

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI TİCARET VE PAZARLAMA ANABİLİM
DALI

COVID-19 PANDEMİSİ SÜRECİNDE KRİPTO PARA
BİRİMLERİ İLE EKONOMİK GÖSTERGELER ARASINDAKİ
İLİŞKİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EREN BAKIR

BALIKESİR, 2021

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI TİCARET VE PAZARLAMA ANABİLİM
DALI

COVID-19 PANDEMİSİ SÜRECİNDE KRİPTO PARA
BİRİMLERİ İLE EKONOMİK GÖSTERGELER ARASINDAKİ
İLİŞKİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EREN BAKIR

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. HASAN HÜSEYİN YILDIRIM

BALIKESİR, 2021

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün Uluslararası Ticaret ve Pazarlama Anabilim Dalı'nda 201712555002 numaralı Eren BAKIR'm hazırladığı "Covid-19 Pandemisi Sürecinde Kripto Para Birimleri ile Ekonomik Göstergeler Arasındaki İlişki" konulu YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 04.03.2021 tarihinde yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda tezin onayına OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile karar verilmiştir.

Üye (Başkan).....

İmza

Üye (Danışman)

İmza

Üye.....

İmza

.../.../2021

Enstitü Onayı

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

..../..../2021

Eren BAKIR

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, Bitcoin ve Ethereum ile seçili emtialar ve göstergeler arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bağımlı değişkenlerin Bitcoin ve Ethereum olduğu bu araştırmada, 19 farklı bağımsız değişken de ampirik analize dahil edilmiştir. Bu bağımsız değişkenlerden hangilerinin Bitcoin ve Ethereum üzerinde etkisinin bulunduğu ve bu etkinin ne düzeyde olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Yüksek lisans eğitimi sürecimde bilgi ve tecrübeleri ile rehberliğini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Hasan Hüseyin YILDIRIM'a teşekkürlerimi borç bilirim. Ayrıca yüksek lisans hayatım boyunca iyi bir eğitim almamda emeği geçen kıymetli hocalarım Prof. Dr. Mehmet Emin AKKILIÇ, Doç. Dr. Volkan ÖZBEK, Doç. Dr. Sabriye ÇELİK UĞUZ ve Doç. Dr. Ferhat TOPBAŞ'a teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemi sağlayan ailem başta olmak üzere, eğitim hayatım boyunca maddi manevi desteğiyle hep yanımda olan sevgili dayım Ali Sağlık için duyduğum sonsuz minnettarlığımı ifade etmek isterim. Çocukluğumdan bu yana hep omuz omuza yürüdüğüm sevgili kuzenim Aykan Karakuş'a ve hayatım boyunca bir ağabeylikten öte bir dost olan Anıl Şanlı'ya teşekkürlerimi borç bilirim. Ayrıca can dostum Ergin IŞIK başta olmak üzere, bu yolda yanımda olan tüm dostlarıma teşekkür ederim.

Son olarak henüz ilkokul yıllarımda bana sağladığı manevi desteğinden 12 yıldır hala güç almaya devam ettiğim çok kıymetli hocam Aysen Şen'e sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim. Hayatın ötekileştirdiği küçük bir çocuğa duyduğu umudu ve ektiği tohumu bugün yeşermeye başlayan bir ağaca dönüştü. Bir öğretmenin bir insanın hayatını nasıl değiştirebileceğini bana bizzat yaşatarak gösterdiği için kendisine sonsuz minnettarım.

BALIKESİR, 2021

EREN BAKIR

ÖZET

COVID-19 SÜRECİNDE KRİPTO PARA BİRİMLERİ İLE EKONOMİK GÖSTERGLER ARASINDAKİ İLİŞKİ

BAKIR, Eren

Yüksek Lisans, Uluslararası Ticaret ve Pazarlama Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hasan Hüseyin YILDIRIM

2021, 172 Sayfa

Teknolojik değişim ve dönüşüm her alanda olduğu gibi finansal sistemdeki önemli yenilikleri de beraberinde getirmiştir. Bu yeniliklerden biri de yeni bir yatırım aracı olarak görülen kripto paralardır. Piyasalardaki artan hacmi de dikkate alındığında hem yatırımcıların hem de araştırmacıların kripto paralara olan ilgisi her geçen gün artmaktadır.

Bu çalışmada kripto para birimleri ile ekonomik göstergeler arasındaki ilişki incelenmek istenmiştir. Bu bağlamda kripto para birimlerinden olan Bitcoin ve Ethereum ile seçili emtialar ve ekonomik göstergeler arasındaki ilişki panel veri analizinden yararlanılarak ortaya konulmaya çalışılmıştır. Panel veri setinin oluşturulmasında G20 içerisinde yer alan 19 ülkenin 03.12.2019 ve 03.12.2020 tarihleri arasındaki günlük verileri kullanılmıştır. Seçili değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin tespit edilmesi amacıyla eşbütünleşme analizi yapılmıştır. Akabinde değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek için nedensellik analizi yapılmıştır. Son olarak ise seçili değişkenlerin kripto paralar üzerindeki etki derecelerini tespit etmek amacıyla regresyon analizleri yapılmıştır.

Elde edilen bulgular, Bitcoin ve Ethereum ile seçili emtialar ve ekonomik göstergeler arasında uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisi olmadığını göstermektedir. Nedensellik analizi bulgularına göre; G20 borsa endeksleri, gümüş, OFR finansal stres endeksi, VIX volatilité endeksi, Bitcoin'in kripto para piyasası hacmindeki ağırlığı ve Brent Petrol ile Bitcoin arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Ayrıca altın ve platinden Bitcoin'e doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi

tespit edilmiştir. Ayrıca altın, gümüş, OFR finansal stres endeksi, VIX volatilité endeksi, Ethereum'un kripto para piyasası hacmindeki ağırlığı ve platin ile Ethereum arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Ayrıca G20 borsa endeksleri ve Brent Petrol'den Ethereum'a doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Regresyon analizi bulgularına göre ise Bitcoin'in kripto para piyasası hacmindeki ağırlığı, Brent Petrol, VIX volatilité endeksi, altın ve platinin Bitcoin üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunduğu saptanmıştır. Diğer bir regresyon analizi bulgularına göre ise Ethereum'un kripto para piyasası hacmindeki ağırlığı, gümüş, altın, Brent Petrol ve VIX volatilité endeksinin Ethereum üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Blok Zinciri, Kripto Para, Bitcoin, Ethereum, Panel Veri Analizi

ABSTRACT

THE RELATIONSHIP BETWEEN CRYPTOCURRENCIES AND ECONOMIC INDICATORS DURING THE COVID-19 PANDEMIC PROCESS

BAKIR, Eren

Master Thesis, Department of International Trade and Marketing

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Hasan Hüseyin Yıldırım

2021, 172 pages

Technological changes and transformations have brought several important innovations in the financial system as in every fields. One of these innovations is cryptocurrencies which is considered as a new investment tool. Taking into account its increasing volume in the markets, the high interest of both investors and researchers for cryptocurrency is increasing noticeably day by day.

The aim of this study was to investigate the relationship between cryptocurrencies and economic indicators. In this context, the relationship between Bitcoin & Ethereum which are cryptocurrencies and selected commodities & financial indicators are examined by using panel data analysis. The daily data of 19 countries from G20 between the date of 03.12.2019 and 03.12.2020 has been used in order to create the panel data set. Cointegration analysis was used to determine the long-term relationship between the selected variables. Subsequently, causality analysis was conducted to determine the direction of the relationship between the selected variables. Finally, regression analysis was conducted to demonstrate the influence degree of the selected variables on cryptocurrencies.

Obtained findings revealed that there is no long-term cointegration relationship between Bitcoin & Ethereum and the selected variables & economic indicators. According to the findings of causality analysis, a bidirectional causality relationship between G20 stock indices, silver, OFR financial stress index, VIX volatility index, Bitcoin dominance in the cryptocurrency market, Brent oil and

Bitcoin has been detected. Moreover, a one-way causality relationship from gold and platinum to Bitcoin has been detected. Also a bidirectional causal relationship between gold, silver, OFR financial stress index, VIX volatility index, Ethereum dominance in the cryptocurrency market, platinum and Ethereum has been found. Additionally, a one-way causality relationship from G20 stock indices and Brent oil to Ethereum has been detected. According to the findings of the regression analysis, it was revealed that Bitcoin dominance in the cryptocurrency market, Brent oil, VIX volatility index, gold, and platinum have a significant impact on Bitcoin. Another regression analysis has shown that there is a significant effect of Ethereum dominance in the cryptocurrency market, silver, gold, Brent oil, and VIX volatility index on Ethereum.

Keywords: Blockchain, Cryptocurrency, Bitcoin, Ethereum, Panel Data Analysis



Aysen hocama...

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
ÇİZELGELER LİSTESİ	xiv
KISALTMALAR	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Problemi.....	4
1.2. Araştırmanın Amacı	5
1.3. Araştırmanın Önemi.....	5
1.4. Araştırmanın Varsayımları.....	6
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	6
1.6. Tanımlar	6
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	8
2.1. Paranın Tanımı ve Tarihçesi	8
2.1.2. Paranın Gelişimi	9
2.1.3. Paranın Fonksiyonları.....	12
2.1.3.1 Paranın Değişim Aracı Olma Fonksiyonu	13
2.1.3.2. Paranın Hesap Birimi Olma Fonksiyonu.....	13
2.1.3.3. Paranın Değer Saklama Aracı Olma Fonksiyonu	14
2.2. Günümüzde Yaygın Olarak Kullanılan Para Çeşitleri.....	14
2.2.1. İtibari Paralar	14
2.2.2. Dijital Paralar	15
2.2.2.1. Elektronik Para	16
2.2.2.2. Sanal Para	17
2.3. Uluslararası Para Sistemi	18
2.3.1. Altın Standardı	18
2.3.2. Bretton Woods Sistemi.....	19

2.3.3. Sabit Kur ve Dalgalı Kur Sistemi.....	21
2.3.4. Avrupa Para Sistemi.....	22
2.4. Kriptoloji.....	25
2.5. Blockchain Teknolojisi.....	26
2.5.1. Hash Kavramı.....	29
2.5.2. Merkle Ağacı.....	30
2.5.3. Dijital İmzalar.....	31
2.5.4. Node Kavramı.....	33
2.5.5. Mining Kavramı.....	34
2.5.5.1. Proof of Work (İş Kanıtı) Sistemi.....	35
2.5.5.2. Proof of Stake (Pay Kanıtı) Sistemi.....	36
2.5.6. Halving Kavramı.....	37
2.5.7. Network Çatallanma Türleri.....	38
2.5.7.1. Softfork (Yumuşak Çatallanma).....	39
2.5.7.2. Hardfork (Sert Çatallanma).....	40
2.5.8. Akıllı Kontratlar (Smart Contract).....	40
2.5.9. Diğer Dağıtık Kayıt Teknolojileri.....	42
2.5.9.1. Tangle.....	42
2.5.9.2. Hashgraph.....	43
2.6.1. Kripto Paranın Gelişimi.....	46
2.6.2. Kripto Paraların İşlem Süreci.....	47
2.6.3. Kripto Paraların İşlem Maliyetleri.....	48
2.7. Bir Kripto Para Olarak Bitcoin.....	49
2.7.1. SegWit Güncellemesi.....	52
2.7.2. Lightning Network Kavramı.....	54
2.8. Alternatif Kripto Paralar (Altcoin).....	56
2.8.1. Stabil Coin (Stable Coin).....	57
2.8.2. Token.....	59
2.9. Kripto Para Cüzdanları.....	59
2.9.1. Sıcak ve Soğuk Cüzdan Ayrımı.....	60
2.9.2. Donanım Cüzdan (Hardware Wallet).....	60
2.9.3. Yazılım Cüzdan (Software Wallet).....	61

2.9.3.1. Web Cüzdanlar	61
2.9.3.2. Masaüstü Cüzdanlar.....	62
2.9.3.3. Mobil Cüzdanlar	62
2.9.4. Kâğıt Cüzdan (Paper Wallet)	62
2.10. Kripto Para Ekosistemi İçerisinde Kitlesele Fonlama Yöntemleri ve Merkeziyetsiz Finans Uygulamaları	63
2.10.1. Kitlesele Fonlama Kavramı.....	64
2.10.2. ICO ile Kitlesele Fonlama.....	65
2.10.3. IEO ile Kitlesele Fonlama	66
2.10.4. Merkeziyetsiz Finans Uygulamaları (Decentralized Finance – DeFi)	66
2.11. İlgili Alanyazın	68
3. YÖNTEM	82
3.1. Araştırmanın Modeli	82
3.2. Araştırmanın Veri Seti	84
3.3. Araştırmanın Yöntemi.....	86
3.3.1 Panel Veri Analizi	87
3.3.1.1. Yatay Kesit Bağımlılığı	88
3.3.1.2. Durağanlık Kavramı ve Birim Kök Testi	90
3.3.1.2.1 Panel Birim Kök Testi.....	92
3.3.1.2.1.1. Levin, Lin ve Chu (LLC) Panel Birim Kök Testi	94
3.3.1.2.1.2. Im, Pesaran ve Shin (IPS) Birim Kök Testi	95
3.3.1.2.1.3. Pesaran CADF Panel Birim Kök Testi.....	96
3.3.1.3. Eşbütünleşme Testi.....	97
3.3.1.3.1. Pedroni Eşbütünleşme Testi.....	99
3.3.1.3.2. Kao Eşbütünleşme Testi.....	101
3.3.1.3.3. Engle-Granger Eşbütünleşme Testi	103
3.3.1.3.4. Johansen Eşbütünleşme Testi.....	104
3.3.1.4. Nedensellik Testi	106
3.3.1.4.1. Granger Nedensellik Testi	106
3.3.1.5 Panel Regresyon Analizi.....	108
3.3.1.5.1. Havuzlanmış Panel Modeli	109

3.3.1.5.2. Sabit Etkiler Modeli	110
3.3.1.5.3. Rassal Etkiler Modeli.....	110
3.3.1.5.4. Dirençli Tahminciler	111
3.3.1.5.4.1. Huber, Eicker ve White Tahmincisi	111
3.3.1.5.5. Panel Regresyon Modelinin Belirlenmesi İçin Kullanılan Testler	113
4. BULGULAR VE YORUMLAR	114
4.1. Tanımlayıcı Test İstatistikleri	115
4.2. Birim Kök Testi Bulguları	116
4.3. Eşbütünleşme Testi Bulguları	122
4.4. Nedensellik Testi Bulguları	129
4.5. Regresyon Testi Bulguları	135
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	141
5.1. Sonuçlar	141
5.2. Öneriler	147
KAYNAKÇA.....	149

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Ağ Yapısı Çeşitleri	27
Şekil 2. Merkle Ağaç Yapısı	31
Şekil 3. Blockchain Üzerindeki Veri Transfer Süreci	32
Şekil 4. Blockchain Üzerindeki Veri Transferinin Doğrulanma Süreci.....	33
Şekil 5. Tangle Ağ Yapısı	43
Şekil 6. Hashgraph Ağ Yapısı	44
Şekil 7. Bitcoin İçin Yaygın Olarak Kullanılan Semboller.....	51
Şekil 8. Bitcoin İçin Kâğıt Cüzdan Örneği.....	63
Şekil 9. Araştırmanın Birinci Modeli	82
Şekil 10. Araştırmanın İkinci Modeli	83
Şekil 11. BTC_F ve Diğer Değişkenler Arasındaki Nedensellik İlişkileri	132
Şekil 12. ETH_F ve Diğer Değişkenler Arasındaki Nedensellik İlişkileri	134

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1. Blockchain'in Blok Yapısı	28
Çizelge 2. Örnek SHA-256 veri özetleme sonucu.....	30
Çizelge 3. Bitcoin'in Birim Miktarları İsimlendirmeleri	51
Çizelge 4. Araştırmada Kullanılan Borsa Endekslerinin Listesi	84
Çizelge 5. Birinci ve İkinci Nesil Birim Kök Testleri.....	93
Çizelge 6. Araştırmada Kullanılan Değişkenlere Ait Kısaltmalar	114
Çizelge 7. Değişkenlerin Tanımlayıcı Test İstatistikleri	115
Çizelge 8. Değişkenlerin Birim Kök Testi Bulguları I(0)	116
Çizelge 9. Çizelge 8-devamı.....	117
Çizelge 10. Çizelge 9-devamı.....	118
Çizelge 11. Değişkenlerin Birim Kök Testi Bulguları I(1)	119
Çizelge 12. Çizelge 11-devamı.....	120
Çizelge 13. Çizelge 12-devamı.....	121
Çizelge 14. BTC_F ve UBE ile BTC_F ve GLD Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları	122
Çizelge 15. BTC_F ve SLV ile BTC_F ve PLT Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları	123
Çizelge 16. BTC_F ve BPT ile BTC_F ve VIX Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları	124
Çizelge 17. BTC_F ve OFR_FSE ile BTC_F ve BTC_DM Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları.....	125
Çizelge 18. ETH_F ve UBE ile ETH_F ve GLD Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları	126
Çizelge 19. ETH_F ve SLV ile ETH_F ve PLT Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları	127
Çizelge 20. ETH_F ve BPT ile ETH_F ve VIX Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları	128
Çizelge 21. ETH_F ve OFR_FSE ile ETH_F ve ETH_DM Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları.....	129
Çizelge 22. BTC_F ile Bağımsız Değişkenlere Ait Granger Nedensellik Testi Bulguları	130

Çizelge 23. BTC_F ile Bağımlı Değişkenlere Ait Granger Nedensellik Testi	
Bulguları	130
Çizelge 24. ETH_F ile Bağımsız Değişkenlere Ait Granger Nedensellik Testi	
Bulguları	132
Çizelge 25. ETH_F ile Bağımlı Değişkenlere Ait Granger Nedensellik Testi	
Bulguları	133
Çizelge 26. BTC_F ve Diğer Değişkenlere Daire Breusch Pagan LM Testi Sonuçları	
.....	135
Çizelge 27. BTC_F ve Diğer Değişkenlere Dair Farklı Varyanslılık ve	
Otokorelasyon Sonuçları	136
Çizelge 28. BTC_F ve Diğer Değişkenler için Huber, Eicker ve White Tahmincisi ile	
Yapılan Regresyon Sonuçları	137
Çizelge 29. ETH_F ve Diğer Değişkenlere Daire Breusch Pagan LM Testi Sonuçları	
.....	138
Çizelge 30. ETH_F ve Diğer Değişkenlere Dair Farklı Varyanslılık ve	
Otokorelasyon Sonuçları	138
Çizelge 31. ETH_F ve Diğer Değişkenler için Huber, Eicker ve White Tahmincisi ile	
Yapılan Regresyon Sonuçları	139

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADF	: Augmented Dickey-Fuller (Çoğaltılmış Dickey-Fuller)
ARCH	: Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (Oto regresif Koşullu Değişen Varyans)
ARDL	: Autoregressive Distributed Lag Bound Test (Oto regresif Dağıtılmış Gecikme Modeli)
ARIMA	: Autoregressive Integrated Moving Average (Oto regresif Entegre Hareketli Ortalama)
ARMA	: Autoregressive Moving Average (Oto regresif Hareketli Ortalama)
ASIC	: Application Specific Integrated Circuit (Uygulamaya Özel Tümlşik Devre)
BIST	: Borsa İstanbul
BPI	: Bitcoin Price Index (Bitcoin Fiyat Endeksi)
BTC	: Bitcoin
CBOE	: Chicago Board Options Exchange
CME	: Chicago Mercantile Exchange
CMX	: Commodity Exchange
CNY	: Çin Yuanı
CPU	: Central Processing Unit
DAG	: Directed Acyclic Graph
DCC	: Dynamic Conditional Corelation (Dinamik Koşullu Korelasyon)
DeFi	: Decentralized Finance (Merkeziyetsiz Finans)
DKT	: Dağıtık Kayıt Teknolojileri
ECB	: European Central Bank (Avrupa Merkez Bankası)
ECU	: European Currency Unit (Avrupa Para Birimi)
EKK	: En Küçük Kareler
EMS	: European Monetary System (Avrupa Para Sistemi)
EMU	: Economic and Monetary Union (Ekonomik ve Parasal Birliği)
ERM	: Exchange Rate Mechanism (Döviz Kuru Mekanizması)
ETH	: Ethereum

GARCH	: Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans)
GBP	: İngiliz Sterlini
GPU	: Graphics Processing Unit
HTLC	: Hashed Timelock Contract
ICO	: Initial Coin Offering
IEO	: Initial Exchange Offering
IMF	: International Monetary Fund (Uluslararası Para Fonu)
INR	: Hindistan Rupisi
JPY	: Japon Yeni
M1	: Bir ekonomideki nakit para ve vadesiz mevduatların toplamı
M2	: Bir ekonomideki nakit para, vadesiz mevduat ve vadeli mevduatların toplamı.
NSA	: National Security Agency (ABD Ulusal Güvenlik Ajansı)
TBMM	: Türkiye Büyük Millet Meclisi
USD	: United States Dollar (ABD Doları)
USDT	: Tether Coin
VAR	: Vektör Otoregresyon
vd.	: Ve Diğerleri
VECM	: Vector Error Correction Model (Vektör Hata Düzeltme Modeli)
XAUT	: Tether Gold Coin
XBT	: Bitcoin
YFI	: Yearn.Finance
YSA	: Yapay Sinir Ağları

1. GİRİŞ

En temel anlamda mübadele aracı olması amacıyla insanlık tarihinin geniş bir bölümünde kullanılan para, zaman içerisinde birçok değişime uğramıştır. Tarih öncesi çağlarda insanlar arasındaki alışveriş çoğunlukla takas sistemiyle sürdürülüyorken, Lidya medeniyetiyle birlikte bu sistem yerini parasal sisteme bırakmıştır. Söz konusu yıllardan günümüze dek paranın şekli, işlevi ve yönetimi birçok değişime uğramıştır. Bu değişimin hala sürmekte olduğunu söylemek mümkündür.

Paranın icadından önceki çağlarda insanların ürettikleri mal ve hizmetleri takas edebilmesi amacıyla çeşitli materyallerin kullanıldığı bilinmektedir. Bu amaçla deniz kabuklarından tuza, çeşitli özelliklerdeki taşlardan hayvan derisine kadar birçok mal mübadele aracı olarak kullanılmıştır. Tarih boyunca mübadele aracı olarak kullanılan materyaller incelendiğinde bunların tüketim malları olabildiği kadar, değeri sadece takasa aracılık etmesiyle sınırlı olan mallar da olduğu görülmektedir. Bu hususta, zaman içerisinde paranın şekli ve değerinin değişmesine rağmen hepsinin ortak paydası “mübadele aracı olması, değer saklama aracı olması ve hesap birimi olması” şeklinde gösterilebilir.

Paranın mübadele aracı olma işlevi ticareti hızlandırmış ve insanlığın gelişimine katkı sağlamıştır. Önceleri insanlar ürettikleri mal ve hizmetleri anlık olarak tüketme zorunluluğuna sahipken, paranın doğuşuyla birlikte üretilen bu değeri depolayabilme fonksiyonu kazanmışlardır. Paranın değer deposu olma özelliği, insanlara ürettikleri değeri daha sonra tüketebilme imkânı sağlamıştır. Ayrıca paranın keşfinden evvel ticarete konu olan malların değerinin belirlenmesinde oldukça güçlük yaşandığı söylenebilir. Çünkü bir malın takas edileceği diğer mal karşısında kaç birimlik değerinin olduğunun ölçülmesi güç bir durum olmaktaydı. Paranın hesap birimi olma fonksiyonu ise bu noktada büyük bir değişime neden olmuştur.

Paranın icadını takip eden ilk zamanlarda, paraların basılması kıymetli madenler ile yapılmaktayken, bu uygulama yüzyıllar sonra yerini kâğıt paralara bırakmıştır. Bu hususta etkili olan en önemli unsur teknolojik gelişmelerdir. Teknolojik gelişmelerin önemli derecede hız kazandığı son yüzyılda yeni para tanımlamaları ve şekilleri ortaya çıkmıştır. Kripto paralar, 21. yüzyılın ilk çeyreğinde paranın uğradığı son değişim olarak nitelendirilebilir. 20. yüzyılın sonlarına doğru teknolojinin de gelişmesiyle birlikte hayatımıza giren dijital paraların bir alt türü olarak gösterilebilecek olan kripto paralar, yeni nesil bir finansal sistemin de doğuşuna öncülük etmektedir.

Kâğıt paraların kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, 19. ve 20. yüzyıldan sonra ülkelerin ulusal para birimlerinin kontrolü devletler ve merkez bankaları aracılığıyla sağlanmıştır. Her ülke kendi para biriminin basılmasından değerinin belirlenmesine kadar olan süreçte etkin rol oynamaktadır. İtibari para birimleri olarak sınıflandırılan bu ulusal para birimleri, gücünü arkasındaki merkezi otoriteden, yani devletten almaktadır. Devletler kontrolünü merkez bankasına bıraktığı ulusal para birimlerinin değerini, çeşitli araçlar kullanarak korumaya çalışmaktadır. Ayrıca bu paraların yasal kullanımının ilgili devlet tarafından ilan edilmesi, söz konusu para birimlerinin toplum tarafından kabul görmesini ve kullanılmasını sağlamaktadır.

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte ortaya çıkan dijital paralar, bilgisayar sistemleri ve elektronik ağlar aracılığıyla fiziki olarak bulunan bir değer elektronik olarak depolanmasını ve transfer edilebilmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda zaman içerisinde birçok ülkede çeşitli elektronik para kuruluşları faaliyete geçmiştir. Bu kuruluşlar, temelde kullanıcılardan aldıkları itibari para birimlerine karşılık olarak aynı miktarda elektronik para arz ederek çalışmaktadırlar. Böylece kullanıcılar dünyanın herhangi bir yerindeki herhangi bir kişiye bu elektronik parayı hızlı bir şekilde transfer edebilmekte ve karşılığını tekrar itibari para olarak alabilmektedir. Öte yandan video oyunlarında olduğu gibi sadece belirli bir kuruluş tarafından ihraç edilen ve onu kullanan belirli bir topluluk tarafından benimsenen sanal paralar da mevcuttur.

2009 yılında Satoshi Nakamoto adlı kişi veya kişilerce oluşturulan Bitcoin ile hayatımıza girmiş olan kripto paralar, merkezi bir otoriteye bağlı olmaksızın tamamen anonim bir şekilde ve kişiden kişiye aracısız olarak transferinin mümkün

olduğu bir para çeşidi olmasıyla, diğer dijital para türlerinden ve itibari para birimlerinden önemli ölçüde ayrışmaktadır.

Kriptolojik bir şifreleme yöntemi ile işlem verilerinin kimliğinin gizlendiği bir altyapı kullanması sebebi ile kripto paralar kullanıcılarına anonim olma imkânı tanımaktadır. Kripto paraların çoğunluğunun kullandığı altyapı olan Blockchain teknolojisi, isteyen her ağ katılımcısının veri merkezi olarak işlev gördüğü bir dağıtık veri tabanı teknolojisidir. Bu teknoloji sayesinde oluşturulan dağıtık ağ ile kripto paraların onay mekanizması kendi kendine işlemekte ve herhangi bir aracıya ihtiyaç duymadan işlemlerin geri döndürülemez ve manipüle edilemez şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır.

Bitcoin'in 2009 yılında ortaya çıkmasının üzerinden yıllar geçtikten sonra ilk defa bir ticarete aracılık etmesiyle başlayan kripto para serüveni, günümüzde binlerce farklı versiyonuyla ve ödeme aracı olmasının da ötesinde bir yatırım aracı olmasıyla insanlığa yeni nesil bir finansal sistemin kapılarını aralamaktadır. İlk ortaya çıktığı yıllarda Bitcoin'in alınıp satılabileceği herhangi bir borsa mevcut değilken, 2021 yılında dünyanın dört bir yanında kurulu olan onlarca farklı borsanın olduğu görülmektedir. Bu borsalarda her gün milyarlarca dolarlık işlem hacmi oluşmakta ve onlarca, hatta yüzlerce farklı kripto para işlem görmektedir.

Ne kadar üretileceği, hangi koşullarda üretileceği ve nasıl bir Blockchain ağı üzerinde var olacağı önceden belirlenmiş algoritmalarla çalışan ve bu bağlamda herhangi bir merkeze bağlı kalmadan kendi kendine işleyen bir sistemi olan kripto paralar için, Blockchain teknolojisinin hayatımıza girmesini sağlayan ilk yenilikçi ürün olduğunu söylemek mümkündür. Bir kripto para olan Ethereum'un Blockchain ağının yayımlanması, akıllı kontrat kavramının da hayatımıza girmesine sebep olmuştur. Akıllı kontratlar sayesinde, iptal edilemez şekilde şartları önceden belirlenmiş olan ve günü geldiğinde otomatik olarak gerçekleşen sözleşmeler üretilebilme imkânı ortaya çıkmıştır. Ethereum Blockchain ağından sonra ortaya çıkan çeşitli Blockchain ağları da akıllı kontratların oluşturulmasına imkân tanımaktadır. Bu akıllı kontrat özelliğinin günümüzde ve gelecekte ticaretten bankacılığa, noter işlemlerinden sigortacılık işlemlerine kadar çok çeşitli alanlarda yeni değişimler getirebileceği öngörülmektedir. Bu bağlamda akıllı kontrat teknolojisinin Blockchain için bir evrim aşaması olduğu söylenebilir.

2021 yılına gelindiğinde kripto paralar, bir ödeme aracı ve yatırım aracı olmasının yanında Decentralized Finance (DeFi – Merkeziyetsiz Finans) gibi çeşitli ürünler sayesinde kredi arz eden ve kredi talep eden bireysel kullanıcıların da yararlandığı bir ekosisteme dönüşmüştür. Bu noktada bu yeni finansal sistemin ve teknolojinin anlaşılması büyük önem arz etmektedir. Bir finansal ürün olarak henüz olgunluk aşamasına gelmemesine rağmen, kripto paraların gelecekte hayatımızın her noktasında var olması pek de şaşırtıcı olmayacaktır. Bu sebeple bu çalışmanın odak noktası, kripto paraların ve arkasındaki Blockchain teknolojisinin incelenmesi ve bu kripto paraların geleneksel finansal varlıklar ve ekonomik göstergeler arasındaki ilişkisinin tespit edilmesidir.

Bu çalışma 5 ana bölümden oluşmaktadır;

İlk bölüm, giriş başlığı ve giriş başlığının altında yer alan araştırmanın problemi, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, araştırmanın varsayımları, araştırmanın sınırlılıkları ve tanımlar alt başlıklarından oluşmaktadır.

İkinci bölümde ilk olarak paranın ve parasal sistemin tarihsel gelişimine değinilmiştir. Sonrasında Blockchain teknolojisine dair temel kavramlar ile özellikleri açıklanmış ve kripto paraların tarihsel gelişimine yer verilmiştir. Ayrıca literatürde yer alan çalışmalar incelenmiştir.

Üçüncü bölümünde araştırmanın modeli, veri seti ve araştırmanın yöntemi hakkında bilgiler yer almaktadır.

Dördüncü bölüm uygulanan ampirik analizleri, analizlere ait bulguları ve elde edilen bulgulara dair yorumları içermektedir.

Beşinci bölümde ise, araştırmanın bulguları literatür ile de karşılaştırılarak genel olarak değerlendirilmiş ve ilgili sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler ile bu alanda çalışma yapacak olan araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

1.1. Araştırmanın Problemi

Araştırmanın problemi, 2021 yılı itibariyle en yüksek piyasa hacmine sahip olan ve kripto para piyasasını domine etme gücünü elinde bulunduran iki kripto para birimi olan Bitcoin ve Ethereum'un hangi geleneksel finansal enstrümanlar ve ekonomik göstergeler ile ilişkili olabileceğinin belirlenmesidir. Bu bağlamda finansal

piyasalar için henüz yeni olan bu iki kripto para biriminin hangi değişkenlere bağlı olarak etkilendiğinin ve hangi değişkenleri etkileyebildiğinin anlaşılması hususu araştırmanın problemini oluşturmaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın temel amacı Aralık 2019 tarihinde ortaya çıkan Covid-19 virüsü nedeniyle yaşanan pandemi sürecinde kripto para birimleri ile seçili ekonomik göstergeler arasındaki ilişkinin belirlenmesidir. Ayrıca analize dahil edilen değişkenlerin aralarında bir ilişkinin bulunması halinde bu ilişkinin yönünün tespit edilmesi de amaçlanmıştır. Bu bağlamda 03.12.2019 ve 03.12.2020 tarihleri arasındaki dönemi kapsayan günlük verilerle 19 ülkenin ulusal borsa verileri de kullanılarak panel veri analizi yapılmıştır. Bununla birlikte yaklaşık son 12 yıldır var olan ve giderek önemi artan kripto para ve Blockchain kavramlarının teorik altyapısının ortaya konması da araştırmanın diğer bir amacını oluşturmaktadır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Kripto paralar ile henüz yeni sayılabilecek yakın bir zamanda akademik çalışmaların yapıldığı düşünüldüğünde, bu çalışmanın da gelecekte yapılacak araştırmalara referans olarak önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca literatür incelemesinde görülen önceki zamanda yapılmış diğer benzer ampirik çalışmalara kıyasla, bu çalışmaya dahil edilen Bitcoin ve Ethereum'a dair bazı içsel değişkenlerin araştırmaya farklı bir boyut kazandıracak olması da bu çalışmanın önemli bir çıktısıdır. Bununla birlikte Covid-19 pandemisi sürecinin ilk bir yıllık bölümünün incelenmiş olması da, sağlık alanında yaşanan global bir kriz döneminde ilgili değişkenlerin ne tür ilişkiler içerisinde olduğunun ortaya konması açısından araştırmayı önemli kılacak özelliklerdendir. Çalışmanın diğer bir önemi ise, kripto paralar ile Blockchain teknolojisine ilgi duyan bireyler ve kurumlara yönelik bilgilendirici nitelikte bir kaynak olabileceği hususudur.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Araştırmaya dahil edilen değişkenlerden Bitcoin ve Ethereum'un işlem gördüğü ve görece az da olsa farklı fiyatlamaların gerçekleştiği birçok borsa mevcuttur. Bu borsalar aslında alıcı ve satıcıların bulunduğu bir işlem platformu olup, kullanıcıların yaptıkları işlemlerle fiyatların belirlendiği platformlardır. İşlem hacminin görece sığ olduğu borsalarda oluşan bazı ekstrem fiyatlamalar, yüksek hacimli borsalardaki fiyatlamalardan ayrışabilmektedir. Bu nedenle veri setinin derlenmesi amacıyla kullanılan kurumlara ait verilerin, benzer nitelikte olan diğer kurumların verileri ile aynı olduğu veya ortak özellik taşıdığı varsayılmaktadır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmanın en büyük sınırlaması, kullanılan değişkenlere dair verilerin Covid-19 pandemisi sürecindeki ilk 1 yıllık dönemi kapsamasıdır. Ayrıca araştırmaya dahil edilen Bitcoin ve Ethereum'a dair içsel değişkenlerin, emtiaların ve ekonomik göstergelerin sadece belirli sayıda olması da çalışmanın diğer bir sınırlamasıdır. Bununla birlikte kavramsal çerçevede aktarılan bilgilere referans olarak, literatürdeki ulaşılabilen ve belirtilen bilginin doğru olduğu tespit edilen çalışmaların kullanılmasının da araştırmanın diğer bir sınırlaması olduğu söylenebilir.

1.6. Tanımlar

Çalışmada yer verilen bazı temel kavramlar kısa bir şekilde tanımlanmıştır. Bu bağlamda kriptoloji, Blockchain, dijital para, kripto para ve kripto para borsasına dair yapılan kısa tanımlar aşağıda yer almaktadır.

Kriptoloji; verilerin saklanması, şifrelenmesi, istenmeyen kişilerden korunması üzerine çalışan bir şifreleme bilimidir. Kelime olarak Yunanca "kryptos" ve "logos" kelimelerinden türetilmiştir.

Blockchain, ilk ortaya çıkan kripto para olan Bitcoin ve daha birçok kripto paranın arkasındaki teknoloji olarak; dağıtık bir veri tabanı sistemi şeklinde çalışan,

bünyesinde bulunan kriptolojik algoritmalar ile kullanıcılarına anonim olma özelliği sağlayan, yapılan işlemlerin halka açık ve geri döndürülemez şekilde kaydedildiği ve katılımcıların işlemleri doğrulama sürecine dahil edildiği dağıtık bir ağ yapısıdır.

Dijital para, gerçek dünyada fiziksel bir karşılığı olduğu gibi herhangi bir fiziksel karşılığı olmadan da üretilebilen türleri bulunan ve internet bağlantısı aracılığıyla dijital ortamda saklanıp kullanılabilen paralardır.

Kripto para, dağıtık ağ teknolojilerinin kullanıldığı, kriptolojik olarak şifrelenmiş olmasıyla kullanıcıya anonim olma özelliği sağlayan ve herhangi bir merkezi otoriteye veya aracıya ihtiyaç duymadan eşler arası hızlı bir şekilde transferinin yapılabildiği merkeziyetsiz dijital para birimleridir.

Kripto para borsası, çoğunlukla özel bir şirkete ait olan ve bünyesinde bulunan üyelik sistemi sayesinde kişilerin karşılıklı olarak kripto paraların alım ve satımını yapabildiği işlem platformudur.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Araştırmanın bu bölümünde para ile parasal sistemin gelişimi, kripto paranın özellikleri ve Blockchain kavramına dair araştırmalar ile tanımlamalar yer almaktadır.

2.1. Paranın Tanımı ve Tarihi

Günümüzde ekonomik hayatın olmazsa olmazı haline gelmiş ve finansal sistemin en temel yapı taşı olan para, tarihsel süreç içerisinde birçok değişime uğramış ve farklı dönemlerde farklı işlevleri yerine getirerek çeşitli şekillerde tanımlanmıştır.

2.1.1. Paranın Tanımı

Para tarihte ilk ortaya çıkmasından bu yana hem fiziksel hem anlamsal olarak birçok değişime uğramış ve bu değişimler sonucunda temel işlevleri aynı kalmıştır. Paranın değişim sürecine etki eden en önemli faktörün teknolojik gelişmeler olduğunu söylemek mümkündür (Karaçalı, 2019). Yüzyıllar boyunca dünyanın farklı yerlerindeki farklı insanlar birbirlerinden farklı inançlara, farklı geleneklere ve farklı dillere sahip oldular. Bambaşka toplum yapısına sahip bu insanların tüm farklılıklarına rağmen ortak bir inançları vardı. Hepsi gümüş ve altın gibi değerli metallere dayalı oluşturulmuş paralara/sikkelere benzer şekilde değer biçiyordu. Toplumlar ve onların kolektif yaşamını sürdürmelerini sağlayan devletler bu değer addedilen varlıklar için tarih boyunca birbirleriyle savaştılar. Kimi filozoflar bu değer deposunun hangi amaçla ortaya çıktığını irdelediler. Antik Yunan filozoflarından olan Aristoteles ise, Politics isimli kitabında paranın karmaşık ticaret ilişkilerinde kullanılan takas sisteminin yerini almak için icat edildiğini belirtmiştir (Bahçeli, 2018).

En temel anlamda üretilen mal ve hizmetlerin takasına aracılık etmesi amacıyla kullanan para, filolojik olarak incelendiğinde dilimize “küçük parça” anlamı taşıyan Farsça “pare” kelimesinden geçmiştir (Dere, 2019). Tarihi çok eski yıllara dayanan para; mal ve hizmetlerin satın alınması, borçların geri ödenmesi, üretilen değerlerin depolanması ve bir hesap birimi olma amacıyla kullanılabilen, bu amaçla toplum tarafından kabul görmüş değişim aracı niteliği taşıyan her şey olarak tanımlanabilir (Karaçalı, 2019; İşgör, 2019; Seyithanoğlu, 2019). Avrupa Merkez Bankası Yönetim Kurulu Üyesi Yves Mersch’in 2018 yılında Türkiye’de bir toplantıda yaptığı konuşmasına göre para; bir hesap birimi, bir değer deposu ve bir değişim aracı olma özelliği taşıyan doğrulanabilir bir varlıktır ([http-16](http://16)).

Günümüzde her toplum yaşadıkları ülke itibariyle kâğıt veya madeni şekilde olan bir para birimine değer addedip günlük hayatta bir değişim aracı olarak kullanılmaktadır. Her ülkede devletin resmi olarak kabul ettiği bir para birimi o ülkedeki ticari ilişkilerin sürdürülmesi, mal ve hizmetlerinin takasının sağlanması hususunda gündelik yaşamda kullanılır. Bir ülkenin günlük toplumsal hayatta kullanımını resmi olarak kabul ettiği para birimi, başka bir ülkede gündelik ticari ilişkilerde çoğunlukla aynı şekilde bir değişim aracı olarak kullanılmaz. Fakat her para biriminin kendi ülkesinde bir değişim değeri olduğu için bir başka ülkede de benzer bir değeri mevcut olabilir. Zira bir ülkede geçerli olmasa bile bu para birimleri, dünyanın bir başka noktasında benzeri mal ve hizmetleri satın almada kullanılabilir. Öte yandan geleneksel para birimlerinin değerini koruyan ve piyasaya arz eden merkez bankaları ve devletler kendi para birimleri için bir güvence niteliğindedir (Bayrak, 2019).

2.1.2. Paranın Gelişimi

İnsanlar çok eski çağlarda ufak avcı ve toplayıcı gruplar halinde yaşamaktaydılar ve bu sebeple ticari ilişkiler çok gelişmemişti. Bu dönemde para veya bir değişim aracına olan ihtiyaç düşüktü. Fakat bu küçük gruplar birbirleriyle iletişim kurmaya başladıkça daha büyük insan toplulukları gelişti ve ticari uygulamalar neticesinde takas sistemi ortaya çıktı. Takasın gerçekleşebilmesi için ticaret yapan tarafların birbirlerinden istedikleri mallara sahip olması gerekmektedir (Akdağ, 2019).

Toplumlar paranın icadından evvelki yıllarda ticari ilişkilerinde birtakım malları takas usulü ile ödeme aracı olarak kullanıyorlardı. Fakat kolektif yaşam ile iş bölümünün artması üretilen mal ve hizmetlerin bölüştürülmesini zorlaştırdı. Takas amaçlı kullanılan malların bölünebilme özelliklerinin olmaması bu mübadele sürecinde sorun oluşturuyordu. Bu sebeplerle insanlık alternatif ticaret yöntemleri geliştirme arayışına girişmiştir (Çavuşoğlu, 2015).

Tarih boyunca farklı dönemlerde hububat, tuz, ipek, tütün veya hayvan derisi gibi gerçek tüketim mallarından; deniz kabuğu, kaplumbağa kabuğu, boncuk, metal çubuk vb. gibi değeri sadece takasa aracılık etmesiyle sınırlı olan mallara kadar birçok şey mübadele aracı olarak kullanılmıştır. Paranın gelişim sürecine baktığımızda günümüzdeki kullanımına en yakın olan tarihteki ilk para çeşidi emtia paralar olarak görülmektedir. Emtia paralar altın ve gümüş gibi değerli metallere yapılan madeni paralardır. Takas ile ticaretin terkedilmesinden sonraki dönemde en çok kullanılan emtia paralar, değerini çoğunlukla ağırlıklarından ve saflıklarından almaktaydı (Üzer, 2017; Akdağ, 2019).

İlk yapılan madeni para M.Ö. 600'lü yıllara dayanmaktaydı. Dönemin Lidya Kralı Alyattes tarafından basılmış bilinen ilk madeni para olan elektron sikkeler gümüş ve altın karışımı bir alaşımdı. Lidya'nın son kralı Kroisos ise ülkesinin sahip olduğu elektron kaynaklarını atölyelerde ayrıştırarak tarihteki ilk saf altın ve gümüş şeklindeki sikkeleri bastırdı. Lidya krallığının insanlığa kazandırdığı paranın icadı ile uzun bir süre dünya genelinde madeni paralar geçerliliğini korumuştur. İlk kâğıt paranın çıkışı ise M.S. 618-907 yılları arasında Çin'in Tang Hanedanlığı tarafından kullanılmış kâğıt paralara dayanmaktaydı. Fakat yüzyıllar sonra bu paraların çok yüksek düzeyde basılmasıyla bir yüksek enflasyon yaşandı ve 1455 yılında kâğıt paraların tedavülden kalkmasına neden oldu. Bu dönemde Amerika ve Avrupa kıtalarında altın ve gümüş sikkeler halen geçerliliğini sürdürmekteydi (Yükçü ve Gönen, 2014; Taskinsoy, 2019).

Avrupa'daki ilk kâğıt para girişimlerinden biri olarak Goldsmiths Notes, 17. yüzyıl sonlarında Londra'daki kuyumcuların kasalarında güvence altına aldıkları altın ve gümüş gibi değerli madenler karşılığında tevdiat sahiplerine verdikleri bir tür makbuzdu. Bu uygulamanın ortaya çıkmasındaki sebep; Londra'daki kuyumcuların altınlarının çalınmasını önlemek amaçlı darphaneye teslim etmesinden sonra

kralların ihtiyaç halinde ilgili altınlara el koyabilmesiydi. Bu durum karşısında kuyumcular alternatif bir seçenek arayışına girmiş ve toplanıp büyük kasalar yapmışlardır. Kuyumcular kasaya koydukları altınlar karşılığında “Goldsmiths Notes” isimli kâğıtları almışlardır. Bu durum altın karşılığı basılan bu kâğıtların zamanla ticari hayatta kabul görüp kullanılmaya başlanmasına yol açmıştır (Çavuşoğlu, 2015; Ece, 2019).

Altınlara karşılık olarak alınan sertifikaların ticarete kullanılmaya başlanmasından sonra bankalar da değerli madenler karşılığında bu tür sertifikaları üretmeye başladılar. Bu tür sertifikalar temsili paranın doğuşuna öncülük etmiştir. Uzun bir dönem boyunca kâğıt paraların değerli madenlere çevrilebileceği garantisinin verildiği bu temsili paralar geçerliliğini korumuştur. Fakat altın ve gümüş gibi karşılıklara dayalı olarak işleyen bu temsili para sistemi 1. Dünya Savaşı sonrası ülkelerin içinde bulunduğu zorlu koşullar sebebiyle yerini benzeri bir başka sisteme bıraktı. 1944 yılında bazı ülkeler Bretton Woods Sistemi olarak bilinen birtakım kararlar aldı. Bu kararlar neticesinde her ülke kendi para birimini Amerikan Doları’na endekslemiş ve her Amerikan Doları’nın karşılığı olarak da belirlenen bir miktarda altın tutulması kararlaştırılmıştır. Nitekim bazı sebepler neticesinde Amerikan Doları’nın altın karşılıklarının bulunmasına olan güven zedelenmiş ve 1973 yılına kadar işleyen bu sistem de dönemin ABD başkanı tarafından Amerikan Dolarına karşılık altın bulundurulması zorunluluğunu kaldırması ile son bulmuştur (Laçın, 2019).

Kâğıt paraların değerli madenlere çevrilebileceği garantisinin verildiği temsili para sistemi sonrasında hükümetler tarafından yasal para birimi olarak ilan edilen fakat değerli maden karşılığı bulunmayan itibari paralar kullanılmaya başlanmıştır. İtibari paraların kullanımının kabul görmesinin nedeni önceki dönemlerin aksine paranın bir karşılığı bulunması olmayıp gücünü ilgili devletlerin yasal otoritesinden ve itibarından almaktadır. Bu sistemde ülkeler ilgili itibari para biriminin ödeme aracı olduğunu resmi olarak ilan etmektedir. Günümüzde halen kullanılan resmi kâğıt paraların temeli bu yöntemeye dayanmaktadır (Çakın, 2019).

Teknolojinin gelişmesi ile bankacılık sistemi ve internet ortamında yaşanan gelişmeler alternatif bir parayı ortaya çıkarmıştır. Parasal bir değer üreticisi tarafından elektronik ortamda depolandığı ve paranın sahibi tarafından üçüncü

kişilere elektronik ağlar aracılığıyla kolayca transfer edilebilmesine olanak tanıyan elektronik paralar bu gelişmelerin bir ürünüdür. Elektronik ağlar üzerinde rakamsal bir değer olarak karşımıza çıkan elektronik paralar karşılık gelen değeri önceden ödenerek bir üretici tarafından kullanıma sunulan ödeme mekanizmalarıdır (Öztürk ve Koç, 2006; Çağlar, 2007; Bilir ve Çay, 2016).

Günümüzde ülkeler çoğunlukla kendi ürettikleri para birimini kullanmayı tercih etse de, her ülkenin uluslararası işlemlerde değişim aracı olarak ortak bir para birimi kabul ettiği ve ticari işlemlerdeki güven ve belirsizliğin ortadan kalkmasını sağladığı bir uluslararası para sistemi mevcuttur. Bunun ötesinde teknolojik gelişmeler ile ortaya çıkan alternatif yöntemler her ülkenin ortak kullanabileceği bir para birimi yaratma hayaline adım adım yaklaştırmaktadır. İnternetin kullanımı ve e-ticaretin yaygınlaşmasıyla ortaya çıkan elektronik paralar ile 2008 yılında Satoshi Nakamoto isimli kişi veya kişilerce dünyaya tanıtılan Bitcoin gibi hiçbir otoriteye bağlı olmayan kripto paralar herkes tarafından kabul görmüş ortak para birimi oluşturma hayalinin örnekleri olarak gösterilebilir. Nitekim bu teknolojik gelişmelerin bile bu hayali tam olarak gerçekleştirdiği söylenemez (Koçoğlu, Çevik ve Tanrıöven, 2016).

Bugün dünya üzerinde birçok çeşitte ve isimde para biriminin olduğunu görmekteyiz. Geçmişten bugüne yaşanan değişim esasen paraya olan erişim ve onun dağıtımıyla ilgilidir. Zira para yüzyıllar boyu aynı işlevlerini sürdürürken, artık sadece paraya olan erişim kolaylığı ve dağıtım şekli parayı çeşitlendirmektedir. Geçmişte taşınabilir varlığı kilolarca ağırlığa varan parasal değerler bugün sadece banka kartları veya mobil uygulamalar ile erişilebilir hale gelmiştir. Aynı şekilde bir paranın dünyanın başka bir noktasına dağıtımı bugün elektronik bir şekilde mümkün kılınabilir haldedir (Laçın, 2019).

2.1.3. Paranın Fonksiyonları

İnsanlık tarihi boyunca farklı zamanlarda farklı tür nesnelere para yerine kullanılmıştır. Bugün bile para için birçok tanım yapılmaktadır. Temel olarak bir nesnenin para şeklinde tanımlanması için 3 ana fonksiyonu yerine getirmesi gerekir. Bunlar; değişim aracı olma fonksiyonu, hesap birimi olma fonksiyonu ve değer saklama aracı olma fonksiyonu. Bir para biriminin kullanımının insanlar tarafından

kabul görmesi için bu üç fonksiyonu sağlaması beklenmektedir. Bu bağlamda günümüzde bir hükümet tarafından arz edilen paralar yasal bir dayanağı olduğu için insanlar tarafından daha kolay kabul görmektedir (Tabak, 2002).

2.1.3.1 Paranın Değişim Aracı Olma Fonksiyonu

Paranın icadından önceki dönemlerde takas ekonomisi hâkimken insanlar mal ve hizmetlerini değiş tokuş ederek ticaret yapıyorlardı. Bu durum ekonominin önündeki büyük bir engeldir. Zira ticaret yapacak iki kişinin sunabilecekleri mal ve hizmetlere karşılık olarak talep ettikleri mal ve hizmetlerin de karşısındaki insanda bulunması gerekmektedir. Bu sorun ticaretin gerçekleşmesi için uzun zaman harcanmasına sebebiyet verebiliyordu. Paranın icadı ile insanlar ellerindeki malları veya sundukları hizmeti paraya çevirerek, ihtiyaçları olan mal ve hizmet karşılığında herhangi bir kişi ile değiş tokuş işlemini gerçekleştirebildiler. Bu noktada paranın değişim aracı olma fonksiyonu, takas sisteminin getirdiğı en büyük sorunlardan biri olan arz ve talebin birbiriyle uyuşmaması sorununu ortadan kaldırarak mübadele işlemini kolaylaştırmaktadır. Aynı zamanda paranın bu fonksiyonu insanların yaptıkları işte uzmanlaşmalarını sağlayarak, takas sistemi ile oluşan zaman kaybını önlemekte ve ekonomik verimliliğı arttırmaktadır (Bahçeli, 2018; Çelik, 2019).

2.1.3.2. Paranın Hesap Birimi Olma Fonksiyonu

Takas ekonomisinde, bir malın başka bir mal karşısındaki değerinin tam olarak ne kadar olduğunu hesaplamak oldukça güçtü. Takas edilecek mal çeşitliliğı arttıkça bu güç durumun daha da derinleştiğini söylemek mümkündür. Zira her malı bir diğeri ile karşılaştırarak gerçek değerin ölçümlenmesi gerekecekti. Mal ve hizmetlerin değerinin bir para cinsi üzerinden belirlenmesi çeşitli malların birbirleri karşısındaki değerinin kolayca ölçümlenebilmesini sağlamıştır. Bu bağlamda paranın hesap birimi olma fonksiyonu mal ve hizmetlerin değerinin para cinsi üzerinden hesaplanabilirliğini ifade etmektedir (Bayrak, 2019; Çakın, 2019; Ece, 2019).

2.1.3.3. Paranın Değer Saklama Aracı Olma Fonksiyonu

Bir değişim aracı olarak para; insanlara başka tür mal ve hizmetleri kolayca satın alma imkânı sağlamaktadır. Bu sebeple insanlar ürettikleri mal ve hizmetleri para karşılığında değiş tokuş ederek başka tür ihtiyaçlarını karşılayabilirler. Paranın değer saklama aracı olma fonksiyonu; insanların yaptıkları üretim sonucu elde ettikleri parasal değeri istedikleri süre boyunca saklayabilmeleri, biriktirebilmeleri ve farklı bir zamanda harçayabilmeleri imkânını ifade etmektedir. Böylece para, satın alma gücünün biriktirilebilmesine ve tasarrufların saklanmasına aracılık etmektedir (Şener, 2007; İşgör, 2019).

2.2. Günümüzde Yaygın Olarak Kullanılan Para Çeşitleri

Paranın gelişim sürecine baktığımızda parasal kurumlar, parasal sistem ve para birbirini doğrudan etkileyen unsurlar olarak ortaya çıkmaktadır. Kamu ve özel kesimin fon gereksinimleri gibi parasal sistemin ihtiyaç duyduğu hususlar tarih boyunca para ve parasal kurumların evrimini şekillendirmiş temel faktörlerdendir. Parasal kurumların para yaratma yöntemlerindeki değişim incelendiğinde, parayı zamandan bağımsız bir olgu olarak ele almak mümkün görülmemektedir. Parasal sistemin işleyişi başlı başına ekonomi ve üretim yapısını şekillendiren bir unsurdur. Bu sebeple para yaratan kurumların mevcut konjonktür dahilinde parayı yaratma biçimlerinde değişimler meydana gelmekte ve paranın niteliği değişse de temel fonksiyonları aynı kalmaktadır. Geçmişten günümüze yaşanan paranın emtia paradan itibari paraya, itibari paradan dijital paraya kadar geniş bir yelpazedeki dönüşüm sürecinde merkez bankaları ve özel bankaların da fonksiyonları değişime uğramaktadır. Böylece toplumlar için paranın kullanım biçimi kadar kontrol mekanizması da önem kazanmaktadır (Togay, 1998).

2.2.1. İtibari Paralar

Bretton Woods ile kurulan; ABD Doları'nın altına, diğer ulusal para birimlerinin de ABD Doları'na endekli olduğu parasal sistemin çökmesiyle birlikte modern ekonomiler itibari para (fiat currency) sistemine geçiş yapmışlardır. Bu sistem ile birlikte ulusal para birimleri altın veya gümüş gibi değerli madenlere

dayalı olmayıp, gücünü devletin itibarından alması ve yasal ödeme aracı ilan edilmesiyle yürürlükte kalmıştır. Böylece merkez bankaları basılan paranın tek hâkimi olarak para politikalarını uygulama konusunda güç kazanmıştır (Güller, 2019).

Günümüzde modern ekonomilerde kullanılan itibari paralar gücünü eski dönemlerde olduğu gibi altın ve gümüş gibi değerli madenlerden almamaktadır. İtibari paralar devletin ve merkez bankasının yasal ödeme aracı olarak ilan etmesi sebebiyle ilgili ekonomi içerisindeki yerlerini alırlar. Değerli madenlere dayalı paraların veya emtia paraların hakiki bir değeri olmasına rağmen itibari paraların değeri ilgili ülkenin itibarından ve yasal gücünden kaynaklıdır. İtibari paralar devletin yaptığı yasal regülasyonlar ile dolaşıma çıkarılır ve sadece devletin tekelinde basılabilir. Bu paralar değersiz kâğıt parçaları gibi gözükse de ülke içinde gerçekleşen bir ticari işlemdeki alacaklı taraf kanuni olarak bu parayı kabul etmekle yükümlüdür. Üzerinde yazılı olan değeri temsil eden itibari paralar, ilgili parayı dolaşıma çıkaran otoritenin garantisi altındadır. İtibari paranın kâğıttan imal edilmesi sebebiyle maliyetinin düşük olması ve altın ya da gümüş gibi maddi bir ölçü dahilinde basılmaması ilgili ülkeye sınırlama olmaksızın para basma serbestliği tanımaktadır. Fakat bu serbestliğe sahip olursa dahi devletler ekonomik hedefler doğrultusunda bu gücünü kullanmamaktadır (Evlimoğlu ve Gümüş, 2018).

Devlet tarafından ticarete yasal ödeme aracı olarak ilan edilerek herhangi bir değerli maden karşılığı olmadan dolaşıma çıkarılan itibari paraların ekonomik hayatta geçerliliğini sürdürebilmesi için parayı tedavüle sokan ilgili otoriteye güven duyulması gerekir (Ece, 2019).

2.2.2. Dijital Paralar

Dijital paralar internet bağlantısı aracılığıyla dijital ortamda saklanılabilen ve kullanılabilen paralardır. Dijital paraların türüne göre gerçek dünyada fiziksel bir karşılığı olduğu gibi fiziksel karşılığı olmadan üretilmiş türleri de olabilir. Dijital paralar ile yasal bir sorun olmadığı sürece coğrafik bir sınırlama olmaksızın dünyanın her yerine ödeme yapılabilir ve dünyanın her yerinden ödeme alınabilir. Dijital paranın türlerine örnek olarak elektronik para, sanal para ve kripto para gösterilebilir (Laçın, 2019). Kripto paralara çalışmanın ileriki bölümlerinde

değınilecek olup, bu bölümde elektronik para ve sanal para kavramları açıklanacaktır.

2.2.2.1. Elektronik Para

Uluslararası alanda bankalar arası serbest rekabeti sağlamak ve uluslararası finansal istikrarı sağlamak amacıyla 1930 yılında kurulan, dünyadaki merkez bankalarının bankası konumunda olan İsviçre'nin Basel kentindeki Uluslararası Ödemeler Bankası'nın bünyesinde 1974 yılında Basel Bankacılık Gözetim ve Denetim Komitesi kurulmuştur. (Aykut, 2008). Bu komitenin 1998 yılındaki raporunda yaptığı tanıma göre elektronik para; ödeme noktası terminalleri (POS cihazları) aracılığıyla veya iki cihaz arasında doğrudan ya da internete açık bilgisayar ağları üzerinden ödemeleri gerçekleştirmek için "kayıtlı değer" veya "ön ödemeli" ödeme mekanizmalarıdır. Bu mekanizmalar kart tabanlı, donanım tabanlı, yazılım tabanlı veya ağ tabanlı mekanizmalar olabilir (Basel Committee On Banking Supervision [BCBS], 1998).

Avrupa Birliğı ülkelerinin tümü tarafından kabul edilen 2009/110 sayılı Elektronik Para Kuruluşları Direktifi'ne göre elektronik para; ödeme işlemlerinin yapılması amacıyla elektronik para sağlayıcısı tarafından alınan fonlar karşılığı çıkarılan, elektronik para ihraççısı haricinde gerçek ve tüzel kişiler tarafından da kabul edilen, onu ihraç edene karşı bir hakla temsil edilmek üzere manyetik veya elektronik olarak depolanmış parasal değerdir.

Avrupa Merkez Bankası'nın resmî sitesinde bulunan tanıma göre ise elektronik para; elektronik parayı ihraç eden kuruluş haricindeki başka kuruluşlara ödeme yapmak için kullanılabilen, teknik bir cihazda elektronik olarak depolanan parasal bir değerdir ([http-17](http://www.ecb.int)).

Türkiye'de 2013 yılında Türkiye Büyük Millet Meclisi'nde kabul edilen 6493 sayılı Ödeme ve Menkul Kıymet Mutabakat Sistemleri, Ödeme Hizmetleri ve Elektronik Para Kuruluşları Hakkında Kanun'un 3. Maddesinde elektronik paranın tanımı şu şekilde yapılmaktadır: "elektronik para ihraç eden kuruluş tarafından kabul edilen fon karşılığı ihraç edilen, elektronik olarak saklanan, bu Kanunda tanımlanan ödeme işlemlerini gerçekleştirmek için kullanılan ve elektronik para ihraç eden

kuruluş dışındaki gerçek ve tüzel kişiler tarafından da ödeme aracı olarak kabul edilen parasal değerdir”.

Elektronik para için yapılan tanımlar çoğunlukla birkaç unsurun üzerinde yoğunlaşmaktadır. Sonuç olarak ortak kanının “elektronik paranın ihraç eden kuruluş dışında başka kuruluşlarca da ödeme işlemleri amacıyla kabul edilmesi ve elektronik ortamda depolanabilme özelliğinin bulunması” olduğu söylenebilir.

2.2.2.2. Sanal Para

Sanal para birimleri, itibari para birimlerine herhangi bir bağlılığı olmayan, merkez bankası ya da bir kamu otoritesi tarafından çıkarılmayan, manyetik ve elektronik ortamda depolanabilen, spesifik bir sanal ortamda belirli mal ve hizmetleri satın alma konusunda belirli kişi veya şirketler tarafından kullanılan ve ihraç edilen dijital temsili bir para birimidir. Sanal paralar çoğunlukla internet ağları aracılığıyla sanal ortamda oynanan video oyunlarında çeşitli ürünlerin satın alınabilmesi için ilgili oyun firması tarafından üretilen ve sadece ilgili sanal ortamda geçerliliği olan dijital para birimleridir (Evlimoğlu ve Gümüş, 2018).

Avrupa Merkez Bankası'nın 2012 yılında yayınladığı bir rapordaki tanıma göre sanal paralar; genellikle bir geliştiricinin kontrolünde ihraç edilen, spesifik bir sanal topluluğun üyeleri arasında kabul gören ve kullanılan, yasal regülasyona tabi tutulmamış dijital para birimleridir (European Central Bank [ECB], 2012).

Sanal paranın elektronik paradan en temel farkı, sanal paranın yasal bir karşılığı bulunmazken, elektronik paralar yasal otorite tarafından yetki verilmiş kurumlar tarafından ihraç edilmektedir. Elektronik paranın Dolar, Euro, Türk Lirası gibi itibari para birimleri cinsinden yasal karşılıkları bulunurken, sanal paralar herhangi bir yasal karşılığı olmadan sadece spesifik bir topluluk arasında kullanılmak üzere özel kişi, kuruluş ve topluluklar tarafından çıkartılıp kontrol edilmektedir.

2.3. Uluslararası Para Sistemi

Geçmişten günümüze kadar olan süreçte para unsuru ve bunun yarattığı parasal rejimler ekonomik hayatımızın üzerinde etkileyici etmenler olmuştur. Son yüzyıllarda hızlanan küreselleşmenin de etkisiyle birlikte uluslararası ticaretin artması, ulusal düzeydeki düzenlemelerin uluslararası boyutta da ele alınması gerekliliğini doğurmuştur. Uluslararası ticarete ortak bir parasal değer üzerinden ilişkilerin sürdürülmesi ihtiyacı çeşitli dönemlerde farklı para sistemlerinin uygulanmasına sebebiyet vermiştir.

2.3.1. Altın Standardı

19. yüzyılın ikinci yarısından evvel dünya genelinde geçerliliğini sürdüren emtia paralar çift metal para sistemi ile kullanılıyordu. Bu sisteme göre dolaşımda gümüş ve altın olmak üzere iki farklı değerde madeni para bulunmaktaydı. Fakat bu sistemde gümüş para üretiminin artması ve tüketicilerin altın tasarrufuna yönelmesi ile Gresham Kanunu olarak bilinen “kötü paranın iyi parayı piyasadan kovması” durumu gerçekleşmiş ve gümüş ticarete daha çok kullanılan bir mübadele aracıyken, altın bir bakıma değer saklama aracı haline gelmiştir. Bu durum karşısında birçok ülke, para birimlerinin değerinin belirli özelliklere sahip belirli bir miktarda altına sabitlediği altın standardı sistemine geçmiştir. Altın standardı sisteminin tam olarak ne zaman başladığını söylemenin güç olmasıyla birlikte, genellikle 1870’li yıllar ile 1. Dünya Savaşı arasındaki süreçte uygulandığını söylemek mümkündür (Yanar, 2008; Gök, 2017).

Altın standardı sisteminde basılan her para biriminin değeri belirli ağırlıkta ve özelliklerde altına endeksleniyordu. Paranın değerinin belirli bir miktarda altına endeksli olarak sabit tutulabilmesi için o ülkede altın ithalatı ile ihracatı serbest olmalı ve insanların altını paraya, parayı ise altına dönüştürebilmesinin önünde bir engel olmamalıdır. Altın standardında basılan para birimine karşılık olarak önceden belirlenen bir miktarda altın bulundurulmasının taahhüt edilmesine rağmen her zaman aynı özelliklerde altın bulunmasının zorluğundan ve altının aşınma payından mütevellit belirli bir tolerans aralığı da tanınıyordu. Örnek olarak basılan her liranın değeri yaklaşık olarak 7,216 gram altındı ve bu altın %91,6 saflıkta olmalıydı. Devletin bastığı para biriminin değeri ile paranın üretim maliyeti arasındaki farktan

elde edilen gelir olan senyoraj gelirlerini arttırmak amacıyla; devletlerin her para birimine karşılık bulundurulması gereken altın karşılıklarına tanıdığı tolerans aralığını bilerek kullandığı ve daha düşük gramajlı altına dayalı para bastığı zamanlar da olmuştur. Bununla birlikte paranın altın karşılığında konvertibilite özelliğinin bulunması insanların arbitraj amaçlı altın ithalatı ve ihracatı yaparak para kazanmasının da önünü açmıştır. Böylelikle arbitraj yapan insanların varlığının da paranın gerçek değeri ile altın karşılığı olan değeri arasında oluşan farkların kapanmasına ve paranın değerinin stabilizasyonuna katkı sağladığını söylemek mümkündür ([http-20](http://20)).

Altın standardı sistemi doğru bir şekilde uygulandığında uluslararası para sistemi açısından ihtiyaç duyulan ortak bir değer aracılığıyla ticaretin gerçekleştirilmesi esasını karşılayacağı varsayılan bir sistemdir. Aynı zamanda dolaşıma çıkacak para miktarının ulusal altın rezervlerine bağlı olarak belirlendiği durumda (ceteris paribus varsayımıyla) enflasyondan koruyucu bir sistem olarak gözükmemektedir. Nitekim buna rağmen 1870'li yıllardan 1. Dünya Savaşı dönemine kadar olan süreçte yürürlükte olan altın standardı sistemi, savaş koşullarının ülkeler üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle geçerliliğini sürdürememiştir. 1. Dünya Savaşı'ndan 2. Dünya Savaşı yıllarına kadar zaman zaman bazı ülkeler tarafından tekrardan bu sistem kurulmaya çalışılsa da, yıllar içerisinde yerini farklı uluslararası para sistemlerine bırakmıştır (Özyiğit, 2014).

2.3.2. Bretton Woods Sistemi

Birinci ve İkinci Dünya Savaşları arasında geçen süre boyunca para sistemi açısından ortak bir fikir birliğinin varılmadığı kaotik bir dönem sürmüştür. Kimi ülkeler bastıkları para karşılığı altın rezervi bulundurmanın yanında, aynı altın standardı sistemini uygulayan başka ülkelerin para birimlerini de rezerv olarak bulundurmaktaydılar. Özellikle tarihteki en büyük krizlerden biri olan 1929 yılında yaşanan Büyük Buhran ve 2. Dünya Savaşı sonrası altın standardını sürdüren ülkeler bu sistemi terk etmek zorunda kalmışlardır. Bu dönemde 2. Dünya Savaşı'ndan galip çıkan iki ülke olan ABD ve İngiltere öncülüğünde yeni bir uluslararası para sistemi arayışı başlamıştır. 1944 yılına gelindiğinde 44 ülkenin katılımıyla bir konferans yapılmıştır. John Maynard Keynes ve Harry Dexter White isimli iki ekonomistin

uluslararası para sisteminde sermaye kontrolünün sağlanmasına dair sunduğu görüşleri ışığında gerçekleştirilen Bretton Woods konferansında alınan kararlar neticesinde dünya ekonomisinin büyümesi için yeni bir uluslararası para sistemi oluşturulmuştur.

ABD'nin Bretton Woods kasabasında düzenlenen bu konferans neticesinde oluşturulan yeni uluslararası para sistemine göre ülkelerin para birimleri belirli bir miktar ABD dolarına endekslenmiştir. Aynı şekilde ABD hükümeti her 35 ABD dolarına karşılık olarak 1 ons altın bulundurmaya garanti etmiştir. Bu bağlamda ulusal parasını ABD dolarına endekslemiş olan her ülke aynı zamanda ulusal para birimlerini dolaylı yoldan altına da endekslemiş oluyordu. Ayrıca bu konferans sonucunda yeni oluşturulan sistemin işleyişini sağlamak üzere Uluslararası Para Fonu (IMF) ve Dünya Bankası (World Bank) kurulmuştur. Bu noktada IMF sistemin düzgün işlemesi için önemli bir unsurdur. IMF'nin başlıca görevleri "döviz kurları ile ulusal paralar arasındaki konvertibilitiyi sağlamak, bu bağlamda oluşabilecek sorunlara çözüm bulmak, ödemeler dengesi açık veren ülkelere IMF uzmanları ile yardımcı olmak ve gerekirse bu ülkelere finansal destek vermek" şeklinde tanımlanmıştır.

Bretton Woods sistemi olarak bilinen bu sistemin özelliklerine baktığımızda altın standardına benzeyen bir para sistemini çağırırsa da bazı farklılıklarla daha yumuşak bir sistemi ifade etmektedir. Bu sistemde döviz pariteleri %1 artı veya eksi olacak şekilde dalgalanmaya bırakılmıştır. Ayrıca anlaşmaya dahil olan her ülke bastıkları her ulusal para biriminin değerini ABD doları üzerinden IMF'ye bildirmek zorundadır. Sisteme göre eğer bir ülke ödemeler dengesi problemi yaşarsa öncelikli olarak döviz rezervlerine başvurmalı ve sonrasında ise ithalatı azaltıcı politikalar yürütmelidir. Bunların da yetersiz olduğu durumlarda isteyen ülke IMF'ye bildirme şartı ile %10'a kadar bir devalüasyon yapabilmektedir. Öte yandan bir ülke %10 üzeri bir devalüasyon yapmak istediğinde, önce IMF'nin onayının alınması şart konulmuştur. Anlaşmaya göre eğer bir ülke IMF'nin onayını almadan %10 üzeri bir devalüasyon yaparsa, o ülke IMF nezdinde kısıtlanabilir ya da üyelikten çıkarılabilir.

Nitekim uzun yıllar boyunca Bretton Woods sistemi yürürlükte olsa da, 1973 yılına gelindiğinde dolara olan güven azalmış ve altın talebi artarak dolar gittikçe istikrarsızlaşmıştır. Bu gelişmeler neticesinde dönemin ABD başkanının kararıyla

doların altına dayalı bir para birimi olmasına son verilmiş ve böylece Bretton Woods sisteminin sonuna gelinmiştir (Karataşlı, 2017).

2.3.3. Sabit Kur ve Dalgalı Kur Sistemi

Bretton Woods sisteminin çöküşüyle birlikte ülkelerin uyguladıkları kur politikaları da değişmiştir. Bugün halen bütün ülkelerin tek bir para sisteminde fikir birliği sağlamadığı günümüzde, çoğunlukla dalgalı kur sisteminin uygulandığı görülmektedir. Bretton Woods sonrası daha çok gelişmiş ülkeler tarafından dalgalı kur sistemi tercih edilmiştir. 2000’li yıllara kadar daha çok gelişmekte olan ülkeler tarafından tercih edilen sabit kur sistemi ise yaşanan finansal krizler neticesinde yerini dalgalı kur sistemine bırakmaktadır. Bu durumun sebebi olarak kur istikrarının ana hedef olmadığı ortamlarda para politikası düzenleyicilerin politika uygulama konusunda daha serbest davranabilmesinin dışsal şoklar karşısında avantaj sağlaması olduğu söylenebilir (Yakupoglu, 2011).

Sabit kur sisteminde altın standardında olduğu gibi ulusal para biriminin değeri döviz kurları karşısında merkez bankası tarafından belirlenir. Sabit kur sistemindeki amaç piyasadaki arz ve talep değişimlerine rağmen kurun aynı seviyede kalmasını sağlamaktır. Merkez bankası kur değerinin belirli dar bir aralıkta değişmesine izin verebilir. Bu sistemde merkez bankası piyasaya sürekli olarak müdahale ederek alıcı ve satıcı pozisyonunda döviz işlemleri yapabilir. Merkez bankaları piyasada döviz arzı arttığında piyasadaki döviz toplarken, döviz talebi arttığında ise piyasaya döviz sürebilir. Bu sebeplerle Merkez bankasının piyasaya sürekli müdahale edebilmesi için elinde her zaman yeterli miktarda döviz rezervinin bulunması ve ödemeler dengesinin sürekli açık vermemesi gerekmektedir.

Sabit kur sisteminin aksine, günümüzde çoğunlukla benimsenen dalgalı kur sistemi Bretton Woods sistemi sonrasında uygulanmaya başlanmıştır. Dalgalı kur sisteminde merkez bankaları katı bir şekilde piyasaya müdahale etmeyip kuru serbest bırakırlar. Diğer bir deyişle döviz kurları piyasadaki arz ve talep miktarına bağlı olarak belirlenmektedir. Döviz kurlarının değeri alıcı ve satıcıların birbirlerine neredeyse denk olduğu noktada eşitlenir. Yine de serbest piyasa koşulları gereği döviz kuru bir noktada sabit kalmayıp sürekli dalgalanmaktadır. Bununla birlikte çoğunlukla para politikası düzenleyicileri ulusal paralarının değerini tamamen

serbest piyasa koşullarında sınırsız dalgalanmaya bırakmayıp çeşitli şekillerde müdahaleler gerçekleştirmektedir. Zira döviz kurlarındaki yüksek dalgalanmalar ülke ekonomisi üzerinde bir tehdit oluşturabilmektedir. Bu sebeple merkez bankaları çeşitli araçlar kullanarak döviz kurlarına zaman zaman müdahale edebilmektedir (Demir, 2007).

2.3.4. Avrupa Para Sistemi

Bretton Woods sisteminin çökmesi sonrasında Avrupa Ülkeleri arasında döviz kuru hareketlerinin yıkıcı etkisini azaltmak ve ticareti geliştirmek amacıyla parasal birlik oluşturulması için bir sistem kurulmasına karar verildi. Bu bağlamda 1979 yılında Avrupa Para Sistemi (European Monetary System [EMS]) fiilen başlatıldı. EMS'nin iki temel unsuru olan Avrupa Para Birimi (European Currency Unit [ECU]) ve Döviz Kuru Mekanizması (Exchange Rate Mechanism [ERM]) sistemin işleyişi için elzem bir rol oynuyordu. ECU, Avrupa ülkelerinin ulusal para birimlerinden oluşan fiziksel olarak var olmayan bir tür döviz sepetiydi. Sepet içinde hangi ulusal para biriminin ne derece ağırlıklı olarak yer alacağını belirlemek için ülkelerin gayrisafi milli hasılları göz önünde bulunduruluyordu. ERM ise EMS'ye katılımcı ülkelerin para birimlerinin ECU karşısındaki kur değerinin sabit fakat ayarlanabilir olmasını amaçlayan bir döviz kuru sistemiydi.

ERM'ye dahil olan katılımcı ülkelerin ulusal para birimlerine ECU karşısında bir merkezi döviz kuru tayin ediliyordu. Ülkeler isterlerse ERM'den vazgeçip ayrılabilirlerdi. İtalyan Lirası gibi bazı istisnai durumlar haricinde ilgili ECU paritelerinde olası döviz kuru dalgalanmalarının üst sınırı iki yönde de %2,25 olarak belirlenmişti (İtalyan Lirası için bu değer %6 idi). Katılımcı ülkelerin merkez bankalarının döviz kurlarını bu belirlenen marj aralığında tutmak için müdahale etmesi bekleniyordu. Merkez bankalarının, ERM dahilindeki merkezi kur değerini yakalaması için ya döviz satması ya da piyasadan döviz alması gerekliydi. Fakat bu işlemlerin gerçekleştirilmesi için merkez bankalarının yeteri kadar döviz rezervine sahip olması gerekiyordu.

Başlangıçta merkez bankalarının piyasa baskısı karşısında ihtiyacı olan döviz rezervi sorununu Alman Merkez Bankası olan Bundesbank'ın sınırsız miktarda Alman Markı verme taahhüdü çözmüştü. Her ne kadar resmi olarak Alman Markı

rezerv para birimi olmasa da, Almanya'nın güçlü ekonomik koşulları sebebiyle Alman Markı'nın Bretton Woods sistemindeki ABD Doları'nın gördüğü görevi üstlendiği söylenebilir. Bundesbank'ın verdiği taahhüt, EMS'deki başka bir ulusal para biriminin Alman Markı karşısındaki döviz kuru dalgalanmasını kontrol altına almak için ilgili ülkenin merkez bankasına gerektiği kadar Alman Markı'nı ödünç olarak vermesini içeriyordu.

Öte yandan Doğu ve Batı Almanya'nın yeniden birleşmesinden sonra Doğu Alman parası olan Ostmark'larının Batı Alman Markı olan Deutschemark'larla eşit derecede değiştirilmesi para arzını arttırmış ve enflasyon korkusu yaratmıştı. Almanya'da kamu harcamaları ve bütçe açıklarının artmasıyla birlikte enflasyonda da ani bir artış yaşandı. Bu durum karşısında Bundesbank faiz oranını ciddi bir miktarda arttırma kararı alarak %8,75 düzeyine çıkardı. Diğer ülkeler buna karşıydılar zira Almanya enflasyonla mücadele için faiz oranlarını yükseltmek istiyorlarken diğer üye ülkeler resesyona mücadele için teşvik edici para politikaları yürütmek istemekteydiler. Bunun neticesinde İtalya ve İngiltere yüksek işsizliğin yaşandığı bir ortamda ne faiz oranlarını yükseltmek ne de para birimlerini devalüe etmek istemedikleri için 1992 yılında ERM'yi terk ettiler. Almanya'ya sermaye akışını kontrol altına almak için diğer EMS ülkeleri de Almanya'nın katı para politikasını kopyalamak zorunda kaldı. Olumsuz ekonomik koşullar içerisinde uygulanan bu politika sebebiyle Bundesbank, komşu ülkeleri 1993'te doruklara ulaşan bir resesyona sürüklemiş oldu. Böylece ERM'nin izin verilen dalgalanma marjının iki yönde de genişletilmesi kararı alınarak üst sınır iki yönde de %15 olacak şekilde yeniden düzenlendi. Bu gelişmeden sonra spekülasyon hareketleri azalarak kur istikrarı nispeten sağlanmış oldu.

Avrupa ülkelerinin kabul ettiği EMS ile birlikte Avrupa içerisindeki ticaretin çeşitli şekillerde etkilenmesi beklenmekteydi. Bu beklentilere göre öncelikli olarak; ERM ile kontrol altına alınan kur dalgalanmaları ile döviz kuru belirsizliği azalacak ve bunun Avrupa içi ticaret hacminde doğrudan bir etkisi olacaktı. Ayrıca ERM ile kur belirsizliklerinin azalması faiz oranlarının daha düşük bir seviyeye yaklaşma eğilimine sebebiyet vereceğinden ihracatın büyümesine dolaylı şekilde etki edecekti. Riskin düşmesi ile yatırım projelerinin beklenen getirisine dahil edilen riski primi azalacak ve dolayısıyla reel faiz oranı da azalacağı için Avrupa içi doğrudan yabancı

yatırımlarda da bir artış olması beklenmekteydi (Fountas ve Aristotelo, 2005; Mumcu, 2007; Grauwe ve Ji, 2015; Höpner ve Spielau, 2018; http-9).

EMS'nin devamında Avrupa ülkeleri parasal birliği tam anlamıyla sağlayabilmek adına 1991 yılında Maastricht Anlaşması olarak da bilinen Avrupa Birliği Anlaşması'nı kabul etmişlerdir. Anlaşma yeni merkez bankacılığı sisteminin fonksiyonlarını ve yasalarını düzenlemiştir. 1 Ocak 1993 itibariyle yürürlüğe giren Maastricht Anlaşması bu yeni Ekonomik ve Parasal Birliği'ne (Economic and Monetary Union [EMU]) üye olabilmek için gerekli kriterleri belirlemekteydi. Bu kriterlere "yakınsama" kriterleri de denilmektedir. Bir ülkenin birliğe dahil olabilmesi için gerekli kriterler şu şekildeydi:

- İlgili ülke enflasyon oranı ile birlik içindeki en düşük yıllık enflasyon oranlarına sahip üç ülkenin enflasyon oranlarının ortalaması arasındaki fark 1,5 puandan yüksek olmamalıdır.
- Uzun dönem faiz oranları birlikteki en düşük enflasyona sahip üç ülkenin ortalama faiz oranından 2 puandan fazla olmamalıdır.
- Son 2 yıl itibari ile ilgili ülkenin para birimi devalüe edilmemiş olmalıdır.
- İlgili ülkenin bütçe açığı gayri safi yurt içi hasılasının %3'ünü geçmemelidir.
- İlgili ülkenin kamu borcu gayri safi yurt içi hasılasının %60'ını geçmemelidir (Dilekli ve Yeşilkaya, 2002).

Maastricht Anlaşması ile belirli bir takvim belirlendi ve bu takvim doğrultusunda parasal birliğin oluşturulması süreci kararlılıkla sürdürüldü. Nihayet 1999 yılında 11 ülkenin katılımıyla "Euro" para biriminin katılımcı ülkelerde tek para birimi olarak kullanılması kararlaştırıldı. Yunanistan ise parasal birliğe 2001 yılında 12'inci üye olarak katıldı. 2002 yılına gelindiğinde ise 1 Euro 1 ECU olacak şekilde dolaşıma girdi ve birliğe üye ülkelerin ulusal para birimleri geri dönülemez şekilde tedavülden kaldırıldı. Bir ülkenin kendi ulusal para biriminden, merkez bankasından ve para politikaları üzerindeki koşulsuz yetkisinden vazgeçerek ortak bir parasal birlik altında toplanması tarihte benzersiz bir ekonomik gelişme olmuştur. 2020 yılı itibari ile Almanya, Andorra, Avusturya, Belçika, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İrlanda, İspanya, İtalya, Güney Kıbrıs Rum Yönetimi, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Monako, Portekiz, San Marino, Slovakya, Slovenya,

Vatikan ve Yunanistan'dan oluşan 23 ülke Euro para birimini parasal anlaşma dahilinde resmi olarak kullanmaktadır (http-8).

2.4. Kriptoloji

İnsanlık tarihi boyunca binlerce yıldır üretilen bilgiler kayıt altına alınırken, bu bilgilerin istenmeyen kişilerden saklanması da önemli bir ihtiyaç olmuştur. Bu noktada çeşitli yöntemler ile bilgileri şifreleme ihtiyacına yönelik ortaya çıkan Kriptoloji biliminin kökeni çok eski dönemlere dayanmaktadır. Yunanca bir kelime olan ve gizlilik anlamına gelen “kryptos” sözcüğü ile yine Yunanca bir kelime olup “bilim, bilgi, söz” gibi anlamlara sahip olan “logos” kelimelerinden türetilen Kriptoloji için “gizlilik bilimi” olduğunu söylemek mümkündür. Kriptolojinin bir alt bilim dalı olarak Kriptografi ise bir verinin gizliliğini, kimlik denetimini, bütünlüğünü korumayı sağlamak için matematiksel şifreleme metotları geliştirmeye odaklanmaktadır (Saygı ve Umay, 2010; Ülker, 2014; Usta ve Doğantekin, 2017).

Günümüzde çoğunlukla birbirleri yerine kullanılsa da Kriptoloji ve Kriptografi terimleri birbirinden ayrı anlamlara sahiptir. Kriptoloji şifreleme bilimi olarak; verilerin saklanması, şifrelenmesi, istenmeyen kişilerden korunması üzerine çalışan daha geniş bir bilim dalını ifade etmektedir. Kriptografi ise verileri 3. kişilerden sakınmak amacıyla gizliliği sağlayıcı sistemleri tasarlayan etkili şifreleme metotları geliştiren ve bunun için matematik, elektronik, bilgisayar teknolojileri vb. disiplinlerden yararlanan bir bilim dalıdır (İncetaş ve Sağıroğlu, 2015).

Tarihte bilinen ilk şifreleme teknikleri görece basit yöntemlere dayanıyordu. Örneğin; M.Ö. 60-50 yıllarına dayanan “Sezar Şifreleme Yöntemi” olarak bilinen metot, alfabedeki harflerin birkaç sıra kaydırılması esasına dayanıyordu. Dönemin Roma İmparatoru Julius Ceasar savaş esnasında generalleriyle gizli şekilde haberleşmek için bu yöntemi kullanıyordu. Gönderilen mesaj düşman askerler tarafından ele geçirilse bile mesajın anlamsız olabilmesi için her harf kendinden birkaç sıra sonra gelen harf ile değiştiriliyordu. Bu yöntemde harf değişimi için kullanılacak sıra numarası eğer 3 olarak belirlenseydi “Eren Bakır” yazımı için Türk alfabesine göre “ğtğp ednkt” yazmak gerekirdi. Bugün ise bundan çok daha komplike onlarca farklı kriptografik şifreleme yöntemleri kullanılmaktadır (Yeşilbaş, 2016; Abdullazada, 2017).

Günümüzde kullanılan gelişmiş Kriptografi teknikleri verinin gizlenmesi konusunda önemli oranda güven sağlamaktadır. Fakat temelde matematiksel formüllere dayalı olarak geliştirilen bu şifreleme teknikleri, belki de gelecekte geliştirilecek olan üst düzey bilgisayarların hesaplama gücü sayesinde işlevini yitirebilecektir.

2.5. Blockchain Teknolojisi

Türkçe'ye "Blok Zinciri" olarak tercüme edilen Blockchain teknolojisi hayatımıza Bitcoin ve kripto paralar ile girmiştir. Bitcoin ve "altcoin (alternative coin)" olarak isimlendirilen diğer kripto paraların altyapısında bulunan teknoloji - kimi kripto paralar haricinde- Blok Zinciri'ne dayanmaktadır. 2010 yılı öncesi literatürde Blok Zinciri ile ilgili çok fazla çalışmaya rastlanamıyorken, günümüzde bu alanda akademik çalışmaların sayısı her geçen gün artmakta ve basın kuruluşları, özel sektör kurumları, kamu sektörü kurumları, uluslararası kuruluşlar ve ekonomi yazarları gibi kesimler tarafından da internet devriminden sonraki en önemli gelişmelerden biri olarak kabul edilmektedir (Sultan, Ruhi ve Lakhani, 2018).

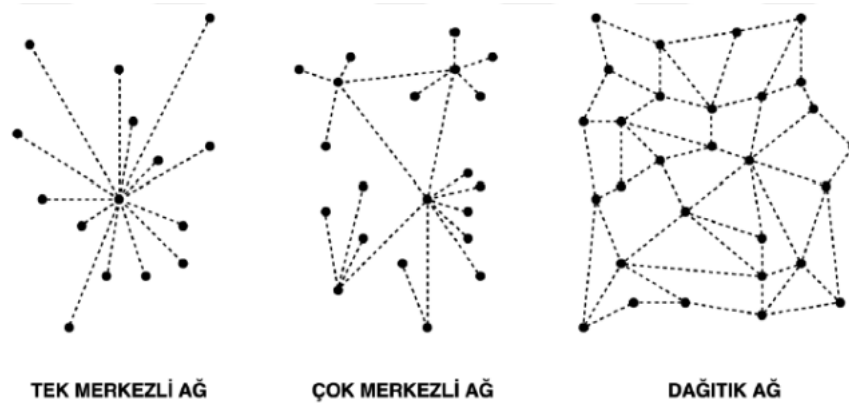
Blok Zinciri kavramından ilk olarak gerçek kimliği ve bir kişi mi veya bir ekip mi oldukları bilinmeyen Satoshi Nakamoto isimli kişi veya kişiler tarafından 31.10.2008 tarihinde yayımlanan "Bitcoin" başlıklı makalede bahsedilmiştir. Blockchain kriptografik formüller kullanılarak şifrelenmiş ve birbiri ardına değiştirilemez şekilde sıralanmış bir dizi veri bloğunu ifade eder. Bitcoin bu bağlamda Blockchain teknolojisi kullanılarak yapılmış ilk uygulamadır. Fakat Blockchain teknolojisinin uygulanabileceği alanlar Bitcoin gibi kripto paralar ile sınırlı değildir (Nakamoto, 2008).

Satoshi Nakamoto'ya göre Blockchain bir dağıtık veri ağıdır ve bu veri yapısında gerçekleşen her işlem ağdaki katılımcılar tarafından kaydedilip açık bir şekilde paylaşılır (Nakamoto, 2008). Karaarslan ve Akbaş (2017)'a göre Blockchain yapılan işlemlerin zamana göre sıralanarak değiştirilemeyecek bir liste şeklinde tutulduğu bir veri yapısı ve kayıt defteridir. Glaser (2017)'e göre Blockchain merkezi veya aracı bir otoriteye ihtiyaç duymayan, varlık kayıtlarının kamuya açık şekilde farklı isimlerle kaydedilen ve bunları katılımcıları arasında paylaşılan bir veri yapısıdır. Zheng, Xie, Dai, Chen ve Wang (2017)'a göre Blockchain, yapılan

işlemlerin onaylanıp bloklara kaydedildiği ve yeni bloklar eklendikçe sıralı blok listesi halinde büyüyen bir veri defteridir. Ayberkin, Beştaş ve Özen (2018)'e göre Blockchain farklı bağımsız katılımcıların bir ağ üzerinde sayısallaştırılmış bilgileri kaydettiği ve kayıt edilen bilgilerin diğer bağımsız katılımcılar ile de paylaşılarak şeffaf ve doğrulanabilir olmasını sağlayan bir veri tabanı yapısıdır. Sonuç olarak Blockchain için “merkezi olmayan dağıtık yapıdaki bağımsız ve anonim katılımcılardan oluşan bir ağ üzerinde belli bir mutabakat mekanizması dahilinde gerçekleşen işlemlerin zamana göre sıralı bloklar halinde kaydedildiği, kriptografik algoritmalar kullanan bir veri tabanı sistemidir” denilebilir.

Blockchain teknolojisini anlamak için veri tabanı sistemlerini anlamak gerekir. Zira Blockchain esasında dağıtık bir veri tabanı sistemi şeklinde çalışır. Üç tür veri tabanı sistemi olduğundan söz edilebilir. Bunlar; tek merkezli ağ, çok merkezli ağ ve dağıtık ağdır.

Tek merkezli ağlarda verinin saklandığı bir merkez sunucu ve buna bağlı istemciler olur. İstemciler hizmet alan kişi konumundadır ve hizmeti veren kuruluş istemcilere ait bilgileri kendi merkezi sunucusunda saklamaktadır (Bilgetay, 2019). Çok merkezli ağlarda ise ağdaki katılımcılar hem hizmet alan istemci konumunda hem de hizmet veren merkez sunucu konumunda olabilir. Bu ağ yapısında veri bir veya birden fazla aktif sunucuda olup bu sunucu bilgileri ana merkez sunucularda saklanır. İstemciler tek bir ana merkezden veriye ulaşmak yerine o an aktif olan farklı sunuculardan hizmet alabilirler (Aldemir, 2018).



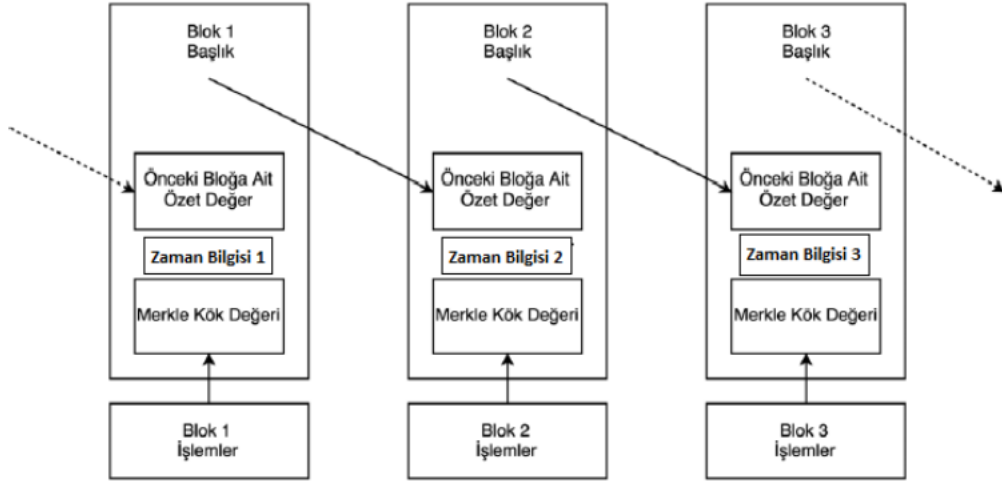
Şekil 1. Ağ Yapısı Çeşitleri

Kaynak: Usta ve Doğantekin, 2017

Dağıtık ağlar Şekil 1’de görüldüğü gibi bir yapıdadır ve birden fazla bağımsız sunucunun birbiriyle koordineli şekilde çalıştığı, ağdaki tüm verinin tüm sunucularda saklandığı ve son kullanıcıların bunu tek bir mantıksal sonuç olarak görebileceği bir ağ yapısıdır (Steen ve Tanenbaum, 2013).

Blockchain üzerinde gerçekleşen işlemlere ait veriler kriptografik olarak şifrelenir ve birbirine zaman sırasına göre bağlanmış olan sonsuz veri blokları halinde ağda sunucu görevi gören tüm düğümler tarafından saklanır. Blockchain ağı “Genesis (yaratılış)” adı verilen ilk blok ile başlar ve sonra gelen her blok kendinden önceki bloğun kriptografik olarak özetlenmiş değerini taşır. Böylece her blok kendinden önceki bloğa bağlanırken aynı zamanda kendinden sonra gelecek olan bloğa da işaretlenir. Genesis Blok bir Blok Zinciri’ndeki ilk blok olduğu için kendinden önceki bloğa ait özet değeri taşımayan tek bloktur.

Çizelge 1. Blockchain’in Blok Yapısı



Kaynak: Usta ve Doğantekin, 2017

Bloklar temelde blok içerisindeki işlem verilerini ve bloktaki veri bütünlüğünü kontrol etmek amaçlı oluşturulan blok başlığını içerir. Şekilde görüldüğü üzere her blok başlığı içerisinde zaman bilgisi, Merkle Kök Değeri ve önceki bloğa ait özet değeri taşır. Merkle Kök Değeri bloğa kaydedilen her işlem verisinin sıralı çiftler halinde ayrılarak kademeli şekilde özetleme fonksiyonu uygulandığında elde edilen nihai sonuçtur (Usta ve Doğantekin, 2017; Güleç, 2018).

Blockchain’in insanlara sunduğu en önemli avantajı; temelde yapısı itibari ile para, ürün, hizmet transferi işlemlerinin güvenli bir şekilde gerçekleşmesi için

üçüncü bir doğrulayıcıya veya merkezi otoriteye ihtiyaç duymamasıdır. Blockchain ile oluşturulan, kriptografiye dayanan doğrulama protokolü ile işlemler kamuya açık şekilde şeffaf ve değiştirilemez bir yapıda paylaşılır. Katılımcı bilgilerinin şifrelenerek anonim şekilde tutulabildiği Blockchain ağında bireyler ilk oluşturulan bloktan itibaren tüm veri tabanı geçmişine erişebilir. Böylece insanlara işlemlerin gerçekliğini kendilerinin de kontrol edebileceği sonsuz bloktan oluşan bir ağ yapısı sunulmuş olur.

Blockchain'in mutabakat yapısı sebebi ile tüm blokların sıralı ve kriptografik olarak birbirine zincir şeklinde bağlanmış olması sayesinde gerçekleşen işlemlere dair kayıtların yeniden değiştirilmesi olanaksızdır. Zira bu durumda değiştirilen bloktan sonra gelen tüm blokların değiştirilmesi gerekecektir. Bu durum teorik olarak mümkün gözükse de, blok üretiminin durmaksızın devam etmesi ve ağda binlerce hatta milyonlarca sunucu görevi gören düğümlerin orijinal blok verisini tutması sebebiyle pratikte imkânsıza yakındır.

2.5.1. Hash Kavramı

Hash (Özet) fonksiyonları matematiksel algoritmalar kullanarak değişken uzunluktaki girdilerden sabit uzunlukta çıktılar elde etmek için kullanılırlar. Temelindeki matematiksel algoritmalarla göre MD, SHA1, SHA-256, SHA-3, vb. gibi farklılaştırılmış özet fonksiyonları mevcuttur. Özet fonksiyonları dijital imzalama ve veri doğruluğunun kanıtlanması amacıyla kullanılırlar. Girdi verisinin uzunluğu fark etmeksizin özetleme işlemi sonucunda sabit uzunlukta sıkıştırılmış bir çıktı ortaya çıkar (Çoban, 2018)

Özetleme algoritmalarına örnek olarak ABD Ulusal Güvenlik Ajansı (NSA) tarafından geliştirilmiş ve açık kaynak kodlu olarak paylaşılmış SHA-256 özetleme algoritmasında girilen verinin uzunluğundan bağımsız şekilde 256 bit özet çıktı elde edilir. Üçüncü kişiler alınan çıktıdaki karmaşık sayı ve karakterlerden oluşan veri özetine bakarak orijinal veriye dair tutarlı bir çıkarımda bulunamaz (Çarkacıoğlu, 2016).

Çizelge 2. Örnek SHA-256 veri özetleme sonucu

Veri Girdisi	ÖZET ÇIKTISI
Eren BAKIR	2948ffd186d5ee78728554ff28856ed390fe331fdebf7d82592a0b5d74ddcbe3
Eren BAKIR.	f239540d81b745dc9829aab3e973a83f1963c052ff88c8d008e5c8b12a6f1d3f
Eren Bakır	42e4827ee3211a98f89a68b628e6a03881ca640fc4f56283425359f34266a084

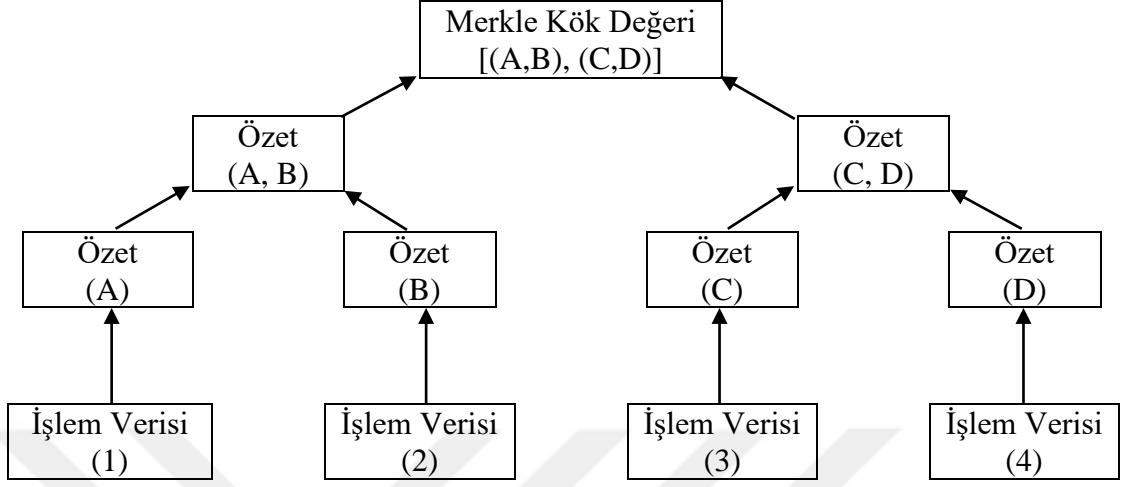
Yukarıdaki çizelgede görüldüğü üzere girdi olarak kullanılan verideki bir nokta kadarlık değişim veyahut harf boyutlarındaki değişim bile özet çıktısını tamamen değiştirecektir. Buna rağmen elde edilen çıktıdaki özet verinin uzunluğu sabittir ve hiçbir zaman değişmez. Bu özetleme işlemi tek yönlü olduğu için aynı veri girdisi ile her defasında aynı özet çıktısına ulaşılabilirken, özet çıktısı ile hiçbir şekilde başlangıçtaki veri girdisine ulaşamaz.

Özetleme sonucunda elde edilen çıktı her zaman sabit uzunlukta olduğundan teorik olarak farklı veriler için elde edilen çıktıların çakışması ihtimali mevcuttur. Fakat SHA-256 özetleme algoritması ile elde edilen çıktı kümesinde yani yaklaşık olarak 2^{256} farklı değer olabilir. Görünür evrendeki atom sayısının civarında olduğu düşünülünce bu çakışma ihtimalinin imkânsıza yakın zorlukta olduğu söylenebilir (Çoban, 2018).

2.5.2. Merkle Ağacı

Blockchain ağında yapılan işlemlerin kaydedildiği her blok çeşitli bilgiler taşır. Bu bilgilerden biri de Merkle Kök Değeri'dir. Ralph C. Merkle isimli bilgisayar bilimcisi 1979 yılında yaptığı patent başvurusuyla Merkle Ağacı yapısını kendi adına tescillemiştir (Merkle, 1982). Merkle Ağacı uç değerlerden kök değere doğru giden bir ağaç yapısıdır. En uç değerlerde, yapılan işlemlere ait hash (özet) değerleri bulunur. Bu şekilde her kademedeki değerler çiftler halinde ayrılarak, her çift bir hash fonksiyonuna tabi tutulduktan sonra elde edilen özet değer bir üst kademeye yazılır. Daha sonra bu özet değerler de çiftler halinde hash fonksiyonundan

geçirilerek oluşan yeni özet değer yine aynı şekilde bir üst kademeye yazılır. Böylece oluşturulan ağacın en üst noktasındaki özet değere “Merkle Kökü” denir (Çetin ve Aydar, 2019; Aydın ve Yükçü, 2020).



Şekil 2. Merkle Ağacı Yapısı

Merkle Ağacı büyük veri kümelerini hash fonksiyonuna tabi tutarak veri orijinalliğinin kolayca doğrulanabileceği daha küçük boyutlara indirgemek için kullanılan bir veri yapısıdır. Yukarıdaki çizelgede de görüldüğü üzere; Merkle Ağacı veri çiftlerinin özetlerinin birleştirilerek kademe kademe yinelemeli olarak alınması sonucunda en son işlemde tek bir özet değerinin ortaya çıktığı bir yapıdır. Merkle Ağacı bir veri kümesinde herhangi bir değişiklik olup olmadığını kolayca tespit edebilme açısından avantajlıdır. Hash fonksiyonuna tabi tutulan verilerdeki herhangi bir noktada en ufak bir değişiklik yapılması durumunda kök değeri de tamamen değişmiş olacaktır.

Bir Merkle Ağacı oluşturmak için başta çift sayıda veri özeti gerekir. Fakat veri özeti adetinin tek sayıda olması durumunda da yine özet veriler çiftler halinde ayrılır ve en son tek kalan özet veri iki kere yazılarak kendi ile eşleştirilip özet değeri alınır (Balcısoy, 2017).

2.5.3. Dijital İmzalar

Dijital imzalar gerçek hayattaki imzalara benzer şekildedir, yani bir kişiye ait olan imza sadece o kişi tarafından kullanılabilir ve imzalanmış bir işlemin o kişi tarafından yapıldığının bir göstergesi olarak kullanılır. Blockchain üzerinde bir kişi

bir başka kişiye veri transferi (Bitcoin Blockchain için; Bitcoin transferi) yaparken bu işlemi kendisine ait olan dijital imzasıyla imzalar. Herkes birden fazla dijital imza yaratabilir ve bu dijital imzaların sahiplik bilgisi başka insanlarla paylaşılmadığı sürece anonim olarak kalır. Bu yönüyle kamuya açık bir kayıt defteri olan Blockchain ağına kaydedilen tüm işlemlerin gerçekliği doğrulanabilir fakat işlem sahibinin gerçek kimlik bilgisi doğrulanamaz (Ünsal ve Kocaoğlu, 2018).

Dijital imzalar private (gizli/özel) ve public (açık) anahtar ikilisi şeklinde çalışan kriptografik bir şifreleme yöntemidir. Bireyler dijital imza için bu iki anahtara da sahip olmalıdır. Ağ üzerinde transfer edilecek olan bir veri gizli anahtar ile şifrelenir ve sadece şifreleyen kişiye ait olan açık anahtar ile çözülebilir. Bireyler gizli anahtarlarını kimseyle paylaşmamalı ve saklı tutmalıdır. Açık anahtarlar ise başka kişilerle paylaşılabilir. Açık anahtarlar gizli anahtarlardan eliptik eğri çarpım (elliptic curve multiplication) yönetimiyle elde edilir ve bu tek yönlü bir işlemdir. Yani gizli anahtardan açık anahtarlar bu yöntem ile elde edilebiliyorken, açık anahtarlar ile gizli anahtarları bulmak mümkün değildir (Antonopoulos, 2014).



Şekil 3. Blockchain Üzerindeki Veri Transfer Süreci

Kaynak: Taş ve Kiani, 2018

Şekil 2’de görüldüğü gibi Blockchain ağında bir veri transferi yapılırken süreç şu şekilde işler: gönderilecek verinin önce özeti çıkartılır. Özet veri göndericinin gizli anahtarı ile imzalanır ve verinin orijinali ile birlikte imzalanmış yani şifrelenmiş özet veri alıcıya gönderilir.



Şekil 4. Blockchain Üzerindeki Veri Transferinin Doğrulama Süreci

Kaynak: Taş ve Kiani, 2018

Alıcı taraf özet veriyi gönderen kişinin açık anahtarı ile birlikte çözümler. Bununla birlikte alıcı taraf edindiği orijinal veriye de özetleme işlemi uygular. Çözümleme sonucunda elde edilen veri özeti, özetleme ile elde edilen veri özetiyle aynı ise bu verinin gönderici tarafından imzalandığı ve değiştirilmediği kesinleşmiş olur. Zira mesajda en ufak bir değişiklik yapıldıysa dahi çözümlenen imzalanmış veri özeti ile orijinal veriden alınan veri özeti uyuşmayacaktır. Bu şekilde doğrulanan işlemler Blockchain ağına yayılır ve işlemin gerçekleştiği bloğa kaydedilir (Çarkacıoğlu, 2016; Tanrıverdi, Uysal ve Üstündağ, 2019).

2.5.4. Node Kavramı

Ağa katılan kullanıcılar birbiriyle bir şekilde iletişim kurduğu için her kullanıcı “node (düğüm)” olarak tanımlanırken, Blockchain ağının başlangıçtan bu yana olan tüm verisini veyahut kısaltılmış bir kopyasını tutup gerekli güvenlik kontrollerini yaparak yeni blokları zincire ekleyen kullanıcılara ise “full node (tam düğüm)” adı verilir.

Başlı başına tam düğüm olmanın kullanıcı için herhangi bir getirisi yoktur. Fakat tam düğümler Blockchain ekosistemi için vazgeçilmez unsurlardan biridir. Tam düğümler Blockchain ağının sahip olduğu mutabakata uygun şekilde yeni bir blok yaratıldığında birbirleri ile iletişime geçerek geçmiş verileri de inceleyip güvenlik kontrollerini yerine getirir ve yayımlanan yeni blokları doğrularlar.

Bunun yanında tam düğümler “mining (madencilik)” yaparak blokların yaratılmasına yardımcı olabilir ve getiri elde edebilirler. Bu getiri ağa göre

değişmekle beraber Bitcoin Blockchain'i için ödül olarak verilen Bitcoin'lerdir. Bitcoin Blockchain ağında her yeni blok yaratıldığında, buna madencilik işlemi yaparak aracılık eden düğümlere yeni Bitcoin'ler ödül olarak verilir. Madencilik işlemi Blockchain ağında uygulanan protokole göre güçlü bilgisayar donanımları gerektirebilir.

Tam düğümlerin önemli özelliklerinden biri kimseye güvenmelerinin gerekmemesidir. Tam düğümler aralarında sahte bir işlemi onaylamaya ya da yanlış bir bilgiyi yaymaya çalışan diğer düğümleri hemen tespit eder ve bunlarla iletişimini kesip Blockchain ağından çıkarabilir. Tam düğümler her zaman bir diğerinin verdiği bilgiye güvenmez ve gerekli kontrollerini yapar. Bu da Blockchain ağı için güvenlik unsuruna katkı sağlar (http-15).

Bu çalışmanın yapıldığı sırada Bitcoin Blockchain ağında mevcut olan tam 10.216 düğüm mevcuttur (http-4).

2.5.5. Mining Kavramı

Mining (madencilik) işlemi yapan düğümler Blockchain ağında yeni bir işlem meydana geldiğinde bir dizi protokolleri yerine getirip bu işlemleri onaylar ve bloklar halinde kaydederler (Hoş, 2019). Bu işleme "blok kazma" işlemi de denebilir.

Yeni bir tam düğüm Blockchain ağına katıldığında diğer düğümlerden geçmiş blokların verisini talep eder ve kendi cihazına indirir. Bu noktada bazı tam düğümler madenci sıfatıyla farklı görevleri de üstlenebilirler. Madenciler bir işlem gerçekleştiğinde bunların doğruluğunu soruşturur ve Blockchain ağındaki mutabakat sistemi dahilinde blok üretimini gerçekleştirip, yapılan işlemleri bu bloklarda bir araya getirerek kaydederler. Üretilen bu bloklar diğer düğümlerin de onayına sunulur.

Bazı durumlarda madenciler Blockchain ağının mutabakat sistemine uygun şekilde geçerli bir bloğu aynı anda üretebilirler. Böylece ağ üzerinde birbirine denk iki blok oluşmuş olur. Bu noktada Blok Zinciri'nin ikiye bölünmesiyle beraber madenciler bir sonraki bloğu kazmaya devam ederler ve hangi blok üzerinden bir sonraki bloğa geçildiyse o blok üzerinden zincire devam edilir. Boşta kalan bloğa

“orphan block (yetim blok)” adı verilir ve o bloğu kazan madenciler geçerli seçilen bloktaki zincire dönerek işlemlerine devam ederler (http-15).

Madencilik işlemi Blockchain ağındaki mutabakat sistemine göre farklılık gösterebilir. Genellikle “Madenci” olarak isimlendirilen tam düğümler “Proof of Work (İş Kanıtı)” sistemi dahilinde çalışan düğümlerdir.

2.5.5.1. Proof of Work (İş Kanıtı) Sistemi

Blockchain ağlarında madencilerin yaptıkları işlemleri ağa kanıtlama gerekliliğinden doğan madencilik yöntemine “Proof of Work (İş Kanıtı)” denmektedir. Yeni bir blok üretildiğinde bu bloğun ağdaki diğer düğümler tarafından kabul edilmesi için gerekli olan husus iş kanıtı içermesidir. İş kanıtı oluşturmak için madenciler çeşitli matematiksel formüllere dayalı doğru bir sayısal değer yakalamaya çalışırlar. Bu değeri yakalamaya çalışırken deneme yanılma yöntemi kullanılmakta, doğru değer yakalandığında ise blok üretimi gerçekleşmektedir. (Hoş, 2019).

İş kanıtı protokolü sürecine örnek olarak; en çok bilinen Blockchain ağlarından biri olan Bitcoin Blockchain ağında yeni bir transfer başlatıldığında bu mesaj tüm düğümlere iletilir ve madenciler işlemleri onaylayıp bloğa kaydetmek için matematiksel formüllere dayalı bir tür problem çözmeye başlarlar. Bu problemi çözme olasılığı madencilerin bilgisayar donanımlarının gücü ile doğru orantıdadır. Problemi çözerek bloğu üreten ve zincire dahil eden ilk madenci yaptığı bu matematiksel işlemler için ödül olarak Bitcoin elde eder ve böylece yeni Bitcoin üretimi gerçekleşmiş olur (Khalilov, Gündebahar ve Kurtulmuşlar, 2017).

Ağ üzerindeki madencilerin sayısı arttıkça veyahut kullandıkları bilgisayar donanımları güçlendikçe bu matematiksel problemin çözülme olasılığı da aynı şekilde artacaktır. Bu duruma hesaplama gücü denir. Ağ üzerindeki madencilerin hesaplama gücündeki artıştan kaynaklı olarak blok üretimindeki matematiksel problemlerin çözülme süresi kısılacağı için bu problemlere dair dinamik bir zorluk derecesi getirilmiştir. Zira Bitcoin ağındaki her blok üretimi için hedeflenen süre 10 dakika olup, bu süreyi tutturmak için ağdaki hesaplama gücüne oranla problemlerin zorluk derecesi sürekli olarak değişmektedir.

Bitcoin Blockchain ağında önceleri madenci sayısı görece çok az olması ve haliyle hesaplama gücünün düşük olması sebebiyle blok kazma işlemi çok güçlü bilgisayar donanımları gerektirmiyordu. Önceleri insanlar CPU (işlemci) ile madencilik yapabiliyorken günümüzdeki hesaplama gücü ve zorluk derecesindeki artış sebebiyle CPU ile madencilik işlemi verimsizleşmiştir. CPU madenciliği kazanılan blok ödülüne karşılık çok yüksek elektrik harcaması ve düşük hesaplama gücü sağlaması sebebiyle çok az kazanç getirmekte ve hatta madenciye zarar ettirebilmektedir. Bu yüzden madenciler GPU (ekran kartı) kullanarak ve ASIC cihazlar ile madencilik yapmaya başladılar. Zira GPU ve sırf bu işlem için üretilen ASIC cihazları kullanmak yüksek hesaplama gücü verirken, CPU madenciliğine oranla daha az elektrik harcamaktadır. Öte yandan bu yöntemlere alternatif olarak bulut sunucular aracılığıyla da madencilik yapma gibi sistemler de kullanılmaya başlanmıştır (Şahin, 2018).

Proof of Work (İş Kanıtı) yönteminin en büyük dezavantajı çok fazla enerji harcanmasına sebebiyet vermesidir. Blok üretimindeki ödülleri elde etmek isteyen madenciler zaman içerisinde daha yüksek hesaplama gücüne ulaşmak amacıyla daha güçlü bilgisayar donanımları kullanarak aynı oranda artan miktarda elektrik tüketmeye başladılar. Hatta bu durum kimi yatırımcılar tarafından bir fırsat olarak görüldü ve içerisi bu işlem için kullanılan cihazlarla doldurulmuş madencilik tesisleri kuruldu. Durum böyle olunca bireysel şekilde düşük hesaplama gücüyle madenciliğin çok zor hale gelmesi “Madenci Havuzları” yaratılmasını sağladı. Bu havuzlarda madencilerin hesaplama güçleri yeni blok üretimi için bir arada kullanılmakta ve elde edilen ödüller, blok üretimine yapılan katkı oranında havuza dahil olan madencilere dağıtılmaktadır.

2.5.5.2. Proof of Stake (Pay Kanıtı) Sistemi

Proof of Stake (Pay Kanıtı) sistemi Proof of Work (İş Kanıtı) sistemine göre enerji tasarrufu sağlayan bir sistemdir. Zira Pay Kanıtı sisteminde madenciler yüksek hesaplama gücü elde etmek yerine sahip olduğu para miktarını kanıtlamak zorundadır. Bu şekilde blok içerisinde yapılmış işlemlerden doğan transfer ücretleri payın sahipliğini kanıtlayan madenciye ödenir. Bu sistemde yeni para üretilmez. Para biriminin ilk dağılımı genellikle Proof of Work (İş Kanıtı) madenciliği kullanıldığı

dönemlerden elde edilmiştir. Zira çoğunlukla blok zincirleri en başta İş Kanıtı sistemi ile başlayıp, daha sonra Pay Kanıtı sistemine dönüşürler (Vasin, 2014). Bunun haricinde en başta direkt olarak Pay Kanıtı ile başlayan blok zincirlerinde para miktarları kişilere önceden dağıtılmış olur. Bu dağıtma işlemi başka bir para birimi ile yatırım karşılığında ya da karşılıksız şekilde yapılmış olabilir.

Bir sonraki bloğu üretecek olan madenci sistem tarafından bazı kriterler dahilinde rastlantısal olarak seçilir. Seçimin yapılmasında farklı yöntemler kullanılabilir. Bu seçim çoğunlukla sahip olunan payların miktarına göre rastlantısal olarak yapılır. Bu yöntemde payları yüksek olan madencilerin seçilme şansı diğer madencilere göre daha yüksektir. Bir diğer yöntem olarak Proof of Work sistemine benzer şekilde madencilerden bir problem çözmesi istenebilir. Fakat yüksek pay sahibi olan madencilere daha kolay, düşük pay sahibi olan madencilere ise daha zor çözümü olan bir problem sunularak zorluk derecesinde farklılaştırma yapılabilir (Usta ve Doğantekin, 2017)

Sistemin en çok paya sahip olan madencilere ezici bir avantaj sağlamaması için blok üretimindeki madenci seçim sürecine birtakım farklı yöntemler de eklenebilmektedir. Örnek olarak sahip olunan para biriminin yaşına göre seçim yapılan yöntemde, paranın ilk edinildiği tarihten bloğun üretileceği ana kadar geçen gün sayısının para miktarı ile çarpımı hesaplanır. Bu şekilde seçilen bir madenci blok üretimini gerçekleştirdikten sonra, madencinin sahip olduğu paranın yaşı sıfırlanır. Böylelikle yüksek paya sahip olan madencilerin Blockchain ağında üstünlük kurmalarının önüne geçilmiş olur.

2.5.6. Halving Kavramı

Kimi Blockchain ağlarında “Halving (Yarılanma)” gibi uygulamalara rastlamak mümkündür. Madenciler sahip oldukları bilgisayar donanımlarının hesaplama güçlerini kullanarak bir tür matematiksel problemi çözmeyi çalışırlar. Bu problem sonucunda sistemin uygun gördüğü değeri bulan madenci bloğu üretmiş olur ve karşılığında sistem tarafından belli bir miktar ilgili kripto para ile ödüllendirilir. Blockchain ağının başlangıcından itibaren belli bir sayıda blok üretimi gerçekleştiğinde sistem bu ödül miktarını yarı yarıya düşürür.

En bilinen Halving uygulamasına örnek olarak Bitcoin Blok Zinciri'nde her 210.000 blok üretildiğinde sistem ödül olarak verilen Bitcoin miktarını yarı yarıya düşürür. Başlangıçta her blok üretimi için madencilere 50 Bitcoin ödül veriliyorken 28.11.2012 tarihinde bu miktar yarılanıp 25 Bitcoin'e düşürülmüştür. İkinci bir yarılanma işlemi 09.07.2016 tarihinde gerçekleşmiş olup ödül olarak verilen miktar 12,5 Bitcoin'e düşürülmüştür. Üçüncü yarılanma işlemi ise 11.05.2020 tarihinde gerçekleşerek blok başına madencilere verilen ödül miktarı 6,25 Bitcoin'e düşürülmüştür.

Yarılanma işlemi sisteme bazı yararlar sağlamaktadır. Yarılanma ile sistemdeki kripto para arzının kademeli olarak azaltılması sayesinde enflasyon açısından bir kontrol mekanizması oluşacağı varsayılır (Ünalın, 2019). Öte yandan ödül miktarının yaklaşık 4 yılda bir azalması sebebiyle sisteme erken katılan madenciler kendinden çok sonra katılan madencilerden daha fazla ödüllendirilmiş olurlar. Bu yönüyle ilk başlarda madenciler için teşvik edici bir özelliktir.

2.5.7. Network Çatallanma Türleri

Dağıtık ağ sistemleri doğası gereği ağa yeni bir veri ekleneceği zaman ağa dahil olan node'lar (düğümler) tarafından bir mutabakat dahilinde işlemleri onaylama süreci başlatılır. Bir dağıtık ağ sistemi olan Blockchain'de bu işlem verileri bloklar halinde kaydedilerek ağ üzerinde yayımlanır. Bazı durumlarda farklı node'lar tarafından ağın mutabakat sistemine uygun iki farklı blok neredeyse aynı anda üretilir ve ağa eklenir. Bu durum ağ üzerinde bir nevi iki farklı zincirin olduğu tutarsız bir duruma yol açar. Böyle durumlar Türkçe'ye "çatallanma" olarak çevirebileceğimiz "fork" şeklinde adlandırılmaktadır. Bu şekilde doğal çatallanmalar ile iki farklı zincir oluştuğunda "en uzun zincir kuralı" uygulanır. Bu kural, hangi zincirin geçerli olacağına belirlenmesi için bir sonraki bloğun hangi zincirde daha önce üretilceğinin beklenmesi anlamına gelmektedir. Blockchain üzerindeki node'ların bir sonraki blok üretimi için fikir birliğine varmasıyla, yeni bloğun eklendiği zincir takip edilir. Önceki blokta çatallanma sonucu oluşan zincir, en uzun zincirin takip edilmesi sayesinde geçersiz kabul edilerek terkedilir (Atik ve Gerro, 2018; Vujičić, Jagodić ve Randić, 2018; Webb, 2018).

Blockchain ağlarının mutabakat sistemi dahilinde ağa eklenecek blokların şartları önceden belirlenmiştir. Ağ katılımcıları mutabakat sisteminde güncellemeler yaparak sistemin işleyişini iyileştirmeye çalışabilir. Yeni güncellemeler oylamaya açılır ve bunu kabul eden node'lar ile etmeyen node'lar ayrı şekillerde çalışabilirler. Bu tür durumlarda sistem güncellemeleri ile oluşan çatallanmalar, türüne bağlı olarak "Soft Fork (Yumuşak Çatallanma)" veya "Hard Fork (Sert Çatallanma)" şeklinde adlandırılırlar (Atik ve Gerro, 2018).

2.5.7.1. Softfork (Yumuşak Çatallanma)

Blockchain ağına dahil olan node'lar arasından çoğunluğu oluşturan bir kısım node, sistem güncellemesi ile yeni kurallar dizisini kabul edebilir. Güncelleme ile gelen kurallar önceki sistem sürümüyle uyumlu olduğu takdirde bu "Soft Fork" yani "Yumuşak Çatallanma" olarak adlandırılır. Soft Fork gerçekleştiğinde güncellenmemiş node'lar yeni kurallara uyduğu takdirde ağa blok ekleyebilirler. Fakat yeni kurallarla örtüşmeyen bir blok eklemek istediklerinde bu işlem güncelleme yapmış node'lar tarafından reddedilecektir. Örneğin blok boyutunun 2 MB'a kadar olmasını kabul eden bir Blockchain ağında bu blok büyüklüğünü 1 MB'a kadar olacak şekilde güncelleyen bir Soft Fork durumunda; güncelleme yapmayan node'lar 1 MB'a kadar olan blokları ağa eklemeye devam edebileceklerdir. Fakat 2 MB'lık bir blok eklemek istediklerinde bu işlem güncelleme yapmış node'lar tarafından reddedilecektir. Aynı şekilde 1 MB'lık blokları eklemek isteyen node'lar, güncelleme yapmamış node'lar için 2 MB'lık sınır içerisinde yanlış bir işlem yapmadıklarından bu bloklar reddedilmeyecektir.

Soft Fork durumunda ağdaki tüm node'ların aynı anda güncelleme yapmasına gerek yoktur. Kademeli şekilde node'lar zamanla güncellenerek tek bir zincir üzerinde çalışabilirler. Ayrıca Soft Fork durumunda güncellenmemiş node'lar tarafından yeni sisteme aykırı olarak eklenen bloklar, güncellenmiş olan node'lar tarafından reddedileceği için bu durum her node'un güncelleme yapmasını teşvik edici bir unsur oluşturur (Lin ve Liao, 2017).

2.5.7.2. Hardfork (Sert Çatallanma)

Blockchain üzerinde yapılan sistem güncellemesi önceki kurallar dizisi ile uyumlu olmadığı takdirde güncelleme yapmayan node'lar ile güncelleme yapan node'ların bir şekilde fikir birliğine varamaması sebebiyle iki farklı zincir oluşur. Örneğin blok boyutunun 3 MB'a kadar olması gerektiğini kabul eden bir Blockchain ağında bu rakam 4 MB'a kadar çıkarıldığında; güncelleme yapmamış node'lar 3 MB üzerindeki blokları kabul etmeyeceklerdir. Bu yüzden güncelleme yapmış node'lar 4 MB'lık yeni blokları farklı bir zincir üzerinde eklemeye devam edeceklerdir.

Hard Fork şeklinde gerçekleşen çatallanmalarda güncelleme yapan node'lar ağ üzerindeki çoğunluğu oluştursa dahi güncelleme yapmamış node'lar önceki zinciri korumaya devam edecektir. Bu sebeple node'lar çatallanma ile iki farklı Blockchain ağı oluşturarak kendi sistemlerine göre blokları eklemeye devam ederler. Bu durumda çatallanmadan önceki tüm geçmiş veri iki zincirde de aynı olacaktır fakat çatallanma sonrası tamamen farklı bloklar olacaktır.

Hard Fork'lar bir Blockchain ağı üzerinde fikir birliğini oluşturmanın ne denli zor olduğunu gösteren bir durumdur. Aslında bu tür çatallanmalar, kuralları önceden belirlenmiş ve değiştirilemez olan bu teknolojinin katılımcılar istediği takdirde nasıl değiştirilebileceğini göstermektedir. Bu yönüyle korkutucu görünebilir fakat bir yandan da rekabeti teşvik eden bir unsurdur. Hard Fork ile yeni bir zincir oluşturulduğunda ağ üzerindeki tüm geçmiş veri yeni zincire kopyalanacağı için bir coin'e sahip olan herkes, diğer zincirdeki aynı oranda üretilmiş coin'lerden de elde etmiş olur. Fakat yeni eklenen bloklar ile bu iki zincir ve sahip olunan coin'ler tamamen farklılaşır. Bitcoin ve Bitcoin Cash çatallanması bu duruma örnek gösterilebilir (Golosova ve Romanovs, 2018; Lin ve Liao, 2017; Webb, 2018).

2.5.8. Akıllı Kontratlar (Smart Contract)

Akıllı kontratlar, bir sözleşmenin şartlarını kolaylaştırmak, yürütmek ve otomatik olarak uygulamak için Blockchain üzerinde çalıştırılabilen kodlardır. Akıllı kontratların ya da diğer bir deyişle akıllı sözleşmelerin temel amacı, belirtilen koşullar yerine getirildikten sonra otomatik olarak sözleşme şartlarını yerine getirmektir (Buterin, 2013).

Blockchain üzerinde kurulmuş olup bu teknolojinin sunduğu güvenilirlik, gizlilik, kolaylık gibi özellikleri taşıyan ve bununla birlikte arzuya göre kuralları, şartları kodlanabilen akıllı sözleşmeler; iki taraf arasında yükümlülüklerin belirlendiği ve tarafların bu yükümlülükleri yerine getirmesi halinde karşılıklı olarak otomatik sonuçlandırılan anlaşmalar yapılabilmesini sağlarlar. Akıllı kontratlar tarafların arzusuna göre belirlediği şartların yerine gelmesi halinde kendi kendisini otomatik olarak gerçekleştiren kontratlardır. (Franco, 2015; http-21).

Akıllı kontratlar geleneksel sözleşmelerin aksine işlemlerin yürütülmesi hususunda insan kaynağına daha az ihtiyaç duyar. Zira şartların ve hükümlerin en başta belirlendiği ve Blockchain ağı üzerinde kodlandığı akıllı sözleşmeler, otomatik olarak çalışmaktadır. Akıllı sözleşmeler bu yapısı sayesinde aracı kurumlara olan ihtiyacı, sözleşmenin değiştirilme veya hükümlerinin yerine getirilmeme risklerini ve maliyeti oldukça azaltmaktadır.

Akıllı kontratlar tarafların yapacakları işlemlere dair sözleşme şartları üzerinde anlaşmalarından sonra imzalanarak Blockchain ağına yeni bir blok olarak eklenirler. Taraflarca belirlenmiş olan şartlar yerine getirildiğinde tanımlanmış olan şekilde kontrat sonuçlandırılır. Örneğin X ve Y taraflarının bir dış ticaret işlemi yaptığını varsaydığımız bir senaryoda; X tarafının ihraç ettiği malların Y tarafının limanına ulaşmasının akabinde akıllı kontrat devreye girer ve sözleşme hükümlerine göre malların teslim tarihinde, niteliğinde ve miktarında bir sorun olmaması halinde X tarafına ödemeyi gerçekleştirir. Aynı şekilde bir mülkün tapu satışını yapacak olan iki taraf arasında düzenlenmiş bir akıllı kontratın, ödemenin yapılmasının akabinde tapunun devrini gerçekleştirmesi sağlanabilir. Böylece art niyetli kişilerin yaratabileceği ödeme risklerinden de korunmuş olunur.

Kripto paralar için Blockchain teknolojisinin ilk yenilikçi ürünleri olduğu söylenebilir. Bu teknoloji akıllı kontratlar ile beraber bir sonraki evreye taşındı. Bu bağlamda Swan (2015)'ın 3 ana evre şeklinde tanımladığı Blockchain teknolojisinin ilk evresi olan Blockchain 1.0; dijital ödeme, nakit transferi vb. gibi konularda alternatif sunan kripto para birimlerini ifade eder. Blockchain 2.0 ise kripto paralar kullanarak ödeme işlemleri yapmanın ötesinde hisse senedi, tahvil, bono, kredi, akıllı sözleşmeler vb. hususlarda araçları ortadan kaldıran özelliklerdeki uygulamalardır. Devlet hizmetleri, sağlık, bilim, sanat, kültür gibi günlük yaşamın

birçok noktasına dokunan uygulamalar ise Blockchain 3.0'ın bir parçası olarak tanımlanmıştır.

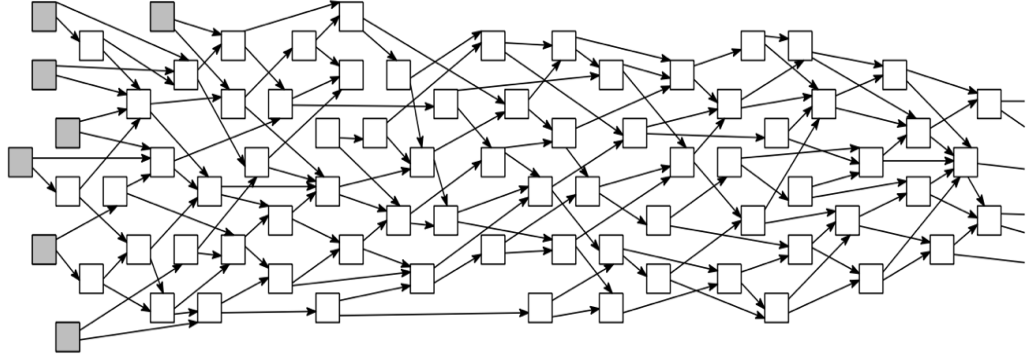
2.5.9. Diğer Dağıtık Kayıt Teknolojileri

Genel olarak Blockchain teknolojisi ile hayatımızda yer edinmeye başlayan Dağıtık Kayıt Teknolojileri (DKT) temelde uçtan uca olan ağ yapısı sayesinde verinin DKT ekosistemi içerisinde bulunan tüm kullanıcılar arasında değiştirilemez şekilde dağıtık olarak kayıt altında tutulmasını sağlamaktadır. DKT'nin geçmişinin çok daha eskiye dayanmasıyla birlikte, Satoshi Nakamoto isimli kimliği belirsiz kişi veya kişilerce 2008 yılında yayımlanmış olan “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System” isimli makale ile hayatımıza giren Blockchain teknolojisi için en çok bilinen DKT örneği denilebilir. Dağıtık Kayıt Teknolojisi, ağdaki her katılımcının aynı verinin kopyasına sahip olması ve bu veri kaydını bir merkezi sisteme bağlı kalmadan kendi bilgisayar sunucularında dağıtık bir şekilde saklamaları olarak tanımlanabilir (Şen, 2019).

Dağıtık Kayıt Teknolojileri'ne Blockchain harici örnek olarak Tangle ve Hashgraph teknolojileri gösterilebilir.

2.5.9.1. Tangle

Türkçeye “arapsaçı, karmaşık şey” gibi çevrilebilecek olan Tangle teknolojisi 2015 yılında kurulan IOTA isimli kripto para birimi ile ortaya çıktı. Türkçeye “Yönlü Düz Ağaçlar” şeklinde çevrilen Directed Acyclic Graph (DAG) yapısını temel alan Tangle, Blockchain ağının aksine düz bir zincir şeklinde değildir. DAG içerisinde döngü barındırmayan bir noktadan tekrar geçişin mümkün olmadığı tek yönlü olarak genişleyen düğümlerden oluşan bir yapıdır. DAG veri modeli bir noktadan başlar ve tek yönlü olarak genişler. Ters istikamette yeni bir veri eklenmez. Bu yapı bir ağacın dallarına benzetilebilir.



Şekil 5. Tangle Ağ Yapısı

Kaynak: Popov, 2018

Tangle teknolojisinde, Blockchain teknolojisinin aksine bloklar bulunmaz, işlem ücretleri yoktur ve madencilik şeklinde bir ödül mekanizması mevcut değildir. Blockchain ağında olduğu gibi ilk işlem olan “Genesis” işlemi kök işlem olarak nitelendirilebilir. Tangle ağı boyunca bütün işlemler dolaylı yoldan Genesis işlemine bağlıdır. Her yeni işlem bir düğüm olarak ağa dahil olur ve tek yönlü bir yapıda ağın genişlemesini sürdürür. İşlemlerin Tangle ağına katılım sağlayabilmeleri için kendinden önceki iki adet işlemi doğrulamaları gerekmektedir. Böylelikle ağdaki geçmiş işlemlerle uyumlu olanlar ağa dahil edilmiş olur. Bu onay mekanizması sayesinde madencilik faaliyetine ve işlem ücretine gerek duyulmaz.

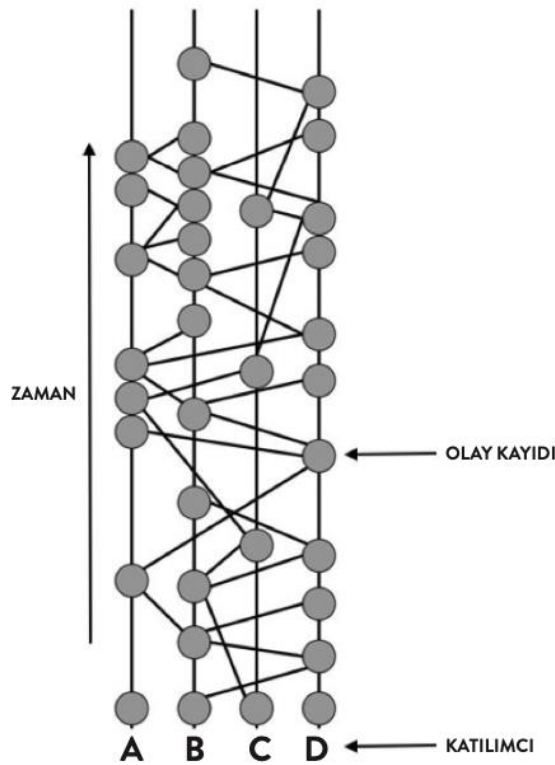
Tangle teknolojisindeki en büyük sorun “tembel uç problemi” denen sorundur. Bu problem ağa yeni katılan düğümlerin “tembellik” yaparak yeni işlemler yerine doğrulaması daha kolay olan eski işlemleri seçmesi eğilimidir. Zira eski işlemleri doğrulamak daha kolay olacaktır. Buna çözüm olarak Tangle’a eklenen bir yöntem ile ağa yeni katılan düğümlerin onaylaması gereken işlemlerin rastgele seçilmesi sağlanmıştır (Popov, 2018).

2.5.9.2. Hashgraph

Swirls şirketinin kurucusu Leemon Baird tarafından 2016 yılında geliştirilen Hashgraph teknolojisi, Blockchain veya Tangle gibi açık kaynak kodlu bir uygulama olmayıp fikri mülkiyeti Swirls şirketine aittir. Hashgraph veri yapısı olarak DAG (Directed Acyclic Graph) kullanır ve “gossip protocol (dedikodu protokolü)” adı verilen bir yaklaşım uygulanır. Bu protokol bir dedikodunun yayılmasına

benzetilebilir. Düğümler birbirleri ile “x şeklinde bir işlem var duydu mu?” gibi bir yaklaşımla iletişim kurarlar. Bu şekilde Hashgraph ağındaki katılımcılar sürekli iletişim halinde kalırlar.

Hashgraph teknolojisinde Blockchain’in aksine bloklar yoktur, bir tür kayıt ağacına benzetilebilecek olay kayıtları oluşturulur. Bir kullanıcı ile başka bir kullanıcının rastlantısal olarak iletişim kurmasıyla oluşturulan olay kaydında; yapılan işlem bilgileri, zaman bilgisi, kaydı yaratan kullanıcının bir önceki olay kaydına dair özet değeri ve iletişime geçen katılımcının ilettiği son olay kaydının özet değeri bulunur. Bu şekilde her olay kaydı geçmiş kayıtlara dair referanslar içerir ve bu bilginin diğer katılımcılar ile paylaşılması ile “gossip about gossip (dedikodunun dedikodusu)” olarak nitelendirilen bir yapı oluşturulur.



Şekil 6. Hashgraph Ağ Yapısı

Kaynak: Usta ve Doğantekin, 2017

Bir metafor ile açıklamak gerekirse; şekilde görülen “A” katılımcısını Anıl, “B” katılımcısını Baran, “C” ve “D” katılımcılarını ise rastgele kişiler olarak belirlediğimiz bir senaryoda; Anıl kendisi için diğer kişilerden farksız olan Baran’ı rastgele şekilde seçer ve ona bildiği tüm bilgileri aktarır. Baran da aynı şekilde

Anıl'a tüm bildiklerini söyler ve ikisi de rastgele başka kişileri seçerek aynı bilgi alışverişini tekrarlarlar. Şekilde bulunan katılımcı kişilerin sütunlarında görülen her nokta bu bilgi alışverişini yani dedikodu protokolünün işleyişini temsil eder. Bu şekil sadece sistemin işleyişini açıklayan bir yapıyı ifade eder, gerçekte ağ üzerinde böyle bir grafik çalıştırılmaz (Baird, 2016; Usta ve Doğantekin, 2017; Schueffel, 2017; Ioini ve Pahl, 2018).

2.6. Kripto Para

Kripto paralar bir çeşit sanal para birimi olup, ismi ile bu şekilde sınıflandırılmasının sebebi kriptografik şifreleme yöntemleri kullanmasıdır. Kriptografi kelimesi Yunanca “gizli” anlamına gelen “Kryptos” kelimesinden türetilmiştir. Kriptografi bir verinin içerdiği herhangi bir bilginin veya verinin tümünün başka kişilerce okunabilmesini engellemek amacıyla kullanılan şifreleme yöntemlerinin tümüdür (Gandal ve Halaburda, 2014).

Kripto paralar mal ve hizmet alımı için kişiden kişiye doğrudan şekilde bir merkezi sisteme bağlı kalmaksızın ödeme aracı olarak kullanılabilen, kullanıcıya anonim olma özelliği sağlayan şifrelenmiş sanal para birimleridir. Eğilmez 2017 yılında kripto paraları “şifreleme metotları kullanan, hiçbir aracı kurumla ya da merkezi otoriteyle bağlantısı olmayan ve internet aracılığıyla kullanılan sanal para birimleri” şeklinde tanımlamıştır (http-19). Bianchi (2017) ise kripto paraları “kullanıcılarına banka ya da herhangi bir merkezi otoriteye ihtiyaç duymadan istedikleri zamanda ve istedikleri yerde minimum maliyetle ödeme imkânı sunan merkeziyetsiz dijital varlıklar” olarak tanımlamıştır.

Kripto paralar çevrimiçi şekilde dağıtık bir veri tabanı modeli olarak çalışan Blockchain teknolojisine dayalı bir sistem olarak ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte farklı teknolojileri kullanan kripto paralar da mevcuttur. Blockchain ağında her bir kripto para transferinin kaydının tutulduğu bloklar vardır. Bir kripto para sahibi olan kişinin kendisine ait rastgele karakterler ve rakamlardan oluşan şifrelenmiş benzersiz bir adresi vardır. Kripto paralar bu adreslere kayıtlı şekilde bir veri olarak tutulur. Bir kişi başka birine kripto para transferi yaptığı zaman, o kişinin adresine ağ üzerinde bir aktarım gerçekleştirir. Bu noktada fiziksel bir değişim gerçekleşmez, sadece daha

önceki verilere göre o adreste olduğu doğrulanmış sayısal bir değer transferi yapılır.

Her kripto para birimi temelde benzer mantık ile çalışmaktadır. Adreslerdeki kripto paraların doğrulanması ve işlemin onaylanması merkezi bir otorite tarafından değil, ağdaki katılımcıların ortak fikir birliği ile gerçekleşir.

2.6.1. Kripto Paranın Gelişimi

Kripto paraların teknik açıdan temellerinin 1980’li yıllara kadar uzandığını söylemek mümkündür. David Chaum isimli Kriptografi uzmanı ve matematikçi 1983 yılındaki bir çalışmasında ödeme sistemleri ile ilgili önerilerde bulunmuştur. Chaum bir kişinin yaptığı ödeme işleminin transfer zamanı, miktarı, kişinin kimliği gibi hususların üçüncü bir kişi tarafından belirlenmemesini, sadece istisnai durumlarda müdahale edilebilmesini öngördüğü bir sistem önermiştir (Chaum, 1983). Chaum’un bulduğu “Blind Signatures (Kör imzalar)” adı ile bilinen yöntem taraflar arasında güvenli ve değiştirilemez şekilde şifrelenmiş bilgi akışına olanak tanımaktaydı. Bu yöntem Chaum’un sonraki yıllarda ortaya çıkaracağı dijital para sistemi için temel hazırlamıştır. Chaum daha sonra ticari bir girişim olan “DigiCash” isimli şirketini kurdu ve aynı isimli dijital para arzını gerçekleştirdi. Fakat günümüzdeki kripto para birimlerinden farklı olarak DigiCash’in denetimi merkezi bir sisteme dayalı olarak yapılmaktaydı. Nitekim yeteri kadar kullanıcı talebine ulaşamayan DigiCash girişimi 1998 yılında iflas etmiştir (Bech ve Garratt 2017).

Digicash’in 1998 yılındaki iflasıyla birlikte aynı yıl Crypto++ kütüphanesinin geliştiricisi olan Wei Dai tarafından 1988 yılında teorik bir çalışma yayımlanmış ve şifreli para birimi olarak tanımladığı sisteme “b-money” adını vermiştir. Kriptografik yöntemler kullanarak merkezi bir yönetime bağlı kalmadan işlemlerin anonim şekilde daha verimli gerçekleşebileceğini savunmuştur. Dai’nin bu fikri sadece teoride kalmış ve gerçekte hiç uygulanmamıştır. Bununla birlikte 1998 yılında bir bilgisayar bilimcisi olan Nick Szabo tarafından “Bit Gold” isimli merkezi olmayan bir dijital para birimi geliştirilmiştir. Nick Szabo fon transferlerinin kaydını tutma konusunda Proof of Work (İş Kanıtı) sistemini de Bit Gold mimarisine ekledi. Bu proje hiçbir zaman gerçekte hayata geçirilmedi fakat bu yönüyle geçmişte Bitcoin’in habercisi niteliğinde olduğu söylenebilir.

2008 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde "mortgage krizi" adı verilen emlak balonunun patlaması ile yaşanan finansal krizle birlikte tüm dünyada insanların bankalara, derecelendirme kuruluşlarına ve hükümetlere olan güvenleri oldukça azalmıştır. Birçok ülkede borsalar çökmüş, finans şirketleri iflas etmiş ve bankalar batmıştır. Bu gelişmelerle insanların finans sistemine bakış açısı ve güveni hayli zedelenmiştir (Çağlar, 2017). Bu dönemde arkasındaki hükümetlere olan güven ile değer biçilen itibari para birimlerine insanlar şüpheyle yaklaşmaya başlamış ve herhangi bir otoriteye bağlı kalmayan merkeziyetsiz bir finansal düzen arayışına başlamıştır. Bunun yanında uluslararası transferlerde ödenen yüksek banka komisyonlarının da bu arayışı tetikleyen unsurlardan olduğunu söylemek mümkündür. Tüm bu gelişmeler sırasında 2008 yılında Cypherpunk Mail Grubu'na Satoshi Nakamoto isimli bir kişi tarafından bir bildiri gönderilmiştir. Bitcoin ve Blockchain teknolojisinin anlatıldığı bu maile ilk başlarda çok fazla olumlu dönüş alınamamış olsa da, Hal Finney isimli kişi Nakamoto'ya olumlu dönüş yapmıştır ve zamanla Bitcoin'e olan ilgi artmıştır. Satoshi Nakamoto gerçek kimliğini hiç kimseye açıklamamıştır ve sadece internet aracılığıyla insanlarla iletişime geçmiştir. 2009 yılında Nakamoto, bir Blockchain ağındaki ilk blok olan "Genesis Block (Yaratılış Bloğu)" üretimini tamamlamış ve 50 Bitcoin düzeyindeki blok ödülünü almıştır. Daha sonra Nakamoto'nun ilk destekçilerinden olan Hal Finney aynı zamanda ilk Bitcoin transferindeki alıcı kişi olmuş ve 170. Blokta kendisine 10 Bitcoin transfer edilmiştir.

Günümüzde kripto para türlerinin sayısı binleri hatta onbinleri bulsa da, yaratıcısının ticari kazanç amacı gütmeyen açık kaynak kodlu olarak yayınladığı Bitcoin ilk kripto para olarak tarihe geçmiştir.

2.6.2. Kripto Paraların İşlem Süreci

Kripto paraların çoğunluğu Blockchain altyapısı ile çalışmaktadır. Blockchain ile tüm işlem kayıtlarının tutulması ve işlemlerin doğruluğunun onaylanması sağlanmaktadır. İşlemler merkezi bir sistem ve yöneticiye bağlı olmadan kişiler arasında dağıtık yapıdaki bir ağ üzerinden gerçekleştirilmektedir.

Bir kripto para transfer sürecini mümkün mertebe özetlemek gerekirse süreç şu şekilde gerçekleşecektir:

- Kullanıcı açık anahtar ve özel anahtar ikilisini kullanarak işlemlerini yönlendirmektedir.
- Bir gönderici yaptığı işlemi kendi özel anahtarı ile imzalar ve göndereceği kişiyi de alıcının genel anahtarı ile tanımlar.
- Ağa gönderilen işlem ağdaki diğer kullanıcılar tarafından doğrulanma sürecine girer. Göndericinin genel anahtarı kullanılarak işlemin o kişi tarafından başlatıldığı doğrulanır.
- Bu işlem o süreçte başlatılan ve onaylanan diğer işlemlerle birlikte bir blokta toplanarak kaydedilir.
- Ağdaki diğer katılımcılar bu işlem bloğunun geçmişteki diğer işlemler ile tutarlı olup olmadığını kontrol eder.
- Bu şekilde işlemlerin doğru olduğu onaylandıktan sonra işlem bloğu ağa dahil edilir. Böylelikle alıcı tarafa fonlar aktarılmış olur ve her yeni işlem başlatıldığında aynı süreç tekrarlanır.

2.6.3. Kripto Paraların İşlem Maliyetleri

Blockchain temelinde çalışan kripto para birimlerinde bir transfer gerçekleştirmek için ödenmesi gereken bir madenci ücreti mevcuttur. Bu ücret yeni blokların yaratılmasında ve işlemlerin doğrulanmasında “madenci” sıfatıyla görev alan kişilerin harcadıkları emeğe karşılık verilen ücrettir. Bir kişi kendisine ait cüzdan üzerinden başlattığı işlem için madenciye ödeyeceği ücret miktarını istediği düzeyde belirleyebilir. Bu ücret miktarının yüksek belirlenmesi işlem hızını arttırabileceği gibi, düşük belirlenmesi de işlemin gerçekleşme hızını azaltabilir. Zira madenciler işlemleri onaylarken öncelikle yüksek gelir elde edebilecekleri işlemlerden başlarlar. Bu yüzden piyasadaki işlem yoğunluğuna göre madenci ücretlerinin ortalaması sürekli olarak değişmektedir. Eğer kullanıcının transfer için belirlediği madenci ücreti ortalamanın çok altında bir ücret olarak belirlenmişse, başlatılan işlemler günleri ve hatta haftaları bulabilecek kadar uzun süre onay için bekleyebilir.

Bir kişinin kripto para sahibi olmak istediğinde ilgili para birimini elde edebileceği en kolay yollardan biri kripto para borsalarından satın almaktır. Fakat kullanıcılar borsa cüzdanları üzerinde sahip oldukları kripto paralarını başka bir adrese transfer etmek istediklerinde madenci ücretlerini çoğunlukla kendileri belirleyemezler. Zira borsalarda cüzdanın sahibi ve yöneticisi olan kişi borsanın kendisi olduğu için transferin başlatıcısı da kullanıcı değildir. Kullanıcıların borsalarda beklettikleri kripto para bakiyeleri, borsanın veri tabanında o kullanıcı ile ilişkilendirilmiş bir sayıdan ibarettir. Dolayısıyla kripto para cüzdanı gerçekte borsaya aittir ve borsalar kullanıcının transfer emri dahilinde işlemleri başlatırlar.

Transferler için alınacak işlem ücretleri konusunda borsaların uyguladığı farklı yöntemler mevcuttur. Bazı borsalar transferler için kullanıcılarından hiçbir madenci ücreti tahsil etmezken, bazı borsalar ağ üzerindeki işlem yoğunluğu fark etmeksizin kullanıcılarından sabit bir miktarda madenci ücreti alabilir ve madenciye dilediği miktarda ödemeyi yapabilir. Kimi borsalar ise kullanıcılarına belirli bir aralıkta madenci ücreti belirleyebilme olanağı sunmaktadır.

Öte yandan günümüzde Blockchain yerine Tangle teknolojisini kullanan tek kripto para birimi olan IOTA'nın transfer işlemlerinde herhangi bir madenci komisyonu yoktur. Zira Tangle sisteminin onay mekanizmasında madenci unsuru yer almaz. Tabi borsa cüzdanları üzerinden başlatılan IOTA transfer işlemlerinde ise ilgili borsa, kuralları gereği kullanıcılarından transfer komisyonu tahsil edebilir.

2.7. Bir Kripto Para Olarak Bitcoin

2009 yılında Satoshi Nakamoto tarafından açık kaynak kodlu bir proje olarak kullanıcılara sunulan Bitcoin, herhangi bir devlet, merkezi otorite, şirket veya üçüncü parti düzenleyici tarafından kontrol edilmeyen bir elektronik nakit sistemidir. Satoshi Nakamoto'ya göre güven temeli oluşturmak için ihtiyaç duyulan üçüncü taraflara dayalı mevcut düzenin barındırdığı zayıflıkları sebebiyle değişmesi gerekiyordu. Üçüncü tarafların ticarete konu işleme dahil olması arabuluculuk maliyetlerini doğuruyor, işlem maliyetlerini artırıyor ve bu sebeple küçük hacimlerdeki işlemlere pratikte imkân vermiyordu. Kişilerin herhangi bir üçüncü tarafı işleme dahil etmeden fiziksel para aracılığıyla birbirlerine ödeme sağlaması güven esasına dayanmaktaydı. Güven sorunu ise ödeme alışverişinde sahtekârlıkları beraberinde getirebiliyordu.

Nakamoto bu noktada, kişiler arasında üçüncü bir tarafa veya kişisel güvene ihtiyaç duymadan şifreleme yöntemleri kullanılarak doğrudan güvenilir para transferi yapılabilmesini sağlayan çevrimiçi bir sistem önerdi. Şifreleme yöntemleri, zaman damgası, dağıtık ağ yapısı gibi yöntemlerle geri döndürülemez işlemlere olanak sağlayan bu sistem alıcı ve satıcıyı dolandırıcılık konusunda güvene alan bir mekanizma içeriyordu.

Merkezi bir sisteme dayalı olmayan, kullanıcılarının kolektif katılımı ile oluşturulan bir ağ üzerinde çalışan Bitcoin'in ortaya çıkmasına 2008 yılında patlak veren küresel mali krizin zemin hazırladığı söylenebilir. Krizin etkisiyle insanların hükümetlere, merkez bankalarına ve finansal kuruluşlara güveni oldukça azalmıştır. Bu aktörlerin algılanan başarısızlığı kimi insanların yeni bir finansal düzen fikrine dair arayışa girmesine sebep olmuş ve bu dönem Bitcoin'in ortaya çıkışıyla devam etmiştir. Bitcoin'in yüksek likiditeye sahip olması, internet aracılığıyla kullanılabilmesi, mikro ödemelere düşük maliyetle imkân sağlaması, işlemlerin geri döndürülemez olması ve tüm bunlar için üçüncü bir güvenilir otoriteye ihtiyaç duyulmaması gibi özellikleri Bitcoin'i kullanıcıları arasında cazip hale getirmiştir (Grinberg, 2012; Roth, 2015).

Bitcoin'e "takip edilememesi ve yasadışı işlerde kullanılabileceği" yönünde gelen eleştiriler mevcuttur. Fakat Bitcoin'in tüm işlem geçmişi herkesin görebileceği şekilde Blockchain ağına kaydedilir. Bitcoin'in tarihteki ilk işleminden son işleme kadar bakiyelerin hangi adresten hangi diğer adrese aktarıldığı görülebilir. Bitcoin ile yapılan tüm işlemlerin takibi şeffaf şekilde yapılabilir. Buradaki yasadışı para trafiğine imkân sağlayabilecek tek önemli husus işlemleri yapan adres sahiplerinin kimliğinin belirsiz olmasıdır. Fakat günümüzde çoğunlukla borsalar aracılığı ile Bitcoin edinilmesi ve borsaların da hesap sahiplerinin kimliğini doğrulayarak işlem yapmalarına olanak tanınması sebebiyle Bitcoin transferi yapan kişilerin takibinin mümkün olduğu söylenebilir (Güven ve Şahinöz, 2018; Reyna, Martín, Chen, Soler ve Díaz, 2018).



Şekil 7. Bitcoin İçin Yaygın Olarak Kullanılan Semboller

Kaynak: Çarkacıoğlu, 2016

Bitcoin'in genel kabul görmüş kısaltması "BTC" şeklindedir. Bununla birlikte kimi borsalar ve topluluklar tarafından Bitcoin kısaltmasının "XBT" şeklinde de kullanıldığına rastlanılabilir. Yukarıdaki şekilde görüldüğü üzere Bitcoin için sembol olarak Amerikan Doları'nın sembolüne benzer şekilde "B" harfinin ortasından dik iki paralel çizgi geçen bir sembol kullanılır. Bir Bitcoin 100 milyonuncu basamağına kadar bölünebilir ve 100 milyonda 1 olan (0,00000001) Bitcoin'in en küçük birimine "Satoshi" denilmektedir. Bitcoin'in kabul görmüş alt birimleri ve ondalık karşılıkları aşağıdaki çizelgede görülebilir:

Çizelge 3. Bitcoin'in Birim Miktarları İsimlendirmeleri

BİRİM	KISALTMA	ONDALIK MİKTAR
Bitcoin	BTC	1.0
Bitcent ya da centi-bitcoin	cBTC	0.01
Millibit ya da milli-bitcoin	mBTC	0.001
Bit ya da micro-bitcoin	µBTC	0.000001
Satoshi	-	0.00000001

Kaynak: Caetano, 2015

Bitcoin Blockchain'inde her yeni bloğun oluşması yaklaşık olarak 10 dakika sürmektedir. Ağdaki toplam özetleme gücünün artması durumunda sistem bu 10 dakikayı tutturabilmek için her 2016 blokta bir zorluk derecesini ayarlamaktadır. İlk blok olan "Genesis Blok (Yaratılış Bloğu)" üretildiğinde blok üretim ödülü olarak 50 Bitcoin veriliyordu. Fakat sistem her 210.000 blokta bir ödül miktarını yarı yarıya indirir ve bu süre yaklaşık olarak 4 yıla tekabül etmektedir. Blok üretimlerinde verilecek ödüllerle beraber dolaşıma çıkacak toplam Bitcoin sınırı 21 milyon ile sınırlandırılmıştır. Bu çalışmanın yapıldığı sırada üretilmiş Bitcoin miktarı yaklaşık olarak 18,26 milyondur.

Bitcoin'in geliştiricisi olan Satoshi Nakamoto'nun kimliği bilinmiyordu ve Bitcoin'in başlangıcından sonra da uzun bir süre geliştirici ekibin içerisinde yer aldı. 23 Nisan 2011 tarihinde Nakamoto kendi kurduğu bir Bitcoin Blockchain düğümü ve Bitcoin cüzdan yazılımı olan Bitcoin Core'un geliştiricilerinden olan Mike Hearn'e son bir mail atmıştır. Bu mailden sonra Satoshi Nakamoto'dan bir daha haber alınamamıştır. Bitcoin'e finansal olarak değer biçilmesi konusunda ilk adımlardan biri New Liberty Standard tarafından 5 Ekim 2009 tarihinde oluşturulan kurdur. Bu kur değeri Bitcoin üretimi için kullanılan bir bilgisayarın çalıştırılması için gerekli elektriğin maliyetinin hesaplanması şeklinde belirlenmiştir. Bu denkleme göre 1\$ = 1.309,03 BTC şeklinde dir (http-2). Bitcoin'i kullanarak yapılan ilk alışveriş işlemi ise Laszlo Hanyecz tarafından yapılmıştır. Laszlo 18 Mayıs 2010 tarihinde Bitcointalk forum sitesinde bir pizza için 10.000 Bitcoin ödemeyi teklif etmiştir. O dönemki Bitcoin değerinin çok düşük olması sebebiyle bu rakam görece büyük bir değeri ifade etmiyordu (http-3).

Tarihi ve hızlı gelişimi ile Bitcoin, zamanla diğer kripto para birimlerinin değerinin belirlenmesi gibi konularda bir standart haline geldi. Bitcoin'den sonra birçok kripto para birimi üretilmiştir ve bunlara genel bir isim olarak "altcoin" denmektedir. Bu farklı kripto para birimleri madenciliğinin kolay olması, daha düşük maliyet ile işlem yapma imkânı, daha hızlı transfer yapma imkânı, anonim işlem konusunda daha güvenilir olma özelliği gibi çeşitli avantajlar sunabilmektedir (Haşlak, 2018).

2.7.1. SegWit Güncellemesi

Bitcoin ilk kripto para olması ile günümüzde en yüksek piyasa hacmine sahip olan ve aynı zamanda en ünlü kripto paradır. Bu kripto para her ne kadar 2009 yılında hayata geçirilmiş olsa da, geliştirilmesi halen devam eden bir teknolojik altyapıya sahiptir. Hem bir yatırım aracı hem de bir ödeme aracı olarak kullanımının yanında Bitcoin'in en büyük sorunu ölçeklenebilirlik düzeyinin düşük olmasıdır. Bitcoin Blockchain'inde her blok yaklaşık 10 dakikada bir üretilirken, saniye başına yaklaşık 7 işlem gerçekleşecek şekilde bir blok büyüklüğüne sahiptir. Bitcoin'in sahip olduğu 1 MB düzeyinde olan blok boyutu Bitcoin için ciddi bir ölçeklenebilirlik sorunu yaratmaktadır. Örneğin; geleneksel ödeme ağlarından olan

Visa, 2013 tatillerinde saniyede 47.000 işlem gerçekleştirebilmişken, Bitcoin ağının bu denli ölçekte işlem yapabilmesi için blok büyüklüğünün yaklaşık 7 GB düzeyinde olması gerekmektedir. Blok boyutunun bu denli yüksek bir düzeye çıkarılması demek, Blockchain ağ büyüklüğünün her yıl yaklaşık 350 TB kadar büyümesi demektir (Vujičić vd., 2018).

Bitcoin'in ölçeklenme problemi, kullanıcıların yoğun transfer yaptıkları zamanlarda ağdaki madenci ücretlerinin yükselmesine ve aşırı yoğunluktan dolayı işlemlerin oldukça yavaşlamasına sebebiyet vermektedir. Birçok geliştiricileri bu sorunu ele almakta ve çözüm arayışında bulunmaktadır. Bununla ilgili zaman zaman sistem güncellemeleri ve farklı uygulama fikirleri geliştiricilerin onayına sunulmaktadır.

2017 yılında yapılan bir Soft Fork güncellemesi ile etkinleştirilen SegWit (Segregated Witness) aktivasyonu, eski Bitcoin yazılımını bozmayacak şekilde blok yapısında bazı değişiklikler yaptı. Türkçe'ye "Ayrılmış Tanık" olarak çevrilen SegWit güncellemesi, blok yapısında meydana getirdiği değişiklik sayesinde blok başına gerçekleştirilecek işlem sayısını arttırmıştır.

Bitcoin Blockchain ağında bir işlem gerçekleşeceği zaman özetle; gönderilecek tutar bilgisi ve varsa gönderim mesajı alıcının genel anahtarı ile bir araya getirilip gönderen kişinin özel anahtarıyla imzalanır. İmzalanan veri yapılan işlem verisiyle birlikte bloğa dahil edilerek ağ üzerinde yayımlanır. Bu dijital imza verilerine "tanıklık verileri" denir.

Blok içerisine yerleştirilen bazı bilgilerden olan dijital imzalar, mevcut 1 MB'lık blok büyüklüğünün büyük bir alanını kaplamaktaydı. SegWit dijital imzaları yani "tanık verilerini" işlem verisinden ayırarak farklı bir blok yapısı şekillendirdi. Böylece blok içerisine daha fazla işlem verisi eklenebilmesi sayesinde blok kapasitesi artırılmış oldu. Bu güncelleme sonrası halen her blok yaklaşık 10 dakikada üretiliyor olsa da, bloklara daha fazla işlem verisi kaydedilebilmesi sebebiyle saniye başına ortalama işlem miktarı da artmış oldu. Öte yandan bu bir Soft Fork güncellemesi olduğu için SegWit kullanmayan node'lar halen aynı zincir üzerinde eski sürüme göre çalışabilmektedirler (Brown, Chiu, ve Koepl, 2019).

2.7.2. Lightning Network Kavramı

Lightning Network, Bitcoin'in ölçeklenebilirlik problemine karşı alternatif bir çözüm olarak ortaya çıkmış bir tür zincir dışı uygulamadır. Lightning Network aslında Blockchain üzerinde ikinci bir katman olarak çalışmakta ve bu sistem ile yapılan başlangıç ve kapanış işlemleri arasındaki hiçbir işlem ağ üzerinde yayımlanmamaktadır. Lightning Network kullanıcıların oluşturdukları bir ödeme kanalı aracılığıyla, teoride sınırsız transferi kullanıcıların kendi arasında ücretsiz şekilde yapmalarına olanak tanır. Buradaki önemli husus işlem ücretinin sadece ödeme kanalının açılış ve kapanışı esnasında ödenmesi gerekliliğidir. Ödeme kanalı oluşturulduktan sonra kanal içerisinde gerçekleştirilen işlemler sadece bir muhasebe kaydı gibi tutularak kullanıcı bakiyeleri oluşturulur. Ödeme kanalı kapatıldığı zaman kullanıcılara ait son bakiyeler Blockchain üzerinde başlatılan bir işlem ile taraflara aktarılır.

Lightning Network ile iki kullanıcının bir ödeme kanalı aracılığıyla birbirleri arasında ödeme alıp vermelerini şu şekilde bir senaryo ile açıklayabiliriz:

- Eren 8 adet Bitcoin'e, Aykan ise 2 adet Bitcoin'e sahiptir.
- Eren ve Aykan aralarında anlaşarak ellerindeki Bitcoin'leri kilitledikleri bir ödeme kanalı oluştururlar ve bu işlem ağ üzerinde yayımlanır.
- Ödeme kanalında Eren adına 8, Aykan adına 2 Bitcoin görülmektedir.
- İki kişinin yaptıkları bir alışveriş sonucunda Eren elindeki 8 Bitcoin'den 1 adetini Aykan'a gönderir. Bu durumda ödeme kanalı üzerinde artık Eren'in 7 Bitcoin'i, Aykan'ın ise 3 Bitcoin'i gözükecektir.
- Daha sonra başka bir alışveriş sonucunda Aykan elindeki 3 Bitcoin'den 2,5 adetini Eren'e gönderir. Bu işlem sonucunda da ödeme kanalında Aykan adına 0,5 Bitcoin, Eren adına ise 9,5 Bitcoin gözükecektir.
- Bu noktaya kadar iki kullanıcının kendi aralarında yaptığı hiçbir işlem Blockchain ağı üzerinde yayımlanmaz. Taraflar ödeme kanalı kapatmak istediğinde Eren'in 9,5 Bitcoin'i, Aykan'ın ise 0,5 Bitcoin'i olacak şekilde ağ üzerinde işlem başlatılır ve ödeme kanalı kapatılmış olur. Artık kullanıcılar sahip oldukları bakiyelerini başka kişilere serbestçe aktarabilirler.

Lightning Network, iki kullanıcı arasında oluşturulan ödeme kanalı sayesinde çok sayıda mikro ödemelerin yapılması hususunda oldukça avantajlıdır. Blockchain

ağında bir transfer işlemi başlatmanın maliyeti mikro ödemeler için oldukça yüksek olabilir. Bunun yanında ağdaki yoğunluğa bağlı olarak transferlerin gerçekleşmesi uzun süre alabilmektedir. Lightning Network ile ödeme kanalı içerisinde yapılan işlemler Blockchain ağı üzerinde yayımlanmayacağı için ek ücretlerden tasarruf edilmiş olunur.

Lightning Network, HTLC (Hashed Timelock Contract) tabanlı bir ödeme kanalı ağıdır. HTLC, Blockchain zinciri dışındaki ödemelerin birden fazla ödeme kanalı arasında güvenilir bir şekilde aktarılmasına olanak tanıyan bir tür akıllı sözleşmedir. Bu sistemin bir avantajı da iki taraf arasında doğrudan bir ödeme kanalı bağlantısı olmadığı durumlarda, tarafların dahil oldukları mevcut ödeme kanalları üzerinden dolaylı bir yol izlenerek ödeme aktarabilmeleridir. Bunu şu şekilde bir senaryo üzerinden açıklayabiliriz:

- Eren ile Aykan arasında bir ödeme kanalı mevcuttur. Ergin isimli üçüncü bir kişi ile Aykan arasında da bir ödeme kanalı kurulmuştur.
- Eren ve Ergin arasında doğrudan bir ödeme kanalı bulunmamaktadır fakat Eren, Ergin isimli kişiye Lightning Network ile bir ödeme yapmak istemektedir.
- Eren, Aykan ile aralarında sahip olduğu kanal aracılığı ile Ergin'e gönderim yapmak istediğini Aykan'a iletir.
- Aykan da Ergin ile aralarında bulunan kanal üzerinden Eren'in göndermek istediği ödemeyi Ergin'e aktarır.

Öte yandan bu sistemin işleyebilmesi için aracı konumunda bulunan ödeme kanallarındaki kullanıcıların, yapılmak istenen transfer boyutu kadar bir bakiyeye sahip olması şarttır. Yukarıdaki örnekte aracı konumunda bulunan kişi sayısı 1 olarak verilmiştir fakat Lightning Network ile birden fazla ödeme kanalını aracı olarak kullanarak dolaylı bir ödeme gönderimi sağlanabilir. Bu noktada ilk kullanıcının son kullanıcıya göndermek istediği tutar kadar bakiye, aracı bulunan kişilerde mevcutsa bu sistem sorunsuz şekilde işleyecektir.

Lightning Network sisteminde, bir ödeme kanalının kapatılması kararlaştırıldığında kullanıcıların hile yapmasını engelleyen bir garanti mekanizması mevcuttur. Kullanıcılardan biri son yapılan işleme kadar olan bakiye miktarlarını manipüle edip daha yüksek bir bakiyeye sahip olacak şekilde kanalı kapatmaya

çalışırsa; diğerk kullanıcı bunu kanıtlayabilir ve hile yapan kişiye ceza olarak kanal üzerindeki tüm fonu alabilir. Bu da kötü niyetli davranışları caydırıcı bir unsurdur (Decker ve Wattenhofer, 2015; Di Stasi, Avallone, Canonico ve Ventre, 2018; Seres, Gulyas, Nagy ve Burcsi, 2019; Conoscenti, Vetrò ve De Martin, 2019; Waugh ve Holz, 2020; Bartolucci, Caccioli ve Vivo, 2020).

Çalışmanın bu bölümünün yazıldığı an itibariyle Lightning Network ağında açık olan ödeme kanalı sayısı yaklaşık olarak 37,2 bin adettir. Bu ödeme kanallarında bulunan toplam Bitcoin adeti ise yaklaşık olarak 1053 olarak gözükmektedir ([http-12](#)).

2.8. Alternatif Kripto Paralar (Altcoin)

2009 yılında Satoshi Nakamoto tarafından oluşturulan ilk kripto para olan Bitcoin'den sonra zaman içerisinde benzer özellikler taşıyan çeşitli kripto paralar üreilmeye başlandı. Bu kripto paralar Bitcoin'e alternatif olarak bazı özellikler taşıyordu. Genel olarak gizlilik, işlem hızı, işlem maliyeti, madencilik türü, toplam arz, merkeziyetsizlik vb. gibi konularda çeşitli avantajlar sağlama amacı güderek hayatımıza giren bu kripto paralara "alternatif coin" manasına gelen "alt" ve "coin" kelimelerinin birleşimi olarak "Altcoin" denildi.

İlk Altcoin olan Namecoin 2011 yılı başlarında Bitcoin networkü üzerinden bir çatallanma ile üretildi ve aynı şekilde 21 milyon toplam arza sahipti. Aynı yıl eski Google mühendisi Charlie Lee tarafından Litecoin piyasaya sürüldü. Litecoin'in ayrıştığı en önemli noktalardan biri Bitcoin ağında 10 dakika olan blok üretme süresini Litecoin için 2,5 dakika olarak belirlemesiydi. Toplam 84 milyon arza sahip olan Litecoin, şifreleme algoritması olarak SHA-256'dan farklı olarak Scrypt algoritmasını kullanıyordu. Bu sebeplerle işlem maliyetlerinin de Bitcoin'den oldukça düşük olması Litecoin'i önemli şekilde ayrıştırıyordu ([http-13](#); [http-14](#)).

Aradan geçen yıllar içerisinde üretilen binlerce Altcoin'den hiçbirinin fiyatı 20 Ağustos 2020 tarihine kadar Bitcoin fiyatını geçemedi. Bu tarihte YFI kısaltma kodunu kullanan "yearn.finance" isimli kripto paranın fiyatı Bitcoin fiyatını geçerek tarihte bir ilk gerçekleşti. Fakat bu durumun aslında bir illüzyon olduğunu söylemek mümkündür. Zira Bitcoin'in toplam arzı 21 milyon ile sınırlı iken ve aynı dönem

yaklaşık 18,5 milyon Bitcoin dolaşımında iken, YFI'nın toplam arzı sadece 30.000 adetle sınırlıydı. Bu yüzden 20 Ağustos tarihinde Bitcoin'in toplam piyasa hacmi 219 milyar dolar civarındayken YFI'nın piyasa hacmi ise sadece 390 milyon dolar civarındaydı ([http-5](#); [http-7](#)).

Zaman içerisinde çeşitli sorunları çözüme amacıyla ortaya çıkan, kimi projeler geliştiren binlerce Altcoin üretildi ve bir o kadar Altcoin de çeşitli sebeplerle gözden düşerek tarihe karıştı. Bu sebepler başlıca; geliştirici ekibin ilgili Altcoin'i bırakması, hacking olayları, değerindeki ani ve sert düşüşlerle yatırımcıların fonlarının erimiş olması, vadettiği projenin sonlandırılmış olması veya hiç yapılmamış olması, işlem gördüğü borsalardan çıkarılmış olması, ilgili devlet regülasyonları gereği yasadışı kabul edilmesi vb. olarak sıralanabilir.

2.8.1. Stabil Coin (Stable Coin)

Kripto para ekosistemi için gelen en büyük eleştirilerden biri de bu para birimlerinin değer artış ve azalışlarındaki volatilitenin merkez bankaları tarafından basılan itibari para birimlerine ve geleneksel yatırım araçlarına kıyasla aşırı yüksek olmasıdır. Bu duruma alternatif bir çözüm getiren stabil coinler değeri başka bir maddi varlığa sabitlenmiş kripto para birimleridir.

Stabil coinler her kripto para birimi gibi kriptografik algoritmalar barındıran dağıtık kayıt teknolojilerini kullanmaktadırlar. Geleneksel kripto para birimlerinden farklı olarak stabil coinler arz edildiği miktara karşılık olarak belirlenen bir itibari para birimini, değerli metalleri, emtiaları vb. maddi varlıkları saklamayı taahhüt ederler. Böylece karşılık olarak saklanan varlığın değeri ilgili stabil coinin değerini oluşturur.

Çoğunlukla stabil coin ihraççısı kuruluşlar kendisine iade edilen her stabil coin için yatırımcısına karşılık olarak ayırdığı varlık ile ödeme yapacağını garanti ederler. Bu durum piyasalarda işlem yapan yatırımcıların değer algısını yönlendirmekte ve stabil coinin serbest piyasadaki değerinin sabitlenmesine yardımcı olmaktadır. Nitekim buna rağmen stabil coinlerin serbest piyasadaki değerinin, coinin sabitlendiği varlığın değerinden saptığı görülmektedir. Bu durum karşısında bazı stabil coin ihraççısı kuruluşlar da coinin işlem gördüğü borsalarda fiyatın sapma

yönüne göre alım-satım yaparak coinin değerini sabit tutmayı amaçlayabilmektedirler.

Kripto para ekosistemi içerisinde ilk stabil coin olarak öne çıkan Tether başlangıçta Realcoin ismiyle 2014 yılında Brock Pierce, Craig Sellars ve Reeve Collins tarafından kuruldu (Lipton, Sardon, Schar ve Schupbach, 2020). Tether, 10 Ekim 2020 tarihi itibarıyla 15,7 milyar dolarlık piyasa hacmi ile günümüzde hem en yüksek piyasa hacmine sahip stabil coin, hem de en yüksek 3. piyasa hacmine sahip kripto para olma özelliğini taşımaktadır ([http-6](#)). Tether özellik olarak değeri her zaman 1:1 oranında dolara sabitlenmiş bir stabil coindir. USDT kısaltmasıyla gösterilen Tether coin, Tether Limited şirketi tarafından ihraç edilmektedir. Şirket her Tether coin için kasasında 1 dolar tutmayı taahhüt etmektedir. Böylece coinin değerini korumaktadır. Aynı şekilde şirket tarafından 2020 yılının başlarında piyasa sürülen XAUT kısaltmasıyla gösterilen Tether Gold da benzer şekilde 1:1 oranında 1 ons fiziksel altına endekslidir. Şirket her Tether Gold için İsviçre'deki banka kasalarında 1 ons fiziksel altın saklamaktadır ([http-10](#); [http-11](#)).

Son yıllarda Ampleforth isimli coin projesi ile stabil coin kavramına yeni bir teknik ile yaklaşıldığı görülmektedir. Aslında bir stabil coin olmayan Ampleforth'un amacı yatırım yapılan fonun değerini korumaktır. Bu yönüyle Ampleforth projesinin amacının; coinin fiyatını sabitlemek değil de, fonun değerini sabitlemek olduğu söylenebilir. Bunu gerçekleştirmek için Ampleforth öncelikle bir hedef fiyat belirler. Coinin mevcut piyasa fiyatının bu hedef fiyatı yakalaması için Ampleforth protokolündeki akıllı kontrat sayesinde toplam arz miktarını azaltarak ya da arttırarak fiyat istikrarı sağlamaya çalışır. Yatırımcıların kripto para cüzdanlarındaki Ampleforth miktarı o anki piyasa fiyatına göre her gün bir miktar azaltılarak veya arttırılarak kişinin fonunun toplam değeri sabit tutulur. Örneğin Ampleforth coin 100 milyon adet toplam arza sahipken ve piyasa fiyatı 2 dolar iken, hedef fiyatını 1 dolar olarak belirlemişse; bu fiyata ulaşmak için protokolündeki akıllı kontrat sayesinde toplam arz miktarını 2 kat arttırarak 200 milyon adet yapacaktır. Bu durumda piyasa fiyatı 2 dolar üzerinden 10.000 dolar değerinde 5.000 adet Ampleforth coin alan yatırımcının cüzdanındaki sahip olduğu coin miktarı da 10.000 adete yükselecektir. Böylece yatırımcının sahip olduğu fonun değeri, Ampleforth coinin değeri değiştiğinde dahi her zaman sabit kalacaktır ([http-18](#)).

2.8.2. Token

Token'lar kendisinden önce var olan bir Blockchain ağı üzerinde üretilen, çoğunlukla bir hizmeti, ürünü, değeri veya hak sahipliğini temsil eden kişiden kişiye doğrudan ve merkeziyetsiz şekilde transfer edilebilen kripto varlıklardır. Token'ları coinden ayıran en önemli unsur kendi Blockchain ağlarının olmayışıdır. Coin olarak bildiğimiz kripto paralar kendi Blockchain ağlarına sahipken, Token'lar genellikle Ethereum gibi akıllı sözleşme uygulamalarına imkân tanıyan Blockchain ağlarında üretilirler. Her iki kripto varlık çeşidi de bir değer depolama ve aktarma aracı olarak kullanılmaktadır.

Günümüzde birçok kripto para projesi ilk etapta mevcut bir Blockchain ağı üzerinde Token üreterek hayata geçirilmektedir. Bu şekilde üretilen kripto paraların daha az ar-ge maliyetine sahip olması sebebiyle, ilgili projenin yazılımcı ve geliştirici ekipleri tarafından bu yöntemin çokça tercih edildiği görülmektedir. Bununla birlikte ilk etapta "Token" olarak başlayıp daha sonra kendi Blockchain ağlarına geçiş yaparak "coin" şeklinde sınıflandırılan birçok projeye rastlamak mümkündür.

2.9. Kripto Para Cüzdanları

Kripto para cüzdanları ilgili kripto para biriminin Blockchain ağı ile iletişim kurarak kişinin sahip olduğu fonlarını yönetmesine aracılık eden bir yapıdır. Kripto para cüzdanları kullanıcıya özel ve açık olmak üzere alfanümerik bir anahtar çifti sağlar. Bu anahtar çiftinden açık anahtar (public key) alegorik olarak kişinin hesap numarasına benzetilebilir. Kripto para cüzdanı sahipleri başka kaynaklardan fon alabilmek için bu açık anahtarlarını kullanırken; cüzdanlarına erişebilmek, fonlarını yönetebilmek, başka cüzdan adreslerine transfer yapabilmek için özel anahtarlarını (private key) kullanırlar. Bu bağlamda kripto para cüzdanı sahiplerinin güvenlik sorunu yaşamamak için özel anahtarlarını çok iyi bir şekilde saklamaları gerekmektedir (Bulut, 2019).

Kripto paralar cüzdanlarda fiziki şekilde tutulmazlar. Kripto paralar alfanümerik bir adreste kayıtlı şekilde duran sayısal bir değer olarak depolanırlar.

Cüzdan uygulamaları bu adresleri üretebilmek, kişinin sahip olduğu fonlarına erişim sağlayabilmek ve Blockchain ağı ile iletişim kurup işlem başlatabilmek amacıyla kullanılan, çeşitli güvenlik özellikleri ve işlem kolaylığı sağlayan, kullanıcı arayüzüne sahip uygulamalardır. Bir kripto para cüzdanı uygulaması üzerinden oluşturulmuş cüzdan adresine -özel anahtara sahip olduğu takdirde başka bir cüzdan uygulaması üzerinden de erişilebilir. Bu bağlamda fonların başka bir kişiye ait cüzdan adresine transfer edilmesi bu cüzdan uygulamasından bir bakiye çıkışı olduğu anlamına gelmez. Bu işlem Blockchain ağı üzerinde bir adresten başka bir adrese transfer yapıldığı anlamına gelir. Cüzdan uygulamasının kullanıldığı cihaza çeşitli sebeplerle erişim sağlanamasa bile, kişiler özel anahtarları aracılığı ile başka bir cihaz veya uygulama üzerinden fonlarına erişim sağlayıp yönetebilirler.

2.9.1. Sıcak ve Soğuk Cüzdan Ayrımı

Kripto para cüzdanlarının genel olarak “sıcak” ve “soğuk” cüzdanlar şeklinde 2’ye ayrıldığı söylenebilir. Sıcak cüzdanlar bir şekilde internetle bağlantısı olan, bir tür yazılım şeklinde karşımıza çıkan cüzdan çeşididir. Masaüstü cüzdanlar, web cüzdanları ve mobil cüzdanlar olarak ayrılan yazılım cüzdanlar bu sınıfta kabul edilmektedir.

Soğuk cüzdanlar bir işlem başlatılana kadar internetle herhangi bir bağlantısı olmayan, anahtar çiftlerini çevrimdışı şekilde saklayan fiziksel yapılar halindedir. Bu haliyle sıcak cüzdanlara kıyasla daha güvenli olduğu düşünülmektedir. Donanım cüzdanlar ve kâğıt cüzdanlar soğuk cüzdan türü olarak gösterilebilir.

2.9.2. Donanım Cüzdan (Hardware Wallet)

Donanım cüzdanlar genellikle bir USB bellek veya benzeri harici bir depolama cihazı şeklinde olurlar. Bir cüzdanı oluşturan unsurlardan olan ve cüzdanın kontrolünü, erişimini sağlayan özel anahtarlar bu cihaz içerisinde saklanırlar. Donanım cüzdanlar ana bilgisayara bağlanmadığı sürece çevrimdışı şekilde çalışırlar ve bu yönüyle çevrimiçi cüzdanlara göre siber saldırılara karşı daha yüksek bir güvenlik sağlarlar. Genellikle bir donanım cüzdan ilgili cüzdan satıcısına ait bir yazılım aracılığıyla bilgisayar arayüzüne bağlanır ve özel anahtarlar ana bilgisayara

açıklanmadan işlemlerin imzalanması gerçekleşir. Ayrıca donanım cüzdanlara ait kullanıcısının belirlediği bir şifre olabilir ve bu cüzdanlar cihaza gömülü bir ekran içerebilir.

Donanım cüzdanların kripto para cüzdanları arasında bilinen en güvenli cüzdan çeşidi olduğu söylenebilir. Nitekim buna rağmen donanımsal arızalar, fiziksel hırsızlığa maruz kalma veyahut kullanıcının cihazı kaybetmesi gibi güvenlik sorunlarına sahiptirler (Guri, 2018; Bulut, 2019).

2.9.3. Yazılım Cüzdan (Software Wallet)

Yazılım cüzdanlar genellikle bir şekilde internete bağlı olan, kullanıcıların Blockchain ağı ile kolayca iletişim kurmasını sağlayan bir arayüze sahip programlar şeklindedir (Guri, 2018). Bitcoin geliştirici ekibi tarafından hem bir Bitcoin Blockchain düğümü (node) hem de masaüstü kullanım için cüzdan yazılımı olarak geliştirilen Bitcoin Core ilk kripto para cüzdan yazılımıdır (http-1). Yazılım cüzdanların bir kısmı oluşturulan cüzdanların özel anahtarlarını kullanıcıya vermeden kendi sunucularında saklayabilirler. Bu durumda kripto paralar gerçekte kullanıcıya ait olmayıp ilgili yazılım sağlayıcısının inisiyatifinde olacaktır. Bu sebeple bu tarz cüzdanların diğer türlere kıyasla daha güvensiz olduğu söylenebilir.

2.9.3.1. Web Cüzdanlar

Web cüzdanları bir internet tarayıcısı aracılığıyla erişilebilen web siteleri şeklinde kullanıcıya sunulan veya tarayıcı eklentisi olarak kullanılabilen yazılımlar şeklindeki internet tabanlı cüzdanlardır. Bu tür cüzdanlarda özel anahtarlar genellikle cüzdan sağlayıcısının kendi sunucularında saklanır. Web tabanlı cüzdanların, birçok kullanıcıya ait cüzdanın özel anahtarlarını kendi sunucularında sakladıkları için bilgisayar korsanlarının hedefi olacakları düşünülür. Bu sebeple özel anahtarlarını kendi kontrolünde olacak şekilde saklamak isteyen kullanıcılar tarafından tercih edilen bir cüzdan türü değildir. Nitekim genellikle kolay anlaşılabilir bir arayüz sağlaması sebebiyle kullanışlı bir cüzdan türü olduğunu söylemek mümkündür (Moniruzzaman, Chowdhury ve Ferdous, 2020).

2.9.3.2. Masaüstü Cüzdanlar

Masaüstü cüzdanlar MacOS, Windows, Linux gibi işletim sistemine sahip bilgisayarlarda kurulu bir program olarak çalışan yazılımlardır. Blockchain ağında yeni bir işlem başlatılabilmesi için cüzdanın yüklü olduğu bilgisayarın internete bağlı olması gerekmektedir. Bu tür cüzdan yazılımları üzerinden yeni bir cüzdan adresi oluşturulduğunda özel anahtarın yazılı olduğu bir dosya oluşturulup bilgisayar diskine kaydedilir. Bu sebeple erişim anlamında daha kısıtlı bir cüzdan türü olarak gözüke de kullanıcı dilerse bu dosyadaki özel anahtarını başka bir harici diske taşıyabilir ya da başka bir yazılım cüzdanı aracılığıyla kullanabilir. Özel anahtarlar bilgisayarın kendi sunucusunda saklandığı için bilgisayar virüsü gibi tehditlere karşı yeteri kadar önlem alındığı sürece masaüstü cüzdanlar güvenilir bir cüzdan türü olarak kullanılabilir (Bulut, 2019; Moniruzzaman vd., 2020).

2.9.3.3. Mobil Cüzdanlar

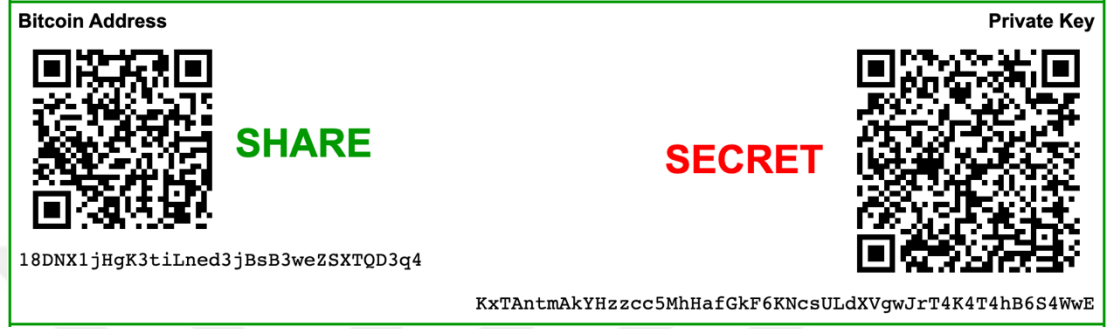
Mobil cüzdanlar telefon ve tablet gibi mobil cihazlar üzerinden kullanılabilen uygulamalardır. İlgili kripto para için oluşturulan cüzdanların özel anahtarlarını saklayarak mobil cihaz aracılığıyla ödeme yapabilme kolaylığı sağlarlar. Bunun yanında kamera aracılığı ile başka bir kripto para cüzdan adresi olan QR kodları kolayca tarayabilir ve bu bağlamda hızlı ödeme yapma imkânı sunabilirler. Kolay taşınabilirliği konusunda da avantaj sağlayan mobil cüzdanların kötü amaçlı yazılımlara karşı dikkatle korunması gerekmektedir. Zira cihaza sızmış bir virüs aracılığı ile özel anahtar bilgilerinin çalınması tehlikesine sahiptirler (Güleç, Çevik ve Bahadır, 2018; Jokić vd., 2019).

2.9.4. Kâğıt Cüzdan (Paper Wallet)

Kâğıt cüzdanlar genel ve özel olmak üzere yeni bir anahtar çifti yaratılıp bu anahtarların bir kâğıda QR kod ve alfanümerik halde basılması şeklinde oluşturulurlar. Kullanıcılar bu işlemin ardından kripto paralarını çevrimiçi olan bir cüzdandan oluşturdukları kâğıt cüzdana aktararak bakiyelerini çevrimdışı şekilde saklayabilirler. Kâğıt cüzdanın üzerindeki açık anahtar kodu hiçbir güvenlik sorunu olmaksızın bakiye almak için kullanılabilirken, gizli anahtar kodu ise bir çevrimiçi

cüzdan uygulamasına bağlanarak işlem başlatmak için kullanılabilir. Bu durumda gizli anahtar kodu çevrimiçi ortama aktarıldığından kaynaklı güvenlik açığı oluşturacağı için bir kâğıt cüzdanın sadece bir kere kullanılması daha güvenli olacaktır.

Şekil 8’de “http://bitaddress.org” sitesi üzerinden üretilmiş örnek bir kâğıt cüzdan gösterilmektedir:



Şekil 8. Bitcoin İçin Kâğıt Cüzdan Örneği

Güvenli cüzdan türlerinden kabul edilen kâğıt cüzdanların en büyük dezavantajları; kâğıdın zarar görmesi, kaybolması, başka bir kişinin eline geçmesi veya üzerindeki gizli anahtara ait QR kodun resminin bir şekilde sızmış olması olarak sıralanabilir (Cassano ve Kenna, 2015; Loera, 2015).

2.10. Kripto Para Ekosistemi İçerisinde Kitlesele Fonlama Yöntemleri ve Merkeziyetsiz Finans Uygulamaları

Son yıllarda hızla gelişen ve katılımcı ağı günden güne büyüyen kripto para ekosistemi geleneksel finansal düzene yeni bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Blockchain teknolojisi ile hayatımıza giren kripto paralar sunduğu alternatif ödeme yönteminin haricinde projelerin finansmanından kredi arzına kadar geniş bir yelpazede çeşitli fırsatlar da sunmaktadır. Birçok girişimci ekip yeni kripto para arzı aracılığı ile kitlesele fonlama sağlayarak projelerini hayata geçirmektedir. Genellikle bu projeler bir yol haritası doğrultusunda planlanmış ve bünyesinde Blockchain teknolojisini bir şekilde içeren projeler olarak öne çıkmaktadırlar. Son yıllarda kripto paralar aracılığıyla hayata başlayan kimi projeler de merkezi kuruluşlara dayalı şekilde gelişmiş günümüz finansal düzenine alternatif olarak Blockchain tabanlı merkeziyetsiz bir finansal düzenin de kapılarını aralamaktadır.

2.10.1. Kitlesele Fonlama Kavramı

2008 yılında yaşanan küresel finansal kriz sonrası bankalar kredi verirken erken aşamadaki girişimleri riskli sınıfa aldılar ve bu sebeple küçük ölçekli firmalar ihtiyacı olan finansmana ulaşmada zorluk çekmeye başladılar. Bu durum tarihi çok eskilere dayanan bir finansman bulma yönteminin tetikleyicisi olmuştur (Vergili ve Şahin, 2018). Bugün dünyanın en prestijli gazetecilik ödülü olan Pulitzer Ödülü'ne adını veren Joseph Pulitzer, Fransa'nın Amerika Birleşik Devletleri'ne hediye ettiği Özgürlük Anıtı için 1885 yılında bir kampanya başlatmıştır. O yıllarda ABD'nin içinde bulunduğu finansal sıkıntılar sebebiyle Özgürlük Anıtı'nı yerleştirilememesi üzerine, Pulitzer sahibi olduğu "The New York World" adlı gazete üzerinden dünyanın ilk kitlesele bağış kampanyalarından birini başlatarak ilk bağışçı da kendisi olmuştur. Böylece Pulitzer, beş aylık kısa bir süre içerisinde 160.000'den fazla ABD vatandaşını bağış yapmaya teşvik ederek Özgürlük Anıtı'nın ihtiyaç duyduğu tüm masrafları karşılamayı başarmıştır. (Marchand, 2016).

Günümüzde kitlesele fonlama kavramı proje sahibi girişimcilerin ilgili projelerine finansman bulmak için internet tabanlı platformlar aracılığıyla geniş kitlelerden çeşitli miktarlarda fon topladıkları bir sistemi ifade etmektedir. Kitlesele fonlama, girişimcinin bir internet platformu üzerinden yaptığı duyuru ve çağrı ile projesini potansiyel yatırımcılara sunarak ufak veya büyük miktarlarda finansman elde etmesine yarar sağlar (Vergili ve Şahin, 2018). Kitlesele fonlamanın bir finansman yöntemi olarak ortaya çıkışındaki önemli nedenlerden biri de mevcut finansal kurumlardan borç temin edemeyen girişimcilerin, erken aşamadaki proje sahiplerinin ve kredi temin etme noktasında güven eksikliği yaşayan firmaların doğru bir metot ile geniş kitlelerin gücünden yararlanabilme potansiyelidir (Çonkar ve Canbaz, 2018). Kitlesele fonlama yönteminde girişimciler, yatırımcılar ve işlemlerin yürütüldüğü platform olmak üzere üç taraf bulunmaktadır. Ayrıca bir kitlesele fonlama platformunun amaçladığı üç temel görev vardır, bunlar (Petrov, 2015):

- Girişimciler için projelerini sunabilecekleri standartlaştırılmış bir ortam sağlamak,
- Dolandırıcılık ve fonların kaybı gibi riskleri önleyerek yatırımcıların kitlesele katılımını teşvik etmek,

- Potansiyel yatırımcılar ile proje sahibi girişimciler arasında iletişim kurulabilmesini sağlamak.

2.10.2. ICO ile Kitlesele Fonlama

Açılımı “Initial Coin Offering” olan ICO kavramı Blockchain teknolojisi ile hayatımıza girmiş olan bir tür kitlesele fonlama yöntemidir. Genellikle Blockchain teknolojisini bünyesinde barındıran bir projeye sahip girişimciler ve fon sahibi yatırımcılar tarafından tercih edilen ICO ile finansman edinme yönteminde, girişimci ekip yeni ihraç edeceği bir Token veya Coin karşılığında mevcut olan bir kripto para cinsi üzerinden yatırım toplar. Yatırım döneminin sonuna gelindiğinde ekip ihraç ettiği Token veya Coin ile yatırımcıları yatırım yaptıkları tutar oranında ödüllendirirler. Girişimci ekip ICO öncesinde yayınladıkları “whitepaper” adında bir belge ile projelerinin ve ihraç edecekleri Token’larının genel niteliklerini, misyonunu ve vizyonunu kamuoyuna açıklarlar (Solak ve Karatay, 2018). ICO’lar kişiden kişiye aracısız şekilde ödeme yapma imkânı sağlayan kripto paralar aracılığı ile gerçekleştiği için, bu şekilde fon toplamının daha şeffaf ve daha düşük maliyetli olduğunu söylemek mümkündür (Vergili ve Şahin, 2018).

ICO sürecinin sonuna gelindiğinde girişimci ekibin yapılan yatırım karşısında vermeyi taahhüt ettiği Token’lar çeşitli kripto para borsalarında işlem görmeye başlayabilir. Genellikle girişimci ekipler ICO kapsamında dağıtılan Token’ların kripto para borsalarında işlem görmesini sağlamak için ayrıca bir çalışma yürütürler. Toplam üretilen Token’ların büyük bir miktarı toplanan fon karşılığında yatırımcılara dağıtılırken, %20, %30 veya %40 gibi projeye göre değişen oranlara tekabül eden bir miktar Token da genellikle girişimci ekip için ayrılır. ICO ile elde edilen finansman ilgili projenin yürütülmesi için kullanılırken, proje sahibi ekip bazı durumlarda elde edeceği karları çeşitli şartlar dahilinde belirli periyotlarda Token sahiplerine ödemeyi taahhüt edebilirler. Bunun yanında Token için proje dahilinde ek bir kullanım fonksiyonu da belirlenebilir. Ayrıca merkeziyetsiz uygulamalar geliştirilen projelerde ICO ile ihraç edilen Token’lar için yönetişim amaçlı kullanılma özelliği de eklendiği görülmektedir. Bu tarz eklenen özellikler ilgili ICO’yu ve ihraç edilecek Token’ı potansiyel yatırımcılar için daha cazip hale getirmektedir.

2.10.3. IEO ile Kitlese Fonlama

Kripto paralar aracılığıyla gerçekleştirilen bir kitlese fonlama yöntemi olan ICO'dan farklı olarak IEO'da fon toplama ve Token ihracını içeren finansman süreci bir kripto para borsası aracılığıyla gerçekleştirilir. Açılımı "Initial Exchange Offering" olan IEO'da ilgili kripto para borsası projenin pazarlama ortağı konumundadır. IEO başlatılan kripto para borsasında kullanıcı kaydı olan yatırımcıların katılabildiği bu kitlese fonlama yönteminde, ihraç edilen Token'lar fonlama süreci sonunda ilgili borsada işlem görmeye başlar. Bir Token'ın borsada işlem görmeye başlamasının yatırımcılar için çok önemli bir gelişme olduğu düşünülürse, potansiyel yatırımcılar için IEO'lar ICO'ya oranla daha cazip bir yöntemdir.

Borsaların IEO'lar aracılığıyla elde ettiği önemli kazanç kaynağı yapılan alım-satım işlemlerinden elde ettiği komisyonlardır. Bir kripto para borsası aracılığıyla kitlese fonlaması başlatılan projelerde yatırımcılar için dolandırıcılık riski daha düşüktür. Zira kripto para borsalarının şüphe duydukları projeleri kendi itibarlarını korumak için reddedecekleri düşünülür. Bu yöntem ile girişimci ekip için ihraç ettikleri Token'ın kripto para borsasında işlem görmesini sağlamanın maliyeti ICO'ya göre daha düşük olmaktadır. ICO'da üretilen Token'ların yatırımcılara dağıtılması daha yüksek süre alırken IEO ile çok kısa bir sürede bu süreç tamamlanır. Yatırımcıların ayrıca bir cüzdan oluşturmasına gerek kalmaz, sadece ilgili kripto para borsasındaki hesaplarına bakiye yüklemeleri ve IEO'ya katılım talebi vermeleri gerekmektedir. Tüm bunların yanında kripto para borsaları için IEO süreçleri ek iş yükü getireceğinden borsalar tarafından tercih edilmeyebilir ve ilgili borsa kuralları gereği kimlik doğrulama süreçleri potansiyel yatırımcıları isteksizleştirebilir (Myalo, 2019; Miglo, 2020).

2.10.4. Merkeziyetsiz Finans Uygulamaları (Decentralized Finance – DeFi)

Blockchain teknolojisinin hayatımıza girmesiyle birlikte fon ihtiyacı olan proje sahipleri ve fon fazlası olan yatırımcılar arasında finansman ilişkisi kurulmasını sağlayan ICO ve IEO gibi alternatif kitlese fonlama yöntemleriyle tanıştık. Bunun haricinde son dönemde ortaya çıkan yeni bir kavram olan DeFi, bireysel olarak fon

ihtiyacı olan kişilerin fon fazlası olan kişilerden kripto paralar ile aracısız şekilde kredi temin etmesine olanak tanıyan merkezi olmayan bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Açılımı “Decentralized Finance” olan DeFi, Türkçe’ye “Merkeziyetsiz Finans” olarak çevrilmektedir. Blockchain tabanlı akıllı kontratlar aracılığıyla kişiler ellerindeki fonu, genellikle sistemin arz-talep dengesine bağlı olarak belirlediği faiz oranı üzerinden fon ihtiyacı olan kişilere güvenli bir şekilde kredi olarak sunabilmektedir. Bu sistemlerde herhangi bir finansal kurum veya aracı var olmayıp işlemlerin güvenliği Blockchain ağı üzerinde oluşturulmuş akıllı kontratlar aracılığıyla sağlanmaktadır. Kişiden kişiye doğrudan ödeme imkânı sağlayan Blockchain teknolojisi, bu bağlamda artık kişiden kişiye doğrudan kredi verme imkânı da sağlamaktadır.

DeFi uygulamalarının temelde üç işlevi olduğu söylenebilir, bunlar (Popescu, 2020):

- Parasal bankacılık hizmetlerinin sağlanması (Stabil Coin ihracı gibi),
- Eşler arası doğrudan borç verme ve borç alma platformlarının oluşturulması,
- Merkezi olmayan borsalar gibi gelişmiş finansal araçların etkinleştirilmesidir.

Kişiler arasında yapılan anlaşmalar herkese açık bir Blockchain üzerinde kodlanmış akıllı sözleşmeler aracılığı ile uygulanır. Bu nedenle DeFi uygulamaları herhangi bir aracıya ihtiyaç duymayan, herkesin katılımına açık, güvenilir ve oldukça şeffaf bir finansal sistem sunmaktadır. Akıllı sözleşmeler aracılığıyla sistem katılımcılarının aralarında yaptıkları borç alma ve borç verme işlemleri garanti altına alınır ve borç veren kişilerin fonlarının kaybını engelleyen bir yapı kurgulanır.

DeFi sistemleri genellikle kitlesel fonlama sırasında ihraç etikleri Token’ların yönetim amaçlı kullanılmasına olanak tanıyan bir yapı inşa ederek sisteme ait Token’larına fonksiyon kazandırır. DeFi sistemlerinde kullanıcılar borç alabilmek için çoğunlukla belirli bir teminat yatırmak zorundadırlar. Örneğin çoğu DeFi uygulamalarında yönetime katılan DeFi sistemine ait Token sahipleri kimi kripto paralar için bu teminat oranını değiştirme konusundaki fikirlerini oylamaya sunabilir ve aynı şekilde benzer konularda oy kullanabilirler.

2.11. İlgili Alanyazın

Literatür incelendiğinde kripto paralarla ilgili yapılan çalışmalarda birçok farklı konunun ele alındığı görülmektedir. Yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğunda genel olarak kripto paraların hangi değişkenlerle ilişkili olduğunun tespit edilmesinin amaçlandığını söylemek mümkündür. Bu bağlamda; Atik, Köse, Yılmaz ve Sağlam (2015), İçellioğlu ve Öztürk (2016), Szetela, Mentel ve Gëdek (2016), Carrick (2016), Çütçü ve Kılıç (2018a), Ağan ve Aydın (2018), Laçin (2019), Azimov ve Alkan (2019) ve Özyeşil Mustafa (2019) tarafından yapılan çalışmalarda daha çok kripto paraların seçili döviz kurları ile ilişkisinin tespit edilmesinin amaçlandığı görülmektedir. H. Yıldırım (2018), Deniz ve Teker (2019) ve Deniz (2020) tarafından yapılan çalışmalarda olduğu gibi, kripto paraların altın ve Brent Petrol gibi emtialar ile ilişkisinin tespit edilmeye çalışıldığı araştırmalar da mevcuttur. Bununla birlikte Dirican ve Canöz (2017), Kanat ve Öget (2018), Kılıç ve Çütçü (2018b), Çıkrikçı ve Özyeşil Mustafa (2019) ve Aslan (2019) tarafından yapılan çalışmalarda ise kripto paraların borsa endeksleri ile ilişkisi araştırılmıştır. Ayrıca para arzı, enflasyon oranı, faiz oranı veya büyüme verileri gibi ekonomik faktörlerin de kullanıldığı çalışmalar görülmektedir. Bunlara örnek olarak Li ve Wang (2016), Loseva (2016), Güleç vd. (2018) ve Oktar ve Salihoğlu (2018) tarafından yapılan çalışmalar gösterilebilir. Ayrıca Li ve Wang (2016) ile Güleç vd. (2018) tarafından yapılan çalışmalarda bunlara ek olarak başka değişkenlerin de analizlere dahil edildiği görülmektedir. Kripto paraların birbirleri ile ilişkilerinin tespit edilmesinin amaçlandığı veya farklı kripto para borsalarında oluşan fiyatlar arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalara örnek olarak Koçoğlu vd. (2016), Karaağaç ve Altınırnak (2018), Polat ve Gemici (2018), Çakın (2019), Akçalı ve Şişmanoğlu (2019), Bilgetay (2019) ve Gültekin, Özdemir ve Varıcı (2019) tarafından yapılan araştırmalar gösterilebilir. Bununla birlikte literatür taramasında karşılaşılan, sentiment analizi amacıyla sosyal medya ve Google arama motoru verilerinin kullanıldığı çalışmalara örnek olarak Kristoufek (2015), Kutlu, Sezer ve Gümüş (2017) ve Özyeşil Murat (2019) tarafından yapılan araştırmalar gösterilebilir. Ayrıca pazartesi etkisi, haftanın anomalisi durumu, kripto paraların durağanlığının test edilmesi, kripto para fiyatlarının e-ticaret işlemleri ile ilişkisi veya literatürdeki önceki çalışmaların ex-post için geçerli olup olmadığının test edilmesi gibi literatürün geneline kıyasla farklılaşan birtakım çalışmalar da görülmektedir.

Vockathaler (2015), Bouoiyour, Selmi ve Tiwari (2015), Hepkorucu ve Genç (2017), Décourt, Chohan ve Perugini (2017) ve Evcı (2020) tarafından yapılan çalışmalar örnek olarak verilebilir. Tüm bu çalışmalarda kullanılan farklı türdeki değişkenlerin de birlikte kullanılarak analizlere dahil edildiği bazı araştırmalara rastlanılmıştır. Bu tür araştırmalara örnek olarak Dyhrberg (2015), Cermak (2017) ve Dere (2019) tarafından yapılmış çalışmalar gösterilebilir.

Atik vd. (2015) yaptıkları çalışmada, Bitcoin kullanımında yaşanan artışın ve Bitcoin'in bir yatırım aracı olarak kullanılmasının döviz piyasaları üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmada 2009 ile 2015 yılları arasındaki günlük Bitcoin fiyatları ile dünyada en çok işlem gören çapraz kur değerleri arasındaki ilişki test edilmiş ve bu bağlamda Granger nedensellik analizi uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre Bitcoin ile Japon Yeni birbirini gecikmeli şekilde etkilemekte ve Japon Yeni'nden Bitcoin'e doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.

Kristoufek (2015) tarafından yapılan çalışmada, Bitcoin fiyatları spekülasyon veya teknik etmenler gibi çeşitli yönlerden incelenmiştir. 14.09.2011 ve 28.02.2014 dönemini kapsayan günler verileri kullanılarak yapılan çalışmada, Çin piyasasının potansiyel etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. BTC/USD kuru, Blockchain verileri, USD/CNY kuru, BTC/CNY kuru, Google Trendler tarafından sağlanan Bitcoin terimine dair günlük ve haftalık arama motoru verileri, Wikipedia'daki Bitcoin teriminin arama verileri, Finansal Stres Endeksi ve Altın Ons fiyatları değişkenler olarak analize dahil edilmiştir. Analiz yöntemi olarak Dalgacık Bağdaşıklık (Wavelet Coherence) kullanılan çalışmada fiyat seviyesi, para arzı ve Bitcoin'in ticarete kullanımı gibi etkenlerin Bitcoin fiyatında uzun vadede etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Çalışmadan elde edilen diğer bir sonuca göre Bitcoin'in fiyatının artması kullanıcıları madenci olmaya teşvik etmekte, fakat zaman içinde bu etki de ortadan kalkmaktadır. Ayrıca Bitcoin'in kullanıcılar tarafından güvenli bir liman olarak görülmediği ortaya çıkmış ve Çin piyasasının Bitcoin'i etkilediğine dair net bir bulgu bulunamamıştır.

Dyhrberg (2015) tarafından yapılan çalışmada, 19.06.2010 – 22.05.2015 dönemini kapsayan günlük verilerden oluşan Bitcoin fiyatı, Altın Ons değeri, CMX altın vadeli 100 Ons ABD Doları, USD/EUR kuru, USD/GBP kuru ve FTSE Endeksi değişkenler olarak ele alınmıştır. GARCH modeli kullanılan çalışmada Bitcoin'in

altın ile birçok yönden benzerlik gösterdiği sonucu ortaya çıkmıştır. Bu değişkenlerin benzer “hedging” kabiliyetine sahip oldukları ve iyi ya da kötü haberlere benzer şekilde tepki verdikleri belirtilmiştir.

Vockathaler (2015)'in çalışmasında ilk olarak önceki araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalara ait bulguların ex-post için geçerliliğini koruyup korumadığı değerlendirilmektedir. Ayrıca çalışmanın diğer bir amacı ise Bitcoin'in fiyatını etkileyen uzun vadeli faktörlerin araştırılmasıdır. Çalışmada 19.08.2010 ve 27.05.2015 dönemini kapsayan günlük verilerden oluşan 1743 gözlem ve 16 bağımsız değişken kullanılarak bir GARCH modeli kurulmuştur. Araştırmanın sonuçlarına göre önceki dönemde yapılan araştırmalara ait bulguların, sonuçlar yayımlandıktan sonra tekrar test edildiğinde büyük ölçüde farklılık gösterdiği sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca bulgular Bitcoin fiyatındaki oynaklığın çoğunun beklenmedik şoklardan geldiğini göstermektedir. Söz konusu beklenmedik şokların Bitcoin'in fiyatındaki dalgalanmalara açık ara en büyük katkı sağladığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Bouoiyour vd. (2015) tarafından yapılan araştırmada, Aralık 2010 ve Haziran 2014 dönemini kapsayan günlük veriler kullanılmıştır. Çalışmada elektronik ticaret işlemleri, yatırımcı çekiciliği ve Bitcoin fiyat endeksi arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre Bitcoin fiyatları elektronik ticaret İşlemlerini olumlu etkilemekte ve yatırımcı çekiciliği ise Bitcoin fiyatlarını olumlu etkilemektedir. Ayrıca çalışmanın neticesinde Bitcoin fiyatlarının pozitif gelişmelerden ziyade negatif gelişmelere karşı daha duyarlı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

İçellioğlu ve Öztürk (2016) tarafından yapılan çalışmada 29.04.2013 ve 22.09.2017 dönemini kapsayan günlük verilerden oluşan 1105 gözlem kullanılmıştır. Bitcoin ile seçili döviz kurları arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada, analiz olarak Johansen eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Analizlerden elde edilen bulgulara göre Bitcoin ile Dolar, Pound, Euro, Yuan ve Yen arasında uzun ve kısa dönemli bir ilişkinin varlığına dair bir sonuca rastlanılmamıştır.

Koçoğlu vd. (2016) tarafından yapılan araştırmada Bitcoin borsalarının etkinliği, likiditesi ve oynaklığının analiz edilmesi amacıyla; Bitcoin'in USD, EUR,

GBP, JPY ve CNY döviz kurları ile işlem gördüğü 8 farklı borsaya ait veriler kullanılmıştır. USD için Bitfinex, Bitstamp, Mt. Gox, Btc-e; EUR için Kraken; GBP için Coinfloor; JPY için Anx; CNY için Okcoin borsaları kullanılmıştır. 02.06.2014 ve 02.06.2015 dönemini kapsayan günlük veriler ile Johansen eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre Bitstamp, Btc-e ve Bitfinex borsaları arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Ayrıca Okcoin borsasının bu üç borsa ile eşbütünleşik ilişki içerisinde olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte analize dahil edilen Bitcoin borsalarının kendi aralarında herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Li ve Wang (2016) tarafından yapılan araştırmada teknolojik ve ekonomik faktörler ile Bitcoin'in fiyatının belirlenip belirlenemeyeceği araştırılmıştır. Bu bağlamda toplumsal bilinirlik, madencilik zorluğu ve madencilik teknolojisi gibi unsurlar teknolojik faktörleri oluşturmakta; para arzı, enflasyon oranı, faiz oranı ve büyüme verileri ise ekonomik faktörleri oluşturmaktadır. Bitcoin fiyat hareketleri Mt. Gox Borsasının kapanmasından önceki ve sonraki dönemlerin ayrıldığı bir veri seti kullanılmıştır. Bu bağlamda 07.2010 – 07.2013 ve 01.07.2013 – 31.12.2014 aralıklarını kapsayan günlük veriler ile ARDL modeli kullanılmıştır. Sonuçlara göre kısa dönemde BTC/USD değerinin ekonomik faktörlerden etkilendiği sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca Bitcoin fiyatının belirlenmesinde toplumsal bilinirliğin ve madencilik teknolojisinin de etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuçlara göre Bitcoin fiyatı uzun vadede ekonomik faktörlere karşı daha fazla duyarlılık göstermektedir. Bununla birlikte Mt. Gox borsası kapandıktan sonraki dönemde BTC/USD fiyatlarının ekonomik faktörlere daha fazla duyarlı olduğu ve teknolojik faktörlere ise daha az duyarlılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Szetela vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada, Bitcoin ile Euro, Dolar, İngiliz Sterlini, Polonya Zlotisi ve Çin Yuanı gibi seçili para birimleri arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. ARMA ve GARCH modellerinin kullanıldığı çalışmada, Bitcoin ile söz konusu seçili global para birimleri arasında eşbütünleşme analizi uygulanmıştır. GARCH modelinde Bitcoin ile Dolar, Euro ve Çin Yuanı arasında koşullu varyans açıklamasında bir eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte ARMA analizinde ise Bitcoin ile söz konusu değişkenler arasında herhangi bir ilişki tespit edilmemiştir.

Carrick (2016) tarafından yapılan çalışmada, 12 adet gelişmekte olan ülkenin para birimlerinden oluşan bir portföy kullanılarak, Bitcoin'in bu para birimlerine karşı değeri ile oynaklığının analiz edilmesi ve Bitcoin'in bu para birimlerini nasıl tamamlayabileceğinin araştırılması amaçlanmıştır. Oluşturulan portföye Bitcoin eklendikten sonra hesaplanan Sharpe ve Sortino oranlarında iyileşme gözlemlenmiştir. Sonuçlara göre söz konusu portföye Bitcoin dahil edildikten sonra portföy performansında olumlu bir etki gözlemlenmiş ve Bitcoin'in riskleri azaltmanın bir yolu olduğu saptanmıştır.

Loseva (2016) tarafından yapılan çalışmada, Bitcoin'in Rus ekonomisindeki para arzına ve enflasyona olan etkisinin araştırılması amaçlanmış olup, 01.03.2014 ve 31.03.2016 tarihleri arasındaki aylık veriler kullanılarak bir regresyon modeli oluşturulmuştur. Çalışmada verilerin analizi için GRETl programı kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre dolaşımdaki Bitcoin miktarındaki %1'lik artış durumunda, Rus ekonomisindeki para arzının %0,394 azaldığı, aylık enflasyon seviyesinin ise %0,241 düzeyinde azaldığı tespit edilmiştir.

Dirican ve Canöz (2017) tarafından yapılmış çalışmada, Bitcoin'in yatırım fonksiyonuna odaklanılarak yatırımcı kararlarındaki etkisinin saptanması amaçlanmıştır. ARDL sınır test yönteminin kullanıldığı çalışmada Bitcoin ve seçili endeksler arasında eşbütünleşme ilişkisi aranmıştır. Çalışmanın bulgularına göre Bitcoin fiyatları ile ABD ve Çin borsa endeksleri arasında eşbütünleşme ilişkisi saptanmıştır. Buna göre Bitcoin fiyatlarının bu borsalarda işlem yapan yatırımcıların kararlarını uzun vadede etkileyebileceği sonucu ortaya konmuştur. Öte yandan çalışmanın sonuçlarına göre Bitcoin fiyatları ile NIKKEI 225, FTSE 100 ve BIST endeksleri arasında herhangi bir ilişkiye rastlanılmamıştır.

Cermak (2017) tarafından yapılmış çalışmada, Bitcoin'in döviz kuru, altın, borsa endeksi ve faiz ile ilişkisi incelenmiştir. 18.08.2010 – 17.03-2017 arasındaki günlük veriler ile GARCH modelinin kullanıldığı çalışmada değişkenler olarak; Bitcoin fiyat endeksi (BPI), CNY/USD paritesi, EUR/USD paritesi, JPY/USD paritesi, altın ons usd fiyatı, Shanghai Stosck Index, NIKKEI 225, Euro Stock 50, S&P 500, ABD 3 aylık bankalar arası faiz oranı ile 10 yıllık devlet tahvili faiz oranı, Çin 3 aylık bankalar arası faiz oranı ile 10 yıllık devlet tahvili faiz oranı, Japonya 3 aylık bankalar arası faiz oranı ile 10 yıllık devlet tahvili faiz oranı, Almanya 3 aylık

bankalar arası faiz oranı ile 10 yıllık devlet tahvili faiz oranı kullanılmıştır. Bulgulara göre BPI değişkeninin bir önceki dönemdeki fiyatının bir sonraki dönemdeki fiyatını açıkladığı sonucu tespit edilememiştir. Sonuçlar Almanya, ABD ve Çin'e dair göstergelerin bir sonraki gündeki Bitcoin'in dalgalanma tahminine uyduğunu göstermektedir. Öte yandan Japonya'ya dair göstergeler ile bu durum gözlemlenememiştir. Ayrıca Altın fiyatlarının Bitcoin fiyat oynaklığını tahmin etmede zayıf bir etken olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte CNY tutmanın riskli olduğu zamanlarda Çin halkının Bitcoin'e yönelmesinin Bitcoin işlem hacmini arttırarak Bitcoin'deki oynaklığını azaltılmasına sebep olduğu tespit edilmiştir.

Hepkorucu ve Genç (2017) tarafından yapılan çalışmada, Bitcoin'in finansal anlamda incelenmesi ve durağanlığının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Fourier ADF ve standart ADF metotları kullanılarak yapılan incelemede serinin durağan dışı olduğu kabul edilmiştir. Böylece sonuçlar serinin birim köke sahip olduğunu ve Bitcoin serisine uygulanan bir şok etkisinin azalmadan sonsuza kadar devam ettiğini göstermektedir. Bu nedenle çalışmanın sonucuna göre piyasaya giren şokların Bitcoin fiyatını belirlediği söylenebilmektedir.

Kutlu vd. (2017) tarafından yapılan araştırmada, Google'daki Bitcoin aramaları ile Bitcoin fiyatının tahmin edilip edilemeyeceğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bunun haricinde Bitcoin'in geçmişteki fiyatlarının günümüzdeki fiyatları üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. 2011-2016 arasındaki dönemi kapsayan haftalık verilerin kullanıldığı çalışmada değişkenler olarak; Google arama motorunun Türkiye ve Amerika'daki "Bitcoin" aramalarına ait verileri ve Bitcoin fiyatları kullanılmıştır. Model seçiminde ARIMA yönteminden, değişkenlerin anlamlılığını analiz etmek için de en küçük kareler yönteminden faydalanılmıştır. Sonuçlara göre Amerika'daki Bitcoin Google aramaları arttığı zaman Bitcoin fiyatlarında düşüş gözlemlenmiştir. Öte yandan Türkiye'deki Bitcoin Google aramalarındaki artış veya azalış durumunda Bitcoin fiyatlarında herhangi bir değişiklik tespit edilememiştir. Ayrıca Türkiye'de geçmişteki Bitcoin fiyatları ile günümüzdeki Bitcoin fiyatları tahmin edilememektedir.

Décourt vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada, hazine bonoları ve hisse senedi piyasalarında bilinen "pazartesi etkisi"nin, 24 saat ticaretinin sürmesi sebebiyle geleneksel piyasalardan farklılaşan Bitcoin piyasasında da etkili olup

olmadığının araştırılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda pazartesi gününün ortalama günlük getirilerinde diğer günlere kıyasla anlamlı bir fark olup olmadığının incelenmesi amacıyla T-Testi kullanılmıştır. Sonuçlara göre Bitcoin piyasasında pazartesi günlerindeki getirilerin önemli ölçüde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bu sonuç yapılan bir regresyon analizi ile doğrulanmıştır.

Çütcü ve Kılıç (2018a) tarafından yapılan çalışmada, Bitcoin fiyatları ile dolar kuru arasındaki ilişki incelenmiştir. 24.11.2013 – 04.03.2018 tarihleri arasındaki haftalık verilerin analize dahil edildiği çalışmada, yapısal kırılmalı testler kullanılarak söz konusu iki değişken arasındaki ilişki incelenmiştir. Yapısal kırılmaya izin veren Maki Eşbütünleşme testi ile elde edilen sonuçlara göre değişkenler arasında yapısal kırılmalarla birlikte uzun dönemli bir ilişkinin bulunduğu tespit edilmiştir. Hacker-Hatemi-J Bootstrap Nedensellik testi ile elde edilen bulgulara göre ise dolar kurundan Bitcoin fiyatlarına doğru %1 anlamlılık düzeyinde bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır.

Güleç vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, kripto para birimlerinin işleyiş süreçleri ele alınmış ve Bitcoin'in hisse senedi, döviz, faiz ve emtia piyasaları ile ilişkisi incelenmiştir. Mart 2012 ile Mayıs 2018 arasındaki dönemi kapsayan bir veri setinin kullanıldığı çalışmada zaman serisi yöntemi ile araştırma yapılmıştır. Uygulanan Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik testleri sonucunda faiz ile Bitcoin fiyatları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca diğer bir sonuç ise Bitcoin fiyatlarının yüksek bir volatiliteye ve artan bir trende sahip olduğunu göstermektedir.

Kanat ve Öget (2018) tarafından yapılan çalışmada, 01.01.2013 – 26.01.2018 arasındaki dönemi kapsayan günlük veriler kullanılarak Bitcoin fiyatı ile Türkiye ve G7 ülkelerinin borsa endeksleri arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda öncelikle birim kök testleri ile eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkiler Granger Nedensellik ve Wald testi yardımıyla incelenmiş, uzun dönemde bir denge olup olmadığının incelenmesi için de vektör hata düzeltme modeli (VECM) kullanılmıştır. Bulgulara göre Bitcoin ile diğer ülke borsaları arasında herhangi bir uzun dönemli denge ilişkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Öte yandan İngiltere borsası olan FTSE'nin kısa dönemde Bitcoin'in nedeni olduğu tespit edilmiştir.

Bununla birlikte Bitcoin'in ise S&P 500 ve Kanada Borsası olan STSX'in nedeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Oktar ve Salihoğlu (2018) tarafından yapılan çalışmada, BTC/TRY fiyatları ile TCMB'nin M1-M2 para arzı, TCMB ortalama fonlama maliyeti, bankaların 1 aylık mevduat faiz oranı ve 10 yıllık devlet tahvili faiz oranı arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Temmuz 2013 ve Temmuz 2018 tarihleri arasındaki 61 aylık gözlem ile elde edilen BTC/TRY fiyatları ile söz konusu değişkenlerin durağanlığı analiz edilmiştir. Analiz sonucunda serilerin birinci seviyede durağan oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Vektör Otoregresyon (VAR) modeli oluşturularak değişkenler arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik testleri uygulanmıştır. Bulgulara göre, BTC/TRY fiyatları uzun dönemde diğer değişkenler ile eşbütünleşik ilişkiye sahiptir. Ayrıca 10 yıllık devlet tahvili faiz oranı haricindeki diğer değişkenlerden BTC/TRY fiyatına doğru tek yönlü bir Granger nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

H. Yıldıırım (2018) tarafından yapılan çalışmada, Bitcoin'in yüzyıllardır yatırım aracı olarak değerlendirilen altına karşı incelenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda ADF birim kök testleri, Johansen eşbütünleşme testi, hata düzeltme modeli ve düzletilmiş en küçük kareler modeli kullanılmıştır. Bulgulara göre altın ve Bitcoin fiyatları arasında uzun dönemde bir ilişki bulunduğu sonucuna varılmıştır. Kısa dönemde karşılıklı bir ilişki mevcut değilken, uzun dönemde altın fiyatlarındaki değişim Bitcoin fiyatlarını etkilemekte ve Bitcoin fiyatlarındaki değişim ise altın fiyatlarını etkilememektedir.

Kılıç ve tc (2018b) tarafından yapılan çalışmada, günümüzdeki dijital paraların geleneksek menkul kıymetlere alternatif olup olamayacağı irdelenmiş ve Borsa İstanbul ile Bitcoin fiyatları arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisinin sınanması amaçlanmıştır. Bu bağlamda eşbütünleşme testi için Engle-Granger eşbütünleşme testi ve Gregory-Hansen eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Nedensellik testi için ise Toda-Yamamoto ve Hacker-Hatemi-J nedensellik testleri kullanılmıştır. Her iki eşbütünleşme testinin sonuçlarına göre BIST endeksinin değeri ile Bitcoin fiyatları arasında orta ve uzun vadede bir eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığı gözlemlenmiştir. Toda-Yamamoto nedensellik testinin sonuçlarına göre ise BIST

endeksinden Bitcoin fiyatlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu gözlemlenmiştir.

Karaağaç ve Altınırnak (2018) tarafından yapılan çalışmada, işlem hacimleri ve toplam piyasa değerleri yüksek olan kripto para birimlerinin birbirleri üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, değişkenler olarak Bitcoin, Bitcoin Cash, Litecoin, Ethereum, Cardano, NEO, NEM, Stellar, Ripple ve IOTA kripto para birimleri kullanılmıştır. En yüksek toplam piyasa değerine sahip 10 kripto para biriminin analize dahil edilmesi amacıyla söz konusu kripto para birimleri değişkenler olarak seçilmiştir. 15.12.2017 – 17.01.2018 tarihleri arasındaki dönemi kapsayan günlük fiyatlardan oluşan veri seti kullanılmış olup, Johansen eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Granger nedensellik testinin sonuçlarına göre; Ripple'ın Bitcoin'in nedeni olduğu, Bitcoin'in Bitcoin Cash'in nedeni olduğu, NEM'in Bitcoin Cash'in nedeni olduğu, Litecoin'in Bitcoin Cash'in nedeni olduğu, NEM'in Stellar'ın nedeni olduğu, Cardano'nun NEO'nun nedeni olduğu, NEO ve Ethereum'un birbirinin nedeni olduğu, NEO ve Litecoin'in birbirinin nedeni olduğu tespit edilmiştir. Bu değişkenlerin fiyat hareketlerinin kısa dönemde birbirlerini etkiledikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Polat ve Gemici (2018) tarafından yapılan çalışmada, Bitcoin ve diğer altcoinler arasındaki ilişkinin ortaya konması amaçlanmıştır. 07.08.2015 – 25.06.2018 tarihleri arasındaki dönemi kapsayan günlük veriler kullanılarak eşbütünleşme ve nedensellik analizleri uygulanmıştır. Söz konusu dönemde Bitcoin ile altcoinler arasında eşbütünleşik ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca Bitcoin ve altcoinler arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ağan ve Aydın (2018) tarafından yapılan çalışmada, Bitcoin ile Japon Yeni, Kanada Doları, Çin Yuanı, Amerikan Doları, İngiliz Sterlini ve Euro gibi çapraz döviz kurları arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda Hatemi-J (2012) yöntemi ile Bitcoin ve çapraz döviz kurları arasındaki asimetrik nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre Bitcoin ile Yuan, Yen, Amerikan Doları ve Kanada Doları arasında tek yönlü şokların etkisine rastlanılmıştır. Ayrıca İngiliz Sterlini ve Euro arasında tek yönlü veya çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

Şahin (2018) tarafından yapılan araştırmada, Bitcoin'e dair zamana bağlı fiyat tahminleri yapılmıştır. Yapay Sinir Ağları (YSA) ve ARIMA kullanılan çalışmada, 02.02.2012 – 09.01.2018 tarihleri arasındaki günlük kapanış fiyatları analize dahil edilmiştir. Bulgulara göre Yapay Sinir Ağları modeli ile tahmin edilen fiyatların hem yönünün hem de değerlerinin ARIMA modeline göre daha başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çıkrıkçı ve Özyeşil Mustafa (2019) tarafından yapılan araştırmada, 22.02.2012 – 15.08.2018 tarihleri arasındaki döneme ait Bitcoin günlük getirileri ile dokuz adet Uzakdoğu ülkesinin ve Türkiye'nin borsa endekslerinin günlük getiri verileri kullanılmıştır. Her ülke için 1164 adet günlük verinin dahil edildiği toplam 11640 adet veri içeren bir panel veri kullanılarak birim kök testleri, eşbütünlüşme analizi ve nedensellik analizi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre Bitcoin getirisinde artış olmasının Türkiye ve Uzakdoğu ülkelerinin getirisini azalttığı gözlemlenmiştir. Bitcoin'in borsalara olan etkisinin en fazla olduğu ülkeler ise Türkiye ve Endonezya olarak tespit edilirken, bu etkinin en az olduğu ülkeler Kore, Singapur ve Malezya olarak tespit edilmiştir.

Dere (2019) tarafından yapılan çalışmada, Bitcoin'in faiz oranları, döviz kurları, borsa endeksleri ve emtialar ile ilişkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. 16.07.2010 – 16.05.2019 tarihleri arasındaki dönemi kapsayan günlük verilerin kullanıldığı çalışmada, analiz metodu olarak Granger nedensellik analizi, varyans ayrışması yöntemi ve VAR yöntemine dayalı etki-tepki fonksiyonları uygulanmıştır. Bulgulara göre EUR/USD, CNY/USD ve JPY/USD döviz kurları ile Euro cinsinden haftalık ve aylık LIBOR faiz oranlarının Bitcoin'in fiyatını etkilediği gözlemlenmiştir. Ayrıca altından Bitcoin'e doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiş olup, Bitcoin'den de NIKKEI 225 ve Dow Jones 30 borsa endekslerine doğru nedensellik ilişkisi gözlemlenmiştir..

Laçın (2019) tarafından yapılan çalışmada, EUR/USD, GBP/USD, JPY/USD, CNY/USD ve INR/USD paritelerinin BTC/USD paritesine olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. 2014 ve 2018 yılları arasındaki dönemi kapsayan verilerin kullanıldığı zaman serisi analizinin sonuçlarına göre, CNY/USD paritesinden BTC/USD paritesine doğru pozitif yönlü bir nedensellik ilişkisi

bulunmuştur. Elde edilen diğer bir bulguya göre analize dahil edilen diğer paritelerle BTC/USD paritesi arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanılamamıştır.

Aslan (2019) tarafından yapılan araştırmada, Bitcoin'in BIST ve New York Borsası hisse senetlerine olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca Bitcoin'in oynaklık sıçramasının BIST ve New York Borsası hisse senedi getirilerine nasıl etki ettiği incelenmiştir. Bitcoin'in BIST hisse senedi getirilerine olan etkisini ölçmek için GARCH analizi nedensellik testlerinden Hafner Herwartz (2006) ve Cheung Ng (1996) testleri uygulanmıştır. Çok değişkenli model olarak; Baba-Engle-Kraft-Kroner Çok Değişkenli ARCH Modeli (BEKK-GARCH), Vektör Çok Değişkenli ARCH Modeli (VECH-GARCH) ve Dinamik Koşullu Korelasyon Modeli (DCC-GARCH) analizi volatilité modellemesi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, Cheung Ng (1996) testi ile Bitcoin ve BIST arasında karşılıklı olarak nedenselliğin bulunamadığını göstermektedir. Ayrıca Cheung Ng (2006) testinin Bitcoin ve New York Borsası için kullanıldığı analizde ikinci gecikmede anlamlı etki olduğunu göstermiştir. Hafner Herwartz (2006) varyansta nedensellik testi ve çok değişkenli GARCH analizi sonuçlarına göre, Bitcoin ve BIST için karşılıklı nedensellik ilişkisi anlamsız bulunmuştur. Hafner Herwartz (2006) ve çok değişkenli GARCH analizlerinin Bitcoin ve New York Borsası için uygulandığı durumda, Bitcoin'in New York Borsası'nı anlamlı olarak etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca analizler neticesinde New York Borsası'nın Bitcoin'i etkilediği sonucuna ulaşılabilir.

Çakın (2019) tarafından yapılan araştırmada; Bitcoin'in itibari paralar olan Euro, İngiliz Sterlini, İsviçre Frangı, Japon Yeni ve Çin Yuanı ile altcoin olan Litecoin, Ethereum ve Ripple arasındaki ilişkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Analize dahil edilen değişkenlere Johansen eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Bulgulara göre seriler arasında 1 koentegre vektör tespit edilmiş ve böylece uzun dönemli bir ilişkinin bulunduğu ifade edilmiştir. Ayrıca Hata Düzeltme Modeli kurularak uzun dönemli ilişkiden sapma incelenmiş ve hata düzeltme katsayısının anlamsız ve pozitif olması sebebiyle uzun dönemdeki sapmaların kısa dönemde telafi edilemediği ifade edilmiştir. Ayrıca nedensellik testi sonuçlarına göre ise Bitcoin'den Ripple'a doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Akçalı ve Şişmanoğlu (2019) tarafından yapılan çalışmada, Bitcoin ile Ethereum, Ripple, Litecoin, Dash, Stellar, Monero ve NEM arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bitcoin haricindeki altcoinlerin seçilmesinde piyasa büyüklükleri ve veri dönemine ulaşılabilirliği esasları göz önünde bulundurulmuştur. 07.08.2015 – 21.11.2018 tarihleri arasındaki dolar cinsinden günlük kapanış fiyatlarının kullanıldığı çalışmada, Toda-Yamamoto nedensellik analizi ile değişkenler arasındaki ilişki test edilmiştir. Kripto paralar arasındaki korelasyonun genel anlamda çok güçlü ve pozitif olduğu görülmüş ve Toda-Yamamoto nedensellik analizine göre de analizdeki her kripto paranın birbiri tek yönlü ya da çift yönlü olarak etkilediği gözlemlenmiştir. Bu bağlamda kripto para birimlerinin birbirleriyle etkileşim için oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Bilgetay (2019) tarafından yapılan araştırmada, Bitcoin'in spot fiyatı ve CBOE ile CME piyasalarındaki vadeli Bitcoin fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Analiz yöntemi olarak Hata Düzeltme Modeli (VECM)'ne Dayalı Granger Nedensellik Analizi ve Johansen eşbütünleşme analizi kullanılmıştır. Sonuçlara göre vadeli işlem sözleşmeleri ile Bitcoin'in spot fiyatı arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Ayrıca uzun dönem dinamiklerine göre CME piyasasının fiyat dengesinden sapmaya CBOE'ye göre daha yüksek tepki verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Kısa dönem dinamiklerine göre ise Bitcoin ve CME arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisinin olduğu, aynı şekilde Bitcoin ve CBOE arasında da karşılıklı bir nedensellik ilişkisinin olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte Bitcoin spot fiyatının CME ve CBOE piyasalarına öncülük ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Azimov ve Alkan (2019) tarafından yapılan araştırmada, BTC/USD fiyatı ile Çin ve Rusya'nın seçili finansal göstergeleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Eylül 2013 ve Eylül 2018 arasındaki dönemi kapsayan aylık veriler ile zaman serisi analizi uygulanmıştır. Değişkenler olarak; Rus Rublesi'nin dolar kuru, Çin Yuanı'nın dolar kuru, Rusya ile Çin'in uluslararası rezervleri ve Bitcoin'in dolar kuru kullanılmıştır. Johansen eşbütünleşme analizi ve Hata Düzeltme Modeli (VECM)'nin uygulandığı araştırmanın sonuçlarına göre değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğu tespit edilmiştir.

Özyeşil Murat (2019) tarafından yapılan araştırmada, kripto para tanınırlığı ile kripto paraların fiyatları, kripto paraların getirileri ve kripto para işlem hacimleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Zaman serisi yönteminin kullanıldığı çalışmada kripto para tanınırlığının belirlenmesi için internetteki kripto para arama sayıları ele alınmıştır. Değişkenler arasındaki dinamik etkileşimin ortaya çıkarılması için VAR analizi kullanılmış ve nedensellik ilişkisinin tespiti için Granger nedensellik analizi uygulanmıştır. Regresyon analizleri ise üç farklı denklem yardımıyla EKK yöntemi ile uygulanmıştır. Bitcoin'in internette aranma sayılarına yönelik azaltıcı bir şok durumunda Bitcoin getirisinin azaldığı görülmüş ve Bitcoin fiyatı ile işlem hacminin ise dalgalı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kripto paraların internetteki aranma sayılarında yaşanan artışın tüm kripto para fiyatlarını, işlem hacmini ve kripto paraların getirilerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Getiri konusunda en yüksek etkinin Litecoin'de olduğu, fiyat ve işlem hacmi konusundaki en yüksek etkinin de Bitcoin'de olduğu tespit edilmiştir. Kripto paraların tanınırlığının bu üç unsur üzerinde önemli bir belirleyici faktör olduğu ifade edilmiştir.

Deniz ve Teker (2019) yaptıkları çalışmada, Bitcoin ve altın ile Brent Petrol arasındaki etkileşimin incelenmesi amaçlanmıştır. 28.04.2013 ve 23.07.2019 arasındaki dönemi kapsayan günlük fiyatların kullanıldığı çalışmada söz konusu 3 değişken için doğal logaritma uygulanmıştır. Analiz olarak ADF Birim Kök Testi ile durağanlık sınaması yapılmış, sonrasında gecikme uzunlukları belirlenmiş ve etki-tepki fonksiyonu ile varyans ayrıştırma yöntemi uygulanmıştır. Etki-tepki grafikleri sonucunda üç değişkenin de meydana gelen şokları azaltmaya yönelik azaltıcı bir şekilde tepki verdiği tespit edilmiştir. Ortalama 5 gün içinde şoklar etkisini kaybetmiştir.

Özyeşil Mustafa (2019) tarafından yapılan çalışmada, Bitcoin ve döviz kurları arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda döviz kurları ve Bitcoin fiyatı arasındaki karşılıklı ilişkinin incelenmesi için VAR modeli kullanılmıştır. Varyans ayrıştırma analizi neticesinde, Bitcoin ve Euro'nun büyük ölçüde dış değişkenler olduğu ve fiyatların USD'den önemli ölçüde etkilenmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Gültekin vd. (2019) tarafından yapılan araştırmada, 01.01.2017 tarihindeki piyasa değeri en yüksek 10 kripto para biriminin fiyat değişimi ile aynı tarihte piyasa değeri bakımından ilk 100 kripto para biriminin fiyat değişimleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Değişken olarak 2016'dan önce ortaya çıkmış olan kripto para birimlerinden 01.01.2017 tarihindeki piyasa hacmi en yüksek 100 kripto para seçilmiştir. Böylece 2016 yılı içerisindeki dolar bazlı günlük fiyat hareketleri analize dahil edilmiştir. Verilerin normal dağıldığı varsayımıyla Pearson Korelasyon Testi uygulanmıştır. SPSS programı kullanılarak yapılan analiz sonucunda veri setine dahil edilen kripto para birimleri arasında 808 anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. Fakat sadece orta ve üzeri kuvvetteki ilişki sayısının 258 olduğu ve bunun 196'sının pozitif, 62'sinin ise negatif olduğu ifade edilmiştir.

Evcı (2020) tarafından yapılan çalışmada, Bitcoin fiyatlarında haftanın günü anomalisinin var olup olmadığının tespit edilmesi amaçlanmıştır. 2013 ve 2019 yılları arasındaki dönemi kapsayan günlük fiyatların kullanıldığı çalışmada, Bitcoin'in getirilerinde haftanın günü anomaliyi asimetrik GARCH modeli ile incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre Bitcoin getirileri üzerinde Pazartesi, Perşembe ve Pazar günlerinin negatif etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca en fazla kaybın Perşembe günü gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

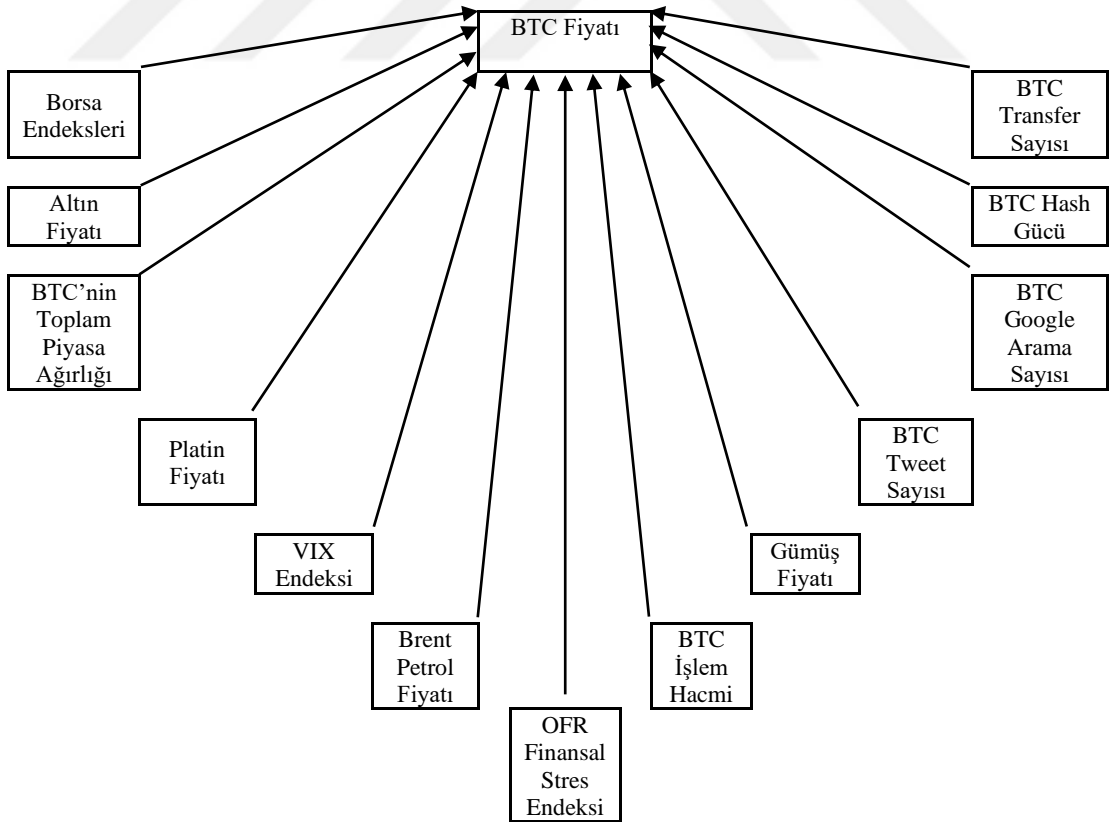
Deniz (2020) tarafından yapılan çalışmada, kullanılan veri döneminde en yüksek piyasa hacmine sahip 7 kripto para olan Bitcoin, Ethereum, Ripple, Tether, Bitcoin Cash, Bitcoin SV ve Litecoin ile geleneksel piyasalarda işlem gören altın ve Brent Petrol'n arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. 03.04.2018 ile 31.12.2019 tarihleri arasındaki dönemi kapsayan günlük veriler kullanılarak eşbütünleşme ve Granger nedensellik analizinin uygulandığı araştırmanın sonuçlarına göre Bitcoin'in altının Granger nedeni olduğu saptanmıştır. Analizde kullanılan diğer kripto para birimleri ile altın ve Brent Petrol arasında nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Eşbütünleşme analizi bulgularına göre ise, sadece Tether ile Altın ve Brent Petrol arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir.

3. YÖNTEM

Araştırmaya dahil edilen değişkenler için kurulan modeller, oluşturulan hipotezler, veri setinin içeriği ve verilere dair başlıca analiz yöntemlerinden aşağıdaki başlıklar altında bahsedilmiştir.

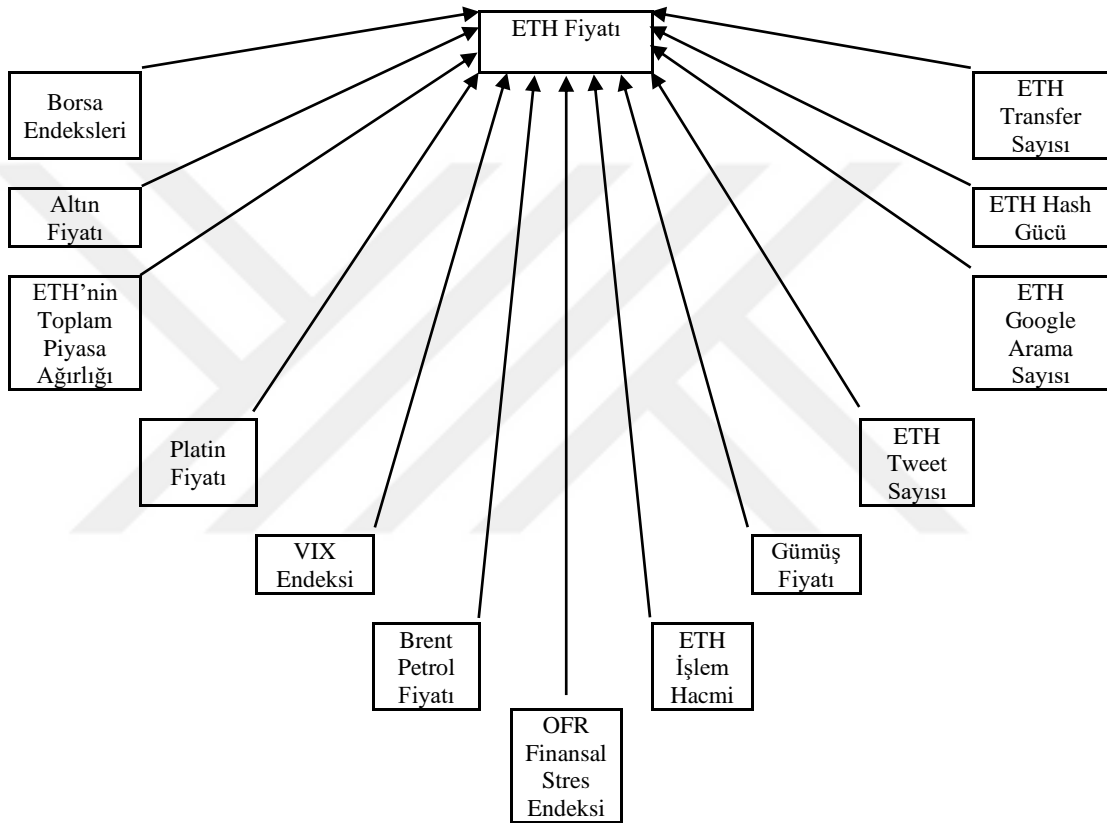
3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırmada kullanılması kararlaştırılan değişkenlerin arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi amacıyla iki farklı model oluşturulmuştur. Söz konusu modeller Şekil 9 ve Şekil 10'da detaylı olarak gösterilmektedir.



Şekil 9. Araştırmanın Birinci Modeli

Yukarıdaki modelde bağımlı değişken olarak BTC (Bitcoin) fiyatı ve bağımsız değişkenler olarak da borsa endeksleri, altın fiyatı, BTC'nin toplam piyasa ağırlığı, platin fiyatı, VIX endeksi, Brent Petrol fiyatı, OFR finansal stres endeksi, BTC işlem hacmi, gümüş fiyatı, BTC tweet sayısı, BTC Google arama sayısı, BTC hash gücü ve BTC transfer sayısı belirlenmiştir. Oluşturulan modelde bağımlı değişkenin söz konusu bağımsız değişkenlerden etkilenip etkilenmediği ve varsa ne düzeyde bir etki olduğunun tespit edilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 10. Araştırmanın İkinci Modeli

Araştırmanın ikinci modeli olan yukarıdaki modelde de görüleceği üzere bağımlı değişken olarak ETH (Ethereum) fiyatı ve bağımsız değişkenler olarak da borsa endeksleri, altın fiyatı, ETH'nin toplam piyasa ağırlığı, platin fiyatı, VIX endeksi, Brent Petrol fiyatı, OFR finansal stres endeksi, ETH işlem hacmi, gümüş fiyatı, ETH tweet sayısı, ETH Google arama sayısı, ETH hash gücü ve ETH transfer sayısı belirlenmiştir. Yine birinci modelde olduğu gibi ikinci modelde de bağımlı değişkenin söz konusu bağımsız değişkenlerden etkilenip etkilenmediği ve varsa ne düzeyde bir etki olduğunun tespit edilmesi amaçlanmıştır.

3.2. Araştırmanın Veri Seti

Araştırmada, toplam 21 farklı değişken ile 2 farklı model kurulmuştur. Bu değişkenlere dair günlük verilerin kullanıldığı araştırmada, 3 Aralık 2019 ile 3 Aralık 2020 tarihleri arasındaki dönem incelenmiştir. Bağımlı değişkenler olarak Bitcoin ve Ethereum'un fiyatları kullanılmış olup, bu iki kripto para birimine dair bazı içsel değişkenler de araştırmaya dahil edilmiştir. Bu içsel değişkenler; işlem hacmi, ilgili kripto para biriminin toplam piyasa hacmindeki ağırlığı, Twitter arama sayıları, Google arama sayıları, ilgili Blockchain'deki toplam hash gücü ve ilgili Blockchain üzerindeki günlük transfer sayıları olarak belirlenmiştir. Global değişkenler olarak ise altın ons fiyatı, gümüş fiyatı, platin fiyatı, Brent Petrol fiyatı, VIX volatilité endeksi, G20 borsa endeksleri ve ABD Hazine Bakanlığı'nın kurduğu Finansal Araştırma Ofisi (OFR) tarafından yayımlanan finansal stres endeksi kullanılmıştır. Borsa endeksleri olarak G20 içerisinde yer alan 19 farklı ülkenin ana borsa endeksleri kullanılmıştır. Birden fazla ulusal borsası bulunan ülkeler için en yüksek hacimli borsanın seçilmesine karar verilmiştir. G20 içerisinde yer alan Avrupa Birliği'ni temsilen herhangi bir borsa endeksi analize dahil edilmemiştir. Ülkelere dair hangi borsa endekslerinin analize dahil edildiği aşağıdaki çizelgede detaylı olarak verilmiştir:

Çizelge 4. Araştırmada Kullanılan Borsa Endekslerinin Listesi

ÜLKE	BORSA ENDEKSİ	ÜLKE	BORSA ENDEKSİ
Almanya	DAX	Avustralya	S&P ASX 200
ABD	NYSE	Endonezya	IDX Composite
Birleşik Krallık	FTSE 100	Güney Afrika	FTSE/JSE Top 40
Fransa	CAC 40	Güney Kore	KOSPI
İtalya	FTSE MIB	Hindistan	Nifty 50
Japonya	NIKKEI 225	Meksika	IPC Mexico
Kanada	S&P TSX	Rusya	RTSI
Arjantin	S&P Merval	Suudi Arabistan	TASI
Brezilya	Bovespa	Türkiye	BIST 100
Çin	Shanghai Composite		

Araştırmada kullanılan değişkenlere dair verilerin toplanması sürecinde uluslararası kuruluşlar ve platformların veri tabanlarından yararlanılmıştır. Bu noktada, hangi veri tabanının kullanılacağı konusunda değişkenlere göre çeşitli kriterler göz önüne alınmıştır. Her değişken için ortak kriter, günlük verilere

ulaşılabilen platformların tercih edilmesidir. Bu bağlamda değişkenlere dair veriler için hangi kurum ve platformların veri tabanlarının kullanıldığı aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

- Borsa endekslerinin tümü için Tradingview.com veri tabanı kullanılmıştır.
- Altın ons fiyatı için Tradingview.com veri tabanı kullanılmıştır.
- Gümüş ons fiyatı için Tradingview.com veri tabanı kullanılmıştır.
- Platin ons fiyatı için Tradingview.com veri tabanı kullanılmıştır.
- Brent Petrol fiyatı için Tradingview.com veri tabanı kullanılmıştır.
- VIX volatilité endeksi için Tradingview.com veri tabanı kullanılmıştır.
- OFR finansal stres endeksi için, Finansal Araştırmalar Ofisi'nin web sitesi olan financialresearch.gov adresinde yer alan veri tabanı kullanılmıştır.
- BTC fiyatı için en yüksek kripto para işlem hacmine sahip global borsalardan biri olan Binance borsasının verileri seçilmiştir. Verilerin elde edilmesinde Tradingview.com veri tabanı kullanılmıştır.
- BTC işlem hacmi için de sığ bir borsanın seçilmemesi adına, yüksek işlem hacmine sahip olması sebebiyle Binance borsasının verilerinin kullanılmasına karar verilmiştir. Verilerin elde edilmesinde Tradingview.com veri tabanı kullanılmıştır.
- BTC'nin toplam piyasa hacminin toplam kripto para piyasa hacmindeki oranı için Tradingview.com veri tabanı kullanılmıştır.
- BTC'nin Google'daki arama sayıları verisinin elde edilmesi sürecinde, Google Trendler sayfasında 1 yıllık periyod için günlük verilere ulaşma imkânının olmaması sebebiyle bitinfocharts.com adresindeki veriler kullanılmıştır.
- BTC'nin Twitter'da atılan tweet sayıları için bitinfocharts.com adresindeki veriler kullanılmıştır.
- BTC Blockchain'indeki toplam hash gücü için blockchain.com adresinde yer alan veriler kullanılmıştır.
- BTC Blockchain'indeki toplam transfer sayıları için charts.bitcoin.com adresindeki veriler kullanılmıştır.

- ETH fiyatı için, en yüksek kripto para işlem hacmine sahip global borsalardan biri olan Binance borsasının verileri seçilmiştir. Verilerin elde edilmesinde Tradingview.com veri tabanı kullanılmıştır.
- ETH işlem hacmi için de sığ bir borsanın seçilmemesi adına, yüksek işlem hacmine sahip olması sebebiyle Binance borsasının verilerinin kullanılmasına karar verilmiştir. Verilerin elde edilmesinde Tradingview.com veri tabanı kullanılmıştır.
- ETH'nin toplam piyasa hacminin toplam kripto para piyasa hacmindeki oranı için Tradingview.com veri tabanı kullanılmıştır.
- ETH'nin Google'daki arama sayıları verisinin elde edilmesi sürecinde, Google Trendler sayfasında 1 yıllık periyod için günlük verilere ulaşma imkânının olmaması sebebiyle bitinfocharts.com adresindeki veriler kullanılmıştır.
- ETH'nin Twitter'da atılan tweet sayıları için bitinfocharts.com adresindeki veriler kullanılmıştır.
- ETH Blockchain'indeki toplam hash gücü için etherscan.io adresindeki veri tabanı kullanılmıştır.
- ETH Blockchain'indeki toplam transfer sayıları için etherscan.io adresindeki veri tabanı kullanılmıştır.

3.3. Araştırmanın Yöntemi

Panel veri analizi kullanılan bu araştırmanın iki adet modeli mevcuttur. Bu modeller doğrultusunda çeşitli analizler uygulanmıştır. Her iki model için de ilk olarak panel birim kök testleri ile değişkenlerin durağanlık sınaması yapılmıştır. Panel birim kök testleri sonrasında elde edilen bulgulara göre eşbütünleşme analizi için gerekli şartları sağlayan değişkenler ile eşbütünleşme analizi uygulanmıştır. Bu analiz ile değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Eşbütünleşme analizinden sonra, söz konusu değişkenlerin aralarında bir nedensellik ilişkisinin var olup olmadığının belirlenmesi ve bu ilişkinin yönünün tespit edilmesi amacıyla nedensellik analizi uygulanmıştır. Son olarak her iki modeldeki yer alan hangi bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkenleri ne derecede etkilediklerinin tespit edilmesi amacıyla regresyon analizi kullanılmıştır.

3.3.1 Panel Veri Analizi

Ekonomik bir analiz yaparken ilk aşamanın ilgili değişkenlere ait verileri toplamak olduğu söylenebilir. Yatay kesit, zaman serisi ve panel veri olmak üzere üç tür veri seti türü bulunmaktadır (Varol, 2019). Analiz için kullanılan bu veri seti türlerinden olan zaman serisi, bir birimin birden çok zamana ait verisini içermektedir. Zaman serisine ait frekanslar; günlük, haftalık, aylık, yıllık gibi seriler şeklinde oluşturulan veriler bu türün örneği olarak gösterilebilir. Yatay kesit ise aynı döneme ait birden fazla birimin verisini içeren bir veri seti türüdür. Aynı yıldaki enflasyon, faiz, kur değeri, borsa endeksi vb. gibi ekonomik göstergelerin sıralandığı veriler yatay kesit veri setine örnek olarak gösterilebilir. Panel veri ise; yatay kesit verisi ve zaman serisinin birleşiminden meydana gelen, yatay kesit birimlerinin zaman serisine göre değişimini gösteren karma bir veri seti türü olarak tanımlanabilir (Miser, 2019).

Diğer iki veri seti türüne göre daha kapsamlı olan panel veri çalışmalarının genel anlamda 3 temel hedefi bulunmaktadır (Miser, 2019). Bunlar:

- Yatay kesit birimlerinin zaman içerisindeki değişimlerini belirlemek,
- Birimlerin kendi özelinde veya birbirleriyle birlikte değişimini diğer değişkenler aracılığıyla ortaya çıkarmak,
- Her birim hakkında ilgili olduğu değişkene bağlı olarak öngöründe bulunabilmektir.

Panel verinin diğer veri türleri olan yatay kesit ve zaman serisine göre bazı avantajları ve dezavantajı bulunmaktadır. Bu avantajlar:

- Ekonometrik bir analizde kullanılan birimler genellikle heterojendir. Yatay kesit ve zaman serisi ile yapılan analizler bunu tek başına sağlayamazken panel veri ile bu heterojenlik sağlanmaktadır.
- Panel veride, dışlanan değişken sebebiyle oluşan hata terimiyle açıklayıcı değişkenler korelasyonu ve parametre tahminlerinin sapmalı olması kontrol altında tutulabilmektedir ve böylece tahmin sapması azalmaktadır.
- Her bir değişkenin ayrı ayrı etkisini ölçmek isteyen araştırmacılar için zaman serileri yönteminde serbestlik derecesinin az olması ve çoklu doğrusal

bağlantı durumu önemli bir problem oluşturmaktadır. Panel veri bu problemin önüne geçilebilmekte ve serbestlik derecesi arttırılabilmektedir.

- Panel veri yönteminde tek başına zaman serileri ya da yatay kesit verisi kullanılarak kurulamayan ve iki tür veriyi de içeren karmaşık modellerin oluşturulması ve test edilmesi mümkündür.

Öte yandan her veri setinde görülen ilgili yönteme has sapmaları içeren hata terimi panel veri modelinde genellikle sapma gösterdiği için bunun da panel veri yönteminin önemli bir dezavantajı olduğu söylenebilir (Köse, 2020).

3.3.1.1. Yatay Kesit Bağımlılığı

Panel veri analizi kullanılan çalışmalarda, panel veriye dahil olan yatay kesit birimlerinin birbirlerinden bağımsız olup olmadığının bilinmesi gerekmektedir. Bu durum yatay kesit bağımlılığı olarak bilinmektedir. Yatay kesit bağımlılığı test edilmeden yapılacak olan analizler tutarsız sonuç verecektir. Bu sebeple analizlere başlamadan evvel panel veride yatay kesit birimleri arasında bağımlılık olup olmadığının sınanması büyük ölçüde önemli bir husustur. Yatay kesit bağımlılığı testleri, yatay kesit birimlerinin birbirine bağımlı olup olmadığının ve birimlerin seriye gelen şoklardan aynı ölçüde etkilenip etkilenmediğinin test edilmesini sağlamaktadır (Mercan, Peker ve Göçer, 2015; Koçbulut ve Barış, 2016).

Panel veriye dahil olan birimler arasındaki yatay kesit bağımlılığının sınanması sırasında öncelikle panel verinin zaman serisi boyutu (t) ve yatay kesit boyutu (n) karşılaştırılmalıdır. Zaman serisi boyutu ve yatay kesit boyutunun farklı varyasyonlarının ortaya konduğu 3 farklı LM test istatistiği hesaplanmalıdır. Birinci testte n 'nin sabit olduğu ve " $t \rightarrow \infty$ " olduğu durum incelenmektedir. Diğer bir deyişle zaman serisi boyutunun yatay kesit boyutundan büyük olması durumu, yani " $t > n$ " ifadesi incelenmektedir. İkinci testte ise aynı anda hem " $t \rightarrow \infty$ " hem de " $n \rightarrow \infty$ " olduğu durum incelenmektedir. Diğer bir deyişle hem zaman serisi boyutunun hem de yatay kesit boyutunun eşit olduğu durum, yani " $t = n$ " ifadesi test edilmektedir. Son test istatistiği olan üçüncü testte ise t 'nin sabit olduğu ve " $n \rightarrow \infty$ " olduğu durum incelenmektedir. Diğer bir deyişle yatay kesit boyutunun zaman serisi boyutundan büyük olması durumu, yani " $n > t$ " ifadesi test edilmektedir (Bozkurt, 2012).

Panel veriye dahil olan birimler arasındaki yatay kesit bağımlılığını tespit etmeye yönelik yöntemler arasından Breusch-Pagan LM (1980) testi, zaman serisi boyutunun yatay kesit boyutundan büyük olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Yatay kesit boyutunun zaman serisi boyutundan büyük olduğu durumlarda ise Pesaran CD (2004) testi ile inceleme yapılabilmektedir. Bununla birlikte Breusch-Pagan LM (1980) testi yatay kesit boyutunun zaman serisi boyutundan büyük olduğu durumda; yatay kesin derinliğindeki testte grup ortalamasının sıfırdan farklı olduğu durumda sapmalı sonuçlar vermektedir. Pesaran vd. (2008) yapmış oldukları çalışmada bu sapmayı düzeltmek amacıyla varyans ve ortalamayı modele dahil etmişlerdir (Göçer, Mercan ve Hotunluoğlu, 2012; Hüseyini, 2015).

Her iki analiz için de aşağıda görüldüğü şekilde hipotezler kurulmaktadır (Gövdeli, 2018):

- H_0 : Yatay kesit bağımlılığı yoktur.
- H_1 : Yatay kesit bağımlılığı vardır.

Analizler neticesinde elde edilecek sonuçlarda eğer olasılık değerleri 0.05'ten küçükse, %5 anlamlılık düzeyinde H_0 hipotezi reddedilmektedir. Bu durumda panele dahil olan birimler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Gövdeli, 2018).

Breusch-Pagan LM (1980) testi N sabit ve " $T \rightarrow \infty$ " olduğu durumda kalıntıların korelasyon katsayılarını baz alan bir Lagrange Multipler (LM) testidir. Fakat bu testin " $N \rightarrow \infty$ " olduğu durumda, diğer bir deyişle yatay kesit boyutunun zaman serisi boyutundan büyük olduğu durumda kullanılması uygun değildir. Breusch-Pagan LM testi için test istatistiği aşağıda görüldüğü gibidir (Baltagi, Feng ve Kao, 2012):

$$LM = \left(T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \widehat{\rho}_{ij}^2 \right) \quad (D1)$$

Bu test istatistiği $N(N-1)/2$ serbestlik derecesi ile χ^2 dağılmaktadır. Teste dair sıfır hipotezi her bir birimden elde edilen kalıntılar arasında korelasyon bulunmadığı anlamına gelmektedir. ρ_{ij} , i. ve j. birimleri arasında anlık korelasyonu göstermekte ve aşağı görüldüğü şekilde hesaplanmaktadır:

$$\hat{\rho}_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T e_{it}e_{jt}}{(\sum_{t=1}^T e_{it}^2)^{1/2}(\sum_{t=1}^T e_{jt}^2)^{1/2}} \quad (D2)$$

Pesaran (2004) ise T sabit ve “N→∞” olduğu durumda, yani diğer bir deyişle yatay kesit boyutunun zaman serisi boyutundan büyük olduğu durumlarda birimler arası korelasyonu test etmek amacıyla Breusch-Pagan LM testine alternatif bir test geliştirmiştir. Pesaran CD test istatistiği aşağıda görüldüğü şekildedir:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (D3)$$

$\hat{\rho}_{ij}$: i ve j. kalıntının korelasyon katsayısıdır. $CD \rightarrow N(0,1)$ fonksiyonunun limitiye ve $N \rightarrow \infty$ ve T yeterince büyükse geçerlidir. LM test istatistiğinin aksine CD test istatistiği homojen-heterojen dinamik modeller ve durağan olmayan modeller dahil çok çeşitli panel veri modelleri altında sabit T ve N değerleri için tam sıfır anlamına gelmektedir. Pesaran dengesiz paneller için bu testin aşağıda görüldüğü gibi hafif şekilde değiştirilmiş bir versiyonunu önermektedir (Hoyos ve Sarafidis, 2006):

$$CD = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \sqrt{T_{ij} \hat{\rho}_{ij}} \right) \quad (D4)$$

$CD \rightarrow N(0,1)$ fonksiyonunun limitiye ve $T_{ij} > 3$ ve N yeterince büyükse geçerlidir (Pesaran, 2004).

3.3.1.2. Durağanlık Kavramı ve Birim Kök Testi

Ekonometrik bir analiz yapılırken doğru sonuçlar elde edebilmek için gerekli olan en önemli hususlardan biri de kullanılan serilerin durağan olması hususudur. Bir serinin varyansı ve ortalamasının zamandan bağımsız şekilde sabit olduğu ve kovaryansının da iki zaman arasındaki farka bağlı gerçekleştiği durum “durağanlık” olarak ifade edilmektedir. Serilerin durağan olmadığı durumlarda uzun dönemde ortalama korunamamakta ve zaman sonsuza yaklaştıkça varyans değeri de sonsuza gitmektedir. Gecikme sayısı arttıkça otokorelasyon değerleri sıfırdan uzaklaşmakta

ve R^2 değerleri yüksek, t istatistik değerleri ise anlamlı çıkmaktadır. Böylelikle durağan olmayan, yani birim kök içeren seriler ile yapılan ekonometrik analizler doğru sonuçlar vermemekte ve sahte regresyon sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu sorunun giderilmesi için serilerin durağan hale getirilmesi gerekmektedir (Kutlar, 2000).

Bir serinin varyansı veya ortalaması zaman içerisinde değişiyorsa, birim kök içeriyorsa ya da diğer bir değişle seriler durağan değilse, ilgili seriler sadece ele alınan döneme yönelik incelenebilir ve diğer zaman dilimlerine yönelik bir genelleme yapılamaz. Bundan dolayı durağan olmayan seriler ile analiz yapmak ve öngörü elde etmek pek elverişli bir yöntem değildir. Ancak durağan olmayan seriler uygun yöntemlerle durağanlaştırma işlemine tabi tutulup ekonometrik analizlerde kullanılabilir (Yavuz, 2014).

Bir serinin ortalama ve varyansının zamana bağlı olarak değişmemesi durağanlığın şartı olarak kabul edilmektedir. Serinin durağanlığı sağlaması halinde ise ilgili serinin uzun dönemde ortalama civarında dalgalandığı ve ortalamaya dönmeye eğilimli olduğu ifade edilmektedir. Durağanlık gösteren serilerin, serilere uygulanan bir birimlik şokun etkisi geçici olduğunda ortalamaya dönme eğiliminde olduğu görülmektedir (Enders, 2014). Böylelikle durağan serilere gelen bir şok kısa süreli olmakta ve seriler tekrardan denge değerine yakınlaşma eğilimi göstermektedir (ztrk ve Bayramoğlu, 2019).

Birim kök testinin sınanmasında aşağıdaki şekilde iki adet hipotez kurulmaktadır:

- H_0 : Seri durağan değildir (Birim kök vardır)
- H_1 : Seri durağandır (Birim kök yoktur)

Birim kök testi temel olarak;

$$\Delta = y_t \beta_1 + \beta \rho_2 t + y_{t-1} + u_t \quad (D5)$$

şeklinde verilen bir regresyon modelinde “ $\rho=0$ ” olup olmadığının sınanmasına dayanmaktadır. Burada t zaman ya da genel eğilim değişkenini gösterir. Eğer “ $\rho=0$ ” olarak bulunursa “ y_t değişkeni durağan değildir (birim kök vardır)” şeklinde belirtilir.

Böylelikle y_t serisinin durağan olmadığı sonucu ortaya çıkar. Yukarıda verilen Δ ifadesi fark operatörünü gösterir. Yani $\Delta y_{i,t} = y_{i,t} - y_{i,t-1}$ 'dir.

“ $\rho = 0$ ” hipotezinin sınanması için geleneksel t istatistiği kullanılmaktadır. Bu istatistik için eşik değerler Dickey ve Fuller tarafından yapılmıştır. Eğer u_t hata terimi ardışık bağımlıysa yukarıda verilen ifade şu şekilde tekrar yazılır:

$$\Delta y_t = \beta_2 t + \rho y_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \alpha_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_i \quad (D6)$$

Buradaki ρ maksimum gecikme sayısını göstermektedir. Bu modele DF testi uygulandığı zaman buna genişletilmiş DF Testi (Augmented Dickey-Fuller, ADF) adı verilir. DF Testi ve ADF Testi aynı asimptotik dağılım özelliklerini gösterdiklerinden dolayı eşik değerleri de aynıdır (Enders, 2004).

Eğer uygulanan durağanlık testi sonucunda bir serinin durağan olmadığı sonucu ortaya çıkarsa, durağanlığı sağlamak için seriler üzerinde fark alma gibi işlemler yapılarak durağanlık sağlanmaya çalışılabilir. Fakat fark alma işlemi sonucunda uzun dönemli ilişkiler olan trendlerin de ortadan kalkması durumuyla karşılaşma ihtimali mevcuttur. Bu sebeple fark alma işlemi ile durağanlık sağlamadan önce eşbütünleşme analizi yapılmaktadır. Bunun nedeni değişkenler arasında eşbütünleşme mevcutsa durağanlaştırma işlemine gerek kalmamasıdır. İki değişken arasında eşbütünleşme olması demek, değişkenlerin aynı dalga boyunda olduğu anlamına gelmektedir. Böylelikle değişkenlere ait trendler birbirlerinin etkisini yok ederek, elde edilen regresyonda klasik test istatistiklerinin geçerliliğini korumuş olur (Gujarati, 1999).

3.3.1.2.1 Panel Birim Kök Testi

Panel veri analizlerinin yatay kesit ve zaman serisi analizlerine göre farklı olan özelliği, birim boyutu ve zaman boyutunu birlikte içermesidir. Panel veride zaman boyutunun da olmasından dolayı birim kök testleri panel veri için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu şekilde panel verideki zaman etkisi araştırılmakta ve verinin durağan olup olmadığı tespit edilmektedir. Serilerin durağanlığının sınanması analizler için oldukça önemli bir husustur. Panel birim kök testlerinde, panel verinin zaman boyutunun yanında yatay kesit boyutuna ait bilgiler de analize dahil

edilmektedir. Bu sebeple panel serileri asimptotik davranışlar gösterebilmektedir. Bundan dolayı yapılan analizler istatistiksel anlamda daha güçlü sonuçlar vermektedir (Asteriou ve Hall, 2011; Ertuğrul, 2020).

Panel verinin durağanlığının sınanması amacıyla DF (Dickey Fuller) ve ADF (Augmented Dickey Fuller) birim kök testleri, birim kökün varlığının tespiti için panel veriye yönelik genişletilmektedir. Panel birim kök testlerinin birçoğu regresyon denklemlerine bir bileşen gibi ilişkilendirilerek ADF testinin uzantısına dayandırılmaktadır. Fakat panel verilerde tahmin prosedürü zaman serilerinde kullanılan yöntemden daha karmaşıktır (Asteriou ve Hall, 2011).

Panel veriye dahil olan yatay kesitlerin birbirinden bağımsız olup olmamaları durumu, panel birim kök testi analizleri için karşılaşılan temel bir sorundur. Bu sebeple panel birim kök testleri birinci nesil ve ikinci nesil olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir. Birinci nesil panel birim kök testlerinde birimler arasında yatay kesit bağımlılığı olmadığı varsayımı kabul edilmektedir. İkinci nesil panel birim kök testlerinde ise birimler arasında yatay kesit bağımlılığının olduğu varsayımı kabul edilmektedir. Bu testlerin sınıflandırılması aşağıdaki çizelge aracılığıyla incelenebilir (Hurlin ve Mignon, 2006):

Çizelge 5. Birinci ve İkinci Nesil Birim Kök Testleri

BİRİNCİ NESİL TESTLER:	Levin ve Lin (1992, 1993)
	Levin, Lin ve Chu (2002)
	Haris ve Tzavalis (1999)
	Im, Pesaran ve Shin (1997, 2002, 2003)
	Mandala ve Wu (1999)
	Choi (1999, 2001)
	Breitung (2000)
	Hadri (2000)
İKİNCİ NESİL TESTLER:	Choi (2002)
	Moon ve Perron (2004)
	Bai ve Ng (2006)
	Pesaran (2007)
	Phillips ve Sul (2007)
	Chang (2002, 2004)
	Breitung ve Das (2005)

Kaynak: F. Yıldırım, 2019; Sarıkovanlık, Koy, Akkaya, Yıldırım ve Kantar, 2020

Panel verilere hem yatay kesit boyutu hem de zaman boyutu dahil olduğunda dolayı asimptotik dağılım sergileyebilirler. Bu sebeple birimler arasında yatay kesit bağımlılığının olup olmaması değişkenlerin asimptotik dağılımı etkileyebilmektedir. Birimler arasında yatay kesit bağımlılığı olup olmaması panel birim kök testleri arasında bir ayırım oluşmasına neden olmaktadır. Birimler arasında yatay kesit bağımlılığı olması durumunda, bir birime gelen etkinin tüm birimleri de etkilemesi sonucunu ortaya çıkarmaktadır (Topal, 2016).

3.3.1.2.1.1. Levin, Lin ve Chu (LLC) Panel Birim Kök Testi

Levin, Lin ve Chu (2002) yaptıkları çalışmada, her bir zaman serisinin birim kök içerdiğini gösteren sıfır hipotezini sınamak için toplanmış kesit zaman serisi verilerini kullanan bir yöntem geliştirmişlerdir. Panele dahil olan zaman serisi ve yatay kesit boyutları büyüdükçe, panel birim kök testi istatistiği sınırlayıcı normal dağılıma sahip olmaktadır. Monte Carlo simülasyonları, normal dağılımın görece küçük örneklerde test istatistiğinin ampirik dağılımına yaklaşıma sağladığını göstermektedir. Ayrıca her zaman serisi için ayrı bir birim kök testi uygulamaya kıyasla önemli düzeyde güçlü olabileceğini göstermektedir. Bu sebeple panel birim kök testlerinin, ülkeler arası verilerin analizinde ayrıca bir yararının olduğu kanıtlanabilmektedir. Bununla birlikte bu panel birim kök testinin bazı sınırlamaları vardır. Sadece çapraz kesit ortalamaları çıkarılarak korelasyonun giderilemeyeceği durumlar mevcuttur. Araştırma büyük ölçüde birimler arası yatay kesit bağımlılığının olmadığı varsayımına dayanmaktadır ve bu sebeple birimler arası yatay kesit bağımlılığı mevcutsa LLC testi uygulanamamaktadır. Tüm birimlerin bir birim kökün varlığı ya da yokluğu konusunda özdeş olduğu, yani birim kök varsa bunun tüm birimlerde mevcut olduğu ya tüm birimlerde bulunmadığı varsayımı bu test için kısıtlayıcı bir unsurdur. Ayrıca panele dahil olan tüm değişkenlerin birinci dereceden kısmi otokorelasyona sahip olduğu varsayılmaktadır (Levin, Lin ve Chu, 2002; Ertuğrul, 2020).

LLC testi için hipotezler aşağıda görüldüğü şekilde kurulmaktadır:

- H_0 : Paneldeki her seride genel bir birim kök vardır.
- H_1 : Paneldeki her seride genel bir birim kök yoktur.

LLC panel birim kök testinde bu hipotezlerin sınanması için üç farklı model oluşturulmuştur. Aşağıda görüldüğü üzere birinci model sabit parametresiz, ikinci model sabit parametrelili ve üçüncü model ise trendli olarak oluşturulmaktadır (Levin vd., 2002).

- Model 1: $\Delta Y_{it} = \rho Y_{it-1} + u_{it}$ (D7)

- Model 2: $\Delta Y_{it} = \alpha_{0i} + \rho Y_{it-1} + u_{it}$ (D8)

- Model 3: $\Delta Y_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1i}t + \rho Y_{it-1} + u_{it}$ (D9)

Birinci model homojen panel sürecini, ikinci model sabit parametre ile heterojen panel sürecini ve üçüncü model ise heterojen sabit ve bireysel trend süreçlerini içermektedir. Bu üç modeli basitleştirmek amacıyla temel denklem olarak aşağıdaki denklem oluşturulmuştur (F. Yıldırım, 2019):

$$\Delta Y_{it} = \rho Y_{it} + \sum_{L=1}^{\rho_i} \theta_{iL} \Delta Y_{it-L} + \alpha_{mi} d_{mt} + u_{it} \quad (D10)$$

Denklemden görülen “ d_{mt} ” her birim birim için kukla değişkenleri ve “ α_{mi} ” ise bunların parametrelerini göstermektedir. “ t ” istatistikleri LLC (2002) tablo değerleri ile karşılaştırılarak sıfır hipotezinin kabul edilmesine veya reddedilmesine karar verilmektedir. Eğer sıfır hipotezi kabul edilirse serilerin birim kök içerdiği, reddedilirse serilerin birim kök içermediği sonucuna varılır (Tatoğlu, 2012).

LLC panel birim kök testi yatay kesit sayısının 10 ile 250 arasında olduğu ve zaman serisi boyutunun da 5 ile 250 arasında olduğu durumlarda iyi sonuçlar vermektedir. Fakat zaman serisi boyutunun çok küçük olduğu durumlarda ise test gücü zayıflamaktadır (Baltagi, 2005).

3.3.1.2.1.2. Im, Pesaran ve Shin (IPS) Birim Kök Testi

Im, Pesaran ve Shin (2003), LLC testinin panele dahil olan yatay kesitler arasında heterojenliğe izin vermemesinin aksine yatay kesitler arasında heterojenliğe izin veren bir test yöntemi geliştirmişlerdir. Bu test yöntemi alternatif hipotezinde heterojen panel yapısına izin vermektedir. Alternatif hipotezde birimlerin hepsinin değil de bazılarının birim kök içerdiği belirtilmektedir. IPS testi temelde, dinamik

zaman serilerinde yaygın şekilde kullanılan ADF test istatistiğine dayandırılmaktadır. IPS testinde, her birim için ADF birim kök testi uygulanmaktadır. Uygulama sonucunda elde edilen sonuçların ortalamaları alınarak panele ait test istatistiği oluşturulmaktadır. Böylece IPS panel birim kök testi her birimin, birim kök test istatistiklerinin ortalamasına dayanmaktadır (Konat, 2020).

IPS birim kök testinde y_{it-1} heterojen katsayısı dikkate alınmaktadır. Tüm birimlere ait birim kök test istatistiklerinin ortalamasının dikkate alındığı bir test süreci uygulanır. IPS panel birim kök testi için hipotezler aşağıdaki şekilde kurulmaktadır (F. Yıldırım, 2019):

- $H_0: \rho = 0$ (tüm birimler durağan değildir ve tümü birim kök içerir)
- $H_1: \rho < 0$ (en az bir birim durağandır ve diğer birimler birim kök içerebilir)

Im, Pesaran ve Shin (2003) tarafından önerilen bireysel sabitli ve trendsiz heterojen panel veri model yapısı aşağıdaki gibidir:

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \rho_i y_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{\rho_i} \beta_{i,j} \Delta y_{i,t-j} + \varepsilon_{i,t} \quad (D11)$$

Heterojenliğe bağlı olarak yukarıdaki denklemden her bir eşitlik ADF testi ile ayrı ayrı tahmin edilmektedir. Akabinde panele ait test istatistiği, birimlere ait test istatistiklerinin ortalamasından elde edilmektedir (Im vd., 2003).

3.3.1.2.1.3. Pesaran CADF Panel Birim Kök Testi

Pesaran (2007), panel veri analizlerinde panele dahil olan birimlerin durağan olup olmadıklarını test ederken karşılaşılan olası yatay kesit bağımlılığı durumunu ve seriler arası korelasyon hatalarını önlemek için yeni bir birim kök testi oluşturmuştur. Pesaran bu yöntem ile ADF regresyonunun gecikmeli yatay kesit ortalamaları ile genişletilmiş halini kullanmaktadır. Bu regresyonun birinci derece farkı birimler arası korelasyonu ortadan kaldırmaktadır (Tatoğlu, 2012).

Pesaran, zaman serilerindeki ADF birim kök testinin çalışma prensibine dayanan ve panele dahil olan yatay kesitler arasındaki yatay kesit bağımlılığını göz önünde bulundurarak çalışan bu teste Cross-Sectionally Augmented Dickey Fuller

(CADF) adını vermiştir (Pesaran, 2007, s.265). Basit CADF regresyonu aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır:

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \rho_i^* y_{i,t-1} + d_0 \bar{y}_{t-1} + d_1 \Delta \bar{y}_t + \varepsilon_{it} \quad (D12)$$

Burada “ \bar{y}_t ” tüm yatay kesit gözlemlerinin t’ye göre ortalamasını ifade etmektedir. Gecikmeli yatay kesit ortalamaları ve birinci derece farklarının varlığı, faktör yapısı yoluyla birimler arasındaki korelasyonu hesaba katmaktadır. Eğer hata teriminde veya faktörde otokorelasyon mevcutsa, bu regresyon tek değişkenli durumda y_{it} ve \bar{y}_t ’nin gecikmeli birinci farklarını ilave ederek genişletilebilmektedir (Tatoğlu, 2012). Bu durumda regresyon aşağıdaki şekilde değişmektedir:

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \rho_i^* y_{i,t-1} + d_0 \bar{y}_{t-1} + \sum_{j=0}^{\rho} dj + 11 \Delta \bar{y}_{t-j} + \sum_{k=1}^{\rho} ck \Delta y_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (D13)$$

Genişletme derecesi bir bilgi kriteriyle veya ardışık testlerle seçilebilmektedir (Baltagi, 2005).

CADF testinde birimler için bireysel birim kök parametreleri hesaplandıktan sonra, panelin geneli için geçerli kabul edilen birim kök test istatistiği aşağıdaki CIPS testinin denklemi aracılığıyla hesaplanabilmektedir (Varol, 2019):

$$CIPS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (D14)$$

CIPS testinin hipotezleri aşağıda görüldüğü şekilde kurulmaktadır:

- H_0 : Bütün yatay kesitler için seri durağan değildir.
- H_1 : Bazı yatay kesitler için seri durağandır.

Pesaran (2007), bu hipotezlerin sınanabilmesi için gerekli kritik değerleri yaptığı çalışmada belirlemiştir.

3.3.1.3. Eşbütünleşme Testi

Panel veri değişkenleri arasında uzun dönem ilişkiyi incelemek için geliştirilen yaklaşım eşbütünleşme yaklaşımı olarak adlandırılmaktadır. Eşbütünleşme testi iki veya daha fazla değişkenin uzun dönemde bütünleşik olup

olmadığını belirlemeye yönelik bir analizdir. Eğer değişkenler bütünleşik olursa bu durum değişkenlerin zaman içerisinde birlikte hareket ettiklerini ve kısa dönemde yaşanan karışıklıkların uzun dönemde düzelme eğilimi gösterdiklerini ifade etmektedir. Böylece değişkenlerin uzun dönemde birbirlerine yaklaşıcağını ve aralarındaki farkın sabit düzeyde kalacağını söylemek mümkündür. Değişkenlerin bütünleşik olmaması durumunda ise sapmalar görülecektir (Güvenek ve Alptekin, 2010).

Eşbütünleşme analizi birim kök testleri yapıldıktan sonra seriler arasında uzun dönemde bir ilişki olup olmadığını araştırmak için kullanılmaktadır. Durağanlık içermeyen seriler arasında var olan korelasyonu incelemek için geliştirilen eşbütünleşme tekniği ilk olarak Engle ve Granger tarafından 1987 yılında yapılan “Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing” başlıklı çalışmada oluşturulmuştur. Bu çalışmada tek denklemlilik eşbütünleşme tekniği ortaya konmuştur. Engle-Granger eşbütünleşme analizi olarak adlandırılan bu tekniğin bazı eksiklikleri sebebiyle Johansen (1988) eşbütünleşme analizini çok denklemlilik olarak geliştirmiştir. Johansen yönteminde, birden fazla açıklayıcı değişkenin var olması durumunda seriler arasında bulunan birden çok eşbütünleşme ilişkisi tespit edilebilmektedir. Bu sebeple Johansen eşbütünleşme analizi Engle-Granger’ın testlerine kıyasla daha kullanışlı olmakta ve araştırmacılar tarafından daha fazla tercih edilmektedir (Canbay, 2016).

Eşbütünleşme testi; durağanlık içermeyen serilerin doğrusal kombinasyonları durağansa, durağanlık içermeyen bu serilerin eşbütünleşme ilişkisine sahip olduğunu göstermektedir. Elbette durağanlık içermeyen serilere fark alma işlemi uygulanarak durağan hale getirilmesi mümkündür. Fakat bu işlem, farkları alınan serilerin uzun döneme dair taşıdığı bilginin kaybolmasına yol açtığı için eşbütünleşme testlerinde değişken serilerin orijinal düzey değerleri kullanılmaktadır (Tarı, 2006). Orijinal düzey değerlerinde durağan olan serilerin eşbütünleşme ilişkisine sahip olup olmadığına bakılmaz. Zira serilerde birim kök mevcut ise, ilgili serinin uzun dönemde yakınsayacağı bir değer bulunmamaktadır. Ancak seriler eşbütünleşme ilişkisine sahip ise; ortalamadan sapmaların büyümesini önleyecek ve bunları dengeye getirecek mekanizmalar mevcuttur (Dikmen, 2009). Eşbütünleşme analizinin fayda sağladığı hususları aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür:

- Regresyon sınamalarında trendin sebep olduğu sahte regresyon sorunları önlenabilir,
- Değişkenler arasında kısa ve uzun dönemin birlikte testine olanak tanıyabilir,
- Değişkenler için ekonometrik tahminleme sağlayan modellemelerin kullanılabilmesini ve hata düzeltme modelinin (ECM) uygulanmasını sağlayabilir,
- Tahminleme öncesinde bir ön test olarak kullanılabilir,
- Uzun dönemdeki ilişkiler test edilmesine olanak tanıyabilir (Utkulu, 2003).

Analiz için kullanılan değişkenlerin durağan olmamaları yani birim kök içermeleri sonucunda serilerin bileşimleri doğrusal olabilmektedir. Bu doğrusallık durumu serilerde uzun dönemde birlikte hareket edebilme ihtimalini doğurmaktadır. Bu uzun dönemli ilişkinin var olması durumunda ise; sistemi etkileyen kalıcı ve kalıcı olmayan şokların var olması halinde dahi değişkenlerin denge ilişkisinin uzun dönemde de olabileceğini göstermektedir. Bu ilişkinin tespit edilmesinde panel eşbütünleşme testlerinden faydalanılabilmektedir. Ayrıca panel eşbütünleşme testlerinin tahminleme gücünün zaman serisi eşbütünleşme testlerine kıyasla daha fazla olması da ayrıca bir avantaj sağlamaktadır (Tatoğlu, 2012).

Eşbütünleşme testleri panel veri analizi için, zaman serisi (t) ve yatay kesit (n) boyutunda olan değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin varlığını sınaama amacıyla kullanılmaktadır. Yapılacak analizlerde değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığını test etmek için uygun panel eşbütünleşme yöntemlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Panel veri analizlerinde kullanılan eşbütünleşme testlerine ait hipotezler aşağıdaki gibidir (Bozkurt, 2012):

- H_0 : Eşbütünleşme yoktur.
- H_1 : Eşbütünleşme vardır.

3.3.1.3.1. Pedroni Eşbütünleşme Testi

Pedroni (2004) panele dahil olan seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi varlığının tespit edilmesi amacıyla yedi adet test istatistiği geliştirmiştir. Bu istatistiklerde yatay kesitlerin hem homojen olma durumu hem de heterojen olma durumu göz önünde bulundurulmaktadır. Bu sebeple Pedroni eşbütünleşme testi için

diğer panel eşbütünleşme testlerinden daha güçlü olduğunu söylemek mümkündür. Pedroni eşbütünleşme testi için hipotezler aşağıda görüldüğü şekilde kurulmaktadır (Barbieri, 2006):

- H_0 : Seriler arasında eşbütünleşme yoktur.
- H_1 : Seriler arasında eşbütünleşme vardır.

Pedroni, eşbütünleşme analizlerinde heterojen olma durumuna izin veren birkaç adet test yöntemi önermiştir. Ayrıca Pedroni eşbütünleşme testi, dinamik ve sabit etkilerin panelin kesitleri arasında farklı olmasına da imkân tanıyan bir analiz yöntemidir. Bununla birlikte alternatif hipotez için eşbütünleşme vektörünün kesitler arasında farklı olmasına da izin vermektedir. Bu testin olumlu yönleri şu şekilde sıralanabilir (Öztürk, 2013):

- Testin birden fazla açıklayıcı değişkene izin vermesi,
- Panelin tüm kesitlerinde hataların heterojenliğe izin vermesi
- Eşbütünleşme vektörünün panelin çeşitli kısımlarında farklılaşabilmesi.

Pedroni Eşbütünleşme testi aşağıdaki denklem yardımıyla açıklanabilir (Polat, 2014):

$$y_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \beta_{1i} X_{1it} + \beta_{2i} X_{2it} + \dots + \beta_{Mi} X_{Mit} + \varepsilon_{it} \quad (D15)$$

$i=1, \dots, N, t=1, \dots, T, m=1, \dots, M$

Denklemden görülen “x” ve “y” değişkenleri birinci farkları alındığında durağan olan verilerden oluşmaktadır. “ β_i ” eşbütünleşme eğimlerinin katsayılarıdır ve eğim katsayıları panele dahil olan yatay kesitler arasında değişebilmektedir. “ α_i ” sabit etkileri ve “ δ_i ” birim tanımlı doğrusal trend parametrelerini belirten çarpanlarıdır ve “ α_i ” ile “ δ_i ” katsayılarının paneldeki birimler arasında değişmesine izin verilmektedir. “T” Gözlem sayısını, “N” paneldeki yatay kesitlerin toplamını, “M” regresyondaki değişkenlerin sayısını ifade etmektedir (Polat, 2014; Yorulmaz, 2019).

Pedroni eşbütünleşme testi toplam yedi adet farklı eşbütünleşme testlerinden oluşur. Bu testler hem kesit için hem de kesitler arasındaki etkilere bakacak şekildedir. Bu yedi test, dört adet ve üç adet olacak şekilde iki farklı gruba ayrılmıştır. İlk dört test panel eşbütünleşmesini göstermektedir. Bu birinci grupta,

tüm birimlerin zaman serilerine bakılır ve eşbütünleşme testlerinin ortalamaları kullanılmaktadır. İkinci grubu oluşturan üç test ile de grup ortalamasının panel eşbütünleşmesi incelenmektedir. İkinci grup testlerde ortalamalar parçalardan yapılmıştır. Bu 7 test içerisinde en az 4 testte olasılık değeri 0,05'ten küçük olursa söz konusu değişkenler arasında uzun vadede eşbütünleşme ilişkisi olduğu kabul edilir. Pedroni eşbütünleşme testinin aşamaları şu şekildedir (Pedroni, 2001; Tatoğlu, 2012):

- Panel eşbütünleşme regresyonuna kurulmalı ve kalıntılar bulunmalıdır.

$$Y_{it} = \mu + \delta_{it} + \beta_{1i}\Delta X_{1it} + \delta_{it} + \beta_{2i}\Delta X_{2it} + \dots + \delta_{it} + \beta_{Mi}\Delta X_{Mit} + u_{it} \quad (D16)$$

- Birinci fark regresyonu tahmin edilmeli ve kalıntılar elde edilmelidir.

$$\Delta Y_{it} = b_{1i}\Delta X_{1it} + b_{2i}\Delta X_{2it} + \dots + b_{Mi}\Delta X_{Mit} + \eta_{it} \quad (D17)$$

- Çekirdek tahmincilerinden biri kullanılarak, “ η_{it} ”nin uzun dönem varyansı hesaplanmalıdır.
- Eşbütünleşme regresyonundan elde edilen “ u_{it} ” kalıntılarını kullanarak uygun formda otoregresyon tahmini yapılmalıdır.
- Test istatistikleri hesaplanmalıdır.

Bu işlemler sonucunda yeterli sayıda birimin kendi bireysel ortalamalarından uzaklaşan istatistikleri olduğu görülürse sıfır hipotezi reddedilir ve alternatif hipotez kabul edilerek eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılır (Tatoğlu, 2012).

3.3.1.3.2. Kao Eşbütünleşme Testi

Kao eşbütünleşme testi, Pedroni eşbütünleşme testi ile benzer yaklaşım ile yola çıkmakta fakat yatay kesitlere özel sabit ve homojen katsayıların birinci derece regresyonları üzerinde durmaktadır. Kao eşbütünleşme testinde hipotezler, Pedroni eşbütünleşme testinde olduğu gibi aşağıdaki şekilde kurulmaktadır (Özbostancı, 2016):

- H_0 : Seriler arasında eşbütünleşme yoktur.

- H_1 : Seriler arasında eşbütünleşme vardır.

Kao yaptığı çalışmada DF (Dickey Fuller) ve ADF (Augmented Dickey Fuller) testlerini kendi eşbütünleşme testine adapte ederek yeni bir eşbütünleşme test yöntemi oluşturmuştur. Kao (1999) panel verilerde eşbütünleşme olmayan sıfır hipotezi için DF ve ADF tipi testler olmak üzere iki tür test önermektedir. Kao eşbütünleşme vektörlerinin birimler arasında homojen olma durumunda, bu testlerin alternatif hipotez altında heterojenliğe izin vermediğini ve eşbütünleşme ilişkisinde sadece bir regresör bulunan iki değişkenli bir sisteme uygulanamayacağını düşünmektedir (Barbieri, 2006).

Kao, eşbütünleşme testinde analiz için dördü DF olmak üzere 5 farklı test istatistiği önermiştir (Tamboğa, 2019).

- DF_p istatistiği:

$$DF_p = \frac{\sqrt{NT}(\hat{p} - 1) + 3\sqrt{N}}{\sqrt{10.2}} \quad (D18)$$

- DF_t istatistiği:

$$DF_t = \sqrt{125t_p + \sqrt{1.875N}} \quad (D19)$$

- DF_p^* istatistiği:

$$DF_p^* = \frac{\sqrt{NT}(\hat{p} - 1) + \frac{3\sqrt{N}\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\sigma}_{0e}^2}}{\sqrt{3 + \frac{36\hat{\sigma}_e^4}{5\hat{\sigma}_{0e}^4}}} \quad (D20)$$

- DF_t^* istatistiği:

$$DF_t^* = \frac{t_p + \frac{\sqrt{6N}\hat{\sigma}_e}{2\hat{\sigma}_{0e}}}{\sqrt{\frac{\hat{\sigma}_{0e}^2}{2\hat{\sigma}_e^2} + \frac{3\hat{\sigma}_e^2}{10\hat{\sigma}_{0e}^2}}} \quad (D21)$$

- “Eşbütünleşme yoktur” biçiminde kurulan ADF Test istatistiği:

$$ADF = \frac{t_{ADF} + \frac{\sqrt{6N}\hat{\sigma}_e}{2\hat{\sigma}_{0e}}}{\sqrt{\frac{\hat{\sigma}_{0e}^2}{2\hat{\sigma}_e^2} + \frac{3\hat{\sigma}_e^2}{10\hat{\sigma}_{0e}^2}}} \quad (D22)$$

DF_p ve DF_t hataların ve açıklayıcı değişkenlerin güçlü dışsallığına dayandırılmaktadır. DF^*_p ve DF^*_t ise açıklayıcı değişkenlerin ve hataların içsel ilişkiyi barındırdıkları durum için geliştirilmiştir. Sıfır hipotezini sınamak için kurulan ADF testi ise bu dört DF testinin asimptotik dağılımını standart normal dağılıma yakınsamaktadır (Mola, 2019). Ayrıca eşbütünleşme testinin uygulanabilmesi için gerekli olan ön koşullardan biri de, panel verideki serilerin düzey değerlerinde durağan olmamasıdır. İkinci ön koşul ise, serilerin birinci derece farkları alındığında durağanlaşması gerekliliğidir (Özbostancı, 2016).

3.3.1.3.3. Engle-Granger Eşbütünleşme Testi

Engle ve Granger tarihteki ilk eşbütünleşme teorisini ve yöntemini geliştirmişlerdir. Engle-Granger (1987) Eşbütünleşme Analizi olarak bilinen yöntem, temel olarak değişkenler için oluşturulmuş regresyon denkleminin hata teriminin durağanlığını belirlemeye dayanır. Bu eşbütünleşme testi En Küçük Kareler (EKK) yöntemini kullanan ve tek denkleme dayalı bir analiz yöntemidir. Yapılan birim kök testlerinin sonucunda hata terimlerinin durağanlık içerdiği sonucu bulunursa ilgili değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu kabul edilmektedir (Enders, 2004).

Engle-Granger Eşbütünleşme metodu uygulaması kolay bir yöntem olmasına rağmen en temel olarak aşağıdaki sebeplerden kaynaklı eleştirilen bir yaklaşımdır:

- İçsel ve dışsal değişkenlerin tanımlanmasında nesnel bir kısıtlamanın bulunmaması,
- Değişkenlerin ikiden fazla olduğu modellerde olabilecek birden fazla eşbütünleşik vektör sayısını belirleyememesi,
- Yöntemin uygulanmasında ilk aşamada yapılan hataların ikinci aşamaya da taşınması riski ve diğer sebepler (Fan, 2003).

Engle-Granger Eşbütünleşme metoduna alternatif yöntemlerden bir diğeri ise, Johansen (1988) ile Johansen ve Jeselius (1990) tarafından geliştirilen maksimum olabilirlik tekniğini kullanan Johansen Eşbütünleşme analizidir. Johansen Eşbütünleşme yönteminde tüm değişkenlerin içsel olarak kabul edildiği bir VAR (Vektör Otoregresif) modelinin tahmin edilmesiyle yola çıkılır. Böylece değişkenler arasında kaç tane eşbütünleşik vektör olduğu araştırılır.

3.3.1.3.4. Johansen Eşbütünleşme Testi

Engle-Granger testinden sonra geliştirilmiş Eşbütünleşme ilişkisini analiz etmeye çalışan diğer yöntemlerden biri olan Johansen Eşbütünleşme ya da Johansen-Jeselius olarak bilinen test, 1988 ve 1990 yıllarında yapılan iki çalışma ile literatüre kazandırılmış ve araştırmacılarının isimleri ile ifade edilmiştir. Maksimum özdeğer ve iz istatistiklerinden yararlanan bu test en çok olabilirlik yöntemini kullanmakta ve eşbütünleşme hakkında karar vermeye imkân tanımaktadır. Analizde kullanılan bu istatistikler ayrıca eşbütünleşik vektör sayısının belirlenmesini de sağlamaktadır. Johansen ve Jeselius tarafından verilen tablo kritik değerleriyle, iz istatistiği değeri ve maksimum özdeğer istatistiği değeri karşılaştırılarak eşbütünleşme ilişkisi hakkında karar verilmektedir. Hesaplama sonucunda bu istatistikler eşbütünleşik vektör varlığını gösteriyorsa, birinci farkı alınan seriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu kabul edilmektedir.

Eşbütünleşme ilişkisinin varlığı, değişkenlere dair uzun dönemdeki dengeden bir sapma olduğunda zamanla tekrar dengeye döneceği anlamı taşımaktadır. Dinamik analizin ilgilendiği konu, değişkenlerde oluşan pozitif veya negatif şokların ilgili değişkenlerin tekrar dengeye gelme durumunu ve diğer değişkenleri nasıl etkileyeceği hususudur. Değişkenlere dair denge ilişkisinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan metot ise hata düzeltme modelidir. Bu yöntemde durağanlık içermeyen değişkenlerin farkları alınmaktadır. Ayrıca uzun dönem dengeye uyumu gösteren hata düzeltme parametresi değişkenlerin arasına açıklayıcı değişken olarak dahil edilmektedir. Hata düzeltme parametresinin, uzun dönemli ilişkiyi gösteren denklemin hata terimlerinin bir dönem gecikmesi olacak şekilde modele eklenmesi gerekmekte ve ayrıca 0 ile 1 arasında olması gerekmektedir. Hata düzeltme katsayısının ise negatif işaretli olması meydana gelen şokların uzun dönemde

dengeye geleceğini göstermektedir. Ters durumda pozitif işaretli olması ise meydana gelen şokların uzun dönemde dengeden uzaklaşmaya neden olacağı anlamı taşımaktadır. İstatistiksel olarak anlamlı kabul edilen hata düzeltme katsayılarının negatif veya 0 ile 1 arasında olması, değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin var olduğunu da göstermektedir (Eser, 2012).

Johansen ve Jeselius tarafından geliştirilen bu metot eşbütünleşmeyi sağlayan vektörlerin EÇB (En Çok Benzerlik) yöntemi ile hesaplanmasına ilişkin bir testtir. Eşbütünleşme ilişkilerinin analizinde EÇB yöntemi kullanılmaktadır. EÇB yöntemi değişkenlerin arasında ortaya çıkabilecek eşbütünleşme sayısının 1'den çok olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Johansen Eşbütünleşme analizi için aşağıdaki şekilde iki adet hipotez kurulmaktadır:

- H_0 : Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur.
- H_1 : Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır.

Johansen Eşbütünleşme testi aşağıdaki şekilde yapılmaktadır (Tarı, 2016):

- Analize dahil edilen modelin otoregresif mertebesi bulunmaktadır.
- Değişkenlerin tamamını kapsayan bir VAR modeli kurulmaktadır.
- VAR modelinden kalıntı vektörü elde edilmektedir.
- Özdeğer ve özvektörler, kalıntılara ait vektörler kullanılarak belirlenmekte ve aşağıda görüldüğü gibi iz istatistiği ile maksimum özdeğer istatistiği adında iki adet test istatistiği hesaplanmaktadır:

$$\text{İz testi:} \quad \lambda_{trace} = -T \cdot \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \lambda_i) \quad (D23)$$

$$\text{Maksimum özdeğer testi:} \quad \lambda_{max} = -T \cdot \ln(1 - \lambda_{r+1}) \quad (D24)$$

- Hesaplanan bu değerler Johansen tablo değeri ile değerlendirilerek karar verilmektedir.

D23 numaralı denklemde görülen iz testi ve D24 numaralı denklemde görülen maksimum özdeğer testi değerleri tablo değerinden büyükse sıfır hipotezi reddedilmektedir. Bu durumda değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin var olduğu ifade edilir. Fakat eşbütünleşme testi değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını göstermesine rağmen, bu ilişkinin yönünü göstermemektedir (Erdem, 2018).

3.3.1.4. Nedensellik Testi

Ekonometrik bir analiz yaparken modele eklenen değişkenlerin arasındaki nedensellik ilişkisini, eğer ilişki varsa bu ilişkinin yönünü, sebep-sonuç ilişkisini belirlemek amacıyla nedensellik testleri kullanılmaktadır (Samancı, 2019). Modele dahil edilen değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olması, iki değişken arasında en az bir nedensellik ilişkisi olduğuna işaret edebilmektedir. Fakat eşbütünleşme ilişkisi nedenselliğin yönünü belirtmemektedir (Granger, 1988). Nedensellik analizleri, uygulanacak olan etki-tepki fonksiyonları öncesinde VAR modeline girecek değişkenlerin sıralamasını belirlemek için de ayrıca gerekli olmaktadır (Granger, 1988; Bilgili, Düzgün ve Uğurlu, 2007; Samancı, 2019).

3.3.1.4.1. Granger Nedensellik Testi

Nedensellik analizi için modelde kullanılan değişkenlere ait bütünleşme derecesi belirlenmelidir. Bunun akabinde uzun dönemde ilişkinin var olup olmadığı eşbütünleşme analizi aracılığıyla incelenmektedir. Analiz sonucunda değişkenler arasında eğer eşbütünleşme ilişkisi bulunmadığı ortaya çıkarsa nedensellik analizi için standart Granger testi yapılmaktadır. Standart Granger testi için modelde kullanılan değişkenlerin durağanlık içermesi gerekmektedir. Eğer seriler durağan değilse, serilerin ilk farkları alınarak durağan hale dönüştürülebilirler (Şimşek ve Kadılar, 2010).

Standart Granger nedensellik testi yapılabilmesi için kurulan denklem aşağıda belirtildiği gibidir:

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_i X_{t-i} + v_t \quad (D25)$$

$$X_t = \lambda_0 + \sum_{i=1}^m \lambda_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^m \gamma_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (D26)$$

Granger (1988)'in yaptığı çalışmada belirttiği üzere; eğer değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunuyorsa, nedensellik ilişkisinin yönünü

belirleyebilmek için VAR (Vektör Otoregresyon) modeli yerine VECM (Vektör Hata Düzeltme Modeli) kullanılması daha doğru sonuçlar vermektedir.

Granger'ın nedensellik tanımı; Y değişkeninin öngörüsü, X değişkeninin geçmiş değerleri kullanıldığında X değişkeninin geçmiş değerlerinin kullanılmadığı duruma kıyasa daha başarılı sonuç veriyorsa “X değişkeni Y değişkeninin Granger nedenidir” şeklindedir. Bu nedensellik ifadesinin doğruluğu sınıandıktan sonra nedensellik ilişkisi “X değişkeninden Y değişkenine doğru” şeklinde ifade edilir. Analizler sonucunda iki farklı değişkenin birbirlerini gecikmeli olarak etkileyip etkilemedikleri ve eğer etkiliyorlarsa bu nedenselliğin tek yönlü mü veya çift yönlü mü olduğu belirlenmektedir. X değişkeninden Y değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisini olması tek yönlü ilişki olarak kabul edilirken, X değişkeninden Y değişkenine ve Y değişkeninden de X değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisinin olması da çift yönlü ilişki olarak kabul edilmektedir (Göral, 2015).

Granger nedensellik analizi yapılırken nedensellik ilişkisinin var olup olmadığının sınanmasında genel olarak şu şekilde iki hipotez kurulmaktadır (Bülbül ve Demiral, 2016):

- H_0 : Granger nedeni değildir.
- H_1 : Granger nedenidir.

D4 numaralı denklemdeki β_i değerinin belirli bir anlamlılık düzeyinde sıfırdan farklı olması durumunda X'in Y'nin nedeni olduğu sonucu ortaya çıkar. Bu durum X'den Y'ye doğru tek yönlü nedensellik olduğunu gösterir ve “X, Y'nin Granger nedenidir” şeklinde ifade edilir. D5 numaralı denklemde yer alan γ_i değerinin belirli bir anlamlılık düzeyinde sıfırdan farklı olması durumunda ise Y'nin X'in nedeni olduğu sonucu ortaya çıkar. Bu durum Y'den X'e doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu gösterir ve “Y, X'in Granger nedenidir” şeklinde ifade edilir. Eğer hem D25 numaralı denklemdeki β_i değerinin, hem de D26 numaralı denklemdeki γ_i değerinin belirli bir anlamlılık düzeyinde sıfırdan farklı olduğu görülürse bu durum; X'in Y'nin nedeni olduğu, Y'nin de X'in nedeni olduğu sonucunu ortaya çıkarır. Bu sonuç X ve Y arasında karşılıklı olarak çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu gösterir ve “X, Y'nin ve Y de X'in Granger nedenidir” şeklinde ifade edilir. Hem D25 numaralı denklemdeki β_i değerinin, hem de D26 numaralı denklemdeki γ_i değerinin belirli bir anlamlılık düzeyinde sıfırdan farklı olmamaları durumunda ise

iki değişken arasında bir nedensellik ilişkisi olmadığı sonucu ortaya çıkar ve “X ile Y birbirinden bağımsızdırlar” şeklinde ifade edilir (Gül ve Ekinci, 2006; Uzunöz ve Akçay, 2012).

3.3.1.5 Panel Regresyon Analizi

Panel verilerin kullanımının 2000’li yıllardan sonra yaygınlaştığını söylemek mümkündür. Panel veride yatay kesit ve zaman serileri birlikte kullanılarak bir veri seti oluşturulur. Panel veri kullanılarak oluşturulan regresyon modellerine ise “panel veri regresyon modeli” denilmektedir. Panel veri için regresyon türünün seçimi oldukça önemli bir husustur. Bu amaçla kullanılan Hausman testi; sabit etkiler modeli, tesadüfi etkiler modeli ve havuzlanmış panel modeli arasından hangisinin uygun olduğu tespit etmeye yarayan testlerden biridir. Basit bir doğrusal panel veri regresyon modeli genel anlamda aşağıda görüldüğü şekilde ifade edilmektedir (Ünal, 2020):

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it} + \varepsilon_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T \quad (D27)$$

Bu modelde “i” değeri yatay kesitleri, “t” değeri ise zaman serilerini ifade etmektedir. Bununla birlikte olasılıklı olmayan hata terimini ifade eden ε ’nin ortalamasının ise sıfır ve sabit varyanslı olduğu varsayımı mevcuttur. Bir başka ifadeyle “ $E[\varepsilon_{it}] = 0$ ve $Var[\varepsilon_{it}] = \sigma^2$ ” denilebilir. Ayrıca uygun model tahmin edilirken, eğim katsayıları, modelin sabit terimi ve hata terimi hakkında çeşitli varsayımlar yapılmaktadır. Bu konuda yapılan varsayımlara bağlı olarak çeşitlenen beş farklı model tahmin edilebilir. Bu modeller (Judge, Griffiths, Hill, Lütkepohl ve Lee, 1985):

- Eğim katsayıları sabittir ve sabit terim yatay kesitlere göre değişir, ancak zaman serilerine göre de sabit kalabilir.
- Eğim katsayıları sabittir ve sabit terim hem yatay kesitlere göre hem de zamana göre değişebilir.
- Eğim katsayıları sabittir ve sabit terim ise zaman serisine göre değişebilir.
- Hem eğim katsayıları hem de sabit terim yatay kesit birimlerine göre değişebilir.

- Hem eğim katsayıları hem de sabit terim, yatay kesit birimlerine göre de zaman serilerine göre de değişmez ve hata terimi ise zaman serilerine ve yatay kesit birimlerine göre oluşan farklılıkları temsil edebilir.
- Tüm katsayılar hem zaman serilerine hem de yatay kesit birimlerine göre değişebilir.

3.3.1.5.1. Havuzlanmış Panel Modeli

Yatay kesit birimleri ve zaman serilerine ait etkilerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı durumlarda tüm veriler birleştirilerek en küçük kareler yöntemi yardımı ile panel regresyon analizi yapılabilir. Çoğunlukla yatay kesit birimleri ve zaman serilerine ait etkiler mevcut olsa dahi her iki etkinin de istatistiksel olarak anlamsız olduğu durumlar da olabilir (Ömürgönülşen, 2007).

Sabit terim, hata terimi ve eğim katsayısı ile ilgili varsayımlara göre çeşitli şekillerde panel veri regresyonunu belirlemek mümkündür. Bütün yatay kesit birimleri için kullanılan verilerin bir havuzda toplandığı ve bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerinin analiz edildiği modele havuzlanmış panel regresyon modeli veya sabit katsayılar modeli denmektedir. Havuzlanmış panel regresyon modeli aşağıda görüldüğü şekilde tanımlanabilir (Çetin ve Ecevit, 2010):

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + u_{it} \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (D28)$$

Yukarıdaki denklemde β ifadesi sabit ve eğim parametrelerini içermektedir. β için havuzlanmış en küçük kareler (EKK) tahmincisi aşağıdaki şekilde hesaplanabilmektedir:

$$\hat{\beta} = \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T X'_{it} X_{it} \right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T X'_{it} Y_{it} \right) \quad (D29)$$

Yukarıdaki denklemde ifade edildiği gibi EKK yöntemi yatay kesit birimlerinin ve zaman serilerinin etkilerinin olmadığı, sabit ve eğim parametrelerinin ise sabit olduğu varsayımları ile tahmin yapmaktadır.

3.3.1.5.2. Sabit Etkiler Modeli

Sabit etkiler modelinde birim sayısı kadar farklı sabit terim bulunmaktadır. Ayrıca sabit terim sayısı her birim için bir tane olacak şekildedir. Sabit etkiler olarak adlandırılan bu sabit terimler, bir birimden diğer birime değişmekte ve zaman serisi boyunca sabit kalan tüm değişkenlerin etkilerini içermektedir. Sabit etkiler modeli aşağıda görülen şekilde ifade edilebilir (Stock ve Watson, 2003: Hill, Griffiths ve Lim, 2011):

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta + u_{it} \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (D30)$$

Yukarıdaki denklemde x_{it} 'nin, u_{it} 'den bağımsız olduğu varsayımı mevcuttur. Ayrıca $u_{it} \sim iid(0, \sigma^2)$ olduğu varsayılır. Bu modelde ilgilenilen husus, bağımsız değişkenlerdeki değişimlerin marjinal etkisini veren eğim katsayılarıdır. Buradaki sorunlu parametreler sabit terimlerdir. Yatay kesit birimlerinin sayısı arttıkça sabit terim sayısı da artmaktadır. Böylece sabit terimlerin varlığı birincil olarak ilgilenilen eğim parametrelerinin tahmininde sorun yaratmaktadır (Cameron ve Trivedi, 2005).

Sabit etkiler modelinin genel olarak varsayımları şu şekilde sıralanabilir (Pillai, 2016):

- Eğim katsayıları sabittir fakat sabit terim zaman serisine göre değişir.
- Eğim katsayıları sabittir fakat sabit terim yatay kesit birimlerine göre değişir.
- Eğim katsayıları sabittir fakat sabit terim zamana ve birimlere göre değişir.
- Eğim katsayısı ve sabit terim zamana göre değişir.
- Eğim katsayısı ve sabit terim birimlere göre değişir.
- Eğim katsayısı ve sabit terim zamana ve birimlere göre değişir.

3.3.1.5.3. Rassal Etkiler Modeli

Genel olarak “rassal bir sabit terim içeren regresyon modeli” şeklinde tanımlanabilecek olan regresyon modeline rassal etkiler modeli denmektedir. Bu model aşağıda görüldüğü şekilde ifade edilebilir (Ömürgönülşen, 2007):

$$Y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + e_{it} \quad (D31)$$

Yukarıda gösterilen denklemde β_{1i} 'in sabit olduğu varsayımında bulunmak yerine, bu değişkenin ortalaması β_1 olan rassal bir değişken olduğu varsayımıyla hareket edilmektedir. Burada β değerinin sabit olmadığı, rassal bir değişken olduğu varsayımı mevcuttur. Her bir yatay kesit birimin sabit terimi ise aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Ömürgönülşen, 2007):

$$\beta_{1i} = \beta_1 + \varepsilon_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (D32)$$

Yukarıdaki denklemde ε_{it} ortalama değeri 0 olan ve varyansı da σ^2 olan rassal hata terimini ifade etmektedir. Rassal hata terimi ile bağımsız değişkenler arasında bir ilişkinin olmadığı durumlarda rassal etkiler yönteminin kullanılması daha uygun olmaktadır. Rassal etkiler modelinin varsayımlarının aşağıdaki şekilde olduğunu söylemek mümkündür (Woolridge, 2002):

- Hata varyansları farklıdır.
- Koşulsuz hata varyansında otokorelasyon bulunmamaktadır.
- Bağımsız değişkenler ile birim hata arasında korelasyon bulunmamaktadır.
- Bağımsız değişkenler çoklu doğrusal ilişki içerisinde değildir.

3.3.1.5.4. Dirençli Tahminciler

Panel veri modellerinde otokorelasyon olmaması, homoskedasite ve birimler arası korelasyon olmaması varsayımlarından birinin veya birden fazlasının sağlanamadığı durumlarda tutarlı tahminciler için standart hataları düzelten dirençli tahmincilerin kullanılması gerekmektedir. Modellerde sadece heteroskedasite varsa Huber, Eicker ve White dirençli tahmincisi kullanılır. Modelde heteroskedasite ve otokorelasyon bulunması durumunda ise Arellano, Froot ve Rogers kullanılmalıdır. Bununla birlikte modelde heteroskedasite, birimler arası korelasyon ve otokorelasyon bulunması durumunda ise Driscoll-Kraay dirençli tahmincisi kullanılması gerekmektedir (Tatoğlu, 2016).

3.3.1.5.4.1. Huber, Eicker ve White Tahmincisi

Huber (1967), Eicker (1967) ve White (1980) tarafından yapılan çalışmalar, dirençli standart hatalar için yapılan ilk çalışmalardır. Söz konusu araştırmacılar,

kalıntılarının bağımsız dağılımlı olması halinde Ω matrisinin bilindiği ve diagonal olduğu, ayrıca diagonal elemanların ise birbirine eşit olmadığı varsayımıyla bir tahminci önermişlerdir. Diğer bir deyişle sadece hetroskedasite olması halinde varyansların tahmini için aşağıda görülen tahminci önerilmiştir (Tatoğlu, 2020):

$$\begin{aligned}\text{Var}(\hat{\beta}) &= (X'X)^{-1} X'VX(X'X)^{-1} \\ \text{Var}(\hat{\beta}) &= X' \text{diag}(\hat{u}_i^2) X(X'X)^{-1}\end{aligned}\tag{D33}$$

Yukarıdaki görülen denklemde anlaşıldığı gibi $V = \hat{\sigma}_u^2 \Omega = \text{diag}(\hat{u}_i^2)$ eşitliği kullanılmıştır. Bu “Eicker Tahmincisi”, “Huber Tahmincisi” ya da “Heteroskedastik Dirençli Varyans Tahmincisi” olarak da ifade edilmektedir. Aşağıdaki denklemde de görüldüğü üzere, Hinkley (1977) ve Mackinnon ve White (1985), bu tahmincinin serbestlik derecesi düzeltilmesi yapılarak küçük örneklerde de kullanılabilir hale getirilmesini sağlamışlardır:

$$\begin{aligned}\text{Var}(\hat{\beta}) &= \frac{N}{N-k} (X'X)^{-1} \left(\sum_{i=1}^N \hat{u}_i^2 x_i' x_i \right) (X'X)^{-1} \\ &= \frac{N}{N-k} (X'X)^{-1} X' \text{diag}(u_i^2) X (X'X)^{-1}\end{aligned}\tag{D34}$$

Aynı şekilde Hinkley (1977) ve Mackinnon ve White (1985) tarafından önerilen bir başka yaklaşım, küçük örnek düzeltmesinin $(N/N - k)$ yerine $(1/1 - h_i)$ (h_i : tahmin edilen matrisinin diagonal elemanlarıdır) ile yapılmasıdır. Küçük örnek özelliklerini iyileştirmek ve sapan gözlemlere daha az ağırlık vermek amacıyla Long ve Ervin (2000), $1/(1 - h_i)^2$ düzeltmesini önermişlerdir. Ayrıca Cribari-Neto ve Zarkos (2004) ise, özellikle sapan değerlerin var olması halinde küçük örnek özelliklerini iyileştirmek amacıyla, $1/(1 - h_i)^{\delta_i}$ düzeltmesini önermişlerdir. Burada ifade edilen δ_i için “ $\delta_i = \min\{4, h_i/\bar{h}\}$ ’dir” denilebilir.

Bu tahminciler, tahmin edilen parametrelerin varyans ve kovaryans matrisi için önerilmektedir. Ayrıca bu tahminciler homoskedastik standart hatalar üretmektedir. Klasik model için verilmiş bu varyans kovaryans matrisi, sabit etkiler ve rassal etkiler tahmincileri için de türetilmektedir (Tatoğlu, 2020).

3.3.1.5.5. Panel Regresyon Modelinin Belirlenmesi İçin Kullanılan Testler

Panel veri analizlerinde zaman serisinin az yatay kesit birim sayısının ise daha çok olduğu durumlarda sabit etkiler modelinin seçilmesi serbestlik derecesi sorununa sebep olabilmektedir. Bu sebeple sabit etkiler modeli yerine rassal etkiler modeli tercih edilebilmekte ve bunun gibi benzeri zorluklar bulunmuyorsa Hausman Testi aracılığıyla model tercihi yapılmaktadır. Sabit etkiler modellerinde hata terimi bileşenleri ile bağımsız değişkenlerin ilişkisiz olduğu varsayımı yoktur. Bununla birlikte rassal etkiler modellerinde bağımsız değişkenlerin hata terimi bileşenleri ile ilişkisiz olduğu varsayımı mevcuttur. Hausman testi söz konusu varsayımlara dayanarak geliştirilmiştir (Güriş, 2015).

Gözlenemeyen heterojenliğin bulunması durumu mevcut ise, panel regresyon modellerinde bu etki dikkate alınmadığı takdirde elde edilecek tahminler sapmalı ve tutarsız olabilmektedir. Bu sebeple gözlenemeyen heterojenliğin bulunup bulunmadığının test edilmesi gerekmektedir. Bu etkiyi test etmek için Breusch-Pagan LM testleri uygulanmaktadır. Hausman testi ise, panel regresyon analizi için hangi modelin uygun olduğunun belirlenmesi amacıyla uygulanmaktadır (Sadıç, 2019).

Panel regresyon modellerinde rassal etkiler, sabit etkiler ve havuzlanmış panel modelleri arasından hangisinin uygun olduğunun seçiminin yapılmasında bazı istatistiksel testler yapılmaktadır. Bu amaçla kullanılan Chow testinin sıfır hipotezi etkin tahmincinin havuzlanmış en küçük kareler (EKK) yöntemi olmasıyken, alternatif hipotezi ise sabit etkiler modelinin varlığını göstermektedir. Bu sebeple Chow testinde sıfır hipotezin reddedilmesi havuzlanmış EKK yöntemi yerine sabit etkiler modelinin tercih edilmesi anlamına gelmektedir. Diğer bir test olan Breusch Pagan LM testinde ise sıfır hipotezinin kabul edilmesi rassal etkinin bulunmadığını göstermektedir. Bu nedenle Bresuch Pagan LM testinde sıfır hipotezinin kabul edilmesi durumunda rassal etkiler modeli yerine havuzlanmış EKK modeli tercih edilmektedir. Hausman testinde ise sıfır hipotezinin kabul edilmesi durumunda rassal etkiler modelinin, sabit etkiler modeli yerine tercih edilmesi gerekmektedir (Baltagi, 2005).

4. BULGULAR VE YORUMLAR

Araştırmaya dahil edilen değişkenlere bazı analizler uygulanmış ve bu analizler sonucunda elde edilen bulgular yorumlanmıştır. Bu hususta panel birim kök testleri ile değişkenlerin durağanlık sınamaları yapılmış ve sonrasında aralarındaki uzun dönemli ilişkilerin tespit edilmesi amacıyla eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Eşbütünleşme analizlerinden sonra uygulanan nedensellik testleri ile değişkenler arasındaki ilişkinin yönünün tespit edilmesi amaçlanmıştır. Son olarak uygulanan regresyon analizi ile hangi değişkenin bir diğerini etkilediğinin sınaması yapılmıştır. Aşağıdaki çizelgede analizde kullanılan değişkenlere ait kısaltmaların listesi verilmiştir:

Çizelge 6. Araştırmada Kullanılan Değişkenlere Ait Kısaltmalar

KISALTMA	DEĞİŞKEN
UBE	Ulusal Borsa Endeksleri
GLD	Altın Ons Fiyatı
SLV	Gümüş Ons Fiyatı
PLT	Platin Ons Fiyatı
BPT	Brent Petrol Fiyatı
VIX	VIX Volatilite Endeksi
OFR_FSE	OFR Finansal Stres Endeksi
BTC_F	Bitcoin Fiyatı
BTC_V	Bitcoin İşlem Hacmi
BTC_DM	Bitcoin'in Piyasa Hacminin Toplam Piyasa Hacmindeki Oranı
BTC_GT	Bitcoin'in Google Trendler Arama Verileri
BTC_TW	Bitcoin'e Dair Twitter'da Atılan Tweet Sayıları
BTC_HR	Bitcoin Blockchain'indeki Toplam Hash (Özetleme) Gücü
BTC_TS	Bitcoin Blockchain'indeki Toplam Transfer Sayısı
ETH_F	Ethereum Fiyatı
ETH_V	Ethereum İşlem Hacmi
ETH_DM	Ethereum'un Piyasa Hacminin Toplam Piyasa Hacmindeki Oranı
ETH_GT	Ethereum'un Google Trendler Arama Verileri
ETH_TW	Ethereum'a Dair Twitter'da Atılan Tweet Sayıları
ETH_HR	Ethereum Blockchain'indeki Toplam Hash (Özetleme) Gücü
ETH_TS	Ethereum Blockchain'indeki Toplam Transfer Sayısı

4.1. Tanımlayıcı Test İstatistikleri

Çalışmada kullanılan değişkenlere dair tanımlayıcı test istatistikleri Çizelge 7’de sunulmuştur. Değişkenlerin normal dağılımı için, çarpıklık değerinin 0’a yakın, basıklık değerinin 3’e yakın ve Jarque-Bera test istatistiğinin Prob. değerinin ise 0,05’den büyük olması beklenmektedir. Elde edilen istatistikler bu kriterlere göre incelendiğinde serilerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bağımlı değişkenler olan BTC_F ve ETH_F için elde edilen değerlere baktığımızda; BTC_F için ortalama değer 9911.90, medyan değer 9436.06, maksimum değer 19695.87, minimum değer 4800.00, standart sapmanın 2731.91, çarpıklık değerinin 1.31, basıklık değerinin 5.19, Jarque Bera değerinin 58088.95, Prob. değerinin 0.00 ve gözlem sayısının ise 4959 olduğu gözlemlenmektedir. Diğer bağımlı değişken olan ETH_F için ise ortalama değer 267.25, medyan değer 233.82, maksimum değer 616.66, minimum değer 107.82, standart sapmanın 114.27, çarpıklık değerinin 0.72, basıklık değerinin 2.75, Jarque Bera değerinin 444.04, Prob. değerinin 0.00 ve gözlem sayısının ise 4959 olduğu gözlemlenmektedir.

Çizelge 7. Değişkenlerin Tanımlayıcı Test İstatistikleri

	UBE	GLD	SLV	PLT	BPT	VIX	OFR_FSE	BTC_F	BTC_V	BTC_DM	
Ortalama	5673.63	1740.02	19.87	874.11	44.50	28.37	-0.44	9911.90	73811.68	64.38	
Medyan	2180.40	1727.96	17.97	883.50	42.98	26.70	-1.55	9436.06	61681.92	64.57	
Maksimum	29457.69	2063.56	28.90	1021.50	68.60	82.69	10.26	19695.87	402201.7	70.62	
Minimum	0.23	1460.03	11.97	588.50	19.66	12.10	-4.24	4800.00	16792.39	57.65	
Standart Sapma	7168.37	157.83	4.24	85.16	11.78	12.87	3.41	2731.91	42124.22	3.31	
Çarpıklık	1.31	-0.04	0.45	-0.62	0.33	1.51	1.33	1.31	3.02	-0.12	
Basıklık	3.84	1.82	1.90	3.03	2.58	6.15	3.97	5.19	18.63	2.11	
Jarque-Bera	1587.32	289.18	414.98	327.49	125.72	3952.29	1663.00	2421.52	58088.95	173.24	
Prob. Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Gözlem	4959	4959	4959	4959	4959	4959	4959	4959	4959	4959	
	BTC_GT	BTC_TW	BTC_HR	BTC_TS	ETH_F	ETH_V	ETH_DM	ETH_GT	ETH_TW	ETH_HR	ETH_TS
Ortalama	49252.56	32739.60	1.16	307393.9	267.25	862484.0	10.06	6946.39	5595.33	200027.9	914181.0
Medyan	44661.00	31375.00	1.15	312108.0	233.82	758349.3	9.78	6207.00	4719.00	183120.0	907265.0
Maksimum	127974.0	87570.00	1.62	378243.0	616.66	4663240.0	13.99	24935.00	19447.00	291798.0	1406016.0
Minimum	28975.00	13500.00	75702229	215626.0	107.82	144770.5	7.38	2523.00	2161.00	147405.0	466526.0
Standart Sapma	16683.90	12130.35	16376610	33618.50	114.27	535436.2	1.65	3535.09	2758.62	36787.97	222358.9
Çarpıklık	1.92	1.402700	0.20	-0.51	0.72	2.62	0.17	2.03	1.49	0.91	-0.13
Basıklık	7.34	6.291721	2.80	2.71	2.75	15.60	1.93	8.66	5.76	2.42	1.73
Jarque-Bera	6942.61	3865.06	41.30	240.14	444.04	38508.47	258.52	10039.41	3419.91	757.27	347.28
Prob. Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gözlem	4959	4959	4959	4959	4959	4959	4959	4959	4959	4959	4959

4.2. Birim Kök Testi Bulguları

Araştırmaya dahil edilen değişkenlere uygulanan LLC, ADF, ve PP panel birim kök testi sonuçları aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir. Bu hususta elde edilen birim kök testi sonuçlarına göre, eşbütünleşme analizi için ön koşulu sağlayan değişkenlerle bir sonraki analize devam edilecektir. Aranılan birinci ön koşul, değişkenlerin düzey değerlerine uygulanan birim kök testlerinin Prob. değerlerinin 0,05'in üstünde sonuç vermesi ve birinci farklara uygulanan birim kök testlerine dair Prob. değerlerinin de 0,05'in üstünde sonuç vermesi şeklindedir. Aranılan ikinci ön koşul ise, BTC ve ETH'ye ait aynı içsel değişkenlerin paralel bir şekilde iki kripto para için de birinci ön koşulu sağlıyor olmasıdır. Örneğin ETH_DM değişkeninin birinci ön koşulu sağladığı ve BTC_DM değişkeninin ise sağlamadığı durumda, iki değişken de araştırmanın devamına dahil edilmeyecektir.

Çizelge 8. Değişkenlerin Birim Kök Testi Bulguları I(0)

Değişkenler	Test Denklemi	LLC	ADF	PP
UBE	Sabit	0.99506 (0.8401)	17.7412 (0.9979)	17.3793 (0.9983)
	Sabit & Trend	0.66783 (0.7479)	73.7482 (0.0004)*	60.9288 (0.0105)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-0.09543 (0.4620)	17.0304 (0.9987)	17.4318 (0.9983)
GLD	Sabit	-4.26226 (0.0000)*	33.3681 (0.6834)	32.5669 (0.7184)
	Sabit & Trend	3.80045 (0.9999)	16.1320 (0.9993)	21.7941 (0.9838)
	Sabitsiz & Trendsiz	3.86882 (0.9999)	4.03529 (1.0000)	3.60955 (1.0000)
SLV	Sabit	0.65094 (0.7425)	10.9350 (1.0000)	11.1988 (1.0000)
	Sabit & Trend	-0.00604 (0.4976)	12.7243 (1.0000)	13.2871 (0.9999)
	Sabitsiz & Trendsiz	2.27407 (0.9885)	7.18461 (1.0000)	7.13721 (1.0000)
PLT	Sabit	-1.04965 (0.1469)	50.4587 (0.0850)	32.5223 (0.7203)
	Sabit & Trend	-0.65674 (0.2557)	20.2485 (0.9919)	10.5816 (1.0000)
	Sabitsiz & Trendsiz	0.38650 (0.6504)	13.0203 (0.9999)	11.6310 (1.0000)
BPT	Sabit	-1.80825 (0.0353)*	24.8075 (0.9512)	27.6530 (0.8920)
	Sabit & Trend	2.20131 (0.9861)	2.74255 (1.0000)	3.66903 (1.0000)
	Sabitsiz & Trendsiz	-3.93878 (0.0000)*	42.7741 (0.2736)	41.3974 (0.3247)

Çizelge 9. Çizelge 8-devamı

VIX	Sabit	-2.24047 (0.0125)*	69.7651 (0.0013)*	44.5001 (0.2170)
	Sabit & Trend	-1.81851 (0.0345)*	30.9543 (0.7842)	15.4301 (0.9996)
	Sabitsiz & Trendsiz	-3.83684 (0.0001)*	41.3810 (0.3253)	34.9948 (0.6092)
OFR_FSE	Sabit	-0.91385 (0.1804)	28.2417 (0.8758)	22.0321 (0.9821)
	Sabit & Trend	-1.24467 (0.1066)	10.2408 (1.0000)	7.29429 (1.0000)
	Sabitsiz & Trendsiz	-7.00923 (0.0000)*	86.0670 (0.0000)*	74.3824 (0.0000)*
BTC_F	Sabit	14.4293 (1.0000)	0.06353 (1.0000)	0.11159 (1.0000)
	Sabit & Trend	11.7098 (1.0000)	0.45716 (1.0000)	0.93571 (1.0000)
	Sabitsiz & Trendsiz	9.44533 (1.0000)	0.27132 (1.0000)	0.33597 (1.0000)
BTC_V	Sabit	-33.4214 (0.0000)*	813.850 (0.0000)*	806.896 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-40.8740 (0.0000)*	722.722 (0.0000)*	716.044 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-5.94911 (0.0000)*	69.0574 (0.0015)*	168.142 (0.0000)*
BTC_DM	Sabit	-1.29644 (0.0974)	29.1112 (0.8494)	30.6144 (0.7971)
	Sabit & Trend	2.60835 (0.9955)	13.6291 (0.9999)	13.6291 (0.9999)
	Sabitsiz & Trendsiz	-2.71287 (0.0033)*	30.5679 (0.7989)	30.5246 (0.8005)
BTC_GT	Sabit	-2.09673 (0.0180)*	128.722 (0.0000)*	227.096 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-2.85369 (0.0022)*	99.6309 (0.0000)*	193.649 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-0.37263 (0.3547)	16.1654 (0.9993)	21.2409 (0.9872)
BTC_TW	Sabit	-6.07164 (0.0000)*	82.6663 (0.0000)*	420.658 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-12.8016 (0.0000)*	171.351 (0.0000)*	890.041 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	1.36574 (0.9140)	9.71458 (1.0000)	34.4821 (0.6329)
BTC_HR	Sabit	-6.86911 (0.0000)*	168.093 (0.0000)*	1063.19 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-11.3969 (0.0000)*	313.555 (0.0000)*	1791.58 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	0.51482 (0.6967)	12.5435 (1.0000)	10.6857 (1.0000)
BTC_TS	Sabit	3.91623 (1.0000)	144.475 (0.0000)*	1868.65 (0.0000)*
	Sabit & Trend	6.15071 (1.0000)	90.5939 (0.0000)*	1855.07 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-0.66431 (0.2532)	17.4837 (0.9982)	25.1770 (0.9452)
ETH_F	Sabit	7.79344 (1.0000)	1.17950 (1.0000)	0.67883 (1.0000)
	Sabit & Trend	3.49441 (0.9998)	18.5162 (0.9967)	13.2922 (0.9999)
	Sabitsiz & Trendsiz	6.54382 (1.0000)	1.27249 (1.0000)	0.73108 (1.0000)

Çizelge 10. Çizelge 9-devamı

ETH_V	Sabit	-29.5217 (0.0000)*	746.678 (0.0000)*	701.362 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-38.0516 (0.0000)*	732.293 (0.0000)*	700.613 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-7.70674 (0.0000)*	98.6153 (0.0000)*	158.833 (0.0000)*
ETH_DM	Sabit	0.37681 (0.6468)	15.5580 (0.9995)	14.3508 (0.9998)
	Sabit & Trend	-0.26461 (0.3957)	46.6546 (0.1584)	48.2448 (0.1233)
	Sabitsiz & Trendsiz	2.76922 (0.9972)	6.05379 (1.0000)	5.68682 (1.0000)
ETH_GT	Sabit	-7.66088 (0.0000)*	155.273 (0.0000)*	132.422 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-12.5009 (0.0000)*	207.789 (0.0000)*	198.022 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-4.65863 (0.0000)*	51.4732 (0.0711)	27.3430 (0.9000)
ETH_TW	Sabit	-7.08775 (0.0000)*	74.1677 (0.0004)*	349.993 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-57.8930 (0.0000)*	1184.57 (0.0000)*	1146.04 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-1.18352 (0.1183)	20.1532 (0.9923)	57.6029 (0.0216)*
ETH_HR	Sabit	14.3799 (1.0000)	0.01155 (1.0000)	0.01052 (1.0000)
	Sabit & Trend	-0.64915 (0.2581)	7.29435 (1.0000)	7.34320 (1.0000)
	Sabitsiz & Trendsiz	10.7619 (1.0000)	0.12028 (1.0000)	0.04806 (1.0000)
ETH_TS	Sabit	-1.62499 (0.0521)	11.6178 (1.0000)	14.4531 (0.9998)
	Sabit & Trend	-14.4808 (0.0000)*	188.128 (0.0000)*	272.333 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	3.28699 (0.9995)	5.05848 (1.0000)	2.81955 (1.0000)

Not: (*) 0,05'e göre birim kök içermemektedir.

Prob. değerinin 0,05'in altında olması gerekmektedir (0,05'in altında ise birim kök içermez, durağandır).

Araştırmaya dahil edilen değişkenlere dair yapılan panel birim kök testlerinde, serilerin durağanlık sınavasının farklı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Birim kökün varlığına dair değerlendirmenin yapılabilmesi için LLC, ADF ve PP birim kök testlerinden yararlanılmıştır. Bu hususta her değişkenin birim kök testi sonuçları öncelikle sabit, sabit & trend ve sabitsiz & trendsiz olarak kendi içlerinde sınıflandırılıp çoğunluk esasına göre değerlendirilmeye alınmıştır.

Söz konusu değişkenlerin düzey değerlerine uygulanan panel birim kök testleri sonucunda, bağımlı değişkenler olan BTC_F ve ETH_F değişkenlerinin birim kök içerdikleri, diğer bir ifadeyle durağan olmadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca bağımsız değişkenlerden UBE, GLD, SLV, PLT, BPT, VIX, OFR_FSE, BTC_DM,

ETH_DM, ETH_HR, ETH_TS değişkenlerinin de birim kök içerdęi, yani durağan olmadıkları tespit edilmiştir. Diğer değişkenlere ait birim kök test sonuçları, serilerin birim kök içermediklerini yani durağan olduklarını göstermektedir.

Çizelge 11. Değişkenlerin Birim Kök Testi Bulguları I(1)

Değişkenler	Test Denklemi	LLC	ADF	PP
UBE	Sabit	-54.7237 (0.0000)*	1544.93 (0.0000)*	2354.74 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-74.2441 (0.0000)*	1715.79 (0.0000)*	2473.65 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-50.9800 (0.0000)*	1785.07 (0.0000)*	2734.79 (0.0000)*
GLD	Sabit	-77.8274 (0.0000)*	2320.51 (0.0000)*	2322.47 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-96.1491 (0.0000)*	2408.22 (0.0000)*	2413.86 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-67.0025 (0.0000)*	2634.02 (0.0000)*	2630.49 (0.0000)*
SLV	Sabit	-84.6460 (0.0000)*	2415.88 (0.0000)*	2415.97 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-104.342 (0.0000)*	2529.23 (0.0000)*	2529.43 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-71.3964 (0.0000)*	2789.42 (0.0000)*	2790.08 (0.0000)*
PLT	Sabit	-38.1721 (0.0000)*	1199.98 (0.0000)*	2348.51 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-47.1219 (0.0000)*	1128.34 (0.0000)*	2441.83 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-39.5968 (0.0000)*	1351.95 (0.0000)*	2685.11 (0.0000)*
BPT	Sabit	-88.9339 (0.0000)*	2359.95 (0.0000)*	2367.48 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-110.766 (0.0000)*	2464.87 (0.0000)*	2471.28 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-68.8293 (0.0000)*	2701.03 (0.0000)*	2712.94 (0.0000)*
VIX	Sabit	-16.2904 (0.0000)*	835.288 (0.0000)*	2413.02 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-18.7583 (0.0000)*	749.751 (0.0000)*	2718.45 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-32.1613 (0.0000)*	979.086 (0.0000)*	3231.62 (0.0000)*
OFR_FSE	Sabit	-17.6280 (0.0000)*	684.137 (0.0000)*	2471.46 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-20.9350 (0.0000)*	605.135 (0.0000)*	2618.94 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-28.8966 (0.0000)*	824.817 (0.0000)*	2898.04 (0.0000)*

Çizelge 12. Çizelge 11-devamı

BTC_F	Sabit	-96.1970 (0.0000)*	2529.82 (0.0000)*	2529.62 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-119.863 (0.0000)*	2742.18 (0.0000)*	2744.02 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-81.3487 (0.0000)*	3061.76 (0.0000)*	3054.60 (0.0000)*
BTC_V	Sabit	-67.4388 (0.0000)*	2234.98 (0.0000)*	349.993 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-82.5813 (0.0000)*	2290.58 (0.0000)*	349.993 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-64.4113 (0.0000)*	2523.54 (0.0000)*	349.993 (0.0000)*
BTC_DM	Sabit	-82.4545 (0.0000)*	2348.00 (0.0000)*	2347.31 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-101.820 (0.0000)*	2438.20 (0.0000)*	2437.21 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-68.3196 (0.0000)*	2682.67 (0.0000)*	2681.69 (0.0000)*
BTC_GT	Sabit	-37.9126 (0.0000)*	1966.33 (0.0000)*	2530.10 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-44.9465 (0.0000)*	1970.00 (0.0000)*	2737.23 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-56.5247 (0.0000)*	2182.90 (0.0000)*	3057.26 (0.0000)*
BTC_TW	Sabit	-27.1564 (0.0000)*	1515.93 (0.0000)*	349.993 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-31.9020 (0.0000)*	1462.36 (0.0000)*	349.993 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-46.3138 (0.0000)*	1674.29 (0.0000)*	726.365 (0.0000)*
BTC_HR	Sabit	-44.8357 (0.0000)*	2230.61 (0.0000)*	349.993 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-53.6802 (0.0000)*	2284.87 (0.0000)*	349.993 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-64.2226 (0.0000)*	2515.97 (0.0000)*	349.993 (0.0000)*
BTC_TS	Sabit	146.929 (1.0000)	935.395 (0.0000)*	349.993 (0.0000)*
	Sabit & Trend	192.655 (1.0000)	844.769 (0.0000)*	349.993 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-34.6700 (0.0000)*	1081.53 (0.0000)*	349.993 (0.0000)*
ETH_F	Sabit	-84.1660 (0.0000)*	2414.54 (0.0000)*	2419.65 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-104.285 (0.0000)*	2539.10 (0.0000)*	2546.20 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-70.8007 (0.0000)*	2769.53 (0.0000)*	2775.52 (0.0000)*
ETH_V	Sabit	-37.7002 (0.0000)*	1770.89 (0.0000)*	349.993 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-45.0432 (0.0000)*	1744.01 (0.0000)*	402.135 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-58.2731 (0.0000)*	2262.33 (0.0000)*	1626.31 (0.0000)*
ETH_DM	Sabit	-84.4718 (0.0000)*	2392.74 (0.0000)*	2393.63 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-104.182 (0.0000)*	2496.71 (0.0000)*	2497.81 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-70.2013 (0.0000)*	2749.13 (0.0000)*	2750.77 (0.0000)*

Çizelge 13. Çizelge 12-devamı

ETH_GT	Sabit	-52.4298 (0.0000)*	1754.59 (0.0000)*	2508.98 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-64.0992 (0.0000)*	1725.78 (0.0000)*	2680.17 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-51.4040 (0.0000)*	1940.11 (0.0000)*	2964.66 (0.0000)*
ETH_TW	Sabit	-47.4513 (0.0000)*	1933.01 (0.0000)*	349.993 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-57.4252 (0.0000)*	1929.74 (0.0000)*	349.993 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-55.8082 (0.0000)*	2144.76 (0.0000)*	349.993 (0.0000)*
ETH_HR	Sabit	-115.615 (0.0000)*	2429.57 (0.0000)*	2419.64 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-82.2317 (0.0000)*	2331.93 (0.0000)*	2595.69 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-93.1784 (0.0000)*	3222.42 (0.0000)*	3232.66 (0.0000)*
ETH_TS	Sabit	-55.5235 (0.0000)*	1945.32 (0.0000)*	1349.04 (0.0000)*
	Sabit & Trend	-67.7636 (0.0000)*	1942.61 (0.0000)*	1797.95 (0.0000)*
	Sabitsiz & Trendsiz	-55.8012 (0.0000)*	2149.46 (0.0000)*	3021.93 (0.0000)*

Not: (*) 0,05'e göre birim kök içermemektedir.

Prob. değerinin 0,05'in altında olması gerekmektedir (0,05'in altında ise birim kök içermez, durağandır).

Araştırmaya dahil edilen değişkenlerin düzey değerlerine birim kök testlerinin uygulanmasından sonra tüm değişkenlerin birinci farkları alınmıştır. Söz konusu değişkenlerin birinci farklarına uygulanan birim kök testlerinin sonuçları, tümünün birim kök içermediği yani durağan olduklarını göstermektedir.

Bu noktada araştırmaya uygun şekilde devam edilebilmesi için eşbütünleşme analizi ve sonrasına dahil edilecek değişkenler; BTC_F, ETH_F, UBE, GLD, SLV, PLT, BPT, VIX, OFR_FSE, BTC_DM, ETH_DM olarak belirlenmiştir. ETH_HR ve ETH_TS değişkenleri eşbütünleşme analizine dahil edilebilmesi için birinci ön koşulu sağlamasına rağmen, global veriler olmadıkları, bağımlı değişkenlere dair içsel temel veriler olmaları sebebiyle hem BTC hem de ETH için karşılıklı olarak uygunluğu sağlamamalarından dolayı araştırmanın devamına dahil edilmemiştir. Çünkü ETH_HR değişkeninin araştırmanın devamına dahil edilebilmesi için BTC_HR değişkeninin de eşbütünleşme analizi öncesi birim kök şartını sağlaması beklenmekteydi. Bu husus aynı şekilde ETH_TS değişkeninin BTC için olan versiyonunda da beklenmekteydi. Bu bağlamda söz konusu değişkenlerin veri setinden çıkarılarak eşbütünleşme analizine devam edilmesi kararlaştırılmıştır.

4.3. Eşbütünleşme Testi Bulguları

Panel birim kök testleri sonucunda, uygun şartları sağlayan ve araştırmanın devamına dahil edilmesi kararlaştırılan değişkenler için uzun dönemdeki eşbütünleşik ilişkilerin tespit edilmesi amacıyla Pedroni eşbütünleşme analizi uygulanmıştır. Analize dair elde edilen bulgular aşağıda verilen çizelgelerde gösterilmektedir:

Çizelge 14. BTC_F ve UBE ile BTC_F ve GLD Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları

		BTC_F – UBE	BTC_F – GLD
Pedroni Residual Cointegration Test	Panel v-Statistic	-1.069745 (0.8576)	0.343446 (0.3656)
	Panel rho-Statistic	4.960279 (1.0000)	7.298816 (1.0000)
	Panel PP-Statistic	8.395297 (1.0000)	12.86712 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic	8.620671 (1.0000)	14.09447 (1.0000)
	Panel v-Statistic Weighted	-1.166938 (0.8784)	0.343446 (0.3656)
	Panel rho-Statistic Weighted	5.030841 (1.0000)	7.298816 (1.0000)
	Panel PP-Statistic Weighted	8.554200 (1.0000)	12.86712 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic Weighted	8.772917 (1.0000)	14.09447 (1.0000)
	Group rho-Statistic	6.131137 (1.0000)	9.006192 (1.0000)
	Group PP-Statistic	11.08703 (1.0000)	16.88356 (1.0000)
	Group ADF-Statistic	11.35219 (1.0000)	18.34049 (1.0000)

BTC_F ile UBE değişkenleri için uygulanan Pedroni panel bütünleşme testi sonucunda elde edilen istatistiklerin tümünün Prob. değerlerinin 0.05'den büyük olduğu görülmektedir. Bu durumda BTC_F ile UBE değişkenlerinin arasında uzun dönemde bir eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. BTC_F ve GLD değişkenleri için uygulanan Pedroni panel eşbütünleşme testi sonucunda ise aynı şekilde tüm Prob. değerlerinin 0,05'den büyük olduğu görülmektedir. Böylece BTC_F ve GLD değişkenleri arasında uzun dönemde bir eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 15. BTC_F ve SLV ile BTC_F ve PLT Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları

	BTC_F – SLV	BTC_F – PLT
Pedroni Residual Cointegration Test	Panel v-Statistic (0.2071)	-1.818323 (0.9655)
	Panel rho-Statistic (1.0000)	5.012652 (1.0000)
	Panel PP-Statistic (1.0000)	8.553176 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic (1.0000)	7.647728 (1.0000)
	Panel v-Statistic Weighted (0.2071)	-1.818323 (0.9655)
	Panel rho-Statistic Weighted (1.0000)	5.012652 (1.0000)
	Panel PP-Statistic Weighted (1.0000)	8.553176 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic Weighted (1.0000)	7.647728 (1.0000)
	Group rho-Statistic (1.0000)	6.874911 (1.0000)
	Group PP-Statistic (1.0000)	11.76269 (1.0000)
	Group ADF-Statistic (1.0000)	10.68788 (1.0000)

BTC_F ile SLV değişkenleri için uygulanan Pedroni panel bütünlüşme testi ile elde edilen istatistiklerin tümünün Prob. değerlerinin 0.05'den büyük olduğu gözlemlenmektedir. Bu durumda BTC_F ile SLV değişkenlerinin arasında uzun dönemde bir eşbütünlüşme ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. BTC_F ve PLT değişkenleri için uygulanan Pedroni panel eşbütünlüşme testi sonucunda ise aynı şekilde tüm Prob. değerlerinin 0,05'den büyük olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu sebeple BTC_F ve PLT değişkenleri arasında uzun dönemde bir eşbütünlüşme ilişkisinin bulunmadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Çizelge 16. BTC_F ve BPT ile BTC_F ve VIX Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları

		BTC_F – BPT	BTC_F – VIX
Pedroni Residual Cointegration Test	Panel v-Statistic	-1.130657 (0.8709)	-2.166183 (0.9849)
	Panel rho-Statistic	6.394759 (1.0000)	5.996558 (1.0000)
	Panel PP-Statistic	11.98807 (1.0000)	11.00386 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic	12.91118 (1.0000)	14.60240 (1.0000)
	Panel v-Statistic Weighted	-1.130657 (0.8709)	-2.166183 (0.9849)
	Panel rho-Statistic Weighted	6.394759 (1.0000)	5.996558 (1.0000)
	Panel PP-Statistic Weighted	11.98807 (1.0000)	11.00386 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic Weighted	12.91118 (1.0000)	14.60240 (1.0000)
	Group rho-Statistic	8.163383 (1.0000)	7.792159 (1.0000)
	Group PP-Statistic	15.84009 (1.0000)	14.67178 (1.0000)
	Group ADF-Statistic	16.93586 (1.0000)	18.94343 (1.0000)

BTC_F ile BPT değişkenleri için uygulanan Pedroni panel bütünleşme testi sonucunda elde edilen istatistiklerin tümünün Prob. değerlerinin 0.05'den büyük olduğu görülmektedir. Bu durumda BTC_F ile BPT değişkenlerinin arasında uzun dönemde bir eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. BTC_F ve VIX değişkenleri için uygulanan Pedroni panel eşbütünleşme testi sonucunda ise aynı şekilde tüm Prob. değerlerinin 0,05'den büyük olduğu görülmektedir. Böylece BTC_F ve VIX değişkenleri arasında uzun dönemde bir eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 17. BTC_F ve OFR_FSE ile BTC_F ve BTC_DM Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları

		BTC_F – OFR_FSE	BTC_F – BTC_DM
Pedroni Residual Cointegration Test	Panel v-Statistic	-1.649466 (0.9505)	-0.888625 (0.8129)
	Panel rho-Statistic	5.839273 (1.0000)	5.827836 (1.0000)
	Panel PP-Statistic	10.64240 (1.0000)	9.996943 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic	8.376042 (1.0000)	10.96306 (1.0000)
	Panel v-Statistic Weighted	-1.649466 (0.9505)	-0.888625 (0.8129)
	Panel rho-Statistic Weighted	5.839273 (1.0000)	5.827836 (1.0000)
	Panel PP-Statistic Weighted	10.64240 (1.0000)	9.996943 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic Weighted	8.376042 (1.0000)	10.96306 (1.0000)
	Group rho-Statistic	7.645530 (1.0000)	7.634868 (1.0000)
	Group PP-Statistic	14.24270 (1.0000)	13.47652 (1.0000)
	Group ADF-Statistic	11.55242 (1.0000)	14.62335 (1.0000)

BTC_F ile OFR_FSE değişkenleri için uygulanan Pedroni panel bütünlüşme testi ile elde edilen istatistiklerin tümünün Prob. değerlerinin 0.05'den büyük olduğu gözlemlenmektedir. Bu durumda BTC_F ile OFR_FSE değişkenlerinin arasında uzun dönemde bir eşbütünlüşme ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. BTC_F ve BTC_DM değişkenleri için uygulanan Pedroni panel eşbütünlüşme testi sonucunda ise aynı şekilde tüm Prob. değerlerinin 0,05'den büyük olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu sebeple BTC_F ve BTC_DM değişkenleri arasında uzun dönemde bir eşbütünlüşme ilişkisinin bulunmadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Çizelge 18. ETH_F ve UBE ile ETH_F ve GLD Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları

		ETH_F – UBE	ETH_F – GLD
Pedroni Residual Cointegration Test	Panel v-Statistic	-1.223612 (0.8895)	3.704553 (0.0001)
	Panel rho-Statistic	3.917731 (1.0000)	4.759448 (1.0000)
	Panel PP-Statistic	6.156052 (1.0000)	7.911412 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic	5.293603 (1.0000)	5.380845 (1.0000)
	Panel v-Statistic Weighted	-1.261308 (0.8964)	3.704553 (0.0001)
	Panel rho-Statistic Weighted	3.954737 (1.0000)	4.759448 (1.0000)
	Panel PP-Statistic Weighted	6.225479 (1.0000)	7.911412 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic Weighted	5.360171 (1.0000)	5.380845 (1.0000)
	Group rho-Statistic	4.937371 (1.0000)	6.638861 (1.0000)
	Group PP-Statistic	8.133453 (1.0000)	11.00088 (1.0000)
	Group ADF-Statistic	7.135875 (1.0000)	7.996969 (1.0000)

ETH_F ile UBE değişkenleri için uygulanan Pedroni panel bütünleşme testi sonucunda elde edilen istatistiklerin tümünün Prob. değerlerinin 0.05'den büyük olduğu görülmektedir. Bu durumda ETH_F ile UBE değişkenlerinin arasında uzun dönemde bir eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. ETH_F ve GLD değişkenleri için uygulanan Pedroni panel eşbütünleşme testi sonucunda ise aynı şekilde tüm Prob. değerlerinin 0,05'den büyük olduğu görülmektedir. Böylece ETH_F ve GLD değişkenleri arasında uzun dönemde bir eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 19. ETH_F ve SLV ile ETH_F ve PLT Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları

	ETH_F – SLV	ETH_F – PLT
Pedroni Residual Cointegration Test	Panel v-Statistic (0.0000)	-1.973733 (0.9758)
	Panel rho-Statistic (0.9895)	4.568649 (1.0000)
	Panel PP-Statistic (1.0000)	7.490393 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic (0.9791)	5.860164 (1.0000)
	Panel v-Statistic Weighted (0.0000)	-1.973733 (0.9758)
	Panel rho-Statistic Weighted (0.9895)	4.568649 (1.0000)
	Panel PP-Statistic Weighted (1.0000)	7.490393 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic Weighted (0.9791)	5.860164 (1.0000)
	Group rho-Statistic (1.0000)	6.460988 (1.0000)
	Group PP-Statistic (1.0000)	10.50111 (1.0000)
	Group ADF-Statistic (1.0000)	8.565945 (1.0000)

ETH_F ile SLV değişkenleri için uygulanan Pedroni panel bütünleşme testi ile elde edilen istatistiklerin tümünün Prob. değerlerinin 0.05'den büyük olduğu gözlemlenmektedir. Bu durumda ETH_F ile SLV değişkenlerinin arasında uzun dönemde bir eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. ETH_F ve PLT değişkenleri için uygulanan Pedroni panel eşbütünleşme testi sonucunda ise aynı şekilde tüm Prob. değerlerinin 0,05'den büyük olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu sebeple ETH_F ve PLT değişkenleri arasında uzun dönemde bir eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Çizelge 20. ETH_F ve BPT ile ETH_F ve VIX Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları

		ETH_F – BPT	ETH_F - VIX
Pedroni Residual Cointegration Test	Panel v-Statistic	-1.734701 (0.9586)	-1.916351 (0.9723)
	Panel rho-Statistic	5.338218 (1.0000)	5.018930 (1.0000)
	Panel PP-Statistic	9.387156 (1.0000)	8.651415 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic	8.505030 (1.0000)	8.132446 (1.0000)
	Panel v-Statistic Weighted	-1.734701 (0.9586)	-1.916351 (0.9723)
	Panel rho-Statistic Weighted	5.338218 (1.0000)	5.018930 (1.0000)
	Panel PP-Statistic Weighted	9.387156 (1.0000)	8.651415 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic Weighted	8.505030 (1.0000)	8.132446 (1.0000)
	Group rho-Statistic	7.178420 (1.0000)	6.880764 (1.0000)
	Group PP-Statistic	12.75267 (1.0000)	11.87930 (1.0000)
	Group ADF-Statistic	11.70554 (1.0000)	11.26326 (1.0000)

ETH_F ile BPT değişkenleri için uygulanan Pedroni panel bütünleşme testi sonucunda elde edilen istatistiklerin tümünün Prob. değerlerinin 0.05'den büyük olduğu görülmektedir. Bu durumda ETH_F ile BPT değişkenlerinin arasında uzun dönemde bir eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. ETH_F ve VIX değişkenleri için uygulanan Pedroni panel eşbütünleşme testi sonucunda ise aynı şekilde tüm Prob. değerlerinin 0,05'den büyük olduğu görülmektedir. Böylece ETH_F ve VIX değişkenleri arasında uzun dönemde bir eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 21. ETH_F ve OFR_FSE ile ETH_F ve ETH_DM Değişkenlerinin Eşbütünleşme Testi Bulguları

		ETH_F – OFR_FSE	ETH_F – ETH_DM
Pedroni Residual Cointegration Test	Panel v-Statistic	-1.674276 (0.9530)	2.081191 (0.0187)
	Panel rho-Statistic	4.439858 (1.0000)	5.930140 (1.0000)
	Panel PP-Statistic	7.212561 (1.0000)	9.963138 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic	6.569362 (1.0000)	8.378042 (1.0000)
	Panel v-Statistic Weighted	-1.674276 (0.9530)	2.081191 (0.0187)
	Panel rho-Statistic Weighted	4.439858 (1.0000)	5.930140 (1.0000)
	Panel PP-Statistic Weighted	7.212561 (1.0000)	9.963138 (1.0000)
	Panel ADF-Statistic Weighted	6.569362 (1.0000)	8.378042 (1.0000)
	Group rho-Statistic	6.340923 (1.0000)	7.730241 (1.0000)
	Group PP-Statistic	10.17131 (1.0000)	13.43639 (1.0000)
	Group ADF-Statistic	9.407800 (1.0000)	11.55480 (1.0000)

ETH_F ile OFR_FSE değişkenleri için uygulanan Pedroni panel bütünlüşme testi ile elde edilen istatistiklerin tümünün Prob. değerlerinin 0.05'den büyük olduğu gözlemlenmektedir. Bu durumda ETH_F ile OFR_FSE değişkenlerinin arasında uzun dönemde bir eşbütünlüşme ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. ETH_F ve ETH_DM değişkenleri için uygulanan Pedroni panel eşbütünlüşme testi sonucunda ise aynı şekilde tüm Prob. değerlerinin 0,05'den büyük olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu sebeple ETH_F ve ETH_DM değişkenleri arasında uzun dönemde bir eşbütünlüşme ilişkisinin bulunmadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

4.4. Nedensellik Testi Bulguları

Eşbütünlüşme analizi sonrasında BTC_F ve ETH_F değişkenlerinin araştırmaya dahil edilen diğer değişkenler ile aralarındaki olası nedensellik ilişkilerinin tespiti için Granger nedensellik analizi uygulanmıştır. Söz konusu analize dair bulgular aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir:

Çizelge 22. BTC_F ile Bağımsız Değişkenlere Ait Granger Nedensellik Testi Bulguları

BAĞIMLI DEĞİŞKEN	BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLER	Chi-sq	df	Prob.
DBTC_F	DUBE	14.30559	2	0.0008
	DGLD	151.3657	2	0.0000
	DSLX	40.05185	2	0.0000
	DPLT	16.84533	2	0.0002
	DBPT	66.21508	2	0.0000
	DVIX	55.21191	2	0.0000
	DOFR_FSE	12.48728	2	0.0019
	DBTC_DM	21.76201	2	0.0000
	All	331.6143	16	0.0000

Çizelge 23. BTC_F ile Bağımlı Değişkenlere Ait Granger Nedensellik Testi Bulguları

BAĞIMSIZ DEĞİŞKEN	BAĞIMLI DEĞİŞKENLER	Chi-sq	df	Prob.
DBTC_F	DUBE	8.263950	2	0.0161
	DGLD	4.854767	2	0.0883
	DSLX	6.714736	2	0.0348
	DPLT	0.450279	2	0.7984
	DBPT	24.29075	2	0.0000
	DVIX	205.7833	2	0.0000
	DOFR_FSE	147.4842	2	0.0000
	DBTC_DM	42.66012	2	0.0000

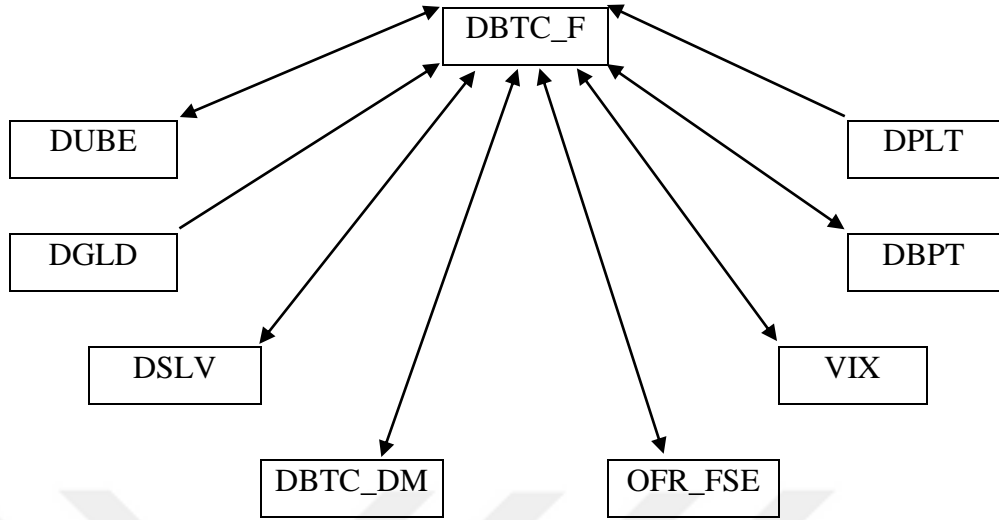
BTC_F ile diğer değişkenlere dair uygulanan Granger nedensellik testi için kurulan hipotezler aşağıdaki gibidir:

- **H₁**: BTC_F, UBE'nin Granger nedenidir.
- **H₂**: UBE, BTC_F'in Granger nedenidir.
- **H₃**: BTC_F, GLD'nin Granger nedenidir.
- **H₄**: GLD, BTC_F'in Granger nedenidir.
- **H₅**: BTC_F, SLV'nin Granger nedenidir.

- **H6:** SLV, BTC_F'in Granger nedenidir.
- **H7:** BTC_F, PLT'nin Granger nedenidir.
- **H8:** PLT, BTC_F'in Granger nedenidir.
- **H9:** BTC_F, BPT'nin Granger nedenidir.
- **H10:** BPT, BTC_F'nin Granger nedenidir.
- **H11:** BTC_F, VIX'in Granger nedenidir.
- **H12:** VIX, BTC_F'nin Granger nedenidir.
- **H13:** BTC_F, OFR_FSE'nin Granger nedenidir.
- **H14:** OFR_FSE, BTC_F'nin Granger nedenidir.
- **H15:** BTC_F, BTC_DM'nin Granger nedenidir.
- **H16:** BTC_DM, BTC_F'nin Granger nedenidir.

Granger nedensellik testi sonuçlarına göre BTC_F ile UBE arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Bu sebeple H1 ve H2 hipotezleri kabul edilmiştir. Bununla birlikte BTC_F ile GLD değişkenlerine dair elde edilen bulgulara göre, GLD değişkeninden BTC_F değişkenine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu nedenle H3 hipotezi reddedilmiş ve H4 hipotezi kabul edilmiştir. BTC_F ile SLV arasında ise çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bu durumda H5 ve H6 hipotezleri kabul edilmiştir. BTC_F ile PLT değişkenlerine dair elde edilen bulgulara göre PLT değişkeninden BTC_F değişkenine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu durumda H7 hipotezi reddedilmiş ve H8 hipotezi kabul edilmiştir. BTC_F ile BPT değişkenleri arasında ise yine aynı şekilde çift yönlü nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Böylece H9 ve H10 hipotezleri de kabul edilmiştir. BTC_F ve VIX değişkenlerine dair elde edilen bulgulara göre söz konusu iki değişken arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu durumda H11 ve H12 hipotezleri kabul edilmiştir. Sonuçlara göre BTC_F ve OFR_FSE değişkenleri arasında da aynı şekilde çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Böylece H13 ve H14 hipotezleri kabul edilmiştir. Ayrıca BTC_F ve BTC_DM değişkenleri arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu nedenle H15 ve H16 hipotezleri kabul edilmiştir.

Yukarıda ifade edilen açıklamaların nedenselliğe yönelik özet gösterimi aşağıdaki şekilde görülmektedir:



Şekil 11. BTC_F ve Diğer Değişkenler Arasındaki Nedensellik İlişkileri

BTC_F yerine ETH_F değişkeninin kullanıldığı ve söz konusu değişkenin araştırmaya dahil edilen diğer değişkenlerle arasındaki nedensellik ilişkilerinin tespiti için uygulanan Granger nedensellik testinin bulguları aşağıdaki çizelgede görülmektedir:

Çizelge 24. ETH_F ile Bağımsız Değişkenlere Ait Granger Nedensellik Testi Bulguları

BAĞIMLI DEĞİŞKEN	BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLER	Chi-sq	df	Prob.
DETH_F	DUBE	10.11291	2	0.0064
	DGLD	123.5713	2	0.0000
	DSLX	44.63968	2	0.0000
	DPLT	41.64386	2	0.0000
	DBPT	89.64687	2	0.0000
	DVIX	98.99871	2	0.0000
	DOFR_FSE	6.761406	2	0.0340
	DETH_DM	191.5693	2	0.0000
	All	539.7857	16	0.0000

Çizelge 25. ETH_F ile Bağımlı Değişkenlere Ait Granger Nedensellik Testi Bulguları

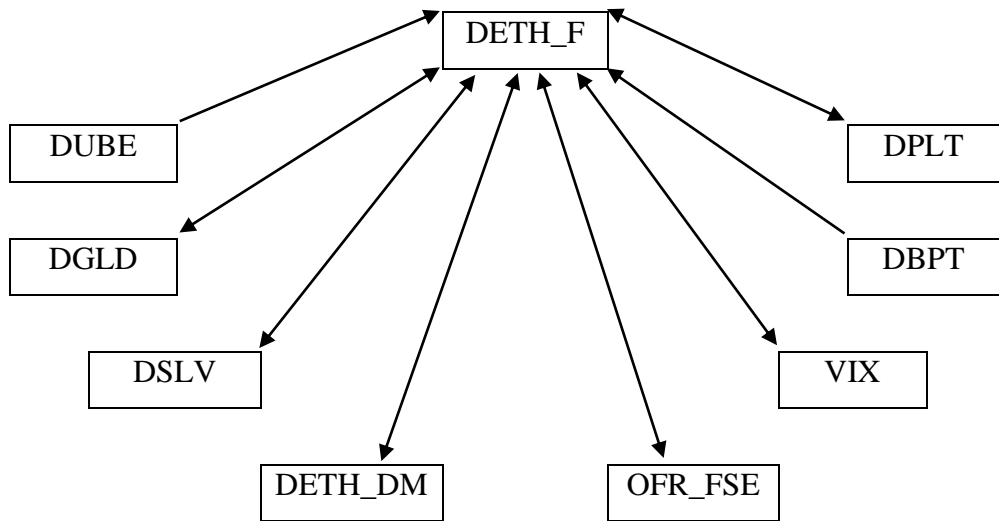
BAĞIMSIZ DEĞİŞKEN	BAĞIMLI DEĞİŞKENLER	Chi-sq	df	Prob.
DETH_F	DUBE	2.598273	2	0.2728
	DGLD	93.33513	2	0.0000
	DSLX	11.94932	2	0.0025
	DPLT	26.92121	2	0.0000
	DBPT	3.263170	2	0.1956
	DVIX	56.27426	2	0.0000
	DOFR_FSE	49.45812	2	0.0000
	DETH_DM	20.77558	2	0.0000

ETH_F ile diğer değişkenlere dair uygulanan Granger nedensellik testi için kurulan hipotezler aşağıdaki gibidir:

- **H17:** ETH_F, UBE'nin Granger nedenidir.
- **H18:** UBE, ETH_F'in Granger nedenidir.
- **H19:** ETH_F, GLD'nin Granger nedenidir.
- **H20:** GLD, ETH_F'in Granger nedenidir.
- **H21:** ETH_F, SLV'nin Granger nedenidir.
- **H22:** SLV, ETH_F'in Granger nedenidir.
- **H23:** ETH_F, PLT'nin Granger nedenidir.
- **H24:** PLT, ETH_F'in Granger nedenidir.
- **H25:** ETH_F, BPT'nin Granger nedenidir.
- **H26:** BPT, ETH_F'nin Granger nedenidir.
- **H27:** ETH_F, VIX'in Granger nedenidir.
- **H28:** VIX, ETH_F'nin Granger nedenidir.
- **H29:** ETH_F, OFR_FSE'nin Granger nedenidir.
- **H30:** OFR_FSE, ETH_F'nin Granger nedenidir.
- **H31:** ETH_F, ETH_DM'nin Granger nedenidir.
- **H32:** ETH_DM, ETH_F'nin Granger nedenidir.

Granger nedensellik testi sonuçlarına göre ETH_F ile UBE arasında, UBE değişkeninden ETH_F değişkenine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Bu sebeple H17 hipotezi reddedilmiş ve H18 hipotezi kabul edilmiştir. Bununla birlikte ETH_F ile GLD değişkenlerine dair elde edilen bulgulara göre, söz konusu iki değişken arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu nedenle H19 ve H20 hipotezleri kabul edilmiştir. ETH_F ile SLV arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bu durumda H21 ve H22 hipotezleri kabul edilmiştir. ETH_F ile PLT değişkenlerine dair elde edilen bulgulara göre, söz konusu iki değişken arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu durumda H23 ve H24 hipotezleri kabul edilmiştir. ETH_F ile BPT değişkenleri arasında ise, BPT değişkeninden ETH_F değişkenine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Böylece H25 hipotezi reddedilmiş ve H26 hipotezi kabul edilmiştir. ETH_F ve VIX değişkenlerine dair elde edilen bulgulara göre söz konusu iki değişken arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu durumda H27 ve H28 hipotezleri kabul edilmiştir. Sonuçlara göre ETH_F ve OFR_FSE değişkenleri arasında da aynı şekilde çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Böylece H29 ve H30 hipotezleri kabul edilmiştir. Ayrıca ETH_F ve ETH_DM değişkenleri arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu nedenle H31 ve H32 hipotezleri kabul edilmiştir.

Yukarıda ifade edilen açıklamaların nedenselliğe yönelik özet gösterimi aşağıdaki şekilde görülmektedir:



Şekil 12. ETH_F ve Diğer Değişkenler Arasındaki Nedensellik İlişkileri

4.5. Regresyon Testi Bulguları

Panel regresyon analizinin yapılması EViews ve Stata paket programları kullanılmıştır.

Model 1 ve Model 2 için oluşturulan regresyon denklemleri aşağıda yer almaktadır:

$$\begin{aligned} \text{Model 1: } dbtc_f_{it} = & \beta_0 + \beta_1 dube_{it} + \beta_2 dgld_{it} + \beta_3 dslv_{it} + \beta_4 dplt_{it} \\ & + \beta_5 dbpt_{it} + \beta_6 dvix_{it} + \beta_7 dofr_fse_{it} \\ & + \beta_8 dbtc_dm_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (D35)$$

$$\begin{aligned} \text{Model 2: } deth_f_{it} = & \beta_0 + \beta_1 dube_{it} + \beta_2 dgld_{it} + \beta_3 dslv_{it} + \beta_4 dplt_{it} \\ & + \beta_5 dbpt_{it} + \beta_6 dvix_{it} + \beta_7 dofr_fse_{it} \\ & + \beta_8 deth_dm_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (D36)$$

Aşağıda bağımlı değişkenin BTC_F olduğu modele dair uygulanan regresyon analizinin adımları ve ilgili test sonuçları verilmiştir:

Çizelge 26. BTC_F ve Diğer Değişkenlere Daire Breusch Pagan LM Testi Sonuçları

dbtc_f[crossid,t] = Xb + u[crossid] + e[crossid,t]		
Estimated Results:		
	Var	sd = sqrt (Var)
dbtc_f	192158	438.3583
e	143673.5	379.0429
u	0	0
Test: Var(u) = 0	chibar2 (01)	0.00
	Prob > chibar2	0.9999

Bağımlı değişkenin BTC_F olduğu regresyon analizinde rassal etkiler modelinin mi, havuzlanmış panel modelinin mi kullanılacağına belirlenebilmesi için uygulanan Breusch Pagan LM testi sonucunda Prob > chibar2 değeri 0.9999 çıktığı için rassal etkiler yerine havuzlanmış panel modeliyle analize devam edilmesi kararlaştırılmıştır. Rassal etkiler çıkmaması sebebiyle, sabit etkiler mi yoksa rassal

etkiler mi olduğuna dair bir sınama yapılmayacak ve analize havuzlanmış panelin varsayımlarıyla devam edilecektir. Bu sebeple Hausman testi yapılmasına gerek kalmamış olup, birimler arasında yatay kesit bağımlılığı varlığının sınanmasına da gerek olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 27. BTC_F ve Diğer Değişkenlere Dair Farklı Varyanslılık ve Otokorelasyon Sonuçları

FARKLI VARYANSLILIK	Breusch-Pagan / Cook- Weisberg Test		White Test	
	chi2(1)	Prob > chi2	chi2(44)	Prob > chi2
	606.57	0.0000	866.64	0.0000
OTOKORELASYON	Durbin Watson:			
	2.2395			

Otokorelasyon olup olmadığının sınanması için uygulanan Durbin-Watson test sonucu için E-Views programından yararlanılmış ve test sonucunun 2.2395 olduğu gözlemlenmiştir. Böylece otokorelasyon bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Breusch-Pagan, Cook-Weisberg testi ve White testi ile farklı varyanslılık sınaması yapılmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda farklı varyanslılığın bulunduğu tespit edilmiştir.

Farklı varyanslılık sorununu ortadan kaldırmak için Huber, Eicker ve White'a göre regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Çizelge 28'de verilmiştir.

Çizelge 28. BTC_F ve Diğer Değişkenler için Huber, Eicker ve White Tahmincisi ile Yapılan Regresyon Sonuçları

						Number of obs :	4959
						F(5, 9893) :	108.68
						Prob > F :	0.0000
						R-squared. :	0.2562
						Root MSE :	378.35
dbtc_f	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]		
dube	.0782387	.048853	1.60	0.109	-.0175348	.1740121	
dgld	3.129493	.4976023	6.29	0.000	2.153972	4.105014	
dslv	28.06491	20.60409	1.36	0.173	-12.32824	68.45807	
dplt	2.520998	.4434628	5.68	0.000	1.651614	3.390381	
dbpt	23.96053	4.426308	5.41	0.000	15.283	32.63805	
dvix	-38.3769	2.971918	-12.91	0.000	-44.20318	-32.55062	
dofr_fse	28.98195	22.12544	1.31	0.190	-14.39373	72.35763	
dbtc_dm	115.8797	12.62263	9.18	0.000	91.13379	140.6257	
_cons	42.3148	5.484457	7.72	0.000	31.56283	53.06677	

Yukarıdaki çizelgede görüleceği üzere Huber, Eicker ve White tahmincisi ile yapılan analiz sonucunda anlamlı etkilere rastlanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre bağımsız değişkenler arasından BTC_DM değişkeninin bağımlı değişken olan BTC_F değişkenini oldukça önemli bir ölçüde etkilediği söylenebilir. Bu durumda BTC_DM’de meydana gelen 1 birimlik değişimin BTC_F değişkenine yaklaşık 115 birimlik etki ettiği gözlemlenmiştir. BPT değişkeninin de BTC_F üzerinde önemli bir etkisinin olduğu görülmektedir. Ayrıca GLD ve PLT değişkenlerinin de BTC_F üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmış, fakat bu etki düzeyinin BTC_DM ve BPT değişkenlerine kıyasla çok daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Öte yandan VIX değişkeninin bağımlı değişken BTC_F üzerinde önemli ölçüde negatif bir etkisinin olduğu saptanmıştır. UBE, SLV ve OFR_FSE değişkenlerinin ise BTC_F üzerinde anlamlı bir etkisi tespit edilememiştir.

Aşağıda bağımlı değişkenin ETH_F olduğu modele dair uygulanan regresyon analizinin adımları ve ilgili test sonuçları verilmiştir:

Çizelge 29. ETH_F ve Diğer Değişkenlere Daire Breusch Pagan LM Testi Sonuçları

deth_f[crossid,t] = Xb + u[crossid] + e[crossid,t]		
Estimated Results:		
	Var	sd = sqrt (Var)
deth_f	298.1411	17.26676
e	109.1665	10.44828
u	0	0
Test: Var(u) = 0	chibar2 (01)	0.00
	Prob > chibar2	0.9999

Bağımlı değişkenin ETH_F olduğu regresyon analizinde rassal etkiler modelinin mi, havuzlanmış panel modelinin mi kullanılacağı belirlenebilmesi için uygulanan Breusch Pagan LM testi sonucunda Prob > chibar2 değeri 0.9999 çıktığı için rassal etkiler yerine havuzlanmış panel modeliyle analize devam edilmesi kararlaştırılmıştır. Rassal etkiler çıkmaması sebebiyle, sabit etkiler mi yoksa rassal etkiler mi olduğuna dair bir sınama yapılmayacak ve analize havuzlanmış panelin varsayımlarıyla devam edilecektir. Bu sebeple Hausman testi yapılmasına gerek kalmamış olup, birimler arasında yatay kesit bağımlılığı varlığının sınanmasına da gerek olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 30. ETH_F ve Diğer Değişkenlere Dair Farklı Varyanslılık ve Otokorelasyon Sonuçları

FARKLI VARYANSLILIK	Breusch-Pagan / Cook- Weisberg Test		White Test	
	chi2(1)	Prob > chi2	chi2(44)	Prob > chi2
	56.55	0.0000	455.06	0.0000
OTOKORELASYON	Durbin Watson:			
	2.0692			

Otokorelasyon olup olmadığının sınanması için uygulanan Durbin-Watson test sonucu için E-Views programından yararlanılmış ve test sonucunun 2.0692

olduğu gözlemlenmiştir. Bu değerin 2'ye çok yakın olması sebebiyle otokorelasyon bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Breusch-Pagan, Cook-Weisberg testi ve White testi ile farklı varyanslılık sınaması yapılmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda farklı varyanslılığın bulunduğu tespit edilmiştir.

Model 1'de olduğu gibi farklı varyanslılık sorununu ortadan kaldırmak için Huber, Eicker ve White'a göre regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizinin sonuçları Çizelge 31'de verilmiştir.

Çizelge 31. ETH_F ve Diğer Değişkenler için Huber, Eicker ve White Tahmincisi ile Yapılan Regresyon Sonuçları

						Number of obs :	4959
						F(5, 9893) :	529.14
						Prob > F :	0.0000
						R-squared. :	0.6358
						Root MSE :	10.429
deth_f	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]		
dube	.0004218	.0010367	0.41	0.684	-.0016106	.0024541	
dgld	.0565644	.011899	4.75	0.000	.0332371	.0798917	
dslv	2.511217	.4638669	5.41	0.000	1.601832	3.420602	
dplt	-.001336	.0108428	-0.12	0.902	-.0225926	.0199206	
dbpt	.8075862	.1018063	7.93	0.000	.6080007	1.007172	
dvix	-.4868101	.0714125	-6.82	0.000	-.6268102	-.34681	
dofr_fse	.4661511	.4622487	1.01	0.313	-.4400613	1.372364	
deth_dm	45.57479	.9524575	47.85	0.000	43.70755	47.44203	
_cons	.9343403	.1475523	6.33	0.000	.6450723	1.223608	

Yukarıdaki çizelgede görüleceği üzere Huber, Eicker ve White tahmincisi ile yapılan analiz sonucunda anlamlı etkilere rastlanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre bağımsız değişkenler arasından ETH_DM değişkeninin bağımlı değişken olan ETH_F değişkenini diğer değişkenlere kıyasla oldukça önemli düzeyde etkilediği görülmektedir. Bu durumda ETH_DM'de meydana gelen 1 birimlik değişimin ETH_F değişkenine yaklaşık 45 birimlik etki ettiği söylenebilir. Bununla birlikte SLV değişkeninin de ETH_F üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. Ayrıca GLD ve BPT değişkenlerinin de ETH_F üzerinde bir etkisinin olduğu

sonucuna ulaşılmış, fakat bu etki düzeylerinin dikkate almaya değer bir etki olmadığı, çok düşük bir etkinin var olduğu gözlemlenmiştir. Öte yandan VIX değişkeninin bağımlı değişken üzerinde çok düşük de olsa negatif bir etkisinin var olduğu saptanmıştır. UBE, PLT ve OFR_FSE değişkenlerinin ise ETH_F üzerinde herhangi bir etkisi olduğuna dair bir bulgu tespit edilememiştir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmanın bu bölümünde birinci ve ikinci modelde yer alan bağımsız değişkenlerin Bitcoin ve Ethereum fiyatı üzerinde herhangi bir etkisinin olup olmadığına dair elde edilen bulgular ve bunlarla ilgili edinilen sonuçlar yer almaktadır. Bununla birlikte ilgili sektöre yönelik ve ileride bu alanda yapılabilecek çalışmalar için araştırmacılara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuçlar

Paranın tarihte ilk ortaya çıktığı dönemden bu yana gelişen teknolojik imkânlar ile birlikte para kavramının şekli ve tanımı da zaman içerisinde değişim göstermiştir. 19. yüzyıl sonlarında gerçekleşen sanayi devriminin de etkisiyle üretimin daha önce görülmemiş düzeyde arttığı ve teknolojik gelişme hızının da ivme kazandığı bir dünya düzeni oluşmuştur. Bu durumun, paranın ve parasal sistemin zaman içerisinde değişime uğramasına ve daha istikrarlı bir yapıya dönüşmesine etki ettiğini söylemek mümkündür.

Özellikle 20. yüzyıl sonlarında ortaya çıkan internet devrimi ile birlikte global anlamda dijitalleşme hızı oldukça artmış ve bilgisayar bilimleri alanında yapılan yeni keşifler odak noktası olmuştur. Bu durum finans alanını da etkilemiş ve bilgisayar bilimleri ile finans biliminin buluştuğu yeni bir disiplinler arası keşif arayışı başlamıştır. Kimi kesimler tarafından “internet devriminden sonraki en önemli gelişme” olarak nitelendirilen kripto paraların ve Blockchain teknolojisinin de, bu disiplinler arası arayışın yakın zamandaki en popüler ürünü olduğunu söylemek mümkündür.

Elektronik sistemlerin ve internetin de gelişmesiyle birlikte fiziki paraların elektronik para olarak depolanabildiği ve transfer edilebildiği yeni bir tür para kavramı ortaya çıkmıştır. Elektronik para sistemleri sayesinde insanlar kilometrelerce

uzaktaki herhangi birisine dakikalar, hatta saniyeler içerisinde büyük fonları transfer edebilme imkânıyla tanışmışlardır. Elektronik para hizmeti sağlayan kuruluşlar, çoğunlukla insanlardan fiziki paraları teslim alarak, bu değeri elektronik bir varlık şeklinde sunmaktadırlar. Bu aracılık hizmeti karşılığında yüksek komisyon ücretleriyle karşılaşılabilir. Kripto paraların doğuşu bu aracı kuruluşları ortadan kaldırarak düşük işlem ücretleriyle transferlerin yapılmasına ve sahip olunan parasal değerlerin hiçbir merkeze bağlı olmadan elektronik olarak depolanabilmesine olanak tanımıştır.

Yakın bir tarih sayılabilecek olan 2009 yılında ortaya çıkan Bitcoin ile hayatımıza giren kripto paralar ve Blockchain teknolojisi birçok konuda aracı finansal kuruluşlara ihtiyaç duyulmadan parasal işlemlerin yapılabilmesine imkân tanımaktadır. Blockchain teknolojisi ile oluşturulan ve merkeziyetsiz bir ödeme yöntemi sağlayan kripto paralar, zamanla bir yatırım aracına dönüşmeye başlamıştır.

Yatırımcılar tarafından yeni nesil bir finansal yatırım aracı olarak görülen kripto paralara olan ilgi son yıllarda yükselen bir ivme ile artmaktadır. Öte yandan Blockchain'in sunduğu akıllı kontratlar sayesinde kripto paralar sadece bir ödeme yöntemi olmanın da ötesinde, faiz karşılığı kredi arz edenlerle talep edenlerin banka gibi bir aracı kuruluşa ihtiyaç duymadan doğrudan işlemlerini gerçekleştirebilmesine de olanak tanımıştır. Söz konusu gelişmeler ışığında, bu alanda gelecekte de önemli gelişmelerin yaşanabileceğini söylemek mümkündür. Bu bağlamda kripto para ekosisteminin ve Blockchain teknolojisinin yatırımcılar tarafından daha iyi anlaşılması oldukça önemli bir husustur.

Geleneksel finansal enstrümanlarla kıyaslandığında çok yüksek volatilitelere sahip olan kripto paraların yatırımcılar için normalin üzerinde bir risk taşıdığını söylemek mümkündür. 2017 yılının son çeyreğinde kripto para piyasasında yaşanan yüksek değer artışları birçok yatırımcının ilgisini bu alana çekmeyi başarmıştır. Bu dönemde Bitcoin'in yaklaşık 19 bin dolar seviyesinden düşmesiyle başlayan düşüş trendi, yatırımcıların kripto para piyasasına korkuyla yaklaşmasına sebebiyet vermiştir. Geçmiş dönemde yaşanan bu tecrübe göz önüne alındığında; Covid-19 pandemisi sürecinde kripto paralara tekrar artan yoğun ilgiden dolayı yatırımcıların, yatırım kararı alırken daha dikkatli davranmaları gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Kripto paraların hiçbir otoriteye bağılı olmaksızın kişilerin kendi inisiyatiflerinde kontrol edildiği ve mevcut arz-talep doğrultusunda değer kazanıp kaybettiği bilinmektedir. Bu bağlamda piyasa hacmi bakımından açık ara en yüksek iki kripto para olmaları sebebiyle piyasayı domine etme gücü bulunan Bitcoin ve Ethereum'un hangi değişkenler ile ilişkili olduğu ve hangi değişkenlerden ne denli etkilenebileceği konusu yatırımcılar için oldukça önemlidir. Bu sebeple çalışmada, söz konusu iki kripto para ile seçili değişkenlere dair analizler uygulanmıştır.

Bu çalışmada, Covid-19 pandemisi sürecinin göz önünde bulundurulması amaçlandığından dolayı 03.12.2019 ile 03.12.2020 tarihleri arasındaki dönemi kapsayan günlük verilerden oluşan bir panel veri analizi uygulanmıştır. Bitcoin ve Ethereum'u etkileyebilecek birçok faktörün olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle çalışmada bağımsız değişkenler olarak; G20 ülkelerinin ulusal borsa endeksleri, altın ons fiyatı, gümüş ons fiyatı, platin ons fiyatı, Brent Petrol fiyatı, VIX volatilité endeksi, OFR finansal stres endeksi, BTC ve ETH'nin işlem hacimleri, BTC ve ETH'nin toplam kripto para piyasası hacmindeki ağırlıkları, BTC ve ETH'nin Google'daki arama sayıları, BTC ve ETH'nin Twitter'daki atılan tweet sayıları, BTC ve ETH'nin kendi Blockchain ağlarındaki hash gücü, BTC ve ETH'nin kendi Blockchain ağlarındaki transfer sayıları kullanılmıştır. Veri setinin oluşturulmasında güvenilirliği kabul gören ve yaygın olarak kullanılan kaynaklardan yararlanılmıştır.

EViews programı kullanılarak panel veri analizinin uygulandığı çalışmada değişkenler için ilk etapta iki farklı model oluşturulmuştur. Tüm değişkenlere panel birim kök testleri uygulanarak serilerin durağanlığı sınanmıştır. Panel birim kök testleri sonucunda G20 ülkelerinin ulusal borsa endeksleri, altın ons fiyatı, gümüş ons fiyatı, platin ons fiyatı, Brent Petrol fiyatı, VIX volatilité endeksi, OFR finansal stres endeksi, BTC'nin toplam kripto para piyasası hacmindeki ağırlığı, ETH'nin toplam kripto para piyasası hacmindeki ağırlığı, ETH'nin Blockchain ağındaki toplam hash gücü, ETH'nin Blockchain ağındaki toplam transfer sayısı değişkenlerinin birim kök içerdikleri, diğer bir ifadeyle durağan olmadıkları tespit edilmiştir. Daha sonra tüm değişkenlerin birinci farkları alınarak birim kök testleri tekrar yapılmıştır. Tüm değişkenlerin birinci farklarında durağan oldukları gözlemlenmiştir. ETH'nin Blockchain ağındaki toplam hash gücü ve ETH'nin Blockchain ağındaki toplam transfer sayısı değişkenlerinin Bitcoin için olan versiyonlarında da aynı sonuçlar elde edilememesi sebebiyle eşbütünleşme analizine

dahil edilmeyip, düzey değerlerinde durağan olmayan serilerle analize devam edilmiştir.

Değişkenlerin arasındaki uzun dönemli ilişkilerin tespit edilmesi amacıyla uygulanan Pedroni eşbütünleşme testi sonucunda bağımlı değişkenler ile hiçbir bağımsız değişkenin arasında uzun dönemde herhangi bir eşbütünleşme ilişkisine rastlanılamamıştır. Eşbütünleşme testlerinden sonra bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenlere dair oluşturulan modeller doğrultusunda Granger nedensellik analizi uygulanmıştır. Uygulanan nedensellik analizi sonuçlarına göre Bitcoin fiyatı ile G20 borsa endeksleri arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu nedenle H1 ve H2 hipotezleri kabul edilmiştir. Bitcoin fiyatı ile altın ons fiyatı arasındaki nedensellik testi bulgularına göre, altından Bitcoin'e doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu sebeple H3 reddedilmiş ve H4 hipotezi kabul edilmiştir. Bitcoin ve gümüş ons fiyatı arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Buna bağlı olarak H5 ve H6 hipotezleri kabul edilmiştir. Bitcoin ve platin arasında ise platinden Bitcoin'e doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu sebeple H7 hipotezi reddedilmiş ve H8 hipotezi kabul edilmiştir. Bitcoin ve Brent Petrol arasında ise çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Böylece H9 ve H10 hipotezleri kabul edilmiştir. Bulgulara göre Bitcoin ve VIX volatilité endeksi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu durumda H11 ve H12 hipotezleri kabul edilmiştir. Bitcoin ve OFR finansal stres endeksi arasında ise çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak H13 ve H14 hipotezleri kabul edilmiştir. Ayrıca Bitcoin fiyatı ile Bitcoin'in toplam kripto para piyasası hacmindeki ağırlığı arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu nedenle H15 ve H16 hipotezleri kabul edilmiştir.

Bağımlı değişkenin Ethereum olduğu modele uygulanan Granger nedensellik testi sonucunda, G20 borsa endeksinden Ethereum fiyatına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Bu sebeple H17 hipotezi reddedilmiş ve H18 hipotezi kabul edilmiştir. Bununla birlikte Ethereum fiyatı ile altına dair elde edilen bulgulara göre, söz konusu iki değişken arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu nedenle H19 ve H20 hipotezleri kabul edilmiştir. Ethereum ile gümüş arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bu durumda H21 ve

H22 hipotezleri kabul edilmiştir. Ethereum ile platin değişkenlerine dair elde edilen bulgulara göre, söz konusu iki değişken arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu durumda H23 ve H24 hipotezleri kabul edilmiştir. Ethereum ile Brent Petrol arasında ise, Brent Petrol'den Ethereum'a doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Böylece H25 hipotezi reddedilmiş ve H26 hipotezi kabul edilmiştir. Ethereum ve VIX volatilité endeksine dair elde edilen bulgulara göre söz konusu iki değişken arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu durumda H27 ve H28 hipotezleri kabul edilmiştir. Sonuçlara göre Ethereum ve OFR finansal stres endeksi arasında da aynı şekilde çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Böylece H29 ve H30 hipotezleri kabul edilmiştir. Ayrıca Ethereum fiyatı ile Ethereum'un toplam kripto para piyasası hacmindeki ağırlığı arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu nedenle H31 ve H32 hipotezleri kabul edilmiştir.

Nedensellik testlerinden sonra hangi bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkenler olan Bitcoin ve Ethereum üzerinde ne derecede etkisinin olduğunu tespit edilmesi amacıyla panel regresyon analizi uygulanmıştır. Bağımlı değişkenin Bitcoin olduğu ilk model için uygulanan Breusch Pagan LM testi sonucunda $Prob > \chi^2$ değerinin 0.9999 çıkması sebebi ile rassal etkiler yerine havuzlanmış panel modeliyle analize devam edilmesi kararlaştırılmıştır. Bu sebeple Hausman testi yapılmasına gerek kalmamış ve havuzlanmış panelin varsayımlarıyla analize devam edilmiştir. Havuzlanmış panel modeli ile analizin gerçekleştirilmesi sebebiyle yatay kesit bağımlılığının sınanmasına gerek olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Farklı varyanslılık ve otokorelasyonun tespit edilmesi amacıyla yapılan Cook-Weisberg testi, White testi ve Durbin Watson testi sonucuna göre farklı varyanslılığın olduğu ve otokorelasyonun olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Huber, Eicker ve White tahmincisi ile yapılan analiz sonucunda, Bitcoin'in toplam kripto para piyasası hacmindeki ağırlığının Bitcoin fiyatı üzerinde oldukça önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre Bitcoin'in toplam kripto para piyasası hacmindeki ağırlığında meydana gelen 1 birimlik artışın Bitcoin fiyatına yaklaşık 115 birimli etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Brent Petrol'ün de Bitcoin fiyatı üzerinde önemli bir etkisinin olduğu saptanmıştır. Ayrıca altın ve platinin Bitcoin fiyatı üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu gözlemlenmiştir fakat bu etki düzeyinin

çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte VIX volatilité endeksinin Bitcoin üzerinde önemli ölçüde negatif bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca G20 borsa endeksleri, gümüş fiyatı ve OFR finansal stres endeksinin Bitcoin üzerine anlamlı bir etkisinin bulunmadığı gözlemlenmiştir.

Bağımlı değişkenin Ethereum olduğu ikinci model için uygulanan panel regresyon analizi sonuçlarına göre, Breusch Pagan LM testi $Prob > \chi^2$ değerinin 0.9999 çıkması sebebi ile rassal etkiler yerine havuzlanmış panel modeliyle analize devam edilmesi kararlaştırılmıştır. Bu sebeple havuzlanmış panel varsayımlarıyla analize devam edilerek yatay kesit bağımlılığı sınamasına gerek kalmamıştır. Farklı varyanslılık ve otokorelasyonun tespit edilmesi amacıyla yapılan Cook-Weisberg testi, White testi ve Durbin Watson testi sonucuna göre farklı varyanslılığın olduğu ve otokorelasyonun olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Huber, Eicker ve White tahmincisi ile yapılan analiz sonucunda, Ethereum'un toplam kripto para piyasası hacmindeki ağırlığının Ethereum fiyatı üzerinde oldukça önemli düzeyde bir etkisinin olduğu saptanmıştır. Buna bağlı olarak Ethereum'un toplam kripto para piyasası hacmindeki ağırlığında meydana gelen 1 birimlik değişimin Ethereum fiyatına yaklaşık 45 birimlik etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir bulguya göre gümüş fiyatının Ethereum fiyatı üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. Ayrıca altın ve Brent Petrol'ün de Ethereum üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmış fakat bu etki düzeyinin oldukça düşük olduğu gözlemlenmiştir. Öte yandan VIX volatilité endeksinin Ethereum üzerinde çok düşük de olsa negatif bir etkisinin bulunduğu tespit edilmiştir. Sonuçlara göre G20 borsa endeksleri, platin ve OFR finansal stres endeksinin Ethereum üzerinde herhangi bir etkisinin bulunmadığı saptanmıştır.

Analizler sonucunda kripto paraları etkileyen birçok faktörün olabileceği görülmektedir. Yapısı itibariyle geleneksel finansal piyasalardan oldukça ayrılan kripto paraların çeşitli emtialar ve göstergeler ile ilişkisinin bulunduğu ve yatırım kararı alınırken bunların da göz önünde bulundurulabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Öte yandan kripto paralara dair yatırım kararları alınırken söz konusu para birimlerinin geleneksel finansal enstrümanlar ve göstergeler ile ilişkisinden ziyade, Bitcoin ve Ethereum'un içsel değişkeni olan toplam kripto para piyasası hacmindeki ağırlıklarının daha yüksek derecede önem arz ettiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte VIX volatilité endeksindeki değişimin bu iki kripto para birimini önemli derecede

negatif etkilediği sonucunun ise dikkate almaya değer bir unsur olduğu düşünülmektedir.

Yapılan literatür taraması sonucunda Deniz (2020) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ile bu araştırmanın sonuçları kısmen benzerlik içermektedir. Deniz'in 2020 yılında yapmış olduğu çalışmanın bulgularına göre Bitcoin'den altına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Ayrıca Deniz (2020) yaptığı çalışmada Bitcoin ve Ethereum ile altın ve Brent Petrol arasında herhangi bir eşbütünleşme ilişkisine rastlamamıştır. Bu bakımdan incelendiğinde bu çalışmanın bulgularıyla tutarlı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Ayrıca Kanat ve Öget (2018) tarafından yapılan çalışmada İngiltere Borsası'nın Bitcoin'in nedeni olduğu sonucuna ulaşılmış ve Bitcoin'in ise S&P 500 ile Kanada Borsası'nın nedeni olduğu tespit edilmiştir. Kılıç ve Çütücü (2018) tarafından BIST ile Bitcoin arasındaki ilişkinin sınanması amacıyla yapılan çalışmada ise söz konusu iki değişken arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunamamış olup, BIST endeksinden Bitcoin'e doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Aslan (2019) yaptığı çalışmada Bitcoin ve New York Borsası'nın karşılıklı olarak birbirlerinin nedeni olduklarını gözlemlemiştir. Ayrıca çalışmada Bitcoin ve BIST arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Dere (2019) tarafından yapılan çalışmada altının Bitcoin'in nedeni olduğu, Bitcoin'in ise NIKKEI 225 borsa endeksinin nedeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yıldırım (2018) yaptığı çalışmasında altın fiyatlarındaki değişimin Bitcoin'i etkilediğini, Bitcoin'in ise altın fiyatlarını etkilemediğini tespit etmiştir. Söz konusu çalışmalardan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile tutarlı oldukları gözlemlenmektedir.

5.2. Öneriler

Elde edilen sonuçların, kripto para piyasasına büyük ölçüde yön verdiği bilinen ve toplam hacmin büyük çoğunluğunu oluşturan Bitcoin ve Ethereum nezdinde birçok kripto para için de dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir. Kripto paraların geçmiş fiyatları ve tarihi boyunca artan popülerliği incelendiğinde, belirli aralıklarla tarihi zirvelerin test edildiği ve ardından hızlı şekilde sert düşüşlerin yaşandığı görülmektedir. Boğa piyasasının hâkim olduğu zamanlarda Bitcoin'in

popülaritesi önemli derecede artmaktadır. Söz konusu piyasa koşullarında, özellikle kripto paralarla yeni tanışan yatırımcıların geleneksel piyasa dinamikleri varsayımıyla yatırım yapmasının oldukça yüksek risk taşıdığı düşünülmektedir. Bu sebeple kripto paraları etkileyen çeşitli faktörlerin dikkatli şekilde araştırılması ve göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Kripto paralar yenilikçi bir finansal enstrüman olmalarına rağmen yüksek volatilitesi nedeniyle yatırımcıların büyük zararlara uğrayabildiği bir piyasa olduğu görülmektedir. Bu nedenle kripto paraların istikrarlı bir yatırım aracı olması konusunda daha yolun başında olduğu söylenebilir.

Özellikle Covid-19 döneminde dünya genelinde yaşanan ekonomik durgunluğa ve üretimin azaldığı, işsizliğin arttığı zorlu koşullara rağmen Bitcoin ve Ethereum'un tarihi rekor fiyatlarına ulaştıkları görülmektedir. Bu süreçte birçok yatırımcı tarafından bir yatırım fırsatı olarak görülen kripto paraların, global bir sağlık krizinde ne tür değişkenlerden etkilendiğinin ortaya konduğu bu çalışmanın yatırımcılar ve işletmeler için önemli sonuçlar elde ettiği düşünülmektedir. Çalışmanın elde ettiği önemli bir sonuç ise, geleneksel finansal enstrümanların yanında kripto paraların sahip olduğu içsel değişkenlerin de fiyatlara yüksek ölçüde etki edebildiği sonucudur. Bu bağlamda kurumsal ve bireysel yatırımcıların farklı piyasa dinamiklerini de ölçümlemesi doğru bir tercih olacaktır.

Araştırma süreci ve elde edilen sonuçların kripto paralar ile ilgili yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Henüz yeni bir alan olan Blockchain teknolojisi ve kripto paralar hakkında yapılan birçok araştırmanın yakın zamanda yayımlandığı görülmektedir. Bu çalışmanın, Blockchain teknolojisi ve kripto paralar hakkındaki kavramların açıklanmasına katkı sağlayacağı ve Bitcoin fiyatının ilişkili olduğu değişkenleri belirleme amacıyla yapılacak çalışmalara da ayrıca katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada spesifik bir veri dönemi kullanılmış olup, gelecekteki çalışmalarda daha geniş veya farklı bir veri dönemi ile araştırma yapılabilir. Ayrıca bu çalışmada değişken olarak sınırlı sayıda emtia ve göstergenin kullanılması sebebiyle daha fazla geleneksel finansal enstrüman ile farklı araştırmaların yapılabileceği düşünülmektedir. Aynı şekilde gelecekte bu alanda yapılacak araştırmalar için kripto paralara dair daha fazla içsel değişken göz önünde bulundurularak farklı analizler uygulanabilir.

KAYNAKÇA

- Abdullazada, O. (2017). *Socketler Üzerinden Özel Haberleşmede Kriptoloji Metodların Kullanılması ve Bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Bilgisayar Mühendisliği Programı.
- Ağan, B., ve Aydın, Ü. (2018). Kripto Para Birimlerinin Küresel Etkileri: Asimetrik Nedensellik Analizi. *Uluslararası Katılımlı 22. Finans Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 797-816.
- Akçalı, B. Y. ve Şişmanoğlu, E. (2019). Kripto Para Birimleri Arasındaki İlişkinin Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ile Analizi. *Ekev Akademi Dergisi*, 23(78), 99-122.
- Akdağ, M. (2019). *Kripto Paralizasyon ve Türkiye Ekonomisi İçin Bir Uygulama*. Doktora Tezi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Aldemir, M. (2018) *Elektronik Para ve Blockchain'in Finansal Yönetim Üzerine Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: T.C. Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Uluslararası İktisat ve Finans Tezli Yüksek Lisans Programı.
- Antonopoulos, A. M. (2014). *Mastering Bitcoin*. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc.
- Aslan, İ. (2019). *Bitcoin ve BİST Oynaklığın Yayılması: Tek ve Çok Değişkenli GARCH Modelleri*. Yüksek Lisans Tezi. Sivas: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı.
- Asteriou, D. and Hall, S. (2011). *Applied Econometrics: A Modern Approach* (Second Edition). New York: Palgrave Macmillan.

- Atik, J. and Gerro, G. (2018). Hard Forks On The Bitcoin Blockchain: Reversible Exit, Continung Voice. *Stanford Journal Of Blockchain Law & Policy*, 1, 24-40
- Atik, M., Köse, Y., Yılmaz, B., ve Sağlam, F. (2015). Kripto Para: Bitcoin ve Döviz Kurları Üzerine Etkileri. *Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 6(11), 247-261.
- Ayberkin, D., Beştaş, M. ve Özen, Ü. (2018). Blok Zinciri ile Gerçek Zamanlı Doğrulanabilir Eğitim Belgeleri. *İktisadi Yenilik Dergisi*, 5(2), 75-82.
- Aydın, Ö. ve Yükçü, S. (2020). Siber Saldırı Önlemede Blokzinciri Teknolojisinin Fayda Maliyet Açısından Değerlendirilmesi. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(4), 2519-2530.
- Aykut, C. (2008). Basel II Standartları. *Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi*, (30), 1-10.
- Azimov, J. ve Alkan, U. (2019). Bitcoin Fiyatları ile Çin ve Rusya'nın Seçilmiş Finansal Göstergeleri Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Açından İncelenmesi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(10), 165-187.
- Bahçeli, T. (2018). *The Effect Of Bitcoin On The Financial Economy Of Turkey*. MA Thesis. Istanbul: T.C. Istanbul Commerce University, Graduate School Of Finance, International Finance Program.
- Baird, L. (2016). Hashgraph Consensus: Fair, Fast, Byzantine Fault Tolerance. *Swirlds Tech Report Tr-2016-01*. Swirlds.com (Erişim Tarihi: 09.10.2020).
- Balcısoy, E. (2017). *Yüksek Performanslı Bitcoin Madenciliği İçin SHA256 Özet Algoritmasının Eniyilenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data. England* (Third Edition). Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Baltagi, B. H., Feng Q. and Kao C. (2012). A Lagrange Multiplier Test for Cross Sectional Dependence in a Fixed Effects Panel Data Model. *Journal of Econometrics*. 170(1), 164-177.

- Barbieri, L. (2006). Panel Cointegration Tests: A Review. *Serie Rossa: Economia-Quaderno*, (44), 1-33
- Bartolucci, S., Caccioli, F. and Vivo, P. (2020). A Percolation Model For The Emergence Of The Bitcoin Lightning Network. *Scientific Reports*, 10(1), 4488.
- Basel Committee On Banking Supervision. (1998). *Risk Management for Electronic Banking And Electronic Money Activities*. <https://www.bis.org/publ/bcbs35.pdf> (Erişim Tarihi: 03.11.2020)
- Bayrak, F. (2019). *Kripto Paraların Finansal Hizmetlerdeki Yeri, Önemi ve Etkileri: Bir Uygulama Portföy Örneği*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Arel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muhasebe ve Finansman Yüksek Lisans Programı.
- Bech, M. and Garratt, R. (2017). Central Bank Cryptocurrencies. *BIS Quarterly Review*, September 2017, 55-70.
- Beck, R. (2018). Beyond Bitcoin: The Rise Of Blockchain World. *Computer*, 51(2), 54-58.
- Bianchi, D. (2017). *Cryptocurrencies as An Asset Class: An Empirical Assessment*. Coventry: University Of Warwick.
- Bilgetay, Ö. (2019). *Bitcoin ve Bitcoin'e Dayalı Vadeli İşlem Sözleşmeleri Arasındaki Fiyat İlişkisi*. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Finansman Programı.
- Bilgili, F., Düzgün, R. ve Uğurlu, E. (2007). Büyüme, Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları ve Yurtiçi Yatırımlar Arasındaki Etkileşim. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23(2), 127-152.
- Bilir, H. ve Çay, Ş. (2016). Elektronik Para ve Finansal Piyasalar Arasındaki İlişki. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(2), 21-31.
- Bouoiyour, J., Selmi, R. and Tiwari, A. (2015). Is Bitcoin Business Income or Speculative Foolery? New Ideas Through An Improved Frequency Domain Analysis. *Annals Of Financial Economics*, 10(1), 1-23

- Bozkurt, K. (2012). *Dışsal Teknolojik Şokların Gelişmekte Olan Ülkelerin Büyüme Sürecine Etkileri*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Muğla: Muğla Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Breusch, T. S. and Pagan, A. R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics. *Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.
- Brown C., Chiu, J., and Koepl, T. V. (2019). What Drives Bitcoin Fees? Using Segwit To Assess Bitcoin's Long-Run Sustainability. *Queen's Economics Department Working Paper*, No: 1423.
- Bulut, Y. E. (2019). *Secure Hardware Cryptocurrency Wallet Within Common Criteria Framework*. MA Thesis. Istanbul: Istanbul Sehir University, Graduate School Of Natural And Applied Sciences, Cybersecurity Engineering.
- Buterin, V. (2013). A Next-Generation Smart Contract And Decentralized Application Platform. *Ethereum White Paper*. <https://ethereum.org/en/whitepaper/> (Erişim Tarihi: 27.02.2020).
- Bülbül, S. E. ve Demiral, A. (2016). Türkiye Ekonomisinde Ekonomik Büyüme, İhracat ve Eximbank Kredileri Arasındaki Nedensellik İlişkisi: 2002-2015. *Öneri Dergisi*, 12(46), 21-39.
- Cameron, A. C. and Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: Methods and Applications*. New York: Cambridge University Press.
- Canbay, Ş. (2016). *Ar-Ge Harcamalarının Makroekonomik Etkileri: Seçilmiş Ülke Örnekleri*. Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, İktisat Bilim Dalı.
- Carrick, J. (2016). Bitcoin As A Complement To Emerging Market Currencies. *Emerging Markets Finance And Trade*, 52(10), 2321-2334.
- Cassano, C. V. and Kenna, J. (2015). Method And Apparatus for Digital Currency Paper Wallet. United States Patent, No: US 2015/0254640 A1.
- Cermak, V. (2017). Can Bitcoin Become A Viable Alternative to Fiat Currencies? An Empirical Analysis Of Bitcoin's Volatility Based On A GARCH Model

Economics Student Theses And Capstone Projects, 67.
https://creativematter.skidmore.edu/econ_studt_schol/67 (Erişim Tarihi:
11.10.2020).

Chaum, L. D. (1983). Blind Signatures For Untraceable Payments. *In Advances In Cryptology Proceedings of Crypto '82*, 199-203.

Conoscenti, M., Vetrò, A. and De Martin, A. J. C. (2019). Hubs, Rebalancing And Service Providers In The Lightning Network. *IEEE Access*, 7, 132828-132840.

Cribari-Neto, F. and Zarkos, S. G. (2004). Leverage-Adjusted Heteroskedastic Bootstrap Methods. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 74, 215-232.

Çağlar, Ü. (2007). Elektronik Para: Enformasyon Teknolojisindeki Gelişmeler ve Yeni Ödeme Sistemleri. *Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(17), 177-186.

Çakın, M. (2019). *Kripto Paralar: Bitcoin, Döviz Kurları ve Alternatif Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Finans Programı.

Çarkacıoğlu, A. (2016). *Kripto Para Bitcoin Araştırma Raporu*. Ankara: Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi.

Çavuşoğlu C. (2015). *Elektronik Paranın Gelişimi ve Merkez Bankası Bilançosu ile Para Politikası Uygulamaları Üzerine Etkisi*. Uzmanlık Yeterlilik Tezi. Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB).

Çelik, O. (2019). *Implementation Of Technical Analysis On Selected Cryptocurrencies*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: T.C. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Muhasebe Finansman (İng) Bilim Dalı.

Çetin, M. ve Ecevit, E. (2010). Sağlık Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Panel Regresyon Analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 11(2), 166-182.

- Çetin, S. C. ve Aydan, M. (2019). Blokzincir Protokolleri Üzerine Örnek Kodlar Yardımıyla Genel Bir İnceleme. *IV. INSAC International Natural and Engineering Sciences Congress*. 132-142.
- Çıkrıkçı, M. and Özyeşil, Mustafa. (2019). Bitcoin: Is It An Alternative For The Stock Exchanges? A Comparative Panel Data Analysis For The Far East Asian Countries And Turkey Under The Cross-Sectional Dependence. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (22), 225-234.
- Çoban A. (2018). *Blockchain Teknolojisi*. Bitirme Çalışması. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalürji Fakültesi, Matematik Mühendisliği Bölümü.
- Çonkar, M. K. ve Canbaz, M. F. (2018). Kitle Fonlaması Finansman Yöntemi: Türkiye’de Sistemin Geliştirilmesine Yönelik Öneriler. *Optimum Ekonomik ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 5(2), 119-132.
- Çütcü, İ. ve Kılıç, Y. (2018a). Bitcoin Fiyatları ile Dolar Kuru Arasındaki İlişki: Yapısal Kırılmalı Zaman Serisi Analizi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16(4), 349-366.
- De Grauwe, P. and Ji, Y. (2015). The Fragility Of Two Monetary Regimes: The European Monetary System And The Eurozone. *National Bank of Belgium Working Paper*, No:243.
- De Hoyos, R. E. ve Sarafidis, V. (2006). Testing for Cross-Sectional Dependence in Panel-Data Models. *The Stata Journal*, 6(4), 485-486.
- Decker, C. and Wattenhofer, R. (2015). A Fast And Scalable Payment Network with Bitcoin Duplex Micropayment Channels. *Stabilization, Safety And Security of Distributed Systems*, 17, 3-18.
- Décourt, R. F., Chohan, U. W. and Perugini, M. L. (2017). Bitcoin Returns and the Monday Effect. *Horizontes Empresariales*, 16(2), 4-14.
- Demir, E. E. (2007). *Esnek Kur Sisteminin Rekabete Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Teorisi Bilim Dalı.
- Deniz, E. and Teker, D. (2019). Determinants Of Bitcoin Prices. *PressAcademia Procedia*, 10(1), 17-21.

- Deniz, E. A. (2020). *Finansal Piyasalarda Kripto Para Uygulamaları: Kripto Para Fiyatlarını Etkileyen Faktörler*. İstanbul: Işık Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muhasebe ve Denetim Tezli Yüksek Lisans Programı.
- Dere, Y. (2019). *Kripto Para Birimi Bitcoin ile Ekonomik Göstergeler Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, İktisat Programı.
- Di Stasi, D., Avallone, S., Canonico, R. and Ventre, G. (2018). Routing Payments On The Lightning Network. *Proc. IEEE Int. Conf. Blockchain, Jul/Aug*, 1161-1170.
- Dikmen, N. (2009). *Ekonometri Temel Kavramlar ve Uygulamalar* (2. Baskı). Ankara: Nobel Yayınları.
- Dilekli, S. ve Yeşilkaya, K. (2002). *Maastricht Kriterleri*. Ankara: T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Avrupa Birliği ile İlişkiler Genel Müdürlüğü. https://sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/Maastricht_Kriterleri.pdf, (Erişim Tarihi: 10.10.2020)
- Dirican, C. ve Canöz, İ. (2017). Bitcoin Fiyatları ile Dünyadaki Başlıca Borsa Endeksleri Arasındaki Eşbütünleşme İlişkisi: ARDL Modeli Yaklaşımı ile Analiz. *Journal Of Economics, Finance And Accounting*, 4(4), 377-392.
- Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, Gold And The Dollar – A GARCH Volatility Analysis. *Finance Research Letters*, 16, 85-92.
- Ece, E. (2019). *Sanal Para Örneği Bitcoin'in Finansal Piyasalar Üzerine Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi. Batman: Batman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Eicker, F. (1967) Limit Theorems for Regressions with Unequal and Dependent Errors. *Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, 1, 59-82.
- El Ioini, N. and Pahl, C. (2018). A review Of Distributed Ledger Technologies. *On the Move to Meaningful Internet Systems OTM 2018 Conferences Paper*, 277-288.

- Enders, W. (2004). *Applied Econometric Time Series* (Second Edition). New York: John Wiley & Sons.
- Enders, W. (2014). *Applied Econometric Time Series* (Fourth Edition). New York: John Wiley & Sons.
- Engle, R. F. and Granger C. W. J. (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- Erdem, M. S. (2018). *Savunma Ekonomisi Üzerine Üç Makale*. Doktora Tezi. Eskişehir: T.C. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Ertuğrul, F. (2020). *Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları ve Dış Ticaret*. Yüksek Lisans Tezi. Kayseri: T.C. Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Eser, B. (2012). *Ekonomik Büyüme ve İstihdam İlişkisi: Türkiye Uygulaması*. Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı.
- European Central Bank (ECB). (2012). *Virtual Currency Schemes, October 2012*. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemes201210en.pdf> , (Erişim Tarihi: 15.10.2021)
- Evcı, S. (2020). Bitcoin Piyasasında Haftanın Günü Anomalisi. *Alanya Akademik Bakış*, 4(1), 53-61.
- Evlimoğlu U. ve Gümüş, U. T. (2018). İtibari Paranın Kullanımdan Kaldırılmasına Yönelik Teorik Bir Değerlendirme. *LAÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 167-183.
- Fan, W. (2003). *An Empirical Study of Cointegration and Causality in the AsiaPacific Stock Markets*. Working Paper. New Heaven: Yale University, Department of Economics.
- Fountas, S. and Aristotelo, K. (2005). The Impact Of The Exchange Rate Regime On Exports: Evidence From The European Monetary System. *Journal Of Economic Integration*, 20(3), 567-589.

- Franco, P. (2015). *Understanding Bitcoin; Cryptography, Engineering And Economics*. Cornwall, UK: Wiley Publishing.
- Gandal, N. and Halaburda, H. (2014). Competition In The Cryptocurrency Market. *Bank of Canada Working Paper*, No:2014-33. Ottawa: Bank of Canada.
- Glaser, F. (2017). Pervasive Decentralisation Of Digital Infrastructures: A Framework for Blockchain Enabled System And Use Case Analysis. *50th Hawaii International Conference On System Sciences*, 1543-1552.
- Golosoza, J. and Romanovs, A. (2018). The Advantages and Disadvantages Of The Blockchain Technology. *2018 IEEE 6th Workshop On Advances In Information, Electronic And Electrical Engineering (AIEEE)*, 1-6.
- Göçer, İ., Mercan, M., ve Hotunluoğlu, H. (2012). Seçilmiş OECD Ülkelerinde Cari İşlemler Açığının Sürdürülebilirliği: Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Çoklu Yapısal Kırılmalı Panel Veri Analizi. *Maliye Dergisi*, (163), 449-467
- Gök, Z. Y. (2017). *Yeni Parasalcı Değişim Ekonomisinin Evrimsel Dinamikleri: Oyuncu-Temelli Modelleme*. Doktora Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Göral, F. (2015). *Doğalgaz Fiyatlarını Etkileyen Faktörler: Panel Veri Analizi*. Doktora Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.
- Gövdeli, T. (2018). *Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Panel Veri Analizi*. Doktora Tezi. Gaziantep: T.C. Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Granger, C. V. J. (1988). Some Recent Development in a Concept of Causality. *Journal of Econometrics*, 39(1-2), 199-211.
- Grinberg, R. (2012). Bitcoin: An Innovative Alternative Digital Currency. *Hastings Science & Technology Law Journal*, 4(1), 159-207
- Gujarati, D. N. (1999). *Temel Ekonometri*. Çeviren: Şenesen, Ü., Şenesen, G. G. İstanbul: Literatür Yayın.
- Guri, M. (2018). BeatCoin: Leaking Private Keys From Air-Gapped Cryptocurrency Wallets. *2018 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings)*

and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData), 1308-1316.

Gül, E. ve Ekinçi, A. (2006). Türkiye’de Reel Döviz Kuru ile İhracat ve İthalat Arasındaki Nedensellik İlişkisi: 1990 – 2006. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (16), 165-189.

Güleç, Ö. F., Çevik, E. ve Bahadır, N. (2018). Bitcoin ile Finansal Göstergeler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(2), 18-37.

Güleç, T. C. (2018). *Blockchain Tabanlı Kripto Para Birimlerinin Mevcut Durumuna Dair Finansal Analizler ve Geleceği*. Doktora Tezi. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Muhasebe Finansman Programı.

Güller, A. (2019). Libra: Ok Yaydan Çıktı Mı?. *Journal Of Social Humanities And Administrative Sciences*, 5(16), 396-405.

Gültekin, Y., Özdemir, F. ve Varıcı, İ. (2019). Kripto Para Birimlerinin Piyasa Değerlerindeki Değişimlerin Analizi. Yönetim ve Ekonomi: *Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(2), 677-688.

Gürüş, S. (2015). *Stata ile Panel Veri Modelleri*. İstanbul: Der Yayınları.

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

Güvenek, B. ve Alptekin, V. (2010). Enerji Tüketimi ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine İlişkin Bir Panel Veri Analizi. *Enerji Piyasa ve Düzenleme*, 1(2), 172-193

Haşlak, Ş. (2018). *Analysis Of Bitcoin Market Volatility*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Çankaya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat (İngilizce) Anabilim Dalı, Finansal İktisat Bilim Dalı.

Hepkorucu, A., ve Genç, S. (2017). Finansal Varlık Olarak Bitcoin'in İncelenmesi ve Birim Kök Yapısı Üzerine Bir Uygulama. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(2), 47-58.

- Hill, R. C., Griffiths, W. E. and Lim, G. C. (2011). *Principles of Econometrics*. ABD: John Wiley & Sons.
- Hinkley, D. V. (1977). Jackknifing in Unbalanced Situations. *Technometrics*, 19, 285-292.
- Hoş, S. (2019). *Kripto Para Birimi: Bitcoin'in Getiri Oynaklığının Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri ile Tahmini*. Yüksek Lisans Tezi. Çorum: T.C. Hitit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Höpner, M. and Spielau, A. (2018). Better Than The Euro? The European Monetary System (1979 – 1998). *New Political Economy*, 23(2), 160-173.
- Huber, P. J. (1967) The Behaviour of Maximum Likelihood Estimates Under Non-Standard Conditions. *Fifth Berkeley Symposium in Mathematical Statistics and Probability*, 1, 221–233.
- Hurlin, C. and Mignon, V. (2006). Second Generation Panel Unit Root Tests. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00159842> (Erişim Tarihi: 10.12.2020).
- http-1: Bitcoincore.org (Erişim Tarihi: 18.10.2020)
- http-2: <https://bitcoinlerim.com/bitcoin-tarihi/> (Erişim Tarihi: 05.03.2020)
- http-3: <https://bitcointalk.org/index.php?topic=137.0> (Erişim Tarihi: 05.03.2020)
- http-4: <https://coin.dance/nodes> (Erişim: 02.03.2020)
- http-5: <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/> , (Erişim Tarihi: 10.10.2020)
- http-6: <https://coinmarketcap.com/currencies/tether/> (Erişim Tarihi: 10.10.2020)
- http-7: <https://coinmarketcap.com/currencies/yearn-finance/> (Erişim Tarihi: 10.10.2020)
- http-8: <https://en.wikipedia.org/wiki/euro> (Erişim Tarihi: 01.11.2020)
- http-9: https://en.wikipedia.org/wiki/european_monetary_system (Erişim Tarihi: 01.11.2020)

- http-10: <https://gold.tether.to/> (Erişim Tarihi: 10.10.2020)
- http-11: <https://tether.to/> (Erişim Tarihi: 10.10.2020)
- http-12: <https://txstats.com/dashboard/db/lightning-network?orgid=1> (Erişim Tarihi: 26.10.2020)
- http-13: <https://www.allcryptowhitepapers.com/litecoin-whitepaper/> (Erişim Tarihi: 10.10.2020)
- http-14: <https://www.allcryptowhitepapers.com/namecoin-whitepaper/> (Erişim Tarihi: 10.10.2020)
- http-15: <https://www.binance.vision/blockchain/what-are-nodes> (Erişim: 02.03.2020)
- http-16: <https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2018/html/ecb.sp180514.en.html> (Erişim Tarihi: 29.10.2020)
- http-17: https://www.ecb.europa.eu/stats/money_credit_banking/electronic_money (Erişim Tarihi: 03.11.2020)
- http-18: www.ampleforth.org (Erişim Tarihi:10.10.2020)
- http-19: www.mahfiertilmez.com/2017/11/kripto-paralar-bitcoin-ve-blockchain.html (Erişim Tarihi: 02.03.2020)
- http-20: http://auzefkitap.istanbul.edu.tr/kitap/iktisat_ue/ulusparafin.pdf (Erişim Tarihi: 31.10.2020)
- http-21: blog.ethereum.org/2016/02/09/cut-and-try-building-a-dream/ (Erişim Tarihi: 07.02.2020)
- Hüseyini, İ. (2015). *İhracat Kalitesini Etkileyen Faktörler: Seçilmiş Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler Üzerinde Bir Panel Veri Analizi*. Doktora Tezi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Im, K. S., Pesaran M. H. and Shin, Y. (2003). Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels. *Journal of Econometrics*, 115, 53-74.
- İçelloğlu, C. ř., ve Öztürk, M. B. (2018). Bitcoin ile Seçili Döviz Kurları Arasındaki İlişkinin Araştırılması: 2013-2017 Dönemi İçin Johansen Testi ve Granger Nedensellik Testi. *Maliye ve Finans Yazıları*, 1(109), 51-70

- İncetaş, O. ve Sağıroğlu, Ő. (2015). Kuantum Kriptografide G3nderilen Foton Sayısının, G3r3lt3s3z Ortamda Elde Edilen Anahtar Uzunluklarına Etkisi. *S3leyman Demirel 3niversitesi M3hendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(1), 29-42.
- İŐg3r, M. (2019). *Kripto Para Birimi Olan Bitcoin ve Blockchain Teknolojisinin Ortaya 3ıkıŐı Bug3ne Kadarki Gelişim S3reci ile Gelecekteki Durumu*. Y3ksek Lisans Tezi. Konya: Konya Gıda ve Tarım 3niversitesi, Sosyal Bilimler Enstit3s3, Uluslararası Ticaret ve İŞletmecilik Anabilim Dalı.
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegrated Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254.
- Johansen, S. and Juselius, K. (1990). Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration-With Applications to the Demand for Money. *Oxford Bulletin of Economics & Statistics*, 52(2), 169-210.
- Jokić, S., Sandro, A., SaŐa, S., Adamović, S., Ristić, N. and Spalević, P. (2019). Comparative Analysis Of Cryptocurrency Wallets vs Traditional Wallets. *Ekonomika*, 65(3), 65-75.
- Judge, G. G., Griffiths, W. E., Hill, R. C., L3tkepohl, H. and Lee, T. (1985). *The Theory and Practice of Econometrics* (Second Edition). ABD: Willey and Sons.
- Kanat, E. ve 3get, E. (2018). Bitcoin ile T3rkiye ve G7 3lke Borsaları Arasındaki Uzun ve Kısa D3nemli İlişkilerin İncelenmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(3), 601-614.
- Karaağaç, G. A. ve Altınırnak, S. (2018). En Y3ksek Piyasa Değerine Sahip On Kripto Paranın Birbirleriyle EtkileŐimi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (79), 123-138
- Karaarslan, E. ve Akbaş, M. F. (2017). Blokzinciri Tabanlı Siber G3venlik Sistemleri. *Uluslararası Bilgi G3venliği M3hendisliği Dergisi*, 3(2), 16-21.
- Karaçalı, C. (2019). *Kripto Paraların MuhasebeleŐtirilmesi: Bir Uygulama*. Y3ksek Lisans Tezi. Bartın: Bartın 3niversitesi, Sosyal Bilimler 3niversitesi, İŞletme Anabilim Dalı.

- Karataşlı, İ. (2017). *Türkiye – AB Dış Ticaretinde J Eğrisi Etkisi Üzerine Ampirik Bir İnceleme*. Doktora Tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Khalilov, M. C. K., Gündebahar, M. ve Kurtulmuşlar, İ. (2017). Bitcoin ile Dünya ve Türkiye’deki Dijital Para Çalışmaları Üzerine Bir İnceleme. *19.Akademik Bilişim Konferansı*. Aksaray: Aksaray Üniversitesi.
- Kılıç, Y., ve Çütcü, İ. (2018b). Bitcoin Fiyatları ile Borsa İstanbul Endeksi Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13(3), 235-250.
- Koçbulut, Ö. ve Barış, S. (2016). Avrupa Birliği Ülkelerinde İhracat ve Doğrudan Yabancı Yatırımların Kadın İstihdamı Üzerindeki Etkisi: Panel Veri Analizi. *Aydın İktisat Fakültesi Dergisi*, 1(2), 22-39.
- Koçoğlu, Ş., Çevik, Y. E. ve Tanrıöven, C. (2016). Bitcoin Piyasalarının Etkinliği, Likiditesi ve Oynaklığı. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 77-97
- Konat, G. (2020). *Kalıntılarla Genişletilmiş Yeni Bir Panel Birim Kök Test Önerisi: RALS-CIPS Testi*. Doktora Tezi. Malatya: T.C. İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı.
- Köse, B. (2020). *Pay Senetleri BİST’te Satılan Enerji Şirketlerinin Sermaye Yapılarına Göre Panel Veri Yöntemiyle Performans Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Sivas: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.
- Kristoufek, L. (2015). What are The Main Drivers Of The Bitcoin Price? Evidence From Wavelet Coherence Analysis. *PLOS ONE*, 10(4), 1-15.
- Kutlar, A. (2000). *Ekonometrik zaman serileri*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Kutlu, B., Sezer, D., and Gümüş, U. T. (2017). Can Bitcoins’ Prices Be Predicted By Google Trends Data? An Example Of Turkey With Comparision Of USA. *International Journal Of Academic Value Studies*, 3(10), 167-177.
- Laçın, G. C. (2019). *Elektronik Para ve Dijital Para Sistemleri: Bitcoin ve Döviz Kurları Arasındaki İlişkinin Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Mersin: Mersin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.

- Levin, A., Lin, C.F. and Chu, C. S. (2002). Asymptotic and Finite sample Properties. *Journal of Econometrics*, 108(1), 1-24.
- Li, X. and Wang, C. A. (2017). The Technology And Economic Determinants Of Cryptocurrency Exchange Rates: The Case Of Bitcoin. *Decision Support Systems*, 95, 49-60.
- Lin, I.-C. and Liao, T.-C. (2017). A Survey Of Blockchain Security Issues And Challenges. *International Journal Of Network Security*, 19(5), 653-659.
- Lipton, A., Sardon, A., Schar, F. and Schupbach, C. (2020). From Tether to Libra: Stablecoins, Digital Currency And The Future Of Money. *arXiv: 2005.12949*. <https://arxiv.org/pdf/2005.12949.pdf> (Erişim Tarihi: 11.10.2020).
- Loera, A. (2015). Method Of Making, Securing And Using A Cryptocurrency Wallet. United States Patent, No: US 2015/0227897 A1.
- Long, J. S. and Ervin, L. (2000). Using Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors in the Linear Regression Model. *The American Statistician*, 54(3), 217-224.
- Loseva, A. (2016). Bitcoin: A Regression Analysis Of Cryptocurrency Influence On The Russian Economy. *Russian Review*, 1(4), 1-7.
- MacKinnon, J. G. and White, H. (1985) Some Heteroscedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimators with Improved Finite Sample Properties. *Journal of Econometrics*, 29(3), 305-325.
- Marchand, F. (2016). *Crowdfunding Real Estate: Institutions And Markets, An Institutional Comparison On the Growth-patterns And Behaviour Of Crowdfunding Real Estate Markets In The Netherlands And United States*. Delft: Delft University Of Technology.
- Mercan, M., Peker, O. ve Göçer, İ. (2015). Ham Petrol Fiyat Artılarının Enflasyonist Etkisi: Seçilmiş OECD Ülkeleri İçin Yapısal Kırılmalı Dinamik Panel Veri Analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 16(2), 123-137.
- Merkle, R. C. (1982). Method Of Providing Digital Signatures. United States Patent, No: 72,363.

- Miglo A. (2020). Choice Between IEO And ICO: Speed vs. Liquidity vs. Risk. *MPRA Paper*, No:99600. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/99600/> (Erişim Tarihi: 22.10.2020).
- Miser, H. (2019). *Pazar Büyüklüğü Etkisi ve Endüstri İçi Ticaret İlişkisi: OECD Ülkeleri İçin Sektörel Panel Veri Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak: T.C. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik Anabilim Dalı.
- Mola, S. E. (2019). *Ekonomik Özgürlüklerin Ekonomik Büyümeye Etkisi: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler Panel Veri Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı.
- Moniruzzaman, Chowdhury, F. and Ferdous, S. (2020). Examining Usability Issues In Blockchain-Based Cryptocurrency Wallets. *ICONCS 2020: International Conference On Cyber Security And Computer Science*, 631-643.
- Mumcu, H. D. (2007). *Uluslararası Para Sistemi, Avrupa'nın Parasal Entegrasyonu ve OCA Teorisi*. Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Myalo, A. S. (2019). Comparative Analysis Of ICO, DAOICO, IEO And STO. Case Study. *Finance: Theory And Practice*, 23(6), 6-25.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *Bitcoin White Paper*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (Erişim Tarihi: 10.03.2020).
- Nebil, F. S. (2018). *Bitcoin ve Kripto Paralar Sistemi Yıkan Bir Araç Olabilecek Mi?. Dünyada ve Türkiye'deki Gelişmeler* (1. Baskı). İstanbul: Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık A.Ş.
- Oktar, S., ve Salihoğlu, E. (2018). Merkezi Olmayan Dijital Para Birimlerinin Merkez Bankası Parasal Büyüklükleri ile İlişkisinin Analizi: Bitcoin Örneği. *Social Sciences Studies Journal*. 22, 4164-4177.
- Ömürgönülşen, M. (2007). *Gıda Sektöründe Kalite Maliyetlerinin Ölçümü Üzerine Bir Araştırma*. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.

- Özbostancı, F. (2016). *BRIC Ülkeleri ve Türkiye'ye Yapılan Doğrudan Yabancı Yatırımların, Ülkelerin İhracatı Üzerine Etkileri: Panel Veri Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Isparta: T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Öztürk, E. (2013). *Türkiye Ekonomisi Temelinde Balassa-Samuelson Hipotezinin Geçerliliği*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Öztürk, N. ve Koç, A. (2006). Elektronik Para, Diğer Para Türleriyle Karşılaştırılması ve Olası Etkileri. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 6(11), 207-243.
- Öztürk, Z. ve Tay Bayramoğlu, A. (2019). Orta Gelir Tuzağı Hipotezi'nin Panel Birim Kök Testi ile Analizi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 17(4), 200-213.
- Özyeşil, Murat. (2019). The Relationship Between The Popularity Of Cryptocurrencies And Their Prices, Returns And Trading Volumes: A Structural Break And Comparative Analysis. *İstanbul İktisat Dergisi*, 69(2), 133-157.
- Özyeşil, Mustafa. (2019). A Research On Interaction Between Bitcoin And Foreign Exchange Rates. *Journal of Economics Finance and Accounting*, 6(1), 55-62.
- Özyiğit, M. (2014). *Kapitalizmin Tarihsel Krizlerinin Uluslararası Para Sistemleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Pedroni, P. (2001). Fully Modified OLS For Heterogeneous Cointegrated Panels. *Nonstationary Panels, Panel Cointegration and Dynamic Panels*, 15, 93-130.
- Pedroni, P. (2004). Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with an Application to the PPP Hypothesis. *Econometric Theory*, 20(3), 597-625.
- Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. *IZA Discussion Paper*, No:1240.

- Pesaran, M. H. (2007). A Simple Panel Unit Root Test in The Presence of Cross-Section Dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22, 265-312.
- Petrov, I. (2015). The Rise Of Crowdfunding as An Alternative Source Of Financing. *Reports of The International Scientific and Practical Internet Conference of Students And Young Scientists* (April 23–24, 2015), 95-98.
- Pillai, N. V. (2016). Panel Data Analysis with Stata Part 1: Fixed Effects and Random Effects Models. *Munich Personal RePEc Archive*, No:76869.
- Polat, M. A. (2014). *Sürdürülebilir Kalkınmada Elektrik Tüketimi ve Büyüme İlişkisi*. Doktora Tezi. Malatya: İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı
- Polat, M. ve Gemici, E. (2018). Bitcoin ve Altcoinler Arasındaki İlişki. 22. *Finans Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 82-90.
- Popescu, A. D. (2020). Decentralized Finance (DeFi) – The Logo Of Finance. *Social Sciences And Education Research Review*, 7(1), 321-349.
- Popov, S. (2018). The Tangle (Version: 1.4.3). *Tangle White Paper*. iota.org (Erişim Tarihi: 20.04.2020)
- Reyna, A., Martín, C., Chen, J., Soler, E. and Díaz, M. (2018). On Blockchain and It's Integraton With IOT Challenges And Opportunities. *Future Generation Computer Systems*, 88, 173-190.
- Roth, N. (2015). An Architectural Assessment Of Bitcoin Using the Systems Modeling Language. *Procedia Computer Science* 44, 527-536.
- Sadıç, E. (2019). *Ekonomik Kırılganlık Göstergelerinin Döviz Kuru Üzerindeki Etkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Üzerine Bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Finans Programı.
- Samancı, B. (2019). *Enerji İthalatının Cari Denge Üzerine Etkileri: OECD Ülkeleri Üzerine Ampirik Bir Analiz*. Yüksek Lisans Tezi. Karaman: Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.

- Sarıkovanlık, V., Koy, A., Akkaya, M., Yıldırım, H. H. ve Kantar, L. (2020) *Finans Biliminde Ekonometri Uygulamaları: Kavram, Uygulama, Analiz*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Saygı, E. ve Umay, A. (2010). Kriptoloji Yardımıyla Fonksiyon Kavramının Oluşturulması. 9. *Matematik Etkinlikleri Sempozyumu*'nda sunulan bildiri. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Schueffel, P. (2017). Alternative Distributed Ledger Technologies Blockchain vs. Tangle vs. Hashgraph – A High – Level Overview And Comparison. *SRRN Electroinc Journal*, January 2017. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3144241 (Erişim Tarihi: 24.09.2020).
- Seres, I. A., Gulyas, L., Nagy, D. A. and Burcsi, P. (2019). Topological Analysis Of Bitcoin's Lightning Network. *Mathematical Research for Blockchain Economy*, 1-12.
- Seyithanoğlu, F. (2019). *Para ve Banka Sistemlerinin Evrilme Serüvenleri: Bir Günümüz Gerçeği Olan Blockchain Teknolojisi ve Bitcoin*. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Üniversitesi, İşletme Anabilim Dalı.
- Solak, M. ve Karatay, E. (2018). ICO'ların Sermaye Piyasası Kanunu Kapsamında Değerlendirilmesi. *TBD 35. Ulusal Bilişim Kurultayı Bildiri Kitabı*, 42-48.
- Stock, J. H. and Watson, M. W. (2003). *Introduction to Econometrics*. ABD: Addison Wesley.
- Sultan, K., Ruhi, U. and Lakhani, R. (2018). Conceptualizing Blockchains: Characteristics And Applications. *11th IADIS International Conference On Information Systems*, 49-57.
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint For A New Economy*. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc.
- Szetela, B., Mentel, G. and Gędek, S. (2016). Dependency Analysis Between Bitcoin And Selected Global Currencies. *Dynamic Econometric Models*, 16(1), 133-144

- Şahin, E. E. (2018). Crypto Money Bitcoin: Price Estimation With ARIMA And Artificial Neural Networks. *Fiscaoeconomia*, 2(2), 74-92.
- Şen, F. (2019). Dağıtık Kayıt Teknolojisi. *Gümrük Ticaret Dergisi*, 6(17), 85-94.
- Şener, O. H. (2007). Ecash Sisteminde Üretilen Elektronik Paranın (Nakdi) Para Kavramı Bakımından Değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 9(Özel Sayı), 455-490.
- Şimşek, D. (2013). *Türkiye’de Bölge Düzeyinde Vergi Esnekliği, Vergi Canlılığı, Vergi Kapasitesi, ve Vergi Gayreti*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: T.C. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı.
- Şimşek, M. ve Kadılar, C. (2010). Türkiye’de Beşeri Sermaye, İhracat ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Nedensellik Analizi. *CÜ İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 11(1), 115-140.
- Tabak, Ş. Ş. (2002). *Elektronik Para ve Merkez Bankacılığı*. Uzmanlık Yeterlilik Tezi. Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB).
- Tama, B. A., Kweka, B. J., Park, Y. and Rhee K.-H. (2017). A Critical Review Of Blockchain And Its Current Applications. *International Conference On Electrical Engineering And Computer Science (ICECOS)*, 109-113.
- Tamboğa, İ. (2019). *Gelişmekte Olan Ülkelerde Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımlarının Çevre Üzerindeki Etkisi: Kirlilik Sığınağı Hipotezi Çerçevesinde Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Karaman: T.C. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Tanrıverdi, M., Uysal, M. ve Üstündağ, M. T. (2019). Blokzinciri Teknolojisi Nedir? Ne Değildir?: Alanyazın İncelemesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 12(3), 203-217
- Tarı, R. (2006). *Ekonometri*. İstanbul: Avcı Ofset.
- Tarı, R. (2016). *Ekonometri* (12. Baskı). Kocaeli: Küv Yayınları.
- Taskinsoy, J. (2019). Turkish Lira – A Fiat Currency That Resembles The Volatility Of Cryptocurrencies: The Effects Of Exchange Rate Volatility on Turkish Economy. *SRRN Electronic Journal*, 15 February 2019. <https://ssrn.com/abstract=3335545> (Erişim Tarihi: 08.10.2020).

- Taş, O. ve Kiani, F. (2018). Blok Zinciri Teknolojisine Yapılan Saldırıları Üzerine Bir İnceleme. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 11(4). 369-382.
- Tatoğlu, F. Y. (2012). *İleri Panel Veri Analizi: Stata Uygulamalı*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Tatoğlu, F. Y. (2020). *Panel Veri Ekonometrisi: Stata Uygulamalı* (Genişletilmiş 5. Baskı). İstanbul: Beta Yayınları.
- Tian, F. (2016). An Agri-Food Supply Chain Traceability System For China Based On RFID & Blockchain Technology. *13th International Conference On Service Systems And Service Management (ICSSSM)*. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7538424> (Erişim Tarihi: 20.09.2020)
- Togay, S. (1998). Paranın ve Bankacılık Sektörünün Evrim Süreci. *Ekonomik Yaklaşım*, 9(28), 45-63
- Topal, H. K. (2016). *Yapısal Kırılmalı Panel Birim Kök Testleri ve Eşbütünleşme Yaklaşımı: BRIMCS Ülkeleri İçin Satın Alma Gücü Paritesinin Geçerliliği*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: T.C. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Ekonometri Bilim Dalı.
- Usta, A. ve Doğanekin, S. (2017). *Blockchain 101*. İstanbul: Kapital Medya Hizmetleri
- Utkulu, U. (2003). Türkiye’de Bütçe Açıkları ve Dış Ticaret Açıkları Gerçekten İkiz mi? Koentegrasyon ve Nedensellik Bulguları. *Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Dergisi*, 18(1), 45-61.
- Uzunöz, M. ve Akçay, Y. (2012). Türkiye’de Büyüme ve Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik İlişkisi: 1970-2010. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 1-16.
- Ülker, Ü. (2014). *Klasik Teknikler Kullanılarak Bir Kriptografi Algoritması Geliştirilmesi ve DES Algoritması ile Performans Analizlerinin Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı.
- Ünal, E. M. (2020). *Temettü Dağıtım Politikalarının Finansal Performansa Etkisi: BIST Temettü 25 Endeksi Üzerine Bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi.

İstanbul: T.C. İstanbul Üniversitesi, Finans Enstitüsü, Sermaye Piyasası Anabilim Dalı, Sermaye Piyasası Yüksek Lisans Programı.

Ünalın G. (2019). *Kripto Paraların Vergilendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Maliye Anabilim Dalı.

Ünsal, E. ve Kocaoğlu, Ö. (2018). Blok Zinciri Teknolojisi: Kullanım Alanları, Açık Noktaları ve Gelecek Beklentileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (13), 54-64.

Üzer, B. (2017). *Sanal Para Birimleri*. Uzmanlık Yeterlilik Tezi. Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB).

Van Steen, M. and Tanenbaum, A. S. (2013). *Distributed Systems: Principles and Paradigms* (Second Edition). London: Pearson Education

Varol, T. (2019). *Panel Birim Kök Testleriyle Cari İşlemler Dengesi Yakınsamasının Sınanması: OECD Ülkeleri*. Yüksek Lisans Tezi. Edirne: T.C. Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı.

Vasin, P. (2014). Blackcoin's Proof-Of-Stake Protocol V2. *Blackcoin White Paper*. <https://blackcoin.org/blackcoin-pos-protocol-v2-whitepaper.pdf> (Erişim Tarihi: 18.11.2020).

Vergili, G. and Şahin, E. E. (2018). The Comparison Of The Crowdfunding And Blockchain Based Funding Method (Initial Coin Offering – ICO) As Fund Collection Tool: Current Situation Analysis. *Innovation And Global Issues Congress IV, Congress Book*, 539-546.

Vockathaler, B. (2015). The Bitcoin Boom: An In Depth Analysis Of The Price Of Bitcoins. *Major Research Paper*. Ottawa: University Of Ottawa.

Vujičić, D., Jagodić, D. and Randić, S. (2018). Blockchain Technology, Bitcoin, And Ethereum: A Brief Overview. *17th International Symposium INFOTEH JAHORINA*, 642-648.

Waugh, F. and Holz, R. (2020). An Empirical Study Of Availability And Reliability Properties Of The Bitcoin Lightning Network. *arXiv: 2006.14358v1*. <https://arxiv.org/pdf/2006.14358.pdf> (Erişim Tarihi: 27.09.2020).

- Webb, N. (2018). A Fork In The Blockchain: Income Tax And The Bitcoin/Bitcoin Cash Hard Fork. *North Carolina Journal Of Law & Technology*, 19(4), 283-311.
- White H., (1980) A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and A Direct Test for Heteroskedasticity. *Econometrica*, 48, 817-838.
- Woolridge, J. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. London: MIT Press.
- Yakupoglu, A. (2011). Dalgalı Kur Rejiminin Merkez Bankası'nın Döviz Varlık ve Yükümlülüklerine Etkisi: 2002-2010. *Maliye ve Finans Yazıları*, 1(91), 21-45.
- Yanar, R. (2008). Gelişmekte Olan Ülkelerde Döviz Kuru Rejimi Tercihi: Yerel Sorunlara Global Çözümler. *Sosyo Ekonomi Dergisi*, 8(8), 161-177.
- Yavuz, N. Ç. (2014). *Finansal Ekonometri*. İstanbul: Der Yayınları.
- Yeşilbaş, E. (2016). *Cebirsel Kriptoloji Yöntemleri ve Bazı Uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi. Rize: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Anabilim Dalı.
- Yıldırım, F. (2019). *Panel Birim Kök Testleri ile Enerji Tüketiminin Durağanlığının İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: T.C. Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Finansal Ekonometri Anabilim Dalı, Finans Ekonomisi Bilim Dalı.
- Yıldırım, H. (2018). Günlük Bitcoin ile Altın Fiyatları Arasındaki İlişkinin Test Edilmesi: 2012-2013 Yılları Arası Johansen Eşbütünleşme Testi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(4), 2328-2343
- Yorulmaz, H. (2019). *Enerji Tüketimi ve Büyüme İlişkisi Üzerine Bir Panel Veri Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ: T.C. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Yükçü, S. ve Gönen, S. (2014). Anadolu'da İlk Paranın Ayar ve Alaşımı. *Muhasebe ve Finansman Tarihi Araştırmaları Dergisi*, (7), 28-48.

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X. and Wang, H. (2017). An Overview Of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, And Future Trends. *2017 IEEE 6th International Congress On Big Data*, 557-564.



