016 döneminde bitcoin ile altcoinler arasında nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. 2017 yılında Neo dışındaki tüm çiftler Bitcoin'den Neo'ya doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Bununla birlikte Dash, Ripple, Iota ile Bitcoin çiftleri arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu bulunmuştur.

Demir vd. (2019) araştırmalarında, 2010 ve 2019 yıllarına ait Bitcoin için timestamp, blockheight, close, difficulty, supply, lnprice, Ret, Log_Ret, Volatility, S2F, blocks_to_halving, blocks_to_nearest_halving kullanılarak 12 özellekle makine öğrenmesi yöntemiyle tahmin yapmışlardır. KAGGLE veri setinden elde edilmiştir. Sonuçta; bu özelliklerin Bitcoin tahmininde kullanılabileceği bulunmuştur. Çalışmada karar ağaçları ve k en yakın komşuluk algoritması % 81.2, yapay sinir ağları % 86.6, uzun kısa süreli bellek ağları % 97.2, destek vektör makinaları % 91.8, Naive Bayes % 85 doğruluk oranları tespit edilmiştir.

Sifat vd. (2019) araştırmalarında, Bitcoin ve Ethereum arasındaki ilişki üzerine bir analiz yapmışlardır. Ağustos 2017-Eylül 2018 arasında yıllık, saatlik ve günlük veriler kullanılarak, 5 farklı test (ARMA, Granger Nedensellik, VECM, Wavelet Coherence ve ARDL) ile analizler yapılmıştır. Sonuçta; Bitcoin ile Ethereum arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Aksoy vd. (2020) araştırmalarında, işlem hacmi en yüksek olan Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash ve Litecoin'in fiyat ilişkisini incelenmişlerdir. 18.01.2018-24.12.2019 dönemi verileri kullanılarak, Toda-Yamamoto Nedensellik Testini uygulamışlardır. Sonuçta; Litecoin fiyatının tüm kripto paralardan etkilendiği, Ethereum'un ise tüm kripto paraları etkilediği bulunmuştur. 5 kripto para arasından nedensellik ilişkisi içerisinde bulunan en az 2 adet kripto para olduğu görülmüştür.

Atlan vd. (2020) araştırmalarında, Türk lirası olarak fiyat tahmini yapabilmek için Ethereum, Bitcoin ve Ripple kripto paralarından web modeli geliştirmişlerdir. Modelde kripto paralar hakkında ileriye yönelik tahmin yapabilmek için 20.09.2019-20.11.2019 dönemleri arasındaki dinamik veriler yer almıştır. Tahminleme yapılma aşamasında yapay sinir ağları, uzun kısa-vadeli bellek, sinirsel bulanık çıkarım ve polinomsal eğri uydurma yöntemleri kullanılmıştır. Sonuçta; yapılan tahminlemede başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Polat ve Tuncel (2020) araştırmalarında, Borsa İstanbul ve kripto paralar arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. 24.11.2013-23.06.2019 tarihleri arasında haftalık veriler alınarak, Johansen eş bütünleşme, Hatemi-J-Irandoust testleri kullanılmıştır. Sonuçta; Johansen eş bütünleşme test sonuçlarına göre; Bitcoin ve Bist100 endeksi arasında eşbütünleşme ilişkisine rastlanmamıştır. Hatemi-J-Irandoust (2012) testine göre; değişkenler arasında saklı eşbütünleşme olduğu tespit edilmiştir.

Awoke vd. (2020) araştırmalarında, bitcoin fiyat oynaklığının tespit etmek ve yüksek doğruluk elde etmek için analiz yapmışlardır. Özellikle uzun kısa süreli bellek (LSTM) ve geçitli tekrarlayan birim (GRU) olmak üzere derin öğrenmeye dayalı tahmin modellerini kullanmışlardır. Sonuçta; bitcoin fiyatını tahmin etmede geçitli tekrarlayan birim modelinin, uzun kısa süreli bellek modeline göre daha uygun sonuç verdiği bulunulmuştur.

Chen vd. (2020) araştırmalarında, Bitcoin fiyatını farklı frekanslarda tahmin etmek için makine öğrenimi tekniklerini kullanmışlardır. Bitcoin fiyatını ilk olarak günlük fiyata, daha sonra yüksek frekans fiyatına göre sınıflandırmışlardır. Bitcoin günlük fiyat tahmini için ağ, piyasa ve altın spot fiyatı dahil olmak üzere yüksek boyutlu

özellik kullanmışlardır. Kripto para borsasından elde edilen temel ticaret özellikleri 5 dakika aralıklı fiyat tahmini için yer almıştır. Bitcoin günlük fiyat tahmini için lojistik regresyon ve doğrusal ayırım analizi yöntemlerini kullanarak daha karmaşık makine öğrenimi algoritmalarından daha iyi performans ve % 66' lık oranda doğruluk payı elde etmişlerdir. Bitcoin için destek vektör makinesi ve uzun kısa süreli bellek 5 dakika aralıklı fiyat tahmini, % 67.2 doğrulukla diğer istatistiksel yöntemlerden daha üstün olduğunu tespit etmişlerdir.

Alonso-Monsalve vd. (2020) araştırmalarında, yüksek frekanslarda teknik analiz kullanarak kripto para birimi döviz kurlarının trend sınıflandırması alanındaki çok katmanlı algılayıcılara alternatif olarak evrimsel bir bileşene sahip sinir ağlarının uygunluğunu araştırmışlardır. Deneysel çalışma, (Bitcoin, Dash, Ether, Litecoin, Monero ve Ripple) olup olmadığını tahmin etmek için dört farklı ağ mimarisinin (evrimsel sinir ağı, hibrit CNN-LSTM ağı, algılayıcı ve radyal değişken sinir ağının USD karşısında değerini araştırmışlardır. Araştırma bir yıl boyunca dakikalık veriler alınarak döviz kurlarından elde edilen 18 teknik göstergeye dayanan sonuçlar, teknik veriler kullanılarak tüm serilerin belirli bir dereceye kadar tahmin edilebilir olduğunu ortaya koymuştur. Evrimsel LSTM sinir ağları, diğer sinir ağlarına göre önemli ölçüde performans gösterirken, CNN sinir ağları da özellikle Bitcoin, Ether ve Litecoin kripto para birimlerinin birlikte hareket ettiğini bulmuşlardır.

Lahmire ve Bekiros (2020) araştırmalarında, Bitcoin fiyat serilerini tahmin etmek için regresyon, makine öğrenimi ve yapay sinir ağı modellerini kullanmışlardır. Destek vektör regresyonları (SVR), Gaussian Poisson regresyonları (GRP), regresyon ağaçları (RT), k gibi algoritmik modeller, en yakın komşular (kNN), ileri besleme (FFNN), Bayes düzeni (BRNN) ve radyal tabanlı fonksiyon ağlarını (RBFNN) kullanarak analiz yapmışlardır. Sonuçta; çift yönlü geri yayımlı sinir ağları (BRNN) modeli diğer modellere göre daha doğru Bitcoin fiyat tahmini sağlamıştır. Bununla birlikte yakınsamasının engellenmediğini ve hızlı olduğunu bulmuşlardır.

Jiang (2020) araştırmasında, Bitcoin fiyatını tahmin etmek için minimum-maksimum normleştirme, Adam iyileştirici, windows minimum-maksimum normleştirme, derin öğrenme ağlarını ve doğruluğu artırma yöntemlerini kullanmıştır. Bitcoin fiyatını dakikalık toplamış, toplam 56.832 gözlem yer almıştır. Bitcoin fiyatını tahmin etmek için 24 saatlik veriyi girdi olarak kullanmış ve bir sonraki saatin fiyatını öngörmüştür. Çok katmanlı algılayıcının (mlp) mevcut eğilime dayalı fiyat tahmini için

uygun olmadığını tespit etmiştir. Modele uzun kısa süreli bellek (LSTM), geçmiş bellek ve geçitli tekrarlayan ağ (gru) dahil edildiğinde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Chen vd. (2021) araştırmalarında, Bitcoin fiyatlarını doğru tahmin edip edemeyeceğini öğrenmek için iki aşamalı bir yaklaşım geliştirmişlerdir. İlk aşamada, ekonomik ve teknolojik faktörlerin önemini ölçerek yapay sinir ağı ve rastgele sınıflandırmadan oluşan iki doğrusal olmayan seçim yöntemini kullanmışlardır. İkinci aşamada, potansiyel öngörücüler, önceki döviz kurundan bağımsız olarak Bitcoin döviz kurunu tahmin etmek için uzun kısa süreli belleğe (LSTM) entegre etmişlerdir. Sonuçta, ekonomik ve teknolojik belirleyicileri kullanarak, LSTM'nin önceki tüm döviz kurunu kullanan otoregresif entegre hareketli ortalama, uyarlanabilir ağ izni çıkarma sistemi, destek vektör regresyonu ve LSTM yöntemlerine göre daha iyi performans verdiğini bulmuşlardır. Bu nedenle, ekonomik ve teknolojik kaynaklardan elde edilen bilgiler, Bitcoin döviz kurunu tahmin etmek için önceki döviz kurunu baz almaktan daha önemli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Dönmez vd. (2021) araştırmalarında, Litecoin, Bitcoin Cash, Ripple ve Ethereum arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Veri seti olarak, 01.08.2017-01.03.2020 dönemi kullanılmıştır. Öncelikle değişkenlere Augmented Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi uygulanmıştır. Araştırma bulgularına göre; serilerin durağan olduğu gözlenmiş ve Granger nedensellik testi yapılmıştır. Vektör otoregresif, varyans ayrıştırma analizleri ve etki-tepki testleri de ayrıca ele alınmıştır. Sonuçta; BCH fiyatının (ETH-LTC-XRP) Granger nedeni olduğu, LTC fiyatının, (ETH- XRP) fiyatının Granger nedeni olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Kılıç ve Zeren (2021) araştırmalarında, işlem hacmi en yüksek olan on kripto para arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Analizde; Bitcoin, Ethereum, Tether, Ripple, Tron, Bitcoin SV, Litecoin, Bitcoin Cash, Eos ve Ethereum Klasik günlük kapanış fiyatları (dolar cinsinden) kullanılmıştır. Sonuçta; 13 adet BTC (ETC-USDT-XRP-LTC), BCH (BSV-ETC-EOS), ETH (ETC-XRP-LTC), USDT (XRP-LTC) ve BSV-ETC, eşleşmede uzun dönem ve pozitif ilişki gözlemlenmiştir. 30 adet BTC (BCH-BSV-ETH-EOS-TRX), BCH(ETH-USDT-XRP-LTC-TRX), BSV(ETH-USDT-XRP-LTC-EOS-TRX), ETH(USDT-EOS-TRX), ETC(USDT-XRP-LTC-EOS-TRX), XRP(LTC-EOS), LTC(EOS-TRX), USDT-EOS ve EOS-TRX eşleşmede herhangi bir ilişki saptanmamıştır.

Koy vd. (2021) araştırmalarında, en yüksek işlem hacmine sahip ve ABD borsa endeks getirilerinin lideri olan Bitcoin'in volatilité yapısındaki varlığını araştırmışlardır.

Analiz dönemi seçiminde 10.03.2016 – 11.06.2019 tarihleri arasındaki günlük veriler ele alınmıştır. Çalışmada varyans değişkeni olarak; SP500, Nasdaq100 ve Dow Jones Industrial ve Otoresif Koşullu Değişen Varyans modellerinden GARCH, EGARCH ve TARCH modellerini kullanmışlardır. Sonuçta her üç endekste de BTC'in volatilitésinin anlamlı olduğu görülmüştür. GARCH, EGARCH ve TARCH modellerinin borsa endeksleri ile geliştirilmiş modellerin tamamında ancak EGARCH modelinin endekslerle geliştirilmiş tüm modeller arasında en güçlü model olduğu bulunmuştur.

Kubar ve Toprak (2021) araştırmalarında, Bitcoin ile altcoinler arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik testi, korelasyon ile analiz etmişlerdir. Veri seti olarak; 21.08.2020-07.01.2021 dönemini seçmişlerdir. Değişken olarak; Ripple, Bitcoin Cash, Litecoin, Polkadot, Ethereum, Stellar, Tether, Chainlink ve Cardano'nun dolar cinsinden günlük kapanış fiyatları ele alınmıştır. Korelasyon test sonucuna göre; Bitcoin'in, diğer tüm kripto paralarla güçlü ve pozitif bir ilişkisi olduğu, ancak Tether ile ilişkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Granger Nedensellik Test sonucuna göre; Tether BTC'nin, BTC ETH'nin, BTC LTC'nin, XRP BTC'nin, ADA BTC'nin, BTC LINK'in ve BTC XLM'nin Granger nedeni olduğu bulunmuştur.

Şak (2021) araştırmasında, piyasa değeri yüksek olan on üç kripto para arasındaki ilişkiler, pozitif ve negatif şokların yaşandığı kazandıran ve kaybettiren dönemler için Hatemi-J asimetrik nedensellik testini kullanarak analiz etmiştir. Analizde; Bitcoin, Ethereum, Ripple, Litecoin, Binance USD, Monero, Neo, Bitcoin Cash, Zcash, Stellar, Dash, Ethereum Classic ve Eos kripto paraları yer almıştır. Veri seti olarak, 26.07.2017-27.02.2020 dönemi, günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır. Sonuçta; yatırım yapan kişilerin kazanç sağladığı dönemde sepetini çeşitlendirdiği ancak kaybetme durumunda riskten uzak olan kağıtları tercih ettiğı gözlenmiştir.

Shankhdhar vd. (2021) araştırmalarında, Bitcoin fiyatını daha hızlı sürede tahmin etmek için derin öğrenme algoritmaları, makine öğrenmesi ve regresyon modellerini kullanmıştır. Bunlar; LSTM, GRU, Huber regresyon, çok değişkenli doğrusal regresyon ve Theil-Sen regresyon algoritmalarını kullanarak analiz etmiştir. Tahmin için kullanılan veri seti MongoDB içinde saklanmıştır. Huber regresyonu, Bitcoin fiyat tahmini için daha iyi doğruluğa sahip çıkmıştır. Doğrusal regresyon ise, en hızlı sürede fiyat tahmini yapmıştır. Derin makine öğrenmesi uygulanmış modellerde; GRU'nun daha iyi MSE ve R değerine sahip olduğunu ancak LSTM'nin yürütme süresinin GRU'dan daha iyi olduğunu göstermiştir.

Ay ve Adıyaman (2022) araştırmalarında, Bitcoin ve altcoinler arasındaki ilişki Johansen Eşbütünleşme Testi, Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) ve Granger Nedensellik Testi ile analiz edilmiştir. Analizde; 01.01.2018-31.12.2020 dönemi, günlük verileri kullanılmıştır. Johansen Eşbütünleşme Test sonucuna göre; değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki bulunmuştur. Granger Nedensellik sonucuna göre ise, Cardona'dan Bitcoin'e, Bitcoin'den Ethereum'a ve Cardano'dan Binance Coin'e doğru tek yönlü nedensellik tespit etmişlerdir.

Özekenci (2023) araştırmasında, sekiz kripto para arasındaki ilişkiyi Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ile analiz etmiştir. Analizde; Bitcoin, Ethereum, Tether, BNB, XRP, Dogecoin, Tron, Ethereum Classic kripto paralarını kullanmıştır. Veri seti olarak; 12.09.2017-01.09.2022 dönemi, 1.815 adet gözlem yer almıştır. Sonuçta; Bitcoin-Dogecoin, Bitcoin-Ethereum Classic, Bitcoin-Ethereum, Bitcoin-BNB, Bitcoin-Ripple, Bitcoin-Tron değişkenlerinin arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Diğer taraftan Tether'den Bitcoin'e doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu bulunmuştur.

Cevik vd. (2023) araştırmalarında, Bitcoin vadeli işlemlerinin tanıtılmasının ve COVID-19 salgınının Bitcoin'in getirileri ve oynaklığı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bitcoin vadeli işlemlerinin spot piyasadaki getirilerini olumlu şekilde etkilediğini, dalgalanmalar açısından önemli bir etkileşim olmadığını bulmuşlardır. Pandeminin, Bitcoin'in getirilerini etkilemediği görüldüğünden, Bitcoin'in bazı küresel ekonomik gelişmelerden yalıtılmış olduğu bulunmuştur. Yapılan testler, Bitcoin spot fiyatlarının vadeli işlemlerine hakim olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Polat ve Karakaya (2023) araştırmalarında, kripto paralar arasındaki getiri ve risk durumlarını nedensellik testleri ile analiz etmişlerdir. Bu kapsamda, piyasa değeri en yüksek olan on kripto paradan on ayrı model oluşturulmuştur. Her model, Granger ve Hafner-Herwatz varyansta nedensellik ile test edilmiştir. Veri seti olarak; 23.02.2017-18.06.2021 dönemi, günlük, 1.577 gözlem kullanılmıştır. Sonuçta; kripto paralar arasında Ethereum, Litecoin hariç diğer değişkenler arasında Granger nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Varyansta ise Bitcoin, Ethereum ve Bitcoin, Litecoin hariç diğer değişkenler arasında varyansta nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Salisu vd. (2023) araştırmalarında, 27 Ocak 2017-3 Haziran 2022 dönemine ait verileri kullanarak Bitcoin'e ilişkin analizler yapmışlardır. Sonuçta; yüksek petrol fiyatlarının Bitcoin üretme maliyetini artırdığını tespit etmişlerdir. Böylece getirilerini, ticaretini ve oynaklığını azalttığını görmüşlerdir. İkinci olarak, petrol fiyatını ağıklayan

modellerin diğer modelinden daha iyi performans gösterdiğini, Bitcoin'in oynaklığı için petrol fiyatının gelişmiş tahmin performansını bulmuşlardır. Üçüncüsü, yatırım kararları verirken petrol fiyatı hareketlerini gözlemleyen Bitcoin piyasasındaki yatırımcıların, bunu görmezden gelen benzerlerine göre daha yüksek ekonomik kazançlar elde etme olasılığı olduğu sonucuna varmışlardır.

Kara ve Demireli (2023) araştırmalarında, Bitcoin ile Ethereum, Binance Coin, Cardano, Litecoin, Tron, Stellar ve IOTA altcoinleri arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Veri seti olarak 14.06.2018-01.12.2021 dönemine ait dolar cinsinden günlük kapanış fiyatları alınmıştır. Uzun dönemli ilişkiyi tespit etmek için Engle Granger Eşbütünleşme Testi, kısa dönemli ilişkinin varlığını öğrenmek için en küçük kareler yöntemi (OLS), nedensellik ilişkisini analiz etmek için ise Toda Yamamoto Nedensellik Testi kullanılmıştır. Sonuçta; Toda Yamamoto testine göre BTC'den ADA, ETH, IOTA, TRX, XLM alt coinlerine doğru Granger nedensellik olduğu, BTC'den BNB ve LTC coinlerine doğru Granger nedensellik olmadığı ve BTC'den etkilenmedikleri ortaya konmuştur. OLS testine göre; bağımsız ve bağımlı değişkenler arasında kısa dönemli ilişkinin var olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Ergül ve Kondak (2023) araştırmalarında, ADA, BNB, DOGE, ETH ve BTC arasındaki ilişkileri Johansen Eşbütünleşme Analizi ve Granger Nedensellik Testi kullanarak incelemişlerdir. Johansen Eşbütünleşme Test sonucuna göre; kripto para serileri arasında eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğunu ortaya koymuşlardır. Granger Nedensellik Test sonuçlarına göre; ADA, BNB, DOGE ve ETH'nin BTC'nin 'nedeni' ve BTC'nin ADA, BNB, DOGE ve ETH'nin 'nedeni' olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra aralarında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. ETH ve SOL'un BTC'nin 'nedeni' olduğu ve aralarında tek taraflı ilişkinin bulunduğu vurgulanmıştır.

Zhang vd. (2023) araştırmalarında, vadeli işlem ticaretinin Bitcoin getirilerinin oynaklığı ve oynaklık asimetrisi üzerindeki etkisini GARCH yöntemi kullanarak incelemişlerdir. Bitcoin vadeli işlemlerinin sunulmasından sonra değişiklikleri yakalamak için bir kukla model kullanmışlardır. Sonuçta; piyasaya sürüldükten sonra spot getiri oynaklığının kısa vadede azaldığını, ancak uzun vadede arttığını savunmuşlardır. Bunun yanı sıra kısa dönemde girişten önce ve sonra ters bir kaldıraç etkisi olduğu tespit edilmiştir. Uzun vadede ise, girişten önceki ters kaldıraç etkisi, girişten sonra normal bir seviye etkisine dönüşmektedir. Araştırmada ayrıca, vadeli işlem faaliyeti ile Bitcoin'in oynaklığı arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Bunun için, her

proxy'i beklenen ve beklenmeyen bileşenlere ayırtmışlardır. Sonuç olarak; uzun vadede Bitcoin oynaklığının beklenmedik vadeli işlem hacmiyle pozitif yönde değiştiğini tespit etmişlerdir.

Literatürde Bitcoin ile altcoinler veya döviz kurları, altın arasındaki ilişkiye odaklanan çalışmalar özet halinde Tablo 1.1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. 1: Literatür Özeti: Bitcoin ile Değişkenler Arasındaki İlişki

Yazar	Baz Alınan Dönem / Yıl	Açıklama	Yöntem
Yermack (2013)	17.07.2010-6.02.2014	Bitcoin ile altın ve döviz kurları arasındaki fiyat ilişkisini incelemiştir.	Regresyon Yöntemi
Bulgular: -Bitcoin'in günlük döviz kurları, altın arasında bir ilişkinin bulunmadığı tespit edilmiştir. -Euro, İsviçre Frangı ve İngiliz Sterlini ile pozitif korelasyona sahiptir. Sterlin ve Frank arasında ise 0,42 korelasyon söz konusudur. Altın ve Yen'de diğer para birimleriyle pozitif korelasyon içindedir. Buna karşılık, bitcoin-dolar döviz kuru veya altının fiyatı ile korelasyon bulunmamaktadır.			
Güleç vd. (2018)	01.03.2012 - 01.05. 2018	Bitcoin'in hisse senedi emtia piyasaları, döviz ve faiz oranı arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir.	Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testleri
Bulgular: -Bitcoin fiyatları artış eğiliminde ve yüksek bir oynaklığa sahiptir. -Bitcoin ile faiz değişkenleri arasında Granger Nedensellik Testinde istatistiksel olarak anlamlı ilişki söz konusudur.			
İçellioğlu & Öztürk (2018)	29.04.2013 – 22.09.2017	Bitcoin ve seçili döviz kurları arasındaki ilişkiyi incelemiştir.	Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testleri
Bulgular: -Bitcoin ile Dolar, Euro, Pound, Yen ve Yuan arasında uzun ve kısa dönemli bir ilişki bulunmamaktadır.			
Karaağaç & Altınırnak (2018)	15.12.2017 – 17.01.2018	Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash, Cardano, Litecoin, NEM, NEO, Stellar ve IOTA kripto paraları arasındaki ilişkiye odaklanılmıştır.	Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testleri
Bulgular: -Cardano'nun NEO'nun; Bitcoin, NEM ve Litecoin Bitcoin Cash'in Granger nedenidir. -NEM Stellar'ın; Ripple Bitcoin'in Granger nedenidir. -NEO ve Ethereum, NEO ve Litecoin birbirlerinin Granger nedenidir. -Bu değişkenler birbirlerini kısa dönemde etkilemektedir.			

Çütcü & Kılıç (2018)	24 Kasım 2013 - 04 Mart 2018	Bitcoin fiyatları ile dolar kuru arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir.	Maki Eşbütünleşme ve Hacker-Hatemi-J Bootstrap Nedensellik Testleri
Bulgular: -Bitcoin fiyatları ile dolar kuru arasında uzun dönemli bir ilişki vardır. -Dolar kurundan Bitcoin fiyatlarına doğru nedensellik söz konusudur.			
Ciaian vd. (2018)	2013-2016	Bitcoin ile 16 alternatif sanal para birimi arasındaki ilişkiye odaklanmışlardır.	ARDL Sınır Testi
Bulgular: -Bitcoin ve altcoinler birlikte hareket etmektedir. -Uzun vadede makro-finance göstergeler altcoin fiyatını Bitcoin'den daha fazla belirlemektedir.			
Sifat vd. (2019)	01.08.2017-01.09.2018	Piyasada en yüksek değere sahip olan Bitcoin ve Ethereum arasındaki fiyat ilişkisi araştırmışlardır.	Granger Nedensellik ve ARDL Sınır Testleri
Bulgular: -Bitcoin ve Ethereum arasında çift yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir.			
Adedokun (2019)	08.08.2015-31.12.2018	Bitcoin ile 10 alternatif kripto para birimi arasındaki ilişkiyi incelemiştir.	Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testleri
Bulgular: -2015-2016 döneminde Bitcoin ile altcoinler arasında herhangi bir nedensellik söz konusu değildir. -2017 yılında NEO hariç, Bitcoin'den NEO'ya doğru çift yönlü nedensellik ilişkisine rastlanmıştır. -ASH, XRP ve IOTA BTC ile çift yönlü nedenselliğe sahiptir. -BTC'den DOGE, ETH ve NEM'e doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. -LTC, NEO, TRX ve XLM'den BTC'ye tek yönlü nedensellik söz konusudur.			
Akçalı ve Şişmanoğlu (2019)	07.08.2015-21.11.2018	Bitcoin ile Ripple, Ethereum, Stellar, Litecoin, Monero, Dash, Nem arasındaki ilişkiyi ele almışlardır.	Toda-Yamamoto Nedensellik Testi
Bulgular: -Bitcoin ile Ripple ve Stellar arasında çift yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir. -Bitcoin'den Litecoin'e ve Nem'e doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. -Dash'dan ise Bitcoin'e doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur. -Bitcoin ile Ethereum, Monero arasında anlamlı bir ilişki söz konusu değildir. -Ripple ile diğer kripto paralar arasındaki ilişkide; Ethereum'dan Ripple'e tek yönlü; diğer kripto paralar ile Ripple arasında çift yönlü ve anlamlı nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. -Ethereum ile diğer kripto paralar arasındaki ilişkide; Ethereum ve Monero çift yönlü; Ethereum'dan Ripple ve Litecoin'e tek yönlü; Stellar, Dash ve Nem'den Ethereum'a tek yönlü ve anlamlı ilişki bulunmuştur. - Stellar ile diğer kripto paralar arasındaki ilişkide; Stellar'dan Ethereum'a tek yönlü; Monero'dan Stellar'a tek yönlü; Stellar ve diğer kripto para birimleri arasında ise çift yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. - Litecoin ile diğer kripto paralar arasında; Litecoin ile Ripple ve Stellar çift yönlü bir nedensellik ilişkisine sahiptir. Diğer diğer kripto paralardan Litecoin'e tek yönlü nedensellik			

ilişkisi vardır. - Monero ile diğer kripto paralar arasında; Monero ile Ripple ve Ethereum çift yönlü, Monero'dan Stellar ve Litecoin'e tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. -Dash ile diğer kripto paralar arasında; Dash ile Ripple ve Stellar çift yönlü, Dash'dan Bitcoin, Ethereum ve Litecoin'e tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. Dash ile Monero ve Nem arasında anlamlı bir nedensellik söz konusu değildir. - Nem ile diğer kripto paralar arasında; Nem ile Ripple ve Stellar çift yönlü, Nem'den Ethereum ve Litecoin'e, Bitcoin'den ise Nem'e tek yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır.			
Konuşkan vd. (2019)	01.01.2018-31.12.2018	Bitcoin, Ethereum ve Ripple arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiyi incelemiştir.	Johansen Eşbütünleşme Testi ve Vektör Hata Düzeltme Modeli
Bulgular: - Bitcoin, Ethereum ve Ripple arasında uzun dönemde bir ilişki söz konusu değildir. Ancak kısa dönemli mevcuttur.			
Aulia (2019)	07.08.2015-11.09.2018	Bitcoin ile Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash, EOS kripto paraları arasındaki ilişkiyi incelemiştir.	Birim Kök, Garch ve Granger Nedensellik Testleri
Bulgular: -Bitcoin ile Ethereum arasında ve Bitcoin ile Bitcoin Cash arasında volatilité yayılımı mevcuttur. -Bitcoin'den Ethereum'a doğru tek yönlü bir nedensellik söz konusudur. -Bitcoin ile Bitcoin Cash arasında ise iki yönlü (iki taraflı) bir nedensellik vardır.			
Aksoy vd. (2020)	18.01.2018-24.12.2019	Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash ve Litecoin arasındaki fiyat ilişkisine odaklanılmışlardır.	Toda-Yamamoto Nedensellik Testi
Bulgular: -Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash ve Litecoin'in nedenidir. -Bitcoin Cash, Ethereum ve Litecoin, Ripple'in nedenidir. -Bitcoin, Ethereum ve Ripple, Bitcoin Cash'in nedenidir. -Bitcoin ve Litecoin, Bitcoin Cash ve Ethereum, Bitcoin Cash ve Ripple, Ethereum ve Ripple'ın, Litecoin ve Ripple arasında çift yönlü nedensellik söz konusudur.			
Polat & Tuncel (2020)	24.11.2013-23.06.2019	BIST100 endeksi ile Bitcoin fiyatı arasındaki ilişki analiz edilmiştir.	Johansen Eşbütünleşme ve Hatemi-J-Irandoust Testleri
Bulgular: -BIST ve Bitcoin arasında saklı eşbütünleşme ilişkisi olduğu bulunmuştur.			
Dönmez vd. (2021)	01.08.2017-01.03.2020	Bitcoin Cash, Ethereum, Litecoin ve Ripple arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.	Granger nedensellik Testi, Vektör Otoregresif (VAR) Modeli
Bulgular: -Bitcoin Cash fiyatı, Ripple, Ethereum ve Litecoin fiyatının nedenidir. -Litecoin fiyatı, Ethereum ve Ripple'ın nedenidir. -Ethereum fiyatı, Ripple fiyatının nedenidir.			
Kılıç & Zeren (2021)	Piyasa Giriş Tarihi-07.06.2020	Bitcoin, Tether, Ripple, Tron, Litecoin, Ethereum, Bitcoin Cash, Bitcoin SV, Eos ve Ethereum Klasik	Maki Eşbütünleşme ve ARDL Sınır Testleri

		arasındaki ilişki ve yönü ele alınmıştır.	
Bulgular: -Bitcoin ile Ethereum, USDT, XRP, LTC arasında pozitif bir ilişkisi söz konusudur. -BCH ile BSV, ETC, EOS arasında pozitif bir eşbütünleşme ilişkisi vardır. -BSV ile ETC arasında pozitif bir eşbütünleşme ilişkisi vardır. -ETH ile ETC, XRP, LTC arasında pozitif bir eşbütünleşme ilişkisi vardır. -USDT ile XRP, LTC arasında pozitif bir eşbütünleşme ilişkisi vardır.			
Kubar & Toprak (2021)	21.08.2020-07.01.2021	Bitcoin ile Ethereum, Tether, Ripple, Litecoin, Cardano, Polkadot, Bitcoin Cash, Stellar ve Chainlink arasındaki ilişki analiz edilmiştir.	Granger Nedensellik Testi
Bulgular: -BTC ve ETH arasında çift yönlü nedensellik söz konusudur. -USDT, ADA ve XRP, BTC'nin Granger nedenidir. -BTC, LTC, LINK ve XLM'nin Granger nedenidir.			
Şak (2021)	26.7.2017-27.2.2020	Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin cash, Litecoin, Eos, Binance coin, Stellar, Monero, Dash, Ethereum classic, Neo ve Zcash arasındaki ilişki araştırılmıştır.	Hatemi-J Asimetrik Nedensellik Testi
Bulgular: -Pozitif şokların olduğu, paranın değer kazandığı dönemlerde Ethereum, Ripple ve Stellardan Bitcoin'e doğru bir nedensellik vardır. Bitcoin'den Litecoin ve Bitcoincash'e nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. -Negatif şok döneminde ise Bitcoin; Bitcoin Cash, Zcash ve Monero'nun nedenidir. Ayrıca Monero'dan Bitcoin'e nedensellik ilişkisi olduğu görülmüştür.			
Ay & Adıyaman (2022)	01.01.2018-31.12.2020	Bitcoin ile Ethereum, Cardano, Binance Coin, Ripple ve Litecoin arasındaki ilişki analiz edilmiştir.	Johansen Eşbütünleşme Testi, Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) ve Granger Nedensellik Testi
Bulgular: -Bitcoin ile Ethereum, Cardano, Binance Coin, Ripple ve Litecoin arasında uzun dönemli ilişki gözlenmiştir. -Cardano'dan Binance Coin ve Bitcoin'e doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. -Bitcoin'den Ethereum'a tek yönlü nedensellik gözlenmiştir.			
Özekenci (2023)	12.09.2017-01.09.2022	Bitcoin ile Ethereum, Tether, BNB, XRP, Dogecoin, Tron, Ethereum Klasik arasındaki fiyat ilişkisinin varlığı ve yönü ele alınmıştır.	Toda-Yamamoto Nedensellik Testi
Bulgular: - BTC ile Dogecoin, Ethereum, Ethereum Klasik, BNB, XRP, Tron arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. - USDT'den BTC'e doğru tek yönlü nedensellik gözlenmiştir.			

Polat vd. (2023)	23.02.2017-18.06.2021	Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Stellar ve Ripple kripto paraları arasındaki nedensellik ilişkisini analiz etmişlerdir.	Granger ve Hafner-Herwartz Varyansta Nedensellik Testleri
Bulgular: -Bitcoin'den Litecoin'e; Ripple'dan Bitcoin'e; Ethereum'dan Bitcoin, Stellar ve Ripple'a tek yönlü nedensellik ilişkisine rastlanmıştır. -Litecoin ve Stellar, Litecoin ve Ripple, Bitcoin ve Stellar, Ripple ve Stellar kripto paraları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi gözlenmiştir. -Ethereum ve Litecoin arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi söz konusu değildir.			
Kara ve Demireli (2023)	14.06.2018-01.12.2021	Bitcoin ile Ethereum, Binance Coin, Cardano, Litecoin, Tron, Stellar, IOTA kripto paraları arasındaki ilişki analiz edilmiştir.	Engle Granger Eşbütünleşme Testi, En Küçük Kareler Yöntemiyle (OLS), Toda Yamamoto Nedensellik Testi
Bulgular: -Bitcoin ile diğer altcoinler arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilememiştir. Şöyleki; Bitcoin ile diğer altcoinler arasında kısa dönemli bir ilişki söz konusudur. -BTC'den Cardano, Ethereum, IOTA, Tron, Stellar'a doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi gözlenmiştir.			
Ergül & Kondak (2023)	22.09.2020-07.02.2023	Bitcoin ile Ethereum, BNB, XRP, Cardano, Dogecoin, Polygon, Solana kripto paraları arasındaki fiyat ilişkisini incelemişlerdir.	Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testleri
Bulgular: -Bitcoin ile Ethereum, BNB, XRP, Cardano, Dogecoin, Polygon, Solana arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiştir. -Bitcoin bağımlı değişken iken; ADA, BNB, DOGE ve ETH'den BTC'ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi gözlenmiştir. -Bitcoin bağımsız değişken iken; ADA, BNB, DOGE, ETH, SOL, BTC arasında nedensellik ilişkisi söz konusudur.			

Tablo 1.1'i genel olarak değerlendirdiğimizde; özellikle Bitcoin'in öncü para olarak temel değişken olduğunu görmekteyiz. Literatürde yer alan pekçok çalışma Bitcoin ile diğer kripto para birimleri arasındaki ilişkiyi analiz etmeye odaklanmıştır. Bu amaçla genellikle günlük veya haftalık kapanış fiyatları baz alınmaktadır. Analizlerde kullanılan model veya testlerde çoğunlukla ilişkinin varlığı ve yönü üzerinde durulmuştur. Araştırma sonuçlarına baktığımızda ise genel olarak Bitcoin ile diğer kripto paralar arasında uzun dönemli bir ilişki ve tek yönlü nedenselliğin söz konusu olduğunu söyleyebiliriz.

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Çalışmanın bu bölümünde paranın tanımı, para çeşitlerine yer verilmekle birlikte paranın tarihsel süreçte hangi aşamalardan geçtiği ele alınmıştır. Bugün gelinen noktada fiziki paranın yerine pek çok ülkede sıklıkla kullanılan dijital paralara geçiş sürecine de yer verilmiştir.

2.1. Paranın Tanımı ve İşlevleri

Para kelimesi Türkçe'ye, Farsça “pare (parça)” kelimesinden geçmiştir. Para birimi terimi, eski İngilizce'de “dolaşımda” anlamına gelen “curraunt” kelimesinden gelir. Türk Dil Kurumu'nca yayınlanan sözlükte devlet tarafından bastırılan değerli kağıt veya metal ödeme aracı olarak tanımlanmıştır (Güner, 2019).

Paranın, Bretton Woods sisteminin çökmesiyle 1971 yılında altın gibi fiziksel karşılığı bulunmamaktaydı. Temsil ettiği ülkenin değerini taşıyan bir kâğıt parçası haline gelmiştir. Para, mal ve hizmetlerin değiş tokuşu için kullanılan bir takas aracı yani bir metal veya kağıttan ziyade borç - alacak arasındaki güven ilişkisidir. Para, farklı alanlardaki pek çok tanım ve kavramın dışında, ekonomide, her türlü mal ve hizmetin satın alınmasında kullanılabilecek, mübadele aracı veya hesap birimi işlevi gören bir varlık veya meta olarak tanımlanmaktadır. (Bollen, 2013: 1).

Para, genel bir kavram olarak, insanların takas veya ödeme aracı olarak kullandıkları sosyal bir araç olarak anlaşılmalıdır. Diğer taraftan para birimi; saklamak, ölçmek ve bir ekonomi içinde işlemleri kolaylaştırmak için kullanılmaktadır (Mettes, 2017: 2).

Günümüzde paranın 4 temel işlevi vardır:

- Paranın değişim aracı olma işlevi: Örneğin herhangi bir eşya satın alırken karşılığında para alırsınız, sonra o parayı kullanarak başka bir eşya satın alırsınız.
- Paranın değer biçme ve hesap yapma işlevi: Bir ürüne parasal bir değer biçersiniz ve bu değere göre o ürünü diğer ürünlerle takas yapabilirsiniz. Aynı

zamanda paranın bu işlevi bize o ürünü ortak bir değer üzerinden ölçeklendirme ve işlemlerin kaydını tutma olanağı sağlamaktadır.

- Paranın değer biriktirme ve spekülasyon işlevi: Para arz ve talebin rahatlıkla karşılanmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda servet biriktirmek ve yatırım yapmak için kullanılmaktadır.
- Paranın bir iktisat politikası aracı olması işlevi: Ülkeler, faiz oranları ve para arzını kontrol ederek ekonomiye müdahale etmektedir (Ekovizyon, 2016).

Para, mal ve hizmetlerin karşılığı olarak görülmektedir. Buna göre; para sadece nakit olarak kullanılmamaktadır. Para; ekonomide banknotlar, madeni paralar, dijital sayılar veya kripto para birimlerini kapsamaktadır (Merriam-Webster, 2022).

2.2. Paranın Gelişimi

Para, takas sisteminden günümüze kadar pekçok aşamadan geçmiştir. Paranın ilk kullanımının milattan önce (M.Ö.) 24. yy.'a kadar uzandığı düşünülmektedir. Altın ve gümüş para ise ilk defa M.Ö. 7. yy.'da Lidyalılar tarafından kullanılmıştır. Dünyada uzun yıllar farklı kıymetler para olarak kabul edilmiş ancak 17. yy.'da kağıt para kullanılmaya başlanmıştır (Gürsoy, 2021).

Para, köklü bir geçmişe sahiptir ve deniz kabuğundan günümüze gelene kadar pekçok farklı biçimde kullanılmıştır. Takasla başlayan bu süreç nesnelerin para olarak kullanılmasına kadar devam etmiştir. Daha sonra değerli madenler çıkarılarak metal sistemine geçilmiştir. Bu süreci temsili ve itibari para takip etmiştir. İtibari para ile para sadece fiziksel işleve sahip olmamıştır. Kavramsal anlamda da değişim yaşamış ve bu durum paranın gelişimine katkı sağlamıştır. Bu süreç birbirini takip ederek günümüzde dijital para, elektronik para ve sanal para olarak gelişimini sürdürmektedir.

Geçmişten bugüne kadar paranın gelişimi kronolojik olarak para 1.0, para 2.0, para 3.0 ve para 4.0 olarak ele alınmıştır. Para 1.0 dönemi, paranın ilk ortaya çıktığı 1871'e kadar olan ve değerli fiziksel yapıların para olarak kullanıldığı dönem olarak ifade edilmektedir. Para 2.0, 1871 yılında telgraf ağları üzerinde elektronik fon transferinin yapılmasıyla başlamış ve 1971 yılına kadar olan dönemi kapsamıştır (Şenbayram, 2019: 76).

I. Dünya Savaşı'na kadar çıkarılan paralar altına endekslenmiştir. 1940'lı yıllara gelindiğinde ise altın Amerikan dolarına endekslenmiş ve rezerv para olarak kullanılmaya

başlanmıştır. 1944 yılında ABD’de bir konferans düzenlenmiş ve 44 ülke bu konferansa katılarak bir karar almışlardır. ABD doları altına endeksli olarak üretilecek ve dünya ülkeleri de kendi paralarını ABD dolarına endeksli itibari para yapacaklardır. Fakat 1971 yılında durum değişmiş, ABD dolarının altın karşılığının bulunması zorunluluğu ortadan kalkmıştır. Para 3.0 dönemi, Amerikan Dolarının altına endekslenmesinden vazgeçilmesiyle başlamış sanal paraların ortaya çıkması ile sonlanmıştır (Şenbayram, 2019: 77).

Gelişen teknoloji sayesinde manyetik kartlar, temazsız ödeme özelliği olan kartlar ve NFC özelliği ile ödeme imkanı tanıyan pos cihazları çıkmıştır. Para 4.0 dönemi denilen bu dönemde, sanal paraların tam olarak piyasaya hâkim olmasıyla başlamıştır. Para 4.0 döneminde, dijital iletişim ön plandadır. İletişim hızlı bir şekilde geliştiğinden ve dijitalleştiğinden para sistemleri de dijitalleşmiştir. Daha sonra kripto para sistemleri ve Bitcoin ortaya çıkmıştır. Geçmişte takasların yapıldığı bir para sistemi varken bugün dijital ortamda üretilen ve yönlendirilen bir para sistemi bulunmaktadır. Son dönemlerde fiziki yapıdan dijital ortamlarda kullanılan yapıya geçiş 20. yy.’da Satoshi Nakamoto’nun eşler arası transfer makalesiyle sağlanmıştır. Satoshi Nakamoto bu amaçla Blockchain adında yeni bir teknoloji ortaya koymuştur. Kişiden kişiye (P2P) kavramını, finans ve ekonomi alanında bütünleştirmek için işlem kayıtlarının yapıldığı, şifreli bir sistem olan blok zinciri teknolojisini geliştirmiştir. Bu gelişme sayesinde ilk kripto para olan Bitcoin ortaya çıkmıştır. Bitcoin, herhangi bir merkeze ait olmadığından sürekli yönlendirmelerle fiyat dalgalanması yaşamaktadır. Kripto paralar, üçüncü kişiler ve kurumların aldığı yüksek komisyonlara karşı bir alternatif olarak üretilmiştir (Şenbayram, 2019: 77).

Bu başlık altında paranın tarihsel süreçte geçirdiği değişimler ve gelişimine yer verilmiştir.

2.2.1. Takas Sistemi

Mal veya hizmet alım satımına dayalı sisteme takas sistemi denir. Takas sisteminde insanlar, taleplerini iki taraflı gerçekleştirmektedir. İki tarafında diğer tarafın sağlayabileceği mal veya hizmetleri talep etmesi durumudur. Tarih öncesi çağda alım ve satım işlemleri takas, değiş-tokuş yoluyla sağlanmıştır. Bu durumun gerçekleşebilmesi için her iki tarafın ortak bir kararda buluşması gereklidir. Ortak kararda buluşmak, her iki tarafın takası yapılacak ürünlere karşılıklı sahip olma isteğinin olmasıdır. Takas

sisteminde, mal ve hizmete duyulan sorunlar az nüfusa sahip bölgelerde fazla hissedilmezken, gelişmiş ekonomilere sahip fazla nüfuslu bölgelerde daha şiddetli görülmektedir (Ball, 2012: 27).

2.2.2. Metal Para Sistemi

Metal para sisteminde, mal para çeşitlerinden biri olan altın, gümüş gibi madenler değişim aracı olarak kullanılmaktadır. Metal paraları mal paralardan ayıran en önemli özellik ağırlığının fazla olmaması nedeniyle kolayca taşınabilmesidir. Altın, gümüş gibi değerli madenler günümüzde de ödeme aracı olarak kullanılmaktadır. Bu madenler saflaştırılıp madeni paralar gibi belli bir standart ağırlığa getirilmiştir. Altın kolay kolay aşınıp kararmadığı için dayanıklı, geçerli ve önemli bir değere sahiptir. Altının nadir bulunması ve değerli olması nedeniyle mal paradan daha önemli olmasını sağlamıştır.

Metal para, tek metal ve çift metal sistemi olarak ikiye ayrılmıştır. Tek metal sisteminde paranın değeri metalin arzını ifade etmektedir. Bu değer, altın veya gümüş olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak altın daha değerli olduğundan altın sikke standardı, altın külçe standardı ve altın kambiyo sistemi kullanılmıştır. Daha sonra savaş zamanlarında altın sikkelerin yetersiz olması nedeniyle sikkeleri temsil etmek amacıyla belgeler veya sertifikalar çıkarılmıştır. Çift metal sisteminde ise, altın ve gümüş birlikte kullanılmıştır. İlk defa Fransa'da 19. yy.'da ortaya çıkmış, daha sonra diğer ülkelere yayılmıştır. Altın gümüşten daha değerli olduğundan mali değeri yüksek olmayan ürün alımında gümüş kullanılmış ancak değerli ürün alımında altın kullanılmıştır (Fisher, 1920: 113).

2.2.2.1. Temsili Para Sistemi

Temsili para sistemi, altın ya da gümüş gibi karşılığı bulunan ödeme araçlarının zarar görme ya da çalınma gibi risklerin önüne geçmek amacıyla oluşturulmuştur. Bu paralar sarraflara emanet edilmiş, karşılığında sertifikalar alınmıştır. Bu sertifikalar ilerleyen dönemlerde banknot sisteminin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Doorman, 2015: 23). Temsili para ilk defa Çin'de, 7. yy.'da kullanılmıştır (Eğilmez, 2018).

2.2.2.2. Altın Para Dönemi

Altın para dönemi, tarihte ilk olarak Lidyalılar'ın M.Ö. 7. yy.'da altın ve gümüş karışımı çıkardıkları sikkelerle başlamıştır. Günümüzde de altının hala değerli ve çok kullanılıyor olmasının sebebi dayanıklı olması ve uzun süre yıpranmadan kullanılabilmesidir. Altın standardı, ülkenin para arzını sağlayan standart olarak da görülmüştür. 15. yy.'da Avrupa'da Merkantilizm uygulanmıştır. Bu dönemde, ülkeler dış ticaret fazlası vererek bu değerli madenlere sahip olma yarışına girmişlerdir (Selik, 1988: 115). Merkantilizm'e göre; altın ve gümüş gibi değerli madenlere sahip olan ülkeler zenginleşecektir.

2.2.3. Bretton Woods Sistemi

I. ve II. Dünya Savaşları'nın yarattığı buhran sonrası ülkelerin altın emtiaları saklama ve kendi para sistemleri olumsuz etkilenmişti. Bu sorunları çözmek için Bretton Woods Sistemi ortaya çıkmıştır. Harry D. White, çok sıkı tedbirler alarak uluslararası ticareti korumak yerine kredi yoluyla ticaretin geliştirilebileceğini savunmuştur (Özgül, 2017: 41-49). Bu sistemin iki temel özelliği vardır. Bu özellikler, sabit fakat ayarlanabilir kurun olması ve sermaye hareketlerine kısıtlama getirilmesidir. Böylelikle sistemin temelini altın-döviz standardı oluşturmuştur. Sistemin hedeflerine ulaşabilmesi için Uluslararası Para Fonu (IMF) ve Dünya Bankası kurulmuştur. Dünyadaki kaynakların etkili olarak kullanılması için uluslararası sistemler gelişmiş ve ödeme karmaşıklığının önüne geçmek amacıyla genellikle Bretton Woods evrensel para sistemi kullanılmıştır.

2.2.4. Avrupa Para Sistemi

Bretton Woods sisteminde yaşanan sorunlar neticesinde La Haye zirvesinde Avrupa Toplulukları'nın parasal birlik yaratma isteğiyle kurulmuştur (Karluk ve Tonus, 1998: 265). Sistemin etkin bir şekilde işleyebilmesi ve denetlenebilmesi için Avrupa Parasal İşbirliği Fonu kurulmuştur. 1999 yılının Ocak ayında Avrupa para sistemi sona ermiş ve Avrupa para birimi 1 ECU'dan 1 EURO'ya dönüşmüştür (Mumcu, 2007: 34). 31 Aralık 1998 yılında katılımcı ülkelerin paraları Euro'ya sabitlenmiştir.

2.3. Paranın Özellikleri

Değişim aracı olarak kullanılan paranın taşınması gereken bazı özellikleri bulunmaktadır. Bunlar (Hubbard ve O'Brien, 2012: 29-30):

- Kullanımdan dolayı çabuk yıpranıp deforme olmaması, dayanıklı olması,
- Piyasadaki en ucuz malı alabilecek kadar küçük birimlere ayrılabilir, bölünebilir olması,
- Genel kabul görmüş olması,
- Nadir bulunması ve kolay taklit edilememesi,
- Nakil sorununu ortadan kaldırmak için taşınmasının kolay olması,
- Değerinin kolaylıkla tespit edilmesini sağlamak için standart olmasıdır.

Para, modern bir ekonominin işleyiş merkezidir. İnsan, mal ve hizmet satın almak veya satmak, ödeme yapmak, sözleşme imzalamak, hazırlamak, uzlaşmak gibi pek çok nedenle günlük olarak kullanılmaktadır. Kısacası para, eski Mezopotamya İmparatorluklarında kullanılmaya başlanan günümüzde de sosyal yaşamın temelini oluşturmaktadır (Ingham, 2004: 1229).

2.4. Para Çeşitleri

Paranın tarihsel süreçte gelişimine paralel olarak farklı para çeşitleri ekonomik hayatta kullanılmıştır. Bu başlık altında paranın çeşitlerine yer verilmektedir.

2.4.1. Emtia Para

Yapıldığı ürüne göre değer kazanan fiziksel varlıklara emtia para denir. Dünyada bakır, tuz, çay, inci, fildişi, sığır, demir, köle, sigara vb. ürünler emtia paralar uzun yıllar kullanılmıştır. En yaygın kullanılan örnekleri altın, gümüş, petrol ve doğalgazdır (Çarkacıoğlu, 2016: 1).

2.4.2. Fiat (İtibari) Para

“Fiat” kelimesi Latince yapılmasına izin ver, anlamına gelmektedir. Fiat para itibari para olarak da bilinmektedir. Bu para birimlerinin içsel bir değeri yoktur. Şöyleki; hükümet kararnamesi ile borcunuz varsa, o kağıdın asli bir değeri olmasa bile o borç o kağıtla ödenebilmektedir. Merkez bankaları veya hükümetler, altın veya başka bir emtia ile desteklenmesine gerek olmaksızın talep üzerine yasal düzenlemelerle itibari para ihraç edebilmektedir (Ott ve Tatom, 2016: 56).

İtibari paralar; altındaki imzayla, düzenlendiği kağıdın taklit edilememesiyle ve merkezi otoriteye olan güven üzerine kurulan, mal ve hizmetlerin alışverişi için kullanılan kağıt para birimidir (Özdemir, 2012: 187). Günlük yaşamımızda kullandığımız paralardır. Hükümet kararlarıyla merkez bankaları tarafından üretilir ve ticari bankalar aracılığıyla piyasaya sürülür. Bu paralar düzenlenirken kağıdın taklit edilememesine özen gösterilir. Çünkü bu paralar taklit edilirse sahte paralar üretilir, dolaşıma girer ve nihayetinde enflasyonu tetikler. Ekonominin dengesi bozulur. Bu yüzden merkez bankaları parayı düzenlerken kalpazanlığı kontrol altına almak ve ekonomideki değerini korumak için bu parayı sıradan baskı teknolojileriyle çoğaltılması zor olan birleşik malzemelerle basmaktadır.

Şekil 2. 1: İtibari Para Görseli



Kaynak: www.shutterstock.com, 2019.

İtibari paralar, bankaların kullanmış olduğu değer ile yapıldığı maddenin değerine eşit olmayan paraları ifade etmektedir. Gücünü devletin gücünden almaktadır. Kağıt paralar, ilk çıktıkları zaman altın gibi karşılığı bulunan değerli metallere çevrilme garantisi bulunmaktaydı. Ancak zamanla devletlerin yasal ödeme aracı olarak kabul ettiği değerli maden karşılığı olmayan itibari para halini almıştır. İtibari parayı, mal paradan ayıran özellik kendi kullanım değerinin bulunmamasıdır. İşlemlerde yolsuzlukların

artmasıyla birlikte merkez bankaları kurulmuş, ticari bankaların ihraç yetkisi kaldırılmıştır. Bu yetki merkez bankalarına devredilmiştir (Mishkin, 2004: 48).

2.4.3. Sanal Para

Sanal para; düzenlemeye tabi olmayan, geliştiricileri tarafından genel olarak kontrol edilen ve belirli bir sanal topluluğun üyeleri tarafından kullanılan ve kabul edilen dijital para birimi türüdür (European Central Bank, 2012: 13).

Sanal para, aynı zamanda dijital paradır ama nakite dönüştürülemez. Dijital para, hemen hemen gerçek paranın bütün özelliklerini taşır ama sanal para için aynı şey söylenemez. Sanal para, sadece bazı durumlarda para gibi kullanılabilir. Dijital ve sanal paralar kendi başlarına para birimi değildirler. Temsil ettikleri ülkenin ulusal para birimine bağlıdır ve o ülkenin merkezi otoriteleri tarafından denetlenirler. Çoğu devlet kurumu, sanal para birimine atıfta bulunmakta ancak dijital para birimi terimini kullanmayı tercih etmektedir (Sia Partners, (2015)).

2.4.4. Dijital Para

Kağıt veya madeni paranın dijital halidir. Altın, petrol veya nakit gibi somut varlık değildir. Bu para birimi, paranın ekonomik değerini oluşturmak ve paylaşmak için bilgisayar tabanlı bir sistem kullanmaktadır. Örneğin; banka hesabımızdaki dijital para kağıt paramızın temsidir. Bu para, elektronik olarak saklanabilir ve transfer edilebilir. Dijital para, kripto para birimlerini içerebildiği gibi paranın çoğu bankacılık kurumlarına aittir. Bu para türünün benzersiz özelliği, kullanıcılarının bankalar gibi üçüncü şahısların müdahalesi olmadan doğrudan işleme katılmasını sağlamasıdır (Matsuura, 2016: 3).

Dijital para birimleri, alternatif para birimi görevi gören elektronik paralardır. Dijital para birimlerini devlet aktörleri değil bireyler üretmektedir. Devletler tarafından çıkarılan para birimlerinin dijitalleştirilmiş biçimiyle karıştırılmamalıdır. Dijital para birimlerinin iki ana kategorisi vardır. Herhangi bir platformun veya video oyununun sanal ekonomisinde kullanılanlar (örneğin, Facebook kredileri) ve reel ekonomide kullanılanlardır. Merkezi dijital para birimlerinin (örneğin, E-altın, Ripple) aksine, kripto paralar merkezi değildir, saldırılara karşı dayanıklıdır ve dolayısıyla daha güvenilirdir. Dijital para birimleri olarak kripto paralar ayrı başlık altında ele alınmıştır.

2.4.5. Kripto Para

Kripto para, yeni nesil şifreli paradır. Kripto paralar yeni icat edilmiştir ve mevcut parasal sistemin en önemli parçasıdır. Hegadekatti (2016) tarafından kripto para; “işlemleri korumak ve para birimi ek birimlerinin oluşumunu yönetmek için kriptografik teknikler kullanan bir takas aracı” şeklinde tanımlanmıştır. Mevcut para ekonomisi zincirinin son halkasıdır. Şifreli olarak güvenli işlem yapmaya olanak sağlamaktadır. (Kartik, 2016: 2).

Kripto para birimi; gecikme, dinleme veya iletişimi değiştirebilecek herhangi bir düşmanın varlığında bir iletişim yöntemi olan kriptografi adı verilen bir bilim kullanmaktadır. Dolayısıyla bu bağlamda, merkeziyetsiz olan ve kriptografi teknolojisini kullanan tüm dijital para birimleri kriptografi adı altında, kripto para birimleridir (Gandal ve Halaburdai, 2014: 2). Matematiksel olarak kodlanan bu sistem kendi başına çalışmakta ve güvenli işlem yapılmasına olanak tanımaktadır.

Kripto paralara, hem sanal hem de dijital para denmektedir. Kripto paralar, kendi başlarına para birimleridir. Hiçbir merkeze bağlı olmayan merkeziyetsiz para birimleridir. Fiat yani itibari paralara alternatif olarak ortaya çıkmış ve herhangi bir merkez tarafından kontrol edilmemektedir. Merkeziyetsiz olan bu yapıda kontrol, Blockchain işlem veritabanları tarafından gerçekleştirilmektedir. Kripto sistem kurulurken dolaşımdaki para miktarı, zamanlaması ve para arzının şekli belirlenmektedir.

İtibari paralarda güven duyulması gereken üçüncü bir merkez vardır. Bu kuruluşlar genellikle bankalardır. Ancak kripto paralarda üçüncü taraf yoktur. Çünkü sistem güvenlidir. Sistemin güvenliğini madenciler, işlemleri onaylayanlar sağlamaktadır. Bunun için hesap defterleri tutulmakta ve bunu yaptıkları için de ödül almaktadırlar. Şöyle ki; sistemin işleyişini sağlayarak, kazanç elde ederler.

Kripto paralar, kriptografik teknolojilere dayanır ve bu nedenle (kısmen) anonimdir. Üretim ve dolaşım açısından merkezi değildir. Kriptografinin, iki taraf arasındaki iletişimi karıştırmaya karşı koruyan bir dizi uygulama bulunmaktadır. Böylece kriptografi, paranın uygun şekilde dolaşımını sağlar. Örneğin, aynı para birimini iki kez harcamak yasaktır. Aynı zamanda işlemler güvenilirdir. Ayrıca kriptografi, her işlemin benzersiz olmasını sağlarken; tüm işlemlerin halka açık bir deftere kaydedilmesine de olanak tanımaktadır. Bugün, Litecoin veya Namecoin gibi tüm kripto paralar, birkaç varyasyonla, en yaygın kullanılan ve tartışmalı kriptografik dijital para birimi olan Bitcoin'in ilkelerine dayanmaktadır. Kripto paralar, değerini koruyacak şekilde

tasarlanmıştır. Kripto paralar, sözleşme taraflarının gerçek kimliklerini değil takma adlarını kullanmaktadır.

Tablo 2.1’de kripto para ile dijital para arasındaki farklara özet halinde yer verilmiştir.

Tablo 2. 1: Kripto Para ile Dijital Para Arasındaki Farklar

Kripto Para	Dijital Para
Merkeziyetsizdir.	Merkezi yapı bulunur.
Sanal cüzdanı vardır.	Fiziki cüzdanı vardır.
İşlemler gizlidir.	İşlemler açıktır.
Siber saldırılara karşı güçlü yapısı bulunur.	Siber saldırılara karşı daha zayıftır.

Buna göre; kripto para merkezi bir yapıya sahip değilken; dijital para merkezi bir yapıya sahiptir. Kripto para sanal cüzdan kullanırken; dijital para fiziki cüzdan kullanmaktadır. Kripto parada işlemler gizliken; dijital parada işlemler halka açıktır. Kripto para, siber saldırılara karşı dijital paraya göre daha güçlüdür.

2.4.6. Kaydi Para

Kaydi paralar, vadesiz mevduatları ifade etmektedirler. Bankacılık sisteminin gelişmesiyle birlikte insanlar paralarını banka mevduatlarına yatırmakta ve ödemelerini çek, senet gibi emtialarla yapmaktadırlar. Satın alma gücünü yansıtan bu mevduatlara kaydi paralar denmektedir. Kaydi paralarda ödeme gerçekleştirirken fiziksel ödeme yapmadan hesaptan hesaba para transferi sağlanır. Bankanın kaydi para bulmasından kasıt kendi parasını basması değil, piyasadan topladığı mevduatları halka kredi olarak kullandırması sonucu para akışını sağlamasıdır. Kaydi paralara örnek olarak, yapmış olduğumuz havale ve eft gibi fiziksel değişim sağlanmadan hesaplar arası aktarım sağlanması sonucu oluşan paralar verilebilir. Para bankadan çıkmadığı sürece bankanın tekrar kredi verme durumu oluşmaktadır (Germer, 1998: 2).

2.4.7. Elektronik Para

Elektronik para, elektronik ödeme teknolojisi kullanılarak elektronik cihazlarda muhafaza edilen ve fon karşılığı ihraç edilen paradır (Avrupa Merkez Bankası, 2000: 2). İlk elektronik paralar, banka kartlarıdır. Bir e-ticaret sitesinden banka kartı aracılığıyla herhangi bir fiziksel para değişimi olmadan ödemenin elektronik olarak yapılması örnek olarak verilebilir (Mishkin, 2004: 48). Hem kart tabanlı hem de internet tabanlı elektronik paralar bulunmaktadır.



BÖLÜM III

BLOK ZİNCİRİ TEKNOLOJİSİ

Bu bölümde blok zinciri (blockchain) kavramsal olarak ele alınmakla birlikte, blok zinciri sisteminin nasıl çalıştığı, çeşitleri, blok zinciri köprüsü, avantajları, teknik detayları, akıllı sözleşmelere ilişkin bilgilere yer verilmektedir.

3.1. Blok Zinciri

Blok zinciri, özellikle 2008 sonrası kripto para ile yaygınlaşmaya başlamıştır. (Ünal ve Uluyol, 2020:168). Blok zinciri, geniş bir ağ yapısında merkezi olmayan ve işlemsel veri paylaşımını sağlayan ve sürekli gelişen bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Veri yapısı açısından blok zinciri ele aldığımızda ise, sıralı bir blok olarak görmek mümkündür. Şöyle ki; her bir blok küçük işlemlerden oluşmaktadır (Xu vd., 2017: 248).

Blok zinciri; bilginin güvenli şekilde saklanmasını sağlayan, bloklarda veri taşıyan veriler topluluğundan oluşan ve blokların zincir şeklinde ard arda değiştirilemez şekilde paketlenmesini ifade etmektedir. Blok zinciri, internetin üst kısmında bulunan ağ aracılığıyla toplanan, merkezi olmayan bir fikir birliği mekanizması ve dağıtık sistemler üzerinde oluşturulmuş bir şifreleme platformudur. Blok zinciri, dağıtılmış bir kayıt defteridir. Diğer taraftan blok zinciri; şifreli, dağıtık, ortak, geri dönüşü olmayan ve bozulmaz bilgi saklama teknolojisidir (Kakavand vd., 2019:4).

Blok zinciri, işlemleri tümüyle kaydeden bloklar serisidir. Bloklar kendinden önceki bloğa karma (hash) değeri içeren bir veri ile bağlıdır. Blok zincirinde ilk işlemle oluşan blok genesis olarak adlandırılmaktadır (Duman ve Şen, 2019: 33). Bloklar dağıtık olan tüm defterlere yayılır ve ilave edilir. Blok oluşturulurken ise bir önceki bloğun özetinden yararlanılarak zincire eklenir. Bu sistemde işlemler, tüm bloklar birbirine bağlı ve kendinden önceki bloğun özetini içerecek şekilde devam etmektedir. İşlem oluştuğunda ağ üzerinde yayınlanarak, şifre algoritmaları ile doğrulanır ve blok ortaya çıkar (Ünal ve Uluyol, 2020:168).

Blok zincire bu özelliğini veren teknolojinin amacı bilginin nasıl kaydedildiğidir. Kriptografi ve para kelimelerinin birleşiminden meydana gelen kripto para blok zincir teknolojisi sayesinde parasal sistemde yerini almıştır. Bitcoin blok zinciri ise verileri kaynağa dönüştürerek dağıtık yapıda olan ilk defter özelliği taşımaktadır. Bitcoinin dayandığı teknolojik altyapıyı kullanan blok zinciri, güvenli olarak ağda depolanan bloklardan meydana gelir. Blok oluşturma ve çalışma sistemi, yapılan işlemlere ait verileri oluşturma ve sonraki bloğun referansı durumundadır.

Veritabanında yapılan işlemlerin doğrulanması ve altyapının güvenliğini sağlamak için kriptografik algoritmalarından olan hash fonksiyonlarından yararlanılır. Blok zincirinin kayıtları tek bir sistem yerine yaygın bilgisayar ağı üzerindeki dağıtık bir sistem üzerinde oluşturulmuştur. Blok zinciri iki kişi arasında transfer gerçekleştirme aşamasında banka ve aracılar ihtiyacı duymadan işlem yapmaktadır. Madencilerin ellerindeki sistemler sayesinde sistem doğrulaması için kullandığı işlem gücü ve harcadığı elektrik enerjisi gibi yapmış oldukları hizmet karşılığında hesaplarına Bitcoin geçmektedir. Bu işlem ilk çıktığı zaman Microsoft Outlook programını indirip çalıştırmak gerekliydi. Bu durum, yarılanma sonrası ödül kazanımını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle bu işlemde ekran kartı ve işlemci madenciliği kullanılmaya başlanmıştır.

Blok zinciri sisteminde yapılan işlemler, hem kullanıcının hemde ağdaki herkesin defterine kaydedilmektedir. Blok zinciri sistemindeki herkeste gizli anahtar (private key) ve açık anahtar (public key) olmak üzere iki anahtar bulunur. Blok zinciri ağından birine para gönderdiğimizde bu işlem gizli anahtarımız tarafından imzalanır. Her işlemde değişiklik gösteren şifreleme sistemi taklit edilemediğinden kriptografik veya dijital imza olarak isimlendirilmektedir.

Verilerin tek bir merkezde tutulması yerine aynı verilerin birden çok kopyasının ağ içerisindeki diğer bilgisayarlarda saklanması teknolojinin güvenli olduğunu göstermektedir. P2P olarak adlandırılan bu yapı herhangi bir kayıt noktası zarar görse dahi birden fazla kopyanın ağ üzerindeki başka bilgisayarlarda da güvenli şekilde saklanması olarak tanımlanmaktadır. Bu yapı herhangi bir bilginin hak sahibi bilgisi dışında değiştirilememesini sağlamaktadır. Blok zinciri teknolojisini, ilk olarak Bitcoin kullanmıştır. Günümüzde diğer kripto paralarda bu teknolojiyi kullanmaktadır.

Satoshi Nakamoto'nun 50 BTC'yi Hall Finne'ye göndermesiyle ilk blok zinciri başlamıştır. Blok zinciri teknolojisi, herkesin ortak karar verdiği her durumda kullanılabilir. Blok zinciri teknolojisinde, depolama işlemleri merkeziyetsiz olduğundan bilgiler tekil sunucularda değil pek çok bilgisayarda şifreli bir şekilde saklanır. Bundan

dolayı şifrenin çalınması halinde bir güvenlik açığı oluşturmaz. Blok zinciri teknolojisinde güvenliği sağlamak için 256 bit uzunluğunda değer çıkaran, Bitcoin protokolünün hash işlevi ve madencilik algoritması olan SHA256 hash fonksiyonu kullanılmaktadır. Bitcoin, Ethereum gibi kripto paraların üretimi ve transferi gibi işlemlerde blok zinciri teknolojisi kullanılmaktadır. Madencilerin para kazanmasının önünü açan durumlardan biri de Bitcoin ve blok zincirinin bloktaki işlem hızının 2400 olmasıdır. Böylelikle sistemin çalışma sürekliliği sağlanır. Blok zinciri teknolojisinin dünyadaki şeffaf sistemlerden biri olmasının nedeni, açık kaynak kod sistemi olduğundan kişilerin teknolojinin altyapısını kullanarak kendi projelerini oluşturabilmeleridir.

Günümüzde bankalar aracılığıyla gerçekleştirmiş olduğumuz para transferi işlemlerinde zararı temin etme garantisi bulunan üçüncü şahıslar bulunmaktadır. Bu şahıslar transfer işlemi için yapmış oldukları işlemler sonucu yüksek komisyonlar almaktadır. Blok zinciri teknolojisi, dağıtık yapıda bulunduğu için arada garanti veren kişiler bulunmaz ve işlemler dinamik bir şekilde gerçekleşir. Tüm işlemler muhasebe defterlerinde tutulur ve çift harcama önüne geçmek için kriptografik yöntemler kullanılır.

Blok zinciri sisteminde her kullanıcı bir düğümü ifade etmektedir. Sisteme eklenen her kullanıcı veya düğüm; blok zinciri kopyasına, kayıt defterine başka bir ifadeyle veritabanına sahip olmaktadır. Bu veritabanı protokol kullanarak diğer düğümler ve kullanıcılarla senkronize edilmektedir. Böylece işlemlerde aracı olmadığı için merkezi bir otoriteye gerek duyulmamaktadır.

Blok zinciri sistemi, altı temel özelliğe sahiptir. Blok zinciri sisteminin bu özelliklerine aşağıda yer verilmektedir (Lin ve Liao, 2017: 653).

- Dağıtıklık: Blok zincirinin en temel özelliği, verilerin tek bir yerde tutulmaması, güncellenmesi, depolanması ve dağıtılabılır şekilde kaydedilmesidir.
- Şeffaflık: Blok zinciri sisteminde yer alan verilerin her düğümü şeffaftır. Bundan dolayı blok zinciri sistemi güvenilir görülmektedir.
- Bağımsızlık: Sistem mutabakat temeline dayandığı için sistemdeki her düğüm, verileri aktarabilmekte veya güncelleyebilmektedir.

- Değiştirilemezlik: Blok zinciri sistemindeki kayıtlar sürekli saklanmaktadır. Kayıtların, biri tarafından % 51'den fazla düğümü ele geçirdiğinde değiştirmek mümkündür.
- Anonimlik: Blok zinciri sisteminde, kimlik bilgilerine gerek duyulmadan veri aktarımı için sadece blok zinciri adresine ihtiyaç duyularak gerçekleşir.
- Açıklık: Blok zinciri sistemi herkese açıktır, kayıtlar herkes tarafından görülebilmektedir.

3.2. Blok Zinciri Çeşitleri

Blok zincir teknolojisi özelliklerine göre iki ana gruba ayrılmaktadır. Şekil 3.1'de blok zinciri çeşitleri gösterilmektedir.

Şekil 3. 1: Blok Zinciri Çeşitleri



Kaynak: Wüst ve Gervais, 2017.

Şekil 3.1'e göre; blok zinciri izinli ve izinsiz olarak iki gruba ayrılmaktadır. İzinli blok zinciri ise açık ve gizli olmak üzere iki çeşittir. Bunlara ilişkin açıklamalara aşağıda yer verilmektedir (Wüst ve Gervais, 2017):

- İzinsiz Blok Zinciri: Düğümün, ağa istediği şekilde ve istediği zaman katılması veya ayrılmasıdır. Herhangi bir değişiklik olursa, doğrulama işlemi yapılmaktadır. Üyelik işlemlerini yöneten, izinsiz okuyucuları yasaklayan herhangi bir merkezi otorite bulunmamaktadır. İzinsiz blok zinciri sisteminde, uygulamalar ağa onaya gerek olmadan dâhil edilir. Örnek olarak Bitcoin ve Ethereum verilebilir.

- İzinli Blok Zinciri: Üyelerin işlemlere katılabilmesi merkezi bir otoritenin onayına bağlıdır. Sistemde kişileri yönetmek amacıyla bir erişim kontrol katmanı yer almaktadır. Örnek olarak Hyperledger Fabric ve R3 Corda gösterilebilir.

3.3. Blok Zinciri Köprüsü

Blok zinciri köprüsü, farklı ekonomi ve teknolojilere sahip blok zincirleri etkileşim kurarak birbirine bağlayan protokoldür. Bu protokoller, blok zincirinde yer alan farklı iki sistemi birbirine bağlamaktadır. Varlıklar ve verilerin başka bir blok zincirle etkileşim kurulmasını sağlayan fiziksel köprüler gibi işleve sahiptir. Bu sistemler, farklı blok zinciri ekosistemleridir. Kurulan köprü çalışılabilirlik açısından internetin yapı taşıdır. Blok zinciri köprüleri, veriler ve değerlerin iletilmesine imkan tanımaktadır. Bitcoin ve Ethereum en çok kullanılan blok zinciri ekosistemlerindendir. Her blok zinciri köprüsü, farklı sistem kuralına ve programlama diline sahiptir.

Bu alanda en çok kullanılan web sitesi olan Binance Academy’de blok zinciri köprüsü hakkında detaylı bilgiler yer almaktadır. Burada yer alan bilgiler ışığında değerlendirmeler bulunmaktadır. Blok zinciri köprüsü, yaygın olarak token transferi için kullanılmaktadır. Token, varlık ve verilerin farklı zincirler arasında iletilmesini sağlamaktadır. Örneğin, BTC bir Ethereum cüzdanına bağlandığında, bir blok zinciri köprüsü sözleşmesi BTC’nizi kilitleyerek ERC20 token olan Wrapped BTC’den eşit miktarda çıkarır. Kripto paranın tokenleştirilmiş hali olan Wrapped token değeri, temsil ettiği varlığın değerine endekslidir.

Blok zinciri köprüleri, birlikte çalışılabilirliği ve ölçeklenebilirliği artırmaktadır. Bazı blok zinciri köprüleri çok sayıda işlemi gerçekleştirerek verimliliği artırır. Kötü niyetli kişiler, akıllı sözleşmelerdeki açıklardan faydalanarak zincirler arası köprülerden yüksek miktarda kriptoyu ele geçirebilir. Blok zinciri köprüleri, protokollerdeki güven seviyelerindeki farklar nedeniyle risklere maruz kalabilir. Blok zinciri köprüleri farklı blok zincirlerini bağladığı için, birbirine bağlanmış ağların güvenliği güçlü olmaktadır.

3.4. Blok Zinciri Teknolojisinin Kullanım Alanları

Blok zinciri teknolojisi, internetteki verileri belgelemek için oluşturulmuş yeniliği ifade etmektedir. Kavramsal olarak internete benzediğinden “internet 3.0” olarak adlandırılmaktadır. Blok zinciri hayatımıza kripto paralarla girmiştir. Dijital kayıt deposu olarak da kullanılmaktadır. Sağlık hizmeti, doğum, ölüm ve evlilik bilgilerinin saklanması, alım-satımda yer alan değerli kağıtların kaydedilmesi, borsa işlemleri gibi pekçok alanda kullanılabilir.

Blok zinciri, kripto para sisteminin işleyişini yönlendirmektedir. Bu teknoloji, aracı bir kurum gerekmeden değer değişimini mümkün kılan bir teknolojidir. Blok zinciri teknolojisiyle para birimleri, kimlik bilgileri veya başka kişisel veriler kaydedilmektedir. Merkeziyetsiz sanal bir defterde bu işlemler gerçekleşmektedir (Karaağaç ve Altınırnak, 2018: 126).

Akıllı sözleşmeler ve kripto paralar blok zinciri teknolojisinin en çok kullanım alanını oluşturmaktadır. Bitcoinle sıklıkla karıştırılmaktadır, ancak bitcoin blok zinciri teknolojisinin finansal halidir.

Blok zinciri uygulamaları işlem maliyetlerini düşüren ve hızlı bir şekilde dijital veri altyapısı kullanarak işlemlerini gerçekleştirmektedir. Blok zinciri teknolojisinin bazı kullanım alanları aşağıda yer almaktadır:

- Para Transfer İşlemleri: Dünyanın farklı yerlerindeki nakit alışverişi oldukça maliyetlidir. Bu işlemler uzun zaman alabilir ve güvenlik açığı oluşturabilir. Blok zinciri teknolojisiyle bu işlemler şeffaf bir şekilde aracı ve merkezi olmadan güvenli, hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir.
- Denetim: Blok zincirinin sağlamış olduğu yüksek güvenlik ve değişmezlik özelliği sayesinde dışardan gelebilecek saldırıları önlemektedir.
- Tapu İşlemleri: Tapu ile ilgili işlemlerde kayıtların tutulmasına olanak sağlamaktadır.
- Sağlık Hizmetleri: Hastaların bilgilerini güvenli şekilde saklamaktadır. Farklı bilgisayarlarda depolanmış olan hasta kayıtları yapılan bir güncelleme sonucu birbiriyle senkronize edilir. Bu da hastanın tıbbi olarak verilerini etkili bir şekilde kaydetmek için kullanılmaktadır. Blok zinciri ağları tarafından sağlanan güvenlik sayesinde hastanelerin maruz kalabileceği fidye yazılımlara karşı da yararlı olabilir. İlaç sahteciliğinin önüne geçerek üretim ve dağıtım süreci boyunca ilaçların

izlenmesini sağlayabilir. Sosyal güvenlik alanında farklı kişilerin başkasının yerine tedavi olmasının önüne geçerek dolandırıcılıktan korur (Sert, 2019: 16-17). Sağlık hizmetleri alanında klinik denemelerde tıbbi veriler test edilen ilaçlardan yararlanabilecek hastalarında tanımlanmasını ve toplanan verilerin bütünlüğünü sağlar.

3.5. Blok Zinciri ve Web3 Arasındaki İlişki

İnternet, salt okunur Web 1.0' dan sosyal odaklı olarak tanımlanan Web 2.0' a evrilmiştir. Daha sonra kişilerin mal ve hizmetlere dijital olarak sahip olduğu Web 3.0'a kademeli olarak geçilmiştir. Web3 ile birlikte kolayca çevrimiçi işlem yapılmaktadır. Bunun yanı sıra, kişisel veriler üzerinde daha fazla kontrole imkan tanımaktadır. Blok zinciri ve kripto ekosistemleri, Web3 için kullanıcılar P2P ödemeler yapabilmektedir. Kripto cüzdanları ile dijital öğeleri toplayabilmektedir.

Binance Academy'de Blok zinciri ve Web 3 arasındaki ilişki hakkında detaylı bilgiler yer almaktadır. Blok zinciri ve kripto sahip olduğu bazı özellikler nedeniyle Web3 vizyonuna uygundur. Bunlar aşağıda yer almaktadır:

- **Merkeziyetsizlik:** Web3 ile birlikte Web2'nin temel sorunu olan verilerin belli statüde toplanması sona ermiştir. Web3'de bilgi ve güç dağıtılmış, merkeziyetsiz bir yapıya kavuşmuştur.
- **Dirençlik:** Yapılan işlem kayıtları tek taraflıdır. Kayıtlar blok zincire eklendikten sonra değiştirilemez. Bu özellik, işlemleri devlet veya şirketler tarafından uygulanacak prosedürlere karşı korumaktadır.
- **İzne dayalı olmama:** Blok zinciri tabanlı projeler, herkese açık kodları kullanmaktadır. Böylelikle bu uygulamalara herkesin erişebilmesine ve etkileşim kurabilmesine imkan tanınmaktadır.
- **Ödeme yolları sunma:** Kullanıcılara daha az maliyetli ve hızlı ödeme yolları sunarak aracılara ihtiyaç duyulmasını engellemektedir.
 - **Güvene dayalı olmama:** Web3 kullanıcıları, blok zinciri ve kripto para, üçüncü taraflara yönelik tüm ihtiyacı ortadan kaldırır.

3.6. Blok Zinciri Teknolojisinin Teknik Detayları

Blok zinciri teknolojisi; Merkle ağaç yapısı, madencilik ve iş kanıtı ile pay kanıtı teknik detaylarından oluşmaktadır. Merkle ağaç yapısı, blok zincirde en önemli konulardan biridir.

Bu yapıda, her düğüm veri bloğu ile etiketlenmektedir. Her düğümün alt düğümlerini şifreleme hash'leri ile etiketlenmektedir (Duman ve Şen, 2019: 34). Bu yapı verileri bir araya getirerek doğrulanmasını sağlamaktadır. Bu işlemde öncelikle ikişerli gruplama yapılarak özet değerleri alınır ve son iki özet değeri kalana kadar da bu işlemler tekrarlanır. Son olarak Merkle kök değerine ulaşılır. Merkle ağaç yapısının en önemli özelliği yapılan işlemlerin doğru olup olmadığının kontrol edilmesidir.

Madencilik ve iş kanıtı (pow); blok zincirine yeni bir blok dahil etmek için doğru kanıt oluşturma süreci madencilik olarak adlandırılmaktadır. Bu süreçte yer alan kişilere de madenciler denmektedir. İş kanıtı algoritmasında (PoW) madenciler karmaşık şifreleri çözerler. Bitcoin dağıtık ve güvenilir bir algoritmadır (Debus, 2017: 13). Madencilerin görevleri arasında sisteminin sürekliliğini sağlamak açısından Bitcoin üretmenin yanında, blok oluşturma ve oluşan blokların doğruluğunu kontrol etme de bulunmaktadır (Güven ve Şahinöz, 2018: 64-65). İş kanıtı, mutabakat sağlama algoritmalarının en önemlilerinden biri ve bilgisayarların çalıştığını ispatlayan yöntemdir. Amacı madencilerin hızlı bir şekilde blok oluşturmalarını engellemektir. Bitcoin sisteminde madencilik ödülleri 210.000 blokta bir, yani 4 yılda bir, yarıya düşecek şekilde matematiksel olarak ayarlanmıştır.

İş kanıtı, SHA-256 gibi karma işlemi uygulandığında karma işleminin bir dizi sıfır bitle başlayan bir değer taranmasını içerir. Gereken ortalama iş, gereken sıfır bit sayısına göre üsteldir ve tek bir karma çalıştırılarak doğrulanabilir. Saat başına ortalama blok sayısını hedefleyen hareketli bir ortalama ile artan donanım hızı ve zamanla düğüm çalıştırmaya yönelik iş kanıtı zorluğuyla belirlenir. Çok hızlı oluşturulursa zorlaşmaktadır (Nakamoto, 2008:3).

Pay kanıtı (proof of stake); madenci, sistemde bulunan coin'in oransal olarak ne kadarına sahipse o kadar blok oluşturabilir. Ayrıca bu yöntemde madencilerin cüzdanında bulundurdıkları paraların yaşı, ne kadar uzun süre cüzdanınızda kalmışsa o kadar yüksek olur. Yaş faktörü, pay kanıtı yönteminde işlemlerde bir bloğu doğrulama payınızı artırması açınsan önemlidir ve transfer işlemi gerçekleştiği zaman paranın yaşı da sıfırlanır. Pay kanıtı yönteminde, blok üreten madenciler herhangi bir ödül kazanmaz

yalnızca yaptıkları işlemin komisyonunu alırlar (Gündüz ve Tepeci, 2018: 50) İş kanıtı yönteminde pahalı bilgisayar ve donanıma ihtiyaç duyulurken, pay kanıtında yalnızca bir dizüstü bilgisayar yeterli olabilmektedir.

3.7. Akıllı Sözleşmeler

Akıllı sözleşmeler, ilk kez 1994 yılında Nick Szabo tarafından tanımlanmıştır Bu tanımda; bir sözleşmenin şartlarını sağlayan, bilgisayarla işletilen bir işlem protokolü olarak ifade edilmektedir. Herhangi bir aracının olmadığı akıllı sözleşmeler para, altın ve hisse gibi değerli varlıkların şeffaf bir şekilde değişimini sağlar. Akıllı sözleşmeler, saklama, bilgisayar koduna dönüştürme, denetleme ve çoğaltma işlemlerini sağlamaktadır. Bu sözleşmelerde amaç, güvenliği sağlamaktır.

Akıllı sözleşmeler hızlıdır ve manuel işlemlerden uzak bir şekilde otomatik yazılım kodu kullanarak yapılan işlerden zaman kazandırır. Böylelikle tapuda bir işimiz olduğunda notere ve bankaya gitmeye ihtiyaç duymayız. Bu da bize hem zamandan hem de paradan tasarruf sağlar. İşlemler çok düşük maliyetle gerçekleştirilir. Belgeler pek çok bilgisayarda şifreli olarak saklandığından güvenlidir. Özerklik özelliği sayesinde sözleşme tarafımızdan gerçekleştirildiğinden aracılar gerek kalmaz. Kriptografi sayesinde belgelerde hackleme olayı olmaz ve belgeler güvenle saklanır. Yedekleme özelliği ile blok zincirinde belgeler birçok bilgisayarda çoğaltılır. Hızlı ve ucuz olmasının yanında otomatik sözleşmelerden dolayı yapılacak hata payını en aza indirir.

Akıllı sözleşmeleri yazmak için kullanılan Solidity, akıllı sözleşmeleri çalıştırmak için kullanılan nesne yönelimli bir programlama dilidir. Akıllı sözleşmelerden biri olan Ethereum blok platformunda çalışır (İnci ve Alpen, 2018: 47-48). Ethereum, sözleşmeyi yönetmek için merkezi olmayan sanal makineler sunan, dijital para birimi olarak ETH'yi kullanan açık kaynaklı bir blok zinciridir (Watanabe vd., 2015).

BÖLÜM IV

KRİPTO PARA

Çalışmanın bu bölümünde, kripto paralar, ortaya çıkışı ve çeşitlerine yer verilmiştir. Piyasa değeri en yüksek olan kripto paralar olan Bitcoin, Ethereum, Tether USDt, Binance Coin, Solana, Ripple, Amerikan Doları, Cardano, Dogecoin ve Shiba Inu'ya ilişkin bilgiler açıklanmıştır.

4.1. Kripto Para ve Ortaya Çıkışı

Kripto para, 1980'li yıllardan itibaren akademik araştırmalara konu edilmektedir. 1982 yılında izlenemeyen elektronik ödemeler fikri, güvenli bir dijital nakit sistemi ilk defa ortaya konmuştur. Araştırmanın amacı, kullanıcıların bir dijital para birimini bir platformdan veya bir bankadan, herhangi bir üçüncü taraf aracılığıyla izlenmeden çekebilmeleriydi (Chaum,1982: 201).

Kripto para üzerinde son otuz beş yıldır araştırmalar yoğunlaşmıştır. 2007 yılında Kenya'da SafariCom tarafından M-PESA adlı SMS tabanlı bir para transfer sistemi icat edilmiştir. Sistem, kişilerin telefonlarını kullanarak para yatırma, gönderme ve çekme işlemlerine olanak sağlamıştır. M-PESA'nın para birimi olan e-float ile işlem yapıldığında, kullanıcıların hesaplarından şarjları düşülmüştür (Raskin ve Yermack, 2016: 4).

Kripto para, para biriminin kriptografi ile güvence altına alınmasıyla ortaya çıkmıştır. Kriptografi ise okunabilir durumdaki verinin, istenmeyen kişiler tarafından anlaşılmasına engel olmak için kullanılan şifreleme yöntemidir. Bu yöntemde elektronik paranın eşten eşe transferinde okunabilir verilerin istenmeyen kişiler tarafından ele geçirilmesini önlemek amaçlanmıştır. Kripto paraların güvenli şekilde şifrlenmesini sağlayan kriptografi, aynı zamanda yeni para birimleri oluşturup kodlamak için matematiksel protokoller kullanmaktadır. Kripto paralar kriptografik şifreleme yöntemlerini kullanan ve dağıtık olan dijital para birimleridir (Halaburda ve Gandal, 2014: 2).

Kripto paralara, ilk olarak 2008 yılında Satoshi Nakamoto'nun makalesinde zemin hazırlanmıştır. Bitcoin'le de finans literatürüne girmiştir. Blok zinciri teknolojisini kullanan 9.000'in üzerinde kripto para ortaya çıkmıştır. Blok zinciri, dağıtılmış merkezi bir otorite olmadan değiştirilemez bir yapıya sahip şifrelenmiş bir defter teknolojisidir. Blok zincirin temeli, 1991 tarihli bir araştırmada dijital belgelerin gerçekliğini ortaya koymak, hash fonksiyonları aracılığıyla doğrulamak ve kriptografik ilkeler kullanılarak güvenli hale getirmek için kullanılan bir sistem olarak açıklanmıştır. Kripto paralar, güvenli mülkiyet ve işlem sağlama amaçladığında kriptografik bir problem kullanmaktadırlar (McBee ve Wilcox, 2020).

Kripto para, sayısal para olarak da tanımlanmaktadır. Bunun temelinde kripto paraların arzının sınırlı olması gelmektedir. Sanal paranın ilk resmi tanımı, kripto para birimi, Ekim 2012'de yayınlanan Avrupa Merkez Bankası Raporu'nda ortaya çıkmıştır. Bu raporda; sanal para: “genellikle yaratıcıları tarafından çıkarılan, kontrol edilen ve belirli bir sanal topluluğun üyeleri tarafından kullanılan ve kabul edilen düzenlenmemiş bir dijital para türü” olarak tanımlanmıştır (Avrupa Merkez Bankası, 2000: 13). Bu tür paranın fiziksel (maddi) bir temsili yoktur, yalnızca dijital evrende işlev görmektedir (Maciejasz-Świątkiewicz ve Poskart, 2020: 190).

Ağ işlemlerinde kriptografik iş kanıtı (proof of work) kullanılır. İş kanıtı ise işlemlerin benzersiz ve güvenilir olarak doğrulandığı, kod çözme yarışması ve katılanları ödüllendirme konusunda bir teşviktir. Bitcoin'de kodu ilk kıran katılımcı yeni oluşturulan paralar ile ödüllendirilir. Bu mücadele, iş kanıtını yeniden yapmadan değiştirilemeyen işlemlerin bir kaydını oluşturmaktadır (Lee ve Nian, 2015: 8). Sayısal olarak yoğun olan iş kanıtı, bir yöntemdir (Harwick, 2016: 570).

4.2. Kripto Paraların Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Kripto paralara ihtiyaç duyulmasının nedeni, geçmişte yaşanmış olan ekonomik krizler ve bu krizlere bağlı olarak insanların bankalara olan güveninin zedelenmesidir. Kişilerin para transferini ucuz, güvenli, rahat ve özgür olarak gerçekleştirmek istemesi nedeniyle kripto paralara olan ilgi artmıştır.

Kripto para, kayıt sistemi çevresinde kurulmuş ve bozulamaz bir yapıya sahip donanımlı bilgisayarlar tarafından doğrulanmaktadır. Böylelikle alt yapının oluşturulması için birbirini tanımayan kişiler arasında işlem yapılabilmesi sağlanmaktadır. Bankacılık

işlemlerinde yapılan para transferlerinde üçüncü bir kurum veya kuruluş bulunmakta ancak kripto para ile yapılan işlemlerde aracı bulunmadığından maliyet avantajı sağlanmaktadır. Böylelikle kaynakların daha etkin kullanımı sağlanacaktır (Vigna ve Casey, 2017: 17).

Kripto paralar, bankalar gibi finansal araçlara ihtiyaç duymadan iki kişi arasında direk ödemenin gerçekleştirilmesini sağlar. Ağ işlemlerinde kod çözme yarışmasına katılanları ödüllendirmek için iş kanıtını kullanır. İş kanıtı sayısal yöntemler kullanarak işlemlerin benzersiz bir şekilde doğrulanmasını sağlar. Bitcoin ödülü kazanmak için kodu ilk kıran katılımcı ödüllendirilir (Lee ve Nian, 2015: 8).

Kripto para transfer işlemlerinde vergi ve masraf düşüktür. Üretim ve transferler ağa bağlı herkes tarafından izlenebilmektedir. Kripto para işlemlerinde Dolar, Euro ve TL gibi para birimlerinin miktarı izlenememektedir. Kripto parayı ödeme aracı olarak kullanan ilk ülke Japonya olmuştur.

Kripto paraların olumlu özellikleri yanında olumsuz özellikleri de söz konusudur. Bitcoin gibi kripto paraların aşırı hareketli olması kişileri istikrarlı fiyat karşısında olumsuz etkilemektedir. Kripto para kullanıcıları, işlemlerini kod aracılığıyla gerçekleştirdiğinden gerçek kimlikleri belli değildir. Bundan dolayı yasa dışı işlem yapma, vergi kaçırma gibi durumlar oluşabilmektedir. Yapılan araştırmalarda web sitesi üzerinden uyuşturucu ticareti yapılarak ödemelerin sanal para ile yapıldığı tespit edilmiştir. Cüzdan şifresinin unutulması, hacklenmesi, kaybedilmesi veya yanlış hesaba kripto para gönderilmesi durumunda arada aracı bulunmadığından işlemlerin geri dönüşü bulunmamaktadır. Örneğin, Bitcoin'in en büyük borsalarından biri olan Youbit'in hacklenmesi borsanın iflasını getirmiştir.

Kripto paralar, devletin para basma tekeline rakip olmaktadır. Bazı merkez bankaları önlem almak için vergilendirme sistemine geçmiş ve kendi kripto paralarını yapmak için çalışmalar gerçekleştirmektedir.

Kripto paralar, merkezi bir yapıya sahip değildir. Herhangi bir kripto para oluşturulurken bilinen yöntemlerle ve kaç adet üretileceği halka açık bir şekilde duyurulur. Yani herhangi bir hükümete bağlı bulunmadığından merkeziyetsiz olarak ne zaman kurulacağı, arz şekli ve miktarı önceden planlanır. Kripto para kullanıcıları, kendilerine ait takma ad ve kullanıcı numarası ile işlemlerini gerçekleştirmektedir. Kullanıcılarına güvenlik ve gizlilik hizmeti de sağlamaktadır (Çarkacıoğlu, 2016).

Kripto paraların olumlu özellikleri; izinin sürülememesi, enflasyon riskinin düşük olması, devlet ya da bağlı otoriteler tarafından kontrol edilememesi ve işlem yapan

bireylerin kimliklerinin tespit edilmesinin mümkün olmaması bulunmaktadır. Kripto paraların olumsuz özellikleri arasında; hacker saldırılarına karşı kullanıcıları koruyamaması, kullanım alanının geniş olmaması yer almaktadır. Buna bağlı olarak değişkenlik göstermesi, kullanıcılara güvenlik ve kontrol gibi konularda sorumluluk vermesi, kripto paraların kolay kaybedilir olması gösterilmektedir (Yıldırım, 2019).

4.3. Ülkelerin Kripto Para Kullanımları

Ülkelerin kripto para kullanma eğilimini ölçen Küresel Kripto Benimseme Endeksi bulunmaktadır. Bu endeks beş alt endekse sahiptir. Ülkelerin farklı türde kripto para hizmeti kullanmasına göre sınıflandırma yapılmaktadır. Endeks hazırlanırken 155 ülke Chainalysis tarafından; ülkelerin nüfus büyüklüğü, satın alma gücü, ticaret hacmi verilerine göre kripto para benimseme düzeyini tahmin etmektedir. 2023 yılı küresel kripto benimseme endeksine göre ülkelerin sıralamalarına Tablo 4.1’de yer verilmektedir.

Tablo 4. 1: Küresel Kripto Benimseme Endeksi 2023

Ülke	Genel Sıralama	Merkezileşmiş Hizmet Değeri Sıralaması	Merkezi Olmayan Hizmet Değeri Sıralaması
Hindistan	1	1	1
Nijerya	2	3	2
Vietnam	3	4	4
ABD	4	2	8
Ukrayna	5	5	3
Filipinler	6	6	6
Endonezya	7	13	13
Pakistan	8	7	7
Brezilya	9	9	11
Tayland	10	8	15
Çin	11	10	5
Türkiye	12	11	9

Kaynak: Chainalysis, 2023: 86.

Tablo 4.1’e baktığımızda beş alt endeskin genel ortalaması alınarak oluşturulan ilk on iki ülke görülmektedir. Hindistan birinci sırada yer almaktadır. Sahra Altı Afrika’da Nijerya ikinci sırada kripto parayı benimsemiş ülkedir.

Chainalysis (2023) Raporu'nda; kripto para kullanım hacmini ve itici güçlerini ülkeler özelinde ele almıştır. Kuzey Amerika, 2023 yılında 1,2 trilyon dolarla en yüksek kripto para piyasasına sahiptir. Bu piyasasının büyüklüğünü ABD oluşturmaktadır. Latin Amerika bölgesinde Arjantin, Brezilya ve Meksika en fazla kripto para kullanan ülkelerdir. Meksika, özellikle kripto para tabanlı para transferi işlemlerinde dünyanın ikinci büyük para transferi alıcısı konumundadır. Arjantin'de ise kripto paralar ticarete alışverişte yoğun şekilde kullanılmaktadır. Orta, Kuzey ve Batı Avrupa bölgelerinde; kripto para kullanımının en fazla olduğu ülke İngiltere'dir. İngiltere'de bireyler, hem teknolojik hem de yatırım açısından kriptoya yönelmiştir. Bunu Almanya, İspanya ve Fransa takip etmektedir.

Avrupa Birliği (AB), Haziran 2023'te Kripto Varlık Piyasaları (MiCA) Yönetmeliğini kabul etmiş, böylece tüm AB ülkelerinde kripto faaliyetleri ortak bir düzenlemeye kavuşmuştur. Fransa, kurumsal müşterilerine gelişmiş saklama, ticaret ve satış imkanları hazırlamak için Haziran 2023'te ilk kripto lisansını almıştır. Almanya'da, Nisan 2023'te kripto varlık saklama ve iflasa karşı koruma sağlayan Geleceğin Finansman Kanunu (ZuFinG) kabul edilmiştir.

Doğu Avrupa'da en yüksek kullanım payı Rusya'ya aittir. Rusya - Ukrayna Savaşı'nın devam etmesi nedeniyle kripto para kullanımı bu bölgede azalmıştır. Orta ve Güney Asya ile Okyanusya (CSAO), dünyanın üçüncü büyük kripto para piyasasına sahiptir. Hindistan, dünyanın en büyük ikinci kripto para piyasasına sahiptir. Hindistan, Vietnam ve Tayland en yüksek paya sahip ülkelerdir. Bu ülkelerde özellikle merkezi borsalarda kullanılmaktadır. Hindistan kripto para faaliyetlerinden elde edilen kazançlar üzerinden % 30 vergiyi kaynaktan kesmektedir. Filipinler, oyun sektöründe kripto paralardan yararlanmaktadır.

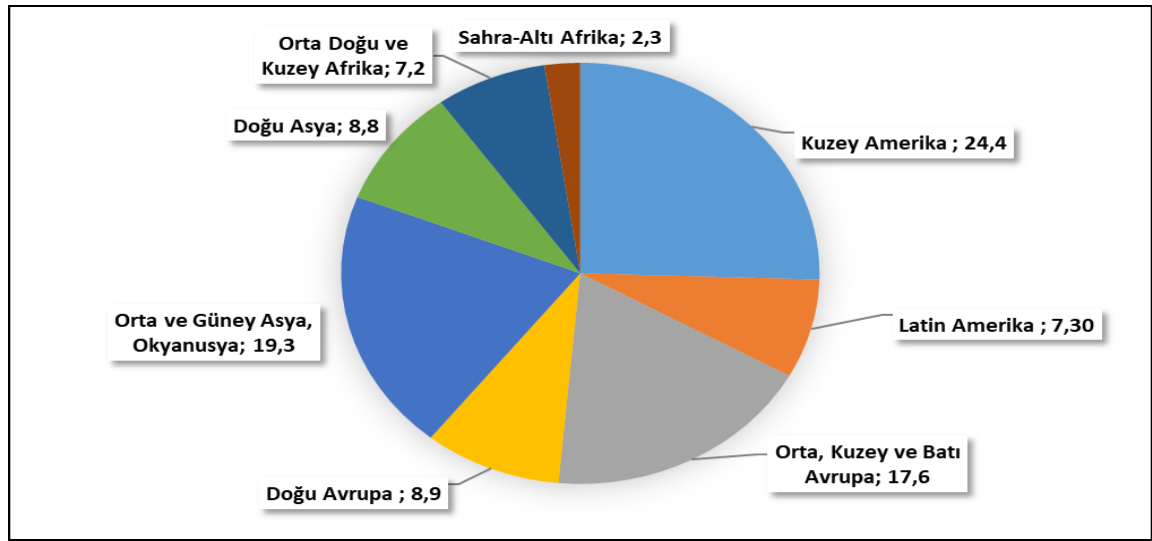
Doğu Asya bölgesinde; Güney Kore, Japonya, Çin, Tayvan ve Hong Kong kripto kullanımında öncü ülkelerdir. Çin'de devlet bankası olan Çin Halk Bankası 2021'de pekçok kripto faaliyetlerini yasadışı ilan etmiştir. Bu nedenle kripto kullanımı son iki yılda azalmıştır.

Orta Doğu ve Kuzey Afrika bölgesine baktığımızda ise; Türkiye kripto kullanımı en fazla olan ülkedir. Türkiye'de bireyler, ulusal para birimi devalüasyonuna karşı servetlerini korumak amacıyla kripto paralara yönelmektedir. Birleşik Arap Emirlikleri dijital ekonomide kripto para birimi için dünyanın ilk düzenleyici çerçevesini oluşturmuştur. Dubai, ilk olarak 2016 yılında bir blok zinciri stratejisi oluşturmuştur. Böylece, Suudi Arabistan'da yıllık işlem hacmi bir önceki yıla göre % 12 oranında

büyümüştür. Sahra-Altı Afrika’da, Nijerya en yüksek kripto kullanımına sahip ülkedir. Bireyler, enflasyon ve borca karşı korunmak amacıyla Bitcoin’e yönelmektedir. Bu gelişmelerle kripto paraların kullanımının artacağı düşünülmektedir.

Gelişmiş ülkeler, gelişmekte olan ülkelere göre daha fazla kripto para alıp satabilmektedir. Diğer taraftan gelişmekte olan ülkelerin kripto para birimine günlük ihtiyacı daha fazladır (Chainalysis, 2023: 85). Kripto paraların bölgelere göre kullanımı Şekil 4.1’de yer almaktadır.

Şekil 4. 1: Kripto Paraların Kullanımlarının Bölgesel Dağılımı: Haziran 2022 - Haziran 2023



Kaynak: Chainalysis, 2023 verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 4.1’de kripto paraların Kuzey Amerika’da kullanım oranının % 24.4 ile en yüksek olduğu görülmektedir. Orta ve Güney Asya ülkeleri ile Okyanusya’nın % 19.3 ile ikinci sırada olduğu göze çarpmaktadır. Bunu Orta, Kuzey ve Batı Avrupa ülkeleri % 17.6 ile takip etmektedir. Kripto paranın en az kullanıldığı bölge ise % 2.3 ile Sahra-altı Afrika’dır.

4.4. Kripto Para Çeşitleri

Kripto paraların bugünkü piyasa değeri 2.56 trilyon dolar ve günlük işlem hacimleri 67.83 milyar dolar düzeyindedir. Kripto para 10.000’nin üzerindedir. Bitcoin 1.37 trilyon dolar piyasa değeri, % 53’lük piyasa payıyla kripto paralar içinde ilk sırada yer almaktadır (<https://coinmarketcap.com/historical/20240101/>). Bu başlık altında en yüksek işlem hacmine sahip on kripto para ele alınmaktadır.

4.4.1. Bitcoin

Bitcoin, (sembolü: ₿, kısaltma: BTC) ilk kripto para birimidir. İhracı ve güvencesi bir şirket ya da kuruluş tarafından sağlanmayan, işleme mantığı kriptografiye dayanan resmi veya özel kripto paradır (Sönmez, 2014; Ateş, 2016). Bitcoin, Satoshi Nakamoto tarafından 2008 yılında mail ortamında tanıtılmıştır. 2009’da tez olarak ortaya atılmış eşler arası (peer to peer) elektronik para transfer sistemidir. Eşler arası, kripto para biriminin arzı ve para transfer işlemleri bir kimse ya da resmi kurum tarafından yapılamayan ve takip edilemeyen sisteme denmektedir.

Bitcoin’in bilinen ilk kripto para olmasının öncesinde Amerikan kriptograf David Chaum, 1983 yılında “ecash” adını verdiği anonim kripto elektronik parayı tasarlamıştır (Chaum, 1982). Bitcoin ilk defa 1998 yılında geleneksel olarak kullandığımız paradan farklı olarak kriptoloji tekniği kullanılarak Wei Dai tarafından kurulmuştur (BitcoinWiki, 2015). Bit, bilgisayar dilinde 0 ve 1, coin ise madeni para birleşiminden meydana gelmiştir. Bitcoin aslında kişilerin uzak mesafelerden herhangi bir aracı kurum olmadan para transferinin mümkün olabileceği üzerine kurulmuş, nakit işlemi sanal dünyaya adapte etmek için ortaya atılmıştır. Dünyanın önde gelen kripto para birimlerinden biridir ve kullanıcıların sanal ortamdan rahatça işlem yapabilmelerini sağlamaktadır. Bitcoin para özelliğinin yanı sıra yatırım aracı olarak da kullanılan sanal varlıktır. Her bir Bitcoin 100.000.000 adet yani 8 rakamlı değerlere bölünebilir ve en küçük değer 0,00000001 bitcoin 1 Satoshi adını alır (Nakamoto, 2008:1).

Avrupa Merkez Bankası (2012) sanal paralar için “genellikle geliştiricileri tarafından kontrol edilen, sanal grup üyeleri tarafından kullanılan, düzenlenmemiş dijital para” ifadesini kullanmıştır. Bu tanım Bitcoin için de geçerlidir.

Bitcoin’in farklı çevrimiçi platformlarda kullanıcı arayüzü mobil uygulamaları veya web arayüzleri olan açık kaynaklı bir algoritma aracılığıyla gerçekleştirilen çevrimiçi işlemler yoluyla çalışan bir para birimi olduğu belirtilmiştir (Lee, 2018: 6). Blockchain teknolojisi üzerine kurulmuştur. Fiziki paralara tepki olarak ortaya çıkmış alternatif kripto paradır. Bitcoin, üretimi ve dağıtımını kontrol amacıyla herhangi bir merkezi otoritenin düzenlemesi altında değildir, bu nedenle merkez bankaları gibi merkezi otoriteler tarafından yayınlanan geleneksel para politikalarına tabi değildir. Merkeziyetsiz kripto, yani şifreli para sistemidir. Bitcoin, bloklar oluşturmak üzere bir araya toplandığı ve daha önce kabul edilen bloklara bir bağlantı oluşturarak deftere eklendiği, madencilik adı verilen bir süreçtir (Karl ve David, 2014:285).

Bitcoin hesabınızı bankalar veya hükümetler donduramaz, engelleyemez. Çünkü yöneten bir merkezi yoktur. Bitcoin, transfer edilebilme, taklit edilememe ve bölünebilme gibi özelliklere sahip bir değişim değer aracıdır. Aynı zamanda blockchain teknolojisine sahip olduğu için sel, deprem gibi doğal afet ve kağıt para, altın hırsızlığına karşı da sizi korumaktadır. Dünyadaki birçok ülkede geçerlidir. Bunların yanısıra para çekimi ve gönderimi gibi işlemlerde limit sınırlaması yoktur. Bitcoin, basılı bir materyal olmadığından, dijital olarak üretildiğinden ve herhangi bir merkez bankası tarafından kontrol edilemediğinden para politikası aracı olarak kullanılmamaktadır. Bitcoin’de ilk transfer Nakamoto tarafından 170 Bitcoin gönderilerek yapılmıştır. Bitcoin ile 2010 yılında ilk alışveriş 10 bin bitcoin karşılığı 1 pizza sipariş edilerek yapılmıştır. Daha sonra bazı kişiler oyun oynarken kendi aralarında sanal parayı kullanmıştır. Yasal işlemlerin yanısıra yasadışı işlemlerde de kullanılmıştır.

Bitcoin, internet ve e-ticaret işlemlerinde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Bitcoin’de tüm işlemler eşler arası yapıldığından, Bitcoin’i arz etmekle görevli bir kişi ya da kurum bulunmamaktadır. Bitcoine sahip olmak için madencilik işlemi gerçekleştirilmektedir (Siegel, 2014; Ateş, 2016). Her Bitcoin, içerisinde kullanıcıların bilgilerinin yer aldığı açık (public) ve özel (private) olmak üzere iki anahtara sahip olan bir süreçten geçerek meydana gelmektedir. Bu anahtarlara ait bilgiler aynı dosyanın içerisinde saklı bulunmaktadır. Eğer ilgili dosya silinirse, Bitcoinler de silinmektedir. Her Bitcoin önceden tabi olduğu işlemler ile bilgiyi kaydetmekte zaman, kullanıcı ve işlem bilgileri de zincirin bir halkasına eklenip mühürlenmektedir. Böylelikle, Bitcoin’in güvenliği sağlanarak, sadece sahibi olan kullanıcı tarafından kripto para değerlendirilebilmektedir.

Bitcoin’in tarihsel süreçte gelişimi özet halinde aşağıda sıralanmaktadır:

- Ekim 2008: Eşten eşe finansman olarak elektronik para birimi konusunda makale yayınlanmıştır.
- Ocak 2009: Geleneksel para birimleriyle eşit değerde işlem görmeye başlamış ve ilk Bitcoin işlemi gerçekleşmiştir.
- Şubat 2010: Dünyanın ilk Bitcoin piyasası kurulmuş ve Laslo Hanyecz adlı programcı, 10.000 BTC ödeyerek iki adet pizza siparişi vermiştir.
- Mayıs 2010: Bitcoin ile ilk alışveriş yapılmaya başlanmıştır.
- Ağustos 2010: Bitcoin hacklenmiş ve değeri düşmüştür.

- Şubat 2011: Bitcoin, ABD doları karşısında ilk kez denklik kazanmıştır.
- Mart 2013: Amerika Finansal Suçlar Ağı, Bitcoin ile ilgili ilk yasal düzenlemelerinden birini çıkarmıştır.
- Ağustos 2013: Bitcoin'in para yerine kullanabileceği kararı Amerika'da federal bir mahkeme tarafından çıkarılmıştır.
- Ocak 2014: Dünyanın ilk sigortalı Bitcoin depolama servisi, Elliptic şirketi tarafından kurumsal müşterileri için başlatılmıştır.
- Haziran 2014: Yasa dışı online pazar İpek Yolu'nda ele geçirilen 29.000 Bitcoin ABD hükümeti tarafından müzayedeye çıkarılmıştır.
- Aralık 2017: Bitcoin'in sahip olduğu fiyat 19.000 doları geçmiştir.
- Şubat 2018: Bitcoin fiyatı 8.000 dolar civarına inerek değer kaybetmiştir.
- Haziran 2019: Bitcoin fiyatı 10.000 dolar sınırını test etmiş ve BTC hakimiyeti % 90 seviyesine yükselmiştir.
- Nisan 2021: Türkiyede kripto varlıkların ödemelerde kullanılması yasaklandı.

Bitcoin, finans piyasalarında ve finansal sistemde yaşanan olumsuzluklar sonucu rezerv paralara alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Kripto paralar merkeziyetsiz olduğundan bilgisayar algoritmalarına dayanan matematiksel problemlerin çözümüne dayanmaktadır. Bitcoinin temel amacı parayı dijital hale getirmek ve parayı merkezi bir sisteme olan bağımlılıktan kurtarmaktır. Bitcoin düşük işlem ücretleriyle kişisel bilgilere gerek duymaksızın açık kaynak kodlarıyla dünyanın her yerinde işlem yapmanızı sağlamaktadır. Bu sistemde yaptığınız işlemler herkese açıktır. İsteyen kişi yapılan işlemleri görüntüleyebilir fakat işlemleri yapan kişilerin kimlikleri gizlidir açığa çıkarılamaz.

Dünyada toplam çıkarılacak Bitcoin sayısı 21 milyonla sınırlandırılmış olup bu sayıya ulaştığında yeni bitcoin kazınması yapılmayacaktır. 11.05.2024 itibariyle toplam çıkarılan BTC sayısı 19.696.840'tir. 1 BTC: 60.793,71 dolardır. (coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/). Bitcoin, değerinin yüksek olmasından dolayı daha küçük BitCent-MBitcoin-Yobit ve Satoshi olmak üzere alt birimlere bölünmüştür. Şekil 4.2'de Bitcoin'in değeri 2011-2023 dönemine ait dolar bazında yer almaktadır.

Şekil 4. 2: 2011-2023 Dönemi Bitcoin'in Değeri (Dolar)



Kaynak: <https://tr.investing.com/crypto/bitcoin/chart>, (23.04.2024).

Şekil 4.2’de 2011 yılından 2023 yılına kadar Bitcoin fiyatının istikrarlı olmadığı görülmektedir. Özellikle 2017 yılından itibaren bu iniş ve çıkışların daha fazla görülmektedir.

Tablo 4.2’de ise 01.01.2020-31.12.2023 dönemi günlük açılış, kapanış, en yüksek ve en düşük verileri yer almaktadır.

Tablo 4. 2: Bitcoin Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları



Kaynak: Veriler <https://tr.investing.com/crypto/currencies> adresinden alınmış olup, yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.2’ye göre; seçilen dönemde Bitcoin fiyat dalgalanmalarının yaşandığı görülmektedir. Bu fiyat hareketlerinde yaşanan oynaklığın özellikle 2021’de arttığı göze çarpmaktadır.

4.4.1.1. Bitcoin'in Çalışma Yöntemi

Bitcoin ağı, üzerinde milyarlarca işlem yapılabilmesinin yanında yapılan işlemlerin kaydedilmesini ve doğrulanabilmesini sağlayan genel muhasebe defteridir. Yapılan işlemler ağ tarafından onaylandıktan sonra işlemi geri alma ya da değiştirme yapılamamaktadır. İki veya daha fazla bilgisayar arasında gerçekleşen Bitcoin transfer kayıtları, Bitcoin işlemi oluşturur. Sistem ilk çıktığı zaman çifte harcama gibi problemleri olmuş ancak Satoshi Nakamoto yapılan işlemleri açık hala getirerek problem çözümünde rol oynamıştır. Karşı tarafa gönderdiğimiz Bitcoin'i tekrar harcamak istersek çifte harcama olacağı için sistem bunu farkederek kullanıcıyı ağ dışına atmaktadır. Cüzdan tarafından gerçekleşen işlemler sistem şeffaf olduğundan ağdaki herkes tarafından görüntülenebilir ancak cüzdana müdahale edilemez ve sahibinin kim olduğu bilinemez. Hesabımızda bulunan bitcoini başka hesaba göndereceğimiz zaman işlemler kriptografik olarak şifrelenir ve ağdaki kullanıcıların işlemi onaylaması sonucu hesap defterine kaydedilir. Hesap defterine kaydedilen işlemler bloklara bölünerek Bitcoin sisteminde her 10 dakikada bir blok üretilir ve yapılan işlemler bloklara yazılır. Madencilik olarak adlandırılan bu olayda problem çözümü milyonlarca kişi tarafından gerçekleştirilir ancak en hızlı olan bitcoin ödülüne sahip olur.

Bir sonraki bloğun oluşabilmesi için SHA256 algoritmasıyla imzalanıp yeni problem çözümüne geçilmektedir. SHA256 algoritması çözümünün, imkansızla yakın olduğu halde madencilerin 10 dakikada bir problemi çözebilmeleri için madenci sayısına göre otomatik olarak problemin çözümü kolaylaştırılıp zorlaştırılmaktadır. Bitcoin üretimi bu şekilde madenciler tarafından gerçekleştirilmekte ve ne kadar işlem gücü kullanılırsa sistemin güvenliği o denli önemli hale gelmektedir. 2009 yılında üretilen ilk bloktan itibaren günümüze kadar tüm blokların verisi bulunmaktadır ve birbirine zincir şeklinde bağlanmıştır. Birbirine zincir şeklinde bağlanan bu bloklara blokzinciri adı verilmiştir. 210 bin blokta ya da ortalama 4 yılda bir verilen Bitcoin ödülü yarılanmaktadır. Madenciler tarafından 21 milyon adet Bitcoin üretimi gerçekleştirildikten sonra bitcoin transferleri için komisyon ücreti alınması planlanmaktadır.

Bitcoin, güvenlik olarak SHA 256 algoritmasını kullanmaktadır. Bu algoritma tek yönlüdür ve gelen mesajı 256 bitlik yazıya dönüştürerek zincirdeki blokların kriptografik olarak imzalanmasını sağlar. Blok zinciri ele geçirmek isteyen kişinin bu şifreyi çözmesi gerekmektedir. Bitcoinler, dijital olarak cüzdanlarda saklanır ve özel anahtarlar

içermektedir. Bu özel anahtarlar, Bitcoin işlemini yetkilendirmek için kullanılır. Cüzdanların algoritması, zararlı siber saldırılara dayanacak şekilde tasarlanmıştır.

4.4.1.2. Bitcoin'in Avantajları

Bitcoin; hızlı ve ucuz olması, güvenlik düzeyinin yüksek olması ile düşük işlem maliyetleri gibi çeşitli avantajlara sahiptir. Bitcoin'le yapılan bir finansal işlem geleneksel işlemlerden daha hızlı ve ucuzdur. Geleneksel işlem kullanarak yapılan havale gönderimlerinde, ödemenin ulaşması birkaç gün sürmekte ve ödeme yapan kişi işlem ücreti ödemektedir. Bir kişinin birkaç saniye içinde işlem ücreti veya herhangi bir masraf ödemedi, dünyanın her yerine Bitcoin transferi gerçekleştirebilir. (Douma, 2016: 17).

Bitcoin'in son kullanıcı koruması güvenlik düzeyini artıran bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Son kullanıcıyı, kullanıcı tabanlı bilgisayar ağı ile herhangi bir kart bilgi girişi olmadığından bilgi sızıntısı nedeniyle oluşan dolandırıcılıklardan korur (Malik, 2016: 33).

Bitcoin işlemlerinde, aracı bir kurum veya üçüncü taraf olmadığından geleneksel ödeme yöntemlerinden daha ucuz ve daha hızlıdır. Bitcoin, uluslararası transfer işlem maliyetlerini düşürmenin, mali gizliliği sağlamanın, yeniliği teşvik etmenin ve küresel yoksulluğu azaltmanın bir yolu olarak görülmektedir (Brito ve Castillo, 2013: 10).

Bitcoin, fiziksel bir para olmadığından taşıma zorunluluğu yoktur. Bunun yanı sıra merkeziyetsiz olduğundan banka benzeri kuruluşlar işlem üzerinde değişiklik yapamaz. Bitcoin'in maksimum üretim miktarı sınırlı olduğundan enflasyona maruz kalmamakta emisyon kaynaklı bir düşüş yaşanmamaktadır.

4.4.1.3. Bitcoin'in Dezavantajları

Bitcoin; suç unsuru taşıması, siber saldırılara açık olması, elektrik tüketiminin fazla olması, güven eksikliğinin bulunması gibi pek çok dezavantaja sahiptir. Bitcoin kullanan kullanıcıların kimlikleri belli olmadığından para aklama, yasadışı mal ve hizmetler için ödeme kabul etme gibi amaçlarla kullanılabilir (Brito ve Castillo, 2013: 20). İşlemler üçüncü şahıslar tarafından izlenemediğinden kara para aklama, uyuşturucu ticareti gibi suç faaliyetleri önlenememektedir. Örneğin, 2013'de İpek Yolu adlı ünlü karaborsa, İpek Yolu üzerinde çok sayıda uyuşturucuyla ilgili ödeme yapıldığının anlaşılmasının ardından kolluk kuvvetleri tarafından kapatılmıştır (<https://www.swansea.ac.uk> (28.05.2023)).

Siber saldırılar, özellikle bilgisayar korsanlığı yoluyla yapılmaktadır. Bitcoin, cüzdanlarda dijital biçimde saklandığından, genellikle bilgisayar korsanları Bitcoin'leri ticaret platformlarından ve diğer sıradan kullanıcılar tarafından saldırı yapabilmektedir. Bitcoin cüzdanlarının bilgisayar virüsleri tarafından saldırıya uğraması veya bu Bitcoin'lere bulaşması ve bu Bitcoin'lerin hiç kimse tarafından sahiplenilmemesi tehlikesi vardır (Polasik vd. 2015: 19).

Bitcoin'in kendine özgü bir değeri bulunmamaktadır. Bitcoin'i düzenlemekten sorumlu merkezi bir yetkisi yoktur. Blok zinciri teknolojisinin yasal mevzuatı eksik olduğundan pek çok işletme ve kullanıcı şüpheye düşmektedir. Bitcoin üretimi için tüketilen elektrik sarfıyatı her geçen gün artmaktadır. Elektrik fiyatlarına yapılan zamlar Bitcoin üretimini olumsuz etkilemektedir. Yanlış yapılan işlemler madencilerin onayından geçtikten sonra telafisi mümkün bulunmamaktadır.

İşlem yapmak için Bitcoin sistemini kullanan bir kişi, üçüncü bir tarafa ödeme yapmak yerine matematiksel bir algoritma kullanmaktadır. Bu durum özellikle küçük işlemlerde oldukça pahalı olabilir, ancak aynı zamanda bazı araçların veremediği güveni sağlarlar. Bitcoin'in en önemli yeniliği, daha önce de belirtildiği gibi, sistemin gizliliği sağlamasının yanı sıra işlemleri de takip edebilmesidir. Kriptografi iki amaca hizmet eder. Birincisi, iki taraf arasındaki iletişimin gizliliğini sağlar ve ikincisi, sahteciliği önlemek için dijital kimlikler oluşturur. Böylece gizliliği arttırdığı için özgürlüğü sağlar ve düzenlemeden uzaktır.

4.4.1.4. Bitcoin ve Geleneksel Para Arasındaki İlişki

Bitcoin kullanıcıları varlıklarını ispat etmek için banka cüzdanına benzer adresler kullanmaktadır. Bu adresler, rakam ve harflerden oluşmakta ve gerçek kişi bilgisi içermemektedir. Bu işlemler, ağda bulunan tüm kullanıcılar tarafından şeffaf bir şekilde görülebilmektedir. Kullanıcı başka bir kullanıcıya Bitcoin transfer etmek istediği zaman ağdaki diğer kullanıcılara işlem bilgisi mesaj olarak gönderilir ve işlem bilgisi doğruluğu onaylandıktan sonra transfer işlemi gerçekleşir. Sistemdeki kişilerin doğruluğunu onaylamak için kullanıcıların dijital imzası bulunur. Dijital imzada gizli ve açık anahtar kullanılır. Burada açık anahtar kişinin adresi, gizli anahtar ise kişinin şifresidir. Kullanıcı attığı dijital imza ile işlem doğruluğunu onaylamakta ve ağdaki kişiler fonksiyonu çözüp işlemi doğrulamaktadırlar.

Bitcoin ve geleneksel para arasındaki farklılıklar aşağıda yer almaktadır (Dere, 2019: 60):

- Bitcoin ile yapılacak işlemlerde izin almaya gerek yoktur. Geleneksel para işlemlerinde yapılacak ödemeler için yetkiliden izin alınması gerekmektedir.
- Bitcoin ile ilgili yapılan işlemlerde herhangi bir otorite tarafından kontrol edilmesi söz konusu değildir. Geleneksel para sisteminde banka ve hükümetlerin kontrol gücü bulunmaktadır.
- Bitcoin üretimi sisteme bağlı olan bilgisayarlar ve katılımcılar ile gerçekleşmektedir. Geleneksel para, merkez bankaları aracılığıyla üretilmektedir.
- Bitcoin’de veriler blok zinciri veritabanında yer aldığı için işlem hafızasına sahiptir. Geleneksel para ise işlem hafızası yoktur.
- Bitcoin’de işlemler kimlik bilgileri yerine takma adlar veya rumuzlar ile yapılmaktadır. Geleneksel para ise kimlik bilgileri yer almaktadır.
- Bitcoin işlemlerinde yanlış hesaba para gönderilmesi veya hesap çalınması durumunda yasal hak talep edilmemektedir. Geleneksel para piyasasında ise yasal hak talep edilmektedir.

Tablo 4.3’de Bitcoin ve geleneksel paranın karşılaştırılması özet halinde yer almaktadır.

Tablo 4. 3: Bitcoin ve Geleneksel Para Karşılaştırılması

Özellikler	Bitcoin	Geleneksel Para
Kontrol	Söz konusu değildir.	Hükümet ve bankalar kontrol etmektedir.
Arz	Bilgisayarlar ve gönüllü katılımcılar tarafından arz edilir.	Merkez Bankaları tarafından arz edilir.
İşlem Hafızası	Vardır.	Yoktur.
Kimlik Bilgileri	Takma ad ve rumuzlar kullanılarak işlemler yapılır.	Kimlik bilgileri kullanılarak işlemler yapılır.
Yasal Hak	Talep edilemez.	Talep edilebilir.

Tablo 4.3’de Bitcoin ve geleneksel para; sahip oldukları özellikler açısından karşılaştırılmıştır. Kontrol, arz, işlem hafızası, kimlik bilgileri ve yasal hak sahipliği konusunda farklılıklar olduğu görülmektedir.

4.4.2. Altcoinler

Blok zinciri üzerinde açık kaynak kodlu yapıya ve farklı özelliklere sahip kripto paralar Bitcoin'den esinlenmiştir. Bitcoin'den esinlenen altcoinler piyasalarda yerini almıştır. Altcoinlerin ilki Nisan 2011 yılında piyasaya giren Namecoin / Litecoin (NMC/LTC)'dir. Bitcoin'den çatallanan ilk altcoin ve Bitcoin kaynak koduna dayanmaktadır. Ayrıca 21.000.000 coin ile sınırlıdır (Dizkırıncı ve Gökgöz, 2018: 90).

Tablo 4.4'de 31.12.2023 tarihli kripto para bilgileri yer almaktadır.

Tablo 4. 4: Kripto Para Bilgileri (Dolar Bazında)

Kripto Paralar	Sembol	Günlük Fiyat	İşlem Hacmi	Piyasa Değeri
Bitcoin	BTC	42.272,50	16.397.498.810	827.811.209.384
Ethereum	ETH	2.281,90	6.871.481.744	274.194.287.336
Tether USDt	USDT	1.000,10	33.159.237.822	91.674.848.735
Binance Coin	BNB	312	953.254.184	47.394.056.692
Solana	SOL	101,59	1.748.630.533	43.576.016.360
Ripple	XRP	0,61541	710.033.547	33.283.785.351
ABD Doları	USDC	1,000	3.568.612.484	24.519.751.149
Dogecoin	DOGE	0,0895	259.196.255	12.746.626.943
Cardano	ADA	0,5943	413.744.730	21.014.927.331
Shiba Inu	SHIB	0,0000	88.174.762	6.093.268.685

Kaynak: Veriler 31.12.2023 tarihli <https://coinmarketcap.com/> adresinden elde edilmiştir.

Tablo 4.4'e göre; işlem hacmi en yüksek olan Tether USDt'dir. Bunu sırasıyla Bitcoin, Ethereum, ABD Doları, Solana, Binance Coin, Ripple, Cardano, Dogecoin ve Shiba Inu takip etmektedir. Piyasa değeri en yüksek Bitcoin'dir. Bunu sırasıyla piyasa değerine göre; Ethereum, Tether USDt, BNB, Solana, Ripple, ABD Doları, Cardano, Dogecoin ve Shiba Inu izlemektedir. Bu başlık altında altcoinler açıklanmaktadır.

4.4.2.1. Ethereum

İşlem hacmi olarak Bitcoin'den sonra en çok işlem gören Ethereum, ikinci en büyük kripto paradır. Ethereum, ilk olarak Vitalik Buterin tarafından 2015 yılında Kuzey Amerika'daki Bitcoin Konferansı'nda tanıtılmıştır. Ether blok zinciri tabanlı dijital para birimi olan Ethereum, blok zincirini 30 Temmuz 2015 yılında resmi olarak başlatmıştır. (Coin Medya, 2018). Akıllı sözleşmeler adı verilen Ethereum, açık kaynaklı, merkezi olmayan bir bilgi işlem altyapısıdır (Antonopoulos ve Wood, 2018).

Ethereum'un amacı; blok zinciri sistemindeki kullanıcıların yeni yazılımlar ortaya koyması ve yeni altcoinler çıkarmasını sağlamaktır. Kişisel verilerin üçüncü şahısların eline geçmesini engellemeyi planlamaktadır. Günümüzde sanal ortamda yaptığımız alışverişlerdeki verilerimiz data banklarda kayıt altına alınmakta ancak ilerde ne tür işlemler için kullanılacağı bilinmemektedir. Blockchain alt yapısını kullanan Ethereumda ise veriler dağınık ve ağdaki farklı bilgisayarlarda saklanmaktadır. Yetkisiz kişiler tarafından ele geçirilmek istenmesi durumunda interneti dağınık platforma çevirir. Ethereum DAPP adı verilen (merkezi olmayan uygulamalar) program kodlarını yürütmek için teknik bir temel sağlar. Ethereum blok zincirinde bir işlem gerçekleştirmek için kullanıcının “gaz” adı verilen bir işlem ücreti ödemesi gerekmektedir (Gough vd., 2020).

Madencilik yaparken sistemin sürekliliği ve güvenliği önemlidir. Ethereum madenciliği, herkes tarafından yapılabilmesi için sistem gereksinimi özel üretim cihazlarla değil ekran kartı ile yapılmaktadır. Madenci sayısının artması, kazancın günden güne azalmasına neden olmaktadır. Ethereum platformunda, her blok yaklaşık 12-14 saniyede onaylanmaktadır ve bloğu doğrulayan madenciye 2015 yılında 5 ETH, 2017 yılında 3 ETH ve 2019 yılında 2 ETH ödül verilmiştir. (CoinMarketCap, 2020).

Ethereum üretimi için öncelikle bir Ethereum cüzdanı oluşturulması gerekmektedir. Gerekli programlar yükledikten sonra üretime başlanabilir. Bireysel olarak Ethereum üretimi yapılacağı gibi daha fazla üretim yapabilmek için havuza dahil olmak gerekmektedir.

Ethereum sistemi, yeni kripto para birimlerinin dolaşıma girmesini sağlayan sistem görevi görmektedir. Sistemde yeni yazılımların yaratılması müsait olduğundan yeni çıkan coinlerin işlem gördüğü sistemdir. Yeni bir coin piyasaya sürmek için ICO adı verilen ilk para tekliflerinin, piyasaya sürülmeden önce fon topladıkları sistemde, fonlar Ethereum sisteminin para değeri olan Ether ile yapılmaktadır.

Tablo 4.5’de ise 01.01.2020-31.12.2023 dönemi günlük açılış, kapanış, en yüksek ve en düşük verileri yer almaktadır.

Tablo 4. 5: Ethereum Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları

Kaynak: Veriler <https://tr.investing.com/crypto/currencies> adresinden alınmış olup, yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.5'e göre; seçilen dönemde Ethereum fiyat dalgalanmalarının yaşandığı görülmektedir. Bu fiyat hareketlerinde yaşanan oynaklığın özellikle 2021'de arttığı gözlenmektedir.

Bitcoin (BTC) ile Ethereum'un (ETH) temel farklılıkları Tablo 4.6'da yer almaktadır.

Tablo 4. 6: Bitcoin ile Ethereum Arasındaki Farklılıklar

Özellikler	Bitcoin	Ethereum
Üretim Miktarı	21 milyon	18 milyon
Yazılım Dili	C++	Solidity
Kullanımı	ASIC bilgisayar ile işlem yapılmaktadır.	Her bilgisayarda ekran kartı ile işlem yapılmaktadır.
Blok Süresi	10 dakikada bir bloklar bağlanmaktadır.	15 saniyede bir bloklar bağlanmaktadır.
Blok Boyutu	1 MB düzeyindedir.	2 KB'ın altındadır.

Kaynak: Kılınç, 2018 kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.6'ya göre; Ethereum ve Bitcoin arasında üretim miktarı, yazılım dili, kullanımı, blok süresi ve blok boyutu konusunda farklılıklar söz konusudur. Bitcoin'de, işlem gücüne göre bir bloğun oluşma süresi 10 dakikadır. Ethereum'da ise bir blokun

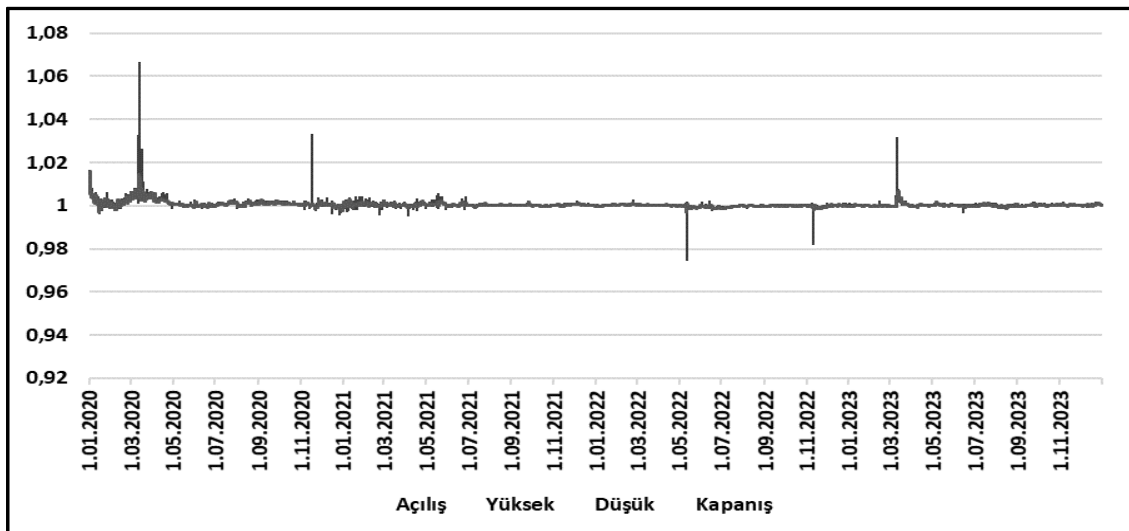
oluşma süresi 15 saniye sürmektedir. Ethereum sisteminin alt yapısı, Bitcoin sistemine göre daha yenilikçidir. Ethereum sistemiyle farklı yazılımlar ve yeni altcoinler üretilmektedir. Bitcoin sistemi ile yapılacak işlemler belirlidir.

4.4.2.2. Tether USDt

Birden fazla blok zincirinde üretilip dağıtılan Tether (USDT), Tether Limited şirketi tarafından kurulmuş olup; ABD Doları'na endeksli bir kripto para olarak tanımlanmıştır. Tether, ilk olarak şifreleme sistemlerinin geri alınması ya da verilmesine olanak tanımak için blok zincirleri altyapısı ile üretim yapmaktadır. Açık kaynak kodlu yazılım protokolü Omni Layer aracılığıyla Bitcoin üretimi blok zincirinde gerçekleştirilmiştir. Tether'in sabit değerli olması diğer kripto paraların aksine dikkat çekmektedir. ABD dolarına bağlı olması fiyatının sabit olması, şirketin dolar karşılığında bir değere sahip olmasını sağlamaktadır. Düşük maliyetlerle reel para birimlerinin transfer edilmesini sağlaması, Tether için öne çıkan avantajlar arasında yer almaktadır. Bitcoin yatırımcısı Brock Pierce, girişimci Reeve Collins ve yazılım mühendisi Craig Sellers tarafından 6 Ekim 2014 yılında ilk olarak Realcoin olarak piyasaya sürülmüştür.

Tether, kripto para piyasasında dolar cinsinden işlemler yapılmasına olanak tanır. Tether, kripto para piyasasındaki sert dalgalanmalara karşı geliştirilmiştir (Ünalın, 2019: 23). Tether'in günümüzdeki verileri incelendiğinde en yüksek işlem hacmine sahip sanal para olma özelliği taşımaktadır. Tablo 4.7'de ise 01.01.2020-31.12.2023 dönemi günlük açılış, kapanış, en yüksek ve en düşük verileri yer almaktadır.

Tablo 4. 7: Tether USDt Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları



Kaynak: Veriler <https://tr.investing.com/crypto/currencies> adresinden alınmış olup, yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.7'ye göre; seçilen dönemde Tether fiyat dalgalanmalarının yoğun olmadığı görülmektedir. Tether fiyatının 1 dolar düzeyinde seyrettiği gözlenmektedir.

4.4.2.3. Binance Coin

Binance Coin (BNB); Binance Chain ve Binance Smart Chain'in yerel coinidir. İlk olarak Ethereum ağında çalışan, ERC-20 token olarak toplam 200 milyon coinlik bir arzla piyasaya çıkarılmıştır. Ancak daha sonra BEP-20, BNB'lerle 1'e 1 oranında takas edilmiştir. Binance Borsası işleme açılmadan 11 gün önce, 26 Haziran - 3 Temmuz 2017 tarihleri arasında gerçekleştirilen bir İlk Coin Arzı (ICO) ile kullanıma sunulmuştur. BEP-20 BNB, Binance Chain'in yerel coinidir ve ana ağ lansmanı 18 Nisan 2019'da duyurulmuştur. Kullanıma sunulduğunda fiyatı 1 ETH için 2.700 BNB veya 1 BTC için 20.000 BNB olarak belirlenmiştir. BNB, Binance'ye yapılmış bir yatırımı temsil etmemekte ve Binance'in karından pay alma hakkı tanınmamaktadır. Tablo 4.8'de 01.01.2020-31.12.2023 dönemi günlük açılış, kapanış, en yüksek ve en düşük verileri yer almaktadır.

Tablo 4. 8: BNB Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları



Kaynak: Veriler <https://tr.investing.com/crypto/currencies> adresinden alınmış olup, yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.8'e göre; seçilen dönemde BNB'nin fiyat dalgalanmalarının yoğun olduğu görülmektedir. Bu fiyat hareketlerinde yaşanan oynaklığın özellikle 2021'de olduğu vurgulanmaktadır.

4.4.2.4. Solana

Solana, kullanıcılara yüksek hız ve uygun maliyet sunan kısa işlem süreleriyle katman bir blok zinciridir. Merkezi olmayan uygulamaların oluşturulmasını kolaylaştırmak için Anatoly Yakovenko tarafından tasarlanmıştır. Solana; açık kaynak kodlu DeFi platformu ve katman 2 ile birlikte çalışmaktadır. Bu çalışmanın ilk defa 2017'de başlamış, ancak resmiyet kazanması Mart 2020'yi bulmuştur. Solana Vakfı, yaklaşık 260 milyon Sol tokeni piyasaya sürmüştür.

Yenilikçi hibrit fikir birliği modeli sayesinde Solana, hem küçük çaplı yatırımcıların hem de kurumsal yatırımcıların ilgisini çekmektedir. Solana, Tarih Kanıtı (PoH) fikir birliği mekanizmasını Hisse Kanıtı ile birleştirmektedir. Bunun amacı, iş yükünü azaltmak ve daha hızlı bir şekilde fikir birliğine varmaktır. Solana'nın hibrit protokolü, hem işlem hem de akıllı sözleşme yürütme için doğrulama sürelerinin önemli ölçüde azalmasına olanak tanımıştır. Hızlı işlem süreleriyle kurumsal açıdan büyük ilgi görmüştür (<https://coinmarketcap.com/currencies/solana/>).

Tablo 4.9'da 01.01.2020-31.12.2023 dönemi günlük açılış, kapanış, en yüksek ve en düşük verileri yer almaktadır.

Tablo 4. 9: Solana Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları



Kaynak: Veriler <https://tr.investing.com/crypto/currencies> adresinden alınmış olup, yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.9'a göre; seçilen dönemde Solana'nın fiyat dalgalanmalarının yoğun olduğu görülmektedir. Bu fiyat hareketlerinde yaşanan oynaklık özellikle 2021'de söz konusudur.

4.4.2.5. Ripple

Ripple (XRP), 2004 yılında Ryan Fugger tarafından ortaya atılmıştır. Fugger, 2012 yılında Ripple şirketini kurarak projeyi 2012'de Jed McCaleb ve Chris Larsen'a devretmiş ve aynı yıl şirketin kripto parası piyasaya sürülmüştür. Ripple'ın amacı, Swift veya Western Union gibi transfer modellerine rakip olarak para gönderme ve alma sürelerini azaltarak, uluslararası para transferlerine güvenlik katmanı sağlamaktır. Ripple avro ve sterlin gibi diğer para birimleri için küresel bir takas ağı görevi görmektedir. Ripple'ın işlemleri herhangi bir para biriminde gerçekleşebilir. Dolaşım sistemi ile diğer kripto para birimlerinden ayrılmaktadır (Ammous, 2016: 16).

Ripple şirketi tarafından yetkilendirilmiş sunucular tarafından doğrulama işlemi yapılmaktadır. Transfer işlemi 4 saniyede bir onay olarak gerçekleşir ve Ripple ağıyla saniyede 1.500 işlem onaylanabilmektedir. XRP kendi oluşturduğu protokol mutabakatı ile ağ katılımcıları tarafından doğrulanıp onaylanmakta bundan dolayı madencilik yapılmamaktadır. Ripple şirketi yüksek elektrik harcamaları gerektirmeyen ağ kurmayı hedeflemiştir. Madencilik işlemine girmemek için en baştan 100 milyar XRP çıkarılmıştır. Ripple transfer işlemlerinde komisyon ücreti olarak kişiden Ripple kesilmekte ve piyasadaki kesilen miktar kadar silinmektedir.

Teknoloji, bankaların ve banka dışı finansal hizmet firmalarının Ripple protokolünü kendi sistemlerine dâhil etmelerine ve müşterilerinin hizmeti bu şekilde kullanabilmelerine fırsat vermektedir. Ripple, düzenli paylaşılan bir deftere bağlıdır. Bu defter, tüm Ripple hesapları hakkında bilgi depolayan veritabanı dağıtmıştır. Ağ, bağımsız doğrulama sunucularından oluşan bir ağ tarafından izlenir. Ripple oluşturulduğunda 100 milyar XRP üretilmiştir. Söz konusu miktarın 20 milyar XRP'si Ripple'ın kurucularına, kalan 80 milyar XRP, operasyonları finanse etmek amacıyla Ripple laboratuvarlarına ve ağın dağıtımı için ayrılmıştır. Bu XRP'lerin 15 milyarı kullanıcılar, geliştiriciler, tüccarlar, ağ geçitleri ve piyasa yapımcılar arasında dağıtılmıştır (Ammous, 2016: 16).

Tablo 4.10'da 01.01.2020-31.12.2023 dönemi günlük açılış, kapanış, en yüksek ve en düşük verileri yer almaktadır.

Tablo 4. 10: Ripple (XRP) Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları

Kaynak: Veriler <https://tr.investing.com/crypto/currencies> adresinden alınmış olup, yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.10'a göre; seçilen dönemde XRP'nin fiyat dalgalanmalarının yoğun olduğu görülmektedir. Bu fiyat hareketlerinde yaşanan oynaklık özellikle 2021 yılındadır.

Ripple ile Bitcoin arasında bazı farklılıklar söz konusudur. Ripple, transfer işlemlerinde Bitcoin'den daha hızlıdır ve maliyeti daha düşüktür. Ripple, şirket tarafından denetlenmektedir. Bitcoin sistemi ise herhangi bir merkeze bağlı değildir (<https://coinmarketcap.com/03.03.2022>).

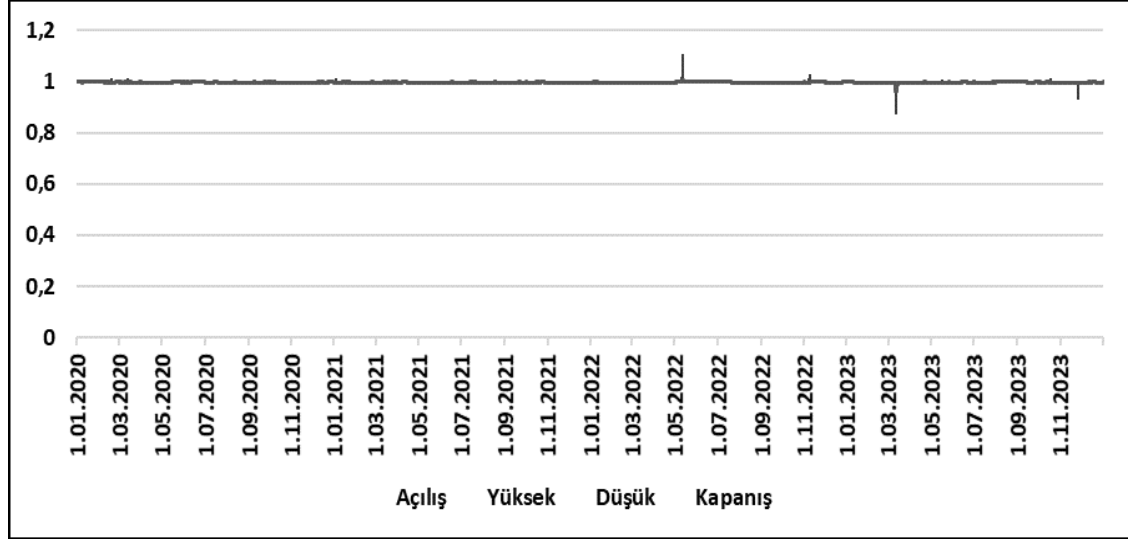
4.4.2.6. Amerikan Doları

Amerikan Doları (USDC), ABD dolarına 1:1 oranında sabitlenen, dolaşımdaki her birimi, nakit ve kısa vadeli ABD hazine tahvillerinin bir karışımı halinde rezervde tutulan bir coindir. Bu kripto para birimi 1 ABD Dolarına karşılık gelmektedir. USDC'nin Merkez Konsorsiyumunun üyelerinden biri eşler arası ödeme hizmetleri şirketi Circle kurucu ortakları Jeremy Allaire ve Sean Neville, diğeri Coinbase kripto para borsasıdır. USDC ağının güvenliği Ethereum blok zincirinde bulunan ERC-20 tokenleri ile ABD dolarının güvenli bir şekilde rezervde tutulduğunun kanıtlanmasıyla sağlanmaktadır (Doviz.com, 2023).

USDC, diğer kripto paralara göre regüle olması ve raporlarının şeffaf bir şekilde paylaşımı gibi avantajlara sahiptir. Diğer bir avantajı hızlı ve ucuz bir şekilde transfer edilebilmesidir (<https://www.bitlo.com/rehber/usd-coin-usdc-nedir>, Erişim Tarihi: 03.01.2024).

Tablo 4.11’de 01.01.2020-31.12.2023 dönemi günlük açılış, kapanış, en yüksek ve en düşük verileri yer almaktadır.

Tablo 4. 11: USDC Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları



Kaynak: Veriler <https://tr.investing.com/crypto/currencies> adresinden alınmış olup, yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.11’e göre; seçilen dönemde USDC’de fiyat dalgalanmalarının yaşanmadığı gözlenmektedir. Bunun nedeni fiyatının 1 dolara sabitlenmesidir.

4.4.2.7. Cardano

Cardano (Ada) adını ilk bilgisayar programcısı Lord Byron’ın kızı 19. yüzyıl matematikçisi Ada Lovelace’den almıştır. Ada logosuyla kullanılan ve 2015 yılında çalışmalarına başlanan Cardano 2017 yılında Charles Hoskinson tarafından piyasaya sürülmüştür (Houben ve Snyers, 2018: 40).

Açık kaynaklı proje olan kripto para birimi, ağı ve akıllı sözleşmeler için halka açık bir blockchain platformu çalıştırmayı amaçlamıştır. Zug tarafından geliştirilmekte ve Cardano Vakfı tarafından denetlenmektedir. BTC’ye benzer olarak kullanıcılar coinlerini Deadalus isimli cüzdana muhafaza etmektedir. Elektrik tüketimin az olduğu POS sistemi ile faaliyetlerini sürdürmekte ve daha adil bir ödül sisteminin olması ilgilerin artmasına neden olmaktadır (Wikipedia.org, 2018).

Cardano’nun tasarlanma amacı, üzerinde uygulamaların inşa edileceği baz katman olarak birinci nesil ve ikinci nesil blok zinciri olan Bitcoin ve Ethereum’un ölçeklenebilirlik sorunlarını çözmeyi amaçlayan üçüncü nesil bir blok zinciri olmaktır. Cardano’da bir sonraki bloğu kimin oluşturacağı Ouroboros ağı adlı sistem

aracılığıyla yapılmakta, işlemleri doğrulamak için daha az güç kullanan Proof of Stake kullanılmakta ve madencilik yöntemiyle üretilmemektedir. Alım - satım dışında ADA sahibi olmak için, cüzdan çevrimiçi bırakılarak ortaya koyulan ADA miktarı arttıkça elde edilen kazançta artar. Hedefleri arasında ikinci nesil blok zincirlerdeki ölçeklenebilirlik sorunlarını çözmek bulunmaktadır. Cardano'nun arkasındaki en önemli tasarım prensipleri güvenlik, birlikte çalışabilirliktir ve ölçeklenebilirliktir. Ada ve Cardano arasındaki ilişki, ether (ETH) ile Ethereum'unkine benzerdir.

Tablo 4.12'de 01.01.2020-31.12.2023 dönemi günlük açılış, kapanış, en yüksek ve en düşük verileri yer almaktadır.

Tablo 4. 12: Cardano Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları



Kaynak: Veriler <https://tr.investing.com/crypto/currencies> adresinden alınmış olup, yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.12'ye göre; seçilen dönemde Cordana'da fiyat dalgalanmalarının yaşandığı görülmektedir. Bu fiyat dalgalanmaları özellikle 2021 yılında yoğunlaşmaktadır.

4.4.2.8. Dogecoin

Dogecoin, Shiba'dan yola çıkarak oluşturulan bir kripto paradır. Kısaltması Doge ve logosu Shiba Inu cinsi köpeği andıran kripto para olarak kullanılmaktadır (Couts, 2013: 58). Eşler arası bir kripto para oluşturma amacıyla yola çıkan Adobe yazılım mühendisi Jackson Palmer ve IBM yazılım mühendisi Billy Markus tarafından çıkarılmıştır. Geleneksel bankacılık ücretlerinden muaf bir ödeme sistemi kurmak için daha erişilebilir bir kripto para olması amaçlanmıştır (Chohan, 2021: 3).

Bitcoin Core ve diğer kripto para birimlerinden uyarlanan, Litecoin çatallanması olan elektronik para birimidir. Markus, Dogecoin'in protokolünü, Luckycoin ve Litecoin temelinde tasarlamıştır (Gilbert, 2013). Böylece Bitcoin'e kıyasla zorluk seviyesi düşüktür, bloklar 1 dakikada doğrulanabilir ve arzı sınırlandırılmamıştır. Bu kripto paralar Scrypt teknolojisini kullanarak SHA-256'dan daha karmaşık olan FPGA ve ASIC kullanmışlardır(<https://web.archive.org/web/20190921025115/https://www.dailydot.com/business/dogecoin-no-mining-limit-infinite/>, Erişim tarihi: 24 Nisan 2023).

Dogecoin'in, Ocak 2021'de değeri % 800'ün üzerinde artmıştır (Kharpal. (2023). Dogecoin'in, 4 Mayıs 2021 itibarıyla piyasa değeri 62 milyar ABD dolarını geçmiştir. Dogecoin, Reddit topluluk siteleri gibi ödeme yapmak, bahşiş vermek ve çeşitli projeleri finanse etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Couts, 2013).

Dogecoin'in en önemli özelliklerinden biri dolaşımında herhangi bir sınırlama bulunmadığından deflasyonist değil enflasyonisttir. Çoğu kripto paranın üretilme sınırı bulunduğundan, Dogecoin uzun vade işlemleri açısından da avantajlı bulunmuştur. Yani dolaşımdaki Dogecoin (Doge) ile ilgili herhangi bir sınırlama yoktur. Dogecoin, bilgisayarların işlemcileri, grafik kartların işlemcileri ve ASIC gibi yüksek işlemci gücü kapasiteli madencilik cihazları ile üretilebilir. Blok doğrulama 1 dakika gibi kısa bir sürede yapıldığından her blok oluşumunda 10 bin Doge blok ödülü bulunmaktadır.

Tablo 4.13'de 01.01.2020-31.12.2023 dönemi günlük açılış, kapanış, en yüksek ve en düşük verileri yer almaktadır.

Tablo 4. 13: Dogecoin Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları



Kaynak: Veriler <https://tr.investing.com/crypto/currencies> adresinden alınmış olup, yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.13'e göre; seçilen dönemde Dogecoin'de fiyat dalgalanmalarının yaşandığı görülmektedir. Bu fiyat dalgalanmaları özellikle 2021 yılında yoğunlaşmaktadır.

4.4.2.9. Shiba Inu

Shiba Inu (SHIB), Japonlar'ın meşhur av köpeği Shiba'dan ilham alarak şaka amaçlı oluşturulmuş tokendir. Dogecoin'e alternatif olarak Ethereum (ERC-20) blok zinciri standardında oluşturulmuş, Ağustos 2020 yılında kurulmuş bir kripto para birimidir. Kurucusu "Ryoshi" takma adını kullanan anonim bir kişi ya da bir grup olarak bilinmektedir. Bu grup SHIBArmy olarak da bilinmektedir (<https://www.tomsguide.com/news/what-is-shiba-inu-coin-price-how-to-buy-news-and-more>, Erişim tarihi: 29.12.2023).

Tablo 4.14'de 12.05.2021-31.12.2023 dönemi günlük açılış, kapanış, en yüksek ve en düşük verileri yer almaktadır.

Tablo 4. 14: Shiba Inu Açılış, En Yüksek-En Düşük ve Kapanış Fiyatları



Kaynak: Veriler <https://tr.investing.com/crypto/currencies> adresinden alınmış olup, yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.14'de seçilen dönemde Shiba Inu'da fiyat hareketleri olduğu gözlenmektedir. Bu fiyat dalgalanmaları özellikle 2021 yılında yoğunlaşmaktadır.

BÖLÜM V

İLİŞKİ ANALİZİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Çalışmanın bu bölümünde; istatistiksel yöntemler, zaman serilerine dayalı yöntemler, market sepet analiz yöntemleri ele alınacaktır. İstatistiksel yöntemler geniş kapsamlı değil araştırmada kullanılan yöntemler çerçevesinde açıklanmıştır. Bu araştırmada kullanılan Johansen eşbütünleşme testi, Granger nedensellik testi, birim kök testi ve birliktelik kuralı analizine yer verilmiştir.

5.1. İstatistiksel Yöntemler

İstatistik, bir popülasyonun özelliklerinin, o popülasyondan temsili bir örnekleme yapılan gözlemler yoluyla çıkarıldığı analitik ve hesaplamalı yöntemler bütünü olarak ifade edilmektedir (Delorme, 1). İstatistik; verilerin toplanması, düzenlenmesi, analiz edilmesi ve örneklerden tüm popülasyona ilişkin çıkarımların yapılmasını amaçlayan bir bilim dalıdır (Ali ve Bhaskar, 2016: 662).

Çalışmanın uygun bir şekilde tasarlanmasını, çalışma örneğinin uygun şekilde seçilmesini ve uygun bir istatistiksel testin kullanılmasını bu bilim dalı gerekli kılar. Bir çalışmanın uygun şekilde tasarlanması ve tamamlanması için yeterli istatistik bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Verilerin analizi ve yorumlanması için istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. İstatistiksel yöntemi seçmek için, bu yöntemlerin varsayımlarının ve koşullarının bilinmesi gerekmektedir. Bu şekilde analiz için uygun olan yöntem seçilmektedir (Mishra vd., 2019).

Mishra vd. (2019)'ne göre; veri analizinde özetleyici ve çıkarımsal olmak üzere iki temel yöntem yer almaktadır. Özetleyici istatistikler veri setinde yer alan değişkenlere ilişkin ortalama, çarpıklık, medyan gibi tanımlayıcı değerleri içermektedir. Çıkarımsal istatistikler de ise t-testi, nedensellik testi, eşbütünleşme testi gibi verileri kullanarak belirli sonuçlar elde edilen testlerden oluşmaktadır. Çıkarımsal istatistiki yöntemler; parametrik ve parametrik olmayan şeklinde iki çeşittir. Ortalamaları karşılaştıran istatistiki yöntemlere parametrik, ortalamalar dışındaki değerleri karşılaştıran istatistiki

yöntemlere ise parametrik olmayan yöntemler denir. Parametrik yöntemlerde değişkenin sürekli ve normal dağılıma sahip olduğu kabul edilmektedir. Örneğin t- testi, f testi, Anova, korelasyon, regresyon vb. Eğer veriler normal dağılmıyor ve sürekli değişken değilse parametrik olmayan yöntemler söz konusudur. Örneğin Mann-Whitney U testi, medyan testi, Kruskal-Wallis H testi. Tüm t-testi, F testi parametrik test olarak kabul edilir. Student's t-testi (tek örneklem t-testi, bağımsız örneklem t-testi, eşleştirilmiş örneklem t-testi) iki grup arasındaki ortalamaları karşılaştırmak için kullanılırken, student's t-testinin uzantısı olan F testi (tek yönlü ANOVA, tekrarlı ölçümler ANOVA, vb.) üç veya daha fazla grup arasındaki ortalamaları karşılaştırmak için kullanılır. Benzer şekilde, Pearson korelasyon katsayısı, doğrusal regresyon da parametrik yöntemler olarak kabul edilir, verilerin ortalaması ve standart sapmasını kullanarak hesaplamak için kullanılır. Yukarıdaki parametrik yöntemler için karşılık gelen parametrik olmayan yöntemler de mevcuttur. Örneğin, Mann-Whitney U testi, Wilcoxon testi, Spearman sıra korelasyon katsayısı ve logaritmik doğrusal regresyon vb.

İstatistiki yöntemde çalışmanın amacı, kullanılan verilerin türü ve dağılımına göre uygun yöntem seçilmektedir. Bu başlık altında çalışmada kullanılan analizler açıklanacaktır.

5.2. Zaman Serilerine Dayalı Yöntemler

Zaman serileri, farklı statüde bulunan değişkenlerin elde edilen değerlere göre kronolojik sırayla oluşturulmasıdır. Zaman içinde kaydedilebilen verileri içeren serilere sürekli zaman serileri, belli aralıklarla kaydedilenlere ise kesikli zaman serileri denmektedir. Elektrik sinyalleri ve sismik hareketlerin ölçümü gibi mühendislik alanlarına ait seriler sürekli zaman serileri olarak adlandırılmaktadır. Üretim miktarı ve satış hacmi gibi iktisadi seriler ise kesikli zaman serileri olarak tanımlanmıştır. Zaman serileri gözlem sıklığına göre günlük, aylık, mevsimlik ve yıllık olarak isimlendirilirler (Kadılar, 2005).

Zaman ve sosyo ekonomik olayların etkisi altında kalan mikro ve makro zaman serileri bulunmaktadır. Değişkenin uzun dönemli eğilimini gösteren trend (T), serinin artan, azalan ya da değişmeyen özelliğini göstermektedir. Mevsimlik dalgalanmalar (M), aylık veya mevsimlik verilerde ortaya çıkmakta ancak yıllık serilerde mevsimlik dalgalanmalar görülmemektedir. Konjonktür dalgalanmaları (K), ekonominin refah veya durgun dönemlerinde ortaya çıkan, uzunluğu belli olmayan dalgalanmalardır (Akkaya vd., 1998).

Aylık zaman serisine aşağıda yer verilmiştir:

Aylık bir zaman serisi; $t = 1, 2, 3, \dots, n$

Toplamsal olarak: $y_t = T + M + K + A$;

Çarpımsal olarak: $y_t = T.M.K.A$ olarak yer almaktadır.

Zaman serileri ilk defa Jan Tinbergen (1939) tarafından ABD için ekonometri alanında uygulanmıştır. Bu döneme kadar uygulanan klasik doğrusal regresyon modeline göre, tahmini denklemlerin kalıntılarının stokastik olarak birbirinden bağımsız olduğu kabul edilmişti. Ancak Donald Cochrane ve Guy H. Orcutt (1949) araştırmalarında bunun regresyon parametrelerinin varyanslarının daha düşük tahmin edildiğini ve bu nedenle F ve t istatistiklerinin değerlerinin daha yüksek hesaplandığını ortaya koymuşlardır. Bu sorun, verileri uygun hale getirerek ortadan kaldırılabilirdi. George E. P. Box ve Gwilym M. Jenkins (1970), zaman serisi analizinde BoxJenkins analizi olarak bilinen analizi bir ders kitabında yayınlamışlardır. Bu kitapta öncelikle zaman serilerinin gözlemlenen değerlerinde yer alan bilgileri sistematik olarak kullanan tek değişkenli modellere yer verilmiştir. Bu değişkenin gelecekteki değişimini tahmin etmek için yöntem önermişlerdir. Günümüzde, bu yöntem halen kullanılmaktadır (Kirchgässner ve Wolters, 2007:1).

1970'lerin başında, elektronik bilgisayarların yaygınlaşmasıyla zaman serisi yöntemleri daha geniş alanda uygulanmaya başlanmıştır (Kirchgässner ve Wolters, 2007:2).

Regresyon ve korelasyon bağımsız ve bağımlı değişkenler arasındaki ilişkiyi tahmin etmek amacıyla kullanılmaktadır (Delorme, 16).

Veri setinde yer alan değişkenler nicel, sayısal, sıralı, aralık, kategorik, nominal ve oran ölçeklerinden oluşabilir. Kategorik veya nominal değişkenlerde sıralama yoktur. Veriler sadece kategorilere ayrılmıştır. Örneğin, cinsiyet erkek ve kadın vb. Sıralı değişkenler, arasında net bir sıralama bulunmaktadır. Ancak, sıralı verilerde eşit aralıklar olmayabilir. Aralık değişkenlerinde, aralıklar eşittir. Oran ölçeklerinde ise, ölçek değerleri arasındaki eşit farklar eşit nicel anlama sahiptir (Ali ve Bhaskar, 2016).

5.2.1. Birim Kök Testi

Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) test yöntemine göre sıfır hipotezi, serinin hem stokastik bir eğilime hem de bir birim köküne sahip olmasıdır. Birim kök testlerinden biri

olan Genişletilmiş Dickey-Fuller test modeli, zaman serisi verilerinin durağan olup olmadığını değerlendirmek için kullanılmaktadır (Dickey ve Fuller, 1981).

$$\Delta y_t = \alpha + \beta_t + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta y_{t-1} + w_t$$

Formülde, logaritmik olabilirliği ve Akaike bilgi kriterini kullanarak optimum gecikme sayısı (p) seçilmiştir. Sıfır hipotezi $\gamma = 0$ ile verilmiştir. Burada y incelenen değişkendir ve w_t rastgele hatayı temsil etmektedir. Bağımlı değişkenlerin gecikmeli birinci farkları seri korelasyonu düzeltir. Senaryolar için birim kök testlerini belirlemek amacıyla üç adımlı ADF testleri kullanılmıştır. Zaman serisi, fark alınarak durağan hale getirilebilir. Bu nedenle tüm serilerin durağanlığını sağlamak için veri setinde fark alma işlemi kullanılmıştır. Zaman serisi, ortalama, otokorelasyon ve varyans gibi istatistiksel özellikleri zamanla değişmiyorsa durağan kabul edilir. Durağan olmayan bir zaman serisi, önceki zaman adımıdaki değerini geçerli değerden çıkarmayı içeren fark alma işlemiyle durağan hale getirilebilir. İlk fark alma işlemi yapıldıktan sonra serinin hala durağan olmayabileceği yinelemeli bir işlemdir. Bu gibi durumlarda seriyi standartlaştırmak için logaritmik dönüşüm ya da ikinci bir fark uygulanabilir (Dickey ve Fuller, 1981).

Dönüşümden sonra verilerin durağan olduğunu belirlemek için ADF testi tekrarlanır. Genişletilmiş Dickey-Fuller testinde durağanlığı kanıtlamak için elde edilen p değerlerinin hepsi yüzde 0,05 noktasının altında olmalıdır. Bu durum verilerin birim kök içerdiğini öne süren sıfır hipotezinin reddedilebileceği anlamına gelmektedir (Miglietti vd., 2019).

Birim kök testi yapıldıktan sonra uygun gecikme uzunluğu belirlenmektedir. Bir zaman serisinde otoregresif sürecin gecikme uzunluğunu tahmin etmede seçim kriterleri vardır. Bunlar; Aikaike bilgi kriteri (AIC), Schwarz bilgi kriteri (SIC), Hannan-Quinn kriteri (HQC) ve son tahmin hatası (FPE) ve Bayes bilgi kriteri (BIC) vb. kullanılarak tahmin edilmektedir (Khim ve Liew, 2004: 1-2).

Akaike bilgi kriteri (AIC) ve Schwarz bilgi kriteri (SIC, BIC, SBC) istatistiksel model seçiminde kullanılan araçlardan birisidir. 1973 yılında Hirotugu Akaike tarafından maksimum olabilirlik ilkesinin devamı olarak görülmüştür. Maksimum olabilirlik, modelin yapısı ve boyutu ortaya konduktan sonra bir modelin parametrelerini tahmin etmek için kullanılmaktadır (Cavanaugh ve Neath, 2019: 1).

Aşağıda yer alan modelde karşılaştırma yapılacak modeller M için hesaplanmaktadır.

$$AIC_M = -2 (\ln \max_{a \in M} (P(X / T, a)) - k)$$

Burada k , M 'nin serbest parametre sayısını göstermektedir. Bu sayı, kaybolan bilgi miktarını tahmin etmektedir. En düşük AIC_M 'ye sahip model, verilere en iyi uyan model olarak görülmektedir (Weiß ve Göker, 2011:159).

Schwarz bilgi kriteri ise 1978 yılında Schwarz tarafından bir modelin Bayes arka olasılığının dönüşümüne asimptotik bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır (Cavanaugh ve Neath, 1999: 49). Gecikme uzunluğunu tahmin etmede kullanılan kriterlerdir.

Zaman serileri analizinde durağanlık kavramı önemlidir. Yöntemlerin uygulanabilmesi için serinin durağan olması gerekmektedir. Durağanlık seride trendin¹ bulunmaması, varyansta düzenli değişimin ortadan kalkmasıdır. Ekonomik zaman serileri çoğunlukla durağan değildir. Bu şekilde durağan olmayan seriler durağan hale getirilmektedir. Serinin logaritması veya farkı alınarak dönüşüm sağlanmaktadır (McCleay ve Hay, 1983: 43-53).

5.2.2. Eşbütünleşme Testi

Eşbütünleşme (koentegrasyon) testi, aynı sırada bütünleşik zaman serileri arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını araştırmaktadır. Johansen (1988) yapmış olduğu araştırmada, çok aşamalı tahmin modelini ortaya koymuştur (Işık vd., 2004: 332-333).

Johansen testi tüm eşbütünleşme vektörlerinin tahminlerini sağlar. Johansen testi iki değişkenden fazla ise maksimum olabilirlik yoluyla tüm eşbütünleşme vektörlerini tahmin etmektedir. Johansen testleri, maksimum özdeğer testi ve iz testinden oluşmaktadır. Maksimum özdeğer testi, en büyük özdeğerin bir sonraki en büyük özdeğerin sıfır olduğu alternatifine göre sıfır olup olmadığını inceler. İz testinde olası eşbütünleşme vektörlerinin maksimum sayısını göstermektedir (Dwyer, 2015: 1-6).

Eşbütünleşme testi, birim kök varsayımına sahiptir (Hjalmarsson ve Österholm, 2007: 3). Şöyleki, testin yapılabilmesi için değişkenlerin birinci derecen durağan olması gerekmektedir.

5.2.3. Granger Nedensellik Testi

Ekonomide yer alan genel denge teorisine göre, her şey diğer her şeyle bağlantılıdır. Alternatif üretim süreçlerinin birbirinden bağımsız olmadığını kabul eden

¹ Trend: uzun dönemdeki ortalama değişimlerdir (Akgül, 1994: 59).

yaklaşım Granger (1969) tarafından ortaya atılmıştır. Bu yaklaşım ayrıca belirli bir zaman serisinin, dikkate alınan diğer seriden bağımsız olarak üretilip üretilmediğini araştırmaktadır. Burada farklı zaman serileri arasındaki nedensel ilişkileri ortaya koymak amaçlanmıştır. Buna göre, x değişkeni, x y'nin nedeni ve/veya y x'in etkisi olarak ele alınabiliyorsa, y değişkenine nedensel olmaktadır. Granger (1969)'in nedensellik tanımında, y'nin gelecekteki değerleri tahmin edilmektedir. Bu tahminin iyileştirilmesi için x'in mevcut ve gecikmiş değerlerini dâhil ederek test etmektedir (Kirchgässner ve Wolters, 2007: 93-94).

Granger Nedensellik Testi'nde iki değişkenli modellerde nedenselliğin yönü ve geri bildirime odaklanılmaktadır (Granger, 1969: 424). Çiftler arası Granger nedensellik testi, değişkenlerin nedenleri ve etkileri arasındaki ilişkiyi belirlemek için kullanılır (Wei, 2018). İki zaman serisi arasındaki gecikmeli ilişkiyi test eden istatistiksel bir yöntemdir. Bir değişkenin başka bir değişkende değişikliğe neden olup olmadığını belirlemek için kullanılır. Bu testin gösterimi aşağıda yer almaktadır:

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \dots + \alpha_m y_{t-m} + b_p x_{t-p} + \dots + b_q x_{t-q}$$

Denklemden Granger nedensellik testi, X ve Y arasındaki nedenselliğin yönünü ve nasıl kullanıldığını belirlemek için kullanılmıştır. "t", iki değişken arasındaki ilişkiyi zaman içinde analiz etmeyi, "ε" ise herhangi bir hatayı hesaba katmayı göstermektedir. Formül, serinin tüm olası çiftlerine testi uygulayarak her iki yönde de (X'ten Y'ye ve Y'den X'e) nedensellik olup olmadığını kontrol eder. Sıfır hipotezi ise X ve Y arasında nedensel bir ilişki olmadığını ifade eder (Sifat vd., 2019).

5.2.4. Vektör Hata Düzeltme Modeli

Zaman serisi verilerinde vektör otoregresyon modelidir. Standart modelde değişkenlerin durağan olması gerekirken; diğer modelde değişkenlerin durağan olmadığı yapılabilmektedir. Özellikle hisse senedi fiyatlarının şoktan nasıl etkilendiğini görmek için kullanılmaktadır (Winarno vd., 2020: 1).

Vektör hata modelinin çalışması için giriş zaman serisi verilerinin durağan olması gerekmektedir. Durağanlığın sağlanması için fark alma gibi teknikler kullanılarak durağan olmayan verilerin durağan hale getirilmesi gerekmektedir. Çalışma verileri için vektör hata modelinin uygun sırasını belirlemek için çeşitli gecikme değerleri dikkate alınırken, en düşük değeri belirlemek için ise Akaike bilgi kriteri vb. kriterler kullanılmıştır (Dickey ve Fuller, 1981: 135).

5.3. Birliktelik Kuralı Analizi

Veri madenciliğinde tanımlayıcı modeller arasında yer almaktadır. Agrawal vd. (1993), veri setindeki kalıpları ve tekrar eden öğeleri tespit etmek için birliktelik kurallarını ortaya koymuşlardır. Bu kuralda amaç ele alınan veri setindeki, birlikte artan veya azalan değerleri bularak birbiriyle olan ilişkilerini ortaya koymaktır (Özkan ve Boran, 2014: 65). Birliktelik kuralı, veri madenciliği yöntemleri arasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Birliktelik kuralları analizinde çok farklı veya sayıca fazla kurallar üretilmektedir. Veri setinin farklı düzenlilikleri tespit edilmektedir (Witten vd., 2011: 72).

Günümüzde birliktelik kuralları analizi yöntemi pazarlama, finans, sağlık, fen bilimleri, mühendislik gibi pekçok alanda sıklıkla kullanılmaktadır (Son vd., 2018).

Birliktelik kuralı analizinde aşağıdaki işlemler yapılır (Kotu ve Deshpande, 2018: 201).

- Veriler işlem formatında düzenlenir. Bir birliktelik algoritması için, giriş verilerini $tx = (i1, i2, i3)$ işlem biçiminde oluşturmak gerekir.
- Sık tekrarlanan öğe kümeleri sıralanır. Öğe kümeleri ilgili öğelerin kombinasyonlarıdır. Bir birliktelik algoritması analizi en sık meydana gelen öğelerle sınırlandırmaktadır. Böylece bir sonraki adımda çıkarılan son kural seti daha anlamlı hale gelir.
- Öğe kümelerine ilişkin birliktelik kuralları tespit edilir.

Birliktelik kuralı analizinde sağ ve sol olmak üzere iki bölüm vardır. Sol taraf koşul, sağ taraf ise bağlı koşulu göstermektedir. Bu iki bölüm birbirine bağlı hareket etmektedir. Burada ön koşul bir veya daha fazla girdiyi gösterirken; bağlı koşul, bir veya daha fazla çıktıyı ifade etmektedir (Şentürk, 2006:19).

Birliktelik kuralı analizinde sonuçların anlamlı olup olmadığını belirlemek için destek (support), güven (confidence) ve kaldıraç (lift) parametreleri sıklıkla kullanılmaktadır (Eren, 2024: 190).

Destek (support): Bu parametre, değişkenlerin birlikte olma olasılığının faydalı olup olmadığını göstermektedir. Bir değişkenin desteği, bir öğe kümesinin işlem kümesindeki görülme sıklığını anlatmaktadır. Bu kapsamda birliktelik kuralı analizinden önce minimum destek değeri tespit edilmelidir. Genel olarak uygulamalarda bu değer % 10 olarak belirlenmektedir. Destek değeri küçükse daha fazla, büyükse daha az kural ortaya çıkmaktadır (Zhang vd., 2021: 1464).

Güven (confidence): Bu parametre de, oran ve şartlı bir olasılık bilgisi vermektedir. Elde edildikten kuralın kesinliği hakkında fikir sunmaktadır. Bu oran arttıkça, ortaya çıkan kural sayısı düşmektedir (Han vd., 2012: 246).

Han vd., (2012)'ne göre; birliktelik kuralları analizi için destek ve güven parametreleri yetersizdir. Bunun için kaldırıcı (lift) parametresi hesaplanmaktadır. Kaldırıcı değeri 1'den büyükse girdi ve çıktı değişken arasında pozitif yönlü bir korelasyon söz konusudur. 1'den küçükse girdi ve çıktı değişken arasında negatif yönlü bir korelasyon söz konusudur. Kaldırıcı değerinin 1'den büyük olması kuralın anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu değer yüksek olması değişkenler arasındaki ilişkinin de yüksek olduğunu göstermektedir (Han vd., 2012: 266).

Birliktelik kuralı 90'lı yıllardan bu yana birçok sektörde elde edilen verilerin analiz edilerek birliktelik durumlarını tespit etmek için kullanılmaktadır. Birliktelik kuralı yöntemi genellikle market sepet analizinde kullanılmaktadır. Birliktelik kuralında amaç, satın alınan ürünlerin birliktelik durumlarını istatistik olarak ortaya çıkarmaktır (Öztemiz ve Hamamcı, 2016).

Birliktelik kurallarının, destek ve güven değerlerine göre yüksek olması bağlantının güçlü olduğunu göstermektedir (Şimşek, 2016).

5.3.1. Apriori Algoritması

Birlikte artan veya azalan verilerin analiz edilmesi sonucunda ortaya çıkan kurallar çeşitli algoritmalar kullanılarak tahmin edilmektedir. En sık kullanılan birliktelik kuralı algoritmalarından birisi Apriori algoritmasıdır. Apriori algoritması, Agrawal ve Srikant (1994) tarafından geliştirilmiştir.

Birliktelik kümesi oluşturulduktan sonra, tüm veritabanı taranır ve veriler arasındaki ilişki kuralları oluşturulan sık öge kümelerinden çıkarılır. Algoritma, ortak bir öge kümesi analizinde kullanılan birliktelik kurallarının çıkarılması için yaygın kullanımıyla bilinen algoritma olarak kabul edilmektedir (Azeer vd., 2019).

Apriori algoritmasının kullanıldığı alanlar arasında büyük veri işleme, hipotez, sayısal araştırma vb. pekçok alanda başarıyla uygulanmaktadır (Raj vd, 2020). Apriori algoritması basit ve anlaşılması kolay hesaplamalar yapmaktadır. İlişki kurallarını etkili bir şekilde ortaya koymaktadır. Bunların yanısıra bağımlı veya bağımsız değişken olarak değişken atamayı gerektirmez. Değişkenler arasında önceden belirlenmiş varsayımlar da

olmadığından parametrik yöntemlere göre daha iyidir. Bu sebeptendir ki hatalı tahmin sonuçları ortaya çıkmamaktadır (Hong vd., 2020: 2).

Aşağıdaki Şekil 5.1’de Apriori algoritmasının kodları yer almaktadır:

Şekil 5. 1: Apriori Algoritma Kodu

```

1) L1{ Geniş 1-öge kümeleri} ;
2) for(k = 2 ; Lk-1 ≠ 0; k++) dobegin
3) Ck = apriori-gen (Lk-1); // Yeni adaylar
4) forall işlemler t ∈ Ddo begin
5) Ct = altküme (Ck;t) ; // t de bulunan adaylar
6) forall adaylar c ∈ Ctdo
7) c.count++;
8) end
9) Lk = {c ∈ Ck | c.count ≥ minsup}
10) end 11) Answer = UkLk ;

```

Kaynak: Agrawal ve Srikant, 1994:489.

Şekil 5.1’e göre; öncelikle veritabanından ilk geniş 1 öge kümelerini belirlemek için öge oluşumları sayılmaktadır. İkinci adımda k geçişi ile apriori-gen fonksiyonu önce, k-1’inci geçişte bulunan büyük Lk-1 öge kümelerini, aday nesne kümelerini Ck’ı belirlemek için bulunmaktadır. Sonrasında veritabanı taranarak Ck’ daki kümelerin destek değeri düşürülmektedir. En son aşamada ise belirli bir t işleminde bulunan Ck’deki adayların doğru belirlenmesine yoğunlaşmaktadır (Agrawal ve Srikant, 1994:489).

5.3.2. Market Sepeti Analizi

Büyük veri setlerindeki değişkenler arasındaki ilişki ve korelasyonu ortaya koymaktadır. Finans, ekonomi alanında da büyük veri setleri sıklıkla kullanılmaktadır. Veri seti madenciliğinin en yaygın örneği market sepeti analizidir. Bu analizde, müşterilerin “alışveriş sepetlerine” koyduğu ürünler arasındaki ilişkileri ele alınmaktadır. Burada amaç müşterinin satın alma alışkanlıklarını ve davranışını anlamaktır (Han vd., 2012: 243).

Market sepeti analizi ile hangi müşterinin hangi ürünleri birlikte aldığı tespit edilerek yeni pazarlama stratejileri geliştirilmektedir. Böylece satışların artması planlanmaktadır (Han vd., 2012: 243).

Pazar sepeti analizi ve kümeleme gibi bir veya daha fazla geleneksel veri madenciliği tekniği aracılığıyla büyük veri kümeleri eyleme dönüştürülebilir bilgi sağlamaktır (Loshin, 2013: 271). Birliktelik kuralının kullanıldığı örneklerden birisi market sepeti analizidir.



BÖLÜM VI

VERİ VE YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde; model ve gösterimi, kurulması, değişkenler ve analizler üzerinde durulacaktır. Bitcoin ile seçilen altcoinler zaman boyutu ve işlem hacmi noktasında analize olanak tanıdığı için bunlara ilişkin değişkenler araştırmada kullanılmıştır. Bu çalışma için gösterge sayısı 1.461, değişken sayısı 10, zaman dönemi 2020-2023 günlük kapanış fiyatları dolar bazındadır. Bitcoin ile diğer altcoinler arasındaki ilişkiyi tespit etmek için değişkenlere birim kök, normal dağılım testleri yapılmış ve sonuçlara göre bazı değişkenler analizden çıkarılmıştır (Örn. USD Coin ile Tether). Birim Kök, Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik Testleri, Vektör Hata Düzeltme Modeli ve Birliktelik Kuralı analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

6.1. Veri Seti

Bu araştırmada kripto paralar arasındaki ilişki ele alınmıştır. Bu kapsamda işlem hacmi en yüksek olan on kripto paraya ilişkin veriler kullanılmıştır. Bunlar; Bitcoin, Ethereum, Tether USDT, Binance Coin, Solana, Ripple, USDC, Dogecoin, Cardano ve Shiba Inu değişkenlerinden oluşmaktadır. Bu araştırmada ilk kripto para olan ve işlem hacmi en yüksek olan Bitcoin ile diğer altcoinler arasındaki ilişki analiz edilmiştir.

Veri seti 01.01.2020-31.12.2023 dönemi günlük kapanış fiyatlarını kapsamaktadır. Burada Bitcoin dört yılda bir yarılандığı için bu dönem seçilmiştir. Araştırmada kullanılan veri setine ilişkin bilgilere Tablo 6.1’de yer verilmektedir.

Tablo 6. 1: Değişkenlere İlişkin Bilgiler (31.12.2023 Tarihli ve Dolar Bazında)

Değişkenler	Eşbütünleşme Testi	Birliktelik Kuralı	Kaynak
Bitcoin (BTC)	Günlük Kapanış Fiyatları (\$)	Bir önceki gün kapanış fiyatlarının artış göstermesi	investing.com
Ethereum (ETH)			
Tether USDt**			

Binance Coin (BNB)		halinde 1; azalış göstermesi	
Solana (SOL)*		halinde 0 değeri verilerek	
Ripple (XRP)		kategorik hale	
ABD Doları (USDC)**		dönüştürülmüştür.	
Cardano (ADA)			
Dogecoin (DOGE)			
Shiba Inu (Shib)*			

* Shiba ve Solana veri eksikliği nedeniyle Birliktelik Kuralı analizine dâhil edilmemiştir.

**ABD Doları ve Tether USDt birinci dereceden durağan olmadığından Eşbütünleşme Testi yapılamamıştır.

Tablo 6.1’de araştırmada kullanılan değişkenler, sembolleri, açıklama ve kaynak gösterilmektedir. Araştırmada piyasa değeri en yüksek olan on kripto para değişken olarak seçilmiştir. Analizlerin yapılması için gerekli şartları sağlayamayan değişkenler veri setinden çıkarılmıştır.

6.2. Araştırmanın Yöntemi

Bitcoin ile işlem hacmi en yüksek olan Ethereum, Tether, BNB, Solana, Ripple, USDC, Cardano, Dogecoin ve Shiba Inu aralarındaki ilişkinin incelenmesine dayanan bu çalışmada Birliktelik Kuralı, Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testleri kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca BTC ile diğer kripto para birimleri arasındaki korelasyona bakılmıştır (Bkz. Ekler). Çalışmada yer alan veri seti investing.com sitesinden temin edilmiştir.

Çalışmada, araştırmaya konu olan değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemek için veri setine Johansen Eşbütünleşme, Birliktelik Kuralı ve Granger Nedensellik Testi analizler yapılmıştır. Johansen Eşbütünleşme Testini uygulayabilmek için, kullanılacak olan zaman serilerinin aynı seviyede durağan olmaları gerekmektedir. Bu nedenle, serileri aynı seviyede durağan hale getirmek ve serilerin birim kök taşıyıp taşımadığının kontrolü için serilere birim kök testi uygulanmıştır (Granger ve Clive, 1969: 425). Çıkan seriler aynı seviyede durağan değilse, serilere Eşbütünleşme Testi uygulanamaz. Durağan olmayan serilere Eşbütünleşme Testi uygulandığı zaman, sahte regresyon sorunu görülebilmektedir (Granger vd., 1974: 114).

Birim kök testinden sonra gecikme uzunluğu belirlenip, Johansen Eşbütünleşme Testi uygulanır. Seriler arasındaki nedenselliği test eden yaklaşımlardan biri olan Granger Nedensellik Testi'nde ise, X'in gecikmeli değerleri Y'nin değerlerinin tahmin edilmesine yardımcı oluyorsa, 'X, Y'nin Granger nedenidir' diye yorumlanır (Demirci, 2017: 53).

Johansen Eşbütünleşme Testinde, uzun dönem katsayılar matrisinde bulunan elemanların mevcut olup olmadığı görülmektedir (Johansen, 1988).

6.3. Eşbütünleşme Testinde Modelin Kurulması ve Değişkenlere İlişkin Bilgiler

Bu çalışma, temel olarak Bitcoin ve altcoinler arasındaki ilişkiler üzerine odaklanmaktadır. Bu kapsamda analizler için uygulanacak model Denklem (1)'de yer almaktadır.

$$\ln btc_t = \alpha_0 + \beta_0 \ln ada_t + \beta_1 \ln bnb_t + \beta_2 \ln doge_t + \beta_3 \ln eth_t + \beta_4 \ln sol_t + \beta_5 \ln xrp_t + \beta_6 \ln shib_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Burada " $\ln btc$ " Bitcoin günlük kapanış fiyatlarını, " $\ln ada$ " Cardano günlük kapanış fiyatlarını, " $\ln bnb$ " Binance Coin günlük kapanış fiyatlarını " $\ln doge$ " Doge Coin günlük kapanış fiyatlarını, " $\ln eth$ " Ethereum günlük kapanış fiyatlarını, " $\ln sol$ " Solana günlük kapanış fiyatlarını, " $\ln xrp$ " Ripple günlük kapanış fiyatlarını ve son olarak " $\ln shib$ " Shiba günlük kapanış fiyatlarını dolar cinsinden göstermektedir. " α " parametresi sabit terimi ve " ε " parametresi ise hata terimini ifade etmektedir. $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ ve β_6 parametreleri ise değişkenlerin esneklik katsayılarını ifade etmektedir.

Analizler 2020-2023 dönemi günlük gözlemlerini kapsamaktadır. Bu dönemin belirlenmesinde özellikle Bitcoin'in dört yılda bir yarılanması önemli bir rol oynamaktadır. Buna göre en yüksek işlem hacmine sahip olan Bitcoin bağımsız değişkeni veri setinin oluşturulmasında temel belirleyicidir. Bağımlı değişkenler olarak; Cardano, Binance Coin, Doge Coin, Ethereum, Solana, Ripple belirlenmiştir. USD Coin ile Tether ise I(1) şartını sağlamadığından analize dahil edilmemiştir.

Çalışmada kullanılan değişkenler investing.com sitesinden temin edilmiştir. Tüm değişkenler logaritmaları alınarak analizlere dâhil edilmiştir. Bu çalışma için gösterge sayısı 1.461, bağımlı değişken sayısı 6, zaman dönemi 2020-2023 günlük kapanış fiyatları dolar bazındadır. Analizlerde kullanılan değişkenler ile ilgili özet istatistiklere Tablo 6.2'de yer verilmiştir.

Tablo 6. 2: Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Veriler	Ort.	Maksimum	Minimum	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Jarque-Bera (JB)
ADA	0.643185	2.965200	0.023200	0.634958	1.393098	4.281599	572.5527
BNB	247.4400	676.5600	9.250000	165.8919	0.097783	2.370216	26.47294
BTC	28877.79	67527.9	4826.000	15105.20	0.405014	2.287197	70.87281
DOGE	0.094882	0.686880	0.001585	0.097456	1.814669	7.597236	2088.418
ETH	1715.538	4808.380	107.9000	1108.060	0.480815	2.749296	60.11921
SOL	48.74315	258.4770	1.004000	50.66606	1.876631	6.148479	1460.993
XRP	0.537295	1.836250	0.136040	0.301381	1.226638	4.393382	484.5698

Tablo 6.2’de 1.461 gözleme sahip olan değişkenlere ilişkin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler ile normal dağılıma ilişkin veriler yer almaktadır. Burada 2020-2023 döneminde ortalama ADA 0.64 \$, BNB 247.44 \$, BTC 28877.7 \$, DOGE 0.09 \$,ETH 1715.5 \$, SOL 48.74 \$ ve XRP 0.53 \$ değerindedir. BTC’nin sapma değeri yüksektir.

Çarpıklık (s) ve basıklık (k) değerlerine göre değişkenlerin normal dağılıma sahip olup olmadığını değerlendirebiliriz. Normal dağılıma sahip bir değişken için çarpıklık (bir simetri ölçüsü) sıfır olmalı ve basıklık (normal dağılımın ne kadar uzun veya düzensiz olduğunu ölçen) değerinin 3 olması beklenmektedir. Uygulamada JB istatistiğinin hesaplanan p değeri oldukça düşükse, ki bu değer 0’dan farklı olması demektir. Böyle durumda artıkların normal dağıldığı hipotezi reddedilmektedir. Ancak p değeri çok yüksekse ki bu değer sıfıra yakınsa olur, böylece normal dağılım sağladığı kabul edilmektedir (Gujarati & Porter, 2009:132). Tablo 6.2’ye baktığımızda ADA, DOGE, SOL ve XRP çarpıklık değeri birden büyük olduğu için sağa eğiktir. ADA, DOGE, SOL ve XRP basıklık değeri üçten büyük olduğu için şişkindir. JB değeri de hiçbir değişken için altıdan düşük olmadığından hata terimlerinin normal dağıldığı hipotezini reddediyoruz.

Çalışmada değişkenlerin bütünleşme derecelerini tespit etmek amacıyla Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi kullanılmıştır. Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığı Johansen (1988) Eşbütünleşme Testi kullanılarak araştırılmıştır. Eşbütünleşme testi değişkenler arasındaki ilişkinin yönü hakkında bilgi vermemektedir. Bu nedenle değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü tespit etmek için Granger Nedensellik Testi yapılmıştır.

6.4. Birliktelik Kuralı Analizinde Veri Seti

Birliktelik Kuralı analizinde verilerin, değişkenlerin ortak hareketi çeşitli algoritmalar yoluyla tahmin edilmektedir. Apriori algoritması en çok kullanılan algoritmadır. Bu algoritma, Agrawal ve Srikant (1994) tarafından ortaya atılmıştır. Her bilgiyi, bir önceki adımdan yararlanarak oluşturmaktadır. Apriori algoritması, destek (support) parametresi yoluyla öge kümelerinin sayısını azaltarak, sık ögeler kümesi oluşturan kurallar ortaya koymaktadır (Agrawal ve Srikant, 1994). Girdi ve çıktı değişkenlere ilişkin kurallar oluşturmaktadır.

Araştırmada yapılan analizlerde girdi değeri olarak altcoinlerin Bitcoin ile ortak hareketi analiz edilmiştir. Analizde 1.461 adet veri seti yer almıştır. Analiz veri madenciliğinde sıklıkla kullanılan Weka 3.9.6 paket programında gerçekleştirilmiştir.

Birliktelik kuralı analizi için öncelikle verilerde düzenleme yapılmıştır. Veri seti MS Excel’de öncelikle kategorik hale getirilmiştir. Buna göre; ilgili değer eğer bir önceki günün kapanış fiyatlarına göre artmışsa 1, azalmışsa 0 değerini almıştır. Veri setine ilişkin bu düzenlemenin bir kesiti Tablo 6.3’de gösterilmektedir.

Tablo 6. 3: Veri Seti Kesiti

ETH	TETHER	BNB	XRP	USDC	ADA	DOGE	BTC
1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	1	1	1
0	1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	0	1	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	1	1	0
1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	1	0	1	1	1
0	1	0	0	1	0	1	0

Tablo 6.3’de değişkenler ve düzenlenmiş veri seti örneği yer almaktadır. Buna göre; Solana, Shiba veri düzenleme aşamasında eksik veri sayısı çok olduğundan analize dâhil edilmemiştir.

BÖLÜM VII

BULGULAR VE YORUM

Çalışmanın bu bölümünde; analizlere ilişkin bulgular yer almaktadır. Bu kapsamda birim kök testi, Johansen Eşbütünleşme Testi, Granger Nedensellik Testi, Birliktelik Kuralı analiz bulgularına yer verilmektedir.

7.1. Birim Kök Test Sonuçları

Bitcoin bağımlı değişkeni ve diğer değişkenler arasında mevcut bir uzun dönem ilişkisinin olup olmadığı Johansen Eşbütünleşme Testi ile analiz edilmiştir. Eşbütünleşme testinin yapılabilmesi için serilerin birinci dereceden durağan olması gerekmektedir.

Çalışmada ele alınan değişkenlerin bütünleşme derecelerini araştırmak amacıyla Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara Tablo 7.1' de yer verilmiştir.

Tablo 7. 1: ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Sabitli		Sabitli (1. Fark)		Sabitli ve Trendli		Sabitli (1. Fark)	
	t-istatistiği	Prob.	t-istatistiği	Prob.	t-istatistiği	Prob.	t-istatistiği	Prob.
lnada	-2.157898	0.2222	-41.64804	0.0000	-1.612299	0.7881	-41.71846	0.0000
lnbnb	-1.901380	0.3319	-25.76115	0.0000	-1.159770	0.9170	-25.81869	0.0000
lnbtc	-1.881556	0.3413	-41.24945	0.0000	-1.619222	0.7853	-41.25983	0.0000
Indoge	-1.696231	0.4330	-29.45186	0.0000	-1.266010	0.8953	-29.47635	0.0000
lneth	-2.408794	0.1394	-41.99741	0.0000	-1.674362	0.7623	-42.06403	0.0000
lnshib	-2.371683	0.1501	24.74345	0.0000	-2.582014	0.2887	-24.73512	0.0000
lnsol	-1.714771	0.4236	-37.89832	0.0000	-1.875784	0.6665	-37.89871	0.0000
lnusdc	-12.48264	0.0000	-	-	-14.40469	0.0000	-	-

lnusdt	-6.806624	0.0000	-	-	-7.235254	0.0000	-	-
lnxrp	-2.357388	0.1543	-40.73437	0.0000	-2.358105	0.4016	-40.72736	0.0000

Tablo 7.1'e göre ADF birim kök test sonuçları çalışmada kullanılan değişkenlerin lnusdc ve lnusdt hariç düzey değerlerinde birim köklü olduğunu ve serilerin 1. farkları alındığında ise durağan hale geldiğini göstermektedir.

7.2. Johansen Eşbütünleşme Test Sonuçları

Düzeyde durağan olan altcoinler için eş bütünleşme testi yapılamamaktadır. Johansen Eşbütünleşme Testi ele alınan serilerin I(1) olma koşulunu gerektirdiğinden eşbütünleşme ilişkisinin araştırılabilmesi için gerekli ön koşul sağlanmaktadır. Modelin sabit terim ve deterministik trende sahip olup olmadığını tespit etmek için iz testinde en kısıtlayıcı model olan birinci modelden başlanarak diğer modeller incelenir (Kasman, 2006:94). Her modelde iz testi ile % 5 önem düzeyindeki kritik değer karşılaştırılır. Kritik değer iz değerinden küçük olduğu ve sıfır hipotezinin reddedilemediği model uygun model olarak tercih edilir. Johansen Eşbütünleşme Testinden elde edilen sonuçlar aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 7. 2: İz Testine Göre Eşbütünleşme Test Sonuçları

H ₀ Hipotezi	Özdeğer	İz İstatistiği	% 5 Kritik Değer	Olasılık Değeri
r=0*	0.052731	196.0065	169.5991	0.0009
r≤1	0.019258	117.0783	134.6780	0.3349
r≥2	0.018497	88.74549	103.8773	0.3235
r≥3	0.012783	61.54276	76.97277	0.4133
r≥4	0.010673	42.79849	54.07904	0.3381
r≥5	0.008351	27.16495	35.19275	0.2806
r≥6	0.006380	14.94679	20.26184	0.2294
r≥7	0.003850	5.620907	9.164546	0.2221

*%5 önem düzeyinde sıfır hipotezinin reddedildiğini göstermektedir.

Tablo 7. 3: Maksimum Özdeğer Testine Göre Eşbütünleşme Test Sonuçları

H ₀ Hipotezi	Özdeğer	İz İstatistiği	% 5 Kritik Değer	Olasılık Değeri
r=0*	0.052731	78.92819	53.18784	0.0000
r≤1	0.019258	28.33278	47.07897	0.8972
r≥2	0.018497	27.20273	40.95680	0.6775
r≥3	0.012783	18.74427	34.80587	0.8827
r≥4	0.010673	15.63354	28.58808	0.7707

$r \geq 5$	0.008351	12.21816	22.29962	0.6334
$r \geq 6$	0.006380	9.325888	15.89210	0.3996
$r \geq 7$	0.003850	5.620907	9.164546	0.2221

*%5 önem düzeyinde sıfır hipotezinin reddedildiğini göstermektedir.

Tablo 7.2 ve Tablo 7.3'ün sonuçlarına bakıldığında % 5 anlamlılık seviyesinde Bitcoin ile diğer kripto paralar arasında hem iz hem de maksimum özdeğer testine göre bir tane eşbütünleşme vektörü olduğu tespit edilmiştir. Böylece Bitcoin ile diğer kripto paralar arasında uzun dönemli bir ilişki bulunduğu görülmektedir.

7.3. Granger Nedensellik Test Sonuçları

Johansen Eşbütünleşme Testi, değişkenlerin yönü hakkında bir bilgi vermemektedir. Bu nedenle, değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettikleri tespit edildikten sonra Bitcoin ile diğer kripto paralar arasındaki nedensellik ilişkisine yer verilmiştir. Bu ilişkinin yönünü tespit etmek için Granger Nedensellik Testi uygulanmıştır. Test sonucunda ortaya çıkan F istatistiği tablo değerinden α anlamlılık düzeyinde büyükse (H_0 = Granger nedeni değil. H_1 = Granger nedeni) sıfır hipotezi kabul edilmez. Bu hipotezin reddedilmesi modeldeki katsayıların anlamlı olduğunu göstermektedir (Granger,1969: 431).

Granger Nedensellik Testinin yapılabilmesi için vektör hata düzeltme modeline bakılması gerekmektedir. Ayrıca bu testlere bakılmadan önce ilk olarak gecikme uzunluğunun tespit edilmesi önem arz etmektedir. Gecikme uzunluğuna ilişkin yapılan test sonuçlarında Akaike Bilgi Kriteri ve Schwarz Kriteri baz alınmıştır. Bu test sonuçlarına göre gecikme uzunluğu 3 olarak belirlenmiştir. Aşağıdaki Tablo 7.4'de vektör hata düzeltme modeli uzun dönem sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 7. 4: Vektör Hata Düzeltme Modeli Uzun Dönem Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği
lnada	0.375775	0.08600	-4.36947
lnbnb	0.707403	0.13404	-5.27763
Indoge	-0.900634	0.11351	7.93453
lneth	0.601709	0.16103	-3.73658
lnshib	-0.334480	0.09021	3.70787
lnsol	0.137160	0.03639	-3.76904
lnxrp	0.383120	0.12819	-2.98864

Tablo 7.4'e bakıldığında -1 ve 0 arasında olan sonuçlar istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu nedenle hata düzeltme modeli çalışmaktadır. Hata düzeltme katsayılarının negatif ve anlamlı olması sonucunda uzun dönemde bir şok meydana geldiği zaman bu şokun etkisi azalarak devam edecek ve yeniden dengeye yaklaşacaktır. Katsayı pozitif ve anlamlı ise şok etkisi giderek artacak ve uzun dönemde dengeden uzaklaşacaktır. Analiz sonucuna göre ln_{doge} ve ln_{shib} dışında diğer değişkenler pozitif katsayıya sahiptir. ln_{doge} ve ln_{shib} uzun dönemde birlikte hareket ederek, kısa dönemde oluşan sapmalar ortadan kalkmakta ve şok etki uzun dönemde sona ermektedir. Kullanılan değişkenlerin yönünü belirlemek için Granger Nedensellik Testi yapılmıştır. Buna ilişkin sonuçlar Tablo 7.5'de görülmektedir.

Tablo 7. 5: Granger Nedensellik Test Sonuçları

Bağımlı Değişken: ln_{btc} Bağımsız Değişkenler	Ki-Kare İstatistiği	Olasılık Değeri
ln_{ada}	3.605602	0.3037
ln_{bnb}	9.5448481	0.0228
ln_{doge}	0.079732	0.9942
ln_{eth}	2.194630	0.5330
ln_{shib}	2.207957	0.5304
ln_{sol}	2.558757	0.4648
ln_{xrp}	9.837177	0.0200
Bağımlı Değişken: ln_{ada} Bağımsız Değişkenler		
ln_{btc}	4.772729	0.1892
ln_{bnb}	4.755759	0.1906
ln_{doge}	2.751793	0.4315
ln_{eth}	0.923615	0.8197
ln_{shib}	2.612108	0.4554
ln_{sol}	0.708982	0.8711
ln_{xrp}	7.292846	0.0631
Bağımlı Değişken: ln_{bnb} Bağımsız Değişkenler		
ln_{btc}	2.964963	0.3971
ln_{ada}	0.428971	0.9342
ln_{doge}	1.167234	0.7609

lneth	2.979807	0.3947
lnshıb	0.332114	0.9539
lnsol	2.231228	0.5258
lnxrp	3.852644	0.2778
Bağımlı Değişken: Indoge Bağımsız Değişkenler		
lnbtc	1.635226	0.6514
lnada	1.247975	0.7415
lnbnb	2.833706	0.4180
lneth	2.815311	0.4210
lnshıb	3.054494	0.3833
lnsol	0.286969	0.9625
lnxrp	0.896294	0.8263
Bağımlı Değişken: lneth Bağımsız Değişkenler		
lngbtc	2.788747	0.4254
lnada	2.169800	0.5379
lnbnb	9.446617	0.0239
Indoge	0.812651	0.8464
lnshıb	1.689023	0.6394
lnsol	7.867181	0.0488
lnxrp	12.45111	0.0060
Bağımlı değişken: logshıb Bağımsız değişkenler		
lnbtc	2.538236	0.4684
lnada	3.164387	0.3670
lnbnb	2.292979	0.5139
Indoge	0.251410	0.9689
lneth	2.420927	0.4898
lnsol	0.702660	0.8726
lnxrp	2.299877	0.5125
Bağımlı değişken: lnsoł Bağımsız değişkenler		
lnbtc	0.936568	0.8166
lnada	3.748419	0.2899
lnbnb	0.982058	0.8056
Indoge	0.302205	0.9596

lneth	1.288978	0.7318
lnshib	5.647826	0.1301
lnxrp	1.942229	0.5845
Bağımlı değişken: lnxrp Bağımsız değişkenler		
lnbtc	3.295683	0.3482
lnada	5.205266	0.1574
lnbnb	9.859890	0.0198
lndoge	7.072524	0.0696
lneth	2.044279	0.5633
lnshib	1.204935	0.7518
lnsol	0.912759	0.8223

Granger Nedensellik test sonuçları % 5 anlamlılık düzeyine göre yorumlanmıştır. Tablo 7.5’de yer alan test sonuçlarına göre lnbnb ve lnxrp’den lnbtç’ye doğru tek yönlü nedensellik söz konusudur. Lnbnb, lnsoı ve lnxrp’den lneth’ye; lnbnb’den lnxrp’ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi söz konusudur. Başka bir anlatımla BNB’de meydana gelen bir artış BTC’ye, ETH’ye ve XRP’ye katkı sağlamaktadır. Ayrıca XRP’nin artması BTC’nin yükselmesini sağlamaktadır. SOL’un artması ETH’de yükselmeye yol açabilmektedir.

7.4. Birliktelik Kuralı Analiz Sonuçları

Araştırmada yapay sinir ağıları analizinde girdi değeri olarak altcoinlerin Bitcoin ile ortak hareketi analiz edilmiştir. Analizde 1.461 adet veri seti yer almıştır.

Birliktelik kuralı analizi için öncelikle veri seti kategorik hale getirilmiştir. Buna göre; ilgili değer eğer bir önceki günün kapanış fiyatlarına göre artmışsa 1, azalmışsa 0 değerini almıştır. Bunun ardından birliktelik kuralı analizi için güven aralığı % 95 ve apriori algoritması seçilerek kurallar güven değerine göre listelenmiştir. Analiz sonucunda 10 kural ortaya çıkmıştır. Tablo 7.6’da bu kurallara ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Tablo 7. 6: Tüm Değişkenler İçin % 95 Güven Aralığında Birliktelik Kuralı Analizi Sonuçları

Sıra	Birliktelik Kuralları	Güven Düzeyi	Birlikte Hareket Etme Katsayısı	Kaldıraç Etkisi	İlişki Düzeyi
1	BNB=1, XRP=1, ADA=1, DOGE=1, BTC=1: 377 ==> ETH=1: 368	0.98	1.97	0.12	19.04
2	BNB=0, XRP=0, ADA=0, DOGE=0, BTC=0: 387 ==> ETH=0: 375	0.97	1.92	0.12	14.73
3	BNB=1, XRP=1, DOGE=1, BTC=1: 409 ==> ETH=1: 396	0.97	1.96	0.13	14.76
4	BNB=1, XRP=1, ADA=1, BTC=1: 421 ==> ETH=1: 405	0.96	1.94	0.13	12.51
5	XRP=1, ADA=1, DOGE=1, BTC=1: 426 ==> ETH=1: 409	0.96	1.94	0.14	11.95
6	BNB=0, XRP=0, DOGE=0, BTC=0: 422 ==> ETH=0: 405	0.96	1.90	0.13	11.6
7	BNB=0, ADA=0, DOGE=0, BTC=0: 424 ==> ETH=0: 406	0.96	1.90	0.13	11.04
8	BNB=1, XRP=1, ADA=1, DOGE=1: 406 ==> ETH=1: 388	0.96	1.93	0.13	10.79
9	ETH=0, BNB=0, XRP=0, ADA=0, DOGE=0: 393 ==> BTC=0 :375	0.95	1.89	0.12	10.22
10	BNB=0, XRP=0, ADA=0, BTC=0: 452 ==> ETH=0: 431	0.95	1.89	0.14	10.17

Tablo 7.6'ya göre; değişkenlerin kendi aralarında ortak hareketinin söz konusu olduğu görülmektedir. Birliktelik kurallarından 9 tanesinde Bitcoin ile diğer altcoinler arasında ortak hareket söz konusudur. Bu kurallara ait açıklamalar aşağıda ele alınmıştır:

Kural 1: 1.461 işlem gününde BNB, XRP, ADA, DOGE ve BTC değişkenlerindeki artışın 377 gün birlikte hareket ettiği görülmüştür. ETH değişkeni de bu beş değişkenle beraber 368 gün birliktelik hareketine katılmıştır. Bu kuralın güven ölçütü 368/377 işlemi sonucunda 0.98 olarak hesaplanmıştır.

Kural 2: 1.461 işlem gününde BNB, XRP, ADA, DOGE ve BTC değişkenlerindeki azalışın 387 gün birlikte hareket ettiği görülmüştür. ETH değişkeni de bu beş değişkenle beraber 375 gün birliktelik hareketine katılmıştır. Bu kuralın güven ölçütü 375/387 işlemi sonucunda 0.97 olarak hesaplanmıştır.

Kural 3: 1.461 işlem gününde BNB, XRP, DOGE ve BTC değişkenlerindeki artışın 409 gün birlikte hareket ettiği görülmüştür. ETH değişkeni de bu dört değişkenle beraber 396 gün birliktelik hareketine katılmıştır. Bu kuralın güven ölçütü 396/409 işlemi sonucunda 0.97 olarak hesaplanmıştır.

Kural 4: 1.461 işlem gününde BNB, XRP, ADA ve BTC değişkenlerindeki artışın 421 gün birlikte hareket ettiği görülmüştür. ETH değişkeni de bu dört değişkenle beraber 405 gün birliktelik hareketine katılmıştır. Bu kuralın güven ölçütü 405/421 işlemi sonucunda 0.96 olarak hesaplanmıştır.

Kural 5: 1.461 işlem gününde XRP, ADA, DOGE ve BTC değişkenlerindeki artışın 426 gün birlikte hareket ettiği görülmüştür. ETH değişkeni de bu dört değişkenle beraber 409 gün birliktelik hareketine katılmıştır. Bu kuralın güven ölçütü $409/426$ işlemi sonucunda 0.96 olarak hesaplanmıştır.

Kural 6: 1.461 işlem gününde BNB, XRP, DOGE ve BTC değişkenlerindeki azalışın 422 gün birlikte hareket ettiği görülmüştür. ETH değişkeni de bu dört değişkenle beraber 405 gün birliktelik hareketine katılmıştır. Bu kuralın güven ölçütü $405/422$ işlemi sonucunda 0.96 olarak hesaplanmıştır.

Kural 7: 1.461 işlem gününde BNB, ADA, DOGE ve BTC değişkenlerindeki azalışın 424 gün birlikte hareket ettiği görülmüştür. ETH değişkeni de bu dört değişkenle beraber 406 gün birliktelik hareketine katılmıştır. Bu kuralın güven ölçütü $406/424$ işlemi sonucunda 0.96 olarak hesaplanmıştır.

Kural 9: 1.461 işlem gününde BNB, XRP, ADA, DOGE ve ETH değişkenlerindeki azalışın 393 gün birlikte hareket ettiği görülmüştür. BTC değişkeni de bu beş değişkenle beraber 375 gün birliktelik hareketine katılmıştır. Bu kuralın güven ölçütü $375/393$ işlemi sonucunda 0.95 olarak hesaplanmıştır.

Kural 10: 1.461 işlem gününde BNB, XRP, ADA ve BTC değişkenlerindeki azalışın 452 gün birlikte hareket etmişlerdir. ETH değişkeni de bu dört değişkenle beraber 431 gün birliktelik hareketine katılmıştır. Bu kuralın güven ölçütü $431/452$ işlemi sonucunda 0.95 olarak hesaplanmıştır.

Analiz sonuçlarına göre; BTC değişkeni ile girdi değişken olarak tanımlanan BNB, XRP, ADA, DOGE ve ETH değişkenlerinin tamamıyla birlikte hareket ettiği gözlenmiştir. Güven düzeyi en yüksek olan birliktelik kuralı 1'de yer almaktadır. Kural 1'de BNB, XRP, ADA, DOGE ve BTC değişkenleri maksimum güven düzeyinde birlikte hareket etmektedir. Bu ortak hareketlerine ETH değişkeni de katılmaktadır. Bunların yanısıra BTC ile ETH arasında ortak hareketin en fazla olduğu görülmektedir. Yatırımcılar, bu sonuçlardan yola çıkarak yatırım kararı verebilir. BTC ve diğer altcoinlerin yukarı ve aşağı yönde hareketini tahmin etmek için bu analizi kullanabilir.

BÖLÜM VIII

SONUÇ VE ÖNERİLER

8.1. Araştırmanın Sonuçları

Bitcoin ile diğer kripto paralar arasındaki ilişki Eşbütünleşme, Vektör Hata Düzeltme, Granger Nedensellik ve Birliktelik Kuralı ile ele alınmıştır. Bu amaçla öncelikle değişkenler belirlenmiştir. Değişkenlerin seçiminde belirlenen dönemde işlem hacminin en yüksek olması göz önünde bulundurulmuştur. Bu kapsamda Bitcoin ile Ethereum, Tether, BNB, Solana, Ripple (XRP) , USDC, Cardano (ADA), Dogecoin, Shiba arasındaki ilişkiye odaklanılmıştır. Bu değişkenler arasındaki ilişkiyi tespit etmek için hem nedensellik testi hem de birliktelik kurallarına bakılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Bitcoin ile diğer kripto paralar arasındaki ilişkinin tespit edilebilmesi için Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testleri yapılmıştır. Johansen Eşbütünleşme Testini uygulayabilmek için serilere birim kök testi uygulanmıştır. Birim kök testinden sonra gecikme uzunluğu belirlenip, Johansen Eşbütünleşme Testi ile analiz edilmiştir. Bitcoin bağımsız değişkeni veri setinin oluşturulmasında temel belirleyicidir. Bağımlı değişkenler olarak; Cardano, Binance Coin, Doge Coin, Ethereum, Solana, Ripple belirlenmiştir. USD Coin ile Tether ise birim kök şartını sağlamadığından analize dahil edilmemiştir.

Tüm değişkenler logaritmaları alınarak analizlere dâhil edilmiştir. Bu çalışma için gösterge sayısı 1.461, bağımlı değişken sayısı 6, zaman dönemi 2020-2023 günlük kapanış fiyatları dolar bazındadır. Eşbütünleşme test sonuçlarına aşağıda yer verilmiştir:

- Bitcoin ile diğer kripto paralar arasında hem iz hem de maksimum özdeğer testine göre bir tane eşbütünleşme vektörü olduğu tespit edilmiştir.
- Bitcoin ile diğer kripto paralar arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu görülmüştür.

- Dogecoin ve Shiba uzun dönemde birlikte hareket ederek, kısa dönemde oluşan sapmalar ortadan kalkmakta ve şok etki uzun dönemde sona ermektedir.

Ciaian vd. (2018), Ergül & Kondak (2023), Kılıç & Zeren (2021)'nin yaptıkları araştırmalarında da bu bulgularla uyumlu sonuçlar görülmektedir. Bu araştırmalarda da; Bitcoin ile diğer kripto paralar arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiştir.

Johansen Eşbütünleşme Testi, değişkenlerin yönü hakkında bir bilgi vermemekte sadece uzun dönemde birlikte hareket ettiklerini göstermektedir. Bu nedenle, Bitcoin ile diğer kripto paralar arasındaki nedensellik ilişkisinin tespit edilmesi için Granger Nedensellik Testi uygulanmıştır. Granger Nedensellik Test sonuçlarına aşağıda yer verilmiştir:

- BNB ve Ripple'den Bitcoin'e doğru tek yönlü nedensellik söz konusudur.
- BNB, Solana ve Ripple'den Ethereum'a; BNB'den Ripple'a doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi söz konusudur.
- BNB'de meydana gelen bir artış Bitcoin'e, Ethereum'a ve Ripple'a katkı sağlamaktadır.
- Ripple'ın artması Bitcoin'nin yükselmesini sağlamaktadır.
- Solana'nun artması Ethereum'da yükselmeye yol açabilmektedir.

Dönmez vd. (2021), Ergül & Kondak (2023), Polat vd. (2023) araştırmalarında kripto paralar arasında tek yönlü nedensellik ilişkisini tespit etmişlerdir. Ancak bu araştırma veri seti ve değişkenler açısından farklılıklar içermektedir.

Yapay sinir ağları birliktelik kurallarında Tether, Solana, ABD Doları, BNB, Ripple, Cardano, Dogecoin ve Ethereum girdi; Bitcoin çıktı değişken olarak seçilmiştir. 1.461 günlük veri setine birliktelik kuralı analizi yapılmıştır. Birliktelik kuralı analizinden önce veri seti MS Excel'de kategorik hale getirilmiştir. Buna göre; ilgili değer eğer bir önceki günün kapanış fiyatlarına göre artmışsa 1, azalmışsa 0 değerini almıştır. Birliktelik kuralı analizinde güven düzeyi % 95 olarak seçilmiş ve kurallar sıralanmıştır. Birliktelik kuralı analizi sonuçlarına aşağıda yer verilmiştir:

- Analiz sonucunda 10 birliktelik kuralı tespit edilmiştir.
- Birliktelik kurallarından 9 tanesi Bitcoin ile diğer altcoinler arasında

gerçekleşmiştir.

- Güven düzeyi en yüksek olan birliktelik kuralı BNB, Ripple, Cardano, Dogecoin ve Bitcoin değişkenleri arasında gerçekleşmiştir. Bu ortak hareketlerine Ethereum değişkeni de katılmaktadır.
- BNB, Ripple, Cardano, Dogecoin ve Bitcoin azalış gösterdiğinde Ethereum değişkeni de azalmaktadır.

Çalışmanın değişkenleri, veri seti ve yapılan analizler göz önüne alındığında literatürde bu yönüyle bir çalışmanın eksik olduğu görülmüştür. Çalışmanın bu yönüyle özgünlüğü ortaya çıkmaktadır.

Tüm bu analizler birlikte değerlendirildiğinde; Bitcoin ile diğer altcoinlerin birlikte hareket ettiği görülmektedir. Bu birlikte hareket uzun dönemde de devam etmektedir. Yatırımcılar portföy oluştururken bu analiz sonuçlarından yararlanabilir.

8.2. Tartışma ve Öneriler

Bitcoin öncülüğünde birçok kripto para birimi ve güvenilir sisteme sahip olan blok zinciri teknolojisi yatırımcılar için dikkat çekici hale gelmiştir. Bu gelişmeler sonucu kripto paraların piyasa değerleri ve işlem hacimleri de hızla artmıştır. Yüksek kazanç ve fiyattaki hızlı değişimden faydalanmak isteyen yatırımcılar kripto para piyasalarını inceleme ve yatırımlarını kripto piyasasına göre yapma kararı almıştır. Ancak piyasa tecrübesi olmayan yatırımcıların maksimum kazanç elde etmek için kripto piyasasında yatırım yapması toplumsal sorunları da beraberinde getirmiştir. Yatırımcıların bu sorunları aşabilmesi için kripto para alırken riskleri iyi belirlemesi ve kripto dünyası hakkında fikir sahibi olması gerekmektedir. Bu çalışmada yapılan analizler ve elde edilen bulgular yatırımcılar için yol gösterici olabilir.

Bu çalışmada bazı kısıtlar bulunduğu bundan sonra yapılacak araştırmalar için şu öneriler sunulabilir:

- Türkiye ve diğer gelişmekte olan ülkelerin kripto para tercihlerini belirleyen ekonomik ve mali nedenlerin tespit edilmesi için ekonometrik analiz yapılabilir. Böylece kripto paralar üzerinde ekonomik ve mali nedenlerin etkisi daha net görülebilecektir.

- Kripto paralar üzerinde eğitim, cinsiyet, yaş, din vb. demografik faktörlerin etkisi yapay sinir ağları modeli ile yapılabilir.
- Birliktelik kuralı analizi için kullanılan apriori algoritması yerine farklı bir algoritma kullanılarak ve güven düzeyleri değiştirilerek analiz yenilenebilir.



KAYNAKÇA

- Adedokun, A. (2019). Bitcoin-Altcoin Price Synchronization Hypothesis: Evidence From Recent Data. *Journal of Finance and Economics*, Vol: 7 (4), 137-147.
- Agrawal, R., Imieliński, T. & Swami, A. (1993). Mining Association Rules between Sets of Items in Large Databases. *ACM SIGMOD Record*, Vol: 22, I: 2, 207-216.
- Agrawal, R. & Srikant, R. (1994). Fast Algorithms for Mining Association Rules, *Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases*, Santiago de Chile, 487-499.
- Akçalı, B. Y. & Şişmanoğlu, E. (2019). Kripto Para Birimleri Arasındaki İlişkinin Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ile Analizi. *Ekev Akademi Dergisi*, Yıl: 23, Sayı: 78, 99-121.
- Akgül, I. (1994). Zaman Serisi Analizi ve Öngörü Modelleri. *Öneri*, C. 1, S. 1, 52-59.
- Akkaya, Ş. & Pazarlıoğlu, V. M. (1998). *Ekonometri II*, 2. Baskı. İstanbul: Erkam Matbaacılık.
- Aksoy, E., Teker, T., Mazak, M. & Kocabıyık, T. (2020). Kripto Paralar ve Fiyat İlişkileri Üzerine Bir Analiz: Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi ile Bir İnceleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı: 37, 110-129.
- Alessandretti, L., ElBahrawy, A., Aiello, L. M. & Baronchelli, A. (2018). Anticipating Cryptocurrency Prices Using Machine Learning. *Complexity*, 1-17.
- Ali, Z. & Bhaskar, B. (2016). Basic Statistical Tools in Research and Data Analysis. Vol. 60 (9), 662-669.
- Alonso-Monsalve S., Suárez-Cetrulo, A. L., Cervantes, A. & Quintana, D. (2020). Convolution on Neural Networks for High-Frequency Trend Prediction of Cryptocurrency Exchange Rates Using Technical Indicators. *Expert Systems with Applications*, Vol. 149, 1-15.
- Amjad, U., Jilani T. A., Tariq H. & Hussain A. (2018). A Quantum Based Evolutionary Algorithm for Stock Index and Bitcoin Price Forecasting. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 9, 123-133.
- Ammous, S. (2016). *Can Cryptocurrencies Fulfil the Functions of Money?*. Columbia University, Center on Capitalism and Society, Working Paper No. 92. , 16.)
- Antonopoulos A. M. & Wood G. (2018), *Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and Dapps*. O'reilly Media. Gravenstein Highway North, Sebastopol.

- Apohan, A. M. (1993). Kriptoloji. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.
- Arı A. & Berberler M. E. (2017). Yapay Sinir Ağları ile Tahmin ve Sınıflandırma Problemlerinin Çözümü İçin Arayüz Tasarımı. *Acta Infologica*, 1(2), 55-73. <https://www.researchgate.net/publication/329702751>.
- Ateş A. B. (2016). Kripto Para Birimleri, Bitcoin ve Muhasebesi, *Çankırı Karatekin Üniversitesi SBE Dergisi*, 7(1), 349-366.
- Atlan F., Pençe I. & Çeşmeli M. Ş. (2020). Kripto Paralardan Bitcoin, Ethereum ve Ripple için Yapay Zekâ ile Online Fiyat Tahmin Modeli. 28. *Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Konferansı (SIU)*, 1-4.
- Aulia A. S. (2019). Analisis Volatility Spillover Harga Bitcoin Dengen Harga Altcoin Tahun. *Jurnal Akuntansi, Audit dan Sistem Informasi Akuntansi*, Vol. 3, No. 2, 183-194.
- Awoke, T., Minakhi, R., Mohanty, L. & Satapathy, S. C. (2020). *Bitcoin Price Prediction and Analysis Using Deep Learning Models*. Springer, India.
- Ay, M. & Adıyaman, G. (2022). Bitcoin ve Altcoinler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (47), 31-46.
- Azeez, N. A., Ayemobola, T. J., Misra, S., Maskeliūnas, R. & Damaševičius, R. (2019). Network Intrusion Detection with a Hashing Based Apriori Algorithm Using Hadoop MapReduce, *Computers*, 8(86), 1-15.
- Ball, L. M. (2012). *Money, Banking and Financial Markets Second Edition*. Worth Publishers, New York.
- Bollen R. (2013). The Legal Status of Online Currencies: Are Bitcoins The Future?. *Journal of Banking and Finance Law and Practice*, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2285247.
- Brito, J. & Castillo, A. (2013). *Bitcoin a Primer for Policymakers*, Mercatus Center, Mercatus Center at George Mason University.
- Cavanaugh, J. E. & Neath A. A. (2019). The Akaike Information Criterion: Background, Derivation, Properties, Application, Interpretation, and Refinements. *WILEY, WIREs Computational Statistics*, 1-11.
- Cavanaugh, J. E. & Neath A. A. (1999). Generalizing the Derivation of the Schwarz Information Criterion. *Communications in Statistics Theory and Methods*, Vol. 28, 49-66.
- Cevik, E. I., Gunay, S., Dibooglu, S. & Yıldırım D. Ç. (2023). The Impact of Expected

- and Unexpected Events On Bitcoin Price Development: Introduction of Futures Market and Covid-19. *Finance Research Letters*, 1-15.
- Ceyhan, K., Kurtulmaz, E., Sert, O. C. & Özyer, T. (2018). Bitcoin Movement Prediction with Text Mining. *26th Signal Processing and Communications Applications Conference*, IEEE, 1-4.
- Chainalysis, (2023). *The 2023 Geography of Cryptocurrency Report*.
- Chaum, D. (1982). *Blind Signatures For Untraceable Payments*. Advances in Cryptology Proceedings of Crypto, Springer-Verlag, 199-203.
- Chen, W., Xu, H., Jia, L. & Gao, Y. (2021). Machine Learning Model For Bitcoin Exchange Rate Prediction Using Economic And Technology Determinants. *International Journal of Forecasting*, 37(1), 28-43.
- Chen, Z., Li, C. & Sun, W. (2020). Bitcoin Price Prediction Using Machine Learning: An Approach To Sample Dimension Engineering. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, Vol. 365, 1-13.
- Chohan U. W. (2021). *A History of Dogecoin*. Critical Blockchain Research Initiative. Discussion Series: Notes on the 21st Century, 1-12.
- Chu, J, Nadarajah, S. & Chan, S. (2015). *Statistical Analysis of the Exchange Rate of Bitcoin*. Plos One 10(7).
- Ciaian, P., Rajcaniova, M. & Kan, D. (2018). Virtual Relationships: Short and Long Run Evidence from Bitcoin and Altcoin Markets. *Journal of International Financial Markets Institutions and Money*, Vol. 52, 173-195.
- Couts, A. (2013). Wow. Dogecoin Is the Most Internet Thing to Happen, Ever, <https://www.digitaltrends.com/social-media/wow-dogecoin-bitcoin/>, 12 December 2013.
- Çağlı, E. Ç. (2019). Explosive Behavior in the Prices of Bitcoin and Altcoins. *Finance Research Letters*, Cilt. 29, Sayı C, 398-403.
- Çakın, M. (2019). *Kripto Paralar: Bitcoin, Döviz Kurları ve Alternatif Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Bölümü.
- Çarkacıoğlu, A. (2016). *Kripto-Para Bitcoin*, Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi.
- Çizmecı, B. & Göver, İ. H. (2020). Toplumlarda Fiziksel Paradan Dijital Paraya Geçiş: Bitcoin Örneği. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(2), 310-333.

- Çütücü, İ. & Kılıç, Y. (2018). Bitcoin Fiyatları ile Dolar Kuru Arasındaki İlişki: Yapısal Kırımlı Zaman Serisi Analizi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, C. 16, S. 4, 349-366.
- Debus, J. (2017). Consensus Methods in Blockchain Systems. *FSBC Working Paper*. Frankfurt School of Finance & Management, Blockchain Center.
- Delorme, A. Statistical Methods. *Swartz Center for Computational Neuroscience*, INC, University of San Diego California, 1-23.
- Demir A., Akılotu B. N., Kadiroğlu Z. & Şengür A. (2019). *Makine Öğrenmesi Yöntemlerini Kullanarak Bitcoin Fiyat Tahmini*. 1. Uluslararası Bilişim ve Yazılım Mühendisliği Konferansı.
- Demirci, N. (2017). İmalat Sanayi Sektöründe Üretim Ve Banka Kredileri İlişkisi: Türkiye İçin Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(1), 35-61.
- Dere, Y. (2019). Kripto Para Birimi Bitcoin ile Ekonomik Göstergeler Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi, Yüksek Lisans Tezi. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İzmir.
- Dickey, D. A. & Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the Econometric Society*, 1057-1072.
- Dizkırıncı, A. S. & Gökgöz, A. (2018). Kripto Para Birimleri ve Türkiye'deki Bitcoin Muhasebesi. *Muhasebe Finans ve Denetim Çalışmaları Dergisi*, 4(2), 99-102.
- Doorman, F. (2015). Our Money Towards A New Monetary System. Our-Money-06-4-2015- A5-Download-Positive-Money-28-8-2015-2.pdf, 12/08/2023
- Douma, S. (2016). Bitcoin: The Pros and Cons of Regulation.
- Dönmez, C. Ç., Şen, D. & Hazır, U. (2021). Kriptopara Dinamikleri: Bitcoin Cash, Ethereum, Litecoin ve Ripple. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 636-650.
- Duman, B. & Şen, E., B. (2019). *Blokszinciri Teknolojisi Bağlamında Nesnelerin İnterneti*, Türkiye'de Mühendislik Alanında Yeni Yaklaşımlar, IKSAD, 29-63.
- Dwyer, P. G. (2015). The Johansen Tests for Cointegration, *White Paper*, 1-7.
- Dyhrberg, A. H. (2016). Hedging Capabilities of Bitcoin. Is it the Virtual Gold?. *Finance Research Letters*, Cilt. 16, 139-144.
- Eğilmez, M. (2018). *Tarihsel Süreç İçerisinde Dünya Ekonomisi*. İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Ekovizyon. 2016. <https://www.ekovizyon.com.tr/para-nedir/>. Erişim Tarihi:11.05.2022.

- Eren, B., S. (2024). Emtia Piyasalarının Birlikte Hareketlerinin Veri Madenciliği İle İncelenmesi. *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 183-212.
- Ergül, N. & Kondak, G. N. (2023). Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin Analizi. *Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 19, 26-42.
- European Central Bank. (2012). 1. *Virtual Currency Schemes*. <https://www.ecb.europa.eu>, Erişim Tarihi: 15.12.2023.
- Fisher, I. (1920). *The Purchasing Power of Money*. The Macmillan Company, New York.
- Gandal, N. & Halaburda, H. (2014). *Competition in the Cryptocurrency Market*. Bank of Canada Working Paper 33. Canada. <https://ssrn.com/abstract=2501640> (Erişim tarihi: 11.08.2023)
- GDPO Situation Analysis. (2013). *Silk Road and Bitcoin*. Swansea University, <https://www.swansea.ac.uk/media/Silk-Road-and-Bitcoin.pdf>, Erişim tarihi 28.05.2023.
- Germer, C. M. (1998). *Credit Money and the Functions fo Money in Capitalism*. <http://copejournal.com/wp-content/uploads/2015/12/Germer-Credit-Money-andthe-Functions-of-Money-in-Capitalism-1998.pdf>. Erişim Tarihi: 15/01/2023.
- Gilbert, D. (2013). What is Dogecoin?. *International Business Times*. <https://web.archive.org/web/20150906080317/http://www.ibtimes.co.uk/what-dogecoin-meme-that-became-hot-new-virtual-currency-142984>, Erişim Tarihi: 15 Nisan 2023.
- Gough, M., Castro, R., Santos, S. F., Shafie-khah, M. & Catalão João, P. S. (2020). *A Panorama of Applications of Blockchain Technology to Energy*, Blockchain-based Smart Grids, Academic Press, 5-41.
- Gujarati, D. N. & Porter, D., C. (2009). *Basic Econometrics*. 4th Edition, New York: McGraw Hill Inc.
- Güleç, Ö. F., Çevik, E. & Bahadır, N. (2018). Bitcoin ile Finansal Göstergeler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(2), 18-37.
- Gündüz, A. & Tepeci, M. (2018). *Blokzinciri Teknolojisi*. Alptekin, V., Metin, İ. & Akcan, A. T. (Editörler). Kripto Para Ekonomisi. Birinci Baskı. Konya: Eğitim Yayınevi, 37-58.
- Güner, M. F. (2019). *Geçmişten Günümüze Finansal Piyasalar*. İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Gürsoy, S. (2021). *Para, Gelmiş Geçmiş Geleceği*. Sonçağ Akademi, Yayın 1216.

- Güven, V. & Şahinöz, E. (2018). *Blokzincir Kripto Paralar Bitcoin*. İstanbul: Kronik Kitap.
- Granger, C. W. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, Vol: 37(3), 425.
- Granger, C. W. & Newbold, P. (1974). Experience with Forecasting Univariate Time Series and the Combination of Forecasts. *Journal of the Royal Statistical Society*, 197(2), 114.
- Greaves, A. & Au, B. (2015). Using the Bitcoin Transaction Graph to Predict the Price of Bitcoin. *Business, Computer Science, Economics*, 1-8.
- Halaburda, H. & Gandal, N. (2014). *Can We Predict The Winner in a Market with Network Effects? Competition in Cryptocurrency Market*, in Games 7 (3), 16 NET Institute Working Paper No. 14-17.
- Han, J., Kamber, M. & Pei, J. (2012). *Data Mining Concepts and Techniques*. New York: Elsevier.
- Harwick, C. (2016), Cryptocurrency and the Problem of Intermediation, *The Independent Review*, 20(4), 569–588.
- Hegadekatti, K. (2016). Analysis of Contracts in Various Formats of Blockchain.
- Hjalmarsson, P. & Österholm, P. (2007). *Testing for Cointegration Using the Johansen Methodology When Variables are Near Integrated*, IMF Working Paper, WP 07/41.
- Hong, J., Tamakloe, R. & Park, D. (2020). Discovering Insightful Rules Among Truck Crash Characteristics Using Apriori Algorithm. *Journal of Advanced Transportation*, 1-16. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2020/4323816>
Erişim tarihi: 01 Mart 2024.
- Houben, R. & Snyers, A. (2018). *Cryptocurrencies and Blockchain, Legal Context and Implications for Financial Crime, Money Laundering and Tax Evasion*, Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies.
- Hubbard, R. G. & O'Brien, A. P. (2012). *Money, Banking and the Financial System*. New Jersey: Pearson Education.
- Indera, N. I., Yassin, I. M., Zabidi, A. & Rizman, Z. I. (2017). Non-Linear Autoregressive with Exogeneous Input (NARX) Bitcoin Price Prediction Model Using PSO-Optimized Parameters and Moving Average Technical Indicators. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, Issue 3, 791-808.

- Ingham, G. (2004). *The Nature of Money*. Cambridge: Polity Press.
- Işık, N., Acar, M. & Işık, B. (2004). Enflasyon ve Döviz Kuru İlişkisi: Bir Eşbütünleşme Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF*, C. 9, S. 2, 325-340.
- Iwamura, M. Y. & Matsumoto, T. (2014). *Is Bitcoin the Only Cryptocurrency in the Town? Economics of Cryptocurrency and Friedrich A. Hayek*. Discussion Paper Series A, No. 602, Institute of Economic Research Hitotsubashi University Kunitachi, Tokyo, 1-14.
- İçellioğlu, C. Ş. & Öztürk, M. B. E. (2018). Bitcoin ile Seçili Döviz Kurları Arasındaki İlişkinin Araştırılması: 2013-2017 Dönemi için Johansen Testi ve Granger Nedensellik Testi. *Maliye ve Finans Yazıları*, 109, 51-70.
- İnci, S. & Alpen, İ. (2018). *Bitcoin Devrimi; Değişen Dünya Ekonomisinde Kripto Para Sistemi, Blockchain, Altcoinler*. İstanbul: Elma Yayınları.
- Jang, H. & Lee, J. (2018). An Empirical Study on Modeling and Prediction of Bitcoin Prices with Bayesian Neural Networks Based on Blockchain Information. *IEEE Access*, 5427-5437.
- Jiang, X. (2020). Bitcoin Price Prediction Based on Deep Learning Methods. *Journal of Mathematical Finance*, 10(01), 132–139.
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis Of Cointegration Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 12(2), 231-254.
- Kadılar, C. (2005). *SPSS Uygulamalı Zaman Serileri Analizine Giriş*. Ankara: Bizim Büro Basımevi.
- Kakavand, H., Kost De Sevres, N. & Chilton, B. (2017). The Blockchain Revolution: An Analysis of Regulation and Technology Related to Distributed Ledger Technologies. *Luther Systems*.
- Kara, A. & Demireli, E. (2023). Kripto Para Piyasasında Bitcoin ve Seçilmiş Altcoinler Arası Eşbütünleşme ve Nedensellik. *İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 52-71.
- Karaağaç, G. & Altınırnak, S. (2018). En Yüksek Piyasa Değerine Sahip On Kripto Paranın Birbirleriyle Etkileşimi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 79, 123-138.
- Karaatlı, M., Kocabıyık, T., Çal, Yalçın, D. & Çolak, M. (2021). BIST-30 Endeksinde Yer Alan Payların Ortak Hareketlerinin Veri Madenciliği Kapsamında Birliktelik Kuralı İle İncelenmesi. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, Cilt: 13, Sayı: 25, 548-571.

- Karl J. O'Dwyer & David M. (2014). *Bitcoin Mining and its Energy Footprint*. 25th IET Irish Signals & Systems Conference 2014 and 2014 China-Ireland International Conference on Information and Communications Technologies (ISSC 2014/CIICT 2014), Irland: 26-27 June 2014.
- Karluk, R. & Tonus, Ö. (1998). Avrupa Para Birliği, Euro ve Geleceği. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 14(1-2), 261-293.
- Kartik, H. (2016). *Analysis of Contracts in Various Formats of Blockchain*. DoPT.
- Kasman, S. (2006). Hisse Senetlerinin Fiyatları ve Makroekonomik Değişkenler Arasında Bir İlişki Var mı?. *İktisat, İşletme ve Finans Dergisi*, 238, 88-99.
- Kharpal, A. (2023). *Reddit Frenzy Pumps Up Dogecoin, A Cryptocurrency Started As A Joke, By Over 800 %*. CNBC.
- Khim, V. & Liew, S. (2004). Which Lag Length Selection Criteria Should We Employ?. *Economics Bulletin*, Vol. 3 (33), 1-9.
- Kılıç, D. & Zeren F. (2021). Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Bitcoin ve Altcoinlere İlişkin Ekonometrik Bir Uygulama. *Sosyal Bilimlerde Ekonomi-Politik Yazılar*, 59-88.
- Kim, Y. B., Choo, J., Park, N., Lee, J., Kim, J. H. & Kim, C. H. (2017). *When Bitcoin Encounters Information in an Online Forum: Using Text Mining to Analyse User Opinions and Predict Value Fluctuation*. Plos One, 1-14.
- Kirchgässner, G. & Wolters, J. (2007). *Introduction to Modern Time Series Analysis*. Berlin: Springer.
- Konuşkan, A., Teker, T., Ömürbek, V. & Bekci, İ. (2019). Kripto Paraların Fiyatları Arasındaki İlişkinin Tespitine Yönelik Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C. 24, S. 2, 311-318.
- Kotu, V. & Deshpande, B. (2018). *Data Science: Concepts And Practice*. Massachusetts: Morgan Kaufmann.
- Koy, A., Yaman, M. & Mete, S. (2021). Kripto Paraların Volatilite Modelinde ABD Borsa Endekslerinin Yeri: Bitcoin Üzerine Bir Uygulama. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, Cilt: 13, Sayı: 24, 159-170.
- Kristoufek, L. (2014). *What Are The Main Drivers Of The Bitcoin Price? Evidence From Wavelet Coherence Analysis*. FinMaP-Working Papers. Financial Distortions and Macroeconomic Performance: Expectations, Constraints and Interaction of Agents.
- Kubar Y. & Toprak Y. (2021). Bitcoin ve Altcoin'ler Arasındaki İlişkinin Granger

- Nedensellik Testi ile Analizi. *Journal of Emerging Economies and Policy*, 233-247.
- Lahmiri, S. & Bekiros, S. (2020). Intelligent Forecasting with Machine Learning Trading Systems in Chaotic Intraday Bitcoin Market. *Chaos, Solitons and Fractals*, Cilt 133.
- Lee, D. K. C., Guo, L. & Wang, Y. (2018). Cryptocurrency: A New Investment Opportunity?. *The Journal of Alternative Investments*, Vol. 20 (3), 16-40.
- Lee, D. K. C. & Nian, L. P. (2015), *Handbook of Digital Currency Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, And Big Data*. , London: Elsevier.
- Lee, T. B. (2018). The Trust Machine: The Story of Bitcoin. *MIT Technology Review*, 121(3).
- Lin, I. C. & Liao, C. (2017). A Survey of Blockchain Security Issues and Challenges, *International Journal of Network Security*, 19(5), 653-659.
- Loshin, D. (2012). *Knowledge Discovery and Data Mining for Predictive Analytics*, Chapter 17, Business Intelligence (Second Edition), 271-286.
- Maciejasz-Świątkiewicz, M., Poskart, R. (2020). Cryptocurrency Perception within Countries: A Comparative Analysis. *European Research Studies Journal*, Vol. XXIII, I. 2, 186-203.
- Madan, I., Saluja, S. & Zhao, A. (2015). Automated Bitcoin Trading Via Machine Learning Algorithms. *Stanford CS229 Machine Learning*, 1-5.
- Malik, V. (2016). The History and the Future of Bitcoin, Bachelor Thesis, *Bankovní Institut Vysoká škola Praha*.
- Matsuura, J. H. (2016). *Digital Currency: An International Legal and Regulatory Compliance Guide*. U.A.E: Bentham Science Publishers.
- Matta, M., Lunesu, I. & Marchesi, M. (2015). *Bitcoin Spread Prediction Using Social and Web Search Media*. <http://ceur-ws.org/Vol-1388/DeCat2015-paper3.pdf>.
- McBee, M., P. & Wilcox, C. (2020). Blockchain Technology: Principles and Applications in Medical Imaging, *Journal of Digital Imaging*, Vol. 33(3), 726-734.
- McClay, R. & Hay, R., A. (1983). *Applied Time Series Analysis*, Social Sciences, Sage Publications, USA.
- McNally, S., Roche, J., Caton, S. (2016). Predicting the Price of Bitcoin Using Machine Learning. 26th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed, and Network-Based Processing. Research Project PhD Thesis, *School of Computing National College, Írlanda*, 339-343.

Merriam-Webster. (2022). *Currency*.

“<https://www.merriamwebster.com/dictionary/currency>”, 25.09.2022.

Mettes, S. (2017). Wait, What is Money. *Christianity Today*, Vol. 61 No. 1, 2.

Miglietti, C., Kubosova, Z., & Skulanova, N. (2019). Bitcoin, Litecoin, and the Euro: An Annualized Volatility Analysis. *Studies in Economics and Finance*, 37(2), 229-242.

Mishkin, F. S. (2011). Para, Bankacılık ve Finansal Piyasalar İktisadı. Çev. Engin, N., Şahin, Ş., Çiçek, S., Boz Ç. İstanbul: Akademi Yayıncılık.

Mishra, P., Pandey, C. M., Singh, U., Keshri, A. & Sabaretnam, M. (2019). Selection of Appropriate Statistical Methods for Data Analysis, *Annals of Cardiac Anaesthesia*, Vol. 22 (3), 297-301.

Mumcu, H. D. (2007). *Uluslararası Para Sistemi, Avrupa'nın Parasal Entegrasyonu ve OCA Teorisi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, 15.02.2022, 1-9.

Neil, G. & Hanna, H. (2014). *Competition in the Cryptocurrency Market*. Bank of Canada Working Paper 2014-33, Canada.

Ott, M. & Tatom, J., A. (2016). Government Finance and the Demand for Money-the Relation between Taxation and the Acceptability of Fiat Money. *Economic Notes*, Vol. 45 (1), 56.

Özdemir, B. K. (2012). *Para Teorisi, Ödemeler Sisteminin Gelişimi*. Anadolu Üniversitesi.

Özekenci, Y. S. (2023). Kripto Para Birimlerinin Bitcoin ile Etkileşiminin İncelenmesi: Toda-Yamamoto Nedensellik Testi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 25(45), 1193-1209.

Özgül, A. T. (2017). Rezerv Para Birimi Olan ABD Doları'nın Rezerv Para Konumunun Sürdürülebilirliği. *Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul*.

Özkan, M. & Boran, L. (2014). Veri Madenciliğinin Finansal Kararlarda Kullanımı. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4 (1), 59- 82.

Öztemiz, F. & Hamamcı, S., E. (2016). R Programlama Dili ve Apriori Algoritması Kullanılarak Market Sepet Analizi, *IDAP Sempozyumu*.

Polasik, M., Piotrowska, A. I., Wisniewski, T. P., Kotkowski, R., Lightfoot, G. (2015), Price Fluctuations and the Use of Bitcoin: An Empirical Inquiry. *International*

Journal of Electronic Commerce, Vol. 20, No.1, 19.

- Polat, M. & Karakaya, O. (2023). Kripto Paralar Arasında Getiri ve Risk Açısından Nedensellik İlişkisi. *Bartın Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(27), 1-17.
- Polat, M. & Tuncel, F. B. (2020). Borsa İstanbul ve Kripto Paralar Arasında Saklı Eşbütünleşme İlişkisi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 119-137.
- Purbarani, S. C. & Jatmiko, W. (2018). Performance Comparison of Bitcoin Prediction in Big Data Environment. *International Workshop on Big Data and Information Security*, 99-106.
- Raj, S., Ramesh, D., Sreenu, M. & Sethi, K. K. (2020). EAFIM: Efficient Apriori-Based Frequent Itemset Mining Algorithm on Spark for Big Transactional Data. *Knowledge and Information Systems*, 62(9), 3565–3583.
- Raskin, M. & Yermack, D. (2016). *Digital Currencies, Decentralized Ledgers, and the Future of Central Banking*. NBER Working Paper Series, Working Paper 22238, Cambridge.
- Sakız, B. & Kutlugün, E. (2018). *Blok Zinciri Teknolojisi ve Yapay Zeka Algoritmaları İle Bitcoin Fiyat Tahminleme*. 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 1-4.
- Salisu, A. A., Ndako, U. B. & Vo, X. V. (2023). Oil Price and The Bitcoin Market. *Resources Policy*, Cilt: 82, Sayı: 103437.
- Satoshi, N. (2008). Bitcoin: A Peer-to- Peer Electronic Cash System, 1-9.
- Schneider, G. (1996). Local Structural Motifs of Protein Backbones Are Classified by Self-Organizing Neural Networks. *Design and Selection*, 9 (10), 833-842.
- Selik, M. (1988). *100 Soruda İktisadi Doktrinler Tarihi*. İstanbul: Gerçek Yayınevi.
- Sert, T. (2019). *Sorularla Blokzincir*. <https://bctr.org/yayinlar/>, 25.09.2023.
- Shah, D. & Zhang, K. (2014). *Bayesian Regression and Bitcoin*. 52. Yıllık Allerton İletişim, Kontrol ve Bilgi İşlem Konferansı (Allerton), 409-413.
- Shankhdhar, A., Singh, A. K., Naugraiya, S. & Saini P. K. (2021). *Bitcoin Price Alert and Prediction System Using Various Models*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1-10.
- Sia, Partners. (2015). *Virtual Money: The Next Step After PSD2 And Instant Payments*.
- Siegel, M., (2014). *Virtual Currencies: Wait and See Approach Best for Banks*.
- Sifat, I. M., Mohamad, E. & Shariff, M. S. B. M. (2019). Lead-Lag Relationship Between Bitcoin and Ethereum: Evidence From Hourly and Daily Data. *Research in*

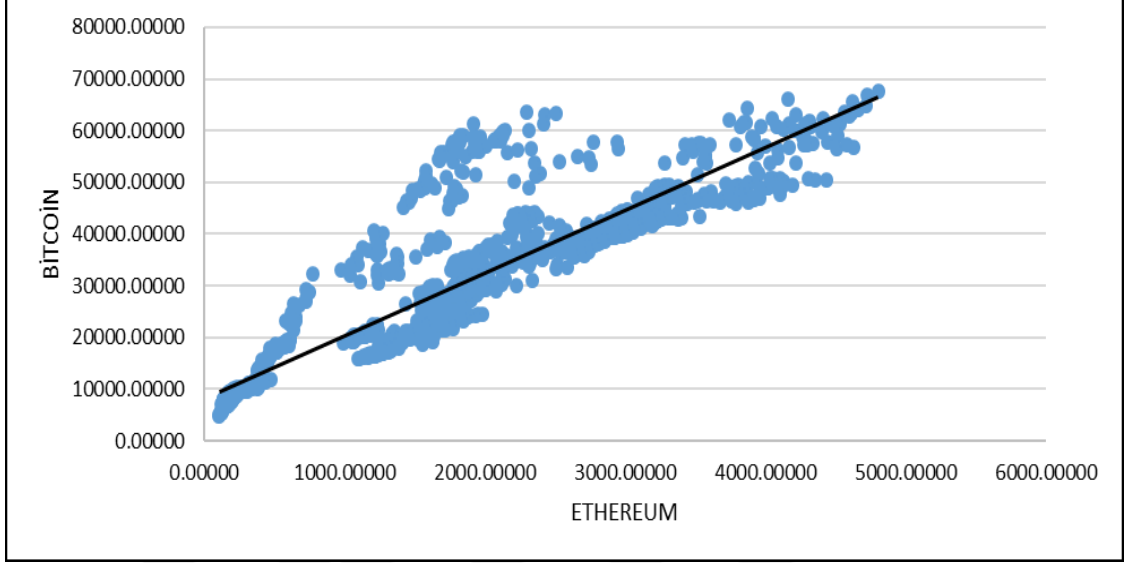
- International Business and Finance*, Vol. 50, 306-321.
- Singh, H. & Agarwal, P. (2018). *Empirical Analysis of Bitcoin Market Volatility Using Supervised Learning Approach*. Proceedings of 2018 Eleventh International Conference on Contemporary Computing, IC3, 1-5.
- Son, L. H., Chiclana, F., Kumar, R., Mittal, M., Khari, M., Chatterjee, J., M. & Baik, S., W. (2018). ARM-AMO: An Efficient Association Rule Mining Algorithm Based on Animal Migration Optimization. *Knowledge-Based Systems*, Vol. 154, 68–80.
- Sönmez, A. (2014). Sanal Para Bitcoin. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 4 (3), 1-14.
- Spilak, B. (2018). *Deep Neural Networks for Cryptocurrencies Price Prediction*. Berlin. DOI: 10.18452/19249.
- Stenqvist, E. & Lönnö, J. (2017). Predicting Bitcoin Price Fluctuation with Twitter Sentiment Analysis. *Master in Computer Science, Degree Project In Technology, First Cycle*, Stockholm-Sweden, 1-37.
- Şahin, E. E. (2018). Kripto Para Bitcoin: ARIMA ve Yapay Sinir Ağları ile Fiyat Tahmini. *Fiscaoeconomia*, Vol. 2(2), 74-92.
- Şak, N. (2021). Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Hatemi-J Asimetrik Nedensellik Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, Cilt: 12, Sayı: 29, 149-175.
- Şenbayram, E. A. (2019). Paranın Geldiği Uç Nokta. *Harran Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3 (4), 76-77.
- Şentürk, A. (2006). *Veri Madenciliği Kavram ve Teknikler*. Bursa: Ekin Yayınevi.
- Şimşek, U. T. (2006). Veri Madenciliği ve Müşteri İlişkileri Yönetiminde Bir Uygulama. Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi*, İstanbul.
- Türk Dil Kurumu. (2021). Para, www.tdk.gov.tr.
- Ünal, G. & Uluyol, Ç. (2020). Blok Zinciri Teknolojisi, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, C. 13, S. 2, 167-175.
- Ünalın, G. (2019). Kripto Varlıkların Vergilendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi*, Ankara.
- Watanabe, H., Fujimura, S., Nakadaira, A., Miyazaki, Y., Akutsu, A. & Kishigami, J.J. (2015). *Blockchain Contract: A Complete Consensus Using Blockchain*, in: 2015 IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE).
- Wei, W. C. (2018). The Impact of Tether Grants on Bitcoin. *Economics Letters*, 171, 19–22.

- Weiß, M. & Göker, M. (2011). *Molecular Phylogenetic Reconstruction*. The Yeasts (Fifth Edition). Ed. Kurtzman P. C., Boekhout, T. & Fell J. W., Elsevier Science, 159-174.
- Winarno, S., Usman, M., Warsono, Kurniasari, D. & Widiarti. (2021). Application of Vector Error Correction Model (VECM) and Impulse Response Function for Daily Stock Prices. *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1751, 1-17.
- Witten, I. H., Frank, E. & Hall, M. A. (2011). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Third Edition, USA: Elsevier.
- Wüst, K. & Gervais, A. (2018). Do you Need a Blockchain?. *Computer Science*, 1-10.
- Xu, X., Weber, I. & Staples, M. (2017). *A Taxonomy of Blockchain-Based Systems for Architecture Design*. IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA), 243-252.
- Vigna, P. & Casey, M. J. (2017). *Kriptopara Çağı*. Çev. Ali Atav. Ankara: Buzdağı Yayınevi.
- Yang, S. Y. & Kim, J. (2015). *Bitcoin Market Return and Volatility Forecasting Using Transaction Network Flow Properties*. IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, 1778-1785.
- Yermack, D. (2013). *Is Bitcoin a Real Currency? An Economic Appraisal*. NBER Working Paper Series, Working Paper 19747.
- 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).
- Zhang, X., Liu, Q., Tang, Y., Liu, G., Ning, X. & Chen, J. (2021). *A FP-Growth Algorithm Based Fault Analysis Method For Distribution Terminal Unit*. J. Shi (Ed.). IEEE/IAS Industrial and Commercial Power System Asia (I&CPS Asia), 1463-1467.
- Zhang, C., Huan Ma, H., Arkorful, G. B. & Peng, Z. (2023). The Impacts of Futures Trading on Volatility and Volatility Asymmetry of Bitcoin Returns. *International Review of Financial Analysis*, Cilt: 86, Sayı: 102497.

EKLER

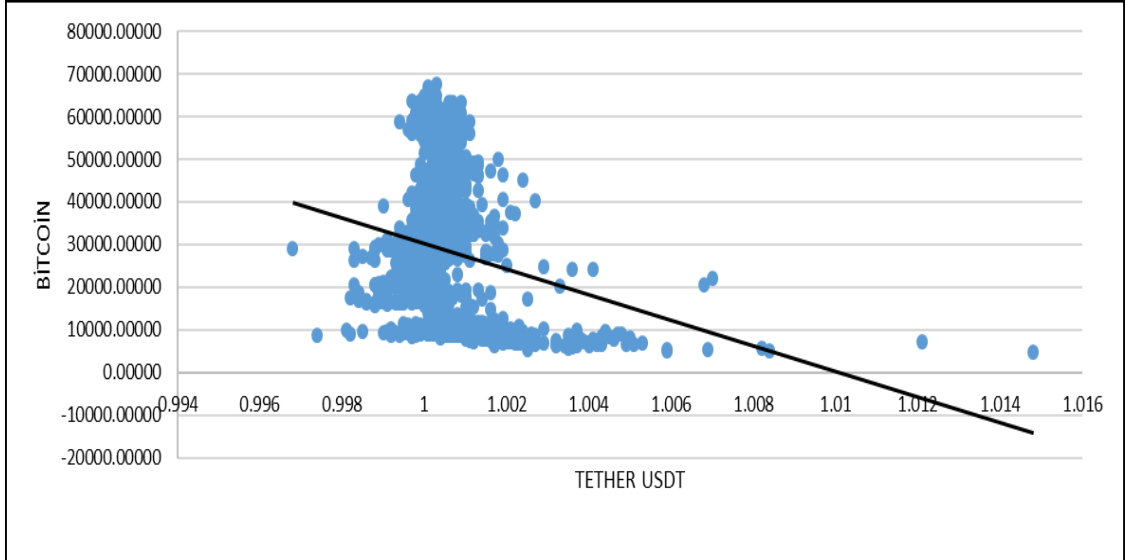
Ek-1: Bitcoin ile Diğer Altcoinler Arasındaki Korelasyon

Bitcoin ile Ethereum Arasındaki İlişki



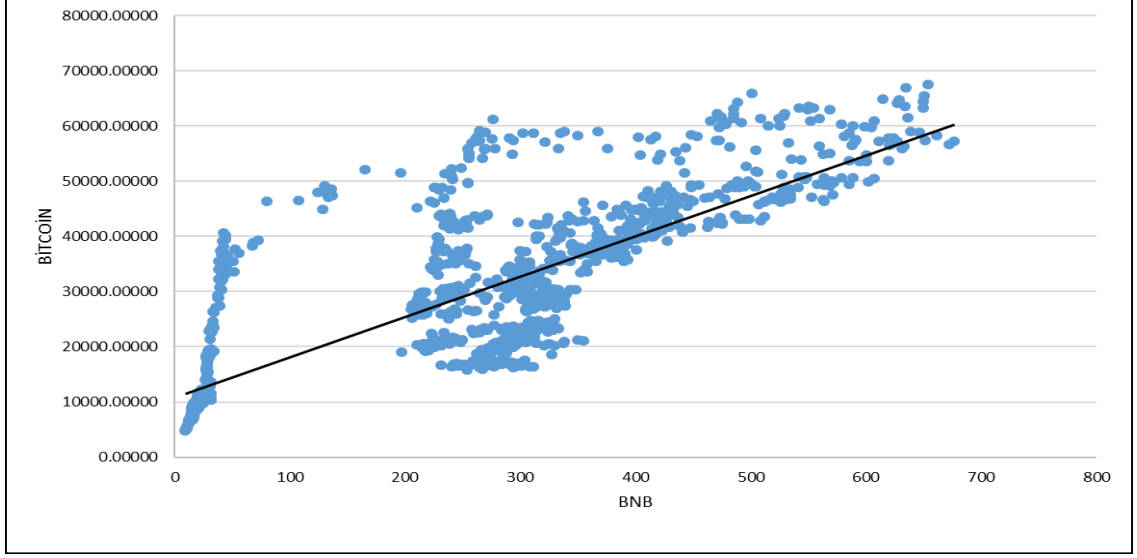
Yukarıda yer alan Şekil'e göre; diğer şeyler sabitken BTC ile ETH arasında pozitif korelasyon (0.89) olduğu görülmektedir. Buna göre; BTC'nin günlük kapanış fiyatı artarsa ETH'nin günlük kapanış fiyatı da artacaktır.

Bitcoin ile Tether USDT Arasındaki İlişki



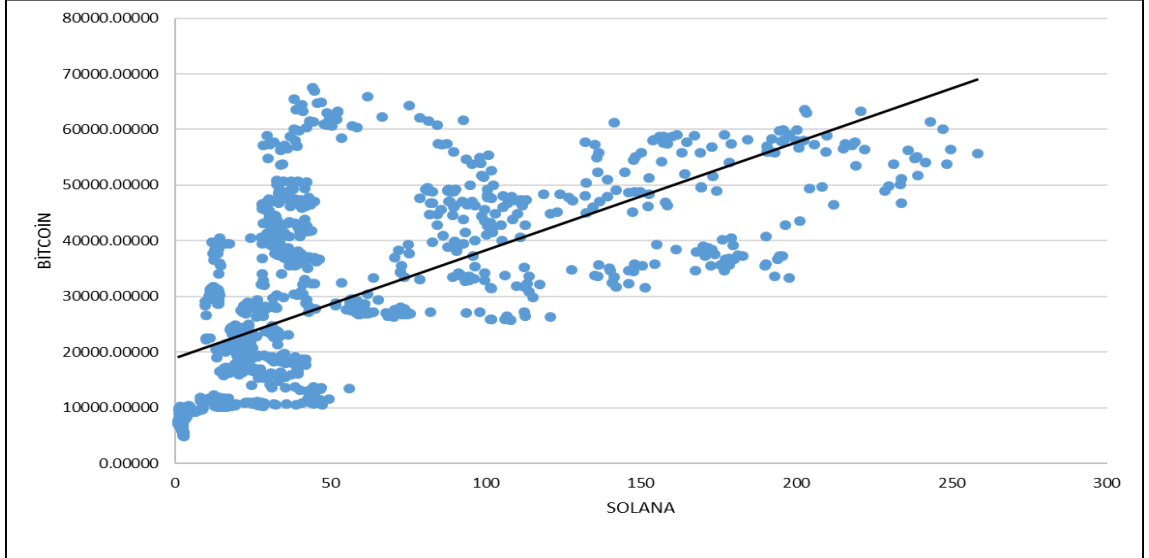
Yukarıda yer alan Şekil'e göre; diğer şeyler sabitken BTC ile USDT arasında negatif korelasyon (-0.22) olduğu görülmektedir. Buna göre; BTC'nin günlük kapanış fiyatı artarsa USDT'nin günlük kapanış fiyatı düşecektir.

Bitcoin ile BNB Arasındaki İlişki



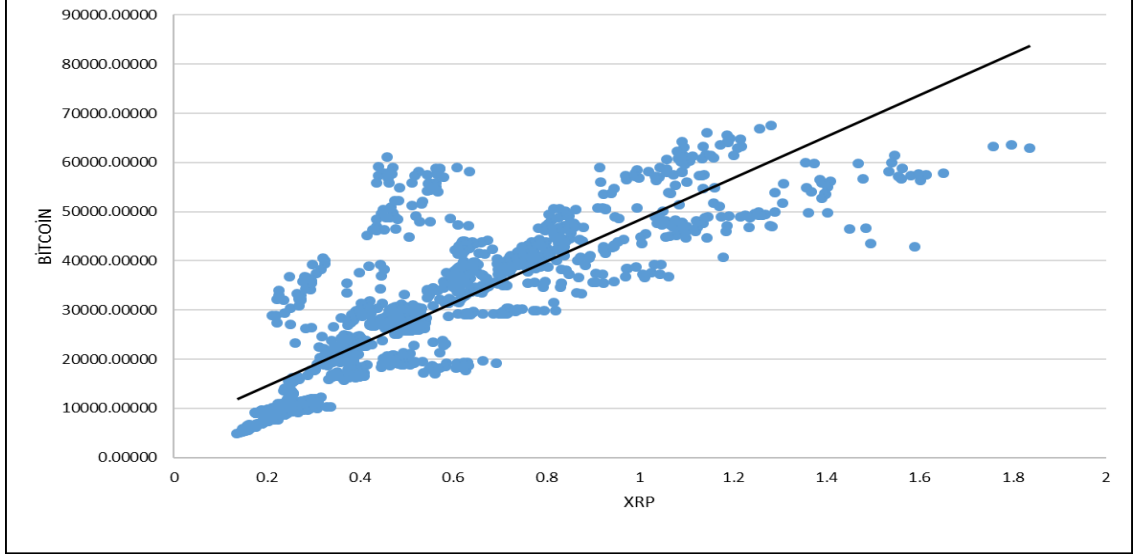
Yukarıda yer alan Şekil'e göre; diğer şeyler sabitken BTC ile BNB arasında pozitif korelasyon (0.80) olduğu görülmektedir. Buna göre; BTC'nin günlük kapanış fiyatı artarsa BNB'nin de günlük kapanış fiyatı yükselecektir.

Bitcoin ile Solana Arasındaki İlişki



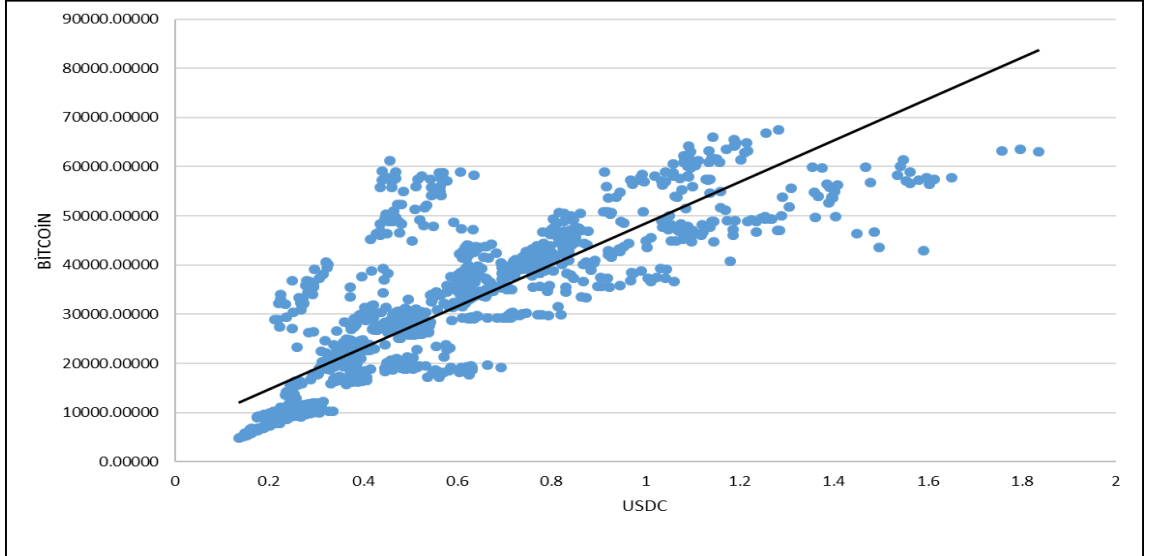
Yukarıda yer alan Şekil'e göre; diğer şeyler sabitken BTC ile BNB arasında pozitif korelasyon (0.66) olduğu görülmektedir. Buna göre; BTC'nin günlük kapanış fiyatı artarsa SOL'un da günlük kapanış fiyatı yükselecektir.

Bitcoin ile XRP Arasındaki İlişki



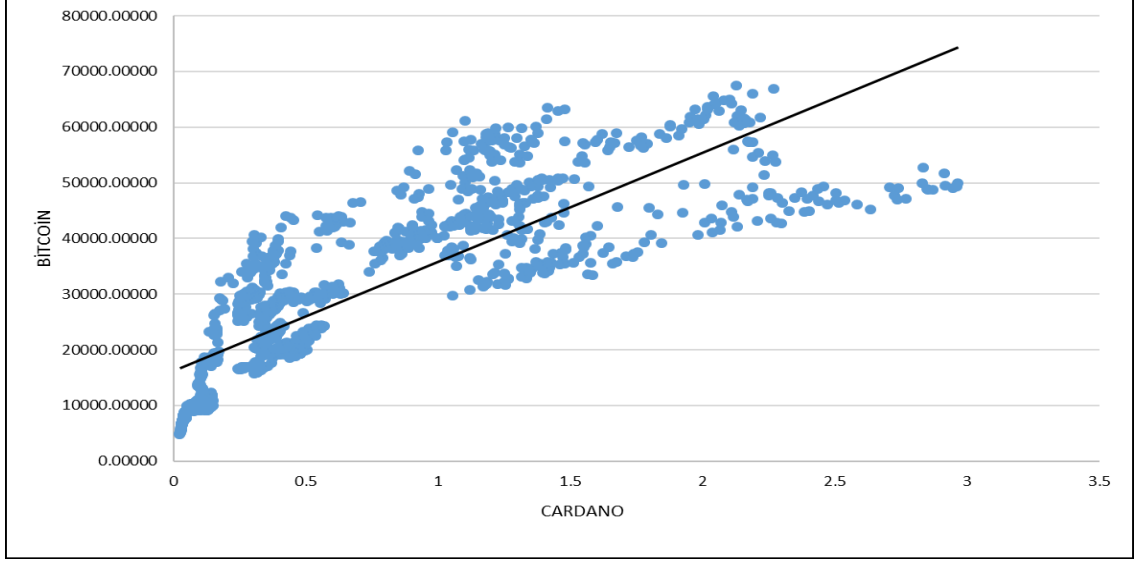
Yukarıda yer alan Şekil'e göre; diğer şeyler sabitken BTC ile XRP arasında pozitif korelasyon (0.84) olduğu görülmektedir. Buna göre; BTC'nin günlük kapanış fiyatı artarsa XRP'nin de günlük kapanış fiyatı yükselecektir.

Bitcoin ile USDC Arasındaki İlişki



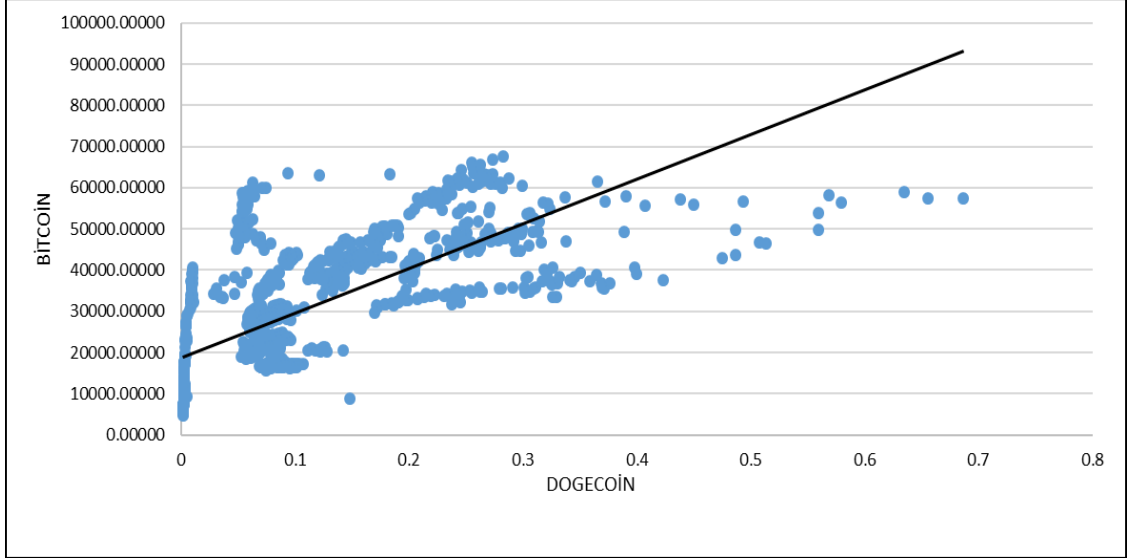
Yukarıda yer alan Şekil'e göre; diğer şeyler sabitken BTC ile USDC arasında pozitif korelasyon (0.84) olduğu görülmektedir. Buna göre; BTC'nin günlük kapanış fiyatı artarsa USDC'nin de günlük kapanış fiyatı yükselecektir.

Bitcoin ile Cardano Arasındaki İlişki



Yukarıda yer alan Şekil'e göre; diğer şeyler sabitken BTC ile ADA arasında pozitif korelasyon (0.82) olduğu görülmektedir. Buna göre; BTC'nin günlük kapanış fiyatı artarsa ADA'nın da günlük kapanış fiyatı yükselecektir.

Bitcoin ile Dogecoin Arasındaki İlişki



Yukarıda yer alan Şekil'e göre; diğer şeyler sabitken BTC ile DOGE arasında pozitif korelasyon (0.70) olduğu görülmektedir. Buna göre; BTC'nin günlük kapanış fiyatı artarsa DOGE'nin de günlük kapanış fiyatı yükselecektir.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı: Yusuf ÖZER

EĞİTİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans: Ahmet Yesevi Üniversitesi – Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Lisans : Ahmet Yesevi Üniversitesi – Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Lisans : Anadolu Üniversitesi – İşletme Bölümü

Ön Lisans : Mersin Üniversitesi – Bilgisayar Teknolojileri ve Programcılığı

İŞ DENEYİMİ

- 2007-2009: Dost Bilişim – HFT Bilgisayar Firmaları Teknik Çözüm Sorumlusu
- 2010-2017: Hitit Üniversitesi – İdari ve Mali İşl. Dai. Bşk. – Bilg. İşletmeni
- 2017-2020: Osmaniye Korkut Ana Üniversitesi – İdari ve Mali İşl. Dai. Bşk. – Bilg. İşletmeni
- 2020- ... : Osmaniye Korkut Ana Üniversitesi – İdari ve Mali İşl. Dai. Bşk. – Bilg. Teknikeri



T.C.
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TEZ ÇALIŞMASI BENZERLİK RAPORU FORMU
(SAVUNMA SONRASI)

FORM
TEZLİ YL-24

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ

Adı ve Soyadı	Yusuf ÖZER
Öğrenci Numarası	2021507108
Ana Bilim/ Ana Sanat Dalı	Yönetim Bilişim Sistemleri Ana Bilim Dalı
Danışman Unvanı, Adı-Soyadı	Dr. Öğretim Üyesi Metin ÖZŞAHİN
Tez Başlığı (Türkçe)	Bitcoin ve Altcoinler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Özet ve Abstract c) Giriş, d) Ana bölümler, e) Sonuç ve f) Kaynakça kısımlarından oluşan toplam 115 sayfalık kısmına ilişkin, 10/09/2024 tarihinde Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 17 'dir.

Filtreleme Tip 1 (maksimum %30) ☒

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça hariç,
- 3- Alıntılar dâhil.

Filtreleme Tip 2 (maksimum %10) ☐

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça hariç,
- 3- Alıntılar hariç,
- 4- 5 Kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Tarih ve İmza
Öğrenci

Danışman Onayı
UYGUNDUR

Unvanı, Adı Soyadı
(İmzası)

Enstitü Onayı
UYGUNDUR

Adı Soyadı
(İmzası)

AÇIKLAMALAR

- Lisansüstü tezler, savunma öncesinde benzerlik raporu ile birlikte Enstitüye teslim edilir.
- Benzerlik raporu ile ilgili olarak etik kurallar dâhilindeki benzerlik oranları ilgili Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenir. (Enstitü Yönetim Kurulu tarafından tezin, intihal kapsamı dışında değerlendirilmesi için TURNITIN'den alınan raporda "benzerlik oranı"nın, "alıntılar hariç" en fazla %10, "alıntılar dahil" % 30'u geçmemesi şeklinde kabul edilmiştir).