

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI**

**SEÇİLMİŞ KRİPTO PARALAR İLE TÜRKİYE'DEKİ YATIRIM ARAÇLARI
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ARAŞTIRILMASI**

Ecem ARIK

DOKTORA TEZİ

ADANA / 2023

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI**

**SEÇİLMİŞ KRİPTO PARALAR İLE TÜRKİYE'DEKİ YATIRIM ARAÇLARI
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ARAŞTIRILMASI**

Ecem ARIK

Danışman: Prof. Dr. Serkan Yılmaz KANDIR

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Yıldırım Beyazıt ÖNAL

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Soner YAKAR

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Songül KAKİLLİ ACARAVCI

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Ömer İSKENDEROĞLU

DOKTORA TEZİ

ADANA / 2023

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma, jürimiz tarafından İşletme Ana Bilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Serkan Yılmaz KANDIR

(Danışman)

Üye: Prof. Dr. Yıldırım Beyazıt ÖNAL

Üye: Prof. Dr. Soner YAKAR

Üye: Prof. Dr. Songül KAKİLLİ ACARAVCI

Üye: Prof. Dr. Ömer İSKENDEROĞLU

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.

.../.../2023

Prof. Dr. Serap ÇABUK

Enstitü Müdürü

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

ETİK BEYANI

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde 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. / / 2023

Ecem ARIK

ÖZET

SEÇİLMİŞ KRIPTO PARALAR İLE TÜRKİYE'DEKİ YATIRIM ARAÇLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ARAŞTIRILMASI

Ecem ARIK

Doktora Tezi, İşletme Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Serkan Yılmaz KANDIR

İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fela ÖZBEY

Aralık 2023, 87 sayfa

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte ödeme ve para transfer işlemleri daha hızlı ve daha kolay bir şekilde dijital ortamlarda yapılmaya başlamıştır. Bu noktada blok zincir teknolojisi, kripto paraların da içinde bulunduğu dijital varlıkların transferini ve bu varlıkların güvenli bir şekilde depolanmasını sağlayan yeni bir teknoloji olarak karşımıza çıkmıştır. Blok zincir teknolojisinin bir ürünü olan Bitcoin, ilk çıktığı yıllarda yalnızca kişiden kişiye merkeziyetsiz ödeme aracı olarak nitelendirilirken zaman içerisinde piyasalarda yatırımcıların kazanç sağladığı alternatif bir yatırım aracı olmuştur. Bitcoin'in piyasalarda önemli bir konum kazanması ile birlikte yeni kripto birimleri geliştirilmiş ve kripto para piyasası finansal sistemde önemli bir paya sahip olmuştur.

Kripto para birimlerinin piyasalarda ilk işlem gördüğü tarihten bu yana kullanımları sürekli artış göstermiş ve kripto paralar yatırımcıların portföy çeşitlendirmesinde tercih ettikleri varlıklar arasında yer almaya başlamıştır. Bu bağlamda çeşitli yatırım araçları ile kripto paralar arasındaki ilişkilerin araştırılması önem kazanmıştır.

Bu çalışmanın amacı Bitcoin (BTC/USD), Ethereum (ETH/USD) ve Binance Coin (BNB/USD) ile dolar kuru (TRY/USD), altın (GAU/USD) ve BİST 100 endeksi arasındaki uzun dönemli ilişkilerin araştırılmasıdır. Çalışma, 19.01.2018 – 11.03.2022 tarihleri arasında haftalık veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yer alan serilerde yapısal kırılmalar tespit edilmiş ve bu nedenle durağanlık sınamasında yapısal kırılmaları modelleyen Foirer fonksiyonlu birim kök testleri kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin analizi için ise Tsong vd. (2016) tarafından geliştirilen Fourier Shin (FSHIN) eşbütünleşme testi ile Shin (1994) (SHIN) eşbütünleşme testinden

yararlanılmıştır. Uygulanan eşbütünleşme analizleri sonucunda, yapısal kırılmalar altında çalışmada kullanılan kripto para birimlerinin (LNBNB, LNBTC, LNETH) kendi aralarında; benzer şekilde yatırım araçlarının da (LNBİST, LNDOLAR, LNGAU) kendi aralarında eşbütünleşik olduğu bulgusu elde edilmiştir. Ancak, uygulanan testler sonucunda, kripto paralar ile yatırım araçları arasında herhangi bir eşbütünleşme ilişkisi bulunamamış; dolayısı ile bu değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket etmediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kripto para, dolar kuru, altın, BİST 100, Fourier birim kök testi, Fourier eşbütünleşme testi.



ABSTRACT**INVESTIGATING THE RELATIONSHIP AMONG SELECTED
CRYPTOCURRENCIES AND INVESTMENT INSTRUMENTS IN TURKEY****Ecem ARIK****Ph.D. Thesis, Department of Business Administration****Supervisor: Prof. Dr. Serkan Yılmaz KANDIR****Second Supervisor: Asst. Prof. Dr. Fela ÖZBEY****December, 87 pages**

Technologic advancements have made it possible to make payment and money transfers in digital settings more quickly and easily. At this moment, block chain technology has arisen as a novel technology that permits the safe storage and movement of digital assets, such as cryptocurrency. Bitcoin, a product of blockchain technology, was described only as a peer to peer decentralized payment tool when it was first released. However, over time, it has evolved into an alternative investment tool for investors in the financial markets.

While Bitcoin gained an important position in the financial market, new crypto units have emerged and the cryptocurrency market has gained a significant share in the financial system. Since introduction of cryptocurrencies, their popularity have grown significantly and they become among the popular assets in portfolio diversification. In this context, investigating the relationships among different investment tools and cryptocurrencies has become crucial.

Aim of this study is to investigate the long-term relationships between the dollar exchange rate (TRY/USD), gold (GAU/USD), the BIST 100 index, and the prices of Bitcoin (BTC/USD), Ethereum (ETH/USD), and Binance Coin (BNB/USD). We use weekly data and sample period spans from January 19, 2018 to March 11, 2022. Since series include structural breaks, we employ Fourier function unit root tests to model structural breaks. Fourier Shin (FSHIN) cointegration tests developed by Tsong et al. (2016) and Shin (1994) (SHIN) were both used to analyze long-term relationships between variables. Findings of the cointegration analysis suggest that cryptocurrencies used in the study (LNBNB, LNBTC, LNETH) are cointegrated under structural breaks.

Similarly, we find that other investment instruments (LNBIST, LNDOLAR, LNGAU) seem to be cointegrated. However, findings do not indicate cointegration relationship between cryptocurrencies and other investment instruments. As a result, we conclude that cryptocurrencies and other investment instruments do not move together in the long run.

Keywords: Cryptocurrency, dollar exchange rate, gold, BIST 100, Fourier unit root test, Fourier cointegration test.



ÖN SÖZ

Doktora eğitim ve tez sürecimin her aşamasında desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman büyük bir özveriyle ve yapıcı bakış açısıyla tez sürecime olumlu yönde katkılar sağlayan, yüksek lisans tez sürecim dahil olmak üzere doktora tez sürecimde de kendisiyle çalışmaktan onur duyduğum Sayın Prof. Dr. Serkan Yılmaz KANDIR'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca; birlikte uzun süre tez üzerinde çalıştığımız ve doktora tezimin uygulama bölümünün her aşamasında büyük bir emeği olan ve tezin olumlu yönde gelişimi için birçok fikir ve öneriler sunan ikinci danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fela ÖZBEY'e teşekkürlerimi sunarım. Tez savunma jürime katılan ve tecrübeleri, farklı bakış açıları, yapıcı eleştirileriyle tezimin gelişmesinde katkı sağlayan Sayın Prof. Dr. Yıldırım Beyazıt ÖNAL, Sayın Prof. Dr. Songül KAKİLLİ ACARAVCI, Sayın Prof. Dr. Ömer İSKENDEROĞLU ve Sayın Prof. Dr. Soner YAKAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, sevgilerini ve desteklerini her zaman yanımda hissettiğim sevgili eşim Abdil ARIK'a ve aileme teşekkür ederim.

Ecem ARIK

Adana / 2023

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
ÖN SÖZ	viii
KISALTMALAR	xii
TABLolar LİSTESİ	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Araştırmanın Amacı.....	2
1.2. Araştırmanın Önemi	3
1.3. Sınırlılıklar	3

BÖLÜM II

KRİPTO PARANIN GELİŞİM SÜRECİ VE PORTFÖY TEORİSİ

2.1. Paranın Tarihçesi	4
2.1.1. Paranın İşlevleri	7
2.1.2. Ödeme Yöntemlerinin Gelişimi	9
2.1.3. Fiat Para ve Kripto Para.....	12
2.2. Blok Zincir Teknolojisi.....	16
2.2.1. Blok Zincir Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi.....	16
2.2.2. Blok Zincir İşlemleri ve Türleri.....	18
2.2.3. Madencilik	20
2.2.4. Dijital Cüzdan.....	20
2.2.5. Soğuk Cüzdan.....	21
2.2.6. Sıcak Cüzdan	21
2.2.7. Dijital İmza	21
2.2.8. Merkle Ağacı	22
2.3. Merkezi Finans ve Merkezi Olmayan Finans	23
2.4. Kripto Paraların Gelişimi.....	23

2.4.1. Bitcoin.....	24
2.4.2. Ethereum.....	25
2.4.3. Binance Coin	26
2.5. Türkiye’de Kripto Para Piyasasının Gelişimi	26
2.6. Kripto Para Piyasasında Yaşanan Önemli Gelişmeler.....	28
2.7. Modern Portföy Teorisi.....	29

BÖLÜM III

LİTERATÜR TARAMASI

3.1. Kripto Paralar ile Çeşitli Yatırım Araçları Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Uluslararası Çalışmalar	31
3.1.1. Kripto Para Birimleri ile Çeşitli Döviz Kurları Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar.....	31
3.1.2. Kripto Para Birimleri ile Altın Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar	32
3.1.3. Kripto Para Birimleri ile Çeşitli Borsa Endeksleri Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar	32
3.1.4. Kripto Para Birimleri ile Çeşitli Faktörler Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar.....	33
3.2. Kripto Paralar ile Çeşitli Yatırım Araçları Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Türkiye Konulu Çalışmalar	36
3.2.1. Kripto Para Birimleri ile Çeşitli Döviz Kurları Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar.....	36
3.2.2. Kripto Para Birimleri ile Altın Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar	38
3.2.3. Kripto Para Birimleri ile Çeşitli Borsa Endeksleri Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar	38
3.2.4. Kripto Para Birimleri ile Çeşitli Faktörler Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar.....	41

BÖLÜM IV

VERİ, YÖNTEM VE BULGULAR

4.1. Araştırma Verileri	43
4.2. Araştırma Yöntemi.....	45

4.2.1. Bai-Perron Yapısal Kırılma Testi	46
4.2.2. Durağanlık ve Birim Kök Kavramı	47
4.3. Geleneksel Birim Kök Testleri	49
4.3.1. Dickey-Fuller Birim Kök Testi.....	49
4.3.2. Genişletilmiş Dickey Fuller Birim Kök Testi.....	51
4.3.3. Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin Birim Kök Testi.....	52
4.3.4. Elliott, Rothenberg ve Stock DF-GLS Birim Kök Testi.....	53
4.4. Yapısal Değişimlere İzin Veren Birim Kök Testleri	54
4.5. Fourier Fonksiyonlu Birim Kök Testlerinin Gelişimi	54
4.5.1. Becker, Enders ve Lee Fourier KPSS Birim Kök Testi.....	55
4.5.2. Enders ve Lee Fourier DF Birim Kök Testi	57
4.5.3. Rodrigues ve Taylor Fourier LGLS Birim Kök Testi.....	58
4.6. Eşbütünleşme	58
4.6.1. Engle ve Granger Eşbütünleşme Testi.....	59
4.6.2. Shin Eşbütünleşme Testi.....	59
4.6.3. Tsong, Lee, Tsai ve Hu Fourier Eşbütünleşme Testi.....	60
4.7. Araştırma Bulguları	62

BÖLÜM V

SONUÇ

72

KAYNAKÇA.....	76
---------------	----

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADA	: Cardano
ADF	: Augmented Dickey–Fuller
ARDL	: Autoregressive Distributed Lag
BIC	: Bayesian Bilgi Kriteri
BİST	: Borsa İstanbul
BİST 100	: Borsa İstanbul 100 Endeksi
BNB	: Binance Coin
BP	: Bai - Perron
BTC	: Bitcoin
CPU	: Central Processing Unit
DCC	: Dynamic Conditional Correlation
DF	: Dickey-Fuller
DOGE	: Dogecoin
DOT	: Polkadot
DOLS	: Dynamic Least Squares
DLT	: Distributed Ledger Technology
DNS	: Domain Name System
EKK	: En Küçük Kareler Yöntemi
EPU	: Economic Policy Uncertainty
ETH	: Ethereum
EVM	: Ethereum Virtual Machine
FADF	: Fourier ADF
FLGLS	: Fourier LGLS
FKPSS	: Fourier KPSS
FMOLS	: Fully Modified Ordinary Least Square
FSHIN	: Fourier Shin
FTSE	: Financial Times Stock Exchange
GARCH	: Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
KPSS	: Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin

LTC	: Litecoin
LWZ	: Schwarz Bilgi Kriteri
MANA	: Decentraland
MPT	: Modern Portföy Teorisi
NARDL	: Nonlinear Autoregressive Distributed Lag
PP	: Phillips Perron
P2P	: Peer to Peer
RPoW	: Reusable Proof of Work
SAND	: The Sandox
SOL	: Solana
STLFSI	: St. Louis Fed Financial Stress Index
S&P 500	: Standart and Poor's 500
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TCP	: Transmission Control Protocol
USDC	: USD Coin
USDT	: Tether
VAR	: Vector Autoregression
VEC	: Vector Error Correction
VIX	: Volatility Index
VM	: Virtual Machine
XRP	: Ripple
QQR	: Quantile on Quantile Regression

TABLOLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. Piyasa Değerine Göre En Yüksek 10 Kripto Para Birimi	15
Tablo 2. İşlem Hacmine Göre En Yüksek 10 Kripto Para Birimi	15
Tablo 3. Türkiye’de Kripto Paralara İlişkin Düzenlemeler	27
Tablo 4. Kripto Para Birimlerine Yönelik Araştırmalarda Türkiye’nin Durumu	28
Tablo 5. Kripto Para Piyasasındaki Önemli Gelişmeler	29
Tablo 6. BTC, BNB ve ETH Kripto Para Birimlerine Ait Piyasa Değerleri	44
Tablo 7. Türkiye’deki Yatırımcıları Yatırımlarını En Fazla Değerlendirdiği Yatırım Araçları.....	45
Tablo 8. BP Çoklu Yapısal Kırılma Test Sonuçları.....	64
Tablo 9. FKPSS Birim Kök Testi Sonuçları	65
Tablo 10. FADF Birim Kök Testi Sonuçları.....	65
Tablo 11. FLGLS Birim Kök Testi Sonuçları.....	66
Tablo 12. BP Çoklu Yapısal Kırılma Sonuçları.....	67
Tablo 13. FKPSS, FADF ve FLGLS Test Sonuçları	67
Tablo 14. ADF, KPSS ve DF-GLS Test Sonuçları.....	68
Tablo 15. Kripto Paralar ve Yatırım Araçlarına İlişkin FSHIN Eşbütünleşme Test Sonuçları.....	69
Tablo 16. Kripto Paralar ile Yatırım Araçları Arasındaki FSHIN Eşbütünleşme Test Sonuçları.....	69
Tablo 17. SHIN Eşbütünleşme Test Sonuçları	70

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. Paranın işlevleri.....	8
Şekil 2. Blok zincir teknolojisinin zaman çizelgesi.....	16
Şekil 3. Merkezi olmayan sistemin yapısı	18
Şekil 4. Blok zincir yapısı.....	18
Şekil 5. Blok zincir çatalı	21
Şekil 6. Merkle ağacı	22
Şekil 7. Bitcoin ağının tam düğümü	25
Şekil 8. Çalışmada yer alan serilere ait grafikler	63
Şekil 9. Doğal logaritması alınmış serilerin grafikleri	64

BÖLÜM I

GİRİŞ

Hızla artan teknolojik gelişmelerle birlikte finansal sistemlerde önemli değişim ve dönüşümler yaşanmıştır. Bu önemli yeniliklerden biri blok zincir teknolojisiyle geliştirilen kripto paralardır. Blok zincir, yeni kripto para birimlerinin oluşturulması da dahil olmak üzere tüm geçmiş kripto para işlemlerinin kayıtlarını taşıyan ve dolaşımda olan kripto para işlemlerinin yapılmasına olanak tanıyan bir teknolojidir (Berentsen ve Schär, 2018, s.5). Dolayısıyla kripto para birimlerinin alt yapısını oluşturan blok zincir teknolojisi ile çeşitli dijital varlıkların transferi yapılabilmekte ve bu varlıklara ilişkin işlem kayıtları güvenli bir biçimde dijital depolama ortamında saklanabilmektedir. Blok zincir teknolojisi tabanlı dijital varlıklar ile birlikte bir yandan ödemeler daha hızlı ve daha az maliyetli yapılabilirken bir yandan da geleneksel finansal ürünlere alternatif yatırım fırsatları ortaya çıkmıştır (Ammous, 2018, s.187).

Teknolojik gelişmelerin bir ürünü olan dijital paralar, çeşitli elektronik ağlar aracılığıyla fiziki varlığın elektronik para olarak depolanması ve transfer edilebilmesini mümkün kılmıştır. Bu durum piyasada fiat para birimine karşılık elektronik para arzı faaliyetlerini başlatmıştır. Bu şekilde kullanıcılar, alıcıya bu elektronik parayı hızlı bir şekilde transfer edebilmekte ve karşılığını tekrar fiat para olarak alabilmektedir. Dolayısıyla kripto para birimlerinin merkezi bir otoriteye bağlı olmaksızın kişiden kişiye aracısız transfer işlevine sahip olması kripto para birimlerini fiat para birimlerinden önemli ölçüde ayırmıştır (Daurado ve Brito, 2014).

Blok zincir teknolojisinin bir ürünü ve kripto para birimlerinin öncüsü olan Bitcoin, Nakamoto (2008) tarafından “Bitcoin: Uçtan Uca Elektronik Nakit Sistemi” başlığıyla dijital para biriminin uygulamasını açıklayan bir çalışma ile ortaya çıkmıştır. Nakamoto (2008), bu çalışmada merkezi olmayan bir ödeme aracını finansal piyasalara tanıtmıştır. Bitcoin ile birlikte ödeme sistemlerine büyük bir yenilik kazandırılmış ve bu yenilik zaman içinde toplumun birçok kesiminin dikkatini çekmiştir.

Dijital ortamda yaratılan ve dijital varlıkların bir çeşidi olan, blok zincir teknolojisini kullanan, merkezi bir otoriteye bağlı olmayan kripto paraların kullanımları zaman içerisinde hızla artmıştır. Türkiye’nin de içinde bulunduğu birçok ülkede yapılan 2023 yılı kripto para kullanımı araştırmaları sonucunda Türkiye’nin kripto para

kullanımında 12. sırada olduğu belirlenmiştir (<https://www.chainalysis.com/>). Bu sonuç, Türkiye’de kripto kullanım düzeyinin yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Bitcoin’in ortaya çıkmasının ardından birçok yeni kripto para birimi geliştirilmiş ve kripto para piyasaları bir ödeme sistemi olarak işlev görmesinin yanı sıra kullanıcıların hızlı bir şekilde kripto para alım-satım işlemlerini yaptığı piyasalar haline gelmiştir. Bitcoin’in ilk işlem gördüğü zamanlardan bu yana piyasaya sürülen kripto para birimleri ve kripto para borsalarının sayısı önemli ölçüde artmıştır. Ekim 2023 itibarıyla dolaşımda olan yaklaşık 25 bin kripto para ve 666 kripto para borsası bulunmaktadır. Ayrıca, mevcut kripto para piyasasının toplam piyasa değeri yaklaşık 1,070 trilyon dolardır (<https://coinmarketcap.com/>). Türkiye’de yatırımcıların tasarruflarını değerlendirdiği yatırım araçları incelendiğinde kripto para birimleri yatırımcılar tarafından tercih edilen ilk 10 yatırım aracı içerisinde yer almaktadır (FODER, 2023). Bu sonuç, Türkiye’de yatırım aracı olarak kripto paraların önemli bir konumda olduğunu göstermektedir.

Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde konuya ilişkin genel bir giriş yapılmış ve çalışmanın amacına, önemine ve sınırlılıklarına yer verilmiştir. İkinci bölümde, para, blok zincir teknolojisi ve kripto paraların tarihsel gelişimi ele alınmıştır. Üçüncü bölümde çeşitli yatırım araçları ile kripto paralar arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar özetlenmiştir. Dördüncü bölümde çalışmanın verileri, yöntemi hakkında bilgi verilmiş ve analiz bulgularına yer verilmiştir. Sonuç kısmında ise çalışmanın bulguları değerlendirilmiştir.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı Bitcoin (BTC/USD), Ethereum (ETH/USD) ve Binance Coin (BNB/USD) ile dolar kuru (TRY/USD), altın (GAU/USD) ve BİST 100 endeksi arasındaki uzun dönemli ilişkilerin araştırılmasıdır. Çalışmada belirlenen kripto paralar ile ilişkisi araştırılan değişkenler Türkiye’de tasarrufların değerlendirilmesi amacıyla en fazla tercih edilen yatırım araçları olmaları sebebiyle seçilmiştir. Çalışma, 19.01.2018 – 11.03.2022 tarihleri arasında haftalık veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın başlangıç tarihi çalışmada kullanılan tüm değişkenlerin verilerinin sürekliliği göz önüne alınarak belirlenmiştir. Çalışmanın örneklemindeki kripto para birimleri 15.11.2021 tarihinde piyasa değerleri ve işlem hacimleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Dolayısıyla hem verilerin sürekli olması hem de piyasa ve işlem hacmi en yüksek ilk 3 kripto para olmaları sebebiyle bu çalışmada Bitcoin, Ethereum ve Binance Coin kullanılmıştır.

1.2. Araştırmanın Önemi

Ortaya çıkmalarından günümüze kadar olan süreçte kripto para birimlerinin piyasa ve işlem hacimleri genişlemiş ve kripto para birimleri yatırımcılar tarafından önemli birer yatırım aracı olarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda çeşitli yatırım araçları ile kripto paralar arasındaki ilişkilerin araştırılması önem kazanmıştır. Özellikle Türkiye’de yapılan araştırmalar, kripto paraların yatırımcıların portföylerinde sıklıkla yer aldığını göstermektedir. Dolayısıyla, kripto paralar ile Türkiye’de yatırımcıların tasarruflarını en fazla değerlendirdiği yatırım araçları arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Finans literatüründe kripto paralar ile çeşitli faktörlerin ilişkisinin incelendiği çalışmalara sıklıkla rastlanmaktadır. Ancak bu çalışmada kullanılan değişkenlerin bir arada bulunduğu çalışmaya tarafımızca rastlanmamıştır. İlave olarak, kripto para birimleri ile çeşitli yatırım araçları arasındaki ilişkilerin Fourier yöntemi kullanılarak araştırıldığı çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Dolayısıyla çalışmanın ilgili alana katkı sunacağına inanılmaktadır.

1.3. Sınırlılıklar

Çalışmada sınırlılıklar (kısıtlamalar) bulunmaktadır. Çalışmada belirlenen kripto paralar, 2021 yılında piyasa değeri ve işlem hacmi en yüksek beş kripto para arasında bulunmaktadır (<https://coinmarketcap.com/>). Sıralamada ilk beş arasında yer alan Tether, sabit coin olması nedeniyle analiz için uygun nitelik taşımadığından çalışmaya dâhil edilmemiştir. Sabit coin olarak nitelendirilen kripto para birimlerinin değeri fiat para birimlerinin değerine endekslidir. Sabit coinler arasında yer alan Tether, ABD dolarının fiyat hareketini takip etmektedir. Dolayısıyla bu durum göz önüne alındığında Tether’in durağanlık sınaması için uygun olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada yatırım aracı olarak yalnızca dolar kuru, altın ve BİST 100 endeksinin seçilmesinin nedeni Türkiye’deki yatırımcıların tasarruflarını en fazla değerlendirdiği yatırım araçları olmasıdır.

BÖLÜM II

KRİPTO PARANIN GELİŞİM SÜRECİ VE PORTFÖY TEORİSİ

Bu bölümde ilk olarak paranın tarihçesine yer verilmiştir. İzleyen kısımda paranın işlevleri, ödeme yöntemlerinin gelişimi ile kripto para konusuna değinilmiştir. Son kısımda ise modern portföy teorisine yer verilmiştir.

2.1. Paranın Tarihçesi

Paranın yüzyıllar boyunca aldığı şekiller, genellikle ekonomideki teknolojik gelişmelerle yakından bağlantılı olmuştur. Paranın birçok farklı tanımı bulunmaktadır. Para bir yandan ekonomik gelişmelerle bir yandan da otoriteyle yakından ilişkili likit finansal varlıklar seti olarak ifade edilebilir (Goodhart, 1977, s.218). Para; mal, hizmet ve borçların ödenmesinde kabul edilebilen herhangi bir şey olarak tanımlanabilir (Copeland, 1947; Judd ve Scadding, 1982).

Para, tarih boyunca farklı şekillerde var olmuştur. İnsanların avcılık ve toplayıcılıkla uğraştığı Taş devri döneminde ihtiyaçlar paylaşma yoluyla karşılanmıştır. İnsanların bilgi birikimlerinin ve tarımsal faaliyetlerinin artmasıyla birlikte ekonomik alanda yeni gelişmeler ortaya çıkmıştır. Toprağa olan bağlılığın artması ve farklı ihtiyaçların ortaya çıkması insanları farklı arayışlar içine sürüklemiştir. Tarımsal üretim için gerekli olan coğrafi şartlar ve iklim koşullarının kısıtlı olması, farklı insan toplulukları arasındaki isteklerin karşılanmasında takasın (barter) kullanılmasına neden olmuştur. Taraflar ellerindeki malları oluşan talepleri doğrultusunda birbirleriyle değiştirerek takas ekonomisini sürdürmüşlerdir (Velde, 1998, s.4-5). Tarihte insanların değer alışverişinde bulunmalarının en basit yolu değerli malları birbirleriyle değiş tokuş etmek olarak görülmüştür. Bu doğrudan değişim süreci, takas olarak ifade edilmektedir. Takas yönteminin zaman içinde bireylerin belirli alanlarda uzmanlaşmasına izin verdiği ancak yapılan işlemlerin verimliliğini azalttığı görülmüştür (Wray, 1993, s.2).

Mezopotamya, tarımsal faaliyetlerin çeşitlendiği ve yerleşik hayatın sistemli bir şekilde yaşandığı merkezlerin ilkidir. İnsanların bilgi ve tecrübesinin artmasıyla tarımsal üretim Mezopotamya'da hızlı bir şekilde gelişmiştir. Tarımsal gelişim sonucunda üretilen malların çeşitliliğin artması, takas ekonomisinin yetersiz kalmasına neden olmuştur (Fidan vd., 2019, s.144). Yapılan işlemlerin verimliliğini azaltmasının yanı sıra takas ekonomisiyle birlikte başka sorunlar da gündeme gelmiştir. Bunlardan ilki; ölçeklendirme

problemi olmuştur. Takası gerçekleştirebilmek için sahip olunan materyal, birimlere bölünmeye uygun olmadığı durumlarda takasın gerçekleştirilmesi zorlaşmıştır. İkincisi; zaman problemidir. Takasa konu olan malın dayanıklı veya dayanıksız mal niteliğinde olması takasın gerçekleştirilmesini engellemiştir. Üçüncüsü ise takasın gerçekleşeceği konumla ilgili problemlerdir (Rothbard, 1990, s.5-6). Mallara yönelik değer anlayışının ortaya çıkması malların değişiminin bir araç vasıtasıyla gerçekleştirilmesini zorunlu kılmıştır (Fidan vd., 2019, s. 144). Yaygın olarak bir değişim aracı rolü üstlenen mallar para olarak ifade edilmiştir. Deniz kabukları, tuz, taş, metaller ve diğer çeşitli emtialar para olarak kullanılan araçların ilk örneklerini oluşturmuştur. Önceki toplumlarda nüfusun büyük bir kısmı tarafından yaygın olarak talep edilebilen, öğütülebilen veya ekilebilen tahıl gibi bazı tarımsal ürünler değişim aracı olarak görülmüştür. Tuz, çay ve tohumlar meta parası olarak adlandırılan emtiaların yaygın örneklerini oluşturmuştur. Bu maddelerin uzun süre muhafaza edilebilmeleri ve bu sayede değer deposu olarak kullanılabilimleri para olarak tercih edilmelerinde önemli bir rol oynamıştır (Swammy vd., 2018, s.2).

Tarih boyunca deniz kabukları, boncuk, bakır, değerli taşlar, tuz, sığır, bal ve çeşitli tütün maddeleri para yerine kullanılmıştır. Deniz kabukları, para yerine kullanılan materyallerin bilinen ilk örneğini oluşturmuş ve Kuzey Amerika'dan Asya'ya kadar dünyanın birçok yerinde yaygın olarak kullanılmıştır (Ammous, 2018, s.15). Tarihi kayıtlarda, deniz kabukları ile boncukların dayanıklı olmaları ve nadiren bulunmaları nedeni ile para olarak kullanıldığı belirtilmiştir. Ayrıca deniz kabuklarının bozulmaya karşı dayanıklı yapısı ve kolay taşınabilir özelliği deniz kabuklarını diğer ilkel paralardan ayırmıştır. Para olarak kullanılan değerli metallerin en önemlileri altın ve gümüş olmuştur (Swammy vd., 2018, s.3).

Metaller, içsel değeri bulunan ve tahıllardan sonra tarihte uzun süre para olarak kullanılan bir araçtır. Dayanıklılıkları, fiziksel özellikleri ve bulunabilirlikleri metalleri kendi aralarında ayırtmıştır. Demir ve bakırın nispeten diğer metallere göre daha fazla miktarda tedarik edilebildiği, altın ve gümüşün ise diğerlerine göre daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Değerli metaller arasında altın, zaman içinde uzun vadeli değer depolama aracı olarak görülmeye başlamıştır (Ammous, 2018, s.19-20). Zaman içinde bu metallerden tek tip madeni paralar yaratılıp satılmaya başlanmıştır. Metallerin üretimi çoğalmaya başladığında, Çin, Hindistan ve Mısır'daki eski uygarlıklar öncelikle bakır, daha sonra gümüşü para olarak kullanmaya başlamışlardır (Kesebir ve Günceller, 2019, s.608). Bu uygarlıklarda altının zor elde edilmesi ekonomik işlemler için altın kullanımını

sınırlandırmıştır. M.Ö VII. yüzyılda Yunan Kralı Kroisos tarafından Lidyalılar zamanında ilk madeni altın para üretimi gerçekleşmiştir. Altın ve gümüş sikkeler bronzla göre değerini daha fazla koruyabilmeleri sebebiyle daha fazla tercih edilmiştir (Cruysheer, 2015, s.520). Ancak zamanla altın ve gümüşün tedarikinde yaşanan problemler ve bu değerli metallerin içeriğindeki azalmanın sonucu olarak paranın saflığının bozulması, metallere dayanan para sistemine olan güveni sarsmıştır. Sonuç olarak, altın ve gümüşe dayanan para sisteminin getirmiş olduğu ekonomik krizler belirmeye başlamıştır (Swammy vd., 2018, s.11). Ülkelerin çoğu tarafından benimsenen gümüş standardından altın standardına geçilmesinde gümüş arzındaki problemler önemli bir rol oynamıştır. Bu süreci takiben altın destekli kâğıt paraların (banknot) kullanılmasıyla birlikte gümüş parasal rolünü kaybetmiş ve endüstriyel metal haline gelmiştir (Wood ve Buchanan, 2015, s.386).

Altın standardına geçişin öncülüğünü yapan İngiltere, 1717 yılından 1914 yılına kadar altın standardında kalmıştır. Bu dönemde diğer Avrupa ülkeleri ise tam olarak desteklenen ve hızlıca değerli metallere çevrilebilen parasal kâğıt standardını giderek benimseye başlamıştır (Ammous, 2018, s.31). Dolayısıyla altın ve gümüş sikke taşıma zorunluluğu bitmiş ve çeşitli miktarlarda ödeme yapmak için kâğıt makbuzlar, faturalar ve çekler kullanılmaya başlanmıştır (Sapovadia, 2015, s.258).

Tarihte kâğıdın bulunmasıyla beraber kâğıt paraların ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu nedenle kâğıt paranın kökenlerinin Çin'e uzandığı düşünülmektedir. Ticaret yollarının büyümesiyle büyük miktarlarda metal paranın tedariki ve taşınmasında problemler çıkmıştır. Bu sürecin bir sonucu olarak Çin'de kâğıt para sistemine geçilmiştir (Kesebir ve Günceller, 2019, s.609). Çin'de Tang Hanedanı döneminde tüccarlara bakır para yerine teslimat makbuzları olarak isimlendirilen kâğıtlar verilmiştir. Tang Hanedanlığı sonrasında gelen Song Hanedanlığı döneminde de tuz ticaretinde kâğıt para kullanımı yaygınlaşmıştır. Ancak sınırsız para basmanın bir sonucu olarak Çin'de meydana gelen aşırı enflasyonla beraber ortaya çıkan mali krizin ardından kâğıt para kullanımı Çin'de yasaklanmıştır (Swammy vd., 2018, s.5).

İlk resmi Avrupa kâğıt parası, özel Stockholm Bankası (Bank of Stockholm) iş birliğiyle bakır ve gümüş tarafından desteklenen kâğıt paralar olarak bilinmektedir. Dolayısıyla Avrupa'da ilk kez İsveç kâğıt paraya geçmiştir (Sapovadia, 2015, s.258). Ancak, İsveç hükümetinin Çin hükümetine benzer şekilde karşılıksız pek çok kâğıt para piyasaya sürmesi sonucunda banka iflas etmiştir. Alınan karar ile İsveç'te 18. yüzyıla kadar kâğıt paraların basılması yasaklanmıştır (Swammy vd., 2018, s.5). Belirtilen

olumsuz gelişmelere karşın uluslararası ticaretin büyümesiyle kâğıt paraların kullanımı yaygınlaşmış, altın ve gümüşü destekleyen kâğıt paralar ihraç edilmiştir. Ülkelerin merkez bankaları ellerinde bulundurdukları altın veya diğer teminatlarla desteklenen kâğıt paraları piyasaya sürmüşlerdir (Birch, 2015, s.507). Ülkeler tutulan her kâğıt paraya karşılık merkez bankasında altın bulundurulması sistemini benimsemiş ancak kriz, savaş vb. olağanüstü dönemlerde karşılıksız para basılması sebebiyle sistemden istenilen sonuç elde edilememiştir (Swammy vd., 2018, s.12).

Altın standardı 1717'den 1913'e kadar uygulanmaya devam etmiştir. Ülke paralarının değeri altın ile tanımlanmıştır. Birinci Dünya Savaşı'nın başlamasıyla altın standardı son bulmuş ancak savaşın bitmesiyle birçok ülke altın standardına geri dönmüştür. Bretton Woods sisteminde ABD doları altına, diğer paralar da ABD dolarına bağlanmıştır. Ancak parasal genişlemeye karşılık dolar arzının artması ABD'nin dış açık vermesine sebep olmuş, dolar miktarı altın rezervlerine kıyasla daha hızlı arttığı için sistem sorun vermeye başlamıştır. Dış denkleme, likidite, güven ve emisyon sorunları bu sistemin yıkılmasında rol oynayan faktörlerin başında gelmiştir (Seyidoğlu, 2013, s.29). Sonuç olarak, ABD tarafından Ağustos 1971 tarihinde doların altına olan konvertibilitesini kaldırılmış ve serbest döviz kuru sistemine geçiş yapılmıştır. Bu dönemde Türkiye'de de altın karşılığı para sisteminden fiat para sistemine geçilmiştir (Çağlar ve Dışkaya, 2018, s.10).

2.1.1. Paranın İşlevleri

Paranın *değişimi (mübadileyi) kolaylaştırma, hesap birimi (ölçüm aracı) olma ve değer saklama* olmak üzere 3 işlevi bulunmaktadır (Copeland, 1947; Rothbard, 1990);



Şekil 1. Paranın işlevleri

Kaynak: Jumbde ve Cho, 2020 çalışmasından yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Paranın değişim aracı, hesap birimi ve değer saklama işlevleri bulunmaktadır (Rothbard, 1990, s.5-7);

Değişimi kolaylaştırma: Para, ekonomik değişim işleminin kolay gerçekleşmesini sağlamaktadır. Değişimin kolay gerçekleşmesi, işlem hacminin artmasını ve paranın piyasada oldukça hızlı dolaşmasını doğrudan etkilemektedir. Paranın likit olarak adlandırılması, hızlı dolaşımı ifade etmektedir.

Hesap birimi olma: Paranın ortaya çıkışı fiyat ve fiyatlama kavramlarının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Fiyat sayesinde ekonominin farklı sektörlerinden ürün ve hizmetler aynı birim cinsinden karşılaştırılabilmesine olanak sağlamıştır.

Değer saklama: Ekonomik kalkınmanın gerçekleşmesi için sermaye birikimine ihtiyaç duyulmaktadır. Para, kısa vadede elde edilen değerlerin uzun vadede saklanmasını sağlayarak sermaye birikimi oluşturmaktadır

Paranın değişim aracı olması işlevi, parayı hisse senetleri, tahviller vb. finansal varlıklardan ayırmaktadır. Ekonomide paranın bir değişim aracı olarak kullanılması, mal ve hizmet alışverişinde harcanan zamanı kısaltarak ekonomik verimliliği arttırmakta ve

yapılan işlemlerde uzmanlaşma sağlamaktadır (Mishkin ve Serletis, 2010, s.45). Takas ekonomisinde mal veya hizmetleri değiş tokuş etmek için harcanan zamanda işlem maliyeti ortaya çıkmaktadır. İstenilen mal veya hizmete sahip olan ve eş zamanlı sunulan mal veya hizmeti isteyen birinin bulunması süreci takas ekonomisinde işlem maliyetlerine neden olmaktadır (Das, 2016, s.39).

Paranın ikinci işlevi, hesap birimi olmasıdır. Para, ekonomideki değeri ölçmek için kullanılır. Ağırlık kilogram cinsinden veya mesafe kilometre cinsinden ölçülürken mal ve hizmetlerin değeri para cinsinden ölçülmektedir. Bu işlevin önemi, paranın bu işlevi yerine getiremediği takas ekonomisinde görülmektedir. Takas ekonomisinde takas edilecek malların sayısı arttıkça bu malların fiyatlarını karşılaştırmak için harcanan zaman, yüksek işlem maliyetlerine neden olmaktadır. Bu soruna çözüm, tüm fiyatların aynı birim cinsinden verilmesidir. Dolayısıyla parayı bir hesap birimi olarak kullanmak, dikkate alınması gereken fiyat sayısını azaltarak ekonomide işlem maliyetlerini azaltmaktadır (Mishkin ve Serletis, 2010, s.46).

Ekonomide bir malın piyasada para olarak kullanılabilmesini sağlayan önemli faktörlerden biri pazarlanabilirliktir. Bir malın zaman içinde pazarlanabilirliği, değerini gelecekte tutma potansiyelini ifade etmekte ve dolayısıyla paranın değer deposu işlevine hizmet etmektedir (Ammous, 2018, s.4). Paranın değer saklama işlevi; paranın zaman içinde satın alma gücünün bir deposudur. Bu çerçevede paranın satın alma gücünü koruyabilmesi için kendi değerini muhafaza etmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Das, 2016, s.41).

2.1.2. Ödeme Yöntemlerinin Gelişimi

Bir ödeme işlemi, ödeme talimatları ve fon akışı sağlanması için gerekli bilgiler olmak üzere temelde iki bölümden oluşmaktadır. Her iki akışın da farklı zamanlaması ve yönü bulunmaktadır. İşlem; aracıları, işlem tarihini ve ödemenin değerini içeren bilgileri iletmek için bir tür ödeme aracı gerektirmektedir. Ödemeyi gerçekleştirmek için kullanılan ödeme aracının türünden bağımsız olarak ödeme sistemi, takas ve uzlaştırma işlevlerine sahiptir. Takas işlevi, ödeme emirlerini veya güvenlik talimatlarını ödeme öncesinde iletme ve teyit etme sürecidir. Uzlaştırma işlevi ise taraflar arasında fonların aktarılması eylemidir. Bu döngü neticesinde taraflar arasında ödeme işlemi gerçekleşmiş olmaktadır (Lamberte, 2001, s.6).

Ekonomide ödeme yöntemlerinin evrimi incelendiğinde paranın işlevleri ve zaman içinde aldığı şekiller daha da belirginleşmektedir. Ödemeler sistemi, para biçimlerinin gelişiminde önemli bir rol oynamıştır. Tarihte altın, gümüş vb. değerli metallerin ödeme aracı olarak kullanılmasından kâğıt paraların kullanılmasına kadar geçen süreçte hem paranın aldığı formlarda hem de ödemeler sisteminde değişimler yaşanmıştır. Özetle, ödeme sistemindeki yenilikler paranın gelecekte nasıl tanımlanacağı konusunda önemli bir etkiye sahip olmuştur (König, 2001, s.8).

Tarihsel süreç içerisinde para olarak kullanılan araçların aldığı şekiller sürekli gelişme göstermiştir. Dolayısıyla ödeme yöntemlerinin gelişimi üzerinde paranın tarihsel süreci önemli bir rol oynamıştır. Ödeme yöntemlerinin zamanla gelişimi ve ödeme aracı olarak kullanılan araçlar aşağıda açıklanmıştır.

Emtia Parası: Geçmişte toplumların çoğunda para yerine içsel değeri bulunan metalar kullanılmıştır. Herhangi bir metanın para işlevi görmesi için yaygın olarak kabul edilebilirliği olması gerekmektedir. Değerli metallerden veya tahıl vb. metarlardan oluşan paralar *emtia parası* olarak adlandırılmıştır. Tarihi kayıtlar incelendiğinde tuzdan deniz kabuklarına, çividen hayvan derilerine kadar pek çok materyal para olarak kullanılmıştır (Evlimoğlu ve Gümüş, 2018, s.170). Belirtilen para biçimlerinin kullanım kolaylığı bulunmasına karşın bu paralar birçok sorunu da beraberinde getirmiştir. Bunlar; muhafaza edilmesinde ve değerlerinin ölçümünde yaşanan zorluklar olarak ikiye ayrılabilir. Söz konusu problemlerden dolayı altın ve gümüş gibi değerli metallerin kullanımına geçilmiştir (Mishkin ve Serletis, 2010, s.47). Metal para kullanımının sağladığı avantajlara rağmen kullanılan metallerin ağırlığı ve arzıyla ilgili problemler yeni bir ödeme sisteminin ortaya çıkmasında önemli rol oynamıştır.

Fiat Para: Emtia paralardan sonra ödeme aracı olarak kâğıt paralar kullanılmaya başlamıştır. 1970'li yıllarda altın arzında yaşanan problemler ve İkinci dünya savaşının getirmiş olduğu ekonomik kriz ülke merkez bankaları tarafından fiat para biriminin ortaya çıkmasında önemli bir rol oynamıştır. 1971'de ABD dolarına duyulan güvenin sarsılması sonucunda ülkeler tarafından benimsenen Bretton Woods sistemi son bulmuştur. Sistemin sona ermesiyle birlikte doların altına olan konvertibilitesini kaldırılmış ve serbest döviz kuru sistemine geçilmiştir (König, 2001, s.11).

Fiat¹ paranın değeri, ihraççının algılanan otoritesinden ve kredibilitesinden kaynaklanmaktadır. Günümüz ekonomisinde değeri tamamen itibari olan kâğıt paralar kullanılmaktadır. Fiat para gücünü altın, gümüş gibi değerli madenlerden değil devletler tarafından ekonomik işlemlerde yasal ödeme aracı olarak kullanılmasından almaktadır. Mal paraların aksine fiat paraların gerçek değeri bulunmamaktadır (Evlimoğlu ve Gümüş, 2018, s.171).

Çek: Modern bankacılığın gelişimiyle beraber ödeme aracı olarak kullanılan *çekler*, madeni paraların taşıma maliyetleri ile kâğıt paraların kolaylıkla çalınabilme sorunlarına çözüm olarak görülmüştür. Çekler, büyük miktarlarda para taşımaya gerek olmaksızın işlemlerin gerçekleşmesini sağlamaya yardımcı olmaktadır (Samid, 2015, s.407). Çeklerin ortaya çıkmasıyla ödeme sistemine yenilik kazandırılmış ve sistemin verimliliği artmıştır. Ancak, ödeme aracı olarak kullanılan çeklerin yarattığı problemler de bulunmaktadır. Acil nakit ihtiyacı olması durumunda çekle ödemenin zaman sorunu oluşturması ve çekleri işlemek için gerekli işlem maliyetlerine katlanılması bu problemlerin temelini oluşturmaktadır (Mishkin ve Serletis, 2010, s.48).

Elektronik Ödeme: Teknolojik gelişmelerin bir sonucu olarak bankalara verilen talimatlar veya çevrimiçi sistemler aracılığıyla değer transferleri gerçekleştirilmektedir. Ödeme sistemine yenilik kazandıran elektronik ödemeler, taraflar arasındaki dijital işlemlerdir. Elektronik ödeme türleri arasında banka havaleleri, kredi kartları, dijital cüzdanlar, mobil ödeme vb. alternatifler bulunmakla birlikte bireyler veya işletmeler işlemlerine uygun elektronik ödemeyi seçebilmektedirler (Duramaz ve Dündar, 2014, s.25).

E- para: İnternetteki kullanıcı sayısının artması artmasıyla birlikte elektronik ödeme sistemine olan talep artmıştır. Banka kartları e-para olarak kullanılan ilk araçlardır. Kredi kartlarına benzeyen banka kartları, müşterilerin doğrudan banka hesaplarından bir diğer hesaba elektronik para transfer etmeye yardımcı olan elektronik ödeme aracıdır. Daha gelişmiş bir e-para biçimi ise depolanmış değer kartıdır (Cohen, 2001, s.199-200). Depolanmış değer kartlarının gelişmiş şekli akıllı kart olarak bilinmektedir. Akıllı kartların çevrimdışı olma özelliğine sahip karmaşık çipli kartlardan çevrimiçi yüklenebilen kartlara kadar birçok çeşidi bulunmaktadır. Akıllı kartlar ATM'lerden, akıllı

¹ Kağıt, itibari para.

kart okuyuculu kişisel bilgisayarlardan veya özel donanımlı telefonlardan yüklenebilmektedir. Üçüncü bir elektronik para biçimi ise genellikle internette mal veya hizmet satın almak için kullanılan e-nakittir (Anand ve Mahdavan, 2000, s.94).

Günümüzde pek çoğu cep telefonu, internet, dijital depolama kartı vb. dijital platformlar üzerine kurulmuş çeşitli para ödeme sistemleri bulunmaktadır. PayPal, Apple Pay, Google Cüzdan, Alipay, Tenpay, Venmo, M-Pesa, BitPay, Moven, BitPesa, PayLah!, Dash, FAST, Transferwise alternatif ödeme sistemlerinin örneklerindendir. Dijital para kullanımının yaygınlaşmasıyla bir yandan daha hızlı ve esnek ödeme imkanları geliştirilirken bir yandan finansal yatırım için yeni alternatifler ortaya çıkmıştır (Nian ve Chuen, 2015, s.6).

Dijital Para: Kripto para birimlerini de içerisine alan dijital para birimleri yalnızca elektronik bir şekilde kullanılabilen, fiziksel formu olmayan para birimleridir (OECD, 2023). Özellikle ülke merkez bankalarının dağıtımı maliyetli olan fiziksel paralardan dijital paralara geçiş konusunda önemli çalışmaları bulunmaktadır. Avrupa Merkez Bankası tarafından yürütülen dijital euro çalışmaları ve Amerika’da yürütülen dijital dolar çalışmaları kapsamında bu paralara ilişkin yasal çerçeve ve düzenlemeler sürdürülmektedir. Benzer şekilde, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB)’nın ‘Dijital Türk Lirası’ projesi konusunda çalışmaları mevcut olup pilot uygulamaları devam etmektedir (TCMB, 2022).

2.1.3. Fiat Para ve Kripto Para

Devlet parasının ortak adı Latince kelimesinden gelen fiat para olarak ifade edilmektedir. Fiat para biriminde bu para biriminin yasal ödeme aracı olduğunu bildiren bir hükümet kararnamesi bulunmaktadır. Fiat para, gerçek bir değere sahip olmayan, değerini hükümet kararnamesinden alan ve arzı hükümet tarafından kontrol edilen para birimidir. Fiat paranın kabulü beklentilere ve sosyal sözleşmeye bağlıdır (Franco, 2014, s.5). Kaydedilmiş en eski fiat para örneği 10. yüzyılda Çin’de Song hanedanlığı tarafından çıkarılan kâğıt para birimi Jiaozi olarak bilinmektedir. Jiaozi başlangıçta altın veya gümüş için bir makbuz olma özelliği taşıırken zaman içerisinde aşırı arzın bir sonucu olarak değerini kaybetmiştir. Yuan hanedanlığı tarafından da 1260 yılında Kao adı verilen fiat para birimi çıkarılmış ve Song hanedanlığına benzer şekilde dengelenemeyen para arzı sebebiyle değerini kaybetmiştir (Ammous, 2018, s.42).

1970’li yıllarda hem ikinci Dünya Savaşını finanse etmenin baskıları hem de dünya çapındaki altın üretiminin ekonomik büyümeye ayak uyduramaması sebebiyle ülke hükümetleri tarafından kamuoyu inancına dayanan fiat para birimleri ortaya çıkmıştır (Matsuura, 2016, s.15). 1971’den sonra para birimleri artık altın tarafından desteklenmediğinde tüm para birimleri fiat paralara dönüşmüştür. Fiat paranın en temel özelliği yasal ödeme olarak kabul edilmesi, ancak bu işlevden başka bir değere sahip olmamasıdır. Altın standardının olduğu zamanda üretilebilecek altın miktarı sınırlanabilirken hükümet tarafından çıkarılan fiat paralar için aynı durum söz konusu olmamıştır. Fiat para arzının aşırı arttırılması sonucunda çoğu ekonomi enflasyon riskiyle karşı karşıya kalmıştır (Swammy vd., 2018, s.11).

Tüm ekonomik işlemler için dolaşımda bulunan resmi para birimi olan fiat paralar kâğıt para ve madeni paralar cinsinden sabit para birimi şeklinde olabileceği gibi dijital formatta da olabilmektedir. Kripto para birimi (cryptocurrency) ise yalnızca sanal biçimde mevcut olan ve belirli bir teknoloji kullanılarak şifrelenmiş bir dijital para veya sanal para biçimidir (Matsuura, 2016, s.46). Dijital para birimleri dijital veya elektronik biçimde olan para birimleri olarak ifade edilmektedir. Banka kartları, kredi kartları, elektronik transferler vb. dijital paralara örnek teşkil etmektedir. Dijital para birimi kripto para birimlerine göre daha geniş bir kavram olup kripto para biriminin yanı sıra fiat para birimini de içine almaktadır (Jumbde ve Cho, 2020, s.6).

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası kripto para birimlerini ‘dağıtık defter teknolojisi veya benzer bir teknoloji kullanılarak sanal olarak oluşturulup dijital ağlar üzerinden dağıtımı yapılan, ancak itibari para, kaydi para, elektronik para, ödeme aracı, menkul kıymet veya diğer sermaye piyasası aracı olarak nitelendirilmeyen gayri maddi varlıklar’ şeklinde tanımlamıştır (TCMB, 2021)

Paranın değişim aracı, hesap birimi ve değer deposu olmak üzere üç temel fonksiyonu bulunmaktadır. Kripto para birimlerinde ise bu işlevlerin geçerliliği tartışılmaktadır. Kripto para birimlerinin belirtilen fonksiyonlardan değişim aracı olma işlevinin kısmen de olsa karşıladığı; ancak kullanım büyüklüğü açısından hesap birimi fonksiyonunu karşılamadığı belirtilmektedir (Yermack, 2013, s.3). Konuyla ilgili benzer bir görüş de kripto paraların yüksek volatiliteye sahip olmaları sebebiyle hesap birimi olma özelliğinden yoksun oldukları ve dolayısıyla para olarak değerlendirilmelerinin mümkün olmadığıdır (Franco, 2014, s.22). Ekonomide para bir değer saklama aracı olarak görülmekte ve kripto paraların para olarak işlev görebilmesi için bu özelliği karşılaması beklenmektedir. Ancak kripto paraların fiziksel bir karşılığı olmayıp dijital

cüzdanlarda saklanması sebebiyle değer saklama işlevini de karşılayamadığı belirtilmiştir (Ammous, 2018, s.188). Ancak, ilgili çalışmalarda kripto para birimlerinin para birimi işlevini karşılamadığı belirtilse de günümüzde bu durum değişime uğramıştır. Böylece güncel durumda, Bitcoin, Güney Amerika ülkelerinde resmi para birimi olarak kullanılmakta ve İsviçre'nin içinde yer aldığı birçok Avrupa ülkesinde yasal ödeme aracı olarak kabul edilmektedir (OECD, 2023).

Belirtilen diğer görüşlerden farklı olarak teoride kripto para birimlerinden biri olan Bitcoin'in, paranın teknik özelliklerini (standardizasyon, dayanıklılık, bölünebilirlik, taşınması kolay ve taklit edilmesi imkânsız) karşıladığı için paranın işlevlerini yerine getirdiği belirtilmektedir (Jumbde ve Cho, 2020, s.12).

Fiat para birimlerinin aksine, kripto para birimlerinde merkezi otoriteler mevcut değildir. Ayrıca kripto para birimlerinin volatilitesinin yüksek olması kripto paraları fiat paralardan ayıran bir diğer husustur. Ancak her iki para birimi de geçerliliğini yaygın kabulden almaktadır. Dolayısıyla her iki para sisteminin ortak aşamalara sahip olduğu gözlenmektedir (Nian ve Chuen, 2016, s.310). Bir metanın para olarak ifade edilebilmesi için gerekli olan unsurlar kripto paralar için de geçerlidir. Fiat para birimlerinden farklı olarak kripto para birimleri belirli bir merkezleri olmayan, maksimum üretim kapasiteleri belirli olan ve işlemler doğrulaması için tüm faaliyetlerin kaydedildiği blok zincir teknolojisini kullanan dijital para birimleridir (Lim, 2015, s.364). Kripto para birimlerinde değer transferi gerçekleştirebilmek için genellikle kullanıcı sözleşmesi, kullanıcı ağı ve kriptografik protokoller kullanılmaktadır. Bu protokollerde ilgili tarafların kimliğini doğrulamak ve defterdeki herhangi bir değişikliğin taraflarca görülebilmesini sağlamak amacıyla dijital imzalar kullanarak işlem güvence altına alınmaktadır. Bu sistemde birbirini tanımayan taraflar, birbirlerine güvendikleri için değil çifte harcamayı ve defterdeki geri alınamaz değişiklikleri önlemek için dijital para birimini değiştirebilirler (Perkins, 2020, s.7). Blok zincir teknolojisi kullanılarak kripto para sistemleri olası manipülasyona karşı korunmaktadır. Bu sistem, kullanıcıların herhangi bir aracı olmadan güvenli transferler yapmasına izin vermektedir (Georgeson, 2018, s.8-9).

2008'de ilk kripto para birimi olan Bitcoin'in ortaya çıkışından bu yana kripto para birimlerinin sayısı ve kripto para piyasasının değeri hızla artmaktadır. Kasım 2021 tarihi itibarıyla kripto para piyasasının değeri \$2,868,249,908,036 \$ ve toplam kripto para sayısı 13,780 olarak belirlenmiştir. Tablo 1 ve Tablo 2'de 15.11.2021 tarihi baz alınarak belirli kriterlere göre oluşturulmuş veriler yer almaktadır (<https://coinmarketcap.com/>).

Tablo 1.

Piyasa Değerine Göre En Yüksek 10 Kripto Para Birimi

Kripto Para	Kısaltma	Piyasa Değeri (\$)
Bitcoin	BTC	1,119,003,469,093
Ethereum	ETH	491,474,197,483
Binance Coin	BNB	93,637,363,247
Tether	USDT	73,800,607,152
Solana	SOL	64,594,733,039
Cardano	ADA	60,598,287,256
Ripple	XRP	50,638,141,259
Polkadot	DOT	39,030,998,997
USD Coin	USDC	34,423,649,601
Dogecoin	DOGE	31,059,527,562

Tablo 1’de piyasa değerine göre en yüksekten düşüğe göre sıralanmış 10 kripto para birimi yer almaktadır. Tablo 1 verilerine göre Bitcoin piyasa değeri en yüksek kripto para birimidir. Ethereum ise işlem gördüğü 2013 tarihinden itibaren Bitcoin’den sonra piyasa değeri en yüksek 2. kripto para birimidir. Diğer kripto para birimlerinin piyasa değerleri Bitcoin ve Ethereum’a göre oldukça düşük seviyede kalmaktadır. İşlem hacimlerine göre en yüksek 10 kripto para birimi Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2.

İşlem Hacmine Göre En Yüksek 10 Kripto Para Birimi

Kripto Para	Kısaltma	İşlem Hacmi (\$)
Tether	USDT	92,388,035,502
Bitcoin	BTC	43,181,436,326
Ethereum	ETH	25,307,886,147
Binance Coin	BNB	7,588,280,167
USD Coin	USDC	5,704,789,447
Ripple	XRP	4,438,812,045
The Sandbox	SAND	4,361,090,594
Decentraland	MANA	3,811,051,311
Litecoin	LTC	3,720,774,688
Cardano	ADA	3,480,757,877

Tablo 2’de işlem hacmine göre en yüksekten düşüğe göre sıralanmış 10 kripto para birimine yer verilmiştir. Tablo 2’de yer alan bilgilere göre Tether, Bitcoin, Ethereum ve Binance Coin diğer kripto para birimlerine göre belirgin biçimde daha yüksek işlem hacmi gerçekleştirmiştir.

2.2. Blok Zincir Teknolojisi

Bu başlık altında ilk olarak blok zincir teknolojinin tarihsel gelişimine yer verilmiştir. İkinci kısımda ise bu sistemin işleyiş yapısı ele alınmıştır.

2.2.1. Blok Zincir Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi

Blok zincir teknolojinin bilinirliği günümüzde artmasına karşın dağıtılmış defter teknolojisi (Distributed Ledger Technology-DLT) genellikle blok zincir ile ilişkilendirilen ancak blok zincire göre çok daha eski bir kavramdır. Her iki kavram da paylaşılan, dağıtılmış bir veri tabanında işlem kayıtlarını düzenleme yöntemleri olmakla beraber DLT, blok zincir tanımını kapsamaktadır (Dhobale ve Mishra, 2020, s.184). Şekil 2’de blok zincir teknolojinin tarihsel sürecine yer verilmiştir.



Şekil 2. Blok zincir teknolojinin zaman çizelgesi

Kaynak: A.R ve Jena, 2020 çalışmasından yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Blok zincirin ortaya çıkışı Haber ve Stornetta (1991) tarafından dijital bir belgeyi oluştururken veya değiştirirken uygulanacak adımları anlatan “Dijital Belgeye Zaman Damgası Nasıl Yapılır” (How to Time-Stamp a Digital Document) başlıklı çalışmaya dayanmaktadır. Bu modelde, zaman damgalı belgeleri saklamak için kriptografik bir dizi blok kullanılmıştır (Dhobale ve Mishra, 2020, s.189). Aynı dönemlerde David Chaum *Kör İmza* temeline dayanan ilk dijital nakit platformu olan DigiCash’i kurmuş ancak

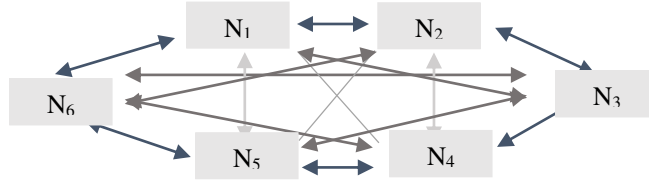
tüketicilerin kullanması için DigiCash'i kabul edebilecek yeterli sayıda tüccar bulunamadığı için DigiCash kapanmıştır (Nian ve Chuen, 2015, s.8). Birçok belgeyi tek bir blokta tutmak için ise 1992 yılında Merkle ağacı (Merkle tree) tanıtılmıştır. Mazieres ve Shasha (2002) bu fikri daha da ileri taşımış ve blokları kullanarak verilerin nasıl depolanacağını önermişlerdir. 2004 yılında Hal Finney tarafından Yeniden Kullanılabilir İş Kanıtı (Reusable Proof of Work, RPoW) adlı bir sistem önerilmiştir. Sistem, girdi olarak değiştirilemeyen Hashcash tabanlı bir çalışma kanıtı sağlamış ve kullanıcılar arasında değiş tokuş edilebilen Rivest, Shamir, Adleman (RSA) tabanlı mekanizma oluşturmuştur (A.R. ve Jena, 2020, s.39). Tüm kullanıcılar tarafından bu sunucu kullanılarak mekanizmanın doğruluğu onaylanmıştır. Sonuç olarak yeniden kullanılabilir iş kanıtı aracılığıyla kripto para birimlerindeki çift harcama sorunu çözülmüş ve bu durum blok zincir teknolojisinin çerçevesini oluşturmuştur (Franco, 2014, s.187). 2005 yılında Nick Szabo tarafından Bitgold isimli yeni bir blok zinciri tabanlı para birimi önerilerek blok zinciri geliştirmede büyük bir atılım gerçekleştirilmiştir. 2008 yılında, takma ismiyle Satoshi Nakamoto tarafından güvenilir bir üçüncü taraf olmadan iki taraf arasında doğrudan işlem yapılmasına izin verilen dijital para tanıtılmıştır. İlk blok 2009'da çıkarılmış, daha sonra bir ağın tabanına ve ardından bir blok zincirine eklenmiştir (A.R. ve Jena, 2020, s.39).

Blok zincir, kullanıcıların birim sahipliğini güvenli bir şekilde transfer etmelerini sağlayan ve kullanıcılar arasındaki işlemleri kalıcı olarak kaydeden açık, şeffaf, dağıtılmış defterlerdir. Blok zincir, internet üzerinden birbirine bağlı düğümler olarak adlandırılan cihazlardan oluşan bir ağ görevi görmektedir (Matsuura, 2016, s.6). İnternete bağlı ve IP adresine sahip herhangi bir elektronik cihaz düğüm olabilmektedir. Blok zincirin çalışmasında rol oynayan düğümlerin görevleri aşağıda sıralanmıştır (Mohapatra ve Parija, 2020, s.101):

- Blok zincirinde kayıtlı bilgileri saklamak,
- Blok zincirinde kayıtlı tüm bilgilerin bir kopyasını saklamak,
- İşlemleri işlemek, bloklara yerleştirmek, bir blok zincirine eklemek, onaylamak ve ağa iletmektir.

Kripto para birimleri, şifreleme teknolojisi kullanılarak yazılım programlama ile oluşturulan merkeziyetsiz dijital paraları ifade etmektedir. Bu dijital paralar uçtan uca (peer to peer, P2P) bilgisayarlar ağını birbirine bağlayan bir etki alanı içinde

üretilmektedir. Kripto para sistemleri genel ve özel anahtarlara, karmaşık matematiksel algoritmalarla dayalı kriptografiye dayanır. Mevcut finansal sistemlerin aksine bankalar gibi aracıya ihtiyaç duymadan transfer işlemi gerçekleştirilebilmektedir (Ahamed, 2020, s.69). Merkezi olmayan sistemin yapısı Şekil 3'te yer almaktadır.



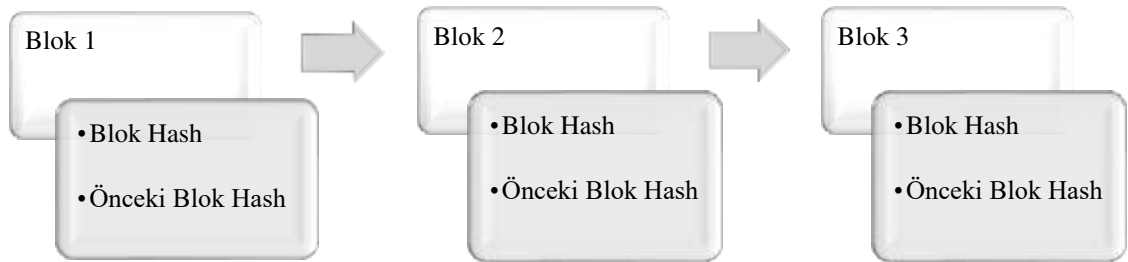
Şekil 3. Merkezi olmayan sistemin yapısı

Kaynak: Ahamed, 2020 çalışmasından yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 3'te blok zincir teknolojisinde yapılan işlemlerin bloklar arası işleyiş sistemi gösterilmiştir.

2.2.2. Blok Zincir İşlemleri ve Türleri

Blok zincir, yeni kripto para birimlerinin oluşturulması da dahil olmak üzere tüm geçmiş kripto para işlemlerinin kayıtlarını taşıyan bir veri dosyasıdır. Blok zincir, dolaşımda olan çeşitli kripto para birimlerinin arkasındaki teknolojiyi ifade ettiğinden kriptografi olarak bilinen bir şifreleme yöntemini kullanmaktadır. Ayrıca blok zincir teknolojisi verileri doğrulamak için belirli matematiksel algoritmalar çalıştırmaktadır (Berentsen ve Schär, 2018, s.3). Blok zincirin genel yapısı Şekil 4'te yer almaktadır.



Şekil 4. Blok zincir yapısı

Kaynak: İlgili şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tüm işlemleri depolayan blok zincir üzerindeki işlemler toplu olarak gruplandırılmaktadır. Bir toplu işin karşılığı bir bloktur ve her blok önceki blok ile bağlantılıdır. Blok zincir, verilerin tek bir blokta değil zincir şeklinde birbirlerine zaman

sırasıyla dizilmiş olan bloklara kaydedildiği bir veri tabanından ismini almaktadır (Gandotra vd., 2019, s.52).

Bir iş ağındaki işlemlerin kaydedilmesini sağlayan ve üzerinde değişiklik yapılamayan büyük bir defter bulunmaktadır. Bu veri tabanı herhangi bir değeri kaydetmek ve takip etmek için programlanabilen, çeşitli sayıda kayıtlara imkân tanıyan dağıtılmış defterlerdir. Sistemin dağıtılmış olması, kayıtlarla oynanamadığını ve bilgilerin herkes tarafından ulaşılabilir olduğunu göstermektedir (Szmigielski, 2016, s.2). Aynı kripto para biriminin aynı anda birden fazla kez transfer edilmesi girişimi çift harcama problemini ortaya çıkarmaktadır. Kripto para işlemlerinde teoride potansiyel çifte harcama sorunu bulunmakta ancak blok zincir teknolojisi ile dağıtılmış defter üzerine eklenen her işlem doğrulanarak bu sorun giderilebilmektedir (Panda, 2020, s.250).

Blok zincirde yer alan bir diğer unsur ise Genesis bloklardır. Herhangi bir blok zincirinde yer alan ilk blok, Genesis blok veya 0 bloğu olarak adlandırılmaktadır (Gandotra vd., 2019, s.53). Genesis blok, bir blok zinciri oluşturmak için üzerine başka blokların eklendiği temel blok olarak kabul edilmekte ve içerisinde bloktaki işlem sayısı, zaman damgası, işlem ücreti vb. veriler yer almaktadır (Bhaskar ve Chuen, 2015, s.49).

Blok zincirin özelliklerine göre 3 ayrı sınıflandırması bulunmaktadır (Dhobale ve Mishra, 2020; A.R. ve Jena, 2020):

Genel Blok Zinciri: Genel blok zinciri; herkesin kullanıcı, madenci veya geliştirici olabileceği, herkesin katılabileceği ve yeni bloklar yayınlatabileceği açık kaynaklı, merkezi olmayan bir kurulumu ifade eder. Bu blok zincir üzerindeki tüm işlemler şeffaftır. Ayrıca bu blok zincirler, blok zincirinin bir kopyasını almasına ve blok doğrulamaya izin verdiği için “izinsiz” olarak da nitelendirilmektedir.

Özel Blok Zinciri: Özel blok zinciri; katılımcıların ağa katılmak için onay almasının gerekli olduğu blok zincir türüdür. Özel blok zincirinde yalnızca ağa katılma izni verilen kullanıcılar işlemleri görebilmektedir. Özel zincirin çalışmasını sağlayan varlıklar sistem üzerinde daha fazla kontrole sahip olduğu için bu zincir türü genel blok zincirine kıyasla daha fazla merkeziyetçi yapıya sahiptir.

Konsorsiyum Blok Zinciri: Özel blok zincirine benzer şekilde konsorsiyum blok zincirinin de ağa katılım konusunda izne ihtiyacı vardır. Konsorsiyum blok zinciri, özel blok zincirinin sağladığı gizlilik avantajlarına sahip olurken aynı zamanda genel blok zincirinin şeffaf yapısına sahiptir. Bu nedenle konsorsiyum blok zincirler *hibrit blok zinciri* olarak ifade edilebilmektedir.

2.2.3. Madencilik

Kripto para birimleri madencilik işlemlerinin sonucunda elde edilmektedir. Kripto para madenciliği; özel yazılım ve donanımlara sahip cihazların, karmaşık problemleri çözerek kripto para transfer işlemlerini onaylanması ve bunun sonucunda kripto para elde edilmesi süreci olarak ifade edilebilir (Gandotra vd., 2019, s.51).

Kripto para cüzdanları arasında yapılan transferlerin çoğu, blok zincirde onaylanmadan önce bir işlem havuzuna aktarılmaktadır. Ardından bu işlemler bir araya getirilerek bir blok oluşturulmaktadır. Bu bloklar, ağa bağlı cihazlar tarafından doğrulanarak onaylandıktan sonra blok zincirine işlenmektedir. Kripto para madencileri transfer işlemlerini doğrulamakta, onaylamakta ve blok zincirinin bir kopyasını saklamaktadır (A.R ve Rao, 2020, s.25).

Madencilik yazılımı, farklı madencilik cihazlarının çalışmalarını koordine etmekte ve yönetmektedir. Bitcoin'in ortaya çıktığı ilk dönemlerde madencilik için yalnızca Merkezi İşlem Birimi (Central Processing Unit-CPU) ile Bitcoin Core cüzdanı kullanılmıştır. Madenciliğin tek bir kaynak kullanmanın ötesine geçebilmesi amacıyla birden fazla işi yönetebilecek bir yazılıma ihtiyaç duyulmuş ve daha sonra madencilik pek çok sayıda cihaza taşınmıştır (Szmigielski, 2016, s.27).

Özetle, blok zincir teknolojisi ödeme sistemine yeni bir boyut kazandırmıştır. Geleneksel para sistemlerinden farklı olarak içerisinde dijital unsurları barındıran blok zincir teknolojisi ile hem yeni bir ödeme aracı hem de yatırımcılar için yeni bir yatırım alternatifi doğmuştur.

2.2.4. Dijital Cüzdan

Bir kripto para cüzdanı, kripto para kullanıcılarının dijital varlıklarını depolamasına izin vermektedir. Geleneksel para birimlerinde olduğu gibi kripto para birimlerinde parayı saklamak için fiziksel cüzdana ihtiyaç duyulmamaktadır. Kullanıcı tarafından herhangi bir kripto para birimi satın alındığında bu varlık kripto para cüzdanında saklanabilmekte ve işlem yapılmak üzere bu cüzdan kullanılabilir (Nian ve Chuen, 2015, s.15).

Kripto para cüzdanı kripto para işlemlerini kolaylaştırmayı amaçlayan bir yazılımdır. Tam istemciler blok zincirin bir kopyasını depolayarak bu işlemleri gerçekleştirmektedir. Tam istemcinin önemli bir örneği olan Bitcoin Core açık yazılım uygulaması, ödemeleri tam olarak doğrulayan Bitcoin cüzdanı işlevi görmektedir (Szmigielski, 2016, s.2).

2.2.5. Soğuk Cüzdan

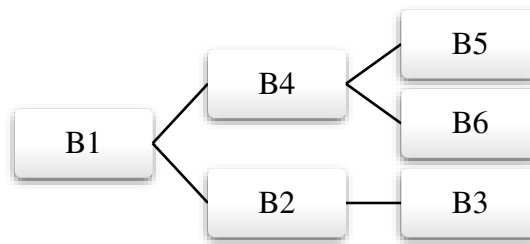
Soğuk cüzdan, çalınma veya siber saldırılara karşı korumaya yönelik geliştirilen, cüzdana ait bilgilerin çevrimdışı depolanmasını sağlayan cüzdanlardır. Burada cüzdanlar bilgisayara bağlı olmadığından yapılacak işlemlerde çevrimdışı imzalar kullanılmaktadır. Bu cüzdanların sıcak cüzdanlara göre daha güvenli olduğu belirtilmektedir (Jokic vd., 2019, s.67).

2.2.6. Sıcak Cüzdan

Sıcak cüzdan, internete bağlı bir dijital varlık depolamasını ifade etmektedir. Burada, soğuk cüzdanlara göre fon transferleri hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilirken çevrimiçi depolamasından kaynaklı olarak dijital arıza ve çalıntı risklerine karşı daha savunmasızdır (Jokic vd., 2019, s.67).

2.2.7. Dijital İmza

Bir blok zincirinde gerçekleşecek bir işlem veya herhangi bir veri alışverişinde, ağ düğümlerinin özel ve genel anahtarına ihtiyaç duyulmaktadır. Düğüm, işlemi imzalamak ve alıcı düğümün blok zinciri adresine iletmek için özel bir anahtar kullanmaktadır. İletilecek adres, kriptografik hesaplamaları ile elde edilebilir. Blok zincir içerisinde hem para transferi işlemi hem de tüm iş modeli süreçleri bulunmaktadır (Katz ve Lindell, 2020, s.463-464). Şekil 5'te blok zincir çatalının temsili yer almaktadır.



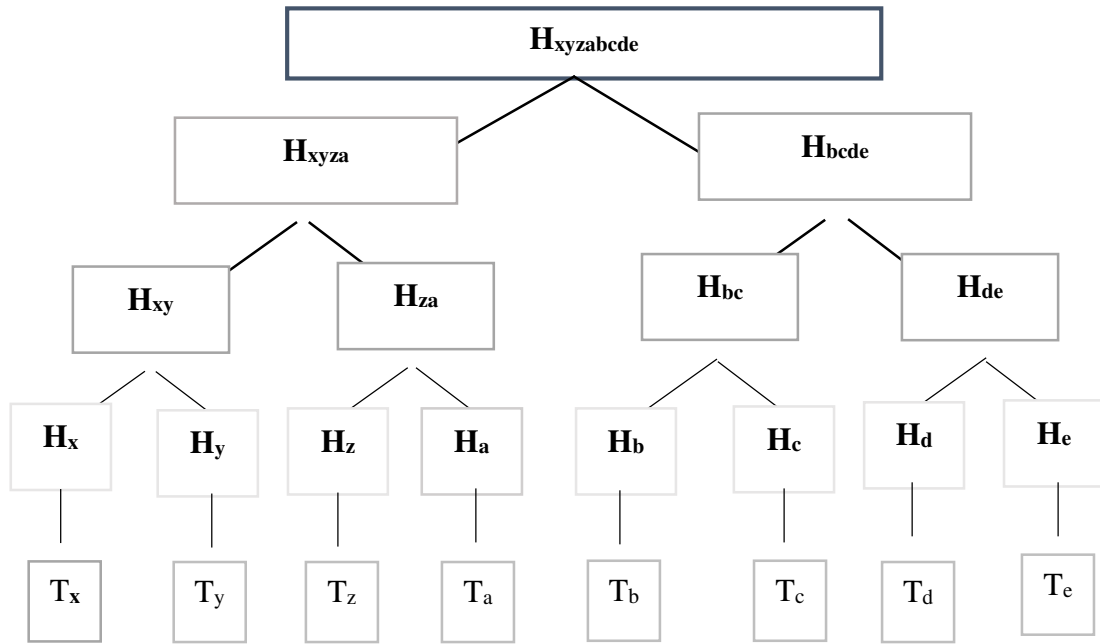
Şekil 5. Blok zincir çatalı

Kaynak: İlgili şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

İşlemler tek bir blok zincirde gerçekleşebileceği gibi iki ayrı blok zinciri arasında da gerçekleşebilmektedir. Bu durum yan zincirleme olarak ifade edilmektedir. Yan zincirler aynı zamanda ana zincire (mevcut blok zincir) paralel olarak çalışan ve senkronize olan blok zincirlerdir (A.R. ve Jena, 2020, s.46).

2.2.8. Merkle Ağacı

Merkle ağacı, İkili Hash Ağacı olarak adlandırılmakta ve genellikle büyük miktarda veriyi işlemek için kullanılmaktadır. Hash; blok zincir üzerinde gerçekleştirilen işlemin özet bilgisi olarak ifade edilmektedir (Karakaya, 2021, s.27). Blok zincirde Merkle ağacı, işlemleri kaydetmek için daha az kaynak gerektirecek şekilde işlemleri düzenlemeye yardımcı olmaktadır (Krückeberg ve Scholz, 2019, s.3). Şekil 6’da Merkle ağacına yer verilmiştir.



Şekil 6. Merkle ağacı

Kaynak: A.R ve Jena, 2020 çalışmasından yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Her işlem ayrı ayrı özetlendikten sonra, özet değerleri yakındaki bir diğer işlemle birleştirilmektedir. Bu birleştirme işlemi son özet değeri elde edilene kadar tekrarlanmaktadır. Bu değer Merkle kökü olarak adlandırılmaktadır. Şekil 9’da $H_{xyzabcde}$, tüm işlemlerin karma değeri olan Merkle kökünü ifade eder. Blok başlığındaki Merkle kökü, tüm işlem verilerinin özetini temsil etmektedir (A.R ve Jena, 2020, s.47). Herhangi bir işlemde bir değişiklik olduğu takdirde buna karşılık gelen özet değeri değişmekte ve dolayısıyla birleşik özet değeri değişiklik göstermektedir. Bu değişikliklerin sonucunda yeni bir Merkle kökü ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle Merkle kökleri bir bloktaki işlemin değiştirilip değiştirilmediğinin tespit edilmesinde kullanılmaktadır (Katz ve Lindell, 2020, s.196).

2.3. Merkezi Finans ve Merkezi Olmayan Finans

Merkezi finans (Centralized, CeFi), kripto varlıklar ile ilgili ürün ve hizmetler sunan dijital varlık şirketlerini ifade etmektedir. CeFi platformları arasında merkezi kripto borsaları, kripto kredi şirketleri ve dijital para ödeme sağlayıcıları bulunmaktadır. CeFi’de kullanıcıların sıcak cüzdanlarının özel anahtarları platform tarafından tutulmakta ve dolayısıyla kripto varlıkların kontrolü de buradan sağlanmaktadır. Dolayısıyla, ilgili varlıklara ilişkin kontrol kullanıcıda olmamaktadır (Qin vd., 2021, s.1-2).

Merkezi olmayan finans (Decentralized, DeFi), kripto para birimlerini ve akıllı sözleşmeleri kullanarak aracısız hizmet sağlamaktadır. Burada işlemlerin gerçekleştirilmesi için aracı kurumlar olmadığı için sorumluluk kullanıcıya aittir. Merkezi sistemlerde bulunan finansal kurumlar işlemlerin garantör veya doğrulayıcısı olarak hizmet sunarken DeFi’de işlemde finans kurumunun yerini akıllı bir sözleşme almaktadır (OECD, 2022, s.16). Merkezi olmayan finans sisteminin ana unsurları şeffaflık, kontrol ve erişilebilirliktir. Bu durumun bir örneği olarak DeFi’de kullanıcı, finansal varlıkların ve malların işleyişini yöneten kuralları inceleyebilmektedir. Dolayısıyla DeFi, kullanıcılarına varlıklarının koruyucusu olarak kalmalarına izin vererek kontrol olanağı vermektedir (Schuler vd., 2023, s.1).

Blockchain, özellikle Ethereum tarafından kolaylaştırılan merkezi olmayan bir altyapı üzerinde çalışan bir protokole dayanmaktadır. Bu merkeziyetsiz yapı, yazılım geliştiricilerin, internet bağlantısı ve bilgi işlem cihazı olan herkesin evrensel olarak erişebileceği özel, yüksek performanslı ve güvenli finansal platformlar oluşturmaya olanak tanımaktadır. DeFi’nin asıl değeri, dünya çapında geleneksel finansal sistemlere erişimi olmayan milyonlarca kişiye, mali durumlarını kontrol etmeleri ve herhangi biriyle işlem yapmaları için yetki verme becerisine dayanmaktadır. Bu merkezi olmayan çerçeve aynı zamanda merkezi kontrol, kısıtlı erişim, verimsizlikler, birlikte çalışabilirlik eksikliği ve belirsizlik gibi sorunlara da çözüm sağlamaktadır (Nath, 2023, s.2).

2.4. Kripto Paraların Gelişimi

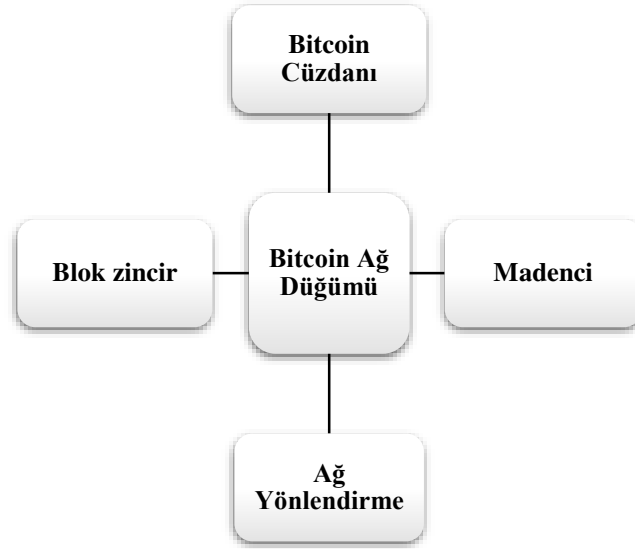
Bu başlık altında çalışmada kullanılan Bitcoin, Ethereum ve BNB kripto para birimlerinin gelişimi açıklanmıştır.

2.4.1. Bitcoin

Bitcoin, 2008 yılında Satoshi Nakamoto takma ismindeki kişi ya da kişiler tarafından ortaya çıkan ve uçtan uca merkezi olmayan bir dijital para birimidir. Bitcoin'in ortaya çıkış gerekçeleri ve uygulaması Nakamoto tarafından yapılan çalışmada (*white paper*) yer almaktadır. Bitcoin'in ortaya çıkış motivasyonlarından biri elektronik işlemlere izin veren ancak aynı zamanda fiziksel paranın birçok avantajlı özelliğini de içeren yeni bir ödeme sistemi geliştirmektir (Nakamoto, 2008).

Bitcoin'de işlem döngüsü incelendiğinde Bitcoin madenciliği ile yapılan işlemler doğrulanmakta ve blok zincir aracılığıyla değiştirilemez ve geri alınamaz dağıtılmış bir deftere kaydedilmektedir. Bitcoin'in üzerinde İletim Kontrol Protokolü (Transmission Control Protocol, TCP) kuruludur. Bitcoin ağı, kullanıcılar arasında dijital para transferine izin vermektedir. Eşler, şifrelenmemiş bir TCP kanalı üzerinden birbirine bağlanır. P2P ağındaki bir eş veya düğüm, içinde Bitcoin düğüm yazılımı yüklü olan bir bilgisayar ifade etmektedir (A.R. ve Elngar, 2020, s.19). Bitcoin düğüm yazılımı Bitcoin tam istemci cüzdanına otomatik olarak eklenmektedir. Bir eş ağa girebilmek için öncelikle Alan Adı Sistemi'nde (Domain Name System, DNS) sunucu adları sorgulanmaktadır. Eşler arasında bağlantı kurmak için gönderici eşin blok sürüm numarası ve geçerli saati ile bir sürüm mesajı gönderilmekte ve alıcı eş, sürüm mesajını gönderen eşe mesajı geri iletmektedir. Onay işlemi gerçekleştirilip ağa katıldıktan sonra, adres yayılım mekanizması temelinde eş bulma işlemi gerçekleştirilmektedir. Her eş, yapılan bağlantıların listesini tutmakta ve yeni bir blok oluşturulduğunda madenci bilgiyi emsallerine yayınlamaktadır. Alıcı eş bloğu doğrulamakta ve ardından akranlarına iletmektedir. Sistem döngüsü bu şekilde işlemektedir (A.R. ve Rao, 2020, s.24). Yapılandırılmamış bir ağda dosya aramanın zor olması ve her bir sorun için çok sayıda kopyaya ihtiyaç duyulması P2P ağ yapısını Bitcoin için en uygun alternatif kılmıştır (Nakamoto, 2008).

Herhangi bir işleme yetki vermek için, giriş adresinin kullanıcısı kendi özel anahtarını kullanarak dijital bir imza oluşturmaktadır (Matsuura, 2016, s.4). Bu işlem, hesabın sahipliğini sağlamak için gerçekleştirilmektedir. Alıcı, dijital imzanın doğruluğunu onaylamalı ve ödemeyi kabul etmeden önce Bitcoinlerin önceki işlemlerde harcanmadığını doğrulamalıdır (A.R. ve Rao, 25). Bu sistemde işlemlerin onaylanması için gerekli unsurlar Şekil 7'de yer almaktadır.



Şekil 7. Bitcoin ağının tam düğümü

Kaynak: A.R ve Rao, 2020 çalışmasından yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 7’de BTC blok zincirinde gerçekleşen onaylama işlemleri için gerekli unsurlar yer almaktadır.

2.4.2. Ethereum

Akıllı sözleşmeler (smart contrat), bilgisayar tabanlı işlem protokolleri olarak adlandırılmaktadır. Akıllı sözleşmeler, sözleşme koşullarını (ödeme, gizlilik vb.) yerine getirirken güvenliği sağlamak ve işlemler için aracılara olan ihtiyacı en aza indirme amacıyla geliştirilmiştir. Akıllı sözleşmeler Szabo (1994), ‘Smart Contrats’ çalışmasıyla ortaya çıkmış ve daha sonrasında blok zincir teknolojisinin gelişmesine katkı sağlamıştır (Tevetoğlu, 2021, s.194). Bitcoin’in geliştirilmesinin ardından çeşitli kripto para birimleri türemiştir. Ethereum ilk kez 2013’te Vitalik Buterin tarafından Ethereum’un geliştirilme amacının anlatıldığı çalışma ile tanıtılmıştır (Buterin, 2014). Blok zincir teknolojisine dayalı açık kaynaklı bir yazılım olan Ethereum, geliştiricilerin merkezi olmayan dağıtılmış uygulamalar kurmasını ve geliştirmesini sağlamayı amaçlamaktadır (Sharma, 2020, s.138).

Ethereum’da akıllı sözleşmeler yazmak için en çok kullanılan programlama dili Solidity’dir. Solidity, belirli koşullar içerisinde fon transferi işlemlerini yürüten akıllı sözleşmeleri kodlamak için kullanılan statik olarak yazılmış üst düzey bir dildir (A.R. ve Jena, 2020, s.42). Ethereum, Turing sanal makinesinin (Ethereum Virtual Machine-EVM) komutlarıyla internet kullanılarak çalışmakta ve kriptografik token olan Ether tarafından

desteklenmektedir. Ethereum tokeninin bir paçası olarak bilinen *Gas* ise madencilere yapılacak ödemelerde kullanılmaktadır (Garg ve Khadse, 2020, s.116).

İlk nesil blok zinciri ağı Bitcoin 2008 yılında; ikinci nesil blok zinciri ağı Ethereum ise 2013 yılında ortaya çıkmıştır. Ethereum ile Bitcoin'in ortak özellikleri olmasına karşın her ikisinin de ortaya çıkış amacı ve sahip oldukları kapasiteler farklıdır (Ahamed, 2020, s.66). Bitcoin, ulusal para birimlerine alternatif olarak geliştirilirken; Ethereum akıllı sözleşmeleri içeren ve üzerinde çeşitli projeler yapılabilen bir platform olarak tasarlanmıştır. Dolayısıyla Bitcoin ve Ethereum kripto para birimleri, geliştirilme amaçları, blok süresi, madencilik sonucu dijital para birimi üretme süresi, kullanılan algoritma, ortalama işlem ücreti vb. konularda birbirinden ayrılmaktadır (A.R ve Jena, 2020, s.42).

2.4.3. Binance Coin

Binance Coin ilk kez yüksek frekanslı ticaret yazılımı geliştiren yazılımcı Changpeng Zhao tarafından 2017 yılında geliştirilmiştir. Binance Chain Nisan 2019'da yüksek işlem hızı ve büyük iş hacmini gerçekleştirmek üzere tasarlanmıştır. Binance Chain'in temel çıkış noktası, düşük gecikmelerle kısa sürede büyük oranda veriyi işlemektir. Binance Chain'in talep edilmesinde akıllı sözleşmeler ve Sanal Makine (Virtual Machine-VM) büyük rol oynamaktadır (Szepesi, 2020, s.27). Başlangıçta Ethereum'da bir ERC-20 tokeni olarak dağıtılan Binance Coin, daha sonra Binance Chain'e taşınmıştır. Dolayısıyla Binance Coin önceleri ERC-20 tabanlı bir kripto para birimiyken; kendi zincirini kurarak BEP2 tabanlı bir yapıya geçmiştir (Whitepaper.io, 2021).

Ek olarak; birçok kripto para biriminin alım satım işlemlerinin yapıldığı Binance, Kasım 2021 tarihi itibarıyla 83,355,559,512.35 \$ ile dünyanın en yüksek işlem hacmine sahip kripto para borsasıdır. Binance borsasının ardından en yüksek işlem hacmine sahip kripto para borsaları sırasıyla Coinbase, FTX, Kraken ve FTX US olarak belirlenmiştir (Coinmarketcap, 2021).

2.5. Türkiye'de Kripto Para Piyasasının Gelişimi

Kripto para birimlerinin ortaya çıkmasının ardından ülkelerin bu paralara ilişkin ülke merkez bankaları ve sermaye piyasası kurumları aracılığıyla hukuki ve yasal düzenleme çalışmaları başlamıştır. Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de bu varlıklara

ilişkin altyapı çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Türkiye’de kripto para birimlerine yönelik yapılan düzenlemeler Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3.

Türkiye’de Kripto Paralara İlişkin Düzenlemeler

Tarih	Gelişme	Kurum	Kaynak
27.06.2013	Ödeme ve menkul kıymet mutabakat sistemleri, ödeme hizmetleri ve elektronik para hakkında kanun yürürlüğe girmiştir.	Bankacılık Denetleme ve Düzenleme Kurulu (BDDK)	https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6493.pdf
23.07.2019	11. Kalkınma Planında ‘Blokzincir tabanlı dijital merkez bankası parası’ çıkarılması kararı yer almaktadır.	T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı	https://www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/
16.04.2021	Ödemelerde kripto para kullanılmamasına ilişkin yönetmelik yayımlanmıştır.	Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB)	https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/04/20210416-4.htm
30.05.2021	Kripto varlıklara ilişkin rapor yayınlanmıştır. Raporda, bu varlıklara ilişkin riskler açıklanmıştır.	Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB)	https://www.tcmb.gov.tr/
07.02.2022	Bankacılık perspektifinde dijital varlıklara ilişkin değerlendirme raporu yayınlanmıştır.	Türkiye Bankalar Birliği (TBB)	https://www.tbb.org.tr/

Tablo 3’teki gelişmeler dikkate alındığında, Türkiye’de konuya ilişkin düzenlemelerin mevcut olduğu ve yapılacak yeni çalışmaların altyapısının hazırlandığı ifade edilebilir. Bu düzenlemelerle birlikte Türkiye’deki yatırımcıların bu piyasaya olan ilgisinin daha da artacağı düşünülmektedir.

Kripto para piyasalarının piyasa değerinin artmasıyla bu para birimleri Türkiye’deki yatırımcılar için önemli bir konum kazanmıştır. 30 Kasım 2013 tarihinde 130 bin TL olan toplam kripto para piyasası değeri 30 Kasım 2023 tarihinde toplam 42,7 trilyon TL değerine ulaşmıştır (<https://coinmarketcap.com/tr/>). Dolayısıyla, on yıllık süreç içerisinde kayda değer gelişme gösteren kripto para piyasası Türkiye’deki yatırımcıların önemli bir getiri kaynağı olmuştur. Bu durum, Türkiye’deki yatırımcıların bu piyasaya olan ilgisini arttırmış ve yatırımcı sayısı hızla artmıştır. Kripto para kullanımına ilişkin Türkiye’nin de içinde bulunduğu birçok ülkede yapılan araştırmaların sonuçları Tablo 4’te özetlenmiştir.

Tablo 4.

Kripto Para Birimlerine Yönelik Araştırmalarda Türkiye'nin Durumu

Tarih	Araştırma Konusu	Sonuç	Kaynak
2021	Kripto para kullanım oranına yönelik araştırma yapılmıştır.	Türkiye nüfusa oranla %16 ile 74 ülke arasında 4. sırada yer almıştır.	https://www.weforum.org/publications/annual-report-2021-2022/
2022	Kripto para kullanan kişi sayısına yönelik araştırma yapılmıştır.	Türkiye'nin 4,6 milyon kripto para yatırımcısına sahip olduğu ve dünyadaki toplam kullanıcıların %1,11'ini oluşturduğu belirlenmiştir.	https://triple-a.io/crypto-ownership-data/
2023	Kripto para kullanım düzeyine yönelik araştırma yapılmıştır.	Türkiye 72 ülke arasından 12. Sırada yer almıştır.	https://www.chainalysis.com/
2023	Blok zincir teknolojisinin benimsenmesine yönelik araştırma yapılmıştır.	Türkiye'nin 146 ülke arasından 12. sırada olduğu belirlenmiştir.	https://www.chainalysis.com/
2023	Kripto para kullanımına ilişkin araştırma yapılmıştır.	Türkiye'deki kripto para birimine yatırım yapan oranın artarak %52'ye ulaştığı belirlenmiştir.	https://www.kucoin.com/

Tablo 4 değerlendirildiğinde, Türkiye'deki yatırımcılar için kripto para piyasalarının önemli olduğu sonucuna varılabilir.

2.6. Kripto Para Piyasasında Yaşanan Önemli Gelişmeler

Kripto para birimlerinde meydana gelen gelişmeler kripto para birimlerinin piyasa değeri ve işlem hacimlerini etkilemektedir. Ayrıca bu piyasalardaki ani gelişmeler, kripto para serilerindeki kırılmaların önemli bir kaynağını oluşturmaktadır. Bu doğrultuda, kripto para piyasasında yaşanan önemli gelişmeler bu çalışma için önem arz etmektedir. İlgili gelişmeler Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5.

Kripto Para Piyasasındaki Önemli Gelişmeler

Tarih	Gelişme	Kaynak
Şubat 2019	Cryptopia, Binance ve Bitpoint'in hacklenmesiyle kripto para borsalarında önemli para kayıpları yaşanmıştır.	https://tr.investing.com/
Mart 2020	Covid-19 pandemisiyle kripto para birimlerinde ani düşüşler yaşanmıştır.	https://tr.investing.com/
Mayıs 2020	Bitcoin üçüncü ödül yarılanması gerçekleşmiştir.	https://tr.investing.com/
Haziran 2021	Bitcoin'in El Salvador'da yasal para birimi olmuştur.	https://tr.investing.com/
Ağustos 2021	Çin'de kripto para madenciliği yasaklanmıştır.	https://tr.investing.com/
Ağustos 2021	DeFi sistemi siber saldırıya uğrayarak 600 milyon dolarlık kripto para dolandırıcılığı yapılmıştır.	https://www.chainalysis.com/
Şubat 2021	Bitcoin'in Pazar payı 1 trilyon dolara ulaşmıştır.	https://coinmarketcap.com/
Mayıs 2022	Terraform Labs'ın çökmesiyle özellikle USDT gibi sabit coinlerde riskler ortaya çıkmıştır.	https://tr.investing.com/
Kasım 2022	FTX borsasının çökmüştür.	https://tr.investing.com/
Ağustos 2022	Coinbase ile BlackRock işbirliği yapılmıştır.	https://tr.investing.com/
Haziran 2023	BlackRock tarafından spot Bitcoin ETF başvurusu yapılmıştır.	https://tr.investing.com/
Temmuz 2023	SEC ile Ripple arasındaki dava sonuçlanmış ve SEC davayı kaybetmiştir.	https://tr.investing.com/
Ekim 2023	SEC ishares spot Bitcoin ETF onaylanmıştır.	https://tr.investing.com/
Kasım 2023	Binance'ın CEO'su istifa etmiştir.	https://tr.investing.com/

2.7. Modern Portföy Teorisi

Modern Portföy Teorisi (MPT), Harry M. Markowitz (1952) tarafından *Portfolio Selection* adlı çalışma ile risk ve beklenen getiri ilişkisine göre etkin portföyler oluşturulması üzerine geliştirilen bir teoridir. Bu teoride, belirli bir risk seviyesinde portföyün beklenen getirisi yüksek ya da belirli bir beklenen getiri seviyesinde daha düşük risk söz konusu ise o portföyün etkin olduğu ifade edilmiştir (Markowitz, 1952, s.77-78).

Geleneksel finans teorisinde çok sayıda varlığın aynı portföye dâhil edilmesiyle amaçlanan yüksek getiri elde etme varsayımı, MPT'nin ortaya çıkmasıyla değişime uğramıştır. Çünkü MPT ile varlık sayısı artırılarak riskin azaltılabileceği varsayımı yerini o varlıklar arasındaki kovaryans dikkate alınarak oluşturulacak portföylerde riskin azaltılabileceği varsayımı almıştır (Farrell, 1997, s.19). Ayrıca Markowitz (1952), yatırımcıların rasyonel olduğunu ve bunun bir sonucu olarak yatırım kararlarını beklenen getiri ve riske göre aldıklarını belirtmiştir. Dolayısıyla çalışmada, riskten kaçan yatırımcıların beklenen bir getiri düzeyinde daha az riski; belirli bir risk düzeyinde ise daha fazla getiriyi tercih edecekleri ifade edilmiştir (Zhou ve Yin, 2006, s.4).

Markowitz (1952) tarafından MPT'nin geliştirilmesi ile bir portföyün riskinin beklenen getirisi ile ilişkilendirilerek riskin ölçülmesini sağlayan bir model oluşturulmuştur (Akay, 2004, s.189). Böylece Markowitz (1952), varyansı portföyün risk ölçüsü olarak tanımlayarak geleneksel portföy teorisinden farklı olarak aynı portföy içerisindeki varlıklar arasındaki ilişkileri de dikkate almıştır. Markowitz (1952), aynı yönde değişime sahip olan varlıkların bir arada bulunduğu portföylerde riskin yüksek olduğunu bu nedenle böyle bir portföye daha fazla varlık eklenmesiyle riskin azaltılamayacağı, buna karşılık ilgili varlıklardan farklı yönde değişime sahip olanların eklenmesiyle riskin azaltılabileceğini belirterek portföy çeşitlendirmesini açıklamıştır. İlave olarak; riskler sistematik ve sistematik olmayan riskler olmak üzere sınıflandırılarak sistematik olmayan risklerin çeşitlendirme ile ortadan kaldırılabilmesi ancak sistematik riskler için sınırlama olduğu belirtilmiştir (Persson vd., 2007, s.10).

Markowitz (1952) çeşitlendirme konusu ile piyasadaki yatırımcıların riskten ödün vermeden daha fazla getiri sağlamasına katkı sağlamıştır. Geleneksel portföy teorisinde getirisi yüksek varlıkların aynı sepete eklenmesiyle oluşturulan portföyler yerine MPT'de varlıklar arasındaki kovaryansları dikkate alarak portföy seçimi yapılması gerektiği belirtilmiştir. Aynı portföy içerisindeki varlıkların tam pozitif kovaryansa sahip olmaması durumunda beklenen getiriden kayıp vermeden riskin düşürülebileceği ifade edilmiştir. Bu doğrultuda, Markowitz (1952) çalışmasında portföyün riskinin azaltılabilmesi için farklı endüstri grubundan menkul kıymet seçiminin varlıklar arasındaki korelasyonu düşüreceğinden böyle bir seçimin daha verimli olacağını belirtmiştir.

BÖLÜM III

LİTERATÜR TARAMASI

Literatürün ilk kısmında dünyada kripto para birimleriyle çeşitli yatırım araçları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar özetlenmiştir. Bir sonraki bölümde ise konuya ilişkin Türkiye’de yapılan çalışmaların özeti yer almaktadır.

3.1. Kripto Paralar ile Çeşitli Yatırım Araçları Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Uluslararası Çalışmalar

Bu kısımda, benzer çalışmaların özetlenmesi hususunda çeşitli kriterlere göre sınıflandırmalar yapılmıştır. Yapılan sınıflandırmalar sırasıyla aşağıda belirtilmiştir.

3.1.1. Kripto Para Birimleri ile Çeşitli Döviz Kurları Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar

Szetela vd. (2016), çalışmalarında Bitcoin ile seçili döviz kurları (Dolar, Euro, Sterlin, Çin Yuanı ve Polonya Zlotisi) arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmanın analizinde ARMA ve GARCH modellerini uygulanmıştır. GARCH modelinden çıkan sonuçlara göre Bitcoin ile Dolar, Euro ve Yuan arasında bağımlılık ilişkisi gözlenirken ARMA modeli sonucunda Bitcoin ile diğer bağımlı değişkenler arasında herhangi bir ilişkiye rastlanmamıştır. Astuti ve Fazira (2018), çalışmalarında Kasım 2012 ile Temmuz 2017 tarihleri arasında Bitcoin fiyat oynaklığının uzun vadede Çin para birimi olan Yuan üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada aylık veriler kullanılarak Otoregresif Dağıtılmış Gecikme (Autoregressive Distributed Lag-ARDL) yöntemi uygulanmıştır. Analiz sonucunda Bitcoin fiyat oynaklığının uzun vadede döviz kurunu önemli ölçüde etkilediği bulgusu elde edilmiştir. Poyser (2019), çalışmasında Bitcoin fiyatlarını etkileyen faktörleri Bayesian yapısal zaman serisi yaklaşımını kullanarak analiz etmiştir. Çalışma sonucunda USD/EUR kurunun Bitcoin fiyatlarını pozitif etkilediği, altın ve Yuan/USD kurunun ise Bitcoin fiyatlarını negatif etkilediği sonucuna varılmıştır. Almansour vd. (2020), çalışmalarında 2014 ile 2019 tarihleri arasında ARMA yöntemini kullanarak seçili döviz kurlarının (Avustralya Doları, Euro, Sterlin ve Japon Yeni) Bitcoin getirileri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda Bitcoin getirilerinin çalışmada kullanılan döviz kurlarından önemli ölçüde etkilenmediği bulgusuna ulaşılmıştır. Sebastiao ve Godinho (2020), çalışmalarında 2016 ile 2019

tarikhleri arasında USD/EUR kuru ile Bitcoin arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişkiyi incelemiştir. Granger nedensellik analizi sonucunda kısa vadede Bitcoin'den USD/EUR kuruna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Çalışmanın bir diğer sonucu da değişkenler arasında uzun vadede eşbütünleşme ilişkisi bulunmadığıdır. Majdoub vd. (2021), çalışmalarında 2012 ile 2017 tarihleri arasında Bitcoin ile seçilen fiat para birimleri (Euro, Japon Yeni ve Sterlin) arasındaki ilişkiyi VAR-DCC-GARCH modeli ile incelemiştir. Çalışma sonucunda Bitcoin ile çalışmada kullanılan fiat para birimleri arasında pozitif korelasyon bulunması sebebiyle bu varlıklardan oluşan portföyün riskten korunma oranının oldukça düşük olduğu gözlenmiştir.

3.1.2. Kripto Para Birimleri ile Altın Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar

Adebola vd. (2019), çalışmalarında 2013 ile 2018 tarihleri arasında seçili kripto para birimleri ile altın fiyatları arasındaki kesikli entegresyon (fractional integration) ile eşbütünleşme ilişkisini Whittle yaklaşımı ile analiz etmişlerdir. Çalışmada kullanılan kripto para birimleri Bytecoin, Dash, Monero, Tether ve Ethereum olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda belirtilen kripto para birimleri ile altın fiyatları arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur. Zwick ve Syed (2019), çalışmalarında 2010 ile 2018 tarihleri arasında Bitcoin ve altın fiyatları arasındaki doğrusal olmayan uzun vadeli ilişkiyi test etmek için iki değişkenli eşik regresyon modelini (threshold regression) uygulamışlardır. Çalışma sonuçlarından biri, altının Bitcoin fiyatlarının önemli bir belirleyicisi olduğudur. İkincisi; Bitcoin ile altın fiyatları arasında Ekim ayında meydana gelen yapısal bir kırılma ile bu iki değişken arasında doğrusal olmayan bir ilişki olduğudur. Yapısal kırılmadan önce, Bitcoin'in spekülasyon bir varlık olduğunu gösteren önemli, olumsuz ama zayıf bir nedensellik bulgusuna ulaşılmıştır.

3.1.3. Kripto Para Birimleri ile Çeşitli Borsa Endeksleri Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar

Baek ve Elbeck (2015), çalışmalarında 2010 ile 2014 dönemleri arasında Bitcoin fiyatlarının Standart and Poor's 500 endeksi (S&P 500) üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Uygulanan regresyon analizi neticesinde Bitcoin fiyatlarının S&P 500 endeksi üzerinde herhangi bir etkisinin bulunmadığı sonucuna varılmıştır. Alana vd. (2020), çalışmalarında belirli altı büyük kripto para biriminin (Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Ripple, Stellar ve Tether) altı adet borsa endeksiyle ikili bağlantılarını

incelemişlerdir. Çalışmada altı kripto para birimi arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmamıştır. Çalışmanın bir diğer sonucu da kripto para birimleri ve borsa endeksleri arasındaki eşbütünleşme ilişkisi bulunmadığıdır. Bhullar ve Bhatnagar (2020), çalışmalarında Ocak 2015 ile Kasım 2019 döneminde günlük verileri kullanarak Çin ve Hindistan menkul kıymetler borsası endeksi ile Bitcoin fiyatları arasındaki ilişkiyi test etmişlerdir. Çalışmada bu ilişkilerin varlığı Granger nedensellik, Johansen eşbütünleşme ve VEC ile incelenmiştir. Uygulanan analizler sonucunda Bitcoin fiyatları ile Çin ve Hindistan menkul kıymet borsaları arasında uzun vadeli bir eşbütünleşme ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Hindistan menkul kıymetler borsasından Bitcoin'e doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Chang vd. (2021), çalışmalarında Bitcoin fiyatları ile Google arama hacmi endeksi (SVI), VIX ve S&P 500 Endeksi arasındaki eşbütünleşme ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmada VAR, VEC ve Granger nedensellik testleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda Bitcoin fiyatları ile SVI arasında hem kısa hem uzun dönemli ilişki bulunmuştur. Çalışmanın bir diğer sonucu da uzun dönemde Bitcoin fiyatları ile VIX arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğudur.

3.1.4. Kripto Para Birimleri ile Çeşitli Faktörler Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar

Yermack (2013), Bitcoin'in makroekonomik faktörler ile ilişkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda Bitcoin ile Dolar, Euro, Sterlin, Frank ve Japon yeni ve altın fiyatıyla çok düşük korelasyona sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Ciaian vd. (2016), çalışmalarında 2009 ile 2015 tarihleri için günlük verileri kullanarak makro-finance gelişmelerin Bitcoin fiyatlarına etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda makro gelişmelerin uzun vadede Bitcoin fiyatını artırdığına dair herhangi bir bulguya rastlanmamıştır. Wang vd. (2016), çalışmalarında Bitcoin fiyatı ile seçili değişkenler arasındaki ilişkiyi Johansen eşbütünleşme testi ve Vektör Hata Düzeltme (Vector Error Correction, VEC) modelini uygulayarak araştırmışlardır. Çalışmada yer alan değişkenler; ham petrol fiyatları, hisse senedi fiyat endeksi ve günlük Bitcoin işlem hacmi olarak belirlenmiştir. Hisse senedi fiyat endeksi olarak Dow Jones endüstriyel ortalama endeksi verileri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, kısa vadede ham petrol fiyatları ve günlük Bitcoin işlem hacminin Bitcoin fiyatı üzerindeki etkisinin hisse senedi fiyat endeksinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Uzun vadede ise Bitcoin fiyatının hisse senedi fiyat endeksi ve ham petrol fiyatı verilerinden negatif etkilendiği, günlük Bitcoin işlem hacminden ise pozitif etkilendiği gözlenmiştir. Zhu vd. (2017), çalışmalarında Bitcoin

fiyatının üzerinde etkisi bulunan etkenleri VEC modeli ile test etmiştir. Çalışmada tüketici fiyat endeksi, ABD Doları endeksi, Dow Jones endüstri ortalaması, altın fiyatı gibi makro faktörlerin Bitcoin fiyatını nasıl etkilediğini incelemek için kullanılan VEC modeli sonucunda tüm bu değişkenlerin uzun vadeli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. ABD doları endeksi Bitcoin fiyatı üzerinde en büyük etkiye sahipken, altın fiyatının en az etkiye sahip olduğu da çalışmanın bir diğer bulgusudur. Baur vd. (2018), çalışmalarında Bitcoin, altın ve ABD doları arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda Bitcoin'in altın ve ABD doları dâhil olmak üzere diğer varlıklara kıyasla daha fazla getiri ve oynaklık sergilediği belirlenmiştir. Ek olarak, çalışmanın bir diğer bulgusu da Bitcoin'in portföy çeşitlendirmesinde altın ve ABD Doları ile kullanılabileceğidir. Sovbetov (2018), çalışmasında Bitcoin, Ethereum, Dash, Litecoin ve Monero olarak belirlenen beş kripto para biriminin fiyatlarını etkileyen faktörleri araştırmıştır. Belirlenen faktörler piyasa betası, işlem hacmi ve volatilité olarak belirlenmiş ve bu faktörler çalışmada yer alan kripto para birimleri üzerinde uzun vadede etkisi bulunmuştur. S&P 500 endeksinin uzun vadede zayıf pozitif olduğu tespit edilmiştir. Aghalibaylı (2019), çalışmasında 2016 - 2018 döneminde Bitcoin ile ham petrol, altın ve Euro kuru arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmanın analizinde haftalık veriler kullanılarak VAR yöntemi ile Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre ham petrol ve altın fiyatlarının Bitcoin fiyatları üzerinde önemli bir etkisi olduğu; ancak Euro kurunun Bitcoin fiyatı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır. Ek olarak; Bitcoin'den ham petrol, altın ve Euro kuruna herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Akbulaev ve Salihova (2020), çalışmalarında bitcoin günlük fiyatları ile işlem hacmi miktarları kullanılarak riske maruz değer (Vector autoregression, VAR) modeli geliştirilmiş ve bitcoin fiyatı ile hacmi arasında nedensellik ilişkisi olup olmadığı test edilmiştir. Çalışma sonucunda fiyattaki bir değişiklik ile işlemdeki bir değişiklik arasında tek taraflı bir nedensellik olduğu belirlenmiştir. VAR analizi sonucuna göre Bitcoin'de işlem hacmi değişimi son on üç günlük değerlerden olumsuz etkilenmekte ve fiyat değişimi %1 önem düzeyinde etkilenmektedir. Jareno vd. (2020), çalışmalarında 2010 ile 2018 dönemleri arasında Bitcoin getirileri ile altın, ABD borsası getirileri, faiz oranları, ham petrol fiyatları, yatırımcı korku endeksi (Volatility Index, VIX) ve Saint Louis finansal stres endeksi (St. Louis Fed Financial Stress Index, STLFSI) arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada hem uzun hem de kısa vadeli asimetrisi incelemek için doğrusal olmayan sınır testi yaklaşımı (Nonlinear Distributed Autoregressive Model, NARDL) uygulanmıştır. Analizden elde edilen sonuçlara göre Bitcoin getirileri üzerinde

en yüksek etkiye sahip olan değişkenin VIX olduğu belirlenmiştir. STLFSI'ndeki değişimler ise VIX'ten sonra Bitcoin getirileri üzerinde en yüksek etkiye sahip ikinci değişkendir. Çalışmanın bir diğer sonucu da Bitcoin ve altın getirileri arasında kısa ve uzun vadede aynı yönlü bir ilişki olduğudur. Kaabia vd. (2020), çalışmalarında 26.09.2013 ile 20.09.2019 tarihleri arasında günlük kapanış fiyatlarını kullanarak Bitcoin fiyatlarındaki bir çöküşün petrol piyasalarını nasıl etkilediğini VAR analizi ile incelemiştir. Çalışmada, Bitcoin fiyatlarındaki ani bir düşüşün ham petrol fiyatları üzerindeki etkileri Genelleştirilmiş dürtü fonksiyonları kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda Bitcoin fiyatları ile ham petrol piyasaları arasında pozitif güçlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Kang vd. (2020), çalışmalarında Bitcoin fiyatları ile S&P 500 endeksi, ABD doları, ABD Hazine bonosu ve altın vadeli işlemleri arasındaki asimetrik nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Çalışmada uygulanan doğrusal olmayan Granger nedensellik testi (Non-linear Granger Causality Test) sonucunda Bitcoin ile kullanılan değişkenler arasında asimetrik bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu tespit edilmiştir. Kim vd. (2020), çalışmalarında Bitcoin ile altın ve S&P 500 Endeksi arasındaki ilişkiyi GARCH-Dinamik Koşullu Korelasyon (Dynamic Conditional Correlation, DCC), Doğrusal Olmayan Asimetrik GARCH DCC (NA-DCC), Gaussian Copula tabanlı GARCH-DCC (GC-DCC) modellerini uygulayarak incelemişlerdir. Ampirik bulgular, S&P 500 Endeksi ve altın fiyatının, log-getiri ve volatilité açısından Bitcoin için istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir. Malladi ve Dheeriya (2020), çalışmalarında Bitcoin ve Ripple kripto para birimi getirileri üzerinde etkili olan faktörleri araştırmışlardır. Çalışmada zaman serisi analizlerinden Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişken Varyans (Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic, GARCH), VAR modeli ve Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre belirtilen kripto para birimleri üzerinde altın, VIX ve ABD Ekonomi Politikası Endeksi getirilerinin etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmanın bir diğer sonucu da altının getirilerinin Bitcoin getirileri üzerinde nedenselliğe sahip olmadığı ancak Ripple getirilerinin Bitcoin getirileri üzerinde tek yönlü nedensellik ilişkisine sahip olduğudur. Sam vd. (2020), çalışmalarında Bitcoin fiyatları ile Hindistan hisse senedi endeksi, döviz kuru ve enflasyon oranı olarak belirlenen makroekonomik göstergeler arasındaki uzun vadeli ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, Bitcoin fiyatları ile makro faktörler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu bulunmuştur. Ayrıca Granger Nedensellik testi sonuçlarına göre Hindistan hisse senedi endeksi, döviz kuru ve enflasyondan Bitcoin'e tek yönlü nedensellik olduğu belirlenmiştir. Bejaoui vd. (2022),

çalışmalarında 01.09.2019 ile 30.04.2020 tarihleri arasında günlük verilerle Bitcoin ile ham petrol, S&P500 endeksi ve doğal gaz fiyatları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Kesirli eşbütünleşme analizi (fractional cointegration) sonucunda ham petrol, altın, S&P500 endeksinin Bitcoin üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğu, doğal gaz fiyatlarının ise Bitcoin fiyatları üzerinde negatif etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Hazgui vd. (2022), çalışmalarında Bitcoin, altın, brent petrol ve ABD ekonomik politika belirsizliği (US Economic Policy Uncertainty, EPU) endeksi arasındaki ortak hareketlerin sıklığını ve asimetrik bağımlılıklarını niceliksel regresyon (Quantile-on-Quantile Regression, QQR) yöntemiyle araştırmışlardır. Analiz sonucunda, altın ve brent petrol getirilerinin Bitcoin getirilerini tahmin etme eğilimi olduğu belirlenmiştir. Ek olarak, Bitcoin ile çalışmada kullanılan emtia getirileri arasında pozitif; Bitcoin ile EPU arasında negatif karşılıklı bağımlılık olduğu belirlenmiştir. Gul vd. (2023), çalışmalarında Pakistan’da 2016 ile 2021 tarihleri arasında enflasyon, döviz kuru, altın ve Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) ile Bitcoin arasındaki ilişkiyi VAR, VECM ve Johansen eşbütünleşme testleri aracılığıyla incelemişlerdir. Çalışma sonuçları, Bitcoin ile altın, döviz kuru ve enflasyon arasında pozitif yüksek korelasyon olduğunu ve döviz kurunun Bitcoin üzerinde kısa dönemde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermiştir. Johansen eşbütünleşme testi sonucunda ise uzun dönemde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisine rastlanmamıştır. Krakower (2023), çalışmasında Bitcoin ile enflasyon beklentileri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmada, enflasyon beklentilerinin Bitcoin getirilerinin belirleyicisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Johansen eşbütünleşme testi sonucunda ise enflasyon beklentileri ile Bitcoin getirilerinin uzun dönemde birlikte hareket ettiği ortaya çıkmıştır.

3.2. Kripto Paralar ile Çeşitli Yatırım Araçları Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Türkiye Konulu Çalışmalar

Bu kısımda, benzer çalışmaların özetlenmesi hususunda çeşitli kriterlere göre sınıflandırmalar yapılmıştır. Yapılan sınıflandırmalar sırasıyla aşağıda belirtilmiştir.

3.2.1. Kripto Para Birimleri ile Çeşitli Döviz Kurları Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar

Atik vd. (2015), çalışmalarında 2009 ile 2015 tarihleri arasında Bitcoin fiyatları ile seçili döviz kurları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmada Bitcoin fiyatları ile

Euro, Sterlin, Japon Yeni, Kanada Doları, Avustralya Doları ve İsviçre Frankı arasındaki ilişki Granger nedensellik analiziyle test edilmiştir. Analiz sonucunda Bitcoin ile Japon Yeni'nin birbirlerini gecikmeli olarak etkilediği ve Japon Yeni'nden Bitcoin'e doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir. İçellioğlu ve Öztürk (2017), çalışmalarında Bitcoin ile belirli döviz kurları arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkiyi incelemişlerdir. Belirlenen döviz kuru verileri Dolar, Euro, Pound, Yen ve Yuan olarak sıralanmıştır. Çalışma neticesinde Bitcoin ile Dolar, Euro, Pound, Yen ve Yuan arasında uzun ve kısa dönemli bir ilişki bulunamamıştır. Johansen testi sonuçları incelendiğinde değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiye rastlanmamıştır. Ek olarak Granger nedensellik testi sonucuna göre hem döviz kurlarından Bitcoin'e doğru hem de Bitcoin'den döviz kurlarına doğru Granger nedensellik ilişkisi gözlenmemiştir. Çütçü ve Kılıç (2018), çalışmalarında Kasım 2013 ile Mart 2018 tarihleri arasında dolar kuru ile Bitcoin fiyatları arasındaki orta ve uzun dönemli ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmanın yöntemi olarak Maki eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Analiz sonucunda dolar kuru ile Bitcoin fiyatları arasında yapısal kırılmalarla birlikte orta ve uzun dönemde değişkenler arasında eşbütünleşme olduğu sonucuna varılmıştır. Ek olarak Hacker-Hatemi-J Bootstrap nedensellik testine göre ise dolar kurundan Bitcoin fiyatlarına doğru tek yönlü nedensellik olduğu gözlenmiştir. Kuzucu (2019), çalışmasında 2010 ile 2018 döneminde Dolar kuru ile Bitcoin getirileri arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiyi incelemiştir. Analizde kullanılan ARDL sınır testi sonucunda kısa ve uzun dönemde Dolar kuru ile Bitcoin getirileri arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Laçın (2019), çalışmasında 2014 ile 2018 tarihleri arasında seçili döviz kurları (Euro, Dolar, Japon Yeni, Sterlin, Yuan Renminbisi ve Hindistan Rupisi) ile Bitcoin getirileri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Engle- Granger eşbütünleşme testinden elde edilen bulgular neticesinde çalışmada kullanılan değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiği gözlenmiştir. Ayrıca Granger nedensellik analizi sonucuna göre Çin Yuanı'ndan Bitcoin'e doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. İşcan (2020), çalışmasında 2013 ile 2019 tarihleri arasında haftalık veriler kullanarak Bitcoin ile dolar kuru, BİST 100 endeksi ve faiz değişkenleri arasındaki uzun dönemli ilişkiyi Johansen eşbütünleşme testi ile incelemiştir. Analiz sonucunda Bitcoin ile seçili değişkenler arasında uzun dönemde herhangi bir eşbütünleşme ilişkisi bulunamamıştır. Gürbüz ve Zeren (2021), çalışmalarında 2011 ile 2020 tarihleri arasında haftalık veriler kullanarak Bitcoin ile Dolar ve Euro kuru arasındaki ilişkiyi test etmişlerdir. Çalışmanın analizinde değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi belirlemek için Maki (2012) eşbütünleşme testi

uygulanmıştır. Analiz sonucunda Bitcoin ile Dolar ve Euro kuru getirileri arasında uzun dönemli pozitif yönlü ilişki olduğu belirlenmiştir. Koç ve Çaykara (2021), çalışmalarında seçili kripto paralar (BTC, LTC, XRP, DOGE ve DASH) ile Euro ve Dolar kuru getirileri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 2015 ile 2019 tarihleri arasında haftalık veriler kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada VAR modeli ve Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda incelenen döviz kurları ile kripto paralar arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Ancak Engle-Granger eşbütünleme analizinden elde edilen sonuçlar çalışmada kullanılan değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini göstermiştir. Yılmaz (2022), çalışmasında 2013 ile 2021 tarihleri arasında Bitcoin ile seçili döviz kurları (Euro, Sterlin, Avusturalya Doları) arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. ARDL testi sonucunda Bitcoin üzerinde Sterlin'in anlamlı etkisi bulunurken uzun dönemde tüm değişkenlerin ortak hareket ettiği bulgusuna ulaşılmıştır.

3.2.2. Kripto Para Birimleri ile Altın Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar

Yıldırım (2018), çalışmasında günlük Bitcoin fiyatları ile altın fiyatları arasındaki ilişkiyi Johansen eşbütünleşme testi ile araştırmıştır. Çalışma sonucunda Bitcoin fiyatları ile altın fiyatları arasında kısa vadede ilişki olmadığı gözlenmiştir. Çalışmadan elde edilen bir diğer sonuç ise altın fiyat hareketlerinin Bitcoin fiyatlarını uzun vadede etkilediği ancak Bitcoin fiyat hareketlerinin altın fiyatlarını etkilemediği yönündedir. Arslan ve Gür (2022), çalışmalarında Bitcoin ile altın, Euro ve Sterlin arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Granger nedensellik testi sonucunda Sterlin'den Bitcoin'e tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Johansen eşbütünleşme testi sonucunda ise değişkenler arasında uzun dönemde bir ilişki bulunamamıştır. Çebişi (2022), çalışmasında Bitcoin ile altın fiyatları arasındaki nedensellik ve eşbütünleşme ilişkisini incelemiştir. Granger nedensellik testi sonucunda Bitcoin'den altına tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Johansen eşbütünleşme testi sonucunda ise uzun dönemde değişkenlerin eşbütünleşik olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır.

3.2.3. Kripto Para Birimleri ile Çeşitli Borsa Endeksleri Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar

Dirican ve Canöz (2017), Bitcoin ile seçili borsa endeksleri arasındaki eşbütünleşme ilişkisini araştırmışlardır. ARDL yönteminden çıkan sonuçlar Bitcoin fiyatı ile ABD ve Çin Borsa endeksleri arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın bir diğer sonucuna göre Bitcoin ile FTSE100, Nikkei 225 ve BİST100 endeksi arasında herhangi bir ilişkiye rastlanmamıştır. Kanat ve Öget (2018), çalışmalarında Bitcoin fiyatları ile Türkiye ve G7 ülkelerinin borsa endeksleri arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada kısa dönemli ilişki için Granger nedensellik testi kullanılırken; çalışmada yer alan değişkenlerin uzun dönemde dengede olup olmadığı VEC modeliyle belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Bitcoin ile diğer ülke borsaları arasında uzun dönemli denge ilişkisine rastlanmamıştır. Ancak, kısa dönemde FTSE100'ün Bitcoin'in nedenseli olduğu bulgusu elde edilmiştir. Kılıç ve Tütçü (2018), çalışmalarında Bitcoin fiyatları ile BİST100 endeksi arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmada Engle-Granger ve Gregory-Hansen eşbütünleşme testleri ile Toda-Yamamoto ve Hacker-Hatemi-J nedensellik testleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre Bitcoin fiyatları ile BİST100 endeksi arasında orta ve uzun vadede bir eşbütünleşme ilişkisi bulunmamıştır. Buğan (2019), çalışmasında belirlenmiş kripto paralar (Bitcoin, Ethereum, Ripple) ile BİST arasında nedensellik ilişkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda BİST'den Bitcoin ve Ripple getiri serilerine doğru zayıf nedensellik bulunmuştur. Kripto paralardan BİST'e ise nedensellik ilişkisi bulunmamıştır. Çıkrıkçı ve Özyeşil (2019), çalışmalarında 22.02.2012 ile 15.08.2018 tarihleri arasında günlük verilerle Bitcoin getirilerinin Türkiye ve seçilmiş 9 Uzakdoğu borsası endeks getirileri üzerindeki etkisini Westerlund (2008) Durbin-H panel eşbütünleşme testi ile araştırmışlardır. Çalışma sonucunda Bitcoin getirilerinin Türkiye ve Endonezya borsa endeksleri üzerindeki etkisinin Malezya, Singapur ve Kore borsa endekslerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Gürsoy ve Tunçel (2020), çalışmalarında Bitcoin ile seçilmiş pay piyasaları arasındaki nedensellik ilişkisini Toda-Yamamoto nedensellik testi ile araştırmışlardır. Analiz sonucunda Bitcoin fiyatlarından S&P 500 endeksine doğru bir nedensellik ilişkisi bulunurken; BİST100, Bovespa, Invsaf40 ve Merval piyasalarına doğru herhangi bir nedenselliğe rastlanmamıştır. Polat ve Tuncel (2020), çalışmalarında Borsa İstanbul ile kripto paralar arasındaki uzun dönemli ilişkiyi incelemişlerdir. Johansen eşbütünleşme testi sonucunda BİST100 ile Bitcoin arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunamamıştır. Ek olarak uygulanan Hatemi-J – Irandoust (2012) testi ile değişkenler arasındaki saklı eşbütünleşme ilişkisi olduğu gözlenmiştir. Soyaslan (2020), çalışmasında 2011 ile 2020 dönemleri arasında günlük verileri kullanarak Bitcoin ile BİST100, BİST Banka ve BİST Teknoloji endeksi arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre uzun dönemde Bitcoin ile BİST100 endeksi arasında ilişki belirlenirken; Bitcoin ile BİST

Banka ve BİST Teknoloji endeksi ile herhangi bir ilişki bulunamamıştır. İlave olarak, kısa dönemde Bitcoin ile BİST100, BİST Banka ve BİST Teknoloji endeksleri arasında nedensellik ilişkisine dair bulgu elde edilememiştir. Tuncel ve Gürsoy (2020), çalışmalarında Bitcoin fiyatları ile BİST100 ve VIX arasındaki nedensellik ilişkisi test edilmiştir. Toda-Yamamoto nedensellik analizinden elde edilen bulgulara göre Bitcoin fiyatının VIX ve BİST100 üzerinde anlamlı bulunmazken VIX endeksinden BİST100 endeksine doğru tek yönlü nedensellik olduğu gözlenmiştir. Unvan (2021), çalışmasında Ocak 2016 ile Aralık 2018 tarihleri arasında haftalık verileri kullanarak Bitcoin fiyatlarının Japonya, Çin, Türkiye ve ABD hisse senedi endeksleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada borsa endeksleri olarak Nikkei225, SSE380, BİST100 ve S&P500 belirlenmiştir. Çalışmada değişkenler arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla Johansen eşbütünleşme testi, VAR ve Granger nedensellik testi yapılmıştır. Çalışma neticesinde Bitcoin'in yalnızca BİST100'ü etkilediği ve aralarında çift yönlü nedensellik bulunmuştur. Ek olarak, Nikkei225'ten SSE380'e, SSE380'den Bitcoin'e ve Nikkei225'ten Bitcoin'e tek yönlü bir nedensellik ilişkisi gözlemlenmiştir. Gülcü ve Kırıkt (2022), çalışmalarında 15.04.2011 ile 25.06.2021 tarihleri arasında Bitcoin ile BİST100 endeksi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Johansen eşbütünleşme testi sonucunda değişkenlerin uzun dönemde eşbütünleşik olduğu belirlenmiştir. Granger nedensellik testi sonucunda ise BİST100 ile Bitcoin arasında çift yönlü nedensellik olduğuna ulaşılrken; Toda-Yamamoto nedensellik analizi sonucunda BİST100 endeksinden Bitcoin'e tek yönlü nedensellik olduğu belirlenmiştir. Akkaya ve Tuna (2023), çalışmalarında G-7 ülkelerinin borsaları ve BİST100 endeksi ile Bitcoin arasındaki eşbütünleşme ilişkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda seçili ülke borsaları ile Bitcoin arasında uzun dönemde birlikte hareket bulunurken; kısa dönemde Bitcoin fiyatları üzerinde Dow Jones, Nasdaq ve Nikkei 225 endekslerinin anlamlı bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Toprak ve Kubar (2023), çalışmalarında 02.01.2020 ile 03.12.2021 tarihleri arasında günlük verilerle seçili ülke borsaları (Meksika, Endonezya ve Güney Kore) ile Bitcoin ve Ethereum arasındaki asimetric nedensellik ve eşbütünleşme ilişkisini araştırmışlardır. Hatemi-J asimetric nedensellik testi sonucunda Bitcoin ve Güney Kore borsa endeksinin pozitif ve negatif şokları ile Ethereum ve Endonezya borsa endeksinin pozitif ve negatif şokları arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Foruier eşbütünleşme testi sonucunda ise değişkenler arasında uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir.

3.2.4. Kripto Para Birimleri ile Çeşitli Faktörler Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar

Erdaş ve Çağlar (2018), çalışmalarında Bitcoin fiyatları ile çeşitli faktörlerin ilişkisini test etmişlerdir. Çalışmada Hatemi-J (2012) testi kullanılarak Bitcoin ile altın, Brent petrol, ABD doları, S&P 500 ve BİST100 Endeksi arasındaki asimetrik nedensel ilişkiler incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre sadece Bitcoin fiyatından S&P 500 Endeksine tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Güleç vd. (2018), çalışmalarında Bitcoin'in döviz, hisse senedi emtia piyasaları ve faiz ile eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisini araştırmışlardır. Çalışma neticesinde Bitcoin fiyatı ile faiz oranı arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Korkmaz (2018), çalışmasında Ağustos 2011 ile Mart 2018 dönemlerinde Dolar, Euro ve altın balonlarının Bitcoin getirileri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Toda-Yamamoto nedensellik testi, Dickey-Fuller (DF) ve genelleştirilmiş Dickey- Fuller (ADF) testleri sonucunda Dolar, Euro ve altın getirilerinin Bitcoin getirilerini etkilediği bulgusuna ulaşılmıştır. Deniz ve Teker (2019), çalışmalarında kripto para birimlerinin fiyat hareketlerini etkileyen makroekonomik faktörleri araştırmışlardır. Makroekonomik faktörler olarak altın ve brent petrol verileri kullanılmıştır. Seriler arasındaki etkileşimler Dürtü-Yanıt Fonksiyonu ve Varyans Ayırıştırma yöntemleriyle analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda altın ve brent petrol fiyatlarının Bitcoin üzerinde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Deniz (2020), çalışmasında işlem hacmi ve piyasa değeri en yüksek 7 kripto para (Bitcoin, Ethereum, Ripple, Tether, Bitcoin Cash, Bitcoin SV, Litecoin) ile altın ve brent petrol arasındaki ilişkiyi VAR modeliyle incelemiştir. Çalışmada uygulanan Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik testleri sonucunda Tether ile altın ve brent petrol arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunurken Bitcoin'den altına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Öztürk (2020), çalışmasında 3 Ocak 2017 ile 31 Aralık 2019 tarihleri arasında Bitcoin, altın ve ham petrol arasındaki ilişkiyi VAR analiziyle incelemiştir. Çalışma sonucunda ulaşılan verilere göre bu üç finansal varlık arasında uzun vadede zayıf bir ilişki bulunmuş ve dolayısıyla bu varlıklardan oluşan çeşitlendirmenin uzun vadede yatırımcılara fayda sağlayabileceği belirtilmiştir. Telek ve Şit (2020), çalışmalarında 2012 ile 2019 tarihleri arasında aylık veriler kullanarak Bitcoin ile altın ve döviz arasında uzun dönemli ilişkiyi ARDL Sınır testi ile incelemiştir. Analiz sonucunda Bitcoin ile altın ve döviz arasında uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın bir diğer sonucu da kısa dönemde değişkenler arasında bir ilişkinin bulunmadığı yönündedir. Şahin, E. (2020), çalışmasında Bitcoin fiyatına etki eden faktörleri araştırmıştır. Belirlenen faktörler; altın,

ABD Doları ve küresel riskler (Finansal Baskı Endeksi ve Jeopolitik Risk Endeksi) olarak belirlenmiştir. Çalışmada Bitcoin fiyatı üzerine etki eden faktörler Çok Değişkenli Uyarlanabilir Regresyon Uzanımları-MARS yöntemiyle araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda kullanılan tüm değişkenlerin belirli koşullar altında Bitcoin fiyatını etkilediği gözlemlenmiştir. Sökmen ve Gürsoy (2021), çalışmalarında 2014 ile 2020 tarihleri arasında günlük Bitcoin fiyatları ile altın fiyatları arasındaki nedensellik ve eşbütünleşme ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmada nedensellik ilişkisi için Toda Yamamoto nedensellik testi, eşbütünleşme ilişkisi için Maki Eşbütünleşme testi yapılmıştır. Çalışmadan çıkan sonuçlar neticesinde Bitcoin ile altın fiyatları arasında çift yönlü nedensellik olduğu ancak Maki eşbütünleşme testi sonucuna göre seriler arasında uzun dönemli ilişki bulunmadığı tespit edilmiştir. Yiğit ve Yiğit (2021), çalışmalarında Mayıs 2013 ile Nisan 2021 tarihleri arasında Bitcoin fiyatı ile BİST100 endeksi, altın fiyatları ve ABD doları kuru arasındaki ilişkiyi Johansen Eşbütünleşme testi ile araştırmışlardır. Çalışmada Covid-19 salgını sebebiyle aynı analiz Aralık 2019 ile Nisan 2021 tarihleri arasında uygulanmıştır. Ancak her iki uygulama dönemi aralığında da değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki bulunamamıştır. Kazak (2023), çalışmasında Covid-19 pandemisi öncesi ve sonrasında BİST100 endeksi ile Bitcoin, altın ve döviz kuru arasındaki nedensellik ilişkisinin değişimini Fourier fonksiyonlu nedensellik testi ile incelemiştir. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde, Covid-19 pandemisi süresince Bitcoin'den BİST100'e tek yönlü; döviz kuru ile BİST100 endeksi arasında çift yönlü nedensellik olduğu tespit edilirken pandemi sonrası normalleşme döneminde yalnızca altından BİST100'e doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

BÖLÜM IV

VERİ, YÖNTEM VE BULGULAR

4.1. Araştırma Verileri

Çalışmada seçilmiş kripto para birimleri ile dolar kuru (TRY/USD), altın (GAU/USD) ve BİST 100 endeksi arasındaki uzun dönemli ilişki araştırılmıştır. Bu kapsamda çalışmada kullanılan kripto para birimleri Bitcoin (BTC/USD), Ethereum (ETH/USD) ve Binance Coin (BNB/USD) olarak belirlenmiştir. Çalışma, 19.01.2018 – 11.03.2022 tarihleri arasında haftalık veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın başlangıç tarihi çalışmada kullanılan tüm değişkenlerin verilerinin sürekliliği göz önüne alınarak belirlenmiştir. Çalışmanın örneklemindeki kripto para birimleri 15.11.2021 tarihinde piyasa değerleri ve işlem hacimleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu kriterlere ek olarak verilerinin sürekliliği de kripto para seçiminde belirleyici unsur olmuştur. Kripto para birimleri ile ilişkisi araştırılan dolar kuru, altın ve BİST 100 endeksinin ise yatırımcıların tasarruf eğilimlerinin araştırıldığı raporlara göre yatırımcılar tarafından tasarrufların değerlendirilmesinde en fazla tercih edilen yatırım araçları arasında olduğu belirlenmiştir (ING Bank Tasarruf Eğilimleri Raporu, 2021). Seçilmiş kripto para birimleri ile dolar kuru, altın ve BİST 100 endeksine ait veriler Investing resmi adresinden alınmıştır (<https://tr.investing.com/>).

Çalışmada kullanılan kripto para birimlerinin analiz dönemine ilişkin aylık piyasa değerleri Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6.

BTC, BNB ve ETH Kripto Para Birimlerine Ait Piyasa Değerleri

Tarih	BTC/USD	BNB/USD	ETH/USD
1.02.2018	10.333,90	10,46	850,85
1.03.2018	6.938,20	11,04	393,6
1.04.2018	9.245,10	14,32	670,34
1.05.2018	7.502,60	14,22	576,66
1.06.2018	6.398,90	14,74	454,62
1.07.2018	7.729,40	13,8	432,13
1.08.2018	7.033,80	10,98	281,8
1.09.2018	6.635,20	10,02	232,43
1.10.2018	6.365,90	9,49	198,62
1.11.2018	4.039,70	5,12	113,24
1.12.2018	3.709,40	6,11	131,29
1.01.2019	3.437,20	6,22	106,3
1.02.2019	3.816,60	10,27	135,34
1.03.2019	4.102,30	17,53	141,4
1.04.2019	5.320,80	22,04	161,76
1.05.2019	8.558,30	32,93	268,01
1.06.2019	10.818,60	32,11	291,91
1.07.2019	10.082,00	27,73	218,38
1.08.2019	9.594,40	21,22	171,58
1.09.2019	8.284,30	15,84	180,49
1.10.2019	9.152,60	19,85	182,18
1.11.2019	7.546,60	15,68	151,51
1.12.2019	7.196,40	13,73	129,17
1.01.2020	9.349,10	18,2	179,9
1.02.2020	8.543,70	19,28	217,43
1.03.2020	6.412,50	12,55	132,8
1.04.2020	8.629,00	17	206,18
1.05.2020	9.454,80	17,11	231,69
1.06.2020	9.135,40	15,4	225,59
1.07.2020	11.333,40	20,67	346,38
1.08.2020	11.644,20	23,13	434,06
1.09.2020	10.776,10	29,32	359,78
1.10.2020	13.797,30	28,51	386,52
1.11.2020	19.698,10	31,49	615,96
1.12.2020	28.949,40	37,34	735,81
1.01.2021	33.108,10	44,27	1.312,93
1.02.2021	45.164,00	210,04	1.418,23
1.03.2021	58.763,70	302,18	1.918,24
1.04.2021	57.720,30	623,33	2.771,94
1.05.2021	37.298,60	353,74	2.706,12
1.06.2021	35.026,90	303,25	2.274,99
1.07.2021	41.553,70	332,41	2.528,85
1.08.2021	47.130,40	464,29	3.429,45
1.09.2021	43.823,30	387,59	2.999,86
1.10.2021	61.309,60	524,46	4.287,60
1.11.2021	56.882,90	623,23	4.631,22
1.12.2021	46.219,50	511,7	3.677,70
1.01.2022	38.498,60	374,21	2.686,66
1.02.2022	43.188,20	395,61	2.922,35
1.03.2022	45.525,00	428,84	3.282,39
1.04.2022	37.650,00	377,01	2.727,10
1.05.2022	31.793,40	320,79	1.941,78
1.06.2022	19.926,60	219,39	1.068,66

1.07.2022	23.303,40	283,5	1.680,07
1.08.2022	20.043,90	279,11	1.555,18
1.09.2022	19.423,00	284,89	1.328,72
1.10.2022	20.496,30	325,79	1.572,86
1.11.2022	17.163,90	300,4	1.294,39
1.12.2022	16.537,40	246,1	1.195,65
1.01.2023	23.125,10	312,11	1.585,25
1.02.2023	23.130,50	301,39	1.604,69
1.03.2023	28.473,70	317,1	1.821,61
1.04.2023	29.252,10	337,58	1.868,97
1.05.2023	27.216,10	306,7	1.873,62
1.06.2023	30.472,90	240,4	1.933,79
1.07.2023	29.232,40	240,9	1.856,14
1.08.2023	25.937,30	216,7	1.645,77
1.09.2023	26.962,70	214,5	1.670,90
1.10.2023	34.650,60	226,3	1.815,10
1.11.2023	37.712,90	227,6	2.051,57
1.12.2023	43.787,30	269,7	2.284,01

Kaynak: <https://tr.investing.com/> adresinden alınan veriler ile oluşturulmuştur.

Tablo 6’da analiz dönemi aralığında BTC, BNB ve ETH kripto para birimlerinin piyasa değerlerinin önemli derecede arttığı gözlenmektedir. Tablo 7’de ise Türkiye’deki yatırımcıların yatırım tercihleri rapor sonuçları sunulmuştur.

Tablo 7.

Türkiye’deki Yatırımcıları Yatırımlarını En Fazla Değerlendirdiği Yatırım Araçları

Yıl	En Fazla Tercih Edilen Yatırım Araçları
2018	Yastık altı altın ve nakit TL, sistem içi altın, vadesiz hesap, hazine bonosu/devlet tahvili
2019	Yastık altı altın ve nakit TL, sistem içi altın, döviz, bireysel emeklilik fonları
2020	Yastık altı altın ve nakit TL, sistem içi altın, döviz, hisse senedi
2021	Yastık altı altın ve nakit TL, sistem içi altın, döviz, hisse senedi
2022	Yastık altı altın ve nakit TL, sistem içi altın, döviz, hisse senedi
2023	Yastık altı altın ve nakit TL, sistem içi altın, döviz, hisse senedi

Kaynak: <https://www.tasarrufegilimleri.com> adresinden elde edilen sonuçlar ile oluşturulmuştur.

4.2. Araştırma Yöntemi

Çalışmanın analizinde ilk olarak serilerin doğal logaritması (ln) alınmıştır. Serilerin doğal logaritmasının alınmasının ardından Bai ve Perron (1998, 2003) tarafından önerilen Bai-Perron (BP) testi uygulanarak serilerde çoklu yapısal kırılmaların varlığı test edilmiştir. Tüm serilerde çoklu kırılmalar tespit edildiğinden serilerde çoklu kırılmaları dikkate alan Fouirer fonksiyonlu birim kök testleri uygulanarak serilerin durağanlığı

sınanmıştır. Son aşamada ise Shin (1994) (SHIN) eşbütünleşme testi ile Tsong vd. (2016) tarafından geliştirilen Fourirer Shin (FSHIN) eşbütünleşme testinden yararlanılarak değişkenler arası uzun dönemli ilişkiler analiz edilmiştir.

Çalışmada; doğal logaritması alınmış BİST100 endeksi, Binance Coin, Bitcoin, dolar kuru, Ethereum ve altın değişkenleri için sırasıyla LNBİST, LNBNN, LNBTC, LNDOLAR, LNETH ve LNGAU kısaltmaları kullanılmıştır.

4.2.1. Bai-Perron Yapısal Kırılma Testi

Bai ve Perron (1998, 2003), doğrusal regresyon modelinde, yapısal değişimlerin zamanını ve sayısını tespit etmeye yönelik farklı yapılarda testler önermişlerdir. Çalışmalarında, m kadar kırılmanın olduğu sıfır hipotezi, $m+1$ sayıda kırılma olan alternatif hipotez karşısında test edilmiştir.

Çalışmalarında m kırılma ($m+1$ farklı rejim) ile çoklu regresyon modelinin gösterimi aşağıda yer almaktadır (Bai ve Perron, 2003, s.2):

$$y_t = x_t' \beta + z_t' \delta_j + e_t \quad t = T_{j-1} + 1, \dots, T_j \quad j = 1, \dots, m+1$$

Modelde y_t bağımlı değişkeni; $x_t(p \times 1)$ ve $z_t(q \times 1)$ boyutlu değişkenler vektörünü; β ve δ_j ($j=1, \dots, m+1$) katsayılar vektörünü; e_t hata terimini; $(T_1, \dots, T_m)$ bilinmeyen kırılma noktalarını temsil etmektedir. Kurulan regresyon modeli EKK yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Çalışmalarında bilinmeyen regresyon katsayıları ile kırılma tarihlerinin birlikte belirlenmesi amaçlanmış ve model, kısmi yapısal değişim modeli olarak ifade edilmiştir (Bai ve Perron, 2003, s.2).

Bai ve Perron (1998, 2003), belirli bilgi kriterleri aracılığıyla yapısal kırılmaların sayısını tespit etmişlerdir. Bunlar; Bayesian Bilgi Kriteri (BIC), Schwarz Bilgi Kriteri (LWZ) ve Bai ve Perron (2003) tarafından önerilen, kırılmaların ardışık tahminleri aracılığıyla $SupF_T(m+1/m)$ test istatistiğine dayanan ardışık bilgi kriteridir. $SupF_T(m+1/m)$ test istatistiğine dayanan ardışık bilgi kriteri diğerlerine göre daha güvenilir sonuç vermektedir (Bai ve Perron, 2003, s.16). Bu çalışmada serilerdeki kırılmaların testi bu bilgi kriteri aracılığıyla sınanmıştır.

Serilerdeki çok sayıdaki yapısal kırılmaların varlığının analiz bulgularında hataya sebep olmasını önlemek amacıyla uygulamada bu kırılmalar dikkate alınmıştır. Bu amaç doğrultusunda, durağanlık sınaması gerçekleştirilmeden önce BP testi uygulanarak serilerde çoklu kırılma olup olmadığı test edilmiştir.

4.2.2. Durağanlık ve Birim Kök Kavramı

Ekonometrik çalışmalarda, verilerin zaman boyunca izlediği süreç, uygulanan yöntem açısından önemli bir unsurdur. Dolayısıyla bu sürecin ayrıca analiz edilmesi gerekmektedir. Çalışmalarda serilerin zaman boyunca ortalama ve varyanslarının sabit olduğu varsayımından hareket edilir ancak uygulamada yapılan varsayım ihlalleri açıklanmaya çalışılan ilişkilerden elde edilen sonuçların güvenilirliğini zedeleyebilmektedir (Greunen vd., 2014, s.2-3). Granger ve Newbold (1974), durağan olmayan iki seri kullanarak oluşturdukları regresyon modeli sonucunda sahte regresyon sorununu ortaya çıkabileceğini göstermişlerdir.

Yatay kesit verileriyle tahmin edilen regresyon modeli varsayımlarının zaman serisine uyarlanmış gösterimi aşağıda ifade edilmiştir (Stock ve Watsons, 2011, s.553):

- Hata teriminin koşullu ortalaması sıfırdır.
- Verilerin bugünkü dağılımı ile geçmiş dağılımları özdeşdir.
- Bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı bulunmamaktadır.

Bu varsayımlardan ikincisi zaman serisi çalışmalarında serilerin durağan olmasını gerektirmektedir. Ortalaması ve varyansı zaman çizgisinde değişmeyen seriler durağan olarak ifade edilir. Ayrıca iki zaman periyodu arasındaki kovaryansın değeri periyodlar arasındaki gecikmeye bağlıysa stokastik bir sürecin durağan olduğu belirtilmektedir (Gujarati, 2004, s.797).

Durağanlık kavramı zayıf (kovaryans durağan) ve güçlü durağanlık olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Zayıf durağanlıkta serinin ortalaması ve varyansı zamana bağlı olarak değişmemektedir. Zayıf durağanlığın yanı sıra uygulamada varsayımlarının test edilmesi zor olması sebebiyle pek kullanılmayan güçlü durağanlıkta, zaman serisinin ortak dağılım fonksiyonu zamana göre değişmemektedir. Güçlü durağanlığın pratikte sağlanması güçtür. Bu nedenle uygulamada zayıf durağanlık koşullarının sağlanması

yeterli görülmektedir. Dolayısıyla pratikte zayıf durağanlık ile ilgilenilmektedir (Tsay, 2005, s.25).

Uygulamada bir serinin durağan olarak tanımlanabilmesi için aşağıdaki koşulları taşıması gerekmektedir (Gujarati ve Porter, 2009, s.740):

- *Ortalama* : $E(y_t) = \mu$
- *Varyans*: $Var(y_t) = E(y_t - \mu)^2 = \gamma_0$
- *Kovaryans*: $\gamma_k = E[(y_t - \mu)(y_{t+k} - \mu)]$

Yukarıda gösterilen denklemlerde γ_k ; k periyod aralıklı y_t ve y_{t+k} değerleri arasındaki kovaryanstır. Eğer $k = 0$ ise, γ_0 elde edilir. Özetle, bir zaman serisi durağansa; ortalaması, varyansı ve otokovaryansı (çeşitli gecikmelerde) herhangi bir noktada ölçüldüğünde aynı kalmakta, zamanla değişmemektedir. Bu tür bir zaman serisi, ortalamasına dönme eğiliminde olacaktır. Serinin ortalamaya dönüş hızı ardışık ortak varyanslar ile ölçülebilmektedir (Gujarati ve Porter, 2009, s.740-741).

Gecikme işlemcisi aracılığıyla AR(p) aracılığıyla genel olarak aşağıdaki gibi yazılmaktadır:

$$\alpha(L)y_t = e_t \quad (1)$$

Modelde, $\alpha(L) = 1 - \alpha_1 L - \alpha_2 L^2 - \dots - \alpha_p L^p$ olarak yazılabilir. $\alpha(L)y_t = 0$ denklemi;

$$(1 - \lambda_1 L)(1 - \lambda_2 L) \dots (1 - \alpha_p L)y_t = 0 \quad (2)$$

(2) numaralı modelde elde edildiği gibi bu polinom çarpanlarına ayrılmaktadır. Burada p ; polinomun derecesi, λ_i 'ler (1) ile verilen fark denkleminin (AR(p) süreci) kökleridir. Herhangi bir kökün mutlak değer olarak 1'e eşit olması, y_t sürecinin stokastik trend içerdiği yani veriyi üreten süreç üzerindeki şokların etkisinin kalıcı olduğuna işaret etmektedir (Hamilton, 2020). Büyüklüğü 1'e eşit olan köklerin sayısı seriyi üreten sürecin

bütünleşme derecesini göstermektedir.

Zaman serilerinde stokastik trend ile deterministik trendin varlığı serilerin durağan olmamasına yol açmaktadır. Durağan olmayan bir seride deterministik trend yoksa stokastik trendin varlığı sınanır. Zaman serileri çalışmalarında seriyi stokastik trendden arındırma işlemi ise serinin farkını alarak gerçekleştirilmektedir (Gujarati, 2004, s.802).

Zaman serilerinde yapılan tahminlerden elde edilen sonuçların güvenilirliği için serilerin durağanlığının tespiti önemli bir konuyu teşkil etmektedir. Bu doğrultuda durağanlığın tespiti için birim kök testlerinden yararlanılmaktadır. Literatürde, serideki yapısal değişimleri dikkate almayan geleneksel birim kök testleri ile ekonomik göstergelerdeki ani değişimler veya kırılmalar sebebiyle ortaya çıkan yapısal kırılmaları modelleyen yapısal kırılmalı birim kök testleri bulunmaktadır. Çalışmanın bir sonraki kısmında sınıflandırılan birim kök testleri açıklanmıştır.

4.3. Geleneksel Birim Kök Testleri

Serilerdeki kırılmaları modele dahil etmeyen geleneksel birim kök testlerinde yalnızca serilerin zaman çizgisinde ortalama ve varyanslarının değişimleriyle ilgilenilmektedir. Dolayısıyla, geleneksel birim kök testlerinin kullanıldığı çalışmalarda yapısal kırılmalar göz ardı edilmektedir.

Geleneksel birim kök testlerinin başlangıcı, Dickey ve Fuller (1979)'ın çalışmasına dayanmaktadır. Dickey ve Fuller (DF) (1979) tarafından yapılan çalışmadan hareketle geliştirilen Genişletilmiş Dickey Fuller (Augmented Dickey Fuller, ADF) (1981) ve Phillips Perron (PP) (1988), Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) (1988), Elliott, Rothenberg ve Stock DF-GLS Birim Kök Testi (1996) (DF-GLS), Ng ve Perron (2001) birim kök testleri literatüre kazandırılmıştır.

Çalışmanın bir sonraki kısmında yukarıda belirtilen birim kök testlerinden DF, ADF, KPSS ve DF-GLS birim kök testleri açıklanmıştır.

4.3.1. Dickey-Fuller Birim Kök Testi

Çalışmalarda kullanılan birim kök testleri, serilerin durağanlıklarını sınama amacıyla geliştirilmiştir. Birim kök testlerinin öncüsü olan Dickey ve Fuller (1979)'ın çalışmasında durağanlık, sistematik olarak test edilmiştir. Çalışmalarında otogresif süreç aşağıdaki gibi ifade edilmiştir (Dickey ve Fuller, 1979, s.427):

$$y_t = \rho y_{t-1} + e_t \quad t = 1, 2, \dots \quad (3)$$

Denklemden $y_0 = 0$, ρ ; reel bir sayı, $\{e_t\}$; sıfır ortalama ve σ^2 varyansı sabit normal dağılımlı seriyi belirtir. Burada;

- Eğer $\rho < 1$ ise; seri durağandır.
- Eğer $\rho = 1$ seri durağan değildir. y_t 'nin varyansı $t\sigma^2$ 'dir ve bu zaman serisi “rassal yürüyüş” şeklinde ifade edilir.
- Eğer $\rho > 1$ ise; seri durağan değildir. Dolayısıyla, t arttıkça serinin varyansı katlanarak büyümektedir.

Uygulamada (3) numaralı denklem ile verilen modelin her iki tarafından y_{t-1} çıkartılarak ilgili model aşağıdaki gibi yeniden düzenlenmektedir:

$$\begin{aligned} y_t - y_{t-1} &= \rho y_{t-1} - y_{t-1} + e_t \\ y_t - y_{t-1} &= y_{t-1}(\rho - 1) + e_t \\ \Delta y_t &= \delta y_{t-1} + e_t \end{aligned} \quad (4)$$

(4) numaralı modelde Δ ; fark alma işlemcisiyken $\delta = (\rho - 1)$ 'dir.

Dickey ve Fuller (1979), birim kökün varlığının sınanması için veriyi üreten süreci en iyi şekilde modellenenebilmesi için aşağıdaki iki modelin de kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

$$\text{Model (sabitli)} : \Delta y_t = \mu + \delta y_{t-1} + e_t \quad t = 1, 2, \dots \quad (5)$$

$$\text{Model (sabitli ve trendli)} : \Delta y_t = \mu + \beta t + \delta y_{t-1} + e_t \quad t = 1, 2, \dots \quad (6)$$

(4) numaralı denklemde verilen modele sabit terim eklenmesiyle (5) numaralı model, hem sabit hem trendin eklenmesiyle (6) numaralı model ortaya çıkmaktadır. Çalışmada birim kök sınaması için oluşturulan test hipotezleri aşağıda gösterilmiştir:

$H_0: \delta = 0$ (seri stokastik trend içeriyor, test modelinde birim kök bulunmaktadır).

$H_1: \delta < 0$ (seri stokastik trend içermiyor, test modelinde birim kök bulunmamaktadır).

DF birim kök testi, (3)'te yer alan δ katsayısının anlamlılığını temel almaktadır. Hipotez testinde kullanılacak test istatistiği ise aşağıdaki gibidir (Dickey ve Fuller, 1979, s.428):

$$\tau = \frac{\delta}{S(\delta)} \quad (7)$$

Hipotezin test edilmesi için δ 'nın tahmini ve standart hatası EKK yöntemi ile hesaplanarak τ istatistiği elde edilmektedir. Dolayısıyla, (7) numaradan elde edilen τ istatistiği ile Dickey ve Fuller (1979) tarafından oluşturulan tablo değeriyle kıyaslanır ve hipotez kabul veya reddedilir. Eğer τ istatistiği $>$ DF kritik değeri ise hipotez kabul edilmemektedir.

4.3.2. Genişletilmiş Dickey Fuller Birim Kök Testi

Dickey ve Fuller (1979), çalışmalarında hata teriminin ardışık değerleri ile ilişkisinin olmadığı, diğer bir ifade ile hata teriminin otokorelasyon içermediği varsayımını temel almaktadır. Dickey ve Fuller (1981) tarafından geliştirilen yeni çalışmayla, bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri DF (1979) regresyon denklemine eklenerek hata terimlerindeki otokorelasyon sorunu çözülmüştür (Enders ve Liu, 2014, s.2-3).

DF birim kök testi denklemine Δy_t 'nin gecikmeli değerleri eklenmesiyle elde edilen ADF birim kök testinin model tahminine aşağıda yer verilmiştir (Gujarati ve Porter, 2009, s.757). Burada yer alan modellerde üç farklı koşul için sınama yapılır. Bunlar; sabitsiz, trendsiz; sabitli; sabitli ve trendli modellerdir.

- Model (*sabitsiz, trendsiz*) : $\Delta y_t = \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^k a_i \Delta y_{t-i} + e_t$
- Model (*sabitli*) : $\Delta y_t = \mu + \delta y_t + \sum_{i=1}^k a_i \Delta y_{t-i} + e_t$
- Model (*sabitli ve trendli*) : $\Delta y_t = \mu + \beta t + \delta y_t + \sum_{i=1}^k a_i \Delta y_{t-i} + e_t$

Dickey ve Fuller (1981), Dickey ve Fuller (1979) çalışmasına benzer şekilde birim kök sınavasını $\delta = 0$ (*seri durağan değildir*) boş hipoteziyle sınamışlardır. Sonuç olarak, H_0 hipotezi reddedilirse serinin stokastik trend içermediği ifade edilir. Bu durumda, serinin farkı alınarak yeniden birim kök sınavası uygulanır.

4.3.3. Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin Birim Kök Testi

Literatürde yer alan birim kök testlerinden farklı olarak Kwiatkowski vd. (1992) tarafından geliştirilen durağanlık testinin boş hipotezi (trend) durağanlığın varlığıdır. Kwiatkowski vd. (1992), çalışmalarında kurulan boş hipotezde serinin deterministik bir trend etrafında durağan olduğu belirtilmiş ve serilerin durağanlığı sınıandığı için bu test durağanlık testi olarak literatürde yer almıştır.

KPSS (1992) testinde durağanlık sınavası için kurulan model aşağıdaki gibi gösterilmiştir:

$$y_t = \mu + \beta t + r_t + e_t \quad (8)$$

$$r_t = r_{t-1} + u_t \quad (9)$$

(8) numaralı denklemde t ; deterministik trendi, r_t ; rassal yürüyüş süreci, e_t ; durağan hataları temsil etmektedir. Çalışmada u_t 'nin durağan olduğundan hareketle boş hipotez y_t 'nin (trend) durağan olacak şekilde kurulmuştur. σ_u^2 ; u_t 'nin varyansını göstermek üzere durağanlık sınavası için kullanılan hipotezler aşağıdaki gibi gösterilmiştir (Kwiatkowski vd., 1992):

$H_0 : \sigma_u^2 = 0$ serinin (trend) durağan olduğunu,

$H_1 : \sigma_u^2 > 0$ serinin durağan olmadığını ifade etmektedir.

Kwiatkowski vd. (1992), sıfır hipotezinin test edilmesinde test istatistiği olarak Lagrange çarpanı (LM) kullanılmasını önermişlerdir. Test için kritik değerler çalışmalarında tablo şeklinde gösterilmiştir. Test sonucunda test istatistiği > tablo değerinden ise sıfır hipotezi reddedilir ve serinin durağan olmadığı sonucuna varılır.

4.3.4. Elliott, Rothenberg ve Stock DF-GLS Birim Kök Testi

Fuller (1976) ve Dickey ve Fuller (1979) tarafından yapılan çalışmaları takiben ortaya çıkan çalışmalarla, bir zaman serisinin sıfıncı dereceden entegre olduğu hipotezine karşı birinci dereceden entegre olduğu hipotezini test etmek için çok sayıda alternatif prosedür geliştirilmiştir. Bunlardan biri de Elliott, Rothenberg ve Stock (1996) tarafından geliştirilen Dickey Fuller-General Local Squares (DF-GLS) testidir. Bu test, bilinmeyen bir ortalama veya trend mevcut olduğunda ADF için kullanılan t testinin modifiye edilmiş bir versiyonudur. Elliott vd. (1996), seride bilinmeyen deterministik bileşenler mevcut olduğunda bu testin ADF testinden daha güçlü sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

DF-GLS test denklemi iki aşamada elde edilmektedir. İlk adımda, seri deterministik bileşenlerden arındırılır. Bu amaçla, serinin bu bileşenler üzerine kurulan regresyondan elde edilen kalıntılar kullanılır. Serinin trendden arındırma işlemi aşağıdaki gibi gösterilmiştir (Elliott vd., 1996, s.824):

$$y_t^d = y_t - \tilde{\beta}' z_t \quad (10)$$

İkinci adımda ise bu kalıntılar kullanılarak aşağıdaki ADF test denklemi tahmin edilir (Elliott vd., 1996, s.824):

$$\Delta y_t^d = a_0 y_{t-1}^d + a_1 \Delta y_{t-1}^d + \dots + a_p \Delta y_{t-p}^d + u_t. \quad (11)$$

Tahmin edilen bu denklem için $\alpha_0 = 0$ boş hipotezi $\alpha_0 < 0$ alternatifine karşı t istatistiği kullanılarak test edilir. Yani, DF-GLS birim kök testi, deterministik bileşenlerden (trend ve/veya sabit) arındırılmış seri için klasik ADF testinin uygulanmasıdır.

4.4. Yapısal Değişimlere İzin Veren Birim Kök Testleri

Ekonometride zaman serileri ile çalışmalar yapılırken serilerde ani düşüş ya da yükselişler görülebilmektedir. Özellikle makroekonomik değişkenlerde gözlenen yapısal değişimler ve bu değişimlerin uygun modellenmemesi çalışmalardan elde edilen durağanlık test sonuçlarının güvenilirliğini azaltmaktadır. Bu durum, kullanılan serilerdeki kırılmaların sayısı ve süresi dikkate alınarak gerçekleştirilen durağanlık sınamalarının önemini ortaya çıkarmıştır (Becker vd., 2006, s.381).

Perron (1989), çalışmasında yapısal kırılmaları tahmin modeline ekleyerek kırılmalı birim kök testlerinin öncüsü niteliğine sahip olmakla birlikte bu alandaki çalışmaların gelişimine katkı sağlamıştır. Bu çalışmadan hareketle serilerin kırılma sayısı, yapısı ve tarihleri göz önüne alınarak Zivot-Andrews (1992), Lumsdaine ve Papell (1997), Lee-Strazicich (2003), Kapetanios (2005), Carrion-i-Silvestre vd. (2009) ve Narayan ve Popp (2010) çalışmaları literatürde yerini almıştır.

4.5. Fourier Fonksiyonlu Birim Kök Testlerinin Gelişimi

Perron (1989)'un dışsal olarak belirlediği bir yapısal kırılmanın varlığına izin veren birim kök testini takiben yapısal kırılmaları içeren kırılmalı birim kök testleri literatürde yerini almaya başlamıştır. Perron (1989), Nelson ve Plosser (1982)'un çalışmasındaki veri setini kullanarak 1929 Buhranı ile 1979 yılındaki petrol krizinin serilerdeki etkisini incelemiştir. Çalışmasında, bu iki şokun seriler üzerinde kalıcı bir etki yarattığını ve yapısal değişimlerin göz ardı edilerek birim kök sınaması gerçekleştirildiğinde durağanlığa ilişkin sonuçların yanıltıcı olabileceğini belirtmiştir. Ancak Perron (1989)'un çalışması; kırılma tarihinin önceden bilindiği ve kırılma sayısının bir olduğu durumlarda kullanılabilen, Dickey-Fuller denklemine bu şokların dahil edildiği birim kök testi olarak ifade edilmektedir. Dolayısıyla kırılma sayısının birden fazla olduğu veya kırılmaların önceden bilinmediği noktalarda, bu testten yararlanma imkânı bulunmamaktadır.

Perron (1989)'a yapılan kırılma tarihi ve sayısının önceden dışsal olarak

belirlenmesine yönelik eleştiriler, yapısal kırılmaların içsel olarak belirlendiği çalışmaların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu eleştirilerin odak noktası, kırılma sayısı ve tarihlerini belirlemede olası hataların, çalışmadan elde edilecek sonuçları da doğrudan etkilemesinden kaynaklanmaktadır (Enders ve Lee, 2004, s.1).

Perron (1989)'un çalışmasına yöneltilen eleştirilerden hareketle Zivot ve Andrews (1992), Perron (1994), Lumsdaine ve Papell (1997), Clemente vd. (1998) ve Lee ve Strazicich (2003) çalışmaları ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalarda ise kırılma sayılarının içsel olarak belirlenmesi yeni bir eleştiri konusu olmuştur. Yalnızca bir kırılmaya veya yalnızca iki kırılmaya izin veren birim kök testlerinde kırılma sayısının ilgili teste uygun olmaması hatalı sonuçlara sebebiyet vermektedir. Bu durum, yapısal kırılmaların sayısını ve tarihini önceden belirleme ihtiyacını ortadan kaldıran Fourier fonksiyonlu birim kök testlerinin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır (Enders ve Lee, 2012, s.196).

Gallant (1984), Davies (1987), Gallant ve Souza (1991) ve Becker vd. (2004), çalışmalarında Fourier yaklaşımının, seçilmiş bir frekans bileşeni kullanılarak kendi periyodunda gerçekleşmemesine rağmen bilinmeyen bir fonksiyonun davranışını yakalayabildiğini tespit etmişlerdir. Fourier fonksiyonlu birim kök testlerinin keskin değişimlerin yanı sıra kademeli değişimleri de yakaladığı gözlenmiştir (Becker vd., 2006, s.382).

Enders ve Lee (2004), çalışmalarında kırılma tarihlerini, kırılmaların sayısını ve kırılmaların biçimini seçme problemlerini ortadan kaldırarak tahmin denklemine uygun frekansın belirlenmesini önermişlerdir. Dolayısıyla tek bir frekans kullanarak bilinmeyen fonksiyonel formlara sahip yapısal kırılmalar içeren bir serinin davranışını modellemeyi amaçlamışlardır. Çalışmalarında, ani değişimler için kukla değişken önerilirken yumuşak kırılmaların varlığında bu testin kullanılmasının daha uygun olduğu belirtilmiştir (Enders ve Lee, 2004, s.3).

4.5.1. Becker, Enders ve Lee Fourier KPSS Birim Kök Testi

Becker vd. (2006), çalışmalarında keskin ve ani değişimlerle beraber kademeli değişimleri de yakalayabilen ve kırılmaların sayısının, yapısının ve tarihinin bilinmesine ihtiyaç duyulmayan birim kök testi geliştirmişlerdir. Fourier fonksiyonunu kullanarak KPSS (1992) durağanlık testine dayanan bu birim kök testinin boş hipotezi zayıf durağanlığı belirtmektedir.

Veri yaratma süreci aşağıdaki gibi gösterilmiştir (Becker vd., 2006: 382):

$$y_t = \beta t + d(t) + r_t + e_t \quad (12)$$

Denklemden yer alan r_t ; (9) numaralı denklemde tanımlandığı gibidir. $d(t)$ bilinmeyen kırılmaların sayısı ve yapısının bir fonksiyonunu temsil etmekte ve oluşturulan Fourier modeli aşağıda gösterilmektedir (Becker vd., 2006, s.383):

$$d(t) = \alpha + \sum_{k=1}^n \theta_{1k} \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{k=1}^n \theta_{2k} \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right); \quad n < \frac{T}{2} \quad (13)$$

Denklemden n ; yakınsama için olabilecek tüm frekansların sayısı ve k ; belirli bir frekans sayısını gösterir. $\sigma_u^2 = 0$ şeklindeki boş hipotez altında (8) numaralı denklemde belirtilen süreç durağan olarak ifade edilir. $n = \frac{T}{2}$ ise; $d(t)$ iyi bir uyum gösterecektir. Tek bir frekans bileşiminin kullanıldığı Fourier yaklaşımı yardımıyla elde edilen model aşağıdaki gibidir (Becker vd., 2006, s.384):

$$d(t) \cong \alpha + \theta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \theta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \quad (14)$$

Denklemden $[\gamma_1, \gamma_2]$; frekansın genişliğini ölçmektedir. Aşağıdaki regresyon modeli tahmin edilerek test istatistiği elde edilmektedir:

$$y_t = d(t) + r_t + e_t \quad (15)$$

$$y_t = \beta t + d(t) + r_t + e_t \quad (16)$$

(15) numaralı denklem üzerinden düzeyde durağanlık boş hipotezi, (16) numaralı denklem üzerinden ise trend durağanlık boş hipotezi KPSS testine benzer şekilde (9) numaralı denklem aracılığıyla test edilmektedir. $\tau_\mu(k)$; denklem (12)'nin ve $\tau_\tau(k)$;

denklem (17)'nin test istatistiğini göstermekte aşağıdaki gibi elde edilmektedir (Becker vd., 2006: 385):

$$\tau_{FKPSS} = \frac{1}{T^2} \frac{\sum_{t=1}^T S_t(k)^2}{\sigma_u^2} \quad (17)$$

FKPSS durağanlık sınaması sonucunda sıfır hipotezinin ($\sigma_u^2 = 0$) reddi durumunda test modelinin birim kök içerdiği tespit edilmektedir (Becker vd., 2006: 385).

4.5.2. Enders ve Lee Fourier DF Birim Kök Testi

Enders ve Lee (2012a) çalışmalarında Dickey-Fuller denklemlerine dayalı Fourier fonksiyonlu yeni birim kök testi geliştirmişlerdir. Çalışmada, y_t için veri yaratma süreci aşağıdaki gibi gösterilmiştir:

$$y_t = d(t) + \rho y_{t-1} + \beta t + e_t \quad (18)$$

Denklemden $d(t)$; (12)'de tanımlandığı gibidir. Burada amaç, $\rho = 1$ için birim kökün boş hipotezini test etmektir. Deterministik terimin yapısının bilinmediği durumlarda, hipotez testinin sonuçları hatalı olacaktır. Kırılma ya da doğrusal olmayan trend mevcutsa en az bir Fourier fonksiyonunun kullanılmasının uygun olacağı ifade edilerek Enders ve Lee (2012a) tarafından aşağıdaki model önerilmiştir:

$$\Delta y_t = \mu + \beta t + \delta y_{t-1} + \gamma_1 \Delta \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_2 \Delta \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + e_t \quad (19)$$

Modelde $\delta = 0$ boş hipotezi için t istatistiği τ_{DF_t} şeklinde gösterilmiştir. Burada Enders ve Lee (2012a) tarafından vurgulanan nokta, diğer Fourier testlerinin aksine birim kökün boş hipotezi için kritik değerlerin, Fourier terimlerinin katsayılarına veya diğer deterministik terimlere bağlı olmamasıdır. Birim kökün boş hipotezinin kritik değerleri k (frekans sayısı) ve T (örneklem büyüklüğü)'ye bağlıdır (Enders ve Lee, 2012a, s.197):

Fourier fonksiyonu ile gerçekleştirilen birim kök testinde, $1 \leq k \leq 5$ olmak koşuluyla k 'nın tamsayı değerleri için EKK yöntemi ile (13) numaralı model tahmin edilir ve kalıntı kareler toplamını en küçük yapan k değeri belirlenir. Belirlenen bu frekansta test gerçekleştirilir.

4.5.3. Rodrigues ve Taylor Fourier LGLS Birim Kök Testi

Rodrigues ve Taylor (2012) çalışmalarında Elliott, Rothenberg ve Stock (1996) tarafından önerilen trendden arındırma sürecinde lokal genelleştirilmiş (local generalised) en küçük kareler (GLS) temel alınarak Fourier yaklaşımının kullanıldığı FLGLS testini geliştirmişlerdir. Rodrigues ve Taylor (2012), elde edilen sonuçları DF ve LM tabanlı Enders ve Lee (2012a, 2012b) çalışmaları ile karşılaştırmayı amaçlamışlardır.

Rodrigues ve Taylor (2012), veri yaratma sürecini aşağıdaki gibi tanımlamışlardır:

$$y_t = \mu + \beta t + d(t) + x_t \quad t = 1, \dots, T \quad (20)$$

$$x_t = \rho x_{t-1} + u_t \quad (21)$$

Diğer Fourier durağanlık testlerine benzer şekilde (21) numaralı model için $\rho = 1$ boş hipotezi test edilmektedir.

Rodrigues ve Taylor (2012b), FLGLS birim kök testinin, Enders ve Lee (2012a) ve Enders ve Lee (2012b) testleriyle karşılaştırıldığında, daha güçlü sonuç verdiği belirtilmiştir.

4.6. Eşbütünleşme

İstatistiksel analiz yöntemlerinin büyük bir kısmı kullanılan verilerin zaman serilerinin durağan olduğu varsayımından hareket etmesine rağmen finansal ve iktisadi serilerin genellikle durağan olmayan süreçler tarafından üretildiği gözlemlenmektedir (Öztürk, 2011, s.6). Granger ve Newbold (1974) çalışmasında sahte regresyon problemi olarak adlandırdıkları durum, durağan olmayan seriler ile regresyon analizi yapıldığında normal şartlarda birbiri ile ilişkili olmayan değişkenlerin aksi bir görünüm sergileyebileceklerini göstermişlerdir.

Sahte regresyon problemi ile karşılaşılması için stokastik trend içeren seriler kullanıldığında eşbütünleşme analizi yapılmalıdır. Eşbütünleşme analizi, değişkenler arasında uzun dönemde birlikte hareketin olup olmadığını belirleme amaçlı kullanır (Gujarati ve Porter, 2009, s.762). Engle ve Granger (1987), eşbütünleşme kavramını, tek başına durağan olmayan serilerin doğrusal kombinasyonlarının durağan olması şeklinde tanımlamışlardır. Burada serilerin aynı dereceden eşbütünleşik olması analiz için önemli bir husustur (Pesaran vd., 2001, s.290-291).

4.6.1. Engle ve Granger Eşbütünleşme Testi

Literatürde ilk olarak Granger (1981)'in çalışmasıyla incelenen eşbütünleşme ve hata düzeltme modelleri arasındaki ilişki, Engle ve Granger (1987) tarafından yapılan çalışmayla genişletilmiştir. Engle ve Granger (1987), durağan olmayan değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin araştırılmasına imkân sağlayan ve literatürde onların isimleriyle anılan ilk yöntemi önermişlerdir.

Engle ve Granger (1987) tarafından geliştirilen eşbütünleşme analizi, tek bir eşbütünleşme ilişkisi için kullanılabilen ve iki adımdan oluşan bir analizdir. Bu analizin ilk adımında aynı dereceden bütünleşik değişkenler ile kurulan regresyon modeli EKK yöntemi ile tahmin edilir ve aşağıdaki gibi gösterilir:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + e_t \quad (22)$$

(22) numaralı denklemde Y_t , X_t $I(1)$ süreçli bir seri ve e_t hata terimidir. İkinci adımda ise kalıntılar hesaplanır ve kalıntılara birim kök sınaması yapılır. Hata teriminin durağan çıkması durumunda eşbütünleşmenin varlığı tespit edilir (Engle ve Granger, 1987, s.254).

4.6.2. Shin Eşbütünleşme Testi

Granger (1981) ve Engle ve Granger (1987)'in çalışmaları sonrasında eşbütünleşme konusuna ilgi hızla artmış bunun akabinde eşbütünleşme ilişkilerinin test ve tahmin edilmesine yönelik birçok çalışma ortaya çıkmıştır. Yapılan çalışmaların çoğunda, boş hipotez 'eşbütünleşme yoktur' şeklinde kurulurken Shin (1994) diğer çalışmalardan farklı olarak boş hipotezde eşbütünleşmenin varlığını test etmiştir. Bu testin veri yaratma süreci (8) numaralı denklemde verilen Kwiatkowski vd. (1992) test

denkleminde dayanmaktadır. Eşbütünleşme sınaması için Shin (1994) tarafından önerilen regresyon modeli aşağıda yer almaktadır (gerektiği durumlarda trend ve sabit veya sadece sabit gibi deterministik bileşenler modele eklenebilir):

$$y_t = x_t' \beta + \eta_t \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (23)$$

Burada KPSS testinde kullanılan süreçlere benzer olarak;

$$\eta_t = \omega_t + v_{1t} \quad (24)$$

$$\omega_t = \omega_{t-1} + u_t, \quad \omega_0 = 0, \quad (25)$$

$$x_t = x_{t-1} + v_{2t} \quad (26)$$

Burada $y_t \sim I(1)$ ve x_t , $I(1)$ değişkenlerden oluşan m boyutlu bir vektördür. u_t ; sıfır ortalamalı ve σ_u^2 varyanslıdır. Böylece ω_t rassal yürüyüş sürecini ifade eder. $v_{1t} \sim i.i.d.(0, \sigma^2)$ ve $v_{2t} \sim i.i.d.(0, \Sigma)$ olan m boyutlu hatalar vektördür.

Bu testin gerçekleştirilebilmesi için KPSS test denkleminde x_t regresörlerinin eklenmesidir. KPSS testinde olduğu gibi bu yöntemde de eşbütünleşme ilişkisinin varlığını test etmek için $\sigma_u^2 = 0$ boş hipotezi $\sigma_u^2 > 0$ alternatif hipotezine karşı sınanmaktadır (Shin, 1994, s.92-94). Dolayısıyla, bu yöntem KPSS testinin çok değişkenli uzantısı olarak tanımlanabilir. Ayrıca, çalışma sonunda boş hipotezin reddedilip reddedilmeyeceğini belirleyen kritik değerler tablo halinde yer almaktadır (Shin, 1994, s.106-107).

4.6.3. Tsong, Lee, Tsai ve Hu Fourier Eşbütünleşme Testi

Gregory ve Hansen (1999), Hatemi-J (2008) gibi çalışmalar sayesinde uzun dönemli ilişkiler incelenirken yapısal değişimlerin de dikkate alındığı çalışmalar literatüre kazandırılmış olsa da bu çalışmalarda kırılma sayısı ve yapısının dışsal olarak belirlenmesi Fourier fonksiyonlu eşbütünleşme testlerinin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır.

Tsong vd. (2016), Shin eşbütünleşme test denkleminde Fourier fonsiyonu ekleyerek literatürde Fourier Shin (FSHIN) olarak bilinen eşbütünleşme testini önermişlerdir. Bu testin test denklemi, FKPSS birim kök testinin test denklemi üzerine kurulmuştur. Dolayısıyla, FSHIN eşbütünleşme testinde de boş hipotez eşbütünleşme ilişkisinin varlığını, alternatif hipotez ise eşbütünleşme ilişkisinin yokluğunu test etmektedir.

FKPSS durağanlık denkleminde geliştirilen FSHIN eşbütünleşme testinde kurulan regresyon modeli aşağıda yer almaktadır (Tsong vd., 2016, s.1087):

$$y_t = f(t) + x_t' \beta + \eta_t \quad (27)$$

Modelde x_t , η_t sırasıyla (26) ve (24)'te tanımlandığı gibidir. Modelde deterministik trendi belirten $f(t)$ aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (Tsong vd., 2016, s.1088):

$$f(t) = \sum_{i=0}^m \delta_i t^i + d(t) \quad (28)$$

Burada $m=0$ sabitli durumu $m=1$ ise sabitli ve trendli durumu belirtmektedir ve $d(t)$ (13) numaralı denklemde verilen fonksiyondur. Bu yöntemde eşbütünleşme ilişkisinin varlığı $\sigma_u^2 = 0$ boş hipotezin $\sigma_u^2 > 0$ alternatif hipotezine karşı sınanmaktadır. Boş hipotezin kabulü y_t ve x_t arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığına işaretir.

Testin gerçekleştirilmesi için boş hipotez altında (27)'de yer alan regresyon modeli, Dinamik En Küçük Kareler (DOLS) yöntemi ile tahmin edilmektedir (bu durumda $\eta_t = v_{1t}$ olacaktır). FSHIN eşbütünleşme test istatistiği (CI_f^m) aşağıda yer almaktadır:

$$CI_f^m = T^{-2} \sigma_v^{-1} \sum_{t=1}^T S_t^2 \quad (29)$$

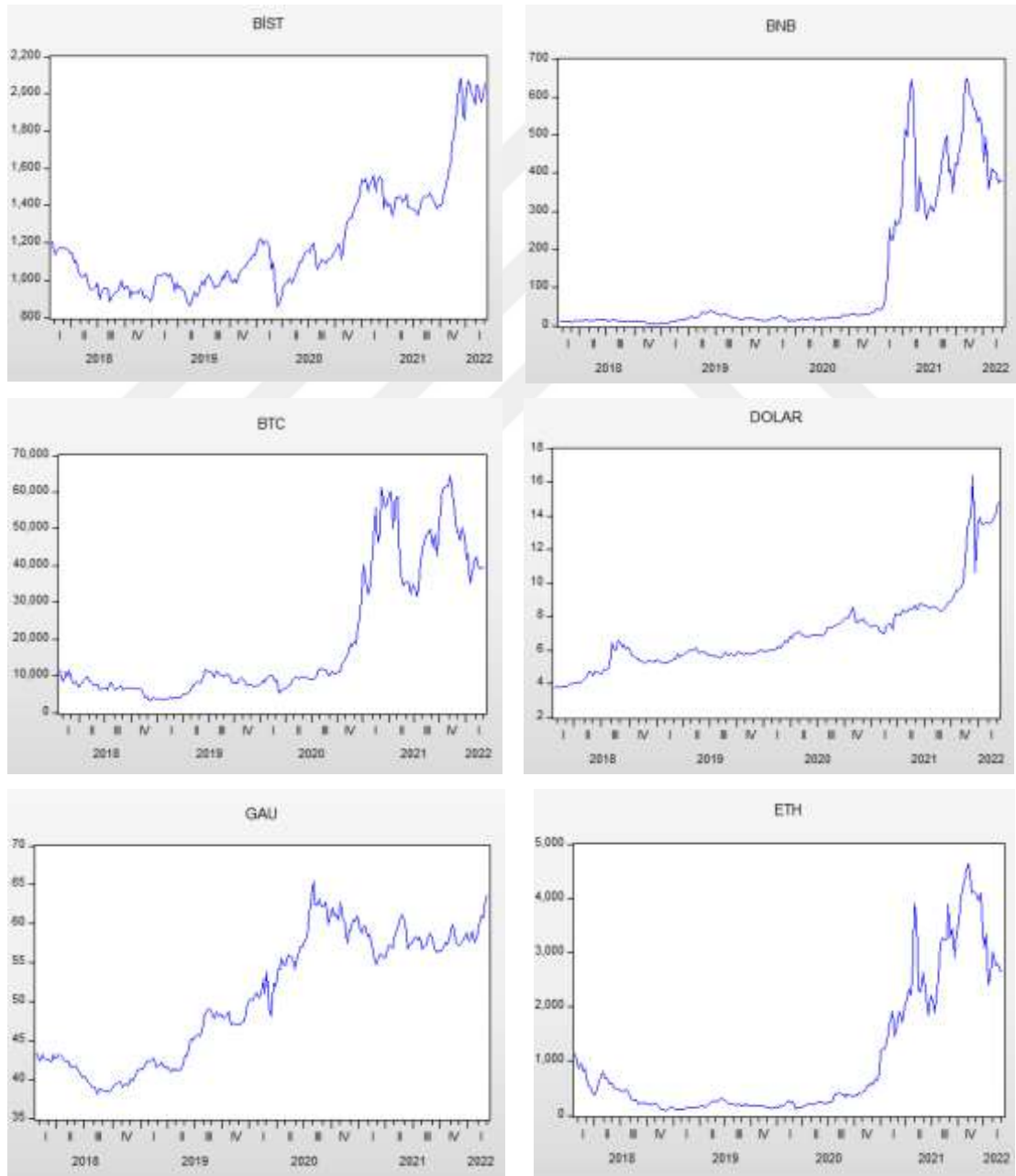
Burada $S_t = \sum_{i=1}^T \hat{v}_{1t}$; (27)'den elde edilen EKK kalıntılarının toplamı, σ_v^2 ise v_{1t} 'nin

uzun dönem varyansının tahmincisini yansıtmaktadır (Tsong vd., 2016, s.1092).

FSHIN eşbütünleşme testi, FKPSS testine benzer bir şekilde serilerdeki yapısal değişime karşın güçlü sonuçlar üretmektedir. (29)'dan elde edilen FSHIN test istatistiği kullanılarak yapılan test sonucunda boş hipotez reddedilirse değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket etmediği yani aralarında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı anlamına gelir.

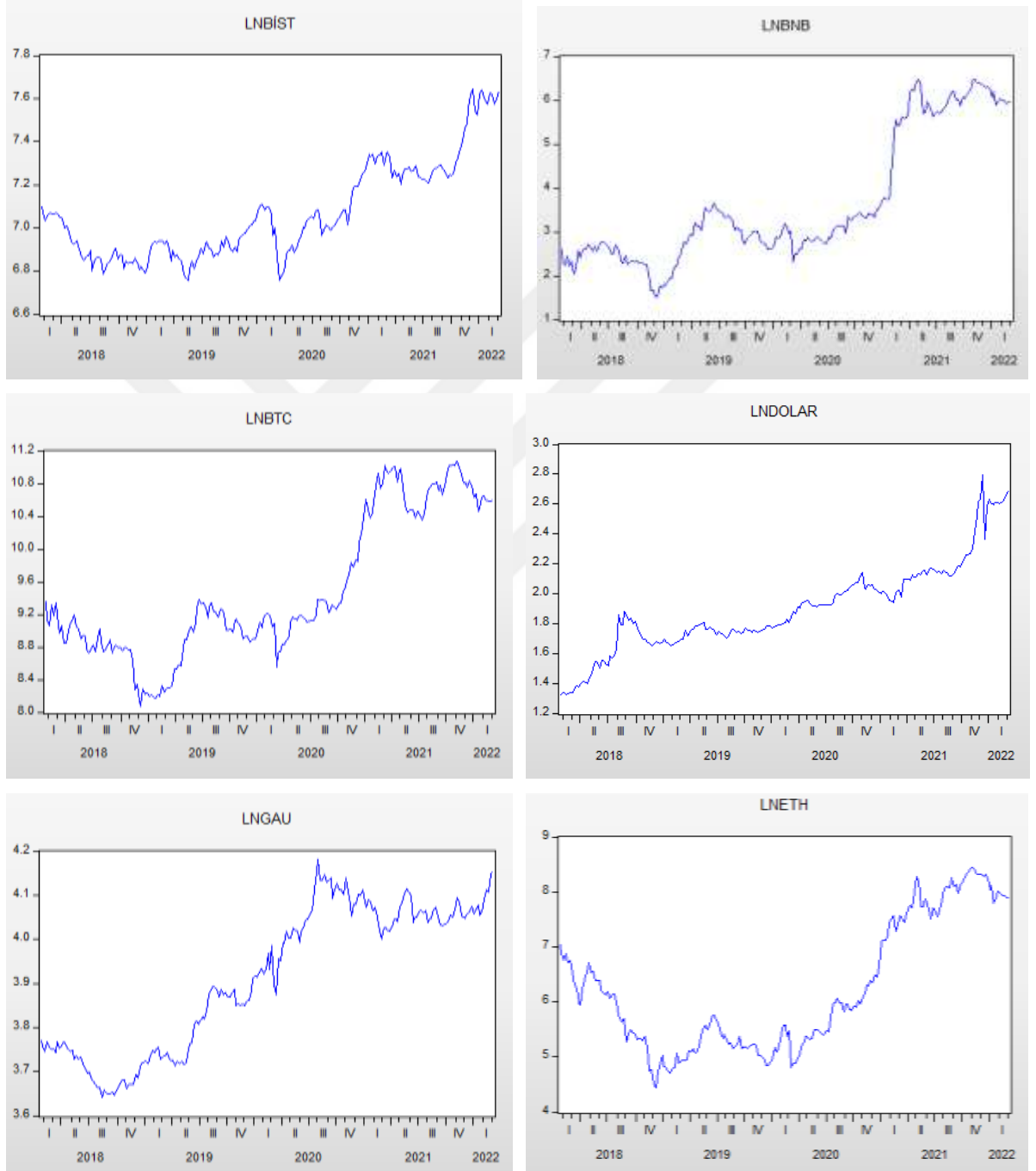
4.7. Araştırma Bulguları

Araştırma verileri bölümünde belirtildiği üzere çalışmada 19.01.2018 – 11.03.2022 dönemini kapsayan BİST, BNB, BTC, DOLAR, ETH, GAU değişkenlerinin haftalık verileri kullanılmıştır. Verilerin grafikleri Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Çalışmada yer alan serilere ait grafikler

Şekil 8’de çalışmada kullanılan serilerin analiz dönemi aralığındaki grafikleri yer almaktadır. Şekil 8’deki serilerin doğrusallaştırılması için verilere logaritmik dönüşüm uygulanmış ve dönüşüm uygulanan seriler LNBİST, LNBNB, LNBTC, LNDOLAR, LNETH ve LNGAU olarak ifade edilmiştir. Logaritmik dönüşüm uygulanan serilerin grafikleri Şekil 9’da gösterilmiştir.



Şekil 9. Doğal logaritması alınmış serilerin grafikleri

Şekil 9’da verilen grafikler serilerin yapısal kırılmalı olabileceği izlenimini vermektedir. Serilerde yapısal kırılmaların modellenmemesi elde edilecek test

sonuçlarının güvenilirliğini etkileyecektir. Her ne kadar Bai ve Perron (1998, 2003) tarafından önerilen yapısal kırılma testi durağan seriler için geçerli olsa da serilerde bir kırılma olup olmadığı konusunda genel bir fikir vermesi açısından Pascalau, Lee, Nazlioglu ve Lu (2022) takip edilerek Bai Perron testi bir ön test uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 8’de rapor edilmiştir.

Tablo 8.

BP Çoklu Yapısal Kırılma Test Sonuçları

Kırılma Sayısı		LNBİST	LNNBNB	LNBTC	LNDOLAR	LNETH	LNGAU
H_0	H_1	F-istatistiği	F-istatistiği	F-istatistiği	F-istatistiği	F-istatistiği	F-istatistiği
Düzye Kırılma							
0	1	651,224***	1937,928***	1226,010***	339,762***	863,944***	1066,167***
1	2	55,832***	203,018***	86,210***	96,192***	132,645***	138,108***
2	3	37,341***	28,733***	80,603***	127,491***	130,537***	77,569***
3	4	14,175***	27,514***	80,603***	32,435***	11,176	7,352
4	5	0,000	0,000	9,817	2,3117		
Düzye ve Trendde Kırılma							
0	1	133,384***	375,504***	158,245***	105,743***	374,991***	107,433***
1	2	40,661***	46,941***	119,596***	95,639***	68,019***	125,283***
2	3	42,537***	51,384***	27,470***	23,709***	101,068***	45,468***
3	4	34,641***	0,000	6,124	12,526***	0,000	16,489***
4	5	21,233***			3,506		10,295

***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10

Tablo 8’de yer alan Bai-Perron test sonuçlarında çalışmada yer alan tüm serilerde birden çok kırılma olduğu belirlenmiştir. Serilerde kırılmaların varlığı ise durağanlık analizinin yapısal kırılmaları modelleyen birim kök testleri ile yapılmasını gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla, bu çalışmada geleneksel birim kök testleri yerine yapısal kırılmaları modelleyen birim kök testleri kullanılmıştır. Fourier fonksiyonu serilerdeki hem ani hem de yumuşak kırılmaları iyi bir şekilde modelleyebildiğinden (Becker vd., 2006) çalışmada Fourier yaklaşımlı birim kök testleri tercih edilmiştir. Bu doğrultuda, doğal logaritması alınmış serilere doğrusal olmayan Fourier birim kök testlerinden Becker vd. (2006) tarafından geliştirilen Fourier KPSS (FKPSS), Enders ve Lee (2012) tarafından geliştirilen Fourier ADF (FADF) ve Rodrigues ve Taylor (2012) tarafından geliştirilen Fourier LGLS (FLGLS) birim kök testleri Nazlioglu (2021) tarafından oluşturulan TSPDLIB kütüphanesi kullanılarak Gauss 22.1 programı ile

gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda FKPSS birim kök testi sonuçları Tablo 9’da yer almaktadır.

Tablo 9.

FKPSS Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	Model	Tİ	F	Kritik Değer		
				1%	5%	10%
LNBİST	TS	0,415	1	0,072	0,055	0,047
	S	4,412	1	0,270	0,172	0,132
LNBNB	TS	0,662	1	0,072	0,055	0,047
	S	6,033	1	0,270	0,172	0,132
LNBTC	TS	0,587	1	0,072	0,055	0,047
	S	4,530	1	0,270	0,172	0,132
LNDOLAR	TS	0,513	1	0,072	0,055	0,047
	S	6,506	1	0,270	0,172	0,132
LNETH	TS	0,582	1	0,072	0,055	0,047
	S	4,123	1	0,270	0,172	0,132
LNGAU	TS	0,482	1	0,072	0,055	0,047
	S	4,831	1	0,270	0,172	0,132

Not. TS: trend ve sabit içeren model, S: sabit içeren model; F: frekans değeri, Tİ: test istatistiğidir. FKPSS testine ait kritik tablo değerleri Becker, Enders ve Lee (2006)’nin çalışmasından elde edilmiştir.

Tablo 9’da rapor edilen sonuçlara göre tüm seriler için frekans 1 olarak seçilmiştir. FKPSS durağanlık testinin sonuçları değerlendirildiğinde tüm seriler için durağanlık %1 önem düzeyinde reddedildiği dolayısı ile serilerin durağan olmadığı sonucuna varılmıştır.

FKPSS testinin ardından serilerin durağanlığı FADF birim kök testi ile de sınanmıştır. Test sonuçları Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10.

FADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	Model	Tİ	GU	F	Kritik Değer		
					1%	5%	10%
LNBİST	TS	-3,477	4	1	-4,870	-4,310	-4,020
	S	-1,196	4	1	-4,370	-3,780	-3,470
LNBNB	TS	-2,848	8	1	-4,870	-4,310	-4,020
	S	-1,888	0	1	-4,370	-3,780	-3,470
LNBTC	TS	-2,524	0	5	-4,180	-3,560	-3,240
	S	-0,458	0	5	-3,550	-2,940	-2,620
LNDOLAR	TS	-3,032	4	1	-4,870	-4,310	-4,020
	S	-0,540	1	1	-4,370	-3,780	-3,470
LNETH	TS	-2,562	6	5	-4,180	-3,560	-3,240
	S	-0,191	8	5	-3,550	-2,940	-2,620
LNGAU	TS	-2,494	1	2	-4,620	-4,010	-3,690
	S	-0,451	1	5	-3,550	-2,940	-2,620

Not. TS: trend ve sabit içeren model, S: sabit içeren model; F: frekans değeri, Tİ: test istatistiği, GU: gecikme uzunluğudur. FADF testine ait kritik tablo değerleri Enders ve Lee (2012)’nin çalışmasından elde edilmiştir.

FADF testi için gecikme uzunluklarının seçim kriteri olarak t istatistiği kullanılmıştır. Optimal frekans olarak minimum hata kareleri toplamını veren frekans büyüklüğü seçilmiştir. Test sonuçları incelendiğinde tüm seriler için boş hipotez kabul edildiği ve dolayısıyla çalışmada yer alan serilerin düzeyde durağan olmadığı belirlenmiştir.

Son olarak serilere FLGLS birim kök testi uygulanmıştır. İlgili test sonuçları Tablo 11’de sunulmuştur.

Tablo 11.

FLGLS Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	Model	Tİ	GU	F	Kritik Değer		
					1%	5%	10%
LNBİST	TS	-2,873	4	1	-4,593	-4,041	-3,749
	S	-0,308	4	3	-2,989	-2,226	-1,896
LNB NB	TS	-2,883	8	1	-4,593	-4,041	-3,749
	S	0,261	0	3	-2,989	-2,226	-1,896
LNBTC	TS	-2,426	0	1	-4,593	-4,041	-3,749
	S	-0,403	0	5	-2,840	-2,120	-1,787
LNDOLAR	TS	-3,075	4	1	-4,593	-4,041	-3,749
	S	1,930	1	4	-2,884	-2,179	-1,830
LNETH	TS	-2,771	8	1	-4,593	-4,041	-3,749
	S	-0,631	8	5	-2,840	-2,120	-1,787
LNGAU	TS	-2,708	1	1	-4,593	-4,041	-3,749
	S	0,226	1	2	-3,278	-2,473	-2,099

Not. TS: trend ve sabit içeren model, S: sabit içeren model; F: frekans değeri, Tİ: test istatistiği, GU: gecikme uzunluğudur. FLGLS testine ait kritik tablo değerleri Rodrigues ve Taylor (2012)’un çalışmasından elde edilmiştir.

FLGLS test denklemlerinin gecikme uzunluğu t istatistiğine göre seçilmiştir. Fourier fonksiyonunda optimal frekans FADF testinde olduğu gibi minimum hata kareleri toplamını veren frekans büyüklüğü seçilmiştir. Test sonuçlarına göre çalışmada yer alan serilerin düzeyde durağan olmadıkları belirlenmiştir.

Yapılan durağanlık testleri sonucunda serilerin düzeyde durağan olmadıkları belirlenmiştir. Serilerin bütünleşme derecesini belirlemek amacıyla birinci farkları alınmış ve filtrelenmiş bu serilere yeniden durağanlık testleri uygulanmıştır. Birinci farkı alınan LNBİST, LNB NB, LNBTC, LNDOLAR, LNETH ve LNGAU değişkenleri için sırasıyla DLNBİST, DLNB NB, DLNBTC, DLNDOLAR, DLNETH ve DLNGAU kısaltmaları kullanılmıştır.

Birinci farkı alınan seriler için yapısal kırılmanın dikkate alınması gerekip gerekmediğini belirlemek için ön test olarak yine Bai Perron çoklu yapısal kırılma testi

uygulanmıştır. Fark alma işlemi deterministik trendi elimine ettiğinden farkı alınmış seriler için sadece düzeyde kırılmaların varlığı test edilmiştir. Test sonuçları Tablo 12’de rapor edilmiştir.

Tablo 12.

BP Çoklu Yapısal Kırılma Sonuçları

Kırılma Sayısı		DLNBİST	DLNBNB	DLNBTC	DLNDOLAR	DLNETH	DLNGAU
H_0	H_1	F-istatistiği	F-istatistiği	F-istatistiği	F-istatistiği	F-istatistiği	F-istatistiği
Düzye Kırılma							
0	1	6,090	3,793	5,715	2,146	11,536***	3,301
1	2					2,742	

***p<0,01, **p<0,05, *p<0.10

Tablo 12’den elde edilen veriler ışığında sadece DLNETH serisinde 1 kırılma olduğu belirlenmiştir. Dolayısı ile DLNETH serisi için Fourier fonksiyonlu birim kök testleri (FKPSS, FADF ve FLGLS) uygulanmış ve test sonuçları Tablo 8’de sunulmuştur. DLNETH dışındaki serilerde yapısal kırılmalar tespit edilememesi nedeniyle bu serilerin durağanlık sınaması geleneksel birim kök testlerinden Dickey ve Fuller (1979, 1981) tarafından önerilen ADF birim kök testi, Kwiatkowski vd. (1988) tarafından önerilen KPSS testi ve Elliott vd. (1996) tarafından önerilen DF-GLS birim kök testleri kullanılarak yapılmıştır. Bu test sonuçları Tablo 13’te sunulmuştur.

Tablo 13.

FKPSS, FADF ve FLGLS Test Sonuçları

Değişken	Model	FKPSS			FADF			FLGLS		
		F	Tİ	GU	F	Tİ	GU	F	Tİ	
DLNETH	S	1	0,042	7	1	-7,148***	7	1	-4,586**	

Not. S: sabit içeren model; F: frekans değeri, Tİ: test istatistiğidir. Kritik tablo değerleri FKPSS testi için %1, %5 ve %10 önem düzeyinde sırasıyla 0,270, 0,172 ve 0,132; FADF testi için -4,370, -3,780 ve -3,470; FLGLS testi için -4,593, -4,041 ve -3,749’dur.

Tablo 13’te verilen DLNETH serisi FKPSS ve FADF test sonuçlarına göre %1 önem düzeyinde; FLGLS test sonuçlarına göre ise %5 önem düzeyinde durağan olduğu belirlenmiştir. Dolayısı ile LNETH serisi birinci dereceden bütünleşiktir (I(1)’dir).

Tablo 14.

ADF, KPSS ve DF-GLS Test Sonuçları

Değişken	Model	ADF		Model	KPSS		Model	DF-GLS	
		GU	Tİ		GU	Tİ		GU	Tİ
DLNBİST	S	3	-6.278810***	S	5	0.349496***	S	12	-1.785644***
	Y	3	-6.212053***						
DLNBNB	S	7	-3.738329***	S	4	0.172091***	S	7	-1.044253***
	Y	7	-3.901586***						
DLNBTC	S	0	-14.69507***	S	4	0.238520***	S	10	-0.669181***
	Y	0	-14.67111***						
DLNDOLAR	S	0	-20.30917***	S	4	0.140629***	S	0	-20.35682***
	Y	0	-6.263411***						
DLNGAU	S	0	-16.50088***	S	4	0.136124***	S	14	-0.838493***
	Y	0	-16.36672***						

Not. ***p<0,01. S sabit içeren test denklemini, Y yalın (sabit ve/veya trend içermeyen) test denklemini, Tİ test istatistiğini ve GU gecikme uzunluğunu ifade etmektedir.

Tablo 14'te yer verilen ADF, KPSS ve DF-GLS test sonuçları, tüm değişkenlerin birinci farklarının %1 önem düzeyinde durağan olduğunu göstermektedir. Bu; LNBİST, LNBNB, LNBTC, LNDOLAR ve LNGAU serilerinin birinci dereceden bütünleşik olduğu anlamına gelmektedir.

Yapılan durağanlık testleri aracılığı ile çalışmada kullanılan tüm serilerin birinci dereceden bütünleşik süreçler tarafından üretildiği sonucuna varıldığından değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiler eşbütünleşme analizi ile incelenebilir. Bu çalışmada değişkenler arası uzun dönemli ilişkilerin belirlenmesi için Tsong vd. (2016) tarafından önerilen Fourier fonksiyonlu SHIN (FSHIN) eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Kripto paraların diğer yatırım araçları ile uzun dönem ilişkileri incelenmeden önce, kripto paraların kendi aralarındaki uzun dönem ilişki analiz edilmiştir. Benzer şekilde, aynı portföyde yer almaları portföy çeşitlendirmesi ve risk dağıtımı açısından uygun olup olmayacağı konusunda fikir edinmek amacıyla çalışmada kullanılan kripto paralar dışındaki yatırım araçlarının kendi aralarındaki uzun dönem ilişkisi de analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15.

Kripto Paralar ve Yatırım Araçlarına İlişkin FSHIN Eşbütünleşme Test Sonuçları

Model	F- istatistiği	F	CI _f	Kritik Değerler		
				%1	5%	10%
LNBTC= $f(LNBNB, LNETH)$	OLS	2,857	1	0,047	0,155	0,092
	DOLS	3,427	1	0,024	0,155	0,092
LNBİST= $f(LNDOLAR, LNGAU)$	OLS	1,750	5	0,077	0,155	0,092
	DOLS	1,599	1	0,031	0,155	0,092

Not. CI_f: Tsong vd. (2016) test istatistiği, F; frekans değeridir.

Tablo 15’te OLS; Sıradan En Küçük Kareler Yöntemi (Ordinary Least Squares), DOLS; Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi (Dynamic Least Squares, DOLS)’ne ait test istatistikleridir. Elde edilen sonuçlar %5 önem düzeyinde değerlendirildiğinde LNBNB, LNBTC ve LNETH değişkenlerinin uzun dönemde birlikte hareket ettiği sonucuna varılmıştır.

Benzer şekilde, LNBİST, LNDOLAR ve LNGAU değişkenlerinin uzun dönemde birlikte hareket ettiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan, çalışmada kullanılan kripto paralar ile yatırım araçlarının kendi aralarında eşbütünleşik olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Her bir kripto para değişkeni ile yatırım araçları arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin incelendiği FSHIN eşbütünleşme test sonuçları Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16.

Kripto Paralar ile Yatırım Araçları Arasındaki FSHIN Eşbütünleşme Test Sonuçları

Model	F- istatistiği	F	CI _f	Kritik Değerler		
				%1	5%	10%
LNBNB= $f(LNBİST, LNDOLAR, LNGAU)$	OLS	72,516	2	1,384	0,215	0,132
	DOLS	88,431	2	0,831	0,215	0,132
LNETH= $f(LNBİST, LNDOLAR, LNGAU)$	OLS	302,545	1	0,375	0,055	0,042
	DOLS	177,913	1	0,324	0,055	0,042

Not. CI_f: Tsong vd. (2016) test istatistiği, F; frekans değeridir. LNBNB ve LNETH açıklanan değişkenleri göstermektedir. LNBİST, LNDOLAR ve LNGAU ise açıklayıcı değişkenleri belirtir ve sırasıyla $f(LNBİST, LNDOLAR, LNGAU)$ olarak verilmiştir.

Tablo 16’da rapor edilen sonuçlar, LNBNB ve LNETH için kurulan test denklemlerinde yapısal kırılmaların istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve adı geçen kripto paralar ile çalışmada kullanılan diğer yatırım araçları arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını göstermektedir.

Diğer test denklemlerinden farklı olarak LNBTC tüm makroekonomik değişkenlerin bir fonksiyonu olarak ifade edildiğinde Fourier fonksiyonu ile modellenen

bileşen istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Bu nedenle LNBTC ile LNBİST, LNDOLAR ve LNGAU değişkenleri arasındaki eşbütünleşme ilişkisi için Shin (1994) tarafından önerilen SHIN eşbütünleşme testinden yararlanılmıştır. Tablo 17’de test sonuçları verilmiştir.

Tablo 17.

SHIN Eşbütünleşme Test Sonuçları

Model		CI _m	Kritik Değerler		
			% 1	5 %	10 %
LNBTC= f(LNBİST, LNDOLAR, LNGAU)	OLS	0,165	0,271	0,159	0,121
	DOLS	0,732	0,271	0,159	0,121
	OLS	1,099	0,126	0,085	0,069
	DOLS	0,661	0,126	0,085	0,069

Not. CI_m : Shin (1994) test istatistiğidir. LNBTC açıklanan değişkendir. LNBİST, LNDOLAR ve LNGAU ise açıklayıcı değişkenleri belirtir ve sırasıyla f(LNBİST, LNDOLAR ve LNGAU) olarak verilmiştir.

Tablo 17’de rapor edilen sonuçlara göre, BTC ile BİST100, dolar ve altın arasında bir eşbütünleşme ilişkisi bulunamamıştır. Bu sonuç, İşcan (2020) çalışmasından elde edilen sonuçlar ile benzerdir. Ancak; İşcan (2020) çalışmasında BTC ile dolar kuru, BİST 100 endeksi ve faiz arasındaki uzun dönemli ilişkiler Johansen eşbütünleşme testi ile incelenmiştir.

Genel olarak ifade edilirse, çalışmada gerçekleştirilen eşbütünleşme analizlerine göre kripto paraların kendi aralarında yatırım araçlarının da kendi aralarında eşbütünleşik olduğu; ancak, kripto paraların yatırım araçları ile eşbütünleşik olmadığı yani, uzun dönemde beraber hareket etmedikleri bulgularına ulaşılmıştır. Elde edilen bu bulgular; Toprak ve Kubar (2023) çalışmasından elde edilen bulgular ile uyumludur. Toprak ve Kubar (2023) çalışmasında bu çalışmaya benzer şekilde değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi FSHIN eşbütünleşme testi ile analiz edilmiştir. Ancak; çalışmada seçili ülke borsaları ile BTC ve ETH arasındaki ilişkiler incelenmiş olup açıklanmaya çalışılan ilişkiler bu çalışmadan farklılık göstermektedir. İlave olarak; bu çalışmadan elde edilen sonuçlar; Laçın (2019), Telek ve Şit (2020), Koç ve Çaykara (2021), Gülcü ve Kıtık (2022), Akkaya ve Tuna (2023) çalışmalarından elde edilen sonuçlardan farklılık göstermektedir. Bu duruma ilişkin nedenler şu şekilde sıralanabilir; ilk olarak belirtilen çalışmalarda kullanılan değişkenler ile bu çalışmada kullanılan değişkenler tamamıyla benzerlik göstermemektedir. Belirtilen çalışmalar, Bitcoin ile dolar veya Bitcoin ile BİST 100 endeksi arasındaki ilişkileri incelemektedir. İkinci olarak, bu çalışmanın analiz

dönemi ile ilgili çalışmaların analiz dönemleri birbirlerinden farklılık göstermektedir. Diğer bir neden ise serilerde kırılmalar mevcut olduğunda kırılmalar modellenmeden uygulamalar yapıldığında elde edilen sonuçların güvenilirliği azalacağı için bu çalışmada ani ve yumuşak kırılmaları modelleyen Fourier fonksiyonlu birim kök ve eşbütünleşme testleri kullanılmıştır. Dolayısıyla, karşılaştırılan çalışmalarda geleneksel birim kök testleri ve eşbütünleşme testleri kullanıldığından elde edilen sonuçlar bu çalışmanın sonuçlarından farklılık göstermiş olabilir. Ek olarak; Çütçü ve Kılıç (2018) ile Gürbüz ve Zeren (2021)'in çalışmalarında Maki (2012) yapısal kırılmalı eşbütünleşme testi kullanılmasına rağmen sonuçların farklı olmasının nedeni, Fourier fonksiyonunun kırılmaları modelleme biçimi ile ilgili çalışmalarda kullanılan testin kırılmaları modelleme biçiminin birbirinden farklı olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

BÖLÜM V

SONUÇ

Tarihsel süreç içerisinde para olarak kullanılan araçlar sürekli olarak gelişme göstermiştir. Özellikle teknolojik gelişmelerin paranın şekli ve ödeme sistemlerinin gelişimi üzerinde önemli bir etkisi olmuştur. 19. yüzyılda gerçekleşen sanayi devriminin ardından 20. yüzyıl sonlarında gerçekleşen internet devrimi ile dünyada dijitalleşme hız kazanmıştır. Böylece, finansal sistemlerde dijitalleşmeye yönelik dönüşüm süreci yaşanmış ve dijitalleşmenin bir ürünü olan dijital varlıklar finansal piyasalarda yer almaya başlamıştır. Bu noktada, blok zincir teknolojisi kripto para birimlerinin de içinde bulunduğu dijital varlıkların transferini ve bu varlıkların güvenli bir şekilde depolanmasını sağlayan yeni bir teknoloji olarak ortaya çıkmıştır.

Blok zincir teknolojisi, kullanıcıların fonlarını güvenli bir şekilde transfer etmelerini sağlayan ve kullanıcılar arasındaki işlemleri kalıcı olarak kaydeden şeffaf ve dağıtık defterler olarak ifade edilebilir. Ayrıca blok zincirler, yeni kripto para birimlerinin oluşturulması da dahil olmak üzere tüm geçmiş kripto para işlemlerinin kayıtlarını taşımaktadır. Dolayısıyla ile bu teknolojinin ürünü olan kripto para birimleri ve bunlara ait işlemler dijital depolama alanlarında güvenli bir şekilde saklanmaktadır. Ayrıca, ödeme ve para transfer işlemlerinin aracı kuruma ihtiyaç duyulmadan daha hızlı, kolay ve az maliyetli bir şekilde dijital ortamlarda yapılmasına olanak sağlamıştır.

Bu çalışmada Bitcoin (BTC/USD), Ethereum (ETH/USD) ve Binance Coin (BNB/USD) ile dolar kuru (TRY/USD), altın (GAU/USD) ve BİST 100 endeksi arasındaki uzun dönemli ilişkiler araştırılmıştır. Çalışma, 19.01.2018 – 11.03.2022 tarihleri arasında haftalık veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın analizinde öncelikle Bai ve Perron (1998, 2003) tarafından önerilen BP testi uygulanarak serilerde çoklu yapısal kırılmaların varlığı test edilmiştir. Tüm serilerde çoklu kırılmalar tespit edildiğinden serilerde hem ani hem yumuşak kırılmaları modelleyen Foirer fonksiyonlu birim kök testleri uygulanarak serilerin durağanlığı sınanmıştır. FKPSS, FADF ve FLGLS durağanlık analizleri sonucunda serilerin düzeyde durağan olmadıkları belirlenmiştir. Dolayısıyla serilerin bütünleşme derecesini belirlemek amacıyla birinci farkları alınmış ve filtrelenmiş bu serilere yeniden BP çoklu yapısal kırılma testi gerçekleştirilmiştir. Birinci farkı alınan serilerden yalnızca ETH serisinde kırılmanın mevcut olduğunun belirlenmesiyle birlikte ETH serisi için yeniden Foirer fonksiyonlu

durağanlık testleri; diğer seriler için ise geleneksel birim kök testlerinden KPSS, ADF ve DF-GLS testleri uygulanmıştır. Birinci farkı alınan serilerin (DLNBİST, DLNBNB, DLNBTC, DLNDOLAR, DLNGAU ve DLNETH) durağan oldukları belirlenmiştir. Dolayısı ile tüm serilerin birinci dereceden bütünleşik süreçler tarafından üretildiği sonucuna varılmış ve değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin analizi için Tsong vd. (2016) tarafından geliştirilen FSHIN eşbütünleşme testi uygulanmıştır.

FSHIN eşbütünleşme testinde ilk olarak kripto para birimleri ve yatırım araçları olmak üzere iki ayrı model oluşturulmuştur. LNBPNB, LNBTC, LNETH ve LBİST, LNDOLAR, LNGAU serilerinden oluşan modellerde değişkenler arası eşbütünleşme ilişkisi test edilmiştir. FSHIN eşbütünleşme testinden elde edilen bulgular kurulan her iki modelde de serilerin kendi aralarında eşbütünleşik olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla test sonuçları BNB, BTC ve ETH kripto para birimlerinin; benzer şekilde BİST 100 endeksi, dolar ve altının uzun dönemde birlikte hareket ettiğini işaret etmiştir.

FSHIN eşbütünleşme testinde ikinci olarak ise her bir kripto para birimine karşılık yatırım araçları arasındaki eşbütünleşme ilişkisi incelenmiştir. Test sonuçlarında; LNBPNB ile LNBİST, LNDOLAR, LNGAU değişkenlerinin eşbütünleşme ilişkisinin incelendiği modelde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunamamıştır. Benzer şekilde, LNETH ile LNBİST, LNDOLAR, LNGAU değişkenlerinin eşbütünleşme ilişkisinin incelendiği bir sonraki modelde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunamamıştır. LNBTC ile LNBİST, LNDOLAR, LNGAU değişkenlerinin eşbütünleşme ilişkisinin incelendiği modelde ise Fourier fonksiyonu ile modellenen bileşen istatistiksel olarak anlamsız bulunduğu için bu model Shin (1994) tarafından önerilen SHIN eşbütünleşme testi ile analiz edilmiştir. SHIN eşbütünleşme test sonuçları, ilgili değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını göstermiştir. Dolayısı ile BİST 100 endeksi, dolar ve altının bir arada bulunduğu portföyde ortak bir hareket söz konusu iken ilgili kripto para birimlerinin portföye eklenmesiyle söz konusu ortak hareket ortadan kalkmıştır. Bu sonuç, Türkiye’de tasarruflarını çeşitli finansal varlıklar satın alarak getiri sağlamayı amaçlayan dolayısıyla portföy çeşitlendirmesi ile ilgilenen yatırımcılara yol gösterici nitelikte olabilir.

Bu çalışmanın yatırımcılara ve finans literatürüne önemli katkılar sağlaması beklenmektedir. Yatırımcılar açısından değerlendirildiğinde; Türkiye’deki yatırımcıların tasarruflarını değerlendirmelerine yönelik yapılan çalışmalardan elde edilen veriler genel itibari ile yatırımcıların tercih ettikleri finansal varlıklar arasında pay senetleri, dolar ve altının yıllar içerisinde önemini koruduğunu göstermektedir. Türkiye’deki yatırımcıların

yatırım yapma konusundaki tutum ve davranışı finansal piyasalardaki varlıklara olan talepleri göz önüne alınarak yorumlandığında, yatırımlarının reel değerini koruyabilecekleri varlıkları tercih etme eğiliminde oldukları belirtilebilir. Ancak yatırımcılar, tasarruflarını değerlendirmek üzere reel getirisi yüksek varlıkları talep ederken portföy risklerini de dikkate almalıdır. Çünkü getirisi yüksek ancak birbirleri ile ilişkili finansal varlıkların aynı portföye dahil edilmesiyle portföy riski artacaktır. Dolayısıyla finansal piyasalarda işlem yapan yatırımcılar finansal varlıklar arasında seçim yaparken portföy risklerini azaltacak şekilde çeşitlendirme yapmayı amaçlar. Çünkü yatırımcılar iyi çeşitlendirilmiş bir portföyde riski artırmadan yüksek getiri elde edebilirler. Bu doğrultuda; her ne kadar araştırma raporları Türkiye’de reel getirisi en yüksek yatırım araçları arasında pay senetleri, dolar ve altının olduğunu işaret etmiş olsa da bu çalışmadan, BİST 100, dolar ve altından oluşan bir portföyün yapısal kırılmalar altında birlikte hareket ettiği bulgusu elde edilmiştir. Bu durumda; yatırımcıların portföylerine yalnızca bu finansal varlıkları eklemesi durumunda serilerden birinin düşme veya yükselme eğilimi gösterdiğinde diğerlerinin de benzer harekete sahip olacağı yani ortak hareket edecekleri yönünde sonuçlara ulaşıldığından bu şekilde oluşturulan portföy çeşitlendirmesinin yeterince başarılı olamayabileceği düşünülebilir. Bu duruma benzer şekilde; kripto para birimleri arasında BTC, ETH ve BNB diğer kripto paralara kıyasla yüksek piyasa değerine ve işlem hacmine sahiptir. Ancak; analizden elde edilen bulgular kripto para birimlerinin uzun dönemde beraber hareket ettiklerini gösterdiğinden bu kripto para birimlerinin bir arada bulunduğu portföy çeşitlendirme stratejisinin risk taşıdığı belirtilebilir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında; içeriğinde BİST 100 endeksi, dolar ve altın bulunan bir portföye BTC, BNB veya ETH kripto para birimlerinden birinin dahil edilmesiyle seriler arasında ortak hareketin ortadan kalktığı belirlendiğinden bu şekilde oluşturulan bir portföy çeşitlendirmesinin iyi bir yatırım strajesi olabileceği düşünülmektedir. Çünkü; her ne kadar BİST 100 endeksi, dolar ve altın uzun dönemde beraber hareket ediyor olsa da bu portföye ilgili kripto varlıklardan birinin eklenmesi ile risk ilgili varlıklar arasında dağıtılmış olacaktır. Sonuç olarak; bu şekilde oluşturulan bir portföyde, herhangi bir varlığın getirisinde yaşanabilecek kayıp diğer bir varlığın getirisindeki artış ile telafi edilerek portföy riski azaltılabilecektir. Benzer bir durum kripto paralar için de geçerlidir. Her ne kadar kripto paralardan oluşturulan bir portföyde risk yeterince azaltılamasa da geleneksel varlıkların kripto para portföyüne eklenmesinin portföy riskini önemli ölçüde düşürebileceği düşünülmektedir.

Çalışmanın finans literatürüne de katkı sağlaması beklenmektedir. Öncelikle; literatürde kripto paralar ile çeşitli faktörlerin ilişkisinin incelendiği çalışmalar sayıca fazla olmasına karşın bu değişkenlerin bir arada bulunduğu çalışmaya tarafımızca rastlanmamıştır. İkinci olarak, kripto para birimleri ile çeşitli yatırım araçları arasındaki ilişkilerin Fourier yöntemi kullanılarak araştırıldığı çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Dolayısıyla çalışmanın ilgili alana katkı sunacağı düşünülmektedir. Yapılacak yeni çalışmalarda daha farklı kriterlere göre belirlenecek kripto para birimleri ile diğer geleneksel yatırım alternatifleri arasındaki ilişkiler incelenebilir. Ayrıca bu çalışmalarda analiz döneminin süresi genişletilerek yeni sonuçlar geliştirilebilir. İlave olarak; bu çalışmada değişkenler arasındaki ilişkilerin analizinde kullanılan Fourier fonksiyonlu testlere benzer şekilde yapısal kırılmaları modelleyen kırılmalı testler kullanılarak sonuçlar arasında karşılaştırmalar yapılarak literatüre katkı sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- A.R., S. ve Elngar, A. (2020). *Bitcoin A P2P Digital Currency*. Panda, S. K., Elngar, A. A., Balas, V. E., & Kayed, M. (Eds.). (2020). *Bitcoin and Blockchain: History and Current Applications*. CRC Press.
- A.R., S. ve Jena, A. (2020). *Blockchain Technology: The Trust-Free Systems*. Panda, S. K., Elngar, A. A., Balas, V. E., & Kayed, M. (Eds.). (2020). *Bitcoin and Blockchain: History and Current Applications*. CRC Press.
- A.R., S. ve Rao, K. (2020). *Exploring the Bitcoin Network*. Panda, S. K., Elngar, A. A., Balas, V. E., & Kayed, M. (Eds.). (2020). *Bitcoin and Blockchain: History and Current Applications*. CRC Press.
- Adebola, S., Alana, L. ve Madigu, G. (2019). Gold Prices and the Cryptocurrencies: Evidence of Convergence and Cointegration. *Physica A*, 523: 1227–1236.
- Aghalibaylı, N. (2019). Bitcoin as a Cryptocurrency and its Relationship with Gold, Crude Oil and Euro Exchange Rate. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Ahamed, N. (2020). *Blockchain Introduction to the Technology behind Shared Information*. Panda, S. K., Elngar, A. A., Balas, V. E., & Kayed, M. (Eds.). (2020). *Bitcoin and Blockchain: History and Current Applications*. CRC Press.
- Akay, H. (2004). Modern portföy teorisi ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'ndaki uygulanabilirliği. *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(21): 189-202.
- Akbulaev, N., Salihova, S (2020). The relationship between cryptocurrencies prices and volume: Evidence from Bitcoin. *Sylwan*, 63(6), 59-78.
- Akkaya, M., ve Tuna, İ. (2023). G7 (Gelişmiş 7) ülkeleri hisse senedi borsaları ile Bitcoin fiyatı arasındaki ilişkinin analizi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 22(3), 949-959.
- Alana, G., Abakah, E. & Rojo, M. (2020). Cryptocurrencies and Stock Market Indices. Are they related? *Research in International Business and Finance*, 51.
- Almansour, B., Almansour, A. ve Inairat, M. (2020). The Impact Of Exchange Rates on Bitcoin Returns: Further Evidence from a Time Series Framework. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(2): 4577-4581.
- Ammous, S. (2018). *The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking*. John Wiley & Sons: New Jersey.

- Anand, R. S., Madhavan, C. V. (2000). An online, transferable e-cash payment system. *In International Conference on Cryptology in India*. Springer, Berlin: Heidelberg.
- Arslan, E. ve Gür, T. (2022): Bitcoin, döviz ve altın ilişkisi: ekonometrik bir yaklaşım. *Efil Journal*, 5(1), 63-78.
- Astuti, R., Fazira, N. (2018). *The effect of cryptocurrency on exchange rate of china: case study of bitcoin*. MPRA Paper No: 93052.
- Atik, M., Köse, Y., Yılmaz, B., ve Sağlam, F. (2015). Kripto para: bitcoin ve döviz kurları üzerine etkileri. *Bartın Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(11), 247-261.
- Baek, C., Elbeck, M. (2015). Bitcoins as an investment or speculative vehicle? *A First Look, Applied Economics Letters*, 22(1), 30-34.
- Bai, J., Perron, P. (1998). Estimating and testing linear models with multiple structural changes. *Econometrica*, 47-78.
- Bai, J., Perron, P. (2003). Computation and analysis of multiple structural change models. *Journal of applied econometrics*, 18(1), 1-22.
- Baur, D., Dimpfl, T., Kuck, K. (2018). Bitcoin, gold and the US dollar – A replication and extension. *Finance Research Letters*, 25, 103-110.
- Becker, R., Enders, W., & Lee, J. (2006). A stationarity test in the presence of an unknown number of smooth breaks. *Journal of Time Series Analysis*, 27(3), 381-409.
- Bejaoui, A., Mgadmi, N., & Moussa, W. (2022). On the relationship between Bitcoin and other assets during the outbreak of coronavirus: Evidence from fractional cointegration analysis. *Resources Policy*, 77, 102682.
- Berentsen, A. Schär, F. (2018). A short introduction to the world of cryptocurrencies. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 100(1), 1-16.
- Bhaskar, N., Chuen, D. (2015). *Bitcoin Mining Technology*. Chuen, D. (Ed.) Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data. Elsevier Inc.
- Bhullar, P., Bhatnagar, D. (2020). Bitcoins as a determinant of stock market movements: A comparison of Indian and Chinese Stock Markets. *Theoretical and Applied Economics*, 3(624), 193-202.
- Birch, D. (2015). *What Does Cryptocurrency Mean for the New Economy?* Chuen, D. (Ed.) Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data. Elsevier Inc.
- Buğan, M. (2019). Kripto paralar ile Borsa İstanbul arasındaki nedensellik ilişkisi. *Teorik ve Ampirik Perspektifte Seçilmiş Finans Konuları*, 7, 187-193.

- Carrion-i-Silvestre, J. L., Kim, D., & Perron, P. (2009). GLS-based unit root tests with multiple structural breaks under both the null and the alternative hypotheses. *Econometric theory*, 25(6), 1754-1792.
- Chang, C., Lo, C., Cheng, J., Chen, T., Chi, L. Ve Chen, C. (2021). Relationship between Bitcoin exchange rate and other financial indexes in time series. *Hindawi, Mathematical Problems in Engineering*, 1-10.
- Ciaian, P. Rajcaniova, M., Kancs, D. A. (2016). The Economics of Bitcoin Price Formation. *Applied Economics*, 48(19), 1799-1815. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1109038>
- Cohen, B. J. (2001). Electronic money: new day or false dawn?. *Review of International Political Economy*, 8(2), 197-225.
- CoinMarketCap (2021). İşlem hacimlerine göre kripto para birimleri sıralaması. <https://coinmarketcap.com/> Erişim tarihi: 15.11.2021
- CoinMarketCap (2021). Piyasa değerlerine göre kripto para birimleri sıralaması. <https://coinmarketcap.com/> Erişim tarihi: 15.11.2021
- Copeland, M. A. (1947). Tracing money flows through the United States economy. *The American Economic Review*, 37(2), 31-49.
- Cruysheer, A. (2015). *Bitcoin: A Look at the Past and the Future*. Chuen, D. (Ed.) Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data. Elsevier Inc.
- Çağlar, Ü., Dışkaya, S. (2018). Küreselleřme, uluslararası para sistemi ve kriz. *Journal of Economic Policy Researches*, 5(2), 1-24.
- Çebiřli, N. (2022). Kripto para Bitcoin ile altın arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakóltesi Dergisi*, 2(1), 59-71.
- Çıkrıkçı, M., Özyeşil, M. (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. *UIİİD-IJEAS*, (22), 225-234.
- Çütçü, İ., Kılıç, Y. (2018). Bitcoin fiyatları ile dolar kuru arasındaki ilişki: Yapısal kırılmalı zaman serisi analizi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16(4): 349-366.
- Das, A. (2016). Money as a medium of exchange: Then and now: Can technology be a facilitator of exchange? *Global Journal of Management And Business Research*.
- Deniz, E. (2020). Finansal Piyasalarda Kripto Para Uygulamaları: Kripto Para Fiyatlarını Etkileyen Faktörler. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Işık Üniversitesi.

- Deniz, E., Teker, D. (2019). Determinants of Bitcoin prices. *Press Academia Procedia (PAP)*, 10, 17-21. <http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2019.1136>
- Dhobale, J., Mishra, V. (2020). *Blockchain Theories and Its Applications*. Panda, S. K., Elngar, A. A., Balas, V. E., & Kayed, M. (Eds.). (2020). Bitcoin and Blockchain: History and Current Applications. CRC Press.
- Dickey, D. A., Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431.
- Dickey, D. A., Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1057-1072.
- Dirican, C., Canöz, İ. (2017). The cointegration relationship between Bitcoin prices and major world stock indices: an analysis with ARDL Model approach. *Journal of Economics, Finance and Accounting – (JEFA)*, 4(4), 377-392.
- Duramaz, S., DüNDAR, S. (2014). Elektronik ödeme sistemlerinin karşılaştırılması: Türkiye ve İtalya örneği. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(1), 24-37.
- Elliott, G., Rothenberg, T. J., ve Stock, J. H. (1992). Efficient tests for an autoregressive unit root. *Econometrica*, 64(4), 813-836.
- Enders, W., Lee, J. (2004). Testing for a unit root with a nonlinear Fourier function. *In Econometric Society 2004 Far Eastern Meetings*, 457, 1-47.
- Enders, W., Lee, J. (2012a). The flexible Fourier form and Dickey–Fuller type unit root tests. *Economics Letters*, 117(1), 196-199.
- Enders, W., Lee, J. (2012b). A unit root test using a Fourier series to approximate smooth breaks. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 74(4), 574-599.
- Engle, R.F., Granger, C.W.J. (1987). Co-Integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica*, (55), 251-76.
- Erdaş, E., Çağlar, A. (2018). Analysis of the relationships between Bitcoin and exchange rate, commodities and global indexes by asymmetric causality test. *Eastern Journal of European Studies*, 9(2), 27-45.
- Evlimoğlu, U., Gümüş, U. (2018). İtibari paranın kullanımdan kaldırılmasına yönelik teorik bir değerlendirme. *LAÜ Sosyal Bilimler Dergisi (IX-II)*: 167-183.
- Farrell, J. (1997). *Portfolio Management Theory and Application*. Singapore: McGrawHill Inc.

- Fidan, M., Dilek, S., Esev, A. (2019). Düünden bugüne paranın tarihi ve Türkiye’de kâğıt para kullanımı, *Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(18), 141-162.
- Franco, P. (2014). Understanding Bitcoin: Cryptography, engineering and economics. John Wiley & Sons: UK.
- Gandotra, V., Racicot., F. ve Rahimzadeh, A. (2019). *Cryptocurrency Mining*. Goutte, S., Guesmi, K., & Saadi, S. (Eds). Cryptofinance and Mechanisms of Exchange: The Making of Virtual Currency. Springer International Publishing.
- Garg, P., Khadse, N. (2020). *Solidity Essentials*. Panda, S. K., Elngar, A. A., Balas, V. E., & Kayed, M. (Eds.). (2020). Bitcoin and Blockchain: History and Current Applications. CRC Press.
- Georgeson, D. A. (2018). Cryptocurrencies as an Alternative to Fiat Monetary Systems. *Applied Economics Thesis*. State University of New York College at Buffalo: New York.
- Goodhart, C. A. E. (1977). *The Role, Functions and Definition of Money*. In The Microeconomic Foundations of Macroeconomics (pp. 205-239). Palgrave Macmillan: London.
- Granger, C. W. (1981). Some properties of time series data and their use in econometric model specification. *Journal of econometrics*, 16(1), 121-130.
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic Econometrics*. McGraw-hill.
- Gujarati, D. N. (2009). *Basic Econometrics*. Fifth Edition: McGraw-Hill.
- Gul, M., Hashim, S., & Hayat, A. (2023). The impact of macroeconomic indicators on Bitcoin: a case study on Pakistan. *Journal of Social Research Development*, 4(2), 400-409.
- Gülcü, Y., ve Kıtkıt, M. A. (2022). Bitcoin fiyatları ile Borsa İstanbul 100 Endeksi nedensellik ve eş bütünleşme ilişkisi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 32(2), 615-624.
- Güleç, Ö., Çevik, E. ve Bahadır, N. (2018). Bitcoin ile finansal göstergeler arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(2).
- Gürbüz, M., Zeren, F. (2021). Bitcoin ile avro ve dolar arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 58-66.
- Gürsoy, S., Tunçel, M. (2020). Kripto paralar ve finansal piyasalar arasındaki ilişkinin incelenmesi: bitcoin ve seçili pay piyasaları arasında yapılmış nedensellik analizi (2010-2020). *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 55(4), 2126-2142.

- Haber, S., Stornetta, W. S. (1991). How to time-stamp a digital document. *In Conference on the Theory and Application of Cryptography*. Springer, Berlin: Heidelberg.
- Hamilton, J. D. (2020). *Time Series Analysis*. Princeton university press.
- Hazgui, S., Sebai, S., & Mensi, W. (2022). Dynamic frequency relationships between bitcoin, oil, gold and economic policy uncertainty index. *Studies in Economics and Finance*, 39(3), 419-443.
- ING Bank (2021). Tasarruf Eğilimleri Araştırması Raporu. Erişim Adresi: <https://www.tasarrufegilimleri.com/>
- Investing (2022). <https://tr.investing.com/> Erişim Tarihi: 12.03.2022
- İçellioğlu, C., Öztürk, M. (2017). Bitcoin ile seçili döviz kurları arasındaki ilişkinin araştırılması: 2013-2017 dönemi için Johansen testi ve granger nedensellik testi. *Maliye ve Finans Yazıları*, (109), 51-70.
- İşcan, H. (2020). Bitcoin ile finansal makro değişkenler arasındaki ilişki: Türkiye üzerine bir var analizi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8, 107-118.
- Jareno, F., González, M., Tolentino, M., ve Sierra, K. (2020). Bitcoin and gold price returns: a quantile regression and nardl analysis, *Resources Policy*, 67, 101666.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics And Control*, 12(2-3), 231-254.
- Johansen, S., Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration - with applications to the demand for money, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52, 169-210.
- Jokić, S., Cvetković, A. S., Adamović, S., Ristić, N., & Spalević, P. (2019). Comparative analysis of cryptocurrency wallets vs traditional wallets. *Ekonomika*, 65(3), 65-75.
- Judd, J. P., Scadding, J. L. (1982). The search for a stable money demand function: A survey of the post-1973 literature. *Journal of Economic literature*, 20(3), 993-1023.
- Jumbde, A., Cho, B. (2020). Can cryptocurrencies overtake the fiat money? *Int. J. Business Performance Management*, 21(2), 7-19.
- Kaabia, O., Abid, I., Guesmi, K., Sahut, J. (2020). How do bitcoin price fluctuations affect crude oil markets?. *Gestion*, 37(40), 1-17.

- Kanat, E. ve Öget, E. (2018). Bitcoin ile türkiye ve g7 ülke borsaları arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkilerin incelenmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(3), 601-614.
- Kang, S., Moon, S., Bekiros, S., Uddin, G. (2020). Bitcoin as hedge or safe haven: evidence from stock, currency, bond and derivatives markets. *Computational Economics*, 56, 529–54.
- Karakaya, A. (2021). *Blokzinciri, Kripto Paralar ve Akıllı Sözleşmelerde Güncel Gelişmeler*. Gazi Kitabevi: Ankara.
- Katz, J., Lindell, Y. (2020). *Introduction to Modern Cryptography*. CRC Press.
- Kesebir, M., Günceler, B. (2019). Kripto para birimlerinin parlak geleceği. *Iğdır University Journal of Social Sciences*, (17), 607-626.
- Kılıç, Y., Tütçü, İ. (2018). Bitcoin fiyatları ile borsa istanbul endeksi arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 13(3), 235 – 250.
- Kim, J., Kim, S., ve Kim, S. (2020), On the relationship of cryptocurrency price with us stock and gold price using Copula Models, *Mathematics*, 8(1859), 2-15. <http://doi:10.3390/math8111859>
- Koç, S., Çaykara, U. (2021). Seçili kripto paralar ile döviz kurları arasındaki nedensellik ilişkisi üzerine ampirik bir uygulama. *Uluslararası İktisadi ve İdari Akademik Araştırmalar Dergisi*, 1(2), 2021, 113-134.
- Korkmaz, Ö. (2018). The relationship between bitcoin, gold and foreign exchange returns: the case of turkey. *Turkish Economic Review*, 5(4), 359-374.
- König, S. (2001). The evolution of money: From commodity money to e-money. *UNICERT IV Program*, 1-21.
- Krakower, R. H. (2023). Exploring The Relationship Between Bitcoin and Inflation Expectations: An Empirical Analysis. *Undergraduate Thesis*. University of Pennsylvania.
- Krückeberg, S., Scholz, P. (2019). *Cryptocurrencies as an Asset Class*. Goutte, S., Guesmi, K., & Saadi, S. (Eds). *Cryptofinance and Mechanisms of Exchange: The Making of Virtual Currency*. Springer International Publishing.
- Kuzucu, C. (2019). *Investigation of the relationship between bitcoin and exchange rates, 3rd international conference on economic research*. 24-25th October 2019, Alanya, Turkey, 156-160.

- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C., Schmidt, P., Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?. *Journal of Econometrics*, 54(1-3), 159-178.
- Laçin, G. (2019). Elektronik Para ve Dijital Para Sistemleri: Bitcoin ve Döviz Kurları Arasındaki İlişkinin Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Mersin.
- Lamberte, M. B. (2001). *The Philippine Payment System: Efficiency and Implications for the Conduct of Monetary Policy*. PIDS Discussion Paper Series.
- Lim, J. (2015). *A Facilitative Model for Cryptocurrency Regulation in Singapore*. Chuen, D. (Ed.) *Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data*. Elsevier Inc.
- Majdoub, J., Sassi, S. ve Bejaoui, A. (2021). Can fiat currencies really hedge Bitcoin? Evidence from dynamic short-term perspective. *Decisions in Economics and Finance*.
- Malladi, R., Dheeriy, P. (2021). Time series analysis of Cryptocurrency returns and volatilities. *Journal of Economics and Finance*, 2021(45), 75-94.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1): 77-91
- Matsuura, J. H. (2016). *Digital Currency: An International Legal and Regulatory Compliance Guide*. Bentham Science Publishers.
- Mazieres, D., Shasha, D. (2002). Building secure file systems out of Byzantine storage. In *Proceedings of the twenty-first annual symposium on principles of distributed computing* (pp. 108-117).
- Mishkin, F., Serletis, A. (2010). *The Economics of Money, Banking, and Financial Markets*. Fourth Canadian Edition: Pearson Canada, Toronto.
- Mohapatra, S., Parija, S. (2020). *A Brief Overview of Blockchain Algorithm and Its Impact upon Cloud-Connected Environment*. Panda, S. K., Elngar, A. A., Balas, V. E., & Kaye, M. (Eds.). (2020). *Bitcoin and Blockchain: History and Current Applications*. CRC Press.
- Nath, K. (2023). Cefi, fintech and defi-understanding the benefits, limitations and challenges. *Authorea Preprints*.
- Nazlioglu, S. (2021). TSPDLIB: GAUSS time series and panel data methods (Version 2.0). Source Code], 18, 2021. <https://github.com/aptech/tspdlib>

- Nian, L., Chuen, D. (2015). *A Light Touch of Regulation for Virtual Currencies*. Chuen, D. (Ed.) Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data. Elsevier Inc.
- Nian, L., Chuen, D. (2015). *Introduction to Bitcoin*. Chuen, D. (Ed.) Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data. Elsevier Inc.
- OECD (2022). Why Decentralised Finance (DeFi) Matters and the Policy Implications. <https://www.oecd.org/daf/fin/financial-markets/Why-Decentralised-Finance-DeFi-Matters-and-the-Policy-Implications.pdf>
- Öztürk, S. (2020). Dynamic connectedness between bitcoin, gold, and crude oil volatilities and returns. *Risk Financial Management*, 13, 275.
- Öztürk, Z. A., Yavuz, N. Ç. (2011). Türkiye'nin G-20 Ülkeleri ile Finansal Bütünleşmesinin Analizi: Vektör Hata Düzeltme Modellerinde İki Rejimli Eşik Değerli Eşbütünleşme Testi Yaklaşımı. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü: İstanbul.
- Panda, S. (2020). *Fraud-Resistant Crowdfunding System Using Ethereum Blockchain*. Panda, S. K., Elngar, A. A., Balas, V. E., & Kayed, M. (Eds.). (2020). Bitcoin and Blockchain: History and Current Applications. CRC Press.
- Pascalau, R., Lee, J., Nazlioglu, S., & Lu, Y. (2022). Johansen-type cointegration tests with a Fourier function. *Journal of Time Series Analysis*, 43(5), 828-852.
- Perkins, D. W. (2018). Cryptocurrency: the economics of money and selected policy issues. *US Congressional Research Service*, R45427.
- Perron, P. (1989). The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1361-1401.
- Persson, J., Lejon, C., & Kierkegaard, K. (2007). *Practical Application of Modern Portfolio Theory*. Jönköping University: İsveç.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of applied econometrics*, 16(3), 289-326.
- Polat, M., Tuncel, F. (2020). Borsa İstanbul ve kripto paralar arasında saklı eşbütünleşme ilişkisi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 119 -137.
- Porkodi, S., Kesavaraja, D. (2020). *Blockchain in Healthcare Sector*. Panda, S. K., Elngar, A. A., Balas, V. E., & Kayed, M. (Eds.). (2020). Bitcoin and Blockchain: History and Current Applications. CRC Press.
- Poyser, O. (2019). Exploring the dynamics of Bitcoin's price: a Bayesian structural time series approach. *Eurasian Economic Review*, 9, 29–60.

- Qin, K., Zhou, L., Afonin, Y., Lazzaretti, L., & Gervais, A. (2021). CeFi vs. DeFi—comparing centralized to decentralized finance.
- Rodrigues, P. M., Robert Taylor, A. M. (2012). The flexible fourier form and local generalised least squares de-trended unit root tests. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 74(5), 736-759.
- Rothbard, M. N. (1990). *What has government done to our money?*. Ludwig Von Mises Institute.
- S., Nakamoto (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. White paper, 1–9.
- Sam, S., Verma, R. & Sharma, D. (2020). Relationship between macro variables and Bitcoin: evidence from indian market. *17th Aims International Conferenceat: Im-K, Kerala*.
- Samid, G. (2015). *How Digital Currencies Will Cascade up to a Global Stable Currency*. Chuen, D. (Ed.) *Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data*. Elsevier Inc.
- Sapovadia, V. (2015). *Legal Issues in Cryptocurrency*. Chuen, D. (Ed.) *Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data*. Elsevier Inc.
- Schuler, K., Nadler, M., & Schär, F. (2023). Contagion and loss redistribution in crypto asset markets: modelling the intersection of DeFi and CeFi. *Available at SSRN 4499113*.
- Sebastiao, H., Godinho, P. (2020). The relationship between usd/eur official exchange rates and implied exchange rates from the Bitcoin market. *CeBER Working Papers*, 1-10.
- Seyidoğlu, H. (2013). *Uluslararası Finans*. Güzem Can Yayınları: İstanbul. (5. Baskı).
- Sharma, T. (2020). *Installing Frameworks, Deploying, and Testing Smart Contracts in Ethereum Platform*. Panda, S. K., Elngar, A. A., Balas, V. E., & Kayed, M. (Eds.). (2020). *Bitcoin and Blockchain: History and Current Applications*. CRC Press.
- Shin, Y. (1994). A residual-based test of the null of cointegration against the alternative of no cointegration. *Econometric theory*, 10(1), 91-115.
- Sovbetov, Y. (2018). Factors influencing cryptocurrency prices: Evidence from Ethereum, Dash, Litecoin, and Monero. *Journal of Economics and Financial Analysis*, 2(2), 1-27.

- Soyaslan, E. (2020). Bitcoin fiyatları ile BİST 100, BİST Banka ve BİST Teknoloji endeksi arasındaki ilişkinin analizi. *Fiscaoeconomia*, 4(3), 628-640.
- Sökmen, F. Ş., ve Gürsoy, S. (2021). Investigation of the relationship between Bitcoin and gold prices with the Maki cointegration test. *Ekonomi İşletme ve Maliye Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 217-230.
- Stock, J. H., Watson, M. W. (2003). Introduction to econometrics. *Boston*: Addison Wesley.
- Swammy, S., Thompson, R., Loh., M. (2018). *Crypto Uncovered: The Evolution of Bitcoin and the Crypto Currency Marketplace*. Springer Nature Switzerland: Switzerland.
- Szepesi, L. (2020). Szepesi, L. (2020). *Cryptocurrency exchange landscape in the EU how regulation impacts success of cryptocurrency exchanges* (Doctoral dissertation).
- Szetela, B., Mentel, G. ve Gędek, S. (2016). Dependency analysis between bitcoin and selected global currencies. *Dynamic Econometric Models*, 16, 1234-3862.
- Szmigielski, A. (2016). *Bitcoin Essentials*. Published by Packt Publishing. Birmingham: UK.
- Şahin, E. (2020). Bitcoin fiyatına etki eden faktörlerin Mars metodu ile belirlenmesi. *Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi*, 4(1), 171-184.
- TCMB (2021). Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. Ödemelerde Kripto Varlıkların Kullanılmamasına Dair Yönetmelik, sayı: 31456.
- TCMB (2022). Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. Dijital Türk Lirasına İlişkin Basın Duyurusu, sayı: 2022-55.
- Telek, C., Şit, A. (2020). Kripto paraların altın ve dövizle ilişkisi: Bitcoin örneği. *Turkish Studies - Economy*, 15(2), 913-924.
- Tevetoglu, M. (2021). Ethereum and the Smart Contracts. *Inonu UL Rev.*, 12, 193.
- Toprak, Y. D. ve Kubar, Y. (2023). Seçilmiş borsa endeksleri ile kripto para birimleri arasındaki ilişki üzerine ekonometrik bir analiz. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 25(44), 21-45.
- Tsay, R. S. (2005). *Analysis of financial time series*. John wiley & sons.
- Tsong, C. C., Lee, C. F., Tsai, L. J., Hu, T. C. (2016). The Fourier approximation and testing for the null of cointegration. *Empirical Economics*, 51(3), 1085-1113.

- Tuncel, M., Gürsoy, S. (2020). Korku endeksi (VIX), Bitcoin fiyatları ve BİST100 Endeksi arasındaki nedensellik ilişkisi üzerine ampirik bir uygulama. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(76), 1999-2011.
- TÜİK (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. Finansal Yatırım Araçları Reel Getiri Oranları. Erişim Tarihi: <https://data.tuik.gov.tr/>
- Unvan, Y. (2021). Impacts of Bitcoin on USA, Japan, China and Turkey stock market indexes: Causality analysis with value at risk method (VAR). *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 50(7), 1599–1614.
- Velde, F. R. (1998). Lessons from the history of money. *Economic perspectives-federal reserve bank of chicago*, 22, 2-16.
- Wang, J., Xue, Y. ve Liu, M. (2016). An analysis of Bitcoin price based on vec model. *International Conference on Economics and Management Innovations (ICEMI 2016)*.
- Whitepaper Binance (2021). Binance exchange. <https://whitepaper.io/coin/binance>
Erişim tarihi: 15.11.2021
- Wood, G., Buchanan, A. (2015). *Advancing Egalitarianism*. Chuen, D. (Ed.) Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data. Elsevier Inc.
- Wray, L. R. (1993). *The origins of money and the development of the modern financial system* (No. 86). Working Paper.
- Yermack, D. (2013). Is Bitcoin a real currency? an economic appraisal. *National Bureau of Economic Research*, 1-22.
- Yıldırım, H. (2018). Günlük bitcoin ile altın fiyatları arasındaki ilişkinin test edilmesi: 2012-2013 yılları arası Johansen eşbütünleşme testi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(4), 2328-2343.
- Yılmaz, Y. (2022). *Para ve Sermaye Piyasası Araştırmaları*. Orion Akademi: Ankara.
- Yiğit, M., Yiğit, A. (2021). Türkiye’de Bitcoin’in finansal piyasalarla entegrasyonuna yönelik bir araştırma: covid-19 öncesi ve sonrası için bir uzun dönem analizi. *Journal of Academic Value Studies, Research Article*, 7(2), 177-193.
- Zhu, Y., Dickinson, D. ve Li, J. (2017). Analysis on the influence factors of Bitcoin’s price based on VEC model. *Financial Innovation*, 3(3), 2-13.
- Zwick, H., Syed, S. (2019). Bitcoin and gold prices: a fledging long-term relationship. *Theoretical Economics Letters*, 9, 2516-2525.