

T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT PROGRAMI

TEZ BAŞLIĞI
BİTCOİN VE SEÇİLİ ENDEKSLER ARASINDAKİ DİNAMİK İLİŞKİLERİN
EKONOMETRİK ANALİZİ

HAZIRLAYAN
ÇAĞRI ULU

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. O. MURAT KOÇTÜRK

MANİSA - 2022

YEMİN METNİ

Doktora tezi olarak sunduğum “BİTCOİN VE SEÇİLİ ENDEKSLER ARASINDAKİ DİNAMİK İLİŞKİLERİN EKONOMETRİK ANALİZİ” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.



.../.../20..

Çağrı ULU

İmza

ÖZET

BİTCOİN VE SEÇİLİ ENDEKSLER ARASINDAKİ DİNAMİK İLİŞKİLERİN EKONOMETRİK ANALİZİ

2008 itibariyle hayatımıza giren ve bilinirliği günden güne artan Bitcoin (BTC) insanların ilgisini oldukça fazla çekmektedir. En büyük sorunsallardan bir tanesi Bitcoin'e ne olarak bakılacağı konusudur. Bir yatırım aracı olarak değerlendir mi gerekir ya da ileride bir rezerv para olacak mı soruları sürekli sorulagelmektedir. Bitcoin'in yapısına ilişkin birçok çalışma yapılsa da ekonomik etkisi henüz yeni bir kavram olduğu için anlaşılamamaktadır. Bu çalışmanın amacı Bitcoin ile BİST100, NASDAQ 100, NYSE 100 ve Dolar kuru (DXY) endeksleri arasındaki dinamik ilişkiyi ekonometrik olarak analiz etmektir. Tezin zaman aralığı 1 Ocak 2017 ve 10 Mart 2022 olarak belirlenmiştir. Analiz için ilk olarak durağanlığın sağlanması için birim kök testlerinden (ADF, PP, KPSS, ZA, FADF ve FFFFF ADF) yararlanılmıştır. Birim kök test sonuçlarına göre Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri kullanılmıştır. Daha sonra Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans ve Dinamik Koşullu Korelasyon Testi yapılmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde borsa kavramı detaylı olarak irdelenmiş, Türkiye'de BİST 100 yapısı ve seçili endeksler olan NASDAQ 100 ve NYSE 100 yapısı analiz edilmiştir. Seçili endeksler açısından işlem hacmi en büyük olan iki borsa seçilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde para kavramı ve tarihçesinden bahsedilerek, takas ekonomisinden dijital paralara kadar olan bölüm değerlendirilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan serilerin açıklamaları ile birlikte çalışmada kullanılan ekonometrik yöntemler açıklanmıştır. Dördüncü ve son bölümde ise çalışmaya uygulanan test ve model sonuçları açıklanarak bir değerlendirme yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda Dinamik Koşullu Korelasyon Testi modelinin çıktıları analiz edildiğinde Bitcoin ile BİST 100 ve DXY arasında istatistiksel olarak anlamlı bir dinamik koşullu korelasyon çıkmazken, Bitcoin ile NASDAQ 100 arasında negatif yönlü ve Bitcoin ile NYSE 100 arasında da pozitif yönlü ve anlamlı bir dinamik koşullu korelasyon elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitcoin, Borsa, Volatilite, ARCH, GARCH, EGARCH, DCC GARCH

ABSTRACT

ECONOMETRIC ANALYSIS OF DYNAMIC RELATIONSHIPS BETWEEN BITCOIN AND SELECTED INDICES

Bitcoin, which entered our lives as of 2008 and whose awareness is increasing day by day, attracts the attention of people. One of the biggest problems is how to look at Bitcoin. Questions are constantly being asked whether it should be considered as an investment tool or whether it will be a reserve currency in the future. Although there are many studies on the structure of Bitcoin, its economic impact is not yet understood as it is a new concept. The aim of this study is to econometrically analyze the dynamic relationship between Bitcoin and BIST100, NASDAQ 100, NYSE 100 and Dollar rate indices. The time interval of the thesis is determined as January 1, 2017 and March 10, 2022. For the analysis, firstly, unit root tests (ADF, PP, KPSS, ZA, FADF and FFFFF ADF) were used to ensure stationarity. According to the unit root test results, Autoregressive Conditional Variance Models were used. Then, Generalized Autoregressive Conditional Variance of Variance and Dynamic Conditional Correlation Test were performed. In the first chapter of the study, the concept of stock market is examined in detail, the BIST 100 structure in Turkey and the NASDAQ 100 and NYSE 100 structure, which are selected indices, are analyzed. In the second chapter of the study, the concept of money and its history are mentioned and the section from barter economy to digital currencies is evaluated. In the third chapter, the econometric methods used in the study are explained together with the explanations of the series used in the study. In the fourth and last chapter, an evaluation was made by explaining the test and model results applied to the study. As a result of the study, when the outputs of the Dynamic Conditional Correlation Test model are analyzed, there is no statistically significant dynamic conditional correlation between Bitcoin and BIST 100 and the Dollar rate, while a negative and significant dynamic conditional correlation between Bitcoin and NASDAQ 100, and a positive and significant dynamic conditional correlation between Bitcoin and NYSE 100.

Keywords: Bitcoin, Stock Market, Volatility, ARCH, GARCH, EGARCH, DCC GARCH

TEŞEKKÜR

Öncelikle çalışmanın ortaya çıkmasında benden desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve her zaman tam güvenle yaklaşan danışman hocam Sayın Prof. Dr. O. Murat KOÇTÜRK'e, tez dönemi boyunca manevi desteğini üzerimden eksik etmeyen ve çalıştığımız kurumda bir aile ortamı oluşmasını sağlayan müdürümüz Sayın Prof. Dr. Derman KÜÇÜKALTAN'a, tezin ekonometrik analizi için sorularıyla yıldırmaya çalıştığım ama cevaplamaktan asla yılmayan Sayın Dr. Deniz ERER'e, tezi bitirmem konusunda sürekli pozitif düşünce aşılayan sevgili aileme ve akademisyen adayı sevgili eşim Cansu ULU'ya ve en çok da her gün psikoloji olarak en üst seviyede kalmama neden olan canım oğlum Okyanus ULU'ya yürekten teşekkürlerimi sunarım.

Çağrı ULU
Manisa - 2022



İÇİNDEKİLER TABLOSU

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER TABLOSU	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
TABLolar	xiii
ŞEKİLLER VE FİGÜRLER.....	xiv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1. BORSA KAVRAMI VE DÜNYA VE TÜRKİYE BORSALARI

1.1.BORSA VE TARİHSEL GELİŞİMİ.....	3
1.2. DÜNYADA BORSA UYGULAMALARI.....	6
1.2.1. National Association of Securities Dealers Automated Quotations (NASDAQ) Borsası.....	7
1.2.2. New York Stock Exchange (NYSE) Borsası	10
1.2.3. Borsa İstanbul (BİST)	13
1.3. FİNANS PİYASALARI	19
1.3.1. Finansal Piyasalar ve Çeşitleri	20

İKİNCİ BÖLÜM

2. PARA KAVRAMI VE BİTCOİN

2.1. PARA KAVRAMININ TARİHÇESİ.....	22
2.1.1. Takas Ekonomisi	24
2.1.2. Değerli Maden Ekonomisi	22
2.1.3. Kâğıt Para Ekonomisi	26
2.1.4. Plastik Para Ekonomisi	27
2.1.5. Dijital Para Ekonomisi	29
2.2. BLOK ZİNCİRİ TEKNOLOJİSİ.....	32
2.2.1. Bitcoin'in Doğuşu	36
2.2.2. Eşler Arası Ticaret (P2P)	37
2.2.3. Bir Para Olarak Bitcoin	38
2.2.4. Bitcoin'in İşleyişi	39
2.2.5. Bitcoin Üretimi	40

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ÇALIŞMADA KULLANILAN DEĞİŞKENLERE İLİŞKİN AÇIKLAMALAR.....	45
3.1. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER.....	48
3.2. BİRİM KÖK TESTLERİ.....	49
3.2.1. Durağanlığın Birim Kök Testleri İle Sınırlanması	49
3.2.2. Yapısal Kırılmayı Dikkate Almayan Birim Kök Testleri	50
3.2.2.1.Dickey-Fuller (DF) Testi	50
3.2.2.2.Augmented Dickey-Fuller (ADF) Testi	51
3.2.2.3.Phillips Perron (PP) Testi	52
3.2.2.4.Kwiatkowski Phillips Schmidt ve Shin (KPSS) Testi	53
3.2.3. Yapısal Kırılmayı Dikkate Alan Birim Kök Testleri	53
3.2.3.1.Zivot Andrew (ZA) Testi	54
3.2.3.2.Flexible Fourier Form Augmented Dickey Fuller (FADF) Testi	54
3.2.3.3.Fractional Frequency Flexible Fourier Form Augmented Dickey Fuller (FFFFF ADF) Testi	55
3.3. ARMA MODELİ.....	56
3.3. OTOREGRESİF KOŞULLU DEĞİŞEN VARYAN MODELLERİ.....	58
3.4.1. ARCH Modeli	58
3.4.2. GARCH Modeli	60
3.4.3. EGARCH Modeli	61
3.4.4. DCC GARCH Modeli	62
3.5. LİTERATÜR TARAMASI	63

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. METODOLOJİ VE SONUÇLAR	79
4.1. AMAÇ VE YÖNTEM.....	79
4.1.1. Yapısal Kırılmayı Dikkate Almayan Birim Kök Testleri ve Sonuçları	79
4.1.2. Yapısal Kırılmaları Dikkate Alan Birim Kök Testleri ve Sonuçları	81
4.1.3. Otoresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri ve Sonuçları.....	82
4.1.3.1.BİST 100	83
4.1.3.2.NASDAQ 100	88
4.1.3.3.Bitcoin	90
4.1.3.4.DXY	93

4.1.3.5.NYSE 100	95
4.1.4. Değişkenler Arasındaki Dinamik İlişkinin Analizi	99
4.2. SONUÇ	103
KAYNAKÇA	106



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A.Ş.	Anonim Şirketi
AAL	American Airlines Group Hissesi
AAPL	Apple Hissesi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ABT	Abbott Hissesi
ACN	Accenture Hissesi
ADA	Cardano
ADF	Augmented Dickey-Fuller
AEG	Aegon Hissesi
AGN	Allergan Hissesi
AMKB	Amerikan Menkul Kıymetler Borsası
AMTD	TD Ameritrade Holding Hissesi
AMZN	Amazon Hissesi
ANF	Abercrombie & Fitch Hissesi
ARAY	Accuray Hissesi
ARCH	Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
ARIMA	Autoregressive Integrated Moving Average
AR-MA	Autoregressive Moving Average
ARPANET	Advanced Research Projects Authority Net
AVP	Avon Hissesi
AXP	American Express Hissesi
B2B	İşletmeden işletmeye e-ticaret
B2C	İşletmeden tüketiciye e-ticaret
B2G	İşletmeden devlete e-ticaret
BA	Boeing Hissesi
BAC	Bank of America Hissesi
BBY	Best Buy Hissesi
BCH	Bitcoin Cash
BDE	Black Diamond Hissesi
BGCP	BGC Partners Hissesi

BIDU	Baidu Hissesi
BISTECH	Borsa İstanbul Teknoloji ile Dönüşüm Programı
BISTLAB	Borsa Uygulama ve Finans Simülasyon Laboratuvarı
BİST	Borsa İstanbul
BK	Bank of Newyork Mellon Hissesi
BMO	Bank of Montreal Hissesi
BRKa	Berkshire Hathaway Hissesi
BTC	Bitcoin
C	Citibank Hissesi
C2B	Tüketiciden işletmeye e-ticaret
C2C	Tüketiciden tüketiciye e-ticaret
C2G	Tüketiciden devlete e-ticaret
CAC 40	Cotation Assistée en Continu
CAD	Kanada Doları
CAJ	Canon Hissesi
CAKE	Cheesecake Factory Hissesi
CBOE	CBOE Holdings Hissesi
CCC-GARCH	Sabit Koşullu Korelasyon GARCH
CHF	İsviçre Frangı
CPU	Merkezi İşlem Birimi
CRIX	Cryptocurrency Index
CRM	Salesforce Hissesi
CSCO	Cisco Systems Hissesi
CTXS	Citrix Systems Hissesi
DAL	Delta Air Hissesi
DAX	Alman Birleşik Borsa Endeksi
DCC GARCH	Dinamik Koşullu Korelasyon GARCH
DLT	Merkezsizleştirilmiş Defter Teknolojilerini
DOGE	Dogecoin
DXY	Dolar kuru endeksi
EA	Electronic Arts Hissesi
EBAY	eBay Hissesi
EBRD	Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası
EGARCH	Üstel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans

ETC	Ethereum Classic
ETH	Ethereum
EUR	Euro
EWMA	Exponentially Weighted Moving Average
F	Ford Motor Hissesi
FADF	Fourier Augmented Dickey-Fuller
FDX	Fedex Hissesi
FFFFF-ADF	Fractional Frequeuncy Flexible Fourier Form Augmented Dickey-Fuller
FSLR	First Solar Hissesi
FTSE 100	Financial Times Stock Exchange
G2B	Devletten işletmeye e-ticaret
G2C	Devletten tüketiciye e-ticaret
G2G	Devletten devlete e-ticaret
GARCH	Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
GAS	Generalized Autoregressive Score Models
GBP	Pound Sterling
GEPU	Global Economic Policy Uncertainty Index
GPR	Global Property Research
GPRO	GoPro Hissesi
GVZ	Gold Volatility Index
HAS	Hasbro Hissesi
HD	Home Depot Hissesi
HOG	Harley Davidson Hissesi
HPE	Hewlett Packard Hissesi
HUM	Humana Hissesi
IBEX 35	Índice Bursátil Español
Inc.	Incorporated
ING	ING Hissesi
INTC	Intel Hissesi
İMKB	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
JNJ	Johnson&Johnson Hissesi
JPY	Japon Yeni
JWN	Nordstrom Hissesi

KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
KODK	Eastman Kodak Hissesi
KORS	Michael Kors Hissesi
KPSS	Kwiatkowski Phillips Schmidt ve Shin
LAN	Local Area Network
LFC	China Life Hissesi
LINK	Chainlink
LM	Lagrange Çarpanı
LME	Londra Metal Borsası
LTC	Litecoin
LYG	Lloyds Bank Hissesi
M.Ö.	Milattan Önce
M.S.	Milattan Sonra
MA	Moving Average
MANU	Manchester United Hissesi
MET	Metlife Hissesi
MGARCH	Çok Değişkenli GARCH
MKK	Merkezi Kayıt Kuruluşu
Mp3	MPEG Layer3
MSGARCH	Kendisiyle Bağımlı Koşullu Değişen Varyans
NASDAQ	National Association of Securities Dealers Automated Quotations
NKE	Nike Hissesi
NVDA	Nvidia Hissesi
NVS	Novartis Hissesi
NY	NYSE U.S. 100 Endeksi
NYA	NYSE Bileşik Endeksi
NYE	NYSE Enerji Endeksi
NYI	NYSE Uluslararası 100 Endeksi
NYK	NYSE Finansal Endeksi
NYL	NYSE Dünya Liderler Endeksi
NYP	NYSE Sağlık Hizmetleri Endeksi
NYSE	New York Stock Exchange Borsası
NYT	New York Times Hissesi

NYN	NYSE Teknoloji, Medya ve Telekomünikasyon Endeksi
P2P	Eşlerarası ticaret
PBR	Petrobras Hissesi
PP	Phillips Perron
RAM	Rastgele Erişimli Bellek
RL	Polo Ralph Lauren Hissesi
S&P 500	Standard & Poor's 500
SCHW	Charles Schwab Hissesi
SEK	İsveç Kronu
SETAR	Self-Exciting Threshold AutoRegressive
SHI	Sinopec Hissesi
SIRI	Sirius XM Hissesi
SNAP	Snapchat Hissesi
STX	Seagate Technology Hissesi
SV	Bayes Stokastik Volatilite
TDK	Türk Dil Kurumu
TKC	Turkcell Hissesi
TKY	Turkish investment fund
TL	Türk Lirası
TRX	Tron
TSLA	Tesla Hissesi
TTM	Tata Motors Hissesi
TWTR	Twitter Hissesi
UBS	UBS Hissesi
USD	Amerikan Doları
USDT	Tether
VaR	Riske Maruz Değer
VBTS	Volatilite Bazlı Tedbir Sistemi
vd.	ve diğerleri
VISA	Visa International Service Association
VIX	Chicago Board Options Exchange Volatility Index
VIOP	Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası
WBK	Westpac Hissesi
WFM	Whole Foods Hissesi

WMT	Wal Mart Hissesi
XLM	Stellar
XRP	Ripple
XXR	Xerox Hissesi
YHOO	Yahoo Hissesi
ZA	Zivot-Andrew



TABLÖLAR

Tablo 1.1. : NASDAQ Borsasında Öne Çıkan Hisseler

Tablo 1.2. : NYSE Borsasında Öne Çıkan Hisse Senetleri

Tablo 1.3. : BİST Borsasında Öne Çıkan Hisse Senetleri

Tablo 3.1. : Çalışmada Kullanılan Değişkenler ve Açıklamaları

Tablo 4.1. : Düzeyde ADF, PP ve KPSS Sonuçları

Tablo 4.2. : Birinci Farkı Alınmış ADF, PP ve KPSS Sonuçları

Tablo 4.3. : ZA Birim Kök Test Sonuçları

Tablo 4.4. : FADF ve FFFFF-ADF Test Sonuçları

Tablo 4.5. : BIST 100 Endeks Getirisine İlişkin ARMA(3,3) Model Sonucu

Tablo 4.6. : BİST 100 Endeksine İlişkin ARMA(3,3) Modelinde ARCH Etkisi

Tablo 4.7. : Verilere İlişkin Uygun ARMA Modellerine Göre GARCH ve EGARCH Sonuçları

Tablo 4.8. : NASDAQ 100 Endeks Getirisine İlişkin ARMA(4,4) Model Sonucu

Tablo 4.9. : NASDAQ 100 Endeksine İlişkin ARMA(4,4) Modelinde ARCH Etkisi

Tablo 4.10. : BTC Endeks Getirisine İlişkin ARMA(3,3) Model Sonucu

Tablo 4.11. : BTC Endeksine İlişkin ARMA(3,3) Modelinde ARCH Etkisi

Tablo 4.12. : DXY Endeks Getirisine İlişkin ARMA(2,1) Model Sonucu

Tablo 4.13. : DXY Kuru Endeksine İlişkin ARMA(2,1) Modelinde ARCH Etkisi

Tablo 4.14. : NYSE Endeks Getirisine İlişkin ARMA(7,5) Model Sonucu

Tablo 4.15. : NYSE Endeksine İlişkin ARMA(7,5) Modelinde ARCH Etkisi

Tablo 4.16. : Değişkenler Arası DCC GARCH Model Tahmini Sonuçları

ŞEKİLLER VE FİRÜGLER

Şekil 1.1. : Finansal Sistemin Yapısı

Şekil 1.2. : Borsa Piyasa Yapısı

Şekil 1.3. : Finansal Piyasalar Kümesi

Şekil 2.1. : Para Ağacı

Şekil 2.2. : Doğrudan Bağlantılı Bilgisayarlar Modeli

Şekil 2.3. : Sunucu Aracı Bağlantılı İnternet Tabanlı Bağlantı Modeli

Şekil 2.4. : Blok Zinciri Tabanlı Bilgisayar Bağlantıları Modeli

Şekil 2.5. : Bitcoin İşlemleri

Şekil 2.6. : Bitcoin Madencilik Doğrulama ve Akış Şeması

Şekil 2.7. : Kripto Algoritmasında Girdi ve Çıktı

Şekil 3.1. : Çalışmada Kullanılan Serilerin Yıllar İtibariyle Değişimleri

Şekil 4.1. : BİST 100 Getirisine İlişkin Koşullu Varyans Grafiği

Şekil 4.2. : NASDAQ 100 Getirisine İlişkin Koşullu Varyans Grafiği

Şekil 4.3. : BTC Getirisine İlişkin Koşullu Varyans Grafiği

Şekil 4.4. : DXY Getirisine İlişkin Koşullu Varyans Grafiği

Şekil 4.5. : NYSE Getirisine İlişkin Koşullu Varyans Grafiği

Şekil 4.6. : Değişkenlere İlişki Koşullu Korelasyon Grafikleri

Figür 2.1. : 2023, 2025 ve 2026 tahminleriyle birlikte 2017'den 2021'e kadar dünya çapında dolaşımdaki kredi, banka ve ön ödemeli kart sayısı (milyar olarak)

Figür 2.2. : Yıllar İtibariyle Bitcoin Fiyat Değişimi (USD)



GİRİŞ

İnsanlar, ekonomik tabirle homoeconomicus (ekonomik insan) olarak yaşamakta seçimlerini yaparken kendilerine en çok fayda getirecek şeyi seçmeye meyillidirler. Seçimlerinde rasyonel (akılcı) olmak durumundadırlar. Ekonomik ya da değil sürekli seçim yapmak durumunda kalmaktadırlar. Bugüne kadar yapılmış seçimler sayesinde günümüzü yaşamakta olduğumuz bir gerçektir. Yapılan bir seçim insanı aya çıkarmıştır ve yine yapılan bir seçim savaş çıkarmıştır. Nitekim teknolojinin gelişmesi de bu düzeyde karşımıza çıkmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte sosyal davranışlar değiştiği gibi ekonomik davranışlar da değişmektedir. Ekonomi ya da ticaret için en önemli bir kavram olan “para” da bu değişimden nasibini almıştır. Para bir değişim-mübadele aracı olarak bilinmekte ve değeri ve karşılığı yıllar içinde farklılık göstermektedir. Ekonomide bilindiği kadarıyla takas ekonomisi ile başlayan paranın serüveni günümüzde dijital olarak karşılık bulmaktadır. Elbette ki para, iki dönem arasında çok sayıda şekle ve niteliğe bürünmüştür. Kimi zaman karşımıza deniz kabuğu olarak çıkmış, kimi zaman bir değerli maden olarak kullanılmış, kimi zaman kâğıt olarak hayatımıza girmiş ve yakın tarihi de ilgilendiren, kimi zaman da plastik kart olarak kullanılmıştır (Wray, 1999). Ne şekilde olursa olsun insanlar parayı kazanmak ve değerlendirmek için çaba harcamaktadırlar. Borsaların ortaya çıkışı da bu şekilde olmaktadır. Borsanın ortaya çıkışı planlı bir şekilde olmasa da özellikle de finans ihtiyacını karşılamak için alternatiflerin denendiği ve araştırıldığı aşikâr olmaktadır. Yıllar itibariyle de borsalarda büyük gelişmeler görülmekte ve küresel anlamda paylarının arttığı gözlemlenmektedir (Levine & Zervos, 1996). Borsaların ortaya çıkışından ayrı olarak 2008 yılında hayatımıza yeni bir kavram olan Bitcoin (BTC) girmiştir. Satoshi Nakamoto takma isimli bir kişinin bir internet sitesinde yayınladığı manifesto ile dünyaya tanıtılan BTC’nin popülaritesi yıllar itibariyle artmaktadır. Var olan ticari işlemlerde kabulü de oldukça ve ülkeler tanıdıkça ileride gerçek bir para birimi olarak anılması da olası gözükmemektedir.

Çalışma toplamda dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde Borsa kavramı tarihsel olarak ele alınmıştır. Dünya ticareti açısından önemi vurgulanarak borsa üzerinden dünyada finansal sistemin yapısı incelenmiştir. Daha sonra analizde kullanılan Türkiye ve Dünya borsaları hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

İkinci bölümde para kavramı tarihsel bir çerçevede değerlendirilmiştir. Para kavramının tarihçesi takas ekonomisinden başlanarak incelenmiştir. Takas ekonomisinden sonra değerli maden ekonomisi ile değerli madenlerin kullanım yerleri ve neden ortaya çıktığı tartışılmıştır. Daha sonra kâğıt para ekonomisine giriş yapılmış ve kâğıdın icadı ile paranın nasıl ve ne yönde değişim geçirdiği anlatılmıştır. Kâğıt paradan sonraki aşamada ise plastik paraların dünya ekonomisinde kullanımından bahsedilmiştir. Son aşamada ise dijital para ekonomisinden bahsedilerek BTC'nin ortaya nasıl ortaya çıktığı ve olan ihtiyacın nedenleri tartışılmıştır. Aynı zamanda BTC işleminin temelinde nasıl bir teknoloji olduğu ve üretim aşamaları değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın üçüncü bölümünde analizde kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı açıklamalara yer verilmiştir. Bu bağlamda öncelikle değişkenlerin zaman grafiklerine bakılmış ve yorumlanmıştır. Çalışmada kullanılan ekonometrik yöntemler ayrı ayrı anlatılarak temelleri irdelenmiştir.

Çalışmanın son ve dördüncü bölümde ise öncelikle çalışmanın amacı ve öneminden bahsedilerek çalışma ile alakalı literatür taraması yapılmıştır. Çalışmada kullanılan ekonometrik modellerin sonuçları paylaşılmış ve tartışılmıştır. BTC ile seçili endeksler arasındaki dinamik ilişkiye ait bulgu ve sonuçlar tartışılmıştır. Çalışma sonuç ve öneriler bölümü ile de sonlandırılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. BORSA KAVRAMI VE DÜNYA VE TÜRKİYE BORSALARI

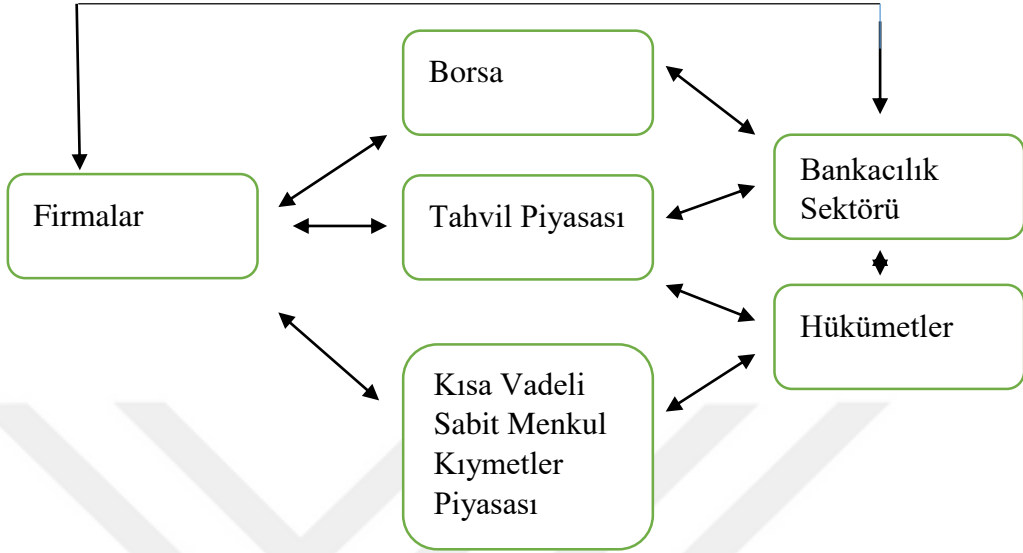
1.1. BORSA VE TARİHSEL GELİŞİMİ

Borsa İtalyancadan dilimize geçmiştir ve kelime anlamı olarak “bazı tüccarların ve özellikle sarraflarla değerli kâğıt ve tahvil alışverişiyle uğraşanların alım satım ve değişim amacıyla devlet denetimi altında iş yaptıkları yer” anlamına gelmektedir (TDK, 2022). Kelime kökeni olarak da Fransızcada “kese” anlamına gelen “bourse” kelimesidir. Belçika’nın kıyı şehirlerinden olan Brügge’deki Van Der Burse isimli tacire ait ve armasında bir arada üç kese bulunan handa, bir araya gelmeyi gelenek haline getiren bir grup tüccar, numune üzerinden alışveriş yapmış, gemiler limana gelmeden malları belirli kurallar çerçevesinde aralarında alıp satmış, bu çerçevede de evinde buluştukları, Van Der Burse’nin ismi daha sonra borsaya dönüşerek uluslararası bir isim olmuştur (ÇTB, 2022). Bilinen borsacılık faaliyetlerinin tarihi milattan önce 1500-1200 yıllarına kadar dayansa da genel olarak 14. yüzyıl civarlarında başladığı bilinmektedir (STB, 2022). Borsa ile yakın ilişki kurulabilecek iki kavram da sermaye piyasası ve hisse senedi piyasaları olmaktadır. Diğer iki kavram içerik olarak farklı gözükmese de karşın aynı olguları ifade etmektedir. Üç kavram arasındaki geçiş süreci kümülatif bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Firma-fabrikalar sermaye ile oluşmaktadır. Sermayeler paydaşlara paylaştırıldığında hisseler ortaya çıkmaktadır. Hisselerin oluşturduğu piyasalara da borsa denmektedir. Ancak borsaların da kendi içinde çeşitlendiği bilinmek durumundadır.

Borsanın alternatif bir finans aracı olması finans piyasaları içinde işlem görmesine sebep olmaktadır. Finans piyasalarının da toplam dünya ticaretindeki rolü oldukça büyüktür. Finansal sistem, ekonomik büyümeyi teşvik ederek, aktörlerin ekonomik performansını değiştirerek ve de ekonomik refahı etkileyerek ekonomide kilit rol oynamaktadır. Sistem, fonları olan kuruluşların bu fonları ve bu fonlara yatırım yapmak için potansiyel olarak daha verimli yöntemlere sahip olanlara tahsis ettiği finansal altyapı ile sağlanmaktadır. Bir finansal sistem, daha verimli fon transferini mümkün kılmaktadır. İşlemin taraflarından biri diğerinden daha üstün bilgiye sahip olabileceğinden bilgi asimetrisi sorununa ve finansal kaynakların verimsiz dağılımına yol açabilmektedir. Finansal sistem, bilgi asimetrisi sorununu aşarak, yatırım yapacak

fonu olanlar ile fon ihtiyacı olanlar arasındaki dengeyi kolaylaştırmaktadır. Finansal sistemin yapısı aşağıdaki şekil yardımı ile açıklanabilmektedir;

Şekil 1.1. : Finansal Sistemin Yapısı



Şekil 1.1.'e göre finansal sistemin yapısına ilişkin firmalardan borsa, tahvil piyasaları ve kısa vadeli sabit menkul kıymetler piyasalarına karşılıklı bir ilişki durumu mevcut olmaktadır. Bu akış bankacılık sektörü ve hükümet kararlarını karşılıklı olarak etkilemektedir. Aynı zamanda firmalar ile bankacılık sektörü arasındaki direk bir ticari ilişkinin varlığı da göz ardı edilmemektedir (Darskuvienne, 2010: 5-6).

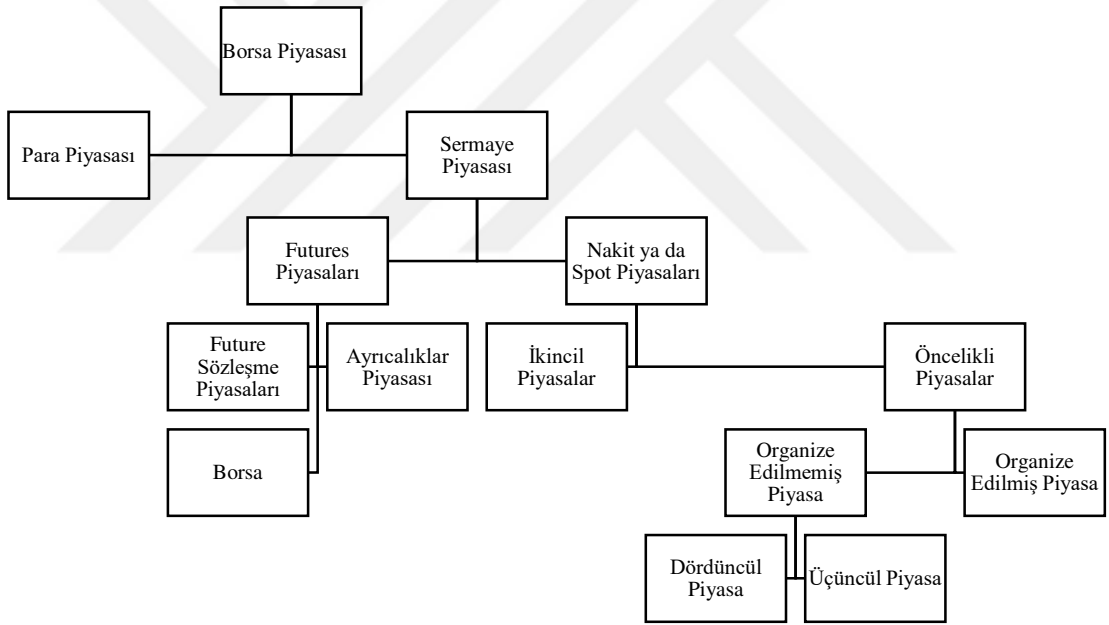
Borsanın tarihine bakabilmek için öncelikle borsa ihtiyacının nasıl ortaya çıktığı bilinmelidir. Yukarıda da bahsedildiği üzere insanların kendi aralarında ticaret yapmaları suretiyle ortaya çıkan finansal ihtiyaç borsayı doğurmuştur. Özellikle ticaretin büyümesi ile bu ihtiyaç giderek artmıştır. Gerek firmaların ek finansal ihtiyaçları, gerekse yatırımcıların firma karlarından yararlanma arzuları yıllar itibarıyla borsanın kullanımını ve bilinirliğini arttırmıştır.

Günümüzde genellikle analizlerde kullanılan menkul kıymetler hisselerle doğrudan alakalı olmaktadır. Borsanın tarihinde menkul değerlerin önemi oldukça büyüktür. İlk örneklerine Londra'da rastlamak mümkündür. Londra'da, Menkul Kıymetler Borsası, örgütlenmiş bir organ olarak 1773'e kadar kurulmasa da, o tarihten yaklaşık bir yüzyıl önce menkul kıymetler ticareti için sürekli ve örgütlü bir piyasa anlamında varlığını sürdürdüğü bilinmektedir. Pek çok İngiliz ekonomik kurumu gibi, hükümetin kasıtlı yaratıcı eylemine hiçbir şey borçlu değildi, ancak sanayi ve finansın

ilerlemesinin yarattığı ihtiyaçları karşılamak için özerk olarak gelişmiştir. Büyük coğrafi keşifler sonucu gelişen ticaret devriminin getirdiği sermaye miktarındaki artış ve pazarın genişlemesi, ticaret ve sanayi yapmak için anonim şirketin büyümesine yol açmıştır. İlk başta, bu şekilde taahhüt edilen sermayenin çok az aktarımı varmış gibi görünse de, sürekli aboneliklere duyulan ihtiyaç, kısa süre sonra şirketlerin hisselerinde işlemlerin artmasına neden olmuştur. Bu, gerçekleşen kârlardaki muazzam farklılıklardan kaynaklanan spekülasyon kapsamı tarafından teşvik edilmiştir. Bu gelişme salt bir İngiliz fenomeni olamamaktadır, çünkü aynı şey 17. yüzyılda Avrupa'nın ticaret ve finans merkezi olan Hollanda'da da deneyimlenmiştir (Smith, 1929: 209-219).

Borsaların piyasa yapısı bir şekil yardımı ile incelendiğinde;

Şekil 1.2. : Borsa Piyasa Yapısı



Kaynak: (Masoud, 2013).

Şekil 1.2. incelendiğinde, para piyasaları genelde bir yıldan kısa vadeli yatırımları ifade etmektedir. Yatırımcılara kısa vadeli kredi imkânlarının sunulduğu piyasalardır. Sermaye piyasaları ise bir ya da bir yıldan uzun vadeli yatırımları anlatmaktadır. Nakit ya da spot piyasalar, öncelikli ve ikincil piyasalardan oluşmaktadır. “İhraç piyasası” olarak adlandırılan birincil piyasa, menkul kıymet hisse senetleri, tahviller, ödenmemiş hisse senetleri ihraç etmekte ve menkul kıymet ihraç etmesine izin verilen işlemlerde bulunmaktadır. İkincil piyasa, daha önce ihraç edilmiş menkul kıymetlerin satışının gerçekleştiği yerdir, çünkü çoğu yatırımcı, uzun vadeli

tahvilleri vadeye ulaşmadan önce satmayı ve nihayetinde, hisse senetlerini de komisyoncular ve aracilar tarafından satmayı planlamaktadır. Organize edilmiş piyasalar, menkul kıymetlerin (hisse senetleri, tahviller, opsiyonlar ve vadeli işlemler dâhil) alım satımı ve menkul kıymet enstrümanlarının kurallara ve düzenlemelere uygun olarak kaydedilmesini sağlamak için belirli bir prosedürle alım satımı yapılması için uygun bir yapıya sahiptir ve rekabeti arttırıcı bir etkisi bulunmaktadır. Organize olmayan piyasalar, borsada işlem görmeyen hisse senetlerinin işlem gördüğü bir yapıya sahip olma anlamında Tezgâh Üstü piyasası olarak da bilinmektedir. Üçüncül piyasa, tezgâh üstü piyasasında listelenen menkul kıymetlerin ticaretini içermektedir. Dördüncül piyasa, bir borsa işlemi kullanmadan kurumlar arasındaki doğrudan ticareti ifade etmektedir (Masoud, 2013: 788-798).

Borsanın dünya tarihine kronolojik olarak bakıldığında;

- Yazıtlar incelendiğinde milattan önce 14. yüzyıla kadar dayandığı,
- Milattan önce 5. yüzyılda Roma kralı Bosarium'un adıyla Collegium Marcatorum adını taşıyan bir çeşit borsa aktivitesi oluşturulduğu,
- Milattan sonra 12. ve 13. yüzyıllarda senet kavramının ortaya çıkması ile ticari ilişkilerin değiştiği,
- 15. yüzyıl itibariyle senetlerin alış-verişlerde kullanıldığı,
- 17. yüzyıl itibariyle de günümüzde bilinen borsaların temellerinin atıldığı bilinmektedir (ÇTB, 2022).

Özellikle 20. yüzyıldan sonra Bretton Woods para sisteminin dünya borsası üzerinde etkisi çok büyük olmaktadır. Yıllar itibariyle borsa sayıları giderek artış göstermiştir. 1973 yılında Bretton Woods para rejiminin sona ermesiyle başlayan ve 1989 sonrasında hızlanan küresel finans piyasalarının süregelen genişlemesinde, borsaların sayısı ve çeşitliliği artmaya devam etmiştir (Neal, 2016: 99).

1.2. DÜNYADA BORSA UYGULAMALARI

Çalışmanın bu bölümünde dünya borsaları ve uygulamaları ile ilgili genel bilgiler verilecektir ancak başlık olarak sadece analizde kullanılan seçili borsalar anlatılacaktır.

Belirtildiği üzere gerek finans ihtiyacının artması gerekse ticaretin şekil değiştirmesi ile borsalar çeşitlenmektedir. Dünyada borsa uygulamalarına bakmak için özellikle hacim açısından üç büyük oluşum dikkat çekmektedir. Bunlar:

Asya Pasifik Borsaları;

- Shanghai
- Nikkei
- Kospi
- Hang Seng

Amerika Borsaları;

- Dow Jones
- S&P 500
- NASDAQ

Avrupa Borsaları;

- DAX
- FTSE 100
- CAC 40
- IBEX 35

gibi borsalar sayılabilmektedir. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde analizde kullanılan borsalar anlatılacaktır.

1.2.1. National Association of Securities Dealers Automated Quotations (NASDAQ) Borsası

NASDAQ, Inc. (eskiden NASDAQ OMX Group, Inc.), Amerika Birleşik Devletleri (ABD) merkezli bir uluslararası finans şirkettir. Şirket, 8 Şubat 1971 tarihinde kurulmuş olup NASDAQ ile Kuzey Avrupa ve Baltık ülkelerinin borsalarını işletmektedir. Şirketin merkezi New York'ta yer almaktadır. NASDAQ, Inc. piyasa değeri bakımında dünyanın ikinci büyük borsa şirkettir (Wikipedia, 2022). Kelimenin açılımı National Association of Securities Dealers Automated Quotations'dır.

NASDAQ, güvenliği çok ön planda tutmaktadır. Bu nedenle yapılan işlemlere çevirim içi izin vermektedir. NASDAQ borsası genellikle teknoloji firmalarına ev sahipliği yapmaktadır. Küresel olarak tanınmışlığı olan birçok firmalardan NASDAQ

şirketleri arasında Microsoft, Oracle, Apple, Intel, Adobe, Netflix, Facebook, Yandex gibi dünya devleri bulunmaktadır (İşbankası, 2022).

NASDAQ'ın üç adet endeksi bulunmaktadır. Bunlar;

- **NASDAQ Bileşik Endeksi**

NASDAQ Bileşik Endeksi, NASDAQ Menkul Kıymetler Piyasası'nda listelenen tüm NASDAQ yerel ve uluslararası tabanlı adi tip hisse senetlerini ölçmektedir. Endekse dâhil edilmeye uygun olmak için, menkul kıymetin ABD listelemesinin özellikle NASDAQ Menkul Kıymetler Borsası'nda olması gerekmektedir (menkul kıymet 1 Ocak 2004'ten önce başka bir ABD pazarında ikili olarak listelenmemişse ve bu listeyi sürekli olarak korumuşsa). Endeks için uygun menkul kıymet türleri, adi hisse senetleri, adi hisse senetleri, Amerikan emanet makbuzları, intifa hakkı hisseleri veya sınırlı ortaklık hisseleri ve takip hisse senetlerini içermektedir. Endekse dâhil olmayan menkul kıymet türleri, kapalı uçlu fonlar, dönüştürülebilir tahviller, borsada işlem gören fonlar, imtiyazlı hisse senetleri, haklar, varyantlar, birimler ve diğer türev menkul kıymetlerdir (Nasdaqomx, 2022).

- **NASDAQ 100 Endeksi**

NASDAQ 100 Endeksi, piyasa değerine göre NASDAQ Hisse Senedi Piyasası'nda işlem gören en büyük 100 yerli ve uluslararası finansal olmayan şirketi içermektedir. Endeks, bilgisayar donanımı ve yazılımı, telekomünikasyon, perakende/toptan ticaret ve biyoteknoloji dâhil olmak üzere büyük endüstri gruplarındaki şirketleri yansıtmaktadır. Endeks kompozisyonu yıllık olarak Aralık ayında gözden geçirilmektedir (Nasdaqomx, 2022).

- **NASDAQ Biyoteknoloji Endeksi**

NASDAQ Biyoteknoloji Endeksi, NASDAQ Borsası'nda (NASDAQ) listelenen ve biyoteknoloji veya ilaç şirketleri olarak sınıflandırılan bir dizi menkul kıymetin performansını izlemek için tasarlanmıştır ve değiştirilmiş bir piyasa değeri ağırlıklı endekstir (Nasdaqomx, 2022).

Nasdaq borsasında önce çıkan bazı hisseler aşağıdaki gibidir;

Tablo 1.1. : NASDAQ Borsasında Öne Çıkan Hisse Senetleri

AAL: American Airlines Group Hissesi	AAPL: Apple Hissesi	AMTD: TD Ameritrade Holding Hissesi	AMZN: Amazon Hissesi
ARRAY: Accuray Hissesi	BDE: Black Diamond Hissesi	BGCP: BGC Partners Hissesi	BIDU: Baidu Hissesi
CAKE: Cheesecake Factory Hissesi	CBOE: CBOE Holdings Hissesi	CSCO: Cisco Systems Hissesi	CTXS: Citrix Systems Hissesi
EA: Electronic Arts Hissesi	EBAY: eBay Hissesi	FSLR: First Solar Hissesi	GPRO: GoPro Hissesi
HAS: Hasbro Hissesi	INTC: Intel Hissesi	NVDA: Nvidia Hissesi	SIRI: Sirius XM Hissesi
STX: Seagate Technology Hissesi	TSLA: Tesla Hissesi	WFM: Whole Foods Hissesi	YHOO: Yahoo Hissesi

Kaynak: QNB Finansbank'ın internet sitesinden derlenmiştir.

Tablodan da anlaşılabileceği gibi NASDAQ borsası hisse senetleri içinde teknoloji firmalarının payı oldukça büyüktür. NASDAQ borsasında tüm işlemler piyasa merkezinden yürütülmektedir. NASDAQ Piyasa Merkezi, tüm NASDAQ Ulusal Piyasa menkul kıymetleri, NASDAQ SmallCap Piyasa menkul kıymetleri ve diğer piyasalarda işlem gören menkul kıymetler için tam bütünleşmiş bir emir görüntüleme ve yürütme sistemidir. NASDAQ Piyasa Merkezi, çeşitli iş modellerini ve ticaret tercihlerini barındıran gönüllü, açık erişim sistemidir. Geleneksel taban bazlı müzayede piyasalarının aksine, NASDAQ, işlemlerin geçtiği tek bir uzmana sahip değildir, bunun yerine likiditeyi toplamak ve görüntülemek ve yürütmeye uygun hale getirmek için teknolojiyi kullanmaktadır. NASDAQ Piyasa Merkezi, piyasa katılımcılarının birden fazla fiyat seviyesinde sınırsız fiyat teklifi ve emir girmesine olanak tanımaktadır. Tüm NASDAQ Piyasa Merkezi katılımcılarının teklifleri ve siparişleri, veri akışları aracılığıyla piyasa katılımcılarına ve diğer NASDAQ veri abonelerine entegre edilir ve görüntülenmektedir. NASDAQ Piyasa Merkezi katılımcıları, fiyat-zaman önceliği ilkesine bağlı kalan bir emir yürütme algoritmasına

uygun olarak diğer tüm NASDAQ Piyasa Merkezi katılımcılarının toplu alım satım ilgisine erişebilmektedir (SEC, 2022).

1.2.2. New York Stock Exchange (NYSE) Borsası

New York borsası (New York Stock Exchange), hisse senetlerinin piyasa değerleri düşünüldüğünde dünyada en çok hacme sahip olan borsa olmaktadır. Menkul kıymetleri açık ara en değerli borsadır. Borsada bulunan hisse senetlerinin piyasa değeri yaklaşık olarak 19.3 trilyon Amerikan dolarıdır. Borsanın aylık işlem hacmi yaklaşık olarak 200 milyar Amerikan doları olmaktadır. New York borsasının kısa kodu NYSE'dir (QNBfinansinvest, 2022).

NYSE endeksleri aşağıdaki gibidir;

- **NYSE Bileşik Endeksi (NYA)**

NYSE'de işlem gören şirketlerin hisse senetlerinden oluşan, dalgalanmaya göre düzeltilmiş piyasa değeri ağırlıklı endekstir. Endeks, Amerikan emanet makbuzları, Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları ve takip hisse senetleri dâhil olmak üzere NYSE'de listelenen tüm adi hisse senetlerinin performansını ölçmek için tasarlanmıştır. NYSE'de listelenmiş ABD ve ABD dışı hisse senetlerinin toplam piyasa değerindeki değişikliklerin, sermaye değişikliklerinin, yeni listelemelerin ve listeden çıkarmaların etkilerini ortadan kaldıracak şekilde düzeltilmiş bir ölçüsü niteliğindedir. Endeks, serbest dolaşımdaki piyasa sermayesini kullanılarak ağırlıklandırılmakta ve hem fiyat hem de toplam getiri bazında hesaplanmaktadır.

- **NYSE U.S. 100 Endeksi (NY)**

NYA'nın ABD'de yerleşik ilk 100 bileşeninin piyasa değerine göre hisse senetlerinden oluşan, dalgalanmaya göre ayarlanmış piyasa değeri ağırlıklı endekstir.

- **NYSE Dünya Liderler Endeksi (NYL)**

Piyasa değerine göre ABD'de yerleşik-NYSE'de listelenmiş ilk 100 şirketin hisse senetlerinden ve piyasa değerine göre NYA'nın ABD dışındaki ilk 100 bileşeninin hisse senetlerinden oluşan, dalgalanmaya göre ayarlanmış piyasa değeri ağırlıklı endekstir.

- **NYSE Uluslararası 100 Endeksi (NYI)**

NYA'nın ABD'de yerleşik olmayan ilk 100 bileşeninin piyasa değerine göre hisse senetlerinden oluşan, dalgalanmaya göre ayarlanmış piyasa değeri ağırlıklı endekstir.

- **NYSE TMT Endeksi (NYY)**

NYA'nın Teknoloji, Medya ve Telekomünikasyon sektörlerinde mal ve hizmet sunmak üzere belirlenen piyasa değerine göre öz kaynak bileşenlerinden oluşan, değişkenlik oranıyla düzeltilmiş piyasa sermayesi ağırlıklı bir endekstir.

- **NYSE Enerji Endeksi (NYE)**

NYA'nın, Enerji Sektöründe mal ve hizmet sunmak üzere belirlenmiş piyasa değeri ile özkaynak bileşenlerinden oluşan, dalgalanmaya göre düzeltilmiş piyasa değeri ağırlıklı endekstir.

- **NYSE Finansal Endeksi (NYK)**

Finans Sektöründe mal ve hizmet sunmak için belirlenen piyasa değeri ile NYA'nın öz sermaye bileşenlerinden oluşan dalgalanmaya göre düzeltilmiş piyasa değeri ağırlıklı endekstir.

- **NYSE Sağlık Hizmetleri Endeksi (NYP)**

Sağlık Sektöründe mal ve hizmet sunmak için belirlenen piyasa değerine göre NYA'nın özkaynak bileşenlerinden oluşan, dalgalanmaya göre düzeltilmiş piyasa değeri ağırlıklı endekstir (NYSE, 2022).

NYSE'de işlem gören bazı hisse senetleri aşağıdaki gibidir;

Tablo 1.2. : NYSE Borsasında Öne Çıkan Hisse Senetleri

ABT: Abbott Hissesi	BRKa: Berkshire Hathaway Hissesi	JNJ: Johnson&Johnson Hissesi	RL: Polo Ralph Lauren Hissesi
ACN: Accenture Hissesi	C: Citibank Hissesi	JWN: Nordstrom Hissesi	SCHW: Charles Schwab Hissesi

AEG: Aegon Hissesi	CAJ: Canon Hissesi	KODK: Eastman Kodak Hissesi	SHI: Sinopec Hissesi
AGN: Allergan Hissesi	CRM: Salesforce Hissesi	KORS: Michael Kors Hissesi	SNAP: Snapchat Hissesi
ANF: Abercrombie & Fitch Hissesi	DAL: Delta Air Hissesi	LFC: China Life Hissesi	TKC: Turkcell Hissesi
AVP: Avon Hissesi	F: Ford Motor Hissesi	LYG: Lloyds Bank Hissesi	TKY: Turkish investment fund
AXP: American Express Hissesi	FDX: Fedex Hissesi	MANU: Manchester United Hissesi	TTM: Tata Motors Hissesi
BA: Boeing Hissesi	HD: Home Depot Hissesi	MET: Metlife Hissesi	TWTR: Twitter Hissesi
BAC: Bank of America Hissesi	HOG: Harley Davidson Hissesi	NKE: Nike Hissesi	UBS: UBS Hissesi
BBY: Best Buy Hissesi	HPE: Hewlett Packard Hissesi	NVS: Novartis Hissesi	WBK: Westpac Hissesi
BK: Bank of Newyork Mellon Hissesi	HUM: Humana Hissesi	NYT: New York Times Hissesi	WMT: Wal Mart Hissesi
BMO: Bank of Montreal Hissesi	ING: ING Hissesi	PBR: Petrobras Hissesi	XRX: Xerox Hissesi

Kaynak: QNB Finans Invest'in sitesinden derlenmiştir.

Amerikan Menkul Kıymetler Borsası (AMKB) tarihi çok çeşitli ve uzun zamana dayanmaktadır. Başlangıçta "bordür taşı komisyoncuları" olarak bilinen günümüzün AMKB piyasası profesyonellerinin ataları, çok zor şartlar altın ticaret gerçekleştirmek durumunda kalmışlardır. Bu dönemde yapılan ticaret de dönemin şartlarına göre oldukça sert bir şekilde gerçekleşmektedir. Ancak en büyük artı yan olarak gelişmekte olan endüstrilere şans vermişlerdir ve daha küçük şirketlere yatırım yapmışlardır. Bu sayede de yeni yatırım fırsatlarını ele geçirme imkânı bulmuşlardır. AMKB şirketlerin büyüyüp gelişmesine katkıda bulunmuştur. AMKB, iki yüzyıl boyunca, borsada işlem gören şirketlere ve yatırımcılara hizmet veren ABD finans

piyasalarının ön saflarında yer almıştır. 2008'de NYSE, tarihi Amerikan Menkul Kıymetler Borsası'nı dünyanın en büyük ve en likit borsa grubuna kabul etmiştir. Bu birlik, ABD opsiyonlarında, borsada işlem gören fonlarda, kapalı uçlu fonlarda, yapılandırılmış ürünlerde ve nakit öz kaynaklarda NYSE ölçeğini önemli ölçüde geliştirmiştir (NYSE, 2022).

1.2.3. Borsa İstanbul (BİST)

Borsa İstanbul ya da BİST kısa adıyla bilinen merkezi İstanbul'da bulunan bir borsadır. 30 Aralık 2012 tarihinde 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir (Borsaistanbul, 2022). Borsa İstanbul'un günümüzdeki durumunu anlayabilmek için borsanın cumhuriyet öncesi ve sonrası tarihine bakmak gerekmektedir. Kronolojik açıdan bakıldığında;

- Osmanlı devletinde ilk olarak 1866 yılında menkul kıymetler borsası kurulmuştur (Fertekligil, 2000: 7).
- Tarih 1873 yılını gösterdiğinde sermaye piyasasını düzende tutmak adına Dersaadet Tahvilat Borsası kurulmuştur.
- İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) adını 1985 yılında almıştır.
- İzleyen iki yıl boyunca endeksler oluşturulmaya devam etmiştir ancak 1987 yılında haftalık olarak toplanan endeksler günlük olarak toplanmaya başlamıştır.
- Özellikle serbest piyasa ekonomisinin de etkilerinin artması ile birlikte 1980 sonrası ülkeye yabancı yatırımcı çekilmeye çalışılmıştır.
- 1989 yılında 32 sayılı karar ile yabancı yatırımcılar Türkiye'de işlem görmelerinde kolaylıklar sağlanmıştır. Takas ve Saklama Merkezi kurulmuştur.
- 1991 yılında tahvil ve bono piyasaları üzerine yoğunlaşarak pazarda alım ve satımın kesin olması sağlanmıştır.
- 1992 yılında Tahvil ve Bono Piyasası Kesin Alım-Satım Pazarı'nda işlem görmek üzere özel sektör tahvilleri ve gelir ortaklığı senetleri dâhil edilmiştir.
- 1993 yılında Tahvil ve Bono Piyasası Repo-Ters Repo Pazarı yürürlüğe girmiştir. Rüçhan Hakkı Kupon Pazarı ve Yeni Hisse Pazarı kurulmuştur ve

teknolojinin gelişmesinin de etkisiyle bilgisayarlı alım satım işlemlerine 50 firma ile dâhil olunmuştur.

- 1994 yılında takas süresine iki gün daha eklenmiştir ve ayrıca seans sayısı ikiye çıkarılarak toplam günlük işlem süresi dört saat olarak gerçekleştirilmiştir. Hisse senetleri tamamen bilgisayarlı ortamda satılmaya başlanmıştır.
- 1995 yılında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Takas ve Saklama Anonim Şirketi banka statüsüne geçmiştir.
- 1996 yılında Uluslararası Bono ve Tahvil Piyasası kurulmuştur. 1997 yılında Depo Sertifikaları Piyasası kurulmuştur.
- 2000 yılında %27,4 oran ile Kırgız Borsası'na, %5,26 oran ile de Bakü Borsası'na iştirak olunmuştur. 2004 yılında Borsa Yatırım Fonu Pazarı kurulmuştur.
- 2007 yılında Euro tahvilleri kullanılmaya başlanmış ve piyasanın kapanış saati 17:00'a çekilmiştir. 2009 yılında Kamuyu Aydınlatma Platformu kurulmuştur.
- 2010 yılında piyasa halka arza teşvik için hazırlıklara başlanmıştır.
- 2011 yılında bankalar arası repo ve ters-repo işleme alınmıştır.
- 2012 yılında Pay Senedi Repo Pazarı ve İMKB Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası (VİOP) kurulmuştur.
- 2013 yılında VİOP ile İstanbul Altın Borsası, Borsa İstanbul (BİST) olarak birleştirilmiştir. BİST, %24,38 oran ile Karadağ Borsası'na iştirak olmuştur. BİST ile NASDAX OMX arasında stratejik işbirliği yapılmıştır.
- 2014 yılında BİST, Merkez Kayıt Kuruluşu ve Takasbank birleştirilerek Borsa İstanbul Finans ve Teknoloji Yerleşkesi'nin kurulması için hazırlıklar başlatılmıştır. Borsa İstanbul Özel Pazarı kurulmuştur. Birincil Veri Merkezi ve Datawall kullanımı açılmıştır.
- 2015 yılında teknoloji atılımları hayata geçirilmiştir. Borsa İstanbul'un BISTECH olarak adlandırdığı "Teknoloji ile Dönüşüm Programı"nın ilk etabı olan Pay Piyasası işlem sistemi ile takas sistemi, risk yönetimi gibi destek çevresel sistemlerle birlikte devreye alınmıştır. BİST ve Boğaziçi Üniversitesi'nin girişmeleri ile Finans Teknopark A.Ş. kurulmuştur. BİST ve Londra Metal Borsası (The London Metal Exchange-LME) iki anlaşma yapmışlardır. BİST'in teknolojik ilerleme sürecinde önemli bir adım olarak

Pay Piyasası İşlem Salonu aktifleştirilmiştir. Pay Piyasası ve pazarları düzenlenmiştir ve yeni kotasyon yönergesi hayata geçirilmiştir.

- 2016 yılında Borçlanma Araçları Piyasası dâhilinde “Pazarlıklı Repo İşlemleri Pazarı” kurulmuştur. Borsa İstanbul İstinye Yerleşkesi, 15 Temmuz darbe girişiminden zarar görmüştür. Girişim, yerel halk ve kolluk kuvvetleri yardımı ile geri püskürtülmüştür. Kapalıçarşı Teslimat Merkezi hayata geçmiştir. BİST Para Piyasası faal çalışmaya başlamıştır. Sahipliğe dayalı kira sertifikaları Pay Piyasası bünyesinde işlem görebilmesine yönelik iyileştirmeler yapılmıştır ve işleyebilmesi için alt yapı çalışmaları hızlanmıştır. İstanbul Takas ve Saklama Bankası (Takas İstanbul) ve Merkezi Kayıt Kuruluşu (MKK-Merkezi Kayıt İstanbul), Borsa İstanbul Grubu İstinye Yerleşkesine taşınmıştır. Kıymetli Madenler Piyasası Fiziki Altın Transferi Sistemi yürürlüğe girmiştir.
- 2017 yılında 143. kuruluş yıl dönümü toplantısında Borsa İstanbul Grubu açılışı resmen gerçekleştirilmiştir. BİST ilk kez entegre faaliyet raporunu hazırlamıştır. BISTECH Teknolojik Dönüşüm projesinin 30 Kasım 2015 tarihinde tamamlanan ilk aşamasında Pay Piyasası, 6 Mart 2017 tarihinde tamamlanan ikinci aşamasında ise VİOP BISTECH platformuna taşınmıştır. Volatilité Bazlı Tedbir Sistemi (VBTS) kurulmuştur.
- 2018 yılında BİST Swap Piyasası hayatına başlamıştır. Borsa İstanbul Taahhütlü İşlemler Pazarı faaliyete geçti. 402 şirketin işlem gördüğü, piyasa değerinin 795 milyar TL seviyesinde olduğu Borsa İstanbul, 2018 ortalamasına göre %242 pay devir hızı ile dünyada en likit ikinci işlem platformu olmuştur. İstanbul Uluslararası Finans Merkezi Programı çerçevesinde Teknolojik Altyapının Güçlendirilmesi başlığından sorumlu kuruluş olarak 2014 yılında başlatılan BISTECH Teknolojik Dönüşüm Programı kapsamında pay, vadeli işlem ve opsiyon, borçlanma araçları ve kıymetli madenler piyasalarının aynı platform üzerinde uçtan uca tüm işlemlerinin gerçekleştirilmesi aşaması tamamlamıştır. Finansal okuryazarlığın artırılması amacı ile Borsa Uygulama ve Finans Simülasyon Laboratuvarı (BISTLAB) projesi başlatılmıştır.
- 2019 yılında Türkiye Varlık Fonu, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası’na (EBRD) ait %10 oranındaki payı satın alarak Borsadaki ortaklık oranını %90,6’ya çıkarılmıştır (borsaistanbul, 2022).

Borsa İstanbul'da toplamda 16 endeks bulunmaktadır. Bunlar;

- **BİST 100 Endeksi**

Borsa İstanbul içinde en geniş tanımlı endeks olarak tanımlanmaktadır. BİST 100 içerisinde BİST 30 ve BİST 50 payları da bulunmakta olup Yıldız Pazar ve Ana Pazarda bulunan Kolektif Yatırım Ürünleri ve Yapılandırılmış Ürünler Pazarı'ndan seçili 100 pay ile oluşmaktadır.

- **BİST 50 Endeksi**

Yıldız Pazar ve Ana Pazar'da bulunan Yıldız Pazar ve Ana Pazarda bulunan Kolektif Yatırım Ürünleri ve Yapılandırılmış Ürünler Pazarı'ndan seçili 50 pay ile oluşmaktadır. BİST 30 paylarını bulundurmaktadır.

- **BİST 30 Endeksi**

Yıldız Pazar ve Ana Pazar'da bulunan Yıldız Pazar ve Ana Pazarda bulunan Kolektif Yatırım Ürünleri ve Yapılandırılmış Ürünler Pazarı'ndan seçili 30 pay ile oluşmaktadır.

- **BİST 100-30 Endeksi**

Bu endeksteeki paylar BİST 30 ile BİST 100 arasında kalan hisselerin dâhil edilmesiyle oluşmaktadır.

- **BİST Kurumsal Yönetim Endeksi**

BİST pazarında bulunan ve kurumsal yönetim derecelendirme puanını barındıran şirketlerin paylarından oluşmaktadır.

- **BİST Tüm Endeksi**

BİST pazarlarında bulunan tüm şirketlerin paylarından oluşmaktadır (Menkul Kıymet Yatırım Ortaklıkları hariç).

- **BİST Tüm-100 Endeksi**

BİST Tüm endeksine dâhil olup BİST 100 endeksine dâhil olmayan paylardan oluşmaktadır.

- **Sektör Endeksleri ve Alt Sektör Endeksleri**

BİST pazarında bulun firmaların paylarından oluşmaktadır (Menkul Kıymet Yatırım Ortaklıkları hariç).

- **BİST Yıldız Endeksi**

Yıldız Pazar'da bulunan paylardan oluşmaktadır.

- **BİST Ana Endeksi**

Ana Pazar'da bulunan paylardan oluşmaktadır.

- **BİST Menkul Kıymet Yatırım Ortaklıkları Endeksi**

BİST pazarlarında bulunan ve menkul kıymet yatırım ortaklarının paylarından oluşmaktadır.

- **BİST Şehir Endeksi**

BİST pazarlarında bulunan ve firma merkezinin bulunduğu şehre göre sınıflandırılan, üretim ve hizmet faaliyetlerinin gerçekleştirildiği paylardan oluşmaktadır.

- **BİST Temettü Endeksi**

Yıldız Pazar ve Ana Pazar'da bulunan firmalarla Kolektif Yatırım Ürünleri ve Yapılandırılmış Ürünler Pazarı arasından seçilen ve son üç dönemde nakit temettü dağıtan firma paylarından oluşmaktadır.

- **BİST Temettü 25 Endeksi**

Temettü gelirlerine göre yapılan sıralamada 2/3'lük kısımda yer alan ve direk piyasada bulunan en büyük 25 paydan oluşmaktadır.

- **BİST Halka Arz Endeksi**

Yıldız Pazar ve Ana Pazar'da bulunan firmalarla Kolektif Yatırım Ürünleri ve Yapılandırılmış Ürünler Pazarı'nda bulunan aynı zamanda halka arz edilmiş firma paylarından oluşmaktadır.

- **BİST KOBİ Sanayi Endeksi**

Yıldız Pazar ve Ana Pazar’da bulunan ve amaç olarak yıllık net satış hasılatı veya mali bilanço büyüklüğü şartlarını sağlayan firma paylarından oluşmaktadır (KOBİ tanımında bulunan çalışan sayısı hariç) (BİST Pay Endeksleri Temel Kuralları, 2022).

Borsa İstanbul’da işlem gören bazı paylar aşağıdaki gibidir;

Tablo 1.3. : BİST Borsasında Öne Çıkan Hisse Senetleri

Ereğli Demir Çelik	Enka İnşaat	Ford Otosan	Koç Holding
İskenderun Demir Çelik	SASA Polyester	ASELSAN	Şişe Cam
Garanti Bankası	Turkcell	TÜPRAŞ	BİM Mağazalar
Tofaş Oto Fabrikası	Türk Telekom	Akbank	Arçelik
İş Bankası	Türk Havayolları	Sabancı Holding	Yapı ve Kredi Bankası

Kaynak: Borsa İstanbul’un internet sitesinden derlenmiştir.

Borsa İstanbul’un günümüzde hala cazibesi olması gerekenden yüksek olmamaktadır. Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri arttıkça piyasaların da düzeldiği bilinmesi üzerine, Borsa İstanbul’un büyüme potansiyeli ve yatırım yapabilirlik açısından gelişmişlik düzeyi yatırımcıları Borsa İstanbul’a çekmesi beklenmektedir (Gürkan, Çevik, & Korkmaz, 2014: 31). Bu konuda piyasalar arası güven durumu ortaya çıkan diğer bir olgu olmaktadır. Borsa İstanbul’un olabilecek potansiyelinin altında bir performans ile seyrettiği yapılan çalışmalardan da anlaşılmaktadır. Bunun temel sebeplerinden bir tanesi yatırımcıya yeterince güven sağlanamamasından kaynaklanmaktadır (Güneş & Saltoğlu, 1998: 130). Gerek politik gerekse de ekonomik istikrar piyasada güven oluşmasının anahtarları olmaktadır. Borsa İstanbul’un gelişmesi için atılabilecek ilk adımlardan biri ekonomik anlamda bir istikrar sağlanması olacaktır.

Borsayı ve borsa piyasasını daha iyi anlayabilmek için dâhil olduğu finans piyasasını da anlatmak gerekmektedir.

1.3. FİNANS PİYASALARI

Finans piyasaları, gelişim açısından incelendiğinde, ekonomik büyümeyi teşvik ederek, aktörlerin ekonomik performansını etkileyerek ve ekonomik refahı

arttırarak ekonomide kilit bir rol oynamaktadır (Darskuviene, 2010: 6). Başka bir tanımla da Finansal piyasa, hisse senedi ve tahvil gibi finansal varlıkların (menkul kıymetlerin) alınabileceği veya satılabileceği bir piyasadır. Fonlar, alım-satım işlemleri ile finansal piyasalarda transfer edilmektedir. Finansal piyasalar fon akışını kolaylaştırmaktadır ve böylece hane halkı, firmalar ve devlet kurumları tarafından finansman ve yatırım yapılmasına izin vermektedir (Medura, 2015: 3).

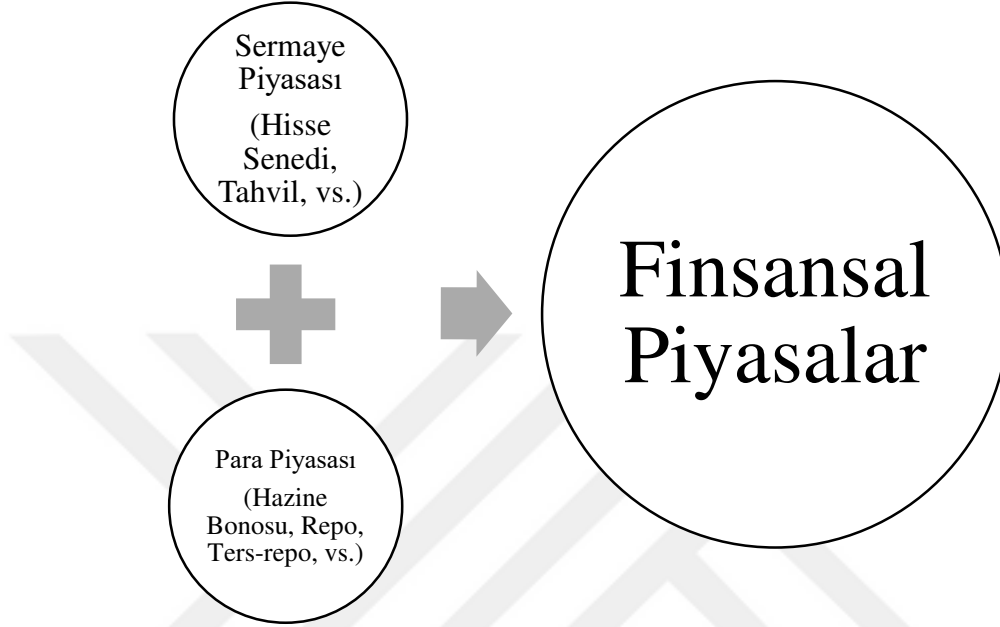
Finans piyasaları özellikle yatırım yapan kişiler için önem arz etmektedir. Temel de fon arzı ve talebinin bulunduğu piyasalar olarak bilinse de organik bir yapıya sahip olmaktadır. Nasıl ki bir organik yapı karşılaştığı olumsuz durumlara fiziksel tepkiler veriyorsa finans piyasalarında da durum çok benzerdir. Dünya tarihinde finansal piyasaları biyolojik bir organizma olarak düşünecek olursak, karşılaşılan ekonomik, sosyal ve siyasal krizler de hastalık olarak adlandırılabilir. Bu durumda doğru ilaçlar ile müdahale edilmesi sistemin geleceği açısından hayati önem taşımaktadır. Bazen yapılan müdahalelerin sisteme zarar verdiği düşünülse de sağlığı açısından önemli olabilmektedir. Bozulan bir ekonomi, iyi olarak yürütülemeyeceği gibi bozuk bir finansal sistem de iyi bir şekilde işleyemez. Bu durum kanser hastalığı ile benzer olmaktadır. Kanser hastasının edinmesi gereken tedavi kemoterapi ise basit bir ilaç hastalığın geçmesinde etkili olmamaktadır. Kemoterapinin bünye için zararı aşikârdır ancak bozulan sistemi düzeltmenin başka bir yolu bazen olmamaktadır. Finans piyasaları için de bu durum geçerlidir. Finansal okur-yazarlık bu noktada önem kazanmaktadır. Ayrıca piyasada güven olgusunun yerleştirilmesi diğer bir önemli faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Güven duyulan bir finansal piyasa devamlılığını sağlayabilmektedir.

1.3.1. Finansal Piyasalar ve Çeşitleri

Finansal piyasalar para ve sermaye piyasaları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Para ya da sermaye olarak nitelendirilmeyen alternatif piyasa modelleri yine finansal piyasalar başlığı altında işlense de bir sınıflandırılma yapılmamaktadır. Para piyasaları vade ve içerik bakımından sermaye piyasalarından ayrılmaktadır. Para piyasalarının vadesi genelde bir yıldan kısa olmaktadır. Bu piyasaya dâhil olan araçlar; hazine bonosu, repo, ters repo ve finansman bonoları olarak sıralanabilmektedir. Sermaye piyasaları ile vade bakımından birden uzun yılı kapsayan araçların dâhil olduğu piyasalar olarak bilinmektedir. Sermaye piyasası araçları; hisse senedi, tahvil ya da bir

yıldan uzun vadeli hazine ve finansman bonoları olarak sayılabilmektedir. Firmaların arzında kullanılan ve bir yatırım aracı olarak kullanılan hisse senetleri borsada işlem görmektedir. Finans piyasaları bir küme olarak düşünüldüğünde;

Şekil 3: Finansal Piyasalar Kümesi



Küme şeklinde ifade edilen araçlar bu çalışmanın konusu olup dâhil edilmeyen başlıklardan bahsedilmeyecektir. Para ve sermaye piyasası araçları çok çeşitli olup detaylı bilgiler için konu ile alakalı çalışmalara bakılması yardımcı olmaktadır.

Finans piyasalarında başlayan bir bozulma makro düzeyden mikro düzeye tüm sistemi etkilemektedir. Küresel dünya sisteminde ekonomik sınırların ortadan kalkması ile birlikte krizlerden etkilenebilirlik oranı da artış göstermiştir. Finansal piyasada meydana başlayan bozulma sermaye ve para piyasalarını da etkilemektedir ve nihayetinde ülke borsaları da bozulan düzenden nasibini almaktadırlar. A. Samitas ve D. Kenourgios yaptıkları çalışmada kriz dönemlerinde seçili borsaların hisse senetleri oynaklıklarını araştırmışlardır. Sonuç olarak da finansal krizler sonucu meydana gelen negatif getirilerde hisse senedi oynaklıklarının olumsuz etkilendiğini bulmuşlardır (Samitas & Kenourgios, 2022). Krizlerden etkilenen piyasalar yaralarını sarıp etkileri azaltmak için yeni yollar aramaktadırlar. Özellikle 2008 küresel finansal krizinden sonra mali piyasalar çok hızlı değişim geçirmişlerdir. İlk olarak, piyasa katılımcılarının risk algısı ve yönetimindeki değişmiştir. Stabil bir sistemin varlığı için;

İlk olarak finansal sistem ile reel ekonomi arasındaki bağlantılardan kaynaklanan sistemik riskin içselleştirilmesi gerekmektedir, ikinci olarak kamu ve

Özel sektör bilançolarında uzun yıllar boyunca biriken dengesizliklerin dzltilmesi gerekmektedir, üçüncü olarak, düzenleyici değişiklikler gerekmektedir. Finansal piyasalar, daha sağlam ve daha istikrarlı hale getirmeyi amaçlayan düzenleyici değişikliklerden geçmek durumundadırlar (Caruana & Vixtel, 2022).



İKİNCİ BÖLÜM

2. PARA KAVRAMI VE BİTCOİN

Çalışmanın bu bölümünde analizde kullanılan ve son yıllarda bilinirliği daha da artan Bitcoin (BTC) ve para kavramı ele alınacaktır. 2008 yılında hayatımıza giren BTC'yi daha iyi anlayabilmek adına BTC'ye nasıl bakıldığının bilinmesi gerekmektedir. BTC'yi ilginç ve cazibeli kılan özelliklerinden bir tanesi günümüz itibariyle finans piyasalarından iki piyasada da kabul edilebilir olduğunun bilinmesiyle anlaşılmaktadır. BTC'yi para piyasası içinde inceleyen araştırmacıların olduğu gibi, sermaye piyasasında incelen araştırmacılar da mevcut olmaktadır. Konu ile ilgili araştırmalar için “Literatür Taraması” başlığı incelenebilir. Para piyasasında BTC'ye bakış, BTC'nin para olduğu var sayımı ile yapılmaktadır. Sermaye piyasasındaki bakış ise daha farklı karşımıza çıkmaktadır. Bu konuda araştırma yapan araştırmacılara göre BTC bir para değil, hisse senedi gibi işlem görmektedir. Ancak şu ayrımı yapmak önemlidir ki; para ve sermaye piyasası arasında temel olarak vade problemi varken bu durum BTC için geçerli olmamaktadır. Dolayısıyla günümüzde yatırımcılar BTC'ye ilgi göstermektedir ve volatilitesinin bilinmesi yatırımcılar için büyük önem arz etmektedir. Bu zamana kadar finansal varlıklar üzerinden yapılan volatilité çalışmaları ile artık BTC'nin de bir finansal varlık olduğunu kabul etmek gerekliliğini göstermektedir. Bu çalışmada BTC'ye iki piyasa açısından da bakılmaya çalışılacaktır.

2.1. PARA KAVRAMININ TARİHÇESİ

Para kelimesi dilimize Farsçadan geçmiş ve “pare” kelimesinin günümüze dek değişmiş hali olarak bilinmektedir. Türk Dil Kurumu'ndaki anlamı olarak ise “Devletçe bastırılan, üzerinde değeri yazılı kâğıt veya metalden ödeme aracı, nakit” şeklinde karşımıza çıkmaktadır (TDK, 2022).

Bilindiği üzere metal paralar icat edilmeden önce, ödeme aracı olarak kullanılabilecek birçok yol bulunmaktadır ve yüzlerce nesne para olarak kullanılmıştır. Akdeniz ve Yakın Doğu'nun eski toplumlarında buğday, arpa ve sığırları para olarak kullanılmışlardır. Çin'de MÖ 1600'den Afrika'da MS 20. yüzyıla kadar kabuk paralar ve bunların bronz ve bakır kopyaları, diğer tüm para biçimlerinden daha yaygın ve daha uzun süre kullanılmıştır. MS 17. yüzyılda, ABD'nin Massachusetts eyaletinde

insanlar wampumu (istiridye kabuklarından yapılan beyaz boncuklar) para olarak kabul etmişlerdir ve yerli Amerikalılarla (Kızılderililer) ticarete yaygın olarak kullanılmışlardır. 1940’larda İkinci Dünya Savaşı sırasında sigara para olarak kullanılmıştır. Paranın tam olarak ne olduğunu tanımlamak zordur. Ancak bu ödeme araçlarının çok çeşitli olması, paranın, insanların başka şeyler karşılığında genel olarak kabul edeceği her şey olabileceğini göstermektedir (Robertson, 2022).

Yaygın inanış olarak paranın Lidyalılar tarafından bulunduğu inanılır ancak paraya meta olarak bakmak başka bir düşünce sistemini gerektirmektedir. Para, Lidyalılardan çok daha önce insan hayatında olan bir olgudur. Hatta tarihi insanlık tarihi kadar eskidir. Zaman içerisinde şekil ve form değiştirmiştir. İlk çağlarda insanlar takas yöntemi ile mal değiş-tokuşu gerçekleştirmekteydiler. Bu dönemde bir malın değerini başka bir mal belirlemekteydi (Kotler, 1972: 46-52). Eşdeğerliliğin önemli olmadığı zamanlarda bu yöntem kolay bir yöntem olarak benimsenmektedir. Örnek olarak iki malın değiş-tokuşunda, o malın üretime verilen emeğin ya da değerini belirleyen faktörlerin eşit olması beklenmektedir. Bu sayede değiş-tokuş yapılabilmektedir. İnsanların da homoeconomicus olduğu varsayımı altında kendileri için zararlı olacak bir seçimi yapacakları beklenmemektedir.

Paranın işlevselliği ile kâğıdın icadı arasında bir ilişki bulunmaktadır. Para kavramı olarak kâğıt olarak değerlendirildiğinde bilinmektedir. Ancak farklı formlarını görmek mümkün olmaktadır. Para, fiyatın oluşmasında yegâne etken olmasının yanı sıra arz ve talebin değerlendirilmesi açısından da önem taşımaktadır. Fiyatı olan ürünlerin arz ve talebini hesaplamak, sadece mübadele aracı olarak kullanılan metadan daha basit ve tercih edilebilir olmaktadır (Alptekin & Yılmaz, 2018: 5-20).

2.1.1. Takas Ekonomisi

Takas yöntemi Chapman (1980) tarafından aşağıdaki gibi açıklanmaktadır;

$$X \longleftrightarrow Y$$

Burada “X” ve “Y” malları temsil etmektedir. Bu işlemde nesneler doğrudan birbirleri ile değiştirilir, X malına sahip olan kişi Y malına sahip olan kişi ile malları değiştirdiklerinde takas işlemi gerçekleştirilmiş olur.

$$\begin{array}{ccc} A & & A \\ S & \times & S \end{array}$$

Yukarıdaki şekilde “A” alıcıyı “S” satıcıyı temsil etmektedir. Bu yöntemde de takas doğrudan gerçekleştirilmektedir ve üçüncü bir kişiye (aracıya) ihtiyaç duyulmaktadır. Buradaki varsayım iki satıcı ve iki alıcının olduğu bir durumdur. Satıcı ve alıcı arasındaki takas ilişkisi malların üretimi ve değişimi şeklinde gerçekleşmektedir.

Takas ekonomik bir etkileşim niteliğindedir. Bir aracıya ihtiyaç duymamaktadır. Aracı oluşumu takasın niteliğini ve yapısını değiştirmektedir (Chapman, 1980: 33-83).

2.1.2. Değerli Maden Ekonomisi

Takas ekonomisinin değer kavramında yetersiz kalması ile değişim aracı olarak kullanılacak başka bir meta için insanlar arayışa girmişlerdir. Bu noktada, üzerine değer biçilebilecek çeşitli araçlar kullanılmıştır. Kimi zaman karşımıza çakıl taşı ya da deniz kabuğu kimi zaman da bakır, gümüş olarak çıkan bu metallere değerli maden adı verilmektedir. Değerli madenlerin kullanımı ekonomi ve ticaret açısından devrim niteliği taşımaktadır. Yaygın inanişaya göre, değerli madenler, ilk olarak günümüz Türkiye’sinin Batı bloğunda yerleşik olan Lidyalılar tarafından kullanılmışlardır. Tarihi karşılığı ise M.Ö. 7. yüzyılın ortalarına denk gelmektedir. Bazı kayıtlara göre ise Atina yakınlarındaki küçük bir adada kurulmuş Argos kolonisi ilk madeni parayı üretmiştir (Mundell, 1999: 3-4).

Değerli madenleri kullanımı ile malın değeri kavramı önem kazanmaktadır. Değerli maden kullanımına kadar malın değeri başka bir mala bağlanmaktadır ancak takas sisteminin aksine iki malın değişiminde başka bir aracı kullanılmaktadır. Malların niteliklerine göre kullanılan madenler çeşitlilik göstermektedir. Madenlerin değerini ise çıkarılmalarında ya da bulunmalarındaki kolaylık ve basit iktisat mantığında olduğu gibi sayıları belirlemektedir. Bu açıdan bakıldığında işlenmesi kolay, sayıca fazla ve daha çok bulunabilir madenler diğerlerine göre daha değersiz olarak söylenebilmektedir. Bu arada çıkarılan madenlerin tümünün ticarete ya da ekonomide kullanıldığını söylemek de doğru olmayacaktır. Günümüzde bir değer sıralaması yapıldığında ticarete kullanılmamış madenlerin de sıralamada yer buldukları görülmektedir. Değer sıralamasına göre kıymetli madenler;

- Rodyum
- Platinyum

- Altın
- Rutenyum
- İridyum
- Osmiyum
- Paladyum
- Gümüş;

olarak sıralanmaktadır (EJL, 2022). Buradan da anlaşılabilceği üzere sadece kimyasal olarak günlük hayatta zararsız metaller kullanılmıştır ve kullanılmaktadır. Madeni para tarihine bakıldığında en çok kullanılan madenlerin değer sırasına göre bakır, gümüş ve altın olduğu anlaşılmaktadır (Mundell, 1999: 5).

Takas ekonomisinden sonra geçilen değerli maden ekonomisinin en büyük getirilerinden birisi de toplulukların belirlenmesi ve yavaş yavaş devletleşmenin artması şeklinde olmaktadır. Devlet bilincinin yerleşmesi de toplulukların ülkeleşmelerinin önünü açmıştır. Değerli madenin katkısı ise liderlerin kendi paralarını üzerlerine siluet ya da kendi toplumunu simgeleyecek şekiller ile basmaları şeklinde olmuştur. Zamanla değerli madenler ülkeler açısından egemenliğin sembolü olmuşlardır. Değerli madenlerin rezervindeki sıkıntılar ve coğrafi olarak ayrıcalıklı ülke anlayışı sebepleriyle kullanımı zamanla zorlaşmıştır. Ülke bilincinin de iyice yerleşmeye başladığı dönemler de ekonomi aracı olarak başka bir sistem geliştirilmiş ve kâğıt para ilk olarak M.S. 6. yüzyılda Asya’da karşımıza çıkmaktadır (İşbankası, 2022).

2.1.3. Kâğıt Para Ekonomisi

Kâğıt paranın M.S. 6. yüzyılda Asya’da ortaya çıkması ile tüm Dünyada kullanılmaya başlaması arasında uzun bir zaman dilimi vardır. Aynı zamanda kronolijik bakılacak olursa madeni para kullanımı ile kâğıt para kullanımı arasında da uzun yıllar bulunmaktadır. M.S. 6. yüzyılda Asya’da görülen kâğıt paranın Batıya gelmesi 17. yüzyılın sonlarını bulmaktadır (Grubb, 2012: 15-16). Tullock (1957)’a göre eski Çin’de kâğıt paranın tarihi, 9. yüzyıldan 19. yüzyıla kadar bin yılı aşkın bir süredir uzanmaktadır. Ancak en büyük gelişimi M.S. 1000 ve 1500 yılları arasındaki dönemde olmuştur. Çin’de kâğıt paranın tarihini tartışan az sayıda ekonomist, bu durumu Eski Çin’in yükseliş ve düşüşünün tek bir hikâyesi olarak ele almışlardır.

Çin’de kâğıt paranın kullanılmasının hikâyesinde mürekkep ve kâğıdın kullanılmasının büyük önemi bulunmaktadır (Tullock, 1957: 395).

Dış ticaret, diğer toplumların kültür, sosyal ve ekonomik yapıları hakkında bilgi almak için önemli bir kanıt olarak karşımıza çıkmaktadır. Kapalı piyasa modelinden sonra ülkelerin ürettiği fazlaları dışarı satma arzuları, dış ticarete açılmayı beraberinde getirmektedir. 1776’da Adam Smith’in kaleme aldığı “Ulusların Zenginliği” kitabında ülkelerin nasıl daha zenginleşeceği ve dış ticaretin nasıl yapılacağı anlatılmaktadır (Smith A. , 2007). Gelişen ülkeler arası ticaret sonucu, ülkeler birbirlerinden etkilenmişlerdir. Ülkelerin para birimleri bu noktada önem kazanmaktadır. Ülkeler enflasyonist etkiden kaçabilmek adına bastıkları paraları altına bağlamışlardır ve buna altın standart sistemi denmektedir (Germer, 1997). Para birimleri arası farklılıkları da ortadan kaldırmak adına kullanılan bu sistem uzun yıllar geçerliliğini sürdürmüştür. Ancak anlaşılabilceği üzere değerli maden ekonomisinde devam eden ülkeler ile kâğıt para kullanan ülkeler arasında bir farklılık ortaya çıkmaktadır. Nitekim sistem, Bretton Woods kasabasında yapılan ve IMF, Dünya Bankası gibi kurumların kurulduğu konferansa kadar devam edebilmiştir (Dammash, 2022).

Dünya ticaretinin yönünün kâğıt para açısından büyük önemi bulunmaktadır. 1492 yılında Kristof Colomb tarafından keşfedilen Amerika kıtasının keşfi, yapıldığı tarih itibariyle bir dönüşüm olarak görülmektedir. O döneme kadar dünyanın doğu bloğu zenginliği ile bilinmektedir ve ticaretin yönü de bu doğrultuda gelişmiştir. Batıdan doğuya doğru seyreden ticaret ile Asya’dan kâğıt para öğrenilmiştir. Ancak özellikle Avrupa’da kâğıt paranın kullanımı uzun zaman sonra olmuştur. Kâğıt paranın 1690’lı yıllarda, İngiltere’de kuyumcular tarafından basılıp kullanıldığı bilinmektedir. 1694 yılında da İngiliz Merkez Bankası ve diğer ülke merkez bankalarının kurulmasıyla kullanımının yaygınlaştığı bilinmektedir (TCMB, 2022). Ülkemizde ise kâğıt para ilk olarak Osmanlı Devleti’nde Abdülmecid döneminde ve 1840 yılında Kaime-i Nakdiye-i Mutebere (para yerine geçen kâğıt) adıyla basılmıştır. Bir nevi hisse senedi olarak değerlendirilmektedir. Cumhuriyet tarihinde ise ilk kâğıt para Londra’da basılmıştır. Bunun sebebi o dönemde kâğıt para basacak matbaa bulunmamasıdır. Bu nedenle paraların üstünde Türkçe ve Fransızca ibareler bulunmaktadır. 1937 yılında ikinci sürüm paraları yine Londra’da basılmıştır. 1938 yılında Mustafa Kemal Atatürk’ün vefatından sonra İsmet İnönü başa geçmiş ve para basımında etkili rol oynamıştır. 50 kuruşluk kâğıt paralar Almanya’da basılırken 50

liralık kâğıt paralar İngiltere’de basılmaya devam etmiştir. Ancak 1941 yılında Hitler ordusu tarafından Yorkshire isimli gemide paraların telef olması sonucunda o dönemde piyasaya kayıt para sürülememiştir. Üçüncü ve dördüncü baskı kâğıt paralar ABD’de basılmıştır. Türkiye’de ilk olarak 1958 yılında kâğıt para matbaasının tamamlanmasıyla bu tarihten itibaren kâğıt paralar Türkiye’de basılmaya başlanmıştır (Fidan, Dilek, & Esev, 2019: 141-162).

Günümüzde kâğıt paranın likidite hızı özellikle dünya boyutu düşünüldüğünde olması gerekenden yavaş işlemektedir. Bir mübadele işleminde para fiziksel değil banka kodları aracılığı ile yer değiştirmektedir. Üzerindeki vergi yükü de yatırım yapılmasını cazip kılmamakta ve sermayenin olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır. Sistem alternatiflere açık hale gelmiştir ve dijital paralar bu noktada alternatif olabilmektedir (Ulu, 2019: 276-291).

2.1.4. Plastik Para Ekonomisi

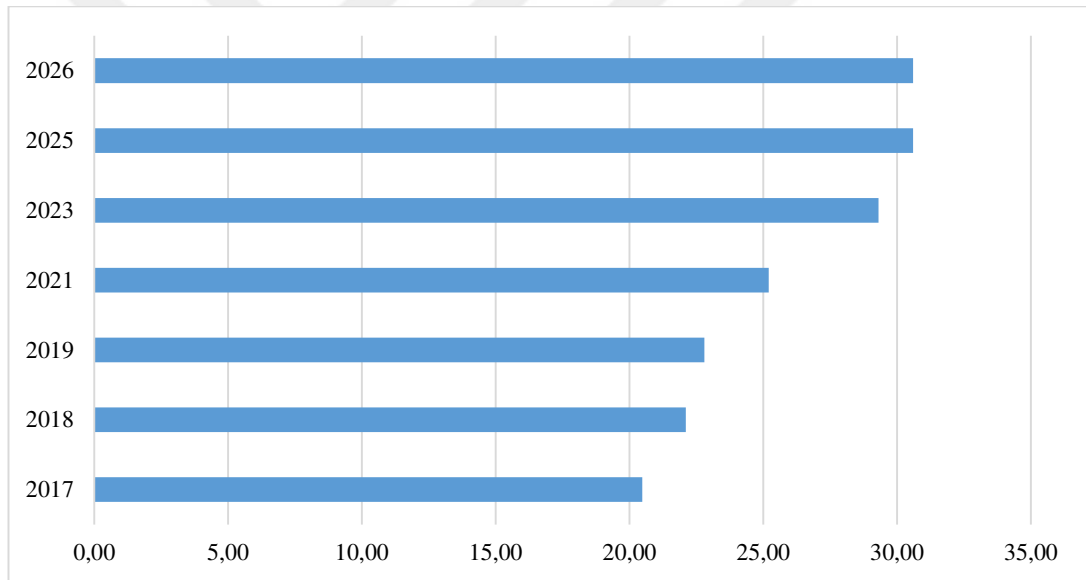
Değer olarak kâğıt para çok çeşitli şekillerde kullanılabilir. Çünkü genelde para yerine geçebilen tüm değerli kâğıtlara kâğıt para denmektedir. Bunlar hazine bonoları, hisse senetleri ya da çekler şeklinde karşımıza çıkabilmektedir. Bu çalışmada kâğıt para cinslerinden banknotlar üzerinde çalışılmıştır. Banknotlar Bretton Woods sisteminin getirisi ile birlikte ülkelerin Merkez Bankaları tarafından basılmaktadır. Kelimenin kökeni Fransızca olup, kâğıt para anlamına gelmektedir (TDK, 2022). Kâğıt paralar teknoloji ve bankacılık sisteminin gelişmesi ile birlikte ilk olarak plastik para olarak karşımıza çıkmıştır. Kredi kartı olarak da adlandırılan plastik para fikri ilk olarak 1887’de Edward Bellamy tarafından ortaya atılmıştır. Bellamy, “Geriye Bakmak” adında bir kitap yayınlamıştır ve ilk defa “kredi kartı” terimini kullanmıştır. O zamandan beri, bu fikrin gerçeğe dönüşmesine izin veren birçok gelişme yaşanmıştır (Nagalakshmi & Aldal, 2020:1243-1251). Kredi kartına kronolojik olarak bakıldığında (Kiernan, 2022);

- 1900’lü yıllarında başlarında petrol şirketleri ve büyük firmalar kendi kredi kartlarını oluşturmuşlar ve kullanıma izin vermişlerdir.
- 1946’da Biggins Bank, Brooklyn’deki satıcılarda kullanılmak üzere Charg-It kartını tanıtmıştır.

- 1958 yılında American Express ilk ödeme (kredi) kartını piyasaya sürmüştür. Aynı yıl, Visa International Service Association (VISA), Bank Americard markası altında kurulmuştur.
- 1966 yılında MasterCard, California bankalarının bir birimi olarak kurulmuştur.
- 1999 yılında American Express, yerleşik bir bilgisayar çipine sahip ilk kredi kartlarından biri olan Blue Card'ı piyasaya sürmüştür.

Yıllar itibariyle dünya genelinde kredi kartı kullanımının arttığı gözlemlenmektedir. Aşağıdaki tabloda yıllar itibariyle kredi kartı kullanım rakamları verilmektedir.

Figür 2.1. : 2023, 2025 ve 2026 tahminleriyle birlikte 2017'den 2021'e kadar dünya çapında dolaşımdaki kredi, banka ve ön ödemeli kart sayısı (milyar olarak)



Not: Statista verilerinden derlenmiştir.

Tablodan da anlaşılabileceği gibi dünyada kredi kartı kullanımı yıllar itibariyle artış göstermektedir. Ekonomik sistemin geçirmesi muhtemel değişimin kredi kartı ya da kâğıt para kullanım oranlarını değiştirmesi beklenmektedir. Dijital paraların daha hızlı piyasa entegrasyonu ile bu dönüşüm sürecinin hız kazanması oldukça muhtemel gözükmektedir.

2.1.5. Dijital Para Ekonomisi

Satoshi Nakamoto takma isimli bir kişi tarafından 2008 yılında yayınlanan bir manifesto ile BTC dünyaya tanıtılmıştır. Dijital paralar böyle bilinmeye başladıysa da çok daha öncelerde hayatımızda bulunmaktaydılar. Bankacılık sektöründe meydana gelen teknolojik gelişmeler ile sistemin varlığı ortaya çıkmaya başlamıştır. Ancak dijital paralara örnek niteliğinde bilgisayar ya da mobil oyun paraları verilebilmektedir. Gerek oyun karakterini güçlendirme gerekse de ekstra özellikler satın alabilmek adına mobil ve bilgisayar gibi sanal ortamlarda bu çeşit paralar kullanılmaktadırlar.

Dijital para ekonomisi geleneksel para ekonomisine bir tepki olarak ortaya çıkmıştır. Özellikle küresel finansal kriz dönemlerinde geleneksel para politikalarının yetersizliği tek yönlü politika izlemeleri nedeniyle daha da anlaşılmaktadır. Burada dönüşümün kademeli ama sonunda gerçekleşeceği beklenmektedir (Fabris, 2018: 5-24). Geçtiğimiz birkaç dönemde dönüşüm için küreselleşmenin negatif ve pozitif etkisini gözlemek mümkün olmaktadır. Bilgisayar teknolojilerinin de gelişmesi ile birlikte radikal birkaç değişiklik yaşanmıştır. Uluslararası sermaye akımları yoğunlaşmıştır ve piyasalarda yeni ve karmaşık araçlar geliştirmiştir, finansal işlem gerçekleştirme hızındaki büyük gelişme, finansal işlem maliyetlerini önemli ölçüde düşürmüştür. Bu durum emek gücünü ardıllar vaziyette bulunmaktadır. Örnek olarak bankalar personel sayısında azalmaya gitmiş ve şube kapatmışlardır. Nakit kullanım gerektirmeyen ödeme yöntemleri daha fazla teşvik edilmeye başlanmıştır (Fabris, 2019: 53-66). Bu yöntem anlaşılabilceği üzere kredi kartı yani plastik para kullanımında büyük bir artışı beraberinde getirmiştir. Aynı zamanda sistem olarak farklılaşan para piyasası ile birlikte yine tüketici alışkanlıkları, yeni pazarlar ve hizmetlerde farklılaşmalar ortaya çıkmıştır (Tomljanović & Grubišić, 2016: 139-164).

Dijital parayı anlayabilmek için para kavramı detaylı bir şekilde değerlendirilmek durumundadır. Örneğin Türk Lirası'na para diyebilmek için hesap birimi, takas ortamı ve değer deposu olarak kullanılabilmesi gerekmektedir. Türk Lirası'nın fiyatı döviz cinsinden yazılabilir yani bir hesap birimidir. Mal ve hizmet satın almada kullanılan bir araçtır yani takas ortamı mümkün olmaktadır. Döviz cinsinden tasarrufta değerlendirilebilir yani değer deposu olarak kullanımı mümkündür (Özsoy, 2019). Para diğer bir açıdan bakıldığında bir çeşit senet görevi görmektedir. Piyasasına göre senedin niteliği de değişmektedir. Bu noktada üç çeşit

paradan söz etmek mümkün olmaktadır. Bunlar, itibari para, banka mevduatları ve merkez bankası rezervleridir (McLeay & Radia, 2022).

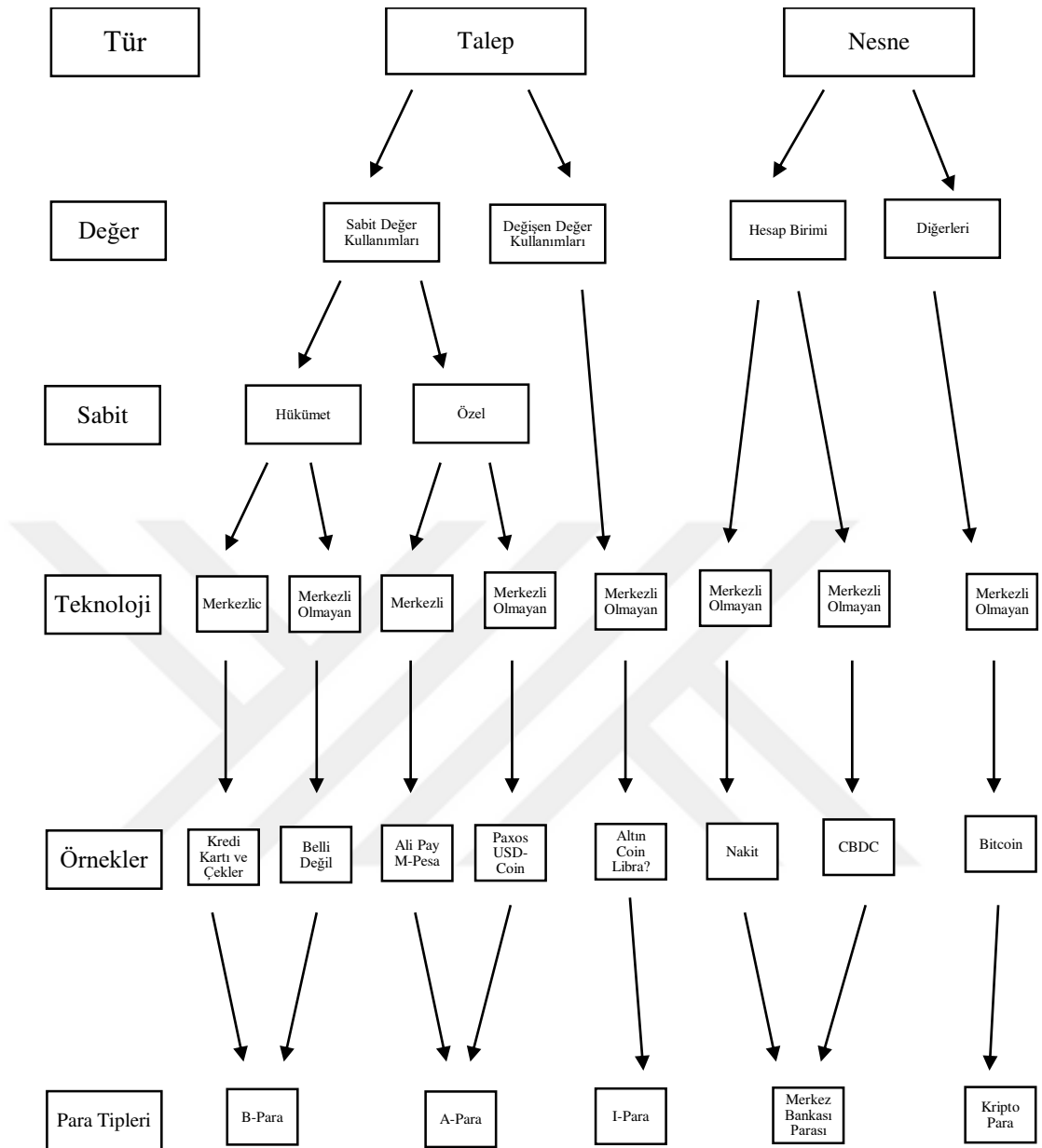
İtibari Para: Banknot olarak da bilinen, Merkez Bankası tarafından basılan ve başka bir varlığa çevrilemeyen paralara denmektedir. Kamu ve Özel bankaların mevduatları da düşünüldüğünde daha çok tüketicilerin elinde bulunan para olma özelliğini taşımaktadır.

Banka Mevduatları: Ticari bankalarca tüketicilere verilen bir çeşit senet niteliği taşımaktadır. Bankalar kredilendirme yolu ile mevduat yaratmaktadırlar. Piyasada tüketiciler ya da firmaların kasalarında bulunan nakit para miktarı azdır ancak mevduat yaratma yolu ile kaydi para miktarı fazla göstermek mümkün olmaktadır. Bunun dışında kalan miktar ise banka mevduatlarından meydana gelmektedir. Banka mevduatları çok çeşitli olabilmektedirler. Bono, tahvil, vs, örnek olarak gösterilebilmektedir.

Merkez Bankası Rezervleri: Merkez Bankası tarafından ticari bankalara verilen tutarları ifade etmektedir. Özellikle faiz belirlemede aktif rol oynayan rezervler aynı zamanda para politikası uygulamada önemli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Evlimoğlu & Gümüş, 2018: 167-183).

T. Adrian ve T. Mancini-Griffoli (2019) yaptıkları çalışmada “Para Ağacı” kavramını aşağıdaki şekil yardımı ile açıklamışlardır.

Şekil 2.1. : Para Ağacı



Bir ödeme aracını tanımlayan ilk nitelik talep ya da nesne türü olmaktadır. Basit bir alış verişi olarak (kahve satın almak gibi) nakit ödeme, nesneye dayalı bir ödeme türü olmaktadır. Alış verişin tarafları nesne olarak parayı kabul ettiklerinde alış verişi gerçekleşmiş olur. Burada herhangi bir bilgi faktörü etkili olmamaktadır. Diğer bir seçenek başka bir aracı kullanarak talep etme ile gerçekleşmektedir. Kahve alış verişi için kredi kartı kullanılması bu duruma örnek olmaktadır. Kart pos cihazına okutularak satın alanda bulunan nakit hakkı satıcıya geçmiş olmaktadır. Hak talebine dayalı ödemeler, işlemleri basitleştirir, ancak yapılabilmesi için karmaşık bir altyapı gerekmektedir. Bugün, ödemelerin çoğu hak talebine (kredi kartı kullanımı) dayalıdır.

Bunlar, ödeme yapanların hak sahibi olarak tanınmasını gerektirmektedir. Kişilerin alışverişi geçerli kılmak için yeterli fona sahip olması işlem için yeterli olmaktadır.

Ödeme araçlarının ikinci özelliği değerdir. Alacakların sınıflandırılmasında asıl soru alacağın para cinsinden itfasının sabit veya değişken değerde olup olmadığıdır. Sabit değerli alacaklar, hesap biriminde önceden belirlenmiş bir nominal değerde itfayı garanti etmektedir. Ödemeler için bu kullanışlı özellik, işlem yapan tarafların ilgili hesap biriminde takas ettikleri alacağın değeri üzerinde kolayca anlaşmalarına olanak tanımaktadır. Örnek olarak bir banka 10 Euro'luk mevduat şeklinde bir talebi, 10 Euro değerindeki senetler ile değiştirilebilir. Ödeme araçlarının üçüncü özelliği, yalnızca sabit değerli alacaklar için geçerli olmaktadır. Soru, geri ödeme garantisinin hükümet tarafından verilip verilmediği veya yalnızca ihracatçı tarafından uygulamaya konulan ihtiyatlı ticari uygulamalara ve yasal yapılara dayanıp dayanmadığıdır. İkinci durumda, sabit "özel" olarak adlandırılmaktadır. Kullanıcıların farklı para biçimlerine olan güvenini etkileyebileceğinden, ayırım yapmak önemli olmaktadır. Son nitelik teknolojidir ve sorusu yerleşim merkezleştirilmiş mi yoksa merkezleştirilmiş mi şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Merkezleştirilmiş teknolojilerden yararlanan işlemler, merkezi bir özel sunucudan geçer. Merkezleştirilmiş defter teknolojilerini (DLT) veya blok zinciri teknolojilerini kullanan merkezi olmayan işlemler, birkaç sunucu arasında çözülmektedir. Bunlar, güvenilir birkaç ("izinli" ağlar) ile sınırlı veya halka açık ("izinsiz" ağlar) olabilmektedir. Merkezleştirilmiş araçlar sınırların ötesine daha kolay yayılabilmektedir (Adrian & Macini-Griffoli, 2019).

Şekilden de anlaşılabileceği üzere BTC; merkezleştirilmiş, çeşitli kripto paralar ile ölçülen ve nesneye dayalı bir ödeme biçimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Kripto para teknolojisini anlatmadan önce Satoshi Nakamoto (2008)'un alt yapısını anlattığı blok zinciri teknolojisinin anlatılması gerekmektedir.

2.2.BLOK ZİNCİRİ TEKNOLOJİSİ

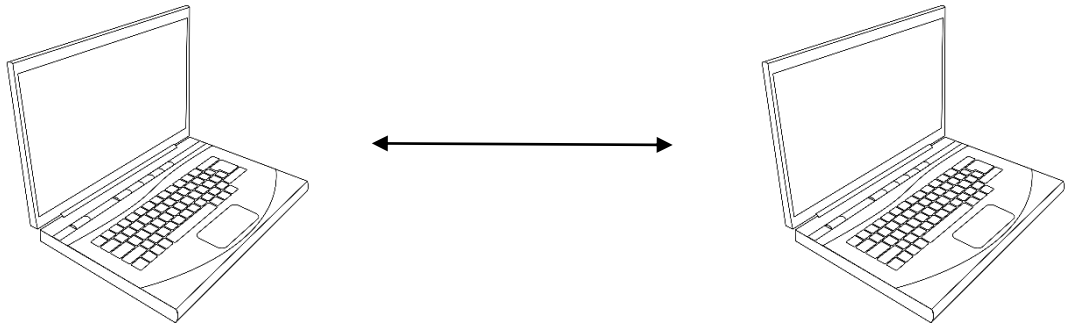
Blok zinciri, esasen, katılan taraflar arasında yürütülen ve paylaşılan tüm işlemlerin veya dijital olayların dağıtılmış bir kayıt veri tabanı veya kamu defteridir. Halka açık defterdeki her işlem, sistemdeki katılımcıların çoğunluğunun mutabakatı ile doğrulanmaktadır. Sisteme girilen bir bilgi bir daha asla silinememektedir. Blok zinciri, yapılan her işlemin belirli ve doğrulanabilir bir kaydını içermektedir (Crosby,

2015). Basit bir benzetme yapılacak olunursa, bir nevi sanal bakkal defterine de benzetilebilir. Sistemin işlenebilirliği açısından da şöyle düşünmek gerekmektedir; Blok zinciri sistemi sanal bir bakkal defteridir ve müşteriler ve bakkal arasındaki tüm alış veriş burada kayıt edilmektedir. Akla şöyle bir soru gelmesi olasıdır, “Eğer bu bakkal defteri kaybolursa ne olur?”. Cevaben, blok zincirinin merkezi yapılardan farkı merkezsizleştirilmiş bir sanal ortam sağlamasıdır. Sadece bakkalda olduğu düşünülen bu defter aslında bakkalın portföyüne bağlı herkeste bulunmaktadır. Tabi fiziki olarak değil ancak yapılan tüm alış verişlerin bilgisi herkeste bulunmaktadır.

Blok zinciri sadece kripto para ticareti olarak kullanılan bir sistem olmamaktadır. Geçmişe eskiye dayanmakla birlikte günümüzde çoğu sosyal ve ekonomik alanlarda karşımıza çıkmaktadır. Alanların çoğu blok zincire entegre edilebilir niteliktedir. Özellikle kamu sektörü, tedarik zinciri ve enerji alanlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte de kullanım alanı artmaktadır. Dolayısıyla sürekli ilerleyen dinamik bir yapıda olduğu göze çarpmaktadır.

Blok zinciri sisteminin tanınmasında en etki isim Satoshi Nakamoto olsa da sistem daha önceleri bazı uygulamalar ile hayatımızda yer edinmiştir. Gücünü halka açık ya da açık kod yazılım olmasından almaktadır. Sisteme ne kadar fazla bilgisayar gücü entegre olursa gücü de o oranda artmaktadır. Örnek olarak bir bilgisayardan başka bir bilgisayara kapalı sistem LAN (Local Area Network) bağlantısı olduğunu düşünelim;

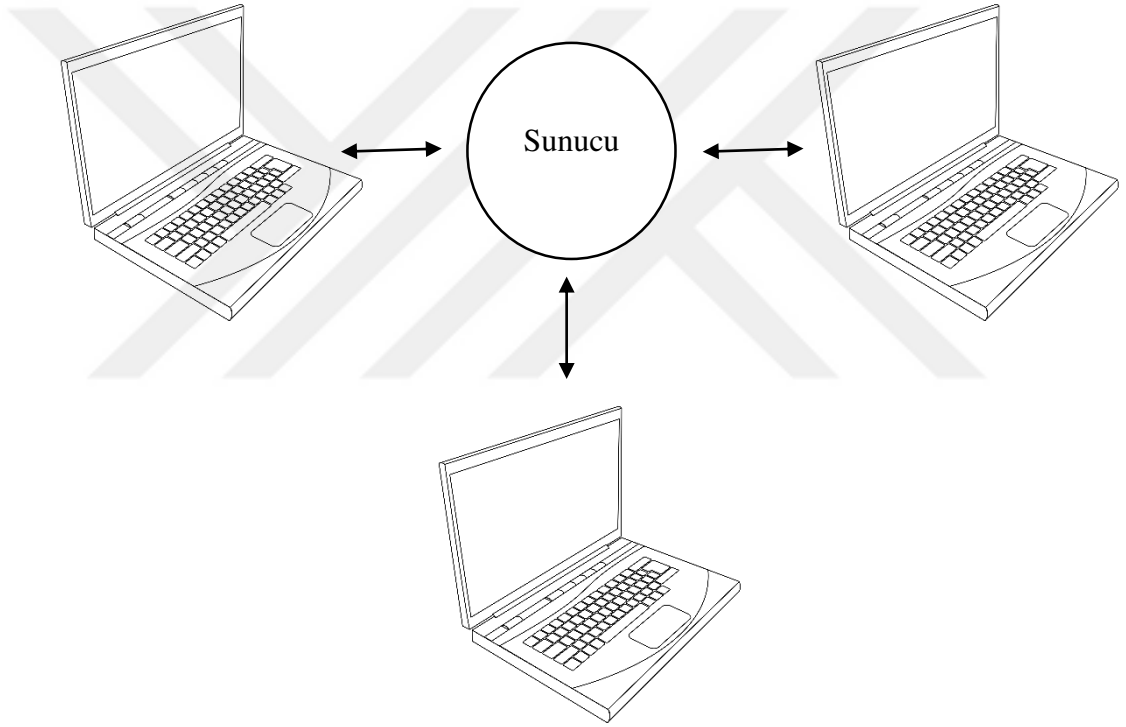
Şekil 2.2. : Doğrudan Bağlantılı Bilgisayarlar Modeli



Sadece iki bilgisayarın olduğu bir sistemde bir bilgisayardan diğerine veri aktarmak (bilgisayarların RAM güçleri doğrultusunda) zaman alacak bir işlem olarak karşımıza çıkmaktadır. İnternetin olmadığı ortam tam olarak böyle işlemektedir.

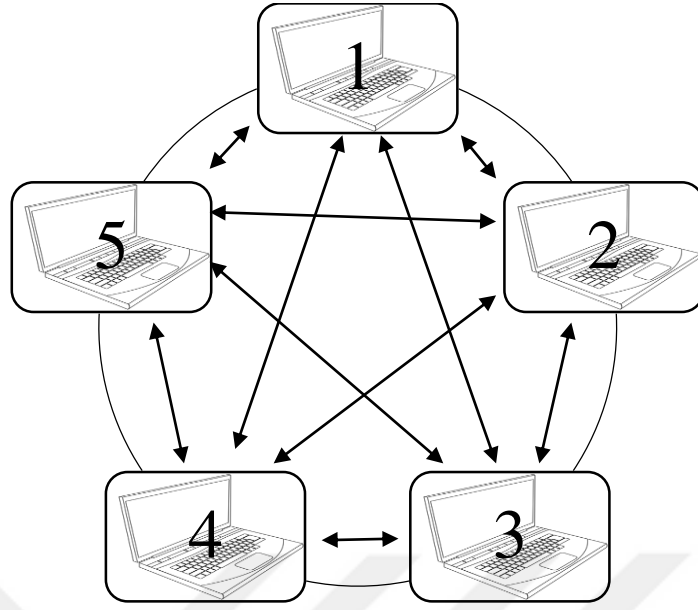
Bilgisayarlar arası yerel bir ağ bağlantısı kurulmaktadır. Ancak buradaki yerellik kısıtlayıcı bir niteliktedir ve sisteme dâhil olmayan üçüncü kişiler yararlanamamaktadır. İnternet ilk olarak ortaya çıktığında, 1960'lı yıllarda ABD, soğuk savaşın da etkisiyle savunma ve bilişim harcamalarına büyük pay ayırmıştır. 1969 yılında ARPANET (Advanced Research Projects Authority Net) adıyla bir proje geliştirilmiştir ve amaç savunma amaçlı ülke içerisindeki bilgisayarların birbirleri ile bağlantısını sağlamaktır (Güven, 2022). Burada sistem bir sunucu yardımı ile çalışmaktadır;

Şekil 2.3. : Sunucu Aracı Bağlantılı İnternet Tabanlı Bağlantı Modeli



Merkezli bir yapıdan veri aktarımı ile sisteme bilgi entegrasyonu önceki sisteme göre daha hızlı işlemektedir. Ancak sunucu, bir aracı işlevi gördüğü için veri ya da bilgi akışı olması gerekenden ya da olabileceğinden daha yavaş olmaktadır (Byrum & Nucera, 2022). Sunucu ortadan kaldırılarak ve açık bağlantı ile tüm bilgisayarlar birbirlerine bağlanarak blok zincirinin basit bir simülasyonu gerçekleştirilmiş olur;

Şekil 2.4. : Blok Zinciri Tabanlı Bilgisayar Bağlantıları Modeli



Burada sunucunun aradan çıkarılması ile tüm bilgisayarlar entegre bir şekilde çalışabilmektedir. Oluşturulan bulut sistemi, veri depolanması için kullanılan bir araç olmaktadır. Sisteme giriş için herhangi bir sınır olmaması vasıtası ile de yeni araçlar eklenebilmekte ya da çıkarılabilmektedir (Sarmah, 2018: 23-29). Eklenen her yeni araç sistemin optimal bir şekilde işlemesi için pozitif bir etkiye sahip olmaktadır. Bir örnek ile açıklamak gerekirse; merkezli bir sistemde bir dosya indirme işlemi gerçekleştirildiğini varsayalım. Dosya tek sunucuda olduğu için birden fazla bilgisayarın aynı anda indirme işlemine başlaması demek dosya kodunun çok sayıda bölünmesi ve dolayısıyla işlemin yavaşlaması anlamına gelmektedir. Ancak blok zinciri sisteminde böyle bir indirme işlemi yapıldığında indirme yapan bilgisayar aynı zamanda sunucu gibi de görev yapmaktadır. Bir yandan indirme işlemi gerçekleşirken aynı anda indirilen her bir parça eş zamanlı olarak diğer bilgisayarların kullanımına açık hale gelmektedir. Bu sayede zamandan ve enerjiden tasarruf sağlanmış olmaktadır. BTC'nin içine doğduğu teknoloji böyle bir yapıya sahiptir. Çalışmanın bu kısmında BTC'nin tanımlaması yapılarak Blok Zinciri sisteminde işlevselliği tartışılacaktır.

2.2.1. Bitcoin'in Doğuşu

2008 yılında bitcoin.org isimli bir internet sitesinde Satoshi Nakamoto takma isimli bir kişi tarafından bir makale yayınlanmıştır. Makale dünya ekonomisi açısından bir devrim niteliği taşımaktadır. Böylece BTC hayatımıza girmiştir.

Küreselleşme ile birlikte gelişen teknoloji ile ticarete elektronikleşme hız kazanmıştır. Ticari işlemlerin fiziksel ortamlardan sanal ortamlara taşınması hem maliyet azalımı hem de zaman tasarrufu açısından büyük önem arz etmektedir. Ancak geleneksel model ticarete güven unsuru çok daha arka planda iken yeni model ticarete güven unsuru ön plana çıkmaya başlamıştır. Sanal ortamlarda yapılan ticari sözleşmeler karşılıklı güven ya da güvensizliği belirlemektedir. Bu noktada sanal ortamda da güven ortamının oluşması için yeniliklere ihtiyaç duyulmaktadır. Arabuluculuk faaliyetleri bu duruma örnek olarak gösterilebilmektedir. Ancak arabuluculuk da başlı başına maliyeti arttırmaktadır ve zamanın verimli kullanımı açısından faydalı olamamaktadır. İkili bir ticari ilişkide satıcı ve alıcı birbirlerine tam bilgi vermek durumundadırlar. Bilgi alışverişinin tek taraflı olması taraflardan diğerini rahatsız edebilir niteliktedir. Burada önemli olan karşılıklı fiziksel bir ortamda kolayca oluşturulabilen güven kavramı yerine sanal ortamda kriptografik bir delile bağlı, ticaret yapmaya istekli iki tarafın, bir arabulucuya ya da başka bir üçüncü kişiye gerek kalmadan birbirleri ile karşılıklı güven oluşturabilecek bir ortam yaratılmasına da imkân veren elektronik bir ödeme sistemi yaratılmasıdır. Bu sistem dolandırıcılığın da önüne geçecek bir sistem olmak durumundadır. Çünkü fiziksel ortamda kurulan güven ortamının sanal ortamda kurulması çok kolay olmamaktadır ve ilk başlarda kısmi de olsa dolandırıcılığa imkân tanımaktadır (Nakamoto, 2022). Bu nedenle geleneksel elektronik ticaret modelleri yerine;

- İşletmeden işletmeye e-ticaret (Business to business veya B2B),
- İşletmeden tüketiciye e-ticaret (Business to consumer veya B2C),
- Tüketiciden tüketiciye e-ticaret (C2C),
- İşletmeden devlete e-ticaret (Business to government veya B2G),
- Tüketiciden devlete e-ticaret (C2G),
- Devletten devlete e-ticaret (G2G),
- Devletten işletmeye e-ticaret (G2B),
- Devletten tüketiciye e-ticaret (G2C),

- Tüketiciden işletmeye e-ticaret (C2B) (Cura, 2022, s. 124).
- Eşlerarası ticaret (Peer to Peer veya (P2P) önerilmektedir.

BTC'nin ortaya çıkmasındaki diğer bir amaç ise piyasada yavaş yavaş bozulan güven ortamı ile birlikte teknolojinin de hızlanmasıyla ihtiyaç duyulan değişim olgusudur (Gahlot & Baveja, 2022: 797-818). Yukarıda anlatıldığı gibi nakit kullanımının yerini kredi kartı ya da para yerine geçen değerler almaktadır. İleriki zamanlarda kripto para kullanılacağı beklentisi yaygın bir görüş olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.2.2. Eşler Arası Ticaret (P2P)

Eşler Arası Ağ, çoğunlukla Napster markası altında bilinir. Bu uygulamada Peer-to Peer ağ konsepti, dosyaları paylaşmak, yani MPEG Layer3 (mp3) sıkıştırılmış ses dosyalarının değişimi için kullanılmaktadır. Ancak, Eşler Arası yalnızca dosya paylaşımı ile ilgili değildir. Aynı zamanda Eşler Arası kavramlara veya kaynak paylaşımına dayalı multimedya iletişim ağları kurmakla da ilgili olmaktadır (Schollmeier, 2001: 101-102).

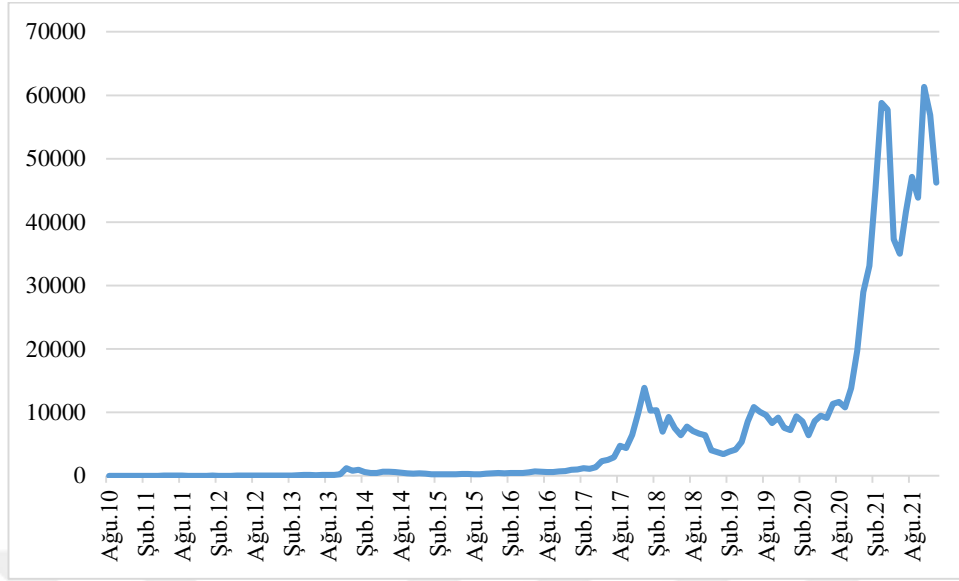
Eşler arası ağ sistemi, sistemler arasında değişim yoluyla bilgisayar kaynaklarının paylaşılmasına izin veren geniş bir dağıtılmış uygulamalar kümesini kapsamaktadır. Şekil 7'de gösterilen bağlantı modeli bu tanıımı tamamıyla karşılamaktadır. Bir P2P sisteminin amacı, İnternet'in ucunda bulunan kaynakları toplamak ve bunu kullanıcılar arasında işbirliği içinde paylaşmaktır (Einav, Farronato, & Levin, 2016: 615-635). Özellikle dosya paylaşımli P2P sistemleri (utorrent, limewire vb.) internetteki çok sayıda kullanıcı arasında bilgi alışverişi için yeni bir değerler dizisi olarak popüler hale gelmiştir. Geleneksel istemci sunucu modelinden daha sağlam, ölçeklenebilir, olası bir hataya dayanıklı ve kaynakların daha iyi kullanılabilirliğini sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Merkezi bir sunucunun varlığına bağlı olarak, P2P sistemleri merkezi veya merkezi olmayan (merkezsizleştirilmiş) olarak sınıflandırılabilir. Merkezi olmayan mimaride hem kaynak keşfi hem de kaynak indirme mümkün olmaktadır. Merkezi olmayan P2P mimarileri ayrıca yapılandırılmış veya yapılandırılmamış ağlar olarak sınıflandırılabilir. Yapılandırılmış ağlarda, içeriklerin yerleştirilmesi ve ağ topolojileri konusunda belirli kısıtlamalar bulunmaktadır. Ancak yapılandırılmamış P2P ağlarında, içeriğin yerleştirilmesi ağın topolojileriyle ilgisi bulunmamaktadır.

Yapılandırılmamış P2P ağları, dinamik ortamlarda yapılandırılmış muadillerinden daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmektedir. Ancak, yapılandırılmamış P2P ağları, verimli arama mekanizmalarına ihtiyaç duyarlar ve ayrıca sahte içerik dağıtımı, serbest sürüş (paylaşmayan, ancak kaynakları tüketen eşler), badana (cezalardan kaçınmak için sistemden ayrılan ve yeniden katılan eşler) gibi sayısız sorundan mustarip olmaktadır. P2P uygulamalarının açık ve anonim doğası, bir eşin ağa koyabileceği içeriklerin tamamen hesap verilebilir olmamasına yol açmaktadır. Kötü niyetli eşler genellikle bu ağları içerik zehirlenmesi yapmak ve Trojen ve virüsler gibi zararlı programları dağıtmak için kullanılmaktadırlar (Sen, 2012). Sistemde bilgisayarları açık kaynak olarak kullandığı için kötü niyetli eylemlere de rastlamak mümkün olmaktadır. Bir veri aktarımı sırasında dosyalara yüklenen zararlı yazılımlar bilgisayarlarda hasarlara neden olabilmektedir. Ancak aynı durum kriptoparalar söz konusu olduğunda geçerli değildir. Çünkü sisteme entegre edilmiş güvenlik duvarları aktif bir şekilde çalıştığından gerçekleştirilen işlemlere üçüncü yazılım yüklemen çok kolay olamamaktadır (Stephen & Alex, 2018).

2.2.3. Bir Para Olarak Bitcoin

BTC nedir sorusunun cevabı olarak, Segendorf (2014), BTC, hükümetlerden ve bankalardan tamamen bağımsız olarak yapılan anonim ödemeler için tasarlanmış sanal bir para birimi olmaktadır. Son yıllarda, BTC birçok cephede büyük ilgi görmüştür. BTC ödemeleri, yeni ve ilginç bir teknik çözüme dayanmaktadır ve geleneksel ödemelerden farklı şekilde işlev görmektedir. Belirli ödeme durumlarında BTC, geleneksel ödeme yöntemlerine göre daha düşük maliyet, hız, anonimlik vb. avantajlar sağlayabilmektedir (Segendorf, 2014: 71-86). Ayrıca Bjerg (2015)'e göre, BTC, bağımsız bir para birimi olarak çalışan eşler arası bir elektronik ödeme sistemidir (Bjerg, 2016: 53-72). Ancak bir para birimi olarak BTC, insanlar tarafından bir şeyler, hizmet almak ya da diğer para birimlerine dönüştürülmek üzere kullanılan ve hükümetler tarafından idare edilen para birimleri karşısında alım satım değeri oldukça dalgalanan dijital değer birimi olmaktadır (Vigna & Casey, 2017). BTC, yenilikçiliği, basitliği, şeffaflığı ve artan popüleritesi ile büyük ilgi gören bir para birimi olarak karşımıza çıkmaktadır (Urquhart, 2016: 80-82). Piyasa değeri çıktığı 2008 yılından itibaren değerlendirildiğinde, ilginin nedeni açıkça anlaşılmaktadır. Aşağıdaki grafik incelendiğinde;

Figür 2.2. : Yıllar İtibariyle Bitcoin Fiyat Değişimi (USD)



Kaynak: Investing verilerinden derlenmiştir.

BTC'nin fiyat performansına bakıldığında BTC yarılanması kavramı öne çıkmaktadır. Daha önce iki kez yarılanma geçiren BTC 2020 yılı itibariyle üçüncü yarılanmasını geçirmiştir. BTC yarılanması para biriminin yaratılma hızının düşürülmesi sürecine denmektedir. 2020 yılının sonlarına doğru meydana gelen artış da grafikten anlaşılmaktadır.

BTC'nin insanlar arasında neden popüler olduğunun cevabı yukarıdaki grafikten de anlaşılmaktadır. 2017 yılının ilk aylarında artmaya başlayan trend 2021 yılının sonlarına doğru devam etmektedir. Özellikle 2021 yılının ikinci yarısından itibaren dolar bazında 60 bin Dolar üzerine çıktığı gözlemlenmektedir. 2020 yılının ikinci yarısından itibaren de ani sıçrama yaparak 60 bin Dolar kadar yükseldiği görülmektedir. Kaynağı ve arzı belli olan bir para birimi olması vasıtası ile BTC güvenilirliği son derece yüksek olan bir meta olarak karşımıza çıkmaktadır. Nakamoto'ya göre toplam 21 Milyon arzı ve son BTC üretimi 2140 civarında olacaktır. Üretilmesindeki CPU gücünün güvenilirliği altına bağlı dolar ile kıyaslanmaktadır ve küresel krizler sonucu merkez bankaları paralarına güvenin azalması da olasıdır.

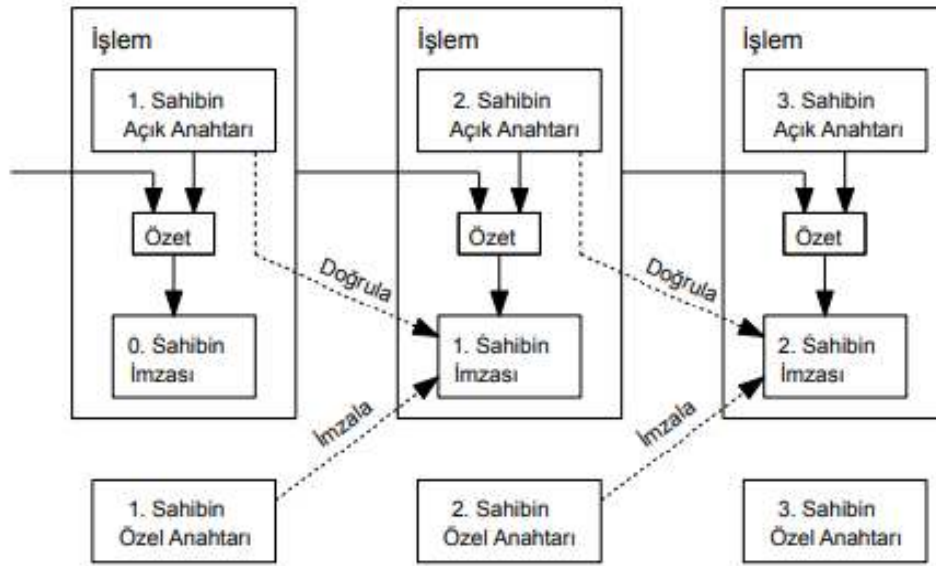
BTC'nin yaklaşık toplam 550 milyar dolarlık (Investing, 2022) piyasa hacmi düşünüldüğünde para birimi olarak değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır. Çünkü spekülasyon etkisi piyasada hala çok büyüktür. Söylemlerden ve büyük hareketlerden etkilenmektedir. Azalış ve artışlarında bu spekülasyon etkileri görmek olası olmaktadır.

2.2.4. Bitcoin'in İşleyişi

Sistemin işleyişini anlamak için Nakamoto (2008)'nin yayınladığı manifestoya bakmak gerekmektedir. Nakamoto, Bitcoin ile yapılabilecek işlemleri ve sistemin yapısını şöyle ifade etmektedir;

Elektronik parayı dijital imzalar olarak tanımlamaktadır. BTC sahibi kişi kendine gelen değeri elektronik ortamda imzalamakta ve bir başkasına gönderebilmektedir. Başkasına gönderilen tutar bir hash (özet) kodu yardımı ile iletilmektedir. Hash kodunun içine o güne kadar olan tüm işlemler bir özet halinde kaydedilmektedir. BTC'yi alan kişi de zinciri tamamlamak için imzalamak zorunda kalacaktır.

Şekil 2.5. : Bitcoin İşlemleri



Kaynak: Bitcoin.org sitesinden alınmıştır.

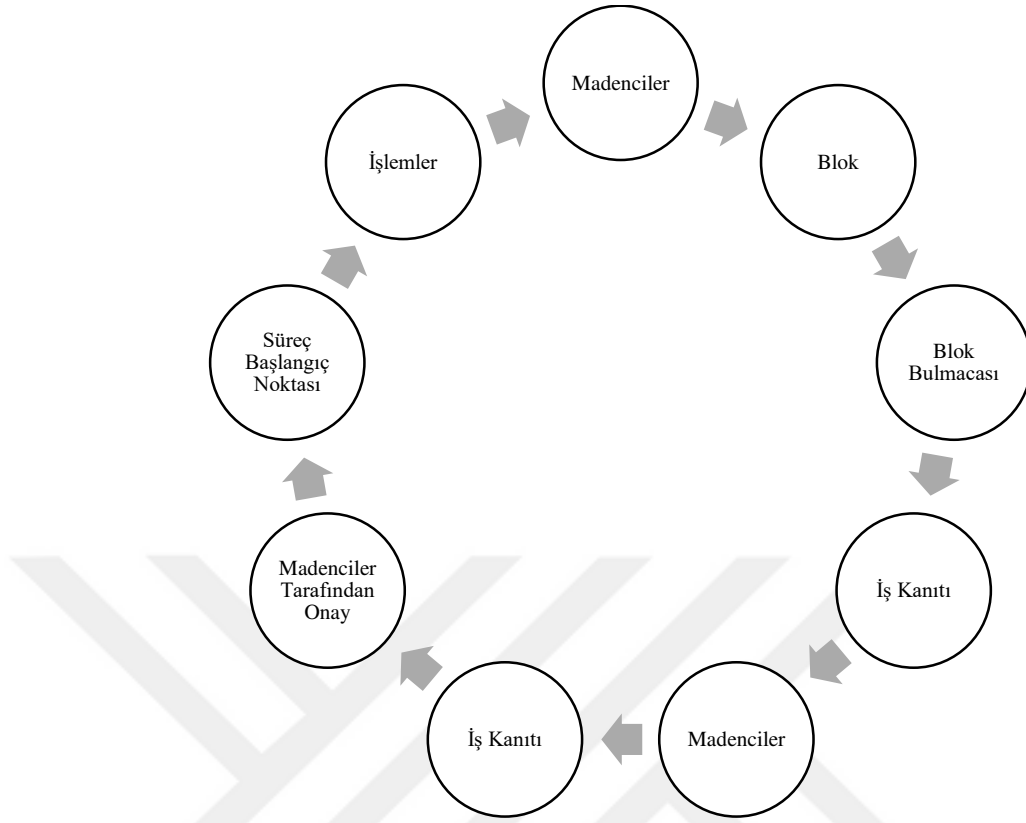
Yukarıdaki şekil blok zincirinden gerçekleştirilen bir işlemin örneği niteliğini taşımaktadır. Tasvir edilen üç işlem blok olarak adlandırılmaktadır. Her bloğun içerisinde kendinden önce gelen bir özet kodu bulunmakta ve bu kod işlemi gerçekleştiren kişinin açık anahtarı ile açılmaktadır. Sistemin güvenirliliği de bu noktada ön plana çıkmaktadır. Çünkü bahsedildiği gibi her blok içerisindeki özet kodlarında önce gerçekleştirilen işlemlerin de özeti bulunmaktadır. Açık anahtar ile açılan kod imzalanmaktadır ilk aşama olarak. Bu arada her imza başka bir kullanıcı tarafından doğrulanmak durumundadır. Doğrulanmış imza, bir sonraki bloğa aktarılır.

İkinci blokta aynı birinci bloktaki işlemler gerçekleştirilir. Tanımlanan sayı kadar doğrulama ve imza süreci gerçekleştirildikten sonra işlem tamamlanmış olmaktadır (Nakamoto, 2022).

2.2.5. Bitcoin Üretimi

BTC, üretimi madencilik adı da verilen ve Nakamoto'nun iş ispatı prensibiyle çalıştığını söylediği bir sistem ile yapılmaktadır. Temel prensibi kod çözme olarak çalışan bilgisayarların Merkezi İşlem Birimi (Central Process Unit) ya da daha çok bilinen kısaltma adıyla CPU gücüne dayanmaktadır. Madencilik, yeni doğrulanmış bloklar ekleyerek blok zincirini koruma sürecine denmektedir. Hesaplama gücünü ağa ayırmanın bir ödülü olarak, madenciler yeni çıkarılan BTC'ler ve işlem ücretleri ile ödüllendirilmektedir. Yüksek işlem gücüne sahip bilgisayarlar ile madenciler, büyük olasılıkla önce bir bloğu çözmektedirler; ancak, daha fazla blok çözüldükçe madenciliğin zorluğu artmaktadır. İlk işlem olarak, ağdaki tüm düğümlere 50 BTC aktarmaktadır. BTC protokolüne göre ödül her 4 yılda bir yarıya indirilmektedir. Şu anda, bir bloğu doğrulayan düğüme 12,5 BTC verilmektedir. Bununla birlikte, 21 milyon BTC sınırına ulaşıldığında, artık ödül olmayacak ve madenciler yalnızca işlem ücretlerini kazanacaktır. Diğer işlemlerle birlikte "coinbase" adı verilen ve ödül için bir talep olan özel bir işlem yer almaktadır. Madencilik, bu amaç için kullanılan özel teknoloji ile son zamanlarda rekabetçi bir iş haline gelmiştir. Daha erken kar elde etmek için madencilığe milyarlarca dolar yatırım yapıldığı bilinmektedir (Lee & Chuen, 2015: 45-65). Burada bahsedilen düğümler blok zincirine aktarılan işlem kodları olmaktadır. İşlem kodlarının çözülebilmesi de sadece güçlü bilgisayarlar ile yapılabilmektedir. Yapılan işlemlerin doğrulama akışı aşağıdaki şekilde gibidir;

Şekil 2.6. : Bitcoin Madencilik Doğrulama ve Akış Şeması



Kaynak: (Duong & Thuy, 2020) derlenmiştir.

Madencilikğin temelinde ödüllendirme mekanizması bulunmaktadır. Madenciler güçlü bilgisayarları ile BTC ya da kripto para işlemlerindeki karmaşık problemleri çözmektedirler. Hashcash yöntemi ile yapılan bu çalışma şöyle anlatılmaktadır; Hashcash iş kanıtı, bir bulmacayı çözmek için gereken çaba miktarını tanımlayan bir maliyet işlevi olmaktadır. BTC madencilğinde, bir madencinin bulmacanın çözümünü bulmadan önce tamamlaması gereken hesaplamaların sayısını vermektedir. İşlev, rastgele uzunlukta bir girdi alır ve onu "hash" olarak adlandırılan sabit uzunlukta bir çıktıya eşlemektedir. Maliyet fonksiyonu aşağıdaki özelliklere sahiptir:

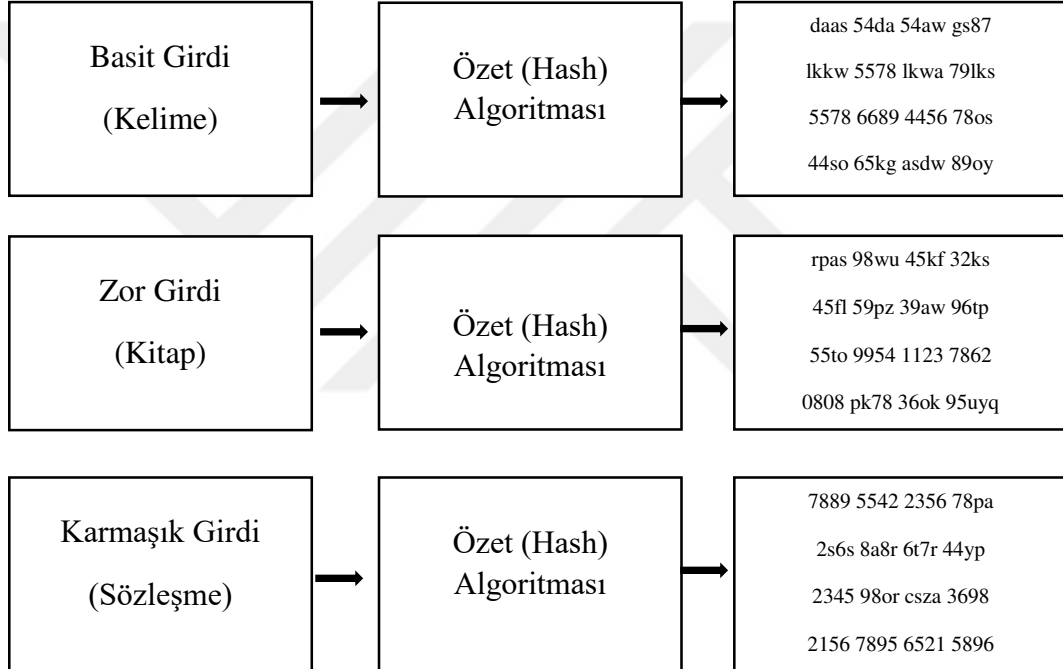
- Çözümün hesaplanması zor ve maliyetlidir, ancak bulunduğunda kolayca doğrulanabilir.
- Fonksiyonun çıktısı rastgeledir.
- Bire bir fonksiyondur.
- Tersine çevirmek pratik olarak imkânsızdır.

BTC, uzunluğu 256 bit olan çift SHA-256 işlevini kullanmaktadır (Ma, Gans, & Tourky, 2018). BTC madencilğinde, 1024 bitlik bir mesaj olan BTC blok başlığının

karma değerini hesaplamak için çift SHA-256 algoritması kullanılmaktadır. Çift SHA-256 kullanımı, uzunluk uzatma saldırısına karşı koruma sağlamaktadır. Teknik olarak, SHA256 bir mesaj genişleticiden (MG) ve bir mesaj sıkıştırıcıdan (MS) oluşmaktadır. SHA-256 işlemi sırasında MG, 512 bitlik giriş mesajını 32 bitlik veriden oluşan 64 parçaya genişletmektedir. MS, bu 64 32 bitlik veri parçalarını 256 bitlik karma bir çıktıya sıkıştırılmaktadır (Pham, Tran, & Lam, 2020).

SHA256 algoritma yapılı bir sistemi ifade etmektedir. Kripto algoritmasının temelinde değişken uzunluktaki girdilere sabit uzunlukta çıktılar üretmeleri yatmaktadır. Girdinin boyutu önemli olmamasına rağmen çıktı sabit uzunlukta olmaktadır. Şöyle ki;

Şekil 2.7. : Kripto Algoritmasında Girdi ve Çıktı



Şekil 2.7. incelendiğinde girdinin karmaşıklık düzeyine bakılmaksızın çıktılarının sabit olduğu dikkat çekmektedir. Girdilerden hangisi gönderilirse gönderilsin çıktı miktarları sabit olmaktadır. Çıktılar, SHA-256 algoritmasında 256 uzunluğunda bulunmaktadır. Burada beklenti, her farklı girdiye farklı bir çıktı üretmesi olmaktadır. İki farklı girdiye aynı çıktı üretilmemektedir. Sistemin sağa doğru olan ok yönü sola doğru olamamaktadır. Yani sistem geriye yürütülememektedir (Ethereum, 2022). Çözülen bu karmaşık problem nihayetinde de madenciler BTC ile ödüllendirilmekte ve işlem maliyeti almaktadırlar.

Daha önce de bahsedildiği gibi yıllar itibari ile problemler daha karmaşık hale gelmekte ve madencilik zorlaşmaktadır. Madenciliği aktif bir şekilde yapmak için daha iyi CPU gücüne ihtiyaç duyulmaktadır.

BTC madencilik ekonomisinin başarısı, BTC'nin dağıtılmış protokollerinin çalışmasını ve sabit kalmasını gerektirmektedir. Yatırımcıların teşviklerine göre davrandıkları varsayımı altında bu protokollerin istikrarını ele alınmaktadır. BTC'nin başarısı üç tür fikir birliğine dayanmaktadır;

Kurallar Hakkında Fikir Birliği: Madenciler, hangi işlemlerin geçerli olduğunu belirlemek için kriterler üzerinde anlaşmak durumundadırlar. BTC günlüğünde yalnızca geçerli işlemler anılacaktır; ancak bu, geçerliliğin nasıl belirleneceği konusunda anlaşmayı gerektirmektedir.

Yerler Hakkında Fikir Birliği: Madenciler, hangi işlemlerin gerçekten gerçekleştiği konusunda anlaşmalıdır, yani herhangi bir zamanda, kimin, hangi paraya sahip olduğuna dair ortak bir anlayış olması için BTC ekonomisinin tarihi üzerinde anlaşmak durumundadırlar.

BTC'lerin Değerli Olduğuna İlişkin Fikir Birliği: Madenciler, BTC'nin değerli olduğu konusunda hemfikir olmalıdır, böylece oyuncular BTC'leri ödemede kabul etmeye istekli olmak durumunda kalacaklardır (Kroll & Davey, 2013).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ÇALIŞMADA KULLANILAN DEĞİŞKENLERE İLİŞKİN AÇIKLAMALAR

Bu çalışmada özellikle son yıllarda tanınırlığı artan BTC'nin dolar fiyatı (BTC/USD), Dolar kuru endeksi (DXY), BİST 100, NASDAQ100 endeksi ve NYSE100 endeksleri arasındaki dinamik ilişki araştırılmıştır. Zaman aralığı, 1 Ocak 2017 ve 10 Mart 2022 olarak seçilmiştir. BTC için dolar karşılığı fiyatı seçilmiştir. DXY endeksi için ABD dolarının yabancı para birimleri karşısındaki değerinin gösterildiği endeks (DXY) kullanılmıştır. “ABD doları diğer paralara karşı değer kazandıkça endeks yukarı çıkmaktadır. Endeks, Euro (EUR), Japon Yeni (JPY), Pound Sterling (GBP), Kanada Doları (CAD), İsveç Kronu (SEK) ve İsviçre Frangı (CHF) paralarından oluşmaktadır. EUR ağırlığı %57.6, JPY ağırlığı %13.6, GBP ağırlığı %11.9, CAD ağırlığı %9.1, SEK ağırlığı %4.2 ve CHF ağırlığı %3.6 olarak gerçekleşmektedir. (tradingview, 2022) BİST100 endeksi, Borsa İstanbul'da işlem gören ve piyasa hacmi en yüksek 100 hisse senedinin değerinin ortalaması ile oluşturulmaktadır. NASDAQ 100 endeksi, borsada işlem gören en yüksek piyasa değerine sahip 100 şirketi kapsamaktadır (vikipedi, 2022). NYSE100 endeksi ise New York Borsası Endeksi olarak adlandırılmaktadır ve NYSE'de kote edilen toplam piyasa değerleri en büyük olan 100 şirketten oluşmaktadır (vikipedi, 2022).

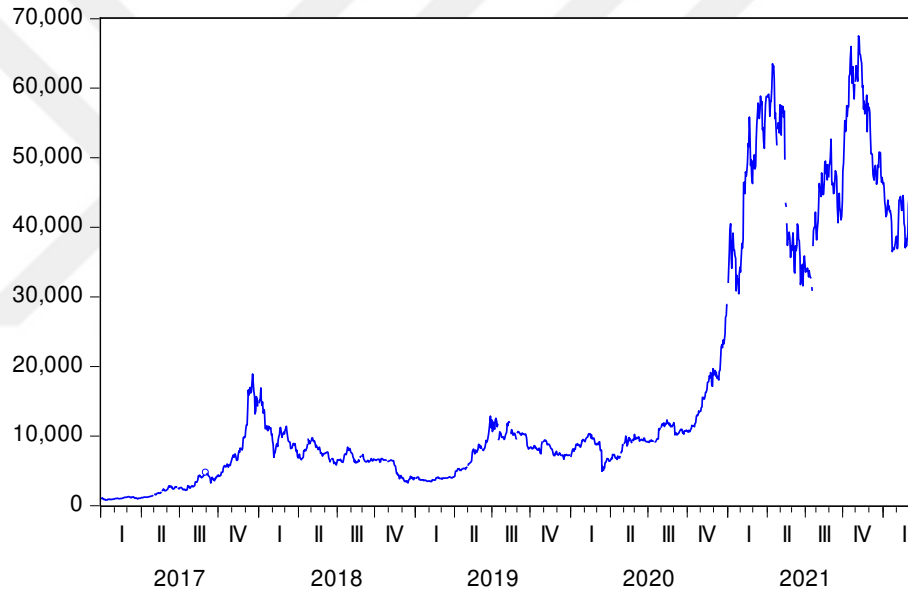
Tablo 3.1. : Çalışmada Kullanılan Değişkenler ve Açıklamaları

Değişkenler	Açıklamaları	Kaynak
BTC	BTC/USD	Tradindview veri tabanı
DXY	ABD dolarının yabancı para birimleri karşısındaki değeri	Tradingview veri tabanı
BİST100	Borsa İstanbul'da işlem gören işlem hacmi en yüksek 100 hisse senedi	Tradingview veri tabanı
NASDAQ100	Borsada işlem gören en yüksek piyasa değerine sahip 100 hisse senedi	Tradingview veri tabanı
NYSE100	New York Borsasında işlem gören işlem hacmi en yüksek 100 hisse	Tradingview veri tabanı

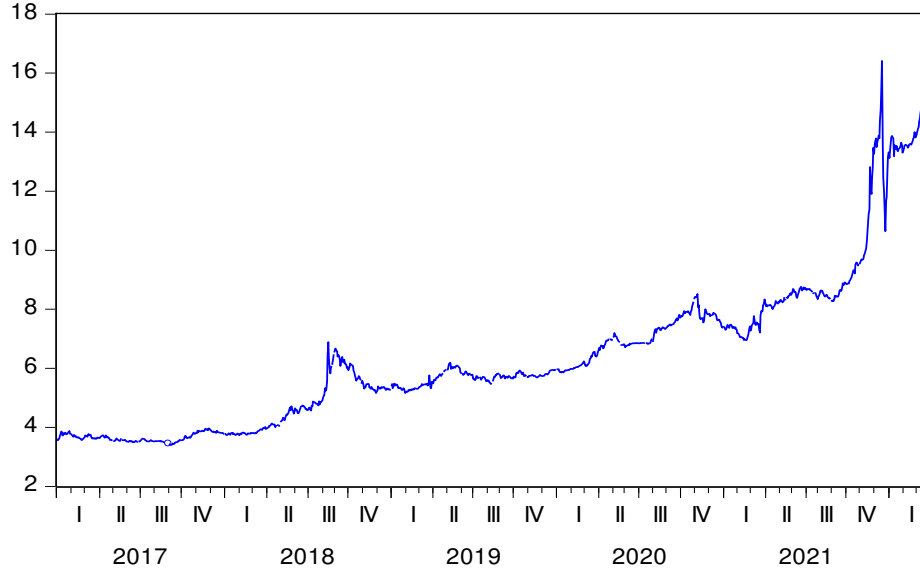
Çalışmada tüm değişkenlerin logaritması alınmış ve getiri modeline uygun hale gelmeleri için farkları alınmıştır. Çalışmada günlük frekanslar üzerinden çalışılmıştır. Baz olarak Türkiye’de borsanın ve dolar kurunun açıklandığı günler alınmıştır. Bu şu anlama gelmektedir; diğer değişkenlere ilişkin günlük rakamlar alınırken borsanın kapalı olduğu hafta sonları, tatil ve bayram günleri dâhil edilmemiştir. Günlük frekans kullanımı, BTC fiyatındaki dengesizlik ve verilerin volatilitesi üzerindeki etkisinin analiz edilmesi için kullanılan otoregresif koşullu değişen varyans problemini gidermek için etkili olmaktadır. Şekil 11’de değişkenlere ilişkin değişimler grafik yardımı ile gösterilmiştir.

Şekil 11: Çalışmada Kullanılan Serilerin Yıllar İtibariyle Değişimleri

BTC fiyat değişim grafiği



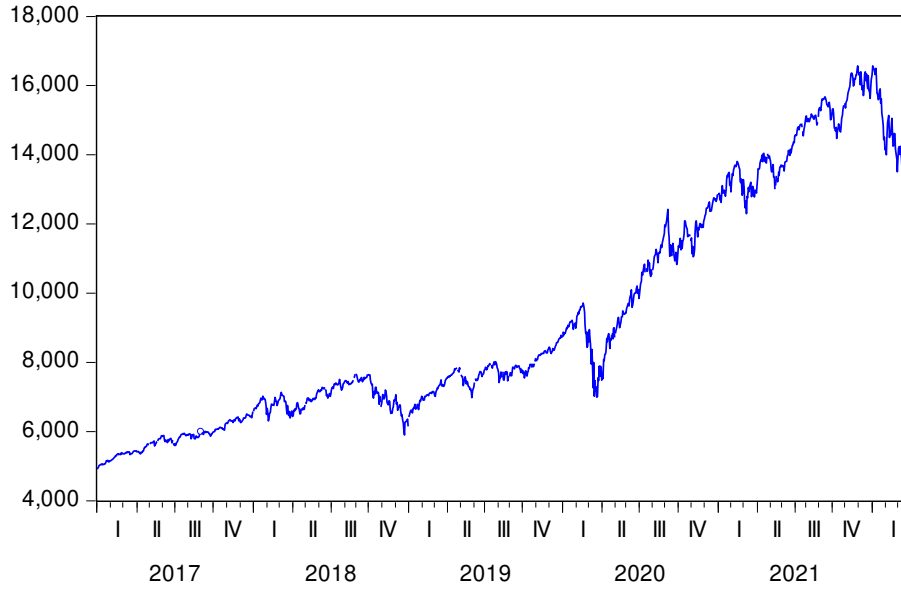
DXY değişim grafiği



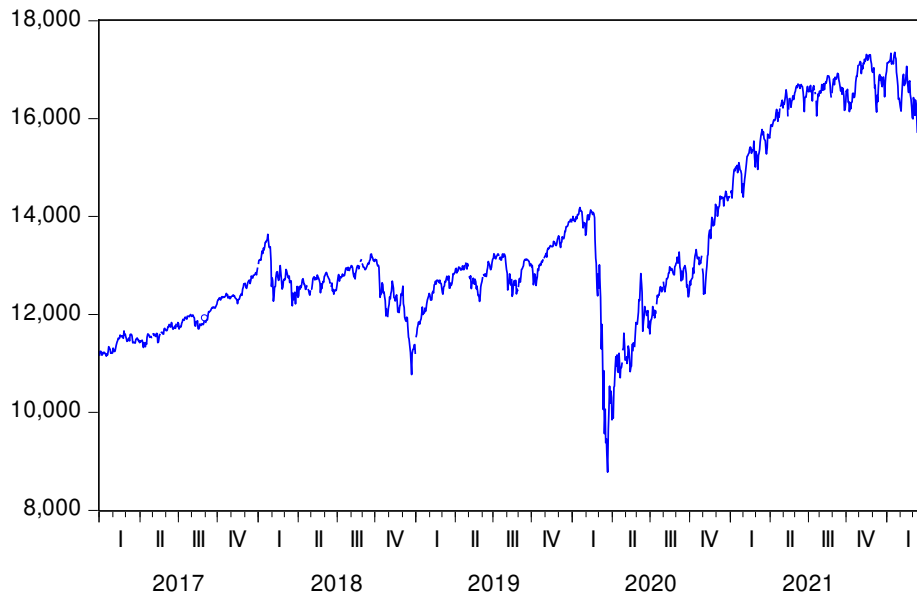
BİST 100 değişim grafiği



NASDAQ 100 değişim grafiği



NYSE 100 değişim grafiği



Çalışmada kullanılan serilerin grafikleri incelendiğinde ilk göze çarpan durum, tüm dünyayı etkileyen küresel salgın olan COVID-19'un etkileridir. Özellikle seçili borsalarının 2019 yılının son çeyreği itibariyle büyük bir düşüşe geçtiği açıkça gözlemlenmektedir. Ülkemizde, Sağlık Bakanı tarafından ilk vakanın 11 Mart 2020 tarihinde görüldüğü açıklanmıştır. Ancak salgın sonrası dış dünya ülkeleri tarafından uygulanan bazı yasaklamalar (seyahat engelleri, sokağa çıkma yasakları vs.) sonucunda BİST-100 endeksinde bir düşüş gözlemlenmiştir. Dönemin ABD başkanı Donald Trump'ın uyguladığı kısıtlamalar sonucunda hem Avrupa hem de ABD borsalarında düşüşler yaşanmıştır (bbcnews, 2021). BTC grafiği incelendiğinde seçili tarihler içinde çeşitli sıçrama noktaları gözükmemektedir. En yüksek seviyesine ise investing rakamlarına göre 09.11.2021 yılında 66.935 USD olarak gerçekleştiği gözlemlenmektedir. Aynı tarihte USD/TL kuru ise 9,72 olarak gerçekleşmiştir. Daha sonra dolar kurundaki sürekli artış sebebiyle BTC'nin TL fiyatını arttırdığı görülmektedir.

3.1. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER

Analizde değişkenlerin durağanlığı sağlanırken birim kök testlerinden yararlanılmıştır. Birim kök testleri arasında da yapısal kırılmayı dikkate almayan Augmented Dickey-Fuller (ADF), Phillips Perron (PP) ve Kwiatkowski Phillips Schmidt ve Shin (KPSS) testleri kullanılmıştır. Yapısal kırılmayı dikkate alan Zivot-Andrew (ZA), Fourier Augmented Dickey-Fuller (FADF) ve Fractional Frequency Flexible Fourier Form Augmented Dickey-Fuller (FFFFF-ADF) testleri kullanılmıştır. Durağanlığın sağlanması ile değişkenler arasındaki dinamik ilişkinin sınanması amacıyla otoregresif koşullu değişen varyans modelleri kullanılmıştır. Koşulu sağlamak için Autoregressive Moving. Average (AR-MA) testleri yapılmıştır.

3.2. BİRİM KÖK TESTLERİ

Zaman serilerinde durağanlık testin devamlılığı açısından büyük önem arz etmektedir. Zaman serisinin durağan olması demek serinin ortalaması, varyansı ve kovaryansının zaman karşısında değişmediği anlamına gelmektedir. Durağanlık birim kök testleri ile sınanmaktadır.

Literatüre bakıldığında zaman serileri ile ilgili genellikle üç problem ortaya çıkmaktadır. Birincisi, genelde görgül çalışmalarda zaman serileri durağan kabul edilmektedir. İkincisi, iki değişkenler arasında iktisadi bir ilişki olmamasına rağmen R^2 yüksek çıkmaktadır. Bu duruma sahte (düzmece) regresyon sorunu denmektedir. Üçüncüsü ise zaman serisi içeren regresyon modelleri kestirim kullanmaktadırlar. Serinin durağan olmamasına karşın kestirimlerin sınanmaları ve geçerlilikleri tartışılmalıdır (Gujarati, 2001: 709). Karşılaşılan bu gibi problemlerin önüne geçmek için birim kök testleri yardımı ile durağanlık analizi yapılmaktadır.

3.2.1. Durağanlığın Birim Kök Testleri ile Sınanması

Birim kök ile durağanlığın sınanması en basit haliyle şöyle bir modelle açıklanabilmektedir.

$$Y_t = Y_{t-1} + e_t$$

Burada e_t klasik varsayımlara uyan, ortalaması sıfır, σ^2 varyansı değişmeyen, ardışık bağımlı olmayan, olasılıklı hata terimidir. Böyle hata terimine beyaz gürültü hata terimi adı verilmektedir. Y_{t-1} 'in katsayısının 1'e eşit olması durumu seride birim kök sorunu olduğuna, yani serinin durağan olmadığına işaret etmektedir. Dolayısıyla;

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t$$

$\rho = 1$ bulunursa birim kök sorunu vardır denilmektedir. Birim kök olan bir zaman serisi zaman serileri ekonometrisinde rassal yürüyüş adıyla bilinmektedir. Yukarıdaki eşitlik başka bir biçimde şöyle yazılmaktadır;

$$\Delta Y_t = (\rho - 1) Y_{t-1} + e_t = \delta Y_{t-1} + e_t$$

Burada $\delta = (\rho - 1)$, Δ ise birinci fark işlemcisi olmaktadır. $\Delta Y_t = (Y_t - Y_{t-1})$ olduğu bilinmelidir. Yukarıdaki iki formül birbirlerine eşit olmaktadır. δ değerinin 0'a eşit olması durumunda formülasyon artık şu şekilde yazılabilmektedir.

$$\Delta Y_t = (Y_t - Y_{t-1}) = e_t$$

Bu formülasyon, serinin birinci farkları ($= e_t$) alındığında durağanlaştığını göstermektedir. Çünkü varsayım gereği e_t bütünüyle rassaldır. Düzeyde seri $I(0)$ ile gösterilirken birinci fark $I(1)$ ile ve ikinci farkı $I(2)$ ile gösterilmektedir (Gujarati, 2001, s. 718-719).

Temel olarak birim kök testlerinde durağanlık sınanması yukarıdaki gibi yapılmaktadır. Bu bölümden sonra yapısal kırılmayı dikkate almayan ve yapısal kırılmayı dikkate alan birim kök testleri hakkında bilgi verilecektir.

3.2.2. Yapısal Kırılmayı Dikkate Almayan Birim Kök Testleri

Birim kök testlerinde literatürde ve diğer çalışmalarda genellikle ilk olarak yapısal kırılmayı dikkate almayan birim kök testleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada ilk olarak ADF sonra PP ve sonra da KPSS testleri kullanılmıştır.

3.2.2.1. Dickey-Fuller (DF) Testi

Aşağıdaki otoregresif model düşünüldüğünde;

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t, t = 1, 2, \dots$$

Burada $Y_0 = 0$, ρ bir reel sayı, $\{e_t\}$ sıfır ortalamalı ve σ^2 varyanslı $[e_t \text{ NID } (0, \sigma^2)]$ bağımsız normal rassal değişkenlerden oluşan bir dizidir. Eğer $|\rho| < 1$ ise, Y_t zaman serisi $t \rightarrow \infty$ giderken durağan bir zaman serisine yakınsar. Eğer $|\rho| = 1$ ise, zaman serisi durağan değildir ve Y_t 'nin varyansı $t\sigma^2$ 'dir. $\rho = 1$ olduğu zaman serileri rassal yürüyüş süreci olarak adlandırılır. Eğer $|\rho| > 1$ ise, zaman serileri durağan değildir ve zaman serisinin varyansı t arttığında üstel olarak artar (Dickey & Fuller, 1979: 427).

En basit biçimiyle Dickey-Fuller modeli şöyle tahmin etmektedir;

$Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t$ formülasyonundan hareketle eşitliğin her iki tarafından Y_{t-1} çıkarıldığında;

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + e_t$$

olmaktadır. Eşitliğin sol tarafı ΔY_t olurken sağ tarafı Y_{t-1} parantezinde $Y_{t-1}(\rho - 1) + e_t$ bulunur;

$$\Delta Y_t = Y_{t-1}(\rho - 1) + e_t = \delta Y_{t-1} + e_t$$

Kuramsal ya da uygulama nedenleriyle Dickey Fuller sınaması aşağıdaki kalıplardaki regresyonlara uygulanmaktadır;

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + e_t$$

$$\Delta Y_t = a_0 + \delta Y_{t-1} + e_t$$

$$\Delta Y_t = a_0 + \delta Y_{t-1} + a_{1t} + e_t$$

Burada t zaman ya da genel eğilim değişkeni olmaktadır. Her durumda sıfır önsavı $\delta = 0$, yani birim kök var biçiminde olmaktadır (Gujarati, 2001: 718-720). Yukarıdaki üç regresyon denklemi arasındaki fark a_0 ve a_{1t} deterministik öğelerinin

varlığıyla ilgili olmaktadır. İlk denklem, saf rassal yürüyüş modelidir, ikinci modele sabit veya sapma terimi eklenmiştir. Üçüncü model hem kayma hem de doğrusal zaman eğilimi içermektedir. Tüm denklemlerde ilgilenilen parametre δ 'dır. Eğer regresyon denkleminde $\delta = 0$ ise $\{y_t\}$ dizisi birim kök içermektedir. Test, standart hata ve δ 'nın tahmini değerini elde etmek için, En Küçük Kareler (EKK) yöntemini kullanarak yukarıdaki denklemleri tahmin etmektedir. Her bir durumda tahmin edilen Y_{t-1} katsayısı, bu katsayının standart hatasına bölünerek tau τ istatistiği hesaplanmaktadır. Tau istatistiği Dickey-Fuller tablolarında gösterilmektedir. Dickey-Fuller tablosundaki değerle t istatistiğini karşılaştırarak sıfır hipotezi red veya kabul edilmektedir (Enders, 1995: 221).

3.2.2.2. Augmented Dickey-Fuller (ADF) Testi

DF uygulaması sınanırken e_t ardışık ilişkisiz varsayılmaktadır. Ancak yukarıda verilen formülasyona göre e_t hata terimi ardışık bağımlıysa $\Delta Y_t = a_0 + \delta Y_{t-1} + a_1 t + e_t$ formülü şöyle yazılabilmektedir;

$$\Delta Y_t = a_0 + \delta Y_{t-1} + a_1 t + \beta_i \sum_{n=1}^m (\Delta Y_{t-n}) + e_t$$

Sıfır önsavı burada $\delta = 0$ ya da $\rho = 1$ 'dir, yani Y'de birim kök bulunmaktadır. Bu gibi modellere Dickey-Fuller testi uygulanması halinde buna Augmented Dickey-Fuller testi adı verilmektedir. ADF test istatistiği ile DF test istatistiği aynı kavuşmaz dağılımının özelliklerini taşıdıkları için eşik değerleri de aynı olmaktadır (Gujarati, 2001: 720).

3.2.2.3. Phillips Perron (PP) Testi

Birden çok katsayının test edilmesinde kullanılmaktadır. DF sınavasının önemli bir sayımı e_t hata terimlerinin bağımsız ve özdeş dağılmış olmasıdır. ADF testi, bağımlı değişkenin gecikmeli fark değerlerini ekleyerek hata terimlerinde var olabilecek ardışık ilişkiyi hesaba katıp DF testini düzeltmektedir. Phillips ve Perron hata terimindeki ardışık ilişkiyi hesaba katmak için gecikmeli fark değerlerini eklemekten katsayısal olmayan (nonparametrik) istatistik yöntemlerini kullanmaktadır. PP testinin kavuşmaz dağılımı ADF test istatistiğiyle aynı olmaktadır (Gujarati & Porter, 2018: 778).

PP test prosedürünü anlamak için aşağıdaki model göz önünde bulundurulmalıdır.

$$Y_t = a_0^* + a_1^* Y_{t-1} + e_t$$

ve

$$y_t = \tilde{a}_0 + \tilde{a}_1 y_{t-1} + \tilde{a}_2 (t - T/2) + e_t$$

Burada T gözlem sayısı, e_t hata terimini ifade etmektedir ve bağımsız ve homojen olma şartı bulunmamaktadır. DF testinin bağımsız ve homojenlik hesaplaması yerine, PP testi hataların heterojen dağılmış olmasına izin vermektedir.

PP testi boş hipotez altında a_1^* ve $\tilde{a}_1$ katsayıları ile ilgili hipotezleri test edebilecek dağılım ve türev test istatistiklerini şöyle tanımlamaktadır;

$$Y_t = Y_{t-1} + e_t$$

Phillips perron test istatistikleri, hata sürecinin daha az kısıtlayıcı yapısını hesaba katan Dickey-Fuller t -istatistiklerinin modifikasyonlarıdır (Enders, 1995: 239).

PP testi temel olarak EKK yöntemine yönelik aşağıdaki regresyon denklemi ile de açıklanabilmektedir.

$$\Delta Y_t = \mu + \beta(t - T/2) + \rho Y_{t-1} + e_t$$

Boş hipotezi test etmek için $H_0 = \rho = 1$ olarak gösterilmektedir ve test istatistikleri artıklarda korelasyonu düzenlemektedir. İstatistik, $Z(\hat{\rho})$, $H_0: \rho = 1$ sıfır hipotezini test etmek kullanılmaktadır.

$$Z(\hat{\rho}) = T(\hat{\rho} - 1) - (T^6/24D_x)(S_{Tl}^2 - S_u^2)$$

T gözlem sayısını ifade etmektedir.

$$D_x = (T^2(T^2 - 1)/12 \sum Y_{t-1}^2 - T(\sum t Y_{t-1})^2 + T(T + 1) \sum t Y_{t-1} \sum Y_{t-1} - (T(T + 1)(2T + 1)/6) (\sum Y_{t-1})^2$$

$S_{Tl}^2, \sigma^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} T^{-1} E(S_T^2)$ 'nin tutarlı bir tahmincisidir ve burada $S_T = \sum_{t=1}^T e_t$ 'dir.

$S_u^2, \sigma_u^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} T^{-1} \sum_{t=1}^T E(e_t^2)$ 'nin tutarlı bir tahmincisidir (Ghosh, 1999, s. 323-324).

3.2.2.4. Kwiatkowski Phillips Schmidt ve Shin (KPSS) Testi

Kwiatkowski ve diğerleri (1992) (KPSS), bir serinin deterministik bir eğilim etrafında durağan olduğu sıfır hipotezi için bir test geliştirmişlerdir. Monte Carlo simülasyonlarında, sonlu örneklerde birim kök alternatifine karşı bu testin gücünü

analiz etmişlerdir. KPSS testi, örneğin bireysel serilerin zaman serisi özelliklerini analiz etmek için kullanılan Augment Dickey Fuller (ADF) ve Phillips ve Perron birim kök testlerini tamamlayıcı niteliktedir (Otero & Smith, 2003: 4).

KPSS modelinde, gözlem dizisi üç bileşenin toplamı olarak temsil edilir: deterministik eğilim, rassal yürüyüş ve durağan hata terimi. Modelin formu şu şekilde yazılmaktadır;

$$Y_t = \xi_t + r_t + \varepsilon_t$$

$$r_t = r_{t-1} + e_t$$

Burada Y_t , $t = 1, 2, \dots, T$ formülasyonu da düşünüldüğünde t deterministik trend, r_t rassal yürüyüş süreci, ε_t ilk eşitliğin hata terimi ve e_t ikinci terimin hata terimini ifade etmektedir. Durağanlık hipotezi $\sigma_u^2 = 0$ olmaktadır. e_t durağan olduğu varsayılırsa sıfır hipotezi altında Y_t trend durağan olmaktadır (Syczewska, 2010: 4-5).

3.2.3. Yapısal Kırılmayı Dikkate Alan Birim Kök Testleri

Yapısal kırılmayı dikkate alan birim kök testleri, dikkate alan birim kök testlerinin de güvenilirliğini sınamak için yapılmaktadır. Analiz sonucunda hangi birim kök testinin uygulanabilir olduğuna karar verilmektedir. Bu çalışmada yapısal kırılmayı dikkate alan ZA, FADF ve FFFFF-ADF birim kök testleri kullanılmıştır.

3.2.3.1. Zivot Andrew (ZA) Testi

Perron serinin, T_B zamanında trend fonksiyonunda dışsal bir değişiklik ile deterministik bir zaman trendi hakkında durağan olduğu alternatif hipotezine karşı belirli bir $\{Y_t\}_1^T$ serisinin kaymalı bir birim köke sahip olduğu ve $1 < T_B < T$ zamanında bir dışsal yapısal kırılmanın meydana geldiği şeklindeki boş hipotezi test etmek için bir prosedür geliştirmiştir. Perron, yapısal kırılmanın üç modelini tahmin etmeye çalışmaktadır. Bunu düşünürken boş ve alternatif hipotez durumunu göz ardı etmemektedir.

Perron, ADF test stratejisini kullanarak birim kökü test etmek için bazı regresyon denklemlerini kullanmıştır.

$$\text{Model (A): } y_t = \mu^A + \theta^A DU_t(\lambda^A) + \beta^A t + \alpha^A y_{t-1} + \sum_{j=1}^k \hat{c}_j^A \Delta y_{t-j} + \hat{e}_t$$

$$\text{Model (B): } y_t = \mu^B + \beta^B t + \gamma^B DT_t^*(\lambda^B) + \alpha^B y_{t-1} + \sum_{j=1}^k \hat{c}_j^B \Delta y_{t-j} + \hat{e}_t$$

Model (C): $y_t = \mu^C + \theta^C DU_t(\lambda^*) + \beta^C t + \gamma^C DT_t^*(\lambda^*) + \alpha^C y_{t-1} + \sum_{j=1}^k \hat{c}_j^C \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t$

Bu modellere göre (Zivot & Andrew, 2002, s. 27-28) $t=1,2,...,T$ zamanı, TB kırılma tarihini, λ kırılma noktasını, DU_t sabitteki kırılma, DT_t^* eğimdeki kırılmayı ifade etmektedir. Yalnızca sabitte kırılmaya izin veren model A, yalnızca trendde kırılmaya izin veren model B, hem sabitte hem trendde kırılmaya izin veren model C'dir. Sabitte kırılma söz konusu ise $t \geq T_b + 1$ için 1 değerini alır. D_{1t} ; hem sabitte hem trendde yapısal kırılma varlığı söz konusu olduğunda $t \geq T_b + 1$ için 0 değeri almaktadır (Lee & Strazicich, 2013: 2483-2492).

3.2.3.2. Flexible Fourier Form Augmented Dickey-Fuller (FADF) Testi

FADF testi ile Enders ve Lee (2012) ile Rodrigues ve Taylor'ın çalışmaları genişletilmektedir. Dickey-Fuller tipi regresyon çerçevesinde yeni bir Fourier birim kök testi önermektedir. Enders ve Lee'nin (2012) Fourier birim kök testi, Lagrange Çarpanı (LM) eğilim giderme yöntemini benimsemektedir, Rodrigues ve Taylor'ın (2012) Fourier testi ise DF-GLS belirleme yöntemini kullanmaktadır. Bununla birlikte, bu eğilim giderme yöntemlerinin, başlangıç değeri büyük olduğunda önemli bir güç kaybıyla sonuçlanabileceği iyi bilinmektedir. Standart DF metodolojisinin kullanımı basit olmakla kalmamaktadır, DF tipi birim kök testleri de bu başlangıç değeri probleminden muaftır. Rodrigues ve Taylor'dan (2012) farklı olarak, doğrusal olmayanlığın varlığını ön test etmek için kullanılabilecek bir F testi de sağlanmaktadır. Bu tür ön testler yararlı olabilir, çünkü doğrusal olmama durumu olmadığında Fourier testlerinin kullanılması önemli bir güç kaybına neden olabilmektedir.

FADF testi deterministik terimin zamana bağlı olduğu aşağıdaki Dickey-Fuller testini ele almaktadır.

$$y_t = \alpha(t) + \rho y_{t-1} + y_t + e_t$$

Burada e_t , σ_ε^2 varyanslı sabit hatayı ve $\alpha(t)$, t 'nin deterministik işlevini ifade etmektedir. Birim köklerin (i.e., $\rho = 1$) boş hipotezleri ile ilgilenilmektedir. $\alpha(t)$ 'nin formu bilinmediğinde, $\alpha(t)$ yanlış tanımlanmışsa $\rho = 1$ için herhangi bir test sorunlu olmaktadır. $\alpha(t)$ 'nin bilinmeyen fonksiyonel formunun bir yaklaşımı olarak, Fourier açılımı;

$$\alpha(t) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^n \alpha_k (\sin 2\pi k t / T) + \sum_{k=1}^n \beta_k (\cos 2\pi k t / T); n \geq T/2$$

Burada n frekans sayısını, k belirli bir frekansı ve T gözlem sayısını göstermektedir. Eğer $\alpha_1 = \beta_1 = \dots = 0$ ise geleneksel birim kök testleri uygun olmaktadır (Enders & Lee, 2012: 196-199).

3.2.3.3. Fractional Frequency Flexible Fourier Form Augmented Dickey-Fuller (FFFFF ADF) Testi

FFFFF ADF testi, FADF testini geliştirmek için kullanılmaktadır. Tıpkı FADF testi gibi DF testi üzerinden analiz yapmaktadır;

$$y_t = \alpha(t) + \rho y_{t-1} + y \cdot t + e_t$$

Burada e_t , σ_δ^2 varyanslı sabit hatayı ve $\alpha(t)$, t 'nin deterministik işlevini ifade etmektedir. Ayrıca başlangıç değerinin sabit bir değer olduğu kabul edilmektedir. Enders ve Lee (2012)'nin söylediği gibi $\alpha(t)$ 'nin işlevsel formu bilinirse Eq'yu hesaplamak olası olmaktadır. Ancak $\alpha(t)$ 'nin formu bilinmediğinde, $\alpha(t)$ yanlış tanımlanmışsa $\rho = 1$ için herhangi bir test sorunlu olmaktadır. Kesirli fourier testine göre frekans aralığı $0.1 \leq k \leq 2$ olabilmektedir. Kullanılan fourier açılımı diğer tüm açılardan FADF testi ile uyushmaktadır (Omay, 2015: 123-126).

3.3. ARMA MODELİ

Otoregresif hareketli ortalamalar modeli olarak bilinmektedir. Hesaplanması şöyle yapılmaktadır;

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + Z_t \quad (t = 1, 2, \dots)$$

$$Z_t = \alpha Z_{t-1} + e_t + \beta e_{t-1} \quad (t = \dots -2, -1, 0, 1, 2, \dots)$$

Burada $|\alpha| < 1$ ve $|\beta| < 1$ olarak kabul edilmektedir. $Y_0 = 0$ ve $\{e_t\}$ normal olarak kabul edilecek bağımsız, aynı şekilde dağılmış rastgele değişkenler dizisi olmaktadır. Eğer $|\rho| < 1$ olursa, geçici başlatma etkileri hariç, Y_t , Box & Jenkins (1970) terminolojisinde durağan bir ARMA(2,1) serisi olmaktadır. Eğer $|\rho| = 1$ olursa (2,1) serisi ARIMA (1,1,1) olur. Burada boş hipotez $|\rho| = 1$ olarak test edilmiştir;

$$e_t = \sum_{j=0}^{\infty} (-\beta)^j (Z_{t-j} - \alpha Z_{t-j-1})$$

Bu formülasyon şu şekilde ilerlemektedir;

$$Y_t - Y_{t-1} = (\rho - 1) (Y_{t-1}) + (\alpha + \beta) (Z_{t-1} - \beta Z_{t-2} + \beta^2 Z_{t-3}) - \dots + e_t$$

Boş hipotez $|\rho| = 1$ varsayımı altında $Z_t = Y_t - Y_{t-1}$ olmaktadır. Bu durum, modeli regresyonlayarak (2,2)'deki katsayıları tahmin etmeye motive etmektedir. (2,2)'deki katsayıların tutarlı tahminlerini elde etmek için k 'nin, n 'nin bir fonksiyonu olmasına izin vermek gerekmektedir. Böylece $n^{-1/3}k = 0$ ve $c > 0$, $r > 0$ ve $ck > n^{1/r}$ olarak kabul edilecektir.

Birinci sıradan hareketli ortalama, MA(1), spesifikasyonu aşağıdaki gibidir:

$$Y_t = \mu + e_t + \theta e_{t-1}$$

burada $\{e_t\}$ beyaz g l rt l d r ve μ ve θ sabitlerdir. ‘‘hareketli ortalama’’ terimi Y_t e’nin son son iki değerinin, ortalamaya benzer şekilde, ağırlıklandırılmış toplamdan elde edilmesinden gelmektedir.

Y_t ’nin beklenen değeri,

$$E(Y_t) = E(\mu + e_t + \theta e_{t-1}) = \mu + E(e_t) + \theta E(e_{t-1}) = \mu$$

burada μ sabit terimi ifade etmektedir. Bu sabit terim sürecin ortalamasını göstermektedir.

Y_t ’nin varyansı ,

$$\begin{aligned} E(Y_t - \mu)^2 &= E(e_t - \theta e_{t-1})^2 = E(e_t^2 + 2\theta e_t e_{t-1} + \theta^2 e_{t-1}^2) = \sigma^2 + 0 + \theta^2 \sigma^2 \\ &= (1 + \theta^2) \sigma^2 \end{aligned}$$

Birinci otokovaryans,

$$\begin{aligned} E(Y_t - \mu)(Y_{t-1} - \mu) &= E(e_t - \theta e_{t-1})(e_{t-1} - \theta e_{t-2}) \\ &= E(e_t e_{t-1} + \theta e_{t-1}^2 + \theta e_t e_{t-2} + \theta^2 e_{t-1} e_{t-2}) \\ &= 0 + \theta \sigma^2 + 0 + 0 = \theta \sigma^2 \end{aligned}$$

Daha yüksek dereceden otokovaryansların tümü sıfırdır:

$$E(Y_t - \mu)(Y_{t-j} - \mu) = E(e_t - \theta e_{t-1})(e_{t-j} - \theta e_{t-j-1}) = 0 \quad j > 1$$

MA(1) süreci θ ’nın değerini dikkate alınmaksızın kovaryans durağandır.

Kovaryans durağan sürecin j.inci otokorelasyonu (ρ_j ile gösterilir) j.inci otokovaryansının varyansına bölünmesi olarak tanımlanmaktadır.

$$\rho_j \equiv \gamma_j / \sqrt{\gamma_0}$$

ρ_j , Y_t ve Y_{t-j} arasındaki korelasyondur.

$$\text{Corr}(Y_t, Y_{t-j}) = \frac{\text{Cov}(Y_t, Y_{t-j})}{\sqrt{\text{Var}(Y_t)}\sqrt{\text{Var}(Y_{t-j})}} = \frac{\gamma_j}{\sqrt{\gamma_0}\sqrt{\gamma_0}} = \rho_j$$

MA(1) süreci için birinci otokorelasyon aşağıdaki gibidir:

$$\rho_1 = \frac{\theta \sigma^2}{(1 + \theta^2) \sigma^2} = \frac{\theta}{(1 + \theta^2)}$$

Daha yüksek dereceden otokorelasyonların tümü sıfırdır.

MA(q) modeli ise aşağıdaki gibidir:

$$Y_t = \mu + e_t + \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

MA(q) sürecinin ortalaması ve varyansı aşağıdaki gibidir (Hamilton, 1994, s. 48-49):

$$E(Y_t) = \mu + E(e_t) + \theta_1 E(e_{t-1}) + \theta_2 E(e_{t-2}) + \dots + \theta_q E(e_{t-q}) = \mu$$

$$E(Y_t - \mu)^2 = E(e_t + \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} + \dots + \theta_q e_{t-q})^2$$

Birinci düzeyden atoresgresyon süreci, AR(1), aşağıdaki gibidir:

$$Y_t = c + \phi Y_{t-1} + e_t$$

$|\phi| \geq 1$ olduğunda, Y_t için kovaryans durağan süreç mevcut değildir. $|\phi| < 1$ olduğunda ise, Y_t için kovaryans durağan süreç mevcuttur.

Durağan AR(1)sürecinin ortalaması,

$$\mu = c/(1 - \phi)$$

AR(1) sürecinin varyansı,

$$E(Y_t - \mu)^2 = E(e_t + \phi e_{t-1} + \phi^2 e_{t-2} + \phi^3 e_{t-3} + \dots)^2 = (1 + \phi^2 + \phi^4 + \phi^6 + \dots)\sigma^2 = \sigma^2/(1 - \phi^2)$$

j. inci otokovaryansı,

$$\begin{aligned} E(Y_t - \mu)(Y_{t-j} - \mu) &= E[e_t + \phi e_{t-1} + \phi^2 e_{t-2} + \dots + \phi^j e_{t-j} + \phi^{j+1} e_{t-j-1} + \phi^{j+2} e_{t-j-2} + \dots]x \\ &\quad [e_{t-j} + \phi e_{t-j-1} + \phi^2 e_{t-j-2} + \dots] = [\phi^j + \phi^{j+2} + \phi^{j+4} + \dots]\sigma^2 \\ &= \phi^j [1 + \phi^2 + \phi^4 + \dots]\sigma^2 = [\phi^j/(1 - \phi^2)]\sigma^2 \end{aligned}$$

p.inci dereceden otoregresif süreç, AR(p) (Hamilton, 1994: 53-58),

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t$$

Otoregresif hareketli ortalama, ARMA(p,d,q) modeli,

$$Y_t = \mu + \gamma_1 Y_{t-1} + \gamma_2 Y_{t-2} + \dots + \gamma_p Y_{t-p} + e_t + \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) (p,d,q) modelleri, Box ve Jenkins (1970) tarafından tartışılmıştır. d ifadesi, veriyi durağan hale getirmek için kaçınıcı dereceden farkının aldığı göstermektedir. Diğer ifadeyle d sayısı karakteristik denklemdeki birim köklerin sayısına eşittir. Ayrıca, p otogresif (gecikmeli bağımlı değişken) terimi ve q gecikmeli hareketli ortalama terimini ifade etmektedir. Yapılan çalışmalar, küçük p ve q değerlerine sahip kısa modellerde daha etkin bir tahminlemeye neden olmaktadır (Said & Dickey, 1984: 599-607), (Greene, 2003: 584-585)

3.4. OTOREGRESİF KOŞULLU DEĞİŞEN VARYANS MODELLERİ

Doğrusal olmayan zaman serisi modelleri özellikle finansal işlemlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Geleneksel modeller serileri açıklamakta yeterli olmamaktadır. Serilerin sabit ortalama ve varyanslı olmamaları analizin devamlılığı açısından sorun teşkil etmektedir. Bu sebeplerde otoregresif koşullu değişen varyans modelleri kullanılmaktadır. Bu bölümde çalışmada kullanılan otoregresif koşullu değişen varyans modellerinden ARCH (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity), GARCH (Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) ve EGARCH (Üstel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) açıklanacaktır.

3.4.1. ARCH Modeli

Ardışık bağımlı koşullu değişen varyans olarak da bilinmektedir. Zaman serileri sabit varyansta açıklanmaya çalışılırken değişen varyans yatay kesit verileriyle açıklanmaya çalışılmaktadır. ARCH modellerinin en sade gösterimi AR(1) modeli ile kurulmaktadır;

$$\gamma_t = x_t' \beta + \varepsilon_t$$
$$\varepsilon_t = u_t \sqrt{\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2}$$

Burada u_t standart normal dağılmıştır ve varyansı birdir. Öyleyse bu bir klasik bağımlı modeldir. Bu açıdan ε_t , x_t 'ye göre değil ε_{t-1} 'e göre koşullu değişen varyanslıdır.

ARCH(1) modelinin uzun gecikmelerde doğal bir uzantısı olarak ARCH(q) modeli açıklanmaktadır;

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2$$

q 'nuncu dereceden hareketli ortalamalar MA(q) sürecini ifade etmektedir (Greene, 2016: 930-932).

Eğer Y_t rassal değişkeni $f(Y_t/Y_{t-1})$ şartlı yoğunluk fonksiyonundan elde ediliyorsa, standart varsayımlar altında, geçmiş bilgiye dayalı olarak oluşturulan bugünkü değerin tahmini $E(Y_t/Y_{t-1})$ varyansı $V(Y_t/Y_{t-1})$ 'dir. Şartlı tahminin varyansı geçmiş bilgiye dayalıdır ve bu nedenle rassal bir değişken olabilir.

Birinci düzeyden otokorelasyon,

$$Y_t = \gamma Y_{t-1} + e_t$$

burada e_t beyaz g l rt l d r ve $V(e_t) = \sigma^2$ 'dir. Y_t 'nin şartlı ortalaması γY_{t-1} iken, şartsız ortalaması sıfırdır. Y_t 'nin şartlı varyansı σ^2 iken, şartsız varyansı $\sigma^2/1 - \gamma^2$ 'dir.

$$Y_t = e_t X_{t-1}$$

burada $V(e_t) = \sigma^2$ ve Y_t 'nin varyansı ise $\sigma^2 X_{t-1}^2$ 'dir. Bu nedenle tahmin aralığı dışsal değişkenin gelişimine bağlıdır.

Şartlı varyansa izin veren model Granger ve Anderson tarafından tanımlanmıştır:

$$Y_t = e_t Y_{t-1}$$

burada şartlı varyans $\sigma^2 Y_{t-1}^2$ 'dir. Bununla birlikte, şartsız varyans ya sıfır ya da sonsuzdur. Tercih edilen model,

$$Y_t = e_t h_t^{1/2}$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1}^2$$

$$V(e_t) = 1$$

Bu model otoregresif şartlı değişen varyans (ARCH) modeli olarak adlandırılmaktadır. Bu model, tam olarak bilineer değildir. Normallik varsayımına ilave olarak, bu durum, ψ_t açısından doğrudan açıklanabilir. ψ_t t zamanında mevcut olan bilgi setidir. Şartlı yoğunlukları kullanarak,

$$Y_t/\psi_t \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1}^2$$

Varyans fonksiyonu daha genel olarak aşağıdaki şekilde açıklanabilir:

$$h_t = h(Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}, \alpha)$$

burada p, ARCH sürecinin derecesini göstermektedir ve α bilinmeyen parametre vektörüdür.

ARCH regresyon modeli, Y_t 'nin ortalamasının $X_t \beta$ olduğu varsayılarak elde edilebilir. Burada $X_t \beta$, β bilinmeyen parametre vektörü ile ψ_{t-1} bilgi setine dahil olan dışsal değişkenler ile gecikmeli içsel değişkenin doğrusal kombinasyonudur (Engle, 1982: 987-1008).

3.4.2. GARCH Modeli

Engle (1982) tarafından tanıtılan ARCH süreci, koşulsuz ve koşullu varyans arasındaki farkı, ikincisinin geçmişteki hataların bir fonksiyonu olarak zaman içinde de i mesine izin vererek açıkça tanımaktadır. ARCH modelinin ampirik

uygulamalarında, genellikle koşullu varyans denkleminde nispeten uzun bir gecikme istenir ve negatif varyans parametresi tahminleriyle ilgili sorunlardan kaçınmak için tipik olarak sabit bir gecikme yapısı uygulanır, bkz. Engle (1982), Engle (1983) ve Engle ve Kraft (1983). Bu ışıta, hem daha uzun bir hafızaya hem de daha esnek bir gecikme yapısına izin vermek için ARCH model sınıfını genişletmek acil pratik ilgi çekici görünmektedir.

ε_t gerçek değerli ayırık zamanlı stokastik süreci ifade etmektedir ve ψ_t , t zamanı boyunca tüm bilgilerin bilgi setini (σ) oluşturmaktadır. GARCH (p, q) süreci şu şekilde gösterilmektedir;

$$e_t/\psi_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i e_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i}$$

$$= \alpha_0 + A(L)e_t^2 + B(L)h_t$$

burada,

$$p \geq 0, q > 0$$

$$\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, i = 1, \dots, q$$

$$\beta_i \geq 0, i = 1, \dots, p$$

$p = 0$ için süreç ARCH(q) sürecine indirgenir ve $p = q = 0$ için ε_t basitçe beyaz gürültüdür. ARCH(q) işleminde koşullu varyans, yalnızca geçmiş örnek varyanslarının doğrusal bir fonksiyonu olarak belirtilirken, GARCH(p, q) işlemi gecikmeli koşullu varyansların da girmesine izin verir. Bu, bir tür uyarlanabilir öğrenme mekanizmasına karşılık gelmektedir. GARCH(p, q) regresyon modeli, ε_t 'nin lineer bir regresyonda yenilikler olmasına izin verilerek elde edilmektedir (Bollerslev, 1986: 308-309). Burada ARMA modeli doğru tahmin edildiği zaman hata terimlerinin beyaz gürültü olması gerekmektedir. Hata terimlerinin ACF'si GARCH modelinin mertebesini belirlemekte yardımcı olmaktadır. Çünkü:

$$E_{t-1}(e_t) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i e_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i}$$

denklemin e_t^2 değerinin ARMA(p, q) modeli gibi olmaktadır (Kutlar, 2019: 78).

3.4.3. EGARCH Modeli

Literatüre EGARCH modelini Nelson (1991) katmıştır. Eğer σ_t^2 koşullu varyansı olacaksa t zamanda verilen bilgi bir olasılıkla negatif olmamalıdır. GARCH modelleri, σ_t^2 'yi pozitif rasgele değişkenlerin doğrusal bir kombinasyonunu (pozitif

ağırlıklarla) yaparak sağlamaktadır. $\ln(\sigma_t^2)$ 'yi zamanın bir fonksiyonunda ve gecikmeli $g(z_t)$ 'lerde lineer hale getirerek σ_t^2 'nin negatif olmamasını sağlamak için başka bir doğal araç benimsenmektedir. Bu durum için uygun fonksiyon;

$$\ln(\sigma_t^2) = \alpha_t + \sum_{k=1}^{\infty} \beta_k g(z_{t-k}) , \beta_1 \equiv 1$$

Burada α_t ve β_k gerçek, stokastik olmayan, skaler dizilerdir (Nelson, 1991: 350).

NELSON (1991) yalnızca asimetrisi yakalamakla kalmaz, aynı zamanda koşullu varyansın her zaman pozitif olmasını sağlar. EGARCH(1,1) modeli şu şekilde yazılabilir;

$$\ln(h_t^2) = \alpha_0 + \alpha \left| \frac{e_{t-1}}{h_{t-1}} \right| + \delta \frac{e_{t-1}}{h_{t-1}} + \beta \ln(h_{t-1}^2)$$

Burada standartlaştırılmış artıklar e/σ kullanmaktadır. ARCH etkisi, kareleri tarafından değil, standartlaştırılmış artıkların mutlak değeri tarafından üretilmektedir. Asimetri, standartlaştırılmış artıklar tarafından da yakalanmaktadır. Kaldıraç etkisi varsa, y 'nin negatif olmasını beklenmektedir (Kirchgässner & Wolters, 2007: 258). EGARCH temel olarak şu şekilde ifade edilebilmektedir;

$$\ln(h_{j,t}^2) = \omega_j + \beta_j \ln(h_{j,t-1}^2) + \delta \frac{e_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}^2}} + \alpha \left[\frac{|e_{t-1}|}{\sqrt{h_{t-1}^2}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right]$$

Burada $\sigma_{j,t}^2$ ilgili olduğu düşünülen herhangi bir geçmiş bilgi üzerinde hesaplanan varyans için bir dönem ilerisi tahmin olduğundan, koşullu varyans olarak bilinmektedir. $z_{j,t}$ standartlaştırılmış artık olmaktadır. $\psi(.)$ bir koşullu yoğunluk fonksiyonunu işaretler ve v , olasılık dağılımını belirtmek için gereken bir parametre vektörünü belirtmektedir. Eğer $\delta > 0$ ise, pozitif değişiklikler negatif değişikliklerden daha çok istikrar bozucu olmaktadır (Su, 2010: 8-9).

3.4.4. DCC GARCH Modeli

DCC GARCH Modelini Engel 2000 yılında literatüre kazandırmıştır. Tek değişkenli GARCH esnekliğine sahip olan ancak çok değişken olduğunda karmaşıklaşan GARCH'ın yerine Dynamic Conditional Correlation (DCC) Dinamik Koşullu Korelasyon modelini önermiştir.

Dinamik Koşullu Korelasyon GARCH modeli (DCC-GARCH) ilk olarak Engle ve Sheppard (2001) tarafından tanıtılmıştır ve Bollerslev (1990) tarafından sunulan CCC-GARCH modelinin bir uzantısı olarak görülebilmektedir. CCC-GARCH ve DCCGARCH arasındaki fark, DCC-GARCH'ın korelasyon yapısının dinamik olmasına ve zaman içinde değişmesine izin vermesidir. DCC-GARCH modelinin hesaplanması diğer birçok karmaşık MGARCH modelinden daha basit olmaktadır. Burada en belirgin avantajı, korelasyon sürecinde tahmin edilen parametre sayısının sayılacak seri sayısından bağımsız olmasıdır. Bu durum büyük kovaryans matrislerini tahmin ederken oldukça büyük bir hesaplama avantajı sağlamaktadır. Verilerin dinamik korelasyon içerip içermediğini doğrulamak için bir sabit olmayan korelasyon testi yapılmalıdır. Testin sonucu, tezin geri kalanında ne tür bir modelin tahmin edileceğine ve kullanılacağına dair bir gösterge vermektedir. Bu tez, Engle ve Sheppard tarafından Korelasyon Çok Değişkenli GARCH: Dinamik Koşulların Teorik ve Ampirik Özellikleri'nde (2001) önerilen testi aşağıdaki hipotezlerle kullanılmaktadır;

$$H_0 = R_t = \bar{R}$$

$$H_a: vech(R_t) = vech(\bar{R}) = \beta_1 vech(R_{t-1}) + \dots + \beta_p vech(R_{t-1})$$

Test, tek değişkenli GARCH süreçlerinin sabit ve gecikmeli ürünler üzerinde gerileyen standartlaştırılmış artıklarının ürününün yardımcı bir regresyona dayanmaktadır. R_t kimlik fonksiyonu tarafından verilen varyans matrisi ile sıfırın altında bulunan kovaryans matrisidir. $vech$ kovaryans matrisinin köşegeninin üzerindeki öğeleri kullanmaktadır. Test istatistiği şöyle açıklanabilmektedir;

$$\frac{\hat{\delta} X' X \hat{\delta}}{\hat{\sigma}^2} \sim \chi^2_{(s+1)}$$

Burada X regresör matrisidir ve $\hat{\delta}$ tahmin edilen regresyon parametreleridir. X_{s+1}^2 asimptonik test istatistiğidir ve s ürün gecikmesidir. Sabit korelasyonun sıfır hipotezi reddedilirse, dinamik korelasyona izin veren bir modele ihtiyaç olmaktadır (Engle, 2002).

3.5. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde kripto para piyasalarında oynaklık konusu genellikle GARCH modelleri ile test edilmiştir. Stabil endekse bağlı olmayan kripto paralar üçüncü bir tarafın denetiminden bağımsızdır. Kripto paraların temel özelliği merkeziyetsiz

olmasıdır. Bu durumda kripto paralar tamamen piyasadaki arz ve talep dengesiyle fiyatlanmaktadır. Teknolojinin sınırları ortadan kaldırması ve aktarım sürelerini kısaltması kripto paraların sermaye sahipleri ve yatırımcıların hızlı tepki verebileceği bir enstrüman haline getirmiştir. Bu doğrultuda kripto paralar birbirleri ile olan ilişkilerinde ya da diğer para birimleri ve yatırım araçları ile ilişkilerinde belirli örüntüler ortaya koymaktadır. Bu bölümde kripto piyasasında oynaklığı farklı değişkenlerle inceleyen literatürün değerlendirilmesine yer verilmiştir.

Kripto paraların getiri oranlarındaki oynaklığı modelleyerek kripto paraların işleyiş dinamiklerini inceleyen çalışmalar da BTC en çok çalışılan parametrelerden biridir. BTC kapitilazasyonu en fazla olan, işlem hacmi en yüksek olan ve piyasayı domine eden kripto para birimi olması nedeniyle sıklıkla çalışılmaktadır. BTC'nin fiyatlandırılması ve getirisini değerlendiren çalışmalardan biri 2017 yılında yayınlanan *Volatility Estimation for Bitcoin: A Comparison of GARCH Models* çalışmasıdır. Katsiampa makalesinde BTC verilerine en iyi açıklamayı getirecek varyans modelini araştırmıştır. En iyi koşullu değişen varyans modelinin AR-CGARCH modeli olduğu ve koşullu varyansın hem kısa hem de uzun dönem bileşenlerinin dahil edilmesinin önemini vurgulamıştır. Çalışma kapsamında 18 Temmuz 2010 ile 1 Ekim 2016 tarihlerindeki BTC Coindex Index günlük kapanış verileri analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda BTC'nin oynaklığını açıklamada verilere uyum iyiliği açısından en uygun modelin AR-CGARCH olduğuna dair kanıt bulunmuştur, bunun önemini ortaya koyan bir sonuç koşullu varyansın hem kısa hem de uzun vadeli bileşenlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir (Katsiampa, 2017).

BTC'nin fiyatının belirlenmesinde piyasada farklı dinamiklerin etkileri bulunmaktadır. Spekülatif talep BTC'nin fiyatlanmasında etkili olan dinamiklerden biridir. *The Price of BitCoin: GARCH Evidence from High Frequency Data* isimli çalışmada yüksek frekanslı verileri kullanan bir GARCH modeli ile BTC'nin işlem talebini ve spekülatif talep denklemlerini tahmin etmektedir. Çalışma kapsamında 2013-2018 arası saatlik veriler kullanılmıştır. Modele uygun olarak, ampirik sonuçlar hem işlem talebinin hem de spekülatif talebin BTC fiyat oluşumu üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğunu doğrulamaktadır. BTC fiyatı, BTC hızına olumsuz tepki verirken, BTC ekonomisinin boyutuna yönelik pozitif şoklar, BTC fiyatı üzerinde yukarı yönlü bir baskı oluşturduğu ifade edilmiştir (Ciaian, Kancs, & Rajcaniova, 2021).

BTC'deki oynaklığı modelleyerek anlamlı bir öngörü yapmayı hedefleyen diğer bir çalışma Naimy ve Hayek'in 2018 tarihli çalışmasıdır. Naimy ve Hayek çalışma kapsamında 1 Nisan 2013 ve 31 Mart 2016 tarihleri arasındaki BTC/USD kurunu örnek olarak değerlendirmiştir. Çalışmada istenilen amaca ulaşabilmek için öncelikle GARCH (1,1), EWMA ve EGARCH (1,1) modelleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda da diğer çalışmalarla uyumlu bir şekilde oynaklığı açıklamada en etkin modelin EGARCH (1,1) olduğu belirtilmiştir. Çalışmanın sonuna eklenen not BTC'nin henüz erken dönem davranışlarının incelenemediği ve ileri dönemde elde edilen sonuçların değişebileceği konusunda uyarıda bulunmaktadır (Hayek ve Naimy, 2018). Naimy ve Hayek'in çalışmasından bir yıl sonra Gyamerah 01 Ocak 2014 ve 16 Ağustos 2019 yılları arasındaki BTC fiyatlarını kullanarak BTC getirilerindeki oynaklığı sGARCH, iGARCH ve tGARCH modelleri ile analiz etmiştir. Çalışmanın sonucunda TGARCH-NIG modelinin BTC getiri serilerinde oynaklığı tahmin etmede en etkin model olduğu tespit edilmiştir (Gyamerah, 2019).

Troster vd. makalesinde BTC getirilerini ve riskini modelleyerek geleceğe dönük tahmin yürütmeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda genel bir GARCH ve GAS analizi gerçekleştirilmiştir. BTC ticareti, diğer menkul kıymetlere kıyasla aşırı oynaklık göstermektedir. Merkeziyetsiz yapısının ve yatırım amacıyla kullanılmasının bu özelliğinde katkısı bulunmaktadır. Çalışma BTC getirilerinde tahmine dayalı koşullu yoğunluğunun skor fonksiyonuna dayalı GAS modellerinin yanı sıra ağır kuyruklu GARCH modellerini de dikkate almıştır. Örnek dışı %1 Riske Maruz Değer (VaR) tahminlerini, üç geriye dönük test prosedürü kullanarak 45 farklı spesifikasyon altında karşılaştırmıştır. Diğer çalışmalardan ayrılarak yoğun kuyruklu dağılımlara sahip GAS modellerinin, BTC getirileri ve risk modellemesi için en iyi örnek dışı tahmin ve uyum iyiliği özelliklerini sağladığını sonucuna varılmıştır (Troster, et al. 2019).

Ardia, Bluteau, Rüede MSGARCH modellerini kullanarak BTC günlük getirilerinin GARCH oynaklık dinamiklerinde rejim değişikliklerinin varlığını test etmişlerdir. Çalışma kapsamında Datastream'den elde edilen USD cinsinden BTC fiyatları 18 Ağustos 2011-3 Mart 2018 tarihleri arasında 2355 gözlem yapılarak veri seti oluşturulmuştur. Ayrıca, VaR tahmininde MSGARCH'ı geleneksel tek rejimli GARCH spesifikasyonlarıyla karşılaştırmışlardır. Bayes yaklaşımı, model parametrelerini tahmin etmek ve VaR tahminlerini hesaplamak için kullanılmıştır (Ardia, Bluteau ve Rüede, 2019). Bayes yaklaşımına göre bir olayın olasılığı o olaya

ilişkin ön kabul ve inanç derecesi ile denemeden elde edilen verinin bir arada değerlendirilmesi halidir (Ekici, 2009). GARCH sürecinde rejim değişikliklerine dair güçlü kanıtlar bulunmuştur ve MSGARCH modellerinin VaR'yi tahmin ederken tek rejim spesifikasyonlarından daha iyi performans gösterdiğini tespit edilmiştir (Ardia, Bluteau ve Rüede, 2019).

Literatürde BTC dinamiklerini analiz ederek BTC hakkında sağlıklı öngörüler elde etmeye çalışan bir diğer makale Abar'ın *GARCH Modeli ve DVM – EKK Regresyonu ile Kripto Para Fiyat Öngörüsü: Bitcoin Fiyatı Üzerine Bir Uygulama* isimli çalışmasıdır. Abar, GARCH modeli ve DVM-EKK regresyonu ile kripto paralarda başarılı öngörülerde bulunmayı amaçlamıştır. Kripto para piyasalarının özelliklerini en iyi şekilde yansıtan kripto para birimi olarak BTC tercih edilmiştir. 01 Ocak 2017- 29 Şubat 2020 döneminde BTC fiyat serisi kullanılmıştır. Kullanılan her iki modele göre 1 aylık, 2 aylık ve 3 aylık dönemlerde öngörülerde bulunulmuştur. Çalışma sonucu GARCH modelinin kripto para fiyat serisi için sağlıklı öngörülerin elde edilmesi amacını yerine getirdiğini göstermiştir (Abar, 2020).

Segnon ve Bekiros çalışmalarında BTC piyasalarının ortalama ve varyans süreçlerini yöneten dinamikleri modellemek için yani yaklaşımlar önermektedirler. Modellerin nokta ve yoğunluk tahminleri ile tahmin performansları ve yeterliliği detaylı olarak incelenmiştir. Modellerin tahmin yeteneğini değerlendirmek için iki kayıp fonksiyonu ve model güven seti testi uygulanmıştır. Modellerin uygunluğunu değerlendirmek için olabilirlik oranı testi benimsenmiştir. Fiyat gözlem aralığı 01/01/2013 ile 28/11/2018 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda BTC piyasasındaki rejim değişikliği, uzun hafıza ve çok parçalılık ile karakterize olduğunu doğrulamaktadır. Markov değişimli multifraktal ve FIGARCH modellerinin, BTC getiri oynaklığını tahmin etmede diğer GARCH tipi modellerden daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, birleşik tahminler, bireysel modellerden gelen tahminleri geliştirdiği gözlemlenmiştir (Segnon ve Bekiros, 2020).

Venter ve Mare, GARCH modelini BTC'nin fiyatlandırma performansını anlayabilmek için kullanmıştır. Ayrıca simetrik GARCH opsiyon fiyatlama modeli kullanılarak BTCUSD'nin zımnı volatilité endeksleri (30, 60- ve 90 günlük) ve Cryptocurrency Index (CRIX) veri setleri kullanılmıştır. 01 Ocak 2016 ve 03 Ocak 2019 tarihleri arasındaki günlük veriler değerlendirilmiştir. Sonuçlar, GARCH modeli ile sınıdığında BTCUSD ile CRIX oynaklık endekslerinin benzer seyir izlediğini göstermektedir. Ayrıca, oynaklık endekslerinin vade yapısı, kısa vadeli oynaklığın (30

gün), daha uzun vadelere kıyasla genellikle daha düşük olduğunu göstermektedir (Venter ve Maré, 2020).

Söylemez, BTC'yi bir yatırım enstrümanı olarak ele almıştır. BTC yatırım analizinde oynaklığa en uygun modeli belirleyerek sağlıklı öngörülerde bulunmayı amaçlamıştır. 29 Nisan 2013 ile 17 Nisan 2019 tarihleri arasındaki günlük logaritmik getiri serilerini kullanmıştır. Çalışma kapsamında en açıklayıcı modeli tespit edebilmek için BTC logaritmik getiri serisi ARCH, GARCH, GJR/TARCH, EGARCH, APARCH ve CGARCH tipi modeller ile test edilmiştir. Çalışmanın sonucunda Işıldak'ın çalışması ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda en uygun yöntemin EGARCH olduğu belirlenmiştir. Diğer bir önemli sonuç ise negatif şokların pozitif şoklardan daha etkili olduğudur (Söylemez, 2020).

Işıldak, Söylemez ile benzer bir çalışmayı bir yıl sonra tekrarlamıştır. BTC'nin dinamiklerini modelleyerek oynaklığı yakalamaya çalışmıştır. Böylece oynaklığın etkilerini gözlemlemeye çalışmıştır. BTC'nin oynaklığını en iyi açıklayan GARCH modelinin tespit etmeye ve etkilerini anlamaya odaklanmıştır. Oynaklığı yakalamak için Otoregresif Koşullu Değişen Varyans modeller kullanılmıştır. Çalışmada 12 Haziran 2011 – 04 Aralık 2021 tarihleri arasındaki BTC fiyatları veri olarak değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda oynaklığı açıklamada en uygun modelin EGARCH olduğu tespit edilmiştir. BTC getiri serisinde asimetric etki vardır. Analizler sonucunda oynaklığın etkisinin uzun dönem yayıldığı görülmüştür. Şokların değişkenliği düşüktür ve etkisi kısa sürmektedir. Negatif şoklar pozitif şoklara göre daha güçlü etkilerde bulunduğu gözlemlenmiştir (Işıldak, 2021).

Wang, literatürde BTC'nin oynaklığını modelleyen diğer çalışmalara paralel bir şekilde GARCH modelini kullanmıştır. BTC getirilerindeki oynaklığı analiz edebilmek için en iyi GARCH modelini tespit etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında Ekim 2013 ile 31 Temmuz 2020 tarihleri arasındaki BTC günlük kapanış fiyatları değerlendirilmiştir. İlk olarak durağanlığı test edebilmek için ADF testi kullanılmıştır. Ardından 4 gecikmenin çalışmanın devamlılığı açısından uygun görüldüğü anlaşılmıştır. Çalışmada, BTC getirisinde artık değerlerinde kayda değer bir otokorelasyon bulunmadığı gözlemlenmiştir. Çalışmanın sonucunda GARCH (1,1) modelinin BTC'nin oynaklığını ve getirisinde kümeleyici bir karakter gösterdiği ve BTC'nin oynaklığının kalıcı bir süreç olduğu ancak zamanla etkisinin azaldığı ifade edilmiştir. GARCH (1,1) modelinin kısıtlayıcı etkilerinden dolayı BTC getirindeki oynaklığın asimetric yapısından ötürü TARCH ve EGARCH modelleri kaldırıcı etkisi

dâhil edilmeden BTC getirisindeki oynaklığı analiz etmek için kullanılmıştır. Sonuç olarak, bu makale güvenli liman özelliği olarak BTC'nin ekonomik bunalım döneminde finansal risklerden korunabileceğini ve pozitif ve negatif şoklar arasında revize edilmiş bir asimetrik etkiye sahip olduğunu, bu nedenle yatırımcıların portföylerine eklenmesi için elverişli bir varlık olduğunu ortaya koymaktadır (Wang, 2021).

Atasoy ve Tuna'nın çalışmasında en büyük kapitalizasyona ve en çok işlem hacmine sahip pazarı domine eden kripto para olan BTC'nin volatilitisini en iyi açıklayan modeli incelemeyi hedeflemiştir. Wang'dan farklı olarak daha fazla GARCH modelini analiz etmiş ve çalışmasını oluştururken 2021 yılı verilerini de veri setine eklemiştir. Araştırma kapsamında GARCH modellerinden GARCH, EGARCH, IGARCH, GJR, FIGARCH-BBM, FIGARCH-CHUNG, FIEGARCH, FIAPARCH-BBM, FIAPARCH-CHUNG ve HYGARCH modelleri sınanmıştır. BTC'nin, 30.04.2013 ile 26.02.2021 dönemindeki 2860 günlük ABD Doları (USD) cinsinden günlük kapanış fiyat değerleri veri setini oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda BTC için en iyi modelin HYGARCH modeli olduğu sonucuna varılmıştır. Ek olarak örneklem dışı oynaklığı en iyi öngören ve en yüksek performansa sahip olan GARCH modeli; 1 günlük öngörü için FIAPARCH-BBM modeli, 5 ve 10 günlük öngörü için ise FIGARCH-CHUNG modeli olarak tespit edilmiştir (Atasoy ve Tuna, 2021).

Kripto para piyasası diğer para birimlerine kıyasla spekülasyona ve haber şoklarına açık bir oynaklık sergilemektedir. Kripto paralar değişim aracı olmak dışında yatırım ve spekülasyon amaçlı kullanılmaktadır. Piyasadaki sınırlı bilgi, fiyat ve getiride yüksek düzeyde oynaklığa neden olmaktadır. Sevinç ve Akıncı'nın çalışmasında BTC'nin oynaklık dinamik dinamikleri açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışma kapsamında Nisan 2013- Eylül 2020 dönemi için haftalık veri seti kullanılmıştır. Bu bağlamda, pozitif ve negatif şokların asimetrik etkilerini ifade eden asimetrik oynaklığı araştırmak için (EGARCH) modeli kullanılmıştır. Analiz sonuçları, kaldıraç etkisinin BTC getirileri için geçerli olduğu gözlemlenmiştir. İyi ve kötü haber arasındaki asimetrik etki ortaya çıkmaktadır. Ayrıca oynaklık direnci parametresinin yüksek bir değere sahip olması, asimetrik geçmiş dönem şoklarının cari dönem koşullu varyansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu yansıtmaktadır (Sevinç ve Akıncı, 2021).

Sui ve Elliott çalışmasında BTC getirilerine hem koşullu değişen varyanslılığı hem de rejim değiştirmeyi dâhil etmek amacıyla BTC opsiyonlarının

fiyatlandırılmasını incelemektedirler. Çalışmada analiz yöntemi olarak, Bitcoin getiri dinamiklerini modellemek için hem SETAR modelini hem de GARCH modelini birleştiren doğrusal olmayan bir zaman serisi modeli benimsenmiştir. SETAR modeli rejim değiştirmeyi modellemek için kullanılır ve koşullu değişen varyansı modellemek için Heston-Nandi GARCH modeli benimsenir. Hem koşullu Esscher dönüşümü hem de varyansa bağlı fiyatlandırma çekirdeği, fiyatlandırma çekirdeklerini belirtmek için kullanılır. Çalışma kapsamında CoinDesk endeksinden elde edilen 18 Temmuz 2010 ve 31 Mayıs 2018 tarihleri arasındaki günlük veriler değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda GARCH modeli, kısa vadeli seçenekler için biraz zımni oynaklık çarpıklığı sergilediği gözlemlenmiştir (Siu ve Elliott, 2021).

Guo çalışmasında GARCH modellerini kullanarak BTC vadeli işlemlerinin nicel risk yönetimini araştırmaktadır. Çalışmada Bloomberg'den elde edilen 18 Aralık 2017 - 04 Aralık 2020 tarihleri BTC kapanış fiyatlarından veri seti oluşturulmuştur. İlk olarak, BTC vadeli işlemlerinin getiri oynaklıklarını açıklamak için GARCH modellerine ağır kuyruklu bir dağıtım getirmenin çok önemli olduğunu ifade edilmiştir. Ardından, normal dağılıma sahip GARCH modeli (GARCH-Normal) ve normal ters Gauss dağılımına (GARCHNIG) sahip GARCH modeli ve parametrik olmayan yöntem olan parametrik yöntemlere dayalı VaR tahminlerini karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucu, parametrik olmayan yöntemlere dayalı VaR tahminlerinin genel olarak doğru ve hatta GARCH-Normal modeline dayalı VaR tahminlerinden daha doğru olmasına rağmen, GARCH-NIG modeline dayalı VaR tahminlerinin en iyi performansı gösterdiğini göstermektedir. Genel olarak, GARCH-NIG modelinin BTC vadeli işlem getiri serisi için doğru VaR tahminleri üretebileceği sonucuna varılmıştır. Ek olarak, BTC Cash'in aksine, BTC vadeli işlemlerinin getiri oynaklıklarının pozitif şoklara tepki olarak negatif şoklara göre daha fazla artmadığı gözlemlenmiştir (Guo, 2021).

Liang, Zhang, Li ve Ma veri analizi ile tahminlerde bulunan algoritmaların ve uygulamaların geçerliliğini test etmişlerdir. Çalışma yüksek hızda değişen bir dünyada, örnek içi ve örnek dışı yönlerden BTC oynaklığı için hangi tahmin edici uygulamanın daha fazla tahmin edici olduğunu araştırmaktır. VIX (Chicago Board Options Exchange Volatility Index), GVZ (Gold Volatility Index), Google Trends, GEPU (Global Economic Policy Uncertainty Index) ve GPR (Global Property Research) dâhil olmak üzere beş önemli tahmin edici uygulamanın tahmin gücünü incelemek için GARCH-MIDAS modelini kullanılmıştır. Çalışma kapsamında 01

Ocak 2013-31 Ağustos 2019 tarihlerindeki BTC fiyatları incelenmiştir. BTC Çalışmanın bulgularımız, GVZ' nin diğer rakip tahmin edicilere göre BTC oynaklığı için en güçlü tahmin edilebilirliği gösterdiğine dair güçlü kanıtlar sunmaktadır. Farklı örnek dışı tahmin dönemlerine, alternatif kayıp fonksiyonlarına ve kombinasyon yöntemlerine dayanan diğer ampirik sonuçlar çalışmanın bulgusunu desteklemektedir (Liang, et al., 2022).

Literatürde sadece BTC'nin oynaklık dinamiklerine odaklanan çalışmaların yanı sıra BTC ile birlikte diğer kripto para birimlerinin hareketlerini ve birbirleri arasındaki ilişkileri analiz eden çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalar genellikle birden çok kripto para biriminin arasındaki oynaklık dinamiklerini incelemektedirler. Bu oynaklık dinamiklerinin birbirlerini tamamlayıcı bir özellik mi gösterdiğini ya da hareketlerin domino etkisi mi yarattığını anlamayı hedeflemektedir. Ertuğrul, kripto paraların volatilité dinamiklerini incelemiştir. Bu çalışmanın diğer çalışmadan ayrılan noktası BTC'nin yanı sıra Ripple (XRP)'ın getiri volatilitésini de değerlendirmeye katmasıdır. Çalışma kapsamında BTC ve XRP'nin getiri oranları geleneksel ARCH ve GARCH modelleri yanında asimetriyi de dikkate alan EGARCH ve TGARCH modelleri de kullanılmıştır. BTC için 19 Temmuz 2010 ile 11 Aralık 2018 tarihleri arasındaki veriler, XRP için 08 Şubat 2018 ile 11 Aralık 2018 tarihleri arasındaki veriler ile örneklem oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda oynaklığı açıklayan en başarılı modelin TGARCH modeli olduğu sonucuna varılmıştır (Ertuğrul, 2019).

Literatürde kripto para piyasasının değişkenliğine vurgu yapılmaktadır. Değişkenliği açıklamaya çalışan yaklaşımlardan biri de davranışsal finans açıklamalarıdır. Sanal olan ve medya ve yatırımcı profili gibi davranışsal finans faktörlerine paralel olarak pek çok spekülasyonun yer aldığı krito para pazarı henüz gelişmekte olan bir pazardır. Almansour, Alshater ve Almansour'un çalışmasında piyasa değerinin %80'inden fazlasını temsil eden seçilmiş 9 kripto para birimini (BTC, Ethereum (ETH), XRP, Litecoin (LTC), Ethereum classic (ETC), Chainlink (LINK), EOS, Tether (USDT) ve Bitcoin Cash (BCH) tahmin etmede ARCH ve GARCH modelleri kullanılmıştır. Bu çalışma, her bir kripto para biriminin başlangıç tarihi bazında 2010 ile 2020 arasında günlük veri aralıklarından oluşan bir zaman serisini incelemektedir. Sonuçlar, ARCH ve GARCH'ın kripto para piyasası oynaklığını tahmin etmede önemli bir etkiye sahip olduğunu gösteriyor; bu, kripto para birimlerinin geçmiş oynaklığının mevcut oynaklığını etkilediği anlamına geliyor.

Ayrıca, kötü ve iyi haberlerin tüm kripto para getirilerinin koşullu oynaklığını önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermektedir (Almansour, Alshater ve Almansour, 2021).

Kripto para piyasasında oynaklığı modellemeye çalışan diğer bir çalışma Kim, Jun ve Yee'nin çalışmasıdır. Bu çalışma, bir Bayes Stokastik Volatilité (SV) modeli ve birkaç GARCH modeli kullanarak, piyasa değerine göre önde gelen dokuz kripto para biriminin (BTC, XRP, ETH, BCH, Stellar (XLM), LTC, TRON (TRX), Cardano (ADA) ve IOTA) oynaklığını incelemektedir. Diğer çalışmalardan farklı olarak Kim, Jun ve Lee SV modelinin GARCH ailesi modellerinden daha iyi performans gösterdiği sonucuna varmıştır. Ayrıca, GARCH modelleriyle karşılaştırıldığında SV modelinin tahmin hataları, tahmin zaman ufku daha uzun olduğu için daha doğru olma eğilimindedir (Kim, Jun ve Lee, 2021).

Kripto paraların oynaklığını inceleyen diğer bir çalışma BTC yanında ETH ve XRP birimlerini de değerlendirmeye dâhil edilmiştir. 01 Ocak 2019 ve 16 Eylül 2018 dönemi BTC, ETH ve XRP günlük verileri analiz edilmiştir. Bu çalışma, belirli kripto para birimlerinin oynaklığını ve bunların en yüksek üç kripto para biriminden nasıl etkilendiklerini incelemektedir. Çalışmada DCC-GARCH'ın yanı sıra ARCH ve GARCH ailesinin modelleri kullanılmıştır. Çalışmanın ana sonucu, kripto para birimlerinin çoğunluğunun BTC, ETH ve XRP ile tamamlayıcı olduğu ve sıkıntılı zamanlarda ana dijital para birimleri arasında herhangi bir riskten korunma yeteneğinin bulunmadığıdır (Kyriazis, et al., 2019).

Literatürde genellikle BTC'nin oynaklığına dair GARCH modellemeleri kullanılmıştır. Chu vd. çalışmasında kripto para piyasalarındaki hakaretlerini modelleyebilmek amacıyla 7 farklı kripto para biriminin ilk GARCH modellemesini yapmışlardır. Her bir kripto para birimine on iki GARCH modeli uygulanmıştır ve uyumları beş kriter açısından değerlendirilmiştir. Çalışmada BTC, Dash, Dogecoin, LTC, Maidsafecoin, Monerove Ripple para birimlerinin 22 Haziran 2014 ve 17 Mayıs 2017 yılları arasındaki verileri dikkate alınmıştır. Veriler SGARCH, EGARCH, GJRARCH, APARCH, IGARCH, CSGARCH, GARCH, TGARCH, AVGARCH, NGARCH, NAGARCH ve ALL GARCH modellerine göre test edilmiştir. Çalışma sonucunda GARCH ve GJR GARCH modellerinin, en popüler ve en büyük kripto para birimlerindeki oynaklığın modellenmesi açısından en iyi uyumu sağladığı tespit edilmiştir (Chu, et al., 2017).

Tiwari, Kumarb ve Pathakc BTC'nin yanı sıra LTC'nin dinamiklerini GARCH ve stochastic oynaklık modellerini karşılaştırarak modellemeye çalışmışlardır. Bu

amaç doğrultusunda BTC ve LTC fiyat getirileri serisini kullanılmıştır. 9 Ekim 2011-24 Şubat 2018 tarihleri arasındaki BTC günlük verileri ile 28 Nisan 2013-27 Kasım 2017 arasındaki günlük LTC verileri analiz edilmiştir. Verilerin hangi modelle en iyi şekilde analiz edileceği test edilmiştir. GARCH ve stokastik oynaklık (SV) modelleri karşılaştırılmıştır. LTC için en açıklayıcı modelin GARCH-t olduğu gözlemlenirken BTC için en iyi modelin SV-t olduğu sonucuna varılmıştır. Genel olarak, t sınıfı modeller, her iki kripto para birimi için diğer sınıflardan daha iyi performans göstermektedir. Son olarak, GARCH modellerinin GARCH-GJR modelleri ile karşılaştırıldığında, kaldıraç etkisinin kripto para birimleri için önemli olmadığını ortaya konmaktadır ve bunların hisse senedi fiyatları gibi davranmadığını çıkarımı yapılmıştır (Tiwari, Kumar ve Pathak, 2019).

Boyacıoğlu, Güvenek ve Alptekin, 2010 yılında yazdıkları “Getiri Volatilitisi ile İşlem Hacmi Arasındaki İlişki: İMKB’de Ampirik Bir Çalışma” isimli çalışmada İMKB Ulusal 100 Endeksinin getiri volatilitesi ile işlem hacmi arasındaki ilişki incelenmişlerdir. Zaman aralığının 1997 ve 2009 olarak seçildiği çalışmanın verileri İMKB 100 kapanış fiyatları ve işlem hacmi olarak gerçekleşmektedir. Çalışmada, volatilitenin varlığı için ARCH testi uygulanmış ve volatilitiyi modellemek için de otoregresif koşullu değişen varyans modellerinden GARCH testi yapılmıştır. Ayrıca çift taraflı ilişkiyi test etmek üzere, Granger Nedensellik Testi’nden yararlanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, İMKB’de Ardışık Bilgi Akışı ve Karışık Dağılımlar Hipotezlerinin geçerli olmadığına karar verilmiştir (Boyacıoğlu, Güvenek, & Alptekin, 2010).

Büberkökü çalışmasında BTC, ETH, Dogecoin (DOGE), XRP ve LTC’den oluşan beş önemli kripto para birimini inceleyerek tek ve çok değişkenli GARCH modellerinin ilgili kripto para birimlerinin oynaklık değerlerini öngörme performanslarını 7 Ağustos 2015 ile 11 Mayıs 2021 dönemi için incelemiştir. Çalışmadaki analizlerde çok değişkenli GARCH modelleri olarak AR (1)-GOGARCH-NLS, AR (1)-DCCFIGARCH ile AR (1)-Scalar BEKK modelleri, tek değişkenli GARCH modellerli olarak ise AR(1)-GARCH (1,1), AR(1)-IGARCH(1,1) ile AR(1)-EWMA modelleri kullanılmıştır. Modellerin volatilité öngörü performanslarının analizinde ise MAE kriterinden faydalanılmıştır. Çalışma sonucunda her durumda öne çıkan tek bir modelin bulunmadığı, bu kapsamda en uygun modelin BTC için AR (1)-EWMA modeli, ETH ve XRP için AR (1)-

GOGARCH-NLS modeli, DOGE için AR(1)-DCCFIGARCH modeli, LTC içinse AR(1)-GARCH(1,1) modeli olduğu sonucuna varılmıştır (Büberkökü, 2022).

Kolte vd. çalışmasında, BTC, LTC, XRP, Nxt, Dogecoin, Vertcoin, DigiByte, DASH, Counterparty ve MonaCoin'in günlük log-getirileri arasındaki ilişkiyi belirlemeyi ve kripto para piyasası istikrarsızlığındaki eğilimleri anlamayı amaçlamaktadır. Çalışmada seçilen kripto para birimleri arasındaki korelasyon mevcuttur. Analiz, öncelikle kripto para web sitelerinin ve finans.yahoo.com'un korunan sunucularından alınan referans bilgilere odaklanır. Bu araştırma, BTC, LTC, XRP, Nxt, Dogecoin, Vertcoin, DigiByte, DASH, Counterparty ve MonaCoin'in 01 Ekim 2014'ten 30 Nisan 2020'ye kadar uzanan bir zaman dilimi için Logaritmik getirisine ilişkin düzenli ayrıntıları değerlendirmektedir. Çalışmanın bulguları; BTC'ye karşı kripto para birimlerinin GARCH modellemesi olduğunu göstermektedir. LTC, XRP, Nxt, Dogecoin, Vertcoin, DigiByte, DASH, Counterparty ve MonaCoin; Süre boyunca değişkenlik değerleri, Bitcoin getirilerinden gelen güncellemeler üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Kolte, et al., 2022).

Kazova ve Ercan çalışmalarında kripto para piyasasındaki sert dalgalanmaların yarattığı riskin önemine vurgu yapmaktadırlar. Çalışmada pozitif ve negatif şokların kripto para birimlerinin getiri oranlarının volatilitesi üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda BTC, ETH, XRP, ADA, LTC, BCH, XLM, LINK, TRX ve DOGE kripto para birimleri seçilerek getiri serileri oluşturulmuştur. Bu getiri serilerinin oynaklıkları simetrik ve asimetrik koşullu değişen varyans modelleri kullanılarak incelenmiştir. Veri seti dönemi her bir kripto para birimi için değişmekle birlikte en geniş veri seti 01.01.2017-16.01.2021 dönemini kapsamaktadır. Kripto paraların oynaklıklarını analiz etmede farklı modellerin yetkinliği test edilmiştir. BTC için en iyi tahmin sonuçları TGARCH(1,1) modeli, ETH, XLM için en iyi tahmin sonuçları ACGARCH(1,1) modeli, XRP ve LTC için en iyi tahmin sonuçları TGARCH(1,1) modeli, ADA, BCH, LINK, TRX ve DOGE için en iyi tahmin sonuçları EGARCH(1,1) modeli kullanılarak elde edilmiştir. Çalışma sonucunda; BTC, ADA, LINK getiri serilerinde meydana gelen negatif şokların pozitif şoklara göre volatilité üzerinde daha çok etkisi olduğunu gözlemlenmiştir. Diğer taraftan ETH, XRP, LTC, BCH, XLM, TRX, DOGE getiri serilerinde ise pozitif şokların oynaklık üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Kazova ve Ercan, 2021).

BTC'nin oynaklığı diğer para birimlerine kıyasla değer ve varlık saklama amacıyla kullanılmasında meşruluğunu ve genel kabulünü engelleyici bir unsurdur. Sapuric, Kokkinaki ve Georgiou çalışmasında BTC'nin işlem hacmi dikkate alındığında iddia edildiği kadar volatil görünmediğini göstermeyi amaçlamaktadırlar. Bu doğrultuda, Temmuz 2010'dan Kasım 2017'ye kadar olan dönem için BTC ticaret hacmi, oynaklık ve getiriler arasındaki asimetrik ilişkiyi incelemişlerdir. BTC'nin fiyat oynaklığını altı para birimi ve altın ile karşılaştırarak analiz etmişlerdir. Analiz edilen para birimleri; EURO, İngiliz Sterlini, Çin Yuan'ı Japon Yeni, Rus Rublesi ve İsveç Frank'ıdır, ek olarak Londra altın fiyatı değerlendirilmiştir. 19 Temmuz 2010-11 Kasım 2017 tarihleri arasındaki veriler incelenmiştir. Hacme bölünen getirileri kullanarak analizi tekrar edilmiştir. Hacim, getiri ve oynaklık arasındaki ilişkiyi ve oynaklığın ekonomik haberlere verdiği tepkinin asimetrisini dört anlamlı farklı zaman periyodu/alt örnek için çalıştırılan asimetrik modeller (EGARCH) kullanarak incelenmiştir. 2013 (BTC'nin popüler hale geldiği yıl) sonrası hacim ve oynaklık ile Mt. Gox hackinden önceki hacim ve getiriler arasında pozitif ve anlamlı ilişki bulunmaktadır. 2013'ün başından Mt. Gox hackine kadar olan coşkulu dönemde, BTC getirilerindeki beklenmedik artışlar, BTC volatilitelerini beklenmedik, eşit büyüklükteki düşüşlerden (asimetri) daha fazla arttırmıştır (Sapuric, Kokkinaki ve Georgiou, 2020).

Cermak çalışmasında dijital ve merkeziyetsiz para birimi olan BTC'nin fiat para birimlerine uygulanabilir bir alternatif olup olamayacağını sorgulamaktadır. BTC'nin şu anda bir para birimi olma kriterlerini karşılamıyor çünkü bir değişim aracı, bir hesap birimi ve bir değer deposu olarak işlev görmediğini ileri sürmektedir. BTC'nin bu işlevleri yerine getirmesindeki en büyük engelin ise fiyat oynaklığı olduğunu ifade etmiştir. BTC'nin en çok işlem gördüğü ülkelerin makroekonomik değişkenlerine göre BTC'nin oynaklığını analiz etmek için bir GARCH(1,1) modeli kullanılmıştır. Çalışmada 18 Ağustos 2010 ve 17 Mart 2017 tarihleri arasında CoinDesk indeksinin verileri değerlendirilmiştir. Bulgulara göre BTC Çin, ABD ve Avrupa Birliği'ndeki fiat para birimlerine benzer şekilde davranmaktadır ancak Japonya için aynı şey söz konusu değildir. BTC'nin Çin'de güvenli liman varlığı olarak hareket ettiğine dair kanıtlar da vardır. BTC'nin oynaklığı, kullanım ömrü boyunca istikrarlı bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada BTC'nin 2019-2020 yıllarında fiat para birimlerinin oynaklık seviyelerine ulaşacağı ve fiat para birimlerine işleyen bir alternatif haline geleceği ön görülmüştür (Cermak, 2017).

Dyhrberg GARCH modelini kullanarak BTC hareketlerini, altın ve dolar hareketlerine bakarak anlamayı hedeflemektedir. Temel olarak BTC'nin finansal varlık yeteneği analiz etmek amaçlanmıştır. Çalışmada Coindesk Price endeksinden alınan 19 Temmuz 2010 ve 22 Mayıs 2015 BTC fiyat verisi kullanılmıştır. İlk olarak riskten korunma yetenekleri ve avantajları gösteren altın ve dolar ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Asimetrik GARCH, BTC'nin risk yönetiminde yararlı olabileceğini ve piyasaya olumsuz şoklar beklentisiyle riskten kaçınan yatırımcılar için ideal olabileceği gözlemlenmiştir. Genel olarak BTC'nin portföy yönetiminde altın ve dolar arasında sınıflandırılabilir bir değişim ve değer saklama aracı olarak yer alacağı ön görülmüştür (Dyhrberg, 2016).

Akkaya BTC ile madeni para piyasalarındaki getiri oranlarındaki oynaklık analiz edilmiştir. Çalışmada BTC fiyatındaki simetri ve asimetrisi ve beklenen kaldıraç oranı incelenmiştir. EUR/USD alış kuru, altın fiyatı, USD10 yıllık tahvil getirisi ABD dolar endeksi GARCH ve EGARCH modelleri ile incelenmiştir. EGARCH modeli, kaldıraç etkisinin kripto para piyasalarında geçerli olmadığını göstermektedir (Akkaya, 2021).

BTC diğer çalışmalarda da belirtildiği gibi spekülasyonlardan ve haberlerden oldukça fazla etkilenmektedir. Küresel salgın Covid-19 kripto para birimlerinde oynaklıklara neden olmuştur. Alınan karantina önlemleri ile kendi içine kapanan ekonomiler hızlı ve sınır tanımayan bir değişim aracı olan kripto paralara olan talep doğrultusunda etkili olmuştur. Diğer bir unsur ise tüm dünyada alınan ekonomik tedbirler ile para arzının artması ve bir yatırım aracı olarak değerlendirilen kripto para piyasasının bu artıştan etkilenmesidir. Ustalar, Ayar ve Şanlısoy hisse senedi piyasaları ve kripto para piyasası arasındaki oynaklık yayılımını pandemi sürecini dikkate alınarak analiz etmiştir. Analizde kripto para piyasasını temsilen BTC kullanılmıştır. Küresel hisse senedi piyasasını temsil etmesi için ise dünyanın önde gelen endekslerinden S&P500, FTSE100, SSEC ve NIKKEI endeksleri kullanılmıştır. Oynaklık yayılımının analizi için Sabit Koşullu Korelasyon Çok Değişkenli GARCH modelinden faydalanılmıştır. Çalışmada 1 Aralık 2019 ile 1 Temmuz 2021 tarih aralığını kapsayan günlük kapanış fiyatları veri olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda, tahmin edilen tüm koşullu korelasyon parametrelerinin pozitif ve anlamlı elde edilmiştir. BTC ve hisse senedi getirileri arasında bir oynaklık yayılımı ve bilgi aktarımı olduğu sonucuna varılmıştır (Ustalar, Ayar ve Şanlısoy, 2022).

Yousaf ve Ali COVID-19 öncesi ve COVID-19 dönemlerinde BTC, ETH ve LTC arasındaki getiri ve oynaklık aktarımını günlük verileri kullanarak incelemişlerdir. Çalışmada VAR-DCC-GARCH modeli kullanılmıştır. BTC-ETH, BTC-LTC ve ETH-LTC çiftleri için getiri yayılmalarının her iki dönemde de farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. COVID-19 öncesi dönemde kripto para birimleri arasındaki oynaklık aktarımı anlamlı değildir. Ayrıca, COVID-19 döneminde volatilité yayılımının BTC'den ETH'ye tek yönlü ve ETH ile LTC arasında çift yönlü olduğu gözlemlenmiştir. Diğer yandan, COVID-19 döneminde BTC ve LTC arasında oynaklık aktarımı önemli değildir. Tüm kripto para çiftleri arasındaki dinamik koşullu korelasyonlar, COVID-19 döneminde COVID-19 öncesi döneme göre daha yüksektir (Yousaf ve Ali, 2020).

BTC'de yaşanan oynaklıklar diğer para birimleri ve değerli madenlerin hareketleri ile ilişkili olduğu kadar bir yatırım aracı olan hisse senetleri ve borsa ile de oldukça ilişkilidir. BTC borsalara alternatif bir yatırım aracı ya da tamamlayıcı bir unsur olarak görülebilir. BTC'deki oynaklık dinamikleri ile borsa endeksleri arasındaki ilişkiyi analiz eden çalışmalar literatürde yer almaktadır.

Koy, Yaman ve Mete kripto paranın volatilitésini modelleyerek ABD borsa endekslerindeki yerini anlamaya çalışmışlardır. BTC'nin volatilité yapısını anlamaya çalışarak borsa endekslerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma kapsamında 10 Mart 2016 ve 11 Haziran 2019 tarihleri arasındaki günlük veriler kullanılmıştır. BTC volatilitésini borsa ile ilişkisi incelenirken SP500, Nasdaq100 ve Dow Jones Industrial varyans değişkeni olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada verileri açıklayabilmek için Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans modellerinden GARCH, EGARCH ve TARCH modelleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kullanılan üç endeksinde BTC volatilitésini açıklamada anlamlı olduğu, borsa endeksleri ile geliştirilmiş modellerin, GARCH, EGARCH ve TARCH modellerinin tamamında benzer temel modelden daha güçlü olduğu ve açıklayıcı gücünün en yüksek olduğu modelin de EGARCH olduğu tespit edilmiştir (Koy, Yaman ve Mete, 2021).

İşcan ise BTC ve borsa arasındaki ilişkiye farklı değişkenleri de çalışmasına dahil etmiştir. İşcan, BTC, döviz kuru, Borsa İstanbul Endeksi ve faiz değişkenleri arasındaki ilişkileri açıklamaya çalışmıştır. Çalışma çerçevesinde Kasım 2013 ve Ekim 2019 tarihleri arasındaki haftalık veriler kullanılmıştır. Veriler arasındaki uzun dönem ve nedensellik ilişkileri araştırılırken VAR modelinden faydalanılmıştır.

Çalışma etki-tepki grafikleri ve varyans ayrışım tablosu ile analiz sonuçlandırılmıştır (İşcan, 2020).

Ustaoglu'nun çalışmasında kripto paralar ve BIST 100 arasındaki getiri ve oynaklık dinamikleri incelenmiştir. Daha önce Koy, Yaman ve Mete'nin çalışmasında kripto paralar ve ABD borsası üzerine oynaklık dinamikleri ele alınmıştı. Bu çalışmada ise BIST 100'ün getiri oranlarındaki oynaklık ile birden fazla kripto paranın hareketlerindeki ilişkiye odaklanılmıştır. Kripto paralardan BTC, ETH, XRP ve LTH tercih edilmiştir. Çalışma çerçevesinde 07.08.2015-20.05.2021 tarihleri arasındaki günlük veriler kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki korelasyonlar VAR-DCC-GARCH modeli ile test edilmiştir. Çalışmanın sonucunda BIST 100 ile kripto para birimleri arasında iki yönlü getiri yayılımı tespit edilmemiştir. BIST100'den BTC'ye, XRP'ye ve LTH'a doğru tek yönlü şok iletimi olduğu ve BIST100'den BTC'ye ve ETH'a doğru tek yönlü oynaklık aktarımı olduğu sonucuna varılmıştır. BIST100 ile dört kripto para birimi arasındaki dinamik koşullu korelasyonların zaman içinde oldukça değişken bir yapıda olduğu ve ortalamasının sıfıra oldukça yakın olduğu tespit edilmiştir (Ustaoglu, 2022).

Kripto paralar ve borsalar arasındaki ilişkiyi anlamaya çalışan diğer bir çalışma ise Kartal ve Yağlı'nın BTC fiyatı ile Türkiye ve BRICS ülkelerine ait borsa endekslerini incelediği çalışmasıdır. Endeksler ve BTC arasındaki ilişkiyi test etmek için 01.01.2013-31.12.2019 dönemine ait aylık veriler kullanılmıştır. Veriler eşbütünleşme ve nedensellik testi ile sınanmıştır. ADF birim kök testleri ve durağanlık analizi uygulanarak uzun dönem ilişkilerin varlığı Johansen Eşbütünleşme testi ile açıklanmaya çalışılmıştır. Diğer yandan uzun dönemli ilişkilerin dengede olup olmadığı Vektör Hata Düzeltme Modeli ile analiz edilmiştir. Kısa dönemli ilişkiler ise Granger nedensellik testi ile yorumlanmıştır. Analizler sonucunda değişkenler arasında uzun dönem ilişki tespit edilmiştir, kısa dönemde BTC fiyatlarındaki değişimin yatırım kararları üzerinde etkisi olduğu görülmüştür (Kartal ve Yağlı, 2021).

Conrad, Custovic ve Ghysels, kripto para birimlerindeki oynaklık ve borsa hareketleri arasındaki ilişkiye odaklanmıştır. Çalışma uzun dönem ve kısa dönem oynaklığı incelemektedir. Kripto para birimlerinin uzun ve kısa vadeli oynaklık bileşenlerini çıkarmak için GARCH-MIDAS modeli kullanılmıştır. Çalışma kapsamında Mayıs 2013 ve Kasım 2017 verileri analiz edilmiştir. S&P 500'ün oynaklığının, uzun vadeli BTC oynaklığı üzerinde olumsuz ve oldukça önemli bir etkiye sahip olduğunu tespit edilmiştir. Ayrıca, S&P 500 oynaklık risk priminin uzun

vadeli BTC oynaklığı üzerinde önemli ölçüde olumlu bir etkisi olduğunu gözlemlenmiştir. Son olarak, Baltık kuru endeksi ile uzun vadeli BTC oynaklığı arasında güçlü bir pozitif ilişki bulunmaktadır. Bu sonuç, BTC oynaklığının küresel ekonomik aktivite ile yakından bağlantılı olduğunu göstermektedir (Conrad, Custovic ve Ghysels, 2018).

Vardar ve Aydoğan'ın Türkiye örneğinde BTC'nin oynaklığını inceledikleri çalışmalarının amacı BTC'nin getiri ve oynaklık yayılımının doğasının daha iyi anlaşılmasıdır. Makale, Temmuz 2010–Haziran 2018 döneminde Türkiye açısından en büyük kripto para birimi olan BTC ile hisse senedi, tahvil ve para birimleri gibi diğer geleneksel varlık sınıfları arasındaki getiri ve oynaklık aktarımını incelemektedir. Model olarak VAR–GARCH kullanılmıştır. Ampirik sonuçlar, tahvil piyasasından BTC piyasasına pozitif tek taraflı getiri yayılmalarının varlığını ortaya koymaktadır. Şok ve oynaklık yayılmalarının sonuçlarıyla ilgili olarak, BTC ve ABD Doları döviz kuru hariç diğer tüm finansal varlık sınıfları arasında iki yönlü çapraz piyasa şoku ve oynaklık yayılma etkilerine dair güçlü kanıtlar bulunmuştur (Vardar ve Aydoğan, 2019).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

METODOLOJİ VE SONUÇLAR

4.1. AMAÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı BTC ile seçili endeksler arasındaki dinamik ilişkinin ekonometrik olarak analiz edilmesidir. Son yıllarda kullanımı artan BTC'nin finansal bir varlık olarak görülüp görülmediği araştırmacılar tarafından süregelmektedir. Piyasanın üzerinde analiz yapmaya henüz çok uygun olmamasına rağmen literatürde konu ile alakalı çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmanın analizi için önce yapısal kırılmayı dikkate almayan birim kök sonuçları araştırılmıştır. Daha sonra çıkan sonucun güvenilirliğini de arttırmak amacıyla yapısal kırılmaları dikkate almayan birim kök testleri de yapılmıştır. Birim kök test sonuçlarına göre çalışmada otoregresif koşullu değişen varyans modelleri kurulmasına karar verilmiştir. Kurulan model sonucu dinamik etkinin varlığını arttırmak için model içine dâhil dinamik etki analizi ile analiz bölüm sonuçlandırılmıştır. Çıkan sonuçlar aşağıda tartışılmaktadır.

4.1.1 Yapısal Kırılmayı Dikkate Almayan Birim Kök Testleri ve Sonuçları

Birim kök testleri, serilerin durağanlığı ölçmek amacıyla yapılan testlerdir. Analizde kullanılacak yöntemi belirlemek açısından ilk basamak olarak kabul edilmektedirler. Bu çalışmada ilk olarak yapısal kırılmayı dikkate almayan ADF Testi, PP Testi ve sonrasında da KPSS Testi yapılmıştır. Aşağıdaki tablolarda testlerin sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4.1. : Düzeyde ADF, PP ve KPSS Sonuçları

		ADF		PP		KPSS	
		Sabit	Sabit ve Trendli	Sabit	Sabit ve Trendli	Sabit	Sabit ve Trendli
Bitcoin	Test İstatistiği	-1.667067	-1.914840	-1.670458	-1.993322	3.269261	0.340945
	1%	-3.435161	-3.965109	-3.435161	-3.965109	0.739000	0.216000
	5%	-2.863552	-3.413266	-2.863552	-3.413266	0.463000	0.146000
	10%	-2.567891	-3.128657	-2.567891	-3.128657	0.347000	0.119000
	Prob.	0.4479	0.6461	0.4461	0.6039		
DXY	Test İstatistiği	1.034781	-1.573270	0.870737	-1.659280	4.037948	0.213472
	1%	-3.435180	-3.965137	-3.435161	-3.965109	0.739000	0.216000
	5%	-2.863561	-3.413280	-2.863552	-3.413266	0.463000	0.146000
	10%	-2.567895	-3.128665	-2.567891	-3.128657	0.347000	0.119000
	Prob.	0.9970	0.8032	0.9952	0.7687		
BİST100	Test İstatistiği	-0.619607	-1.617013	-0.488347	-1.539903	2.824638	0.704447
	1%	-3.435169	-3.965120	-3.435161	-3.965109	0.739000	0.216000
	5%	-2.863556	-3.413271	-2.863552	-3.413266	0.463000	0.146000
	10%	-2.567893	-3.128660	-2.567891	-3.128657	0.347000	0.119000
	Prob.	0.8637	0.7861	0.8909	0.8155		
NASDAQ100	Test İstatistiği	-1.032457	-2.234098	-1.112875	-2.367322	4.045332	0.721599
	1%	-3.435196	-3.965159	-3.435161	-3.965109	0.739000	0.216000
	5%	-2.863568	-3.413290	-2.863552	-3.413266	0.463000	0.146000
	10%	-2.567899	-3.128671	-2.567891	-3.128657	0.347000	0.119000
	Prob.	0.7435	0.4696	0.7127	0.3966		
NYSE100	Test İstatistiği	-1.771047	-2.747134	-1.664972	-2.635043	2.710586	0.531109
	1%	-3.435196	-3.965159	-3.435161	-3.965109	0.739000	0.216000
	5%	-2.863568	-3.413290	-2.863552	-3.413266	0.463000	0.146000
	10%	-2.567899	-3.128671	-2.567891	-3.128657	0.347000	0.119000
	Prob.	0.3952	0.2177	0.4489	0.2646		

Not: ADF testi için uygun gecikme uzunluğu AIC bilgi kriterleri ile belirlenirken, PP ve KPSS testleri için bant genişliğinin belirlenmesinde Newey-West Bandwith kriteri kullanılmıştır.

Yapısal kırılmaları dikkate almayan birim kök testlerinden ADF, PP ve KPSS testleri analiz edilmiştir. Test sonuçları tablodaki gibi çıkmaktadır. Tablo sonuçlarına göre düzeyde $I(0)$ bakıldığında hiçbir seri durağan olmamaktadır. Serilere ilişkin düzeyde durağanlık değerlendirmeleri aşağıdaki gibidir.

Tüm serilere bakıldığında ADF, PP ve KPSS Birim kök testlerinin sonuçlarından anlaşılabileceği gibi düzeyde durağanlık sağlanamamaktadır. Serilerin t istatistik değerleri ile kritik tablo değerleri karşılaştırıldığında da hiçbir seri yüzdelik değerlere uygun çıkmamaktadır. Olasılık değerlerinin 0,05'ten büyük çıkması da durağanlığın sağlanmadığının göstergesi olmaktadır. KPSS test sonuçları incelendiğinde DXY serisi hariç diğer serilerin durağan olmadığı söylenebilmektedir. Ancak DXY'nin olasılık değerinin güvenilirliği bakıldığında serinin birinci farkını almak daha uygun ve genel geçer olacaktır.

Tablo 4.2. : Birinci Farkı Alınmış ADF, PP ve KPSS Sonuçları

		ADF		PP		KPSS	
		Sabit	Sabit ve Trendli	Sabit	Sabit ve Trendli	Sabit	Sabit ve Trendli
	Test İstatistiği	-36.94505	-36.94950	-36.97179	-36.97217	0.134977	0.103774
Bitcoin	1 %	-3.435165	-3.965115	-3.435165	-3.965115	0.739000	0.216000
	5 %	-2.863554	-3.413269	-2.863554	-3.413269	0.463000	0.146000
	10 %	-2.567892	-3.128659	-2.567892	-3.128659	0.347000	0.146000
	Prob.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
	Test İstatistiği	-7.197957	-7.348284	-31.15263	-31.17389	0.213901	0.069273
DXY	1 %	-3.435251	-3.965237	-3.435165	-3.965115	0.739000	0.216000
	5 %	-2.863592	-3.413329	-2.863554	-3.413269	0.463000	0.146000
	10 %	-2.567912	-3.128694	-2.567892	-3.128659	0.347000	0.119000
	Prob.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
	Test İstatistiği	-22.97963	-22.98012	-36.46394	-36.46015	0.135043	0.080503
BİST100	1 %	-3.435169	-3.965120	-3.435165	-3.965115	0.739000	0.216000
	5 %	-2.863556	-3.413271	-2.863554	-3.413269	0.463000	0.146000
	10 %	-2.567893	-3.128660	-2.567892	-3.128659	0.347000	0.119000
	Prob.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
	Test İstatistiği	-11.80934	-11.81367	-44.35551	-44.35022	0.076100	0.073464
NASDAQ100	1 %	-3.435196	-3.965159	-3.435165	-3.965115	0.739000	0.216000
	5 %	-2.863568	-3.413290	-2.863554	-3.413269	0.463000	0.146000
	10 %	-2.567899	-3.128671	-2.567892	-3.128659	0.347000	0.119000
	Prob.	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000		
	Test İstatistiği	-10.77943	-10.77418	-42.29851	-42.28426	0.039171	0.039415
NYSE100	1 %	-3.435196	-3.965159	-3.435165	-3.965115	0.739000	0.216000
	5 %	-2.863568	-3.413290	-2.863554	-3.413269	0.463000	0.146000
	10 %	-2.567899	-3.128671	-2.567892	-3.128659	0.347000	0.119000
	Prob.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		

Not: ADF testi için uygun gecikme uzunluğu AIC bilgi kriterleri ile belirlenirken, PP ve KPSS testleri için bant genişliğinin belirlenmesinde Newey-West Bandwith kriteri kullanılmıştır.

Tabloda görüldüğü gibi ADF, PP ve KPSS testleri kullanılmıştır. Serilerin olasılık değerlerine bakıldığında, analizde kullanılan tüm yapısal kırılmayı dikkate almayan testlerin olasılık değerleri 0,05 değerinden küçük olduğu gözlemlenmiştir. ADF ve PP testleri için serilerin t istatistik değerlerine bakıldığında hem sabit hem de trendli modellerde kritik değerlerden mutlak değer olarak büyük çıktığı görülmektedir. Bu durum %1 anlam düzeyinde tüm testlerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

4.1.2. Yapısal Kırılmaları Dikkate Alan Birim Kök Testleri

Literatüre bakıldığında birim kök testleri uygulanırken yapısal kırılmayı dikkate almayan birim kök testleri ile yapısal kırılmayı dikkate alan birim kök testleri aynı anda uygulanmaktadır. Güvenilirlik açısından birim kök testlerinin çeşitlendirilmesi önemli bir unsur olmaktadır. Aşağıdaki tablolarda yapısal kırılmaları dikkate alan ZA Testi, FFFFF-ADF Testleri analiz edilmiştir.

Tablo 4.3. : ZA Birim Kök Test Sonuçları

		A Modeli (Sabit)	B Modeli (Trend)	C Modeli (Sabit ve Trend)
Bitcoin	Test İstatistiği	-2.870013	-2.206822	-3.431682
	1%	-5.34	-4.80	-5.57
	5%	-4.93	-4.42	-5.08
	10%	-4.58	-4.11	-4.82
	Kırılma Tarihi	10/19/2020	11/19/2019	1/08/2018
DXY	Test İstatistiği	-2.515475	-3.468531	-3.629011
	1%	-5.34	-4.80	-5.57
	5%	-4.93	-4.42	-5.08
	10%	-4.58	-4.11	-4.82
	Kırılma Tarihi	5/10/2019	6/01/2021	5/31/2021
BİST100	Test İstatistiği	-3.720117	-3.864384	-3.953157
	1%	-5.34	-4.80	-5.57
	5%	-4.93	-4.42	-5.08
	10%	-4.58	-4.11	-4.82
	Kırılma Tarihi	4/20/2018	3/11/2020	2/18/2020
NASDAQ100	Test İstatistiği	-4.388460	-2.872674	-3.644380
	1%	-5.34	-4.80	-5.57
	5%	-4.93	-4.42	-5.08
	10%	-4.58	-4.11	-4.82
	Kırılma Tarihi	4/03/2020	12/17/2018	10/04/2018
NYSE100	Test İstatistiği	-4.416735	-3.359478	-4.733076
	1%	-5.34	-4.80	-5.57
	5%	-4.93	-4.42	-5.08
	10%	-4.58	-4.11	-4.82
	Kırılma Tarihi	11/06/2020	3/12/2020	2/20/2020

Tabloya göre serilerin istatistik değerleri ile kritik değerler karşılaştırıldığında BTC, DXY, BİST, NASDAQ ve NYSE endeksleri için durağanlığın sağlanamadığı anlaşılmaktadır. Tüm değerler için t istatistik rakamları kritik değerlerden büyük çıkmıştır. Seride sabit (A Modeli), trendli (B Modeli) ve sabit ve trendli (C Modeli) olmak üzere üç modelde bakılmıştır. Seride durağanlık sağlanamadığı için kırılma tarihleri ile ilgili yorum yapılmamıştır.

Tablo 4.4. : FADF ve FFFFF-ADF Test Sonuçları

Seriler	Min. KKT	k	FADF
Bitcoin	3.270491	1	3.198692 (10)
DXY	0.264215	1	0.587961 (9)
BİST 100	0.276864	1	3.290393 (12)
NASDAQ 100	0.273501	1	3.357170 (12)
NYSE 100	0.181881	1	2.013035 (9)
			Kesirli FADF
Bitcoin	3.268545	1.4	2.892659 (10)
DXY	0.263278	0.1	2.679604 (9)
BİST 100	0.275422	0.1	7.044294 (12)
NASDAQ 100	0.272455	0.5	4.595373 (12)
NYSE 100	0.181556	0.3	3.535364 (9)

Not: *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir. Parantez içerisindeki değerler optimum gecikme uzunluklarıdır.

FADF Birim Kök Testi sonuçlarına göre tüm serilerde F kısıt değeri F tablo değerinden küçük çıkmıştır. Bu durumda analiz için FADF uygulanması reddedilir. Durağanlık analizinin güvenilirliğinin artırılması açısından FFFFF ADF testine de bakılmıştır.

FFFFF FADF tablosundan anlaşılabileceği üzere tüm serilerde F tablo değeri gerçekleşen Kesirli FADF değerlerinden büyük çıkmaktadır. Yapısal kırılmayı dikkate alan bu testlerin sonuçlarına göre seriler için uygun birim kök analizinin ADF Birim Kök Testi olduğunu yorumu yapılabilmektedir.

ADF birim kök testi sonucuna bakıldığında serilerin birinci farkları alındıklarında I(1) durağan oldukları görülmektedir. I(1)'de durağan seriler için uygun modelleme olarak ARCH ve GARCH etkileri seçilmiştir.

4.1.3. Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri

Değişkenlere ilişkin birim kök testlerinden sonra uygun ARMA modellerinin belirlenmesi gerekmektedir. Serilere ilişkin bulunan ARMA modelleri ve ARCH etkisi sonrası alternatif GARCH türü model sayıları aşağıdaki gibi tahmin edilmiştir;

- BİST100 – ARMA (3,3) ve GARCH (1,1)
- NASDAQ100 – ARMA (4,4) ve EGARCH (1,1)
- BTC – ARMA(3,3) ve GARCH (1,1)
- DOLARKURU – ARMA (3,3) ve EGARCH (1,1)
- NYSE100 – ARMA (7,5) ve EGARCH (1,1)

Modellere ilişkin ARCH etkilerinin varlığı 5. gecikme ARCH(5) için sınanmıştır.

4.1.3.1.BİST100

BİST 100 endeks getirisi için alternatif ARMA(p,q) modelleri denenmiştir. Katsayıların anlamlılıkları, model seçim kriterleri olan minimum Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine göre BİST 100 getirisi değişkeni için uygun model olarak ARMA(3,3) modeli olarak belirlenmiştir. Sonuçlara Tablo 4.5.'de yer verilmektedir.

Tablo 4.5. : BİST 100 Endeks Getirisine İlişkin ARMA(3,3) Model Sonucu

Değişken	Kat Sayı (Standart hata)	T-İstatistik	Olasılık
Sabit Terim	0.00074 (0.000462)	1.600027	0.1098
AR(1)	-0.31207 (0.106655)	-2.92594	0.0035***
AR(2)	-0.25749 (0.074379)	-3.46184	0.0006***
AR(3)	-0.76769 (0.078993)	-9.71844	0***
MA(1)	0.300098 (0.104573)	2.869748	0.0042***
MA(2)	0.33213 (0.067459)	4.923416	0***
MA(3)	0.802028 (0.079913)	10.03628	0***
SIGMASQ	0.000211 (0.00000446)	47.26072	0***
Akaike	-5.615146		
Schwartz	-5.583369		

Not: ***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyelerinde anlamlılıkları göstermektedir.

Tablo 4.5. incelendiğinde, AR(1) katsayısı (-0.31207) BİST 100 endeks getirisine ilişkin bir dönem önceki değeri ifade etmektedir. AR(2) (-0.25749) katsayısı iki dönem önceki değerini ifade etmektedir ve AR(3) (-0.76769) katsayısı da üç dönem önceki değerini ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle BİST 100 getirisinde bir dönem önce meydana gelen bir artış BİST 100'ün cari getirisini azaltıcı bir etkisi bulunmaktadır. İki dönem önceki getirisinde meydana gelen bir artış cari getiriye negatif etkilemektedir. Üç dönem önceki getirisinde meydana gelen bir artış da cari dönemde getiriye negatif etkilediği söylenebilmektedir. MA katsayısı sisteme gelen şokları ifade etmektedir. MA(1) (0.300098) katsayısına bakıldığında, bir dönem önce meydana gelen bir şokun cari dönemde BİST 100 getirisini arttırıcı bir etkiye sahip

olduğu görülmektedir. MA(2) (0.33213) katsayısına bakıldığında, iki dönem önce meydana gelen bir şok cari dönemde BİST 100 getirisini arttırdığı gözlemlenmiştir ve MA(3) (0.802028) katsayısına bakıldığında da üç dönem önce meydana gelen bir şokun cari dönemde getiriye arttırdığını söylemek mümkün olmaktadır. AR ve MA katsayıları tablodan incelendiğinde %1 önem seviyesine göre anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.7'ye göre, ARMA(3,3) modeline ilişkin Q ve Q² istatistiklerine ve modelde ARCH etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla ARCH istatistiklerine bakılmıştır.

Tablo 4.6. : BİST 100 Endeksine İlişkin ARMA(3,3) Modelinde ARCH Etkisi

Q istatistik		Olasılık
ARCH(5)	78.30416	0.000
Q(10)	5.4958	0,240
Q ² (10)	129.71	0.000

Tablo 4.6.'daki sonuçlar incelendiğinde, 10. Gecikme için Q(10) istatistiğine göre ARMA(3,3) modelinde otokorelasyon sorunu yoktur. Q²(10) istatistiğine bakıldığında ise katsayının anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum modelde farklı varyans olduğuna dair ipucu vermektedir. Bununla birike ARCH(5) değeri 78.30416 ve buna ilişkin olasılık değeri 0.000 olarak elde edilmiştir. Dolayısıyla %1 önem seviyesinde ARMA(3,3) modelinde ARCH etkisi vardır. ARMA(3,3) modelinde ARCH etkisinin varlığının belirlenmesinde dolayı, modellemeye otoregresif koşullu değişen varyans modelleri ile devam edilmektedir. BIST 100 için alternatif GARCH tipi modeller denenmiş, varsayımların sağlanması, katsayıların anlamlılıklarına göre ve minimum Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine göre BIST 100 için en uygun (minimum) model ARMA(3,3)-GARCH(1,1) olarak belirlenmiştir. Bu modele ilişkin sonuçlar Tablo 4.7.'de yer almaktadır.

Tablo 4.7. : Verilere İlişkin Uygun ARMA Modellerine Göre GARCH ve EGARCH Sonuçları

Değişken	BTC	DXY	BIST100	NASDAQ100	NYSE100
Ortalama Denklemi					
Sabit	0.003102	0.000800	0.001317	0.00129	0.000492
terim	(0.001456)	(0.000318)	(0.000543)	(.000194)	(9.74E-05)

AR(1)	-0.010225 (0.148000)	0.981995 (0.040991)	-0.38265 (0.0650799)	-1.88787 (0.332712)	-1.285509 (0.228773)
AR(2)	-0.147530 (0.133689)	-0.012598 (0.029204)	-0.31214 (0.071207)	-0.91253 (0.766489)	-0.377327 (0.215925)
AR(3)	0.847426 (0.142471)		-0.88123 (0.066055)	0.419741 (0.724689)	0.899577 (0.047071)
AR(4)				0.340404 (0.282115)	1.210005 (0.233159)
AR(5)					0.359250 (0.217143)
AR(6)					0.041356 (0.045971)
AR(7)					0.066483 (0.031179)
MA(1)	0.049025 (0.159618)	-0.946994 (0.028524)	0.365731 (0.057702)	1.84794 (0.326041)	1.283206 (0.228921)
MA(2)	0.147159 (0.148325)		0.352359 (0.056491)	0.825444 (0.740675)	0.367815 (0.210104)
MA(3)	-0.838227 (0.154863)		0.908943 (0.056531)	-0.50727 (0.698372)	-0.957309 (0.004850)
MA(4)				-0.38039 (0.273415)	-1.287368 (0.218913)
MA(5)					-0.371676 (0.214634)
Varyans Denklemi					
Sabit terim	0.000524 (0.000108)	-0.827239 (0.124957)	7.53E-05 (1.93E-05)	-0.46102 (0.077349)	-0.642090 (0.102403)
α	0.148011 (0.032488)	0.437257 (0.052795)	0.149861 (0.038549)	0.219221 (0.036503)	0.307900 (0.042561)
β	0.598011 (0.069650)	0.944454 (0.011692)	0.599861 (0.088085)	0.966978 (0.007262)	0.958415 (0.009106)
γ		0.089916 (0.031872)		-0.15002 (0.024969)	-0.172164 (0.024607)

ARCH(5)	5.493894 (0.3586)	7.705966 (0.1732)	3.517340 (0.6208)	1.064345 (0,9572)	2.384573 (0.7938)
Q(10)	6.1140 (0.191)	5.5712 (0.591)	5.8253 (0.213)	4.7449 (0,093)	6.6921 Q15 (0.082)
Q²(10)	7.3110 (0.696)	12.260 0.268)	6.2817 (0.791)	4.9399 (0,895)	11.839 Q ² (15) (0.691)
Akaike	-3.271966	-6.637469	-5.7329	-6.234410	-6.950556
Schwarz	-3.228192	-6.601676	-5.6891	-6.178663	-6.878747

Not: GARCH (1,1) modelindeki parantez içindeki rakamlar standart hataları göstermektedir. ARCH, Q ve Q² istatistiklerine ilişkin parantez içindeki rakamlar ise olasılık değerlerini ifade etmektedir.

Tablo 4.7.'ye göre α (0.149861) ve β (0.599861) katsayıları pozitif ve %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı elde edilmiştir. Dolayısıyla varyansın negatif olmama koşulu sağlanmıştır. GARCH modelinde α sisteme gelen şokun ilk etkisini, β ise sistemdeki şokun kalıcılığını göstermektedir. β katsayısı 0.5998 olarak bulunmuştur. Sisteme gelen şokun kalıcı olmadığını ifade etmek mümkündür. Sisteme gelen şokun sistemde kaç gün sürdüğünü belirlemek amacıyla half life shock değeri hesaplanmıştır. Half-life shock değerine hesaplamak için aşağıdaki formülasyon kullanılmaktadır.

Half life shock;

$$-\frac{\ln(0.5)}{\ln(\alpha + \beta)} = -\frac{\ln(0.5)}{\ln(0.1491 + 0.5998)} = 2.39$$

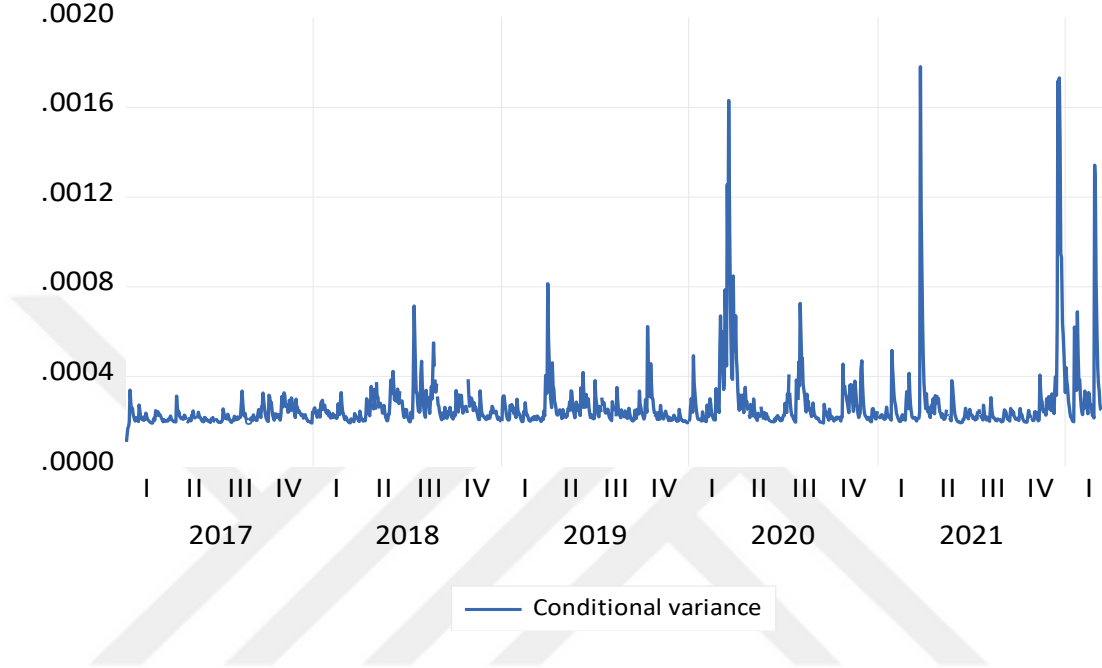
Elde edilen değere göre BIST 100 endeks getirisine ilişkin sisteme gelen şok sistemde ortalama 2,5 gün kalmaktadır. GARCH parametresi 1'e yakın olarak gerçekleşseydi sisteme kalıcı etkisinden söz edilebilecektir ancak β katsayısı 0,59 olarak gerçekleşmiştir ve 1'den küçük olarak çıkmıştır. Dolayısıyla sisteme kalıcı etkisinden söz etmek mümkün olmamaktadır.

ARMA(3,3)-GARCH(1,1) modelinden elde edilen artıklarda ARCH etkisinin varlığının olup olmadığını belirlemek amacıyla ARCH(5) istatistiğine bakılmış ve elde edilen değer 3.517340 ve olasılık değeri 0.6208 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla

modelde ARCH etkisi ortadan kalkmıştır. Ayrıca Q(10) istatistiğine bakıldığında modelde otokorelasyon probleminin olmadığı görülmektedir.

Aşağıdaki şekilde ARMA(3,3)-GARCH(1,1) modelinden elde edilen koşullu varyans grafiği yer almaktadır.

Şekil 4.1. : BİST 100 Getirisine İlişkin Koşullu Varyans Grafiği



4.1.3.2.NASDAQ

Katsayıların anlamlılıkları, model seçim kriterleri olan minimum Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine göre NASDAQ 100 getirisi değişkeni için uygun model olarak ARMA(4,4) modeli belirlenmiştir. Sonuçlar Tablo 4.8.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.8. : NASDAQ 100 Endeks Getirisine İlişkin ARMA(4,4) Model Sonucu

Değişken	Kat Sayı (Standart Hata)	T-İstatistik	Olasılık
Sabit terim	0.000767 (0.000370)	2.074435	0.0382***
AR(1)	-2.707518 (0.049191)	-55.04096	0.0000***
AR(2)	-3.477265	-30.67935	0.0000***

	(0.113342)		
AR(3)	-2.416296 (0.111528)	-21.66533	0.0000***
AR(4)	-0.790389 (0.045149)	-17.50609	0.0000***
MA(1)	2.556961 (0.058662)	43.58791	0.0000***
MA(2)	3.121935 (0.131255)	23.78521	0.0000***
MA(3)	2.037574 (0.127228)	16.01513	0.0000***
MA(4)	0.600993 (0.051457)	11.67952	0.0000***
SIGMASQ	0.000189 (0.00000045)	42.05784	0.0000***
Akaike	-5.719575		
Schwarz	-5.679854		

Not: ***,**, * sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyelerinde anlamlılıkları göstermektedir

Sonuçlara incelendiğinde sırasıyla AR(1) (-2.707518), AR(2) (-3.477265), AR(3) (-2.416296) ve AR(4) (-0.790389) katsayıları NASDAQ 100 endeks getirisinin bir, iki, üç ve dört dönem önceki değerlerini ifade etmektedirler. Diğer bir ifadeyle NASDAQ 100 getirisinde bir, iki, üç ve dört dönem önce meydana gelen bir artış NASDAQ 100'ün cari getirisini azaltıcı bir etkisi bulunmaktadır. MA katsayıları sisteme gelen şokları ifade etmektedir. Tablo 4'e göre sistemde dört dönemde meydana gelen şokların cari dönemde NASDAQ 100 getirisini arttırdığı gözlemlenmektedir. AR ve MA katsayıları tablodan incelendiğinde %1 önem seviyesine göre anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.9.'a göre, ARMA(4,4) modeline ilişkin Q ve Q² istatistiklerine ve modelde ARCH etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla ARCH istatistiklerine bakılmıştır.

Tablo 4.9. : NASDAQ 100 Endeksine İlişkin ARMA(4,4) Modelinde ARCH Etkisi

Q istatistik		Olasılık
ARCH(5)	304.0880	0.000

Q(10)	1.7172	0.424
Q²(10)	873.86	0.000

Tablo 4.9. incelendiğinde ARMA(4,4) modeline göre %1 önem seviyesine göre ARCH etkisinin varlığı belirlenmiştir. ARCH (5) katsayısı 304.0880 ve olasılık değeri 0.000 olarak gerçekleşmiştir. Q ve Q² incelendiğinde ARMA(4,4) modelinde otokorelasyon sorununun olmadığı anlaşılmaktadır. ARCH etkisinin olması vasıtasıyla modellemeye otoregresif koşullu varyans modelleri ile devam edilmesi gerekmektedir. Alternatif GARCH türü modeller denenmiş ve bu modellerden EGARCH (1,1) modeli gerekli koşulları sağladığı için (Akaike ve Schwarz kriterlerinin minimum olması) tahmin edilmiştir ve sonuçları Tablo 4.7’de gösterilmektedir.

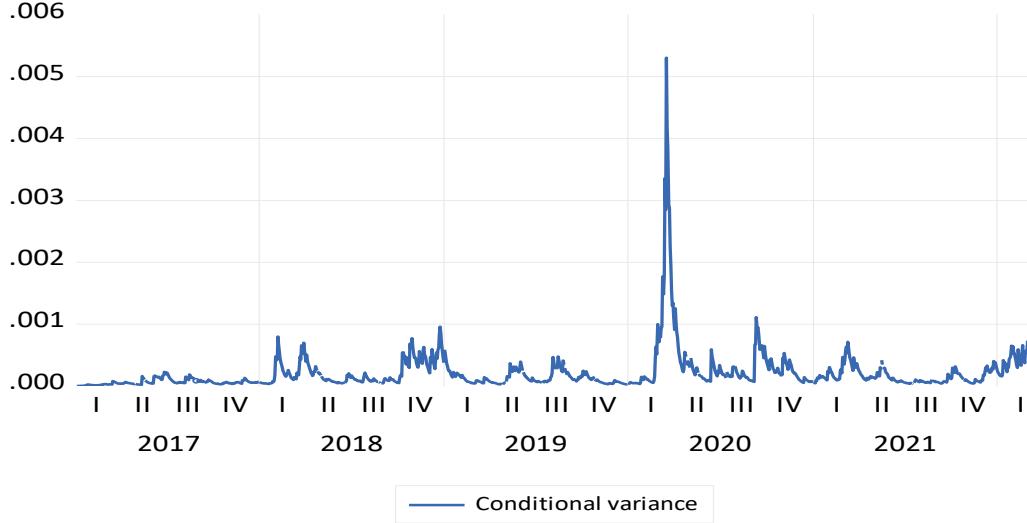
Tablo 4.7.’de NASDAQ100 getirisine ilişkin ARMA(4,4)-EGARCH(1,1) model tahmin sonucu yer almaktadır. α , β ve γ katsayıları %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. EGARCH modelinde asimetri katsayı γ negatif ve %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Modelde asimetri (γ) etkisi söz konusudur. Dolayısıyla negatif şokların NASDAQ100 endeksine ilişkin koşullu varyansın üzerindeki etkisinin pozitif şoklara göre daha fazla olduğu söylenebilir. Diğer bir ifadeyle, negatif şoklar pozitif şoklar göre NASDAQ100 endeksinin oynaklığının arttırıcı bir etkiye sahiptir. Modelde beta katsayısının 0.9666 olarak elde edilmiştir. Bu değer 1’e yakın olduğu için, sisteme gelen şok kalıcıdır. EGARCH modelinde half-life şok aşağıdaki formülasyona göre hesaplanmaktadır.

$$-\frac{\ln(0.5)}{\ln(\beta)} = -\frac{\ln(0.5)}{\ln(0.9669)} = 20,592$$

Yukarıdaki sonucu göre, NASDAQ endeksine ilişkin meydana gelen bir şok sistemde yaklaşık ortalama 21 gün kalmaktadır.

Aşağıdaki şekilde ise NASDAQ 100 endeksine ilişkin ARMA(4,4)-EGARCH(1,1) modelinden elde edilen koşullu varyans grafiği yer almaktadır.

Şekil 4.2. : NASDAQ 100 Getirisine İlişkin Koşullu Varyans Grafiği



4.1.3.3.BITCOIN

Katsayıların anlamlılıkları, model seçim kriterleri olan minimum Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine göre BTC getirisi değişkeni için uygun model olarak ARMA(3,3) modeli belirlenmiştir. Sonuçlara Tablo 4.10.'da yer verilmiştir.

Tablo 4.10. : BTC Endeks Getirisine İlişkin ARMA(3,3) Model Sonucu

Değişken	Kat Sayı (Standart Hata)	t-İstatistik	Olasılık
Sabit Terim	0.002760 (0.001927)	1.431.969	0.1524
AR(1)	0.819418 (0.143350)	5.716.197	0.0000***
AR(2)	-0.697387 (0.154412)	-4.516.406	0.0000***
AR(3)	0.797334 (0.110206)	7.234.958	0.0000***
MA(1)	-0.851031 (0.143756)	-5.919.970	0.0000***
MA(2)	0.745477 (0.157306)	4.739.035	0.0000***
MA(3)	-0.790020 (0.115885)	-6.817.280	0.0000***
SIGMASQ	0.002507 (0.00000517)	4.850.710	0.0000***
Akaike	-3.138559		
Schwarz	-3.106782		

Not: ***,**, * sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyelerinde anlamlılıkları göstermektedir.

Tablo 4.10. incelendiğinde AR(1) katsayısı (0.819418) BTC endeks getirisine ilişkin bir dönem önceki değeri ifade etmektedir. AR(2) (-0.697387) katsayısı iki dönem önceki değerini ifade etmektedir ve AR(3) (0.797334) katsayısı da üç dönem

önceki değerini ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle BTC getirisinde bir dönem önce meydana gelen bir artış BTC'nin cari getirisini arttırıcı bir etkisi bulunmaktadır. İki dönem önceki getirisinde meydana gelen bir artış cari getiriye negatif etkilemektedir. Üç dönem önceki getirisinde meydana gelen bir artış da cari dönemde getiriye pozitif etkilediği söylenebilmektedir. MA katsayısı sisteme gelen şokları ifade etmektedir. Diğer bir deyişle hata terimini göstermektedir. MA(1) (-0.851031) katsayısına bakıldığında, bir dönem önce meydana gelen bir şokun cari dönemde BTC getirisini azaltıcı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. MA(2) (0.745477) katsayısına bakıldığında, iki dönem önce meydana gelen bir şok cari dönemde BTC getirisini arttırdığı gözlemlenmiştir ve MA(3) (-0.790020) katsayısına bakıldığında da üç dönem önce meydana gelen bir şokun cari dönemde getiriye azalttığını söylemek mümkün olmaktadır. AR ve MA katsayıları tablodan incelendiğinde %1 önem seviyesine göre anlamlı olduğu olasılık değerlerine bakıldığında görülmektedir.

Tablo 4.11. : BTC Endeksine İlişkin ARMA(3,3) Modelinde ARCH Etkisi

Q istatistik		Olasılık
ARCH(5)	13.83629	0.0167
Q(10)	3.6791	0,451
Q ² (10)	17.413	0.066

Tablo 4.11.'deki sonuçlar incelendiğinde, 10. Gecikme için Q(10) istatistiğine göre ARMA(3,3) modelinde otokorelasyon sorunu yoktur. Q²(10) istatistiğine bakıldığında ise katsayının anlamlı olduğu görülmektedir. Böylece modelde farklı varyans olduğu anlaşılabilmektedir. Bununla birike ARCH(5) değeri 13.83629 ve buna ilişkin olasılık değeri 0.0167 olarak elde edilmiştir. Modelde %5 önem seviyesinde ARMA(3,3)'te ARCH etkisi vardır. ARMA(3,3) modelinde ARCH etkisinin varlığının belirlenmesinde dolayı, modellemeye otoregrasif koşullu değişen varyans modelleri ile devam edilmektedir. BTC için alternatif GARCH tipi modeller denenmiş, varsayımların sağlanması, katsayıların anlamlılıklarına göre ve minimum Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine göre BTC için en uygun (minimum) model ARMA(3,3)-GARCH(1,1) olarak belirlenmiştir. Bu modele ilişkin sonuçlar Tablo 4.7'de yer almaktadır.

Tablo 4.7. incelendiğinde α (0.148011) ve β (0.598011) katsayıları pozitif ve olasılık değerleri %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı elde edilmiştir. Katsayılar da varyansın negatif olmama koşulu sağlanmıştır. GARCH modelinde α

sisteme gelen şokun ilk etkisini, β ise sistemdeki şokun kalıcılığını göstermektedir. β katsayısı 0.598011 olarak bulunmuştur. Katsayının 1'e yakınlığı sisteme gelen şokun ne kadar kalıcı olduğunu belirlemektedir ve bu açıdan β katsayısına göre kalıcı olmadığı yorumu yapılabilmektedir. Sisteme gelen şokun sistemde kaç gün sürdüğünü belirlemek amacıyla half life shock değeri hesaplanmıştır. Half-life shock değerine hesaplamak için aşağıdaki formülasyon kullanılmaktadır.

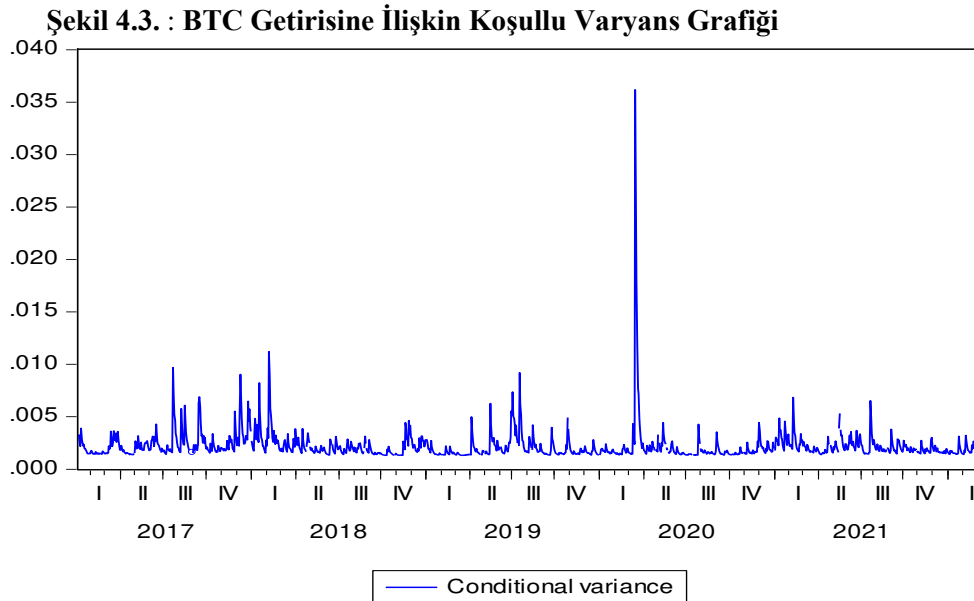
Half life shock;

$$-\frac{\ln(0.5)}{\ln(\alpha + \beta)} = -\frac{\ln(0.5)}{\ln(0.1480 + 0.5998)} = 2.86$$

Elde edilen değere göre BTC endeks getirisine ilişkin sisteme gelen şok sistemde ortalama 3 gün kalmaktadır. Bu açıdan bakıldığında da sisteme gelen şokun kalıcı olmadığı görülmektedir.

ARMA(3,3)-GARCH(1,1) modelinden elde edilen artıklarda ARCH etkisinin varlığının olup olmadığını belirlemek amacıyla ARCH(5) istatistiğine bakılmış ve elde edilen değer 5.493894 ve olasılık değeri 0.3586 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla modelde ARCH etkisi ortadan kalkmıştır. Ayrıca Q(10) istatistiğine bakıldığında modelde otokorelasyon probleminin olmadığı görülmektedir.

Aşağıdaki şekilde ARMA(3,3)-GARCH(1,1) modelinden elde edilen koşullu varyans grafiği yer almaktadır.



4.1.3.4.DXY

Katsayıların anlamlılıkları, model seçim kriterleri olan minimum Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine göre DXY getirisi değişkeni için uygun model olarak ARMA(2,1) modeli belirlenmiştir. Sonuçlar Tablo 4.12.'de gösterildiği gibidir.

Tablo 4.12. : DXY Endeks Getirisine İlişkin ARMA(2,1) Model Sonucu

Değişken	Kat Sayı (Standart hata)	T-İstatistik	Olasılık
Sabit Terim	0.001094 (0.0004099)	2.674690	0.0076***
AR(1)	0.820046 (0.092269)	8.887555	0.0000***
AR(2)	-0.147777 (0.013996)	-10.55839	0.0000***
MA(1)	-0.680139 (0.091961)	-7.395917	0.0000***
SIGMASQ	0.000198 (0.000000175)	113.3944	0.0000***
Akaike	-5.680106		
Schwartz	-5.660246		

Not: ***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyelerinde anlamlılıkları göstermektedir.

Sonuçlara bakıldığında AR(1) katsayısı 0.820046, AR(2) katsayısı da -0.147777 olarak bulunmuştur. DXY endeks getirisinin bir ve iki dönem önceki değerlerini ifade etmektedirler. Diğer bir ifadeyle DXY getirisinde bir dönem önce meydana gelen bir artış DXY'nin cari getirisini arttırmıştır. Ancak iki dönem önce meydana gelen bir artışın cari dönemde DXY endeksini azalttığı gözlemlenmektedir. MA(1) katsayısı sisteme gelen şokları ifade etmektedir. Tablo 8'e göre sistemde bir dönemde meydana gelen şokun cari dönemde DXY getirisini azalttığı gözlemlenmektedir. AR ve MA katsayıları tablodan incelendiğinde %1 önem seviyesine göre anlamlı olduğu olasılık değerlerine bakıldığında görülmektedir.

Tablo 4.13.'e göre, ARMA(2,1) modeline ilişkin Q ve Q² istatistiklerine ve modelde ARCH etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla ARCH istatistiklerine bakılmıştır.

Tablo 4.13. : DXY Endeksine İlişkin ARMA(2,1) Modelinde ARCH Etkisi

Q istatistik		Olasılık
ARCH(5)	102.6849	0.000
Q(10)	9.7444	0.204
Q²(10)	177.32	0.000

Tablo 4.13. incelendiğinde ARMA(2,1) modeline göre %1 önem seviyesine göre ARCH etkisinin varlığı belirlenmiştir. ARCH (5) katsayısı 102.6849 ve olasılık değeri 0.000 olarak gerçekleşmiştir. Q ve Q² incelendiğinde ARMA(2,1) modelinde otokorelasyon sorununun olmadığı anlaşılmaktadır. ARCH etkisinin olması vasıtasıyla modellemeye otoregresif koşullu varyans modelleri ile devam edilmesi gerekmektedir. Alternatif GARCH türü modeller denenmiş ve bu modellerden EGARCH (1,1) modeli gerekli koşulları sağladığı için (Akaike ve Schwarz kriterlerinin minimum olması) tahmin edilmiştir ve sonuçları Tablo 4.7’de gösterilmektedir.

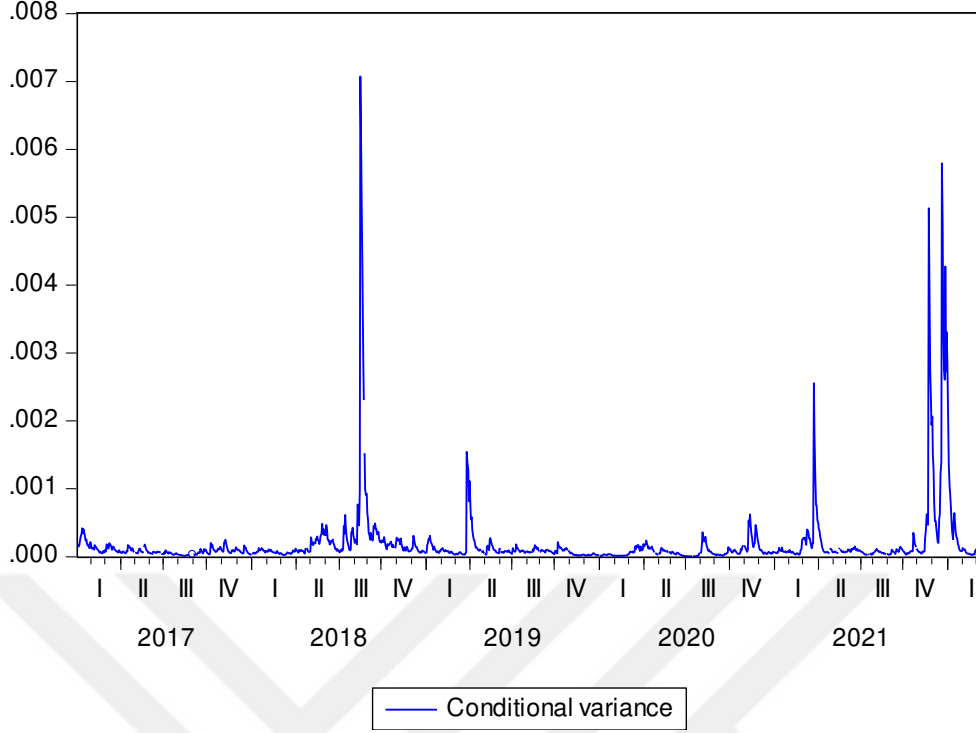
Tablo 4.7’de DXY getirisine ilişkin ARMA(2,1)-EGARCH(1,1) model tahmin sonucu yer almaktadır. α , β ve γ katsayıları %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. EGARCH modelinde asimetri katsayı γ negatif ve %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Modelde asimetri (γ) etkisi söz konusudur. Dolayısıyla negatif şokların DXY endeksine ilişkin koşullu varyansın üzerindeki etkisinin pozitif şoklara göre daha fazla olduğu söylenebilir. Diğer bir ifadeyle, negatif şoklar pozitif şoklar göre DXY endeksinin oynaklığının arttırıcı bir etkiye sahiptir. Modelde beta katsayısının 0.944454 olarak elde edilmiştir. Bu değer 1’e yakın olduğu için, sisteme gelen şok kalıcıdır. EGARCH modelinde half-life şok aşağıdaki formülasyona göre hesaplanmaktadır.

$$-\frac{\ln(0.5)}{\ln(\beta)} = -\frac{\ln(0.5)}{\ln(0.944454)} = 12,128$$

Sonucu göre, DXY endeksine ilişkin meydana gelen bir şok sistemde yaklaşık ortalama 12 gün kalmaktadır.

Aşağıdaki şekilde ise DXY endeksine ilişkin ARMA(2,1)-EGARCH(1,1) modelinden elde edilen koşullu varyans grafiği yer almaktadır.

Şekil 4.4. : DXY Getirisine İlişkin Koşullu Varyans Grafiği



4.1.3.5. NYSE100

Katsayıların anlamlılıkları, model seçim kriterleri olan minimum Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine göre NYSE100 getirisi değişkeni için uygun model olarak ARMA(7,5) modeli belirlenmiştir. Sonuçlar Tablo 4.14.'de gösterildiği gibidir.

Tablo 4.14. : NYSE Endeks Getirisine İlişkin ARMA(7,5) Model Sonucu

Değişken	Kat sayı (Standart Hata)	t-istatistik	Olasılık
Sabit terim	0.000262 (0.000402)	0.650603	0.5154
AR(1)	-0.814874 (0.052979)	-1.538.122	0.0000***
AR(2)	0.668926 (0.038079)	1.756.686	0.0000***
AR(3)	0.640438 (0.041136)	1.556.877	0.0000***
AR(4)	-0.934883	-2.513.237	0.0000***

	(0.037198)		
AR(5)	-0.900425 (0.046377)	-1.941.552	0.0000***
AR(6)	0.026467 (0.019267)	1.373.681	0.1698
AR(7)	0.208011 (0.019229)	1.081.782	0.0000***
MA(1)	0.731045 (0.052189)	1.400.755	0.0000***
MA(2)	-0.611641 (0.034784)	-1.758.400	0.0000***
MA(3)	-0.444564 (0.038884)	-1.143.322	0.0000***
MA(4)	0.877741 (0.035217)	2.492.354	0.0000***
MA(5)	0.757542 (0.038591)	1.963.017	0.0000***
SIGMASQ	0.000121 (0.000000183)	6.589.564	0.0000***

Not: ***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyelerinde anlamlılıkları göstermektedir.

Sonuçlara bakıldığında NYSE100 endeksine ilişki AR katsayıları Tablo 10'daki gibi gerçekleşmiştir. AR katsayıları NYSE100 endeksinin değerlerini ifade etmektedir. Tabloya bakıldığında bir dönem önceki bir artış cari getiriyi azalttığı söylenebilmektedir. İki ve üç dönem önce meydana gelen bir artış ise cari getiriyi arttırmıştır. Dört ve beş dönem önce meydana gelen bir artış cari getiriyi azaltmıştır. Altı ve 7 dönem önce meydana gelen bir artış ise cari getiriyi azalttığı gözlemlenmektedir. MA katsayıları incelendiğinde sisteme bir dönem önce giren şok getiriyi arttırırken iki ve üç dönem önce meydana gelen şok getiriyi azaltmıştır. Dört ve beş dönem önce meydana gelen şok ise NYSE cari getirisini arttırdığı gözlemlenmektedir.

Tablo 4.15'e göre, ARMA(7,5) modeline ilişkin Q ve Q² istatistiklerine ve modelde ARCH etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla ARCH istatistiklerine bakılmıştır.

Tablo 4.15. : NYSE Endeksine İlişkin ARMA(7,5) Modelinde ARCH Etkisi

Q istatistik		Olasılık
ARCH(5)	337.8362	0.000
Q(15)	4.2600	0.235
Q ² (15)	1362.1	0.000

Tablo 4.15. incelendiğinde ARMA(7,5) modeline göre %1 önem seviyesine göre ARCH etkisinin varlığı belirlenmiştir. ARCH (5) katsayısı 337.8362 ve olasılık değeri 0.000 olarak gerçekleşmiştir. Q ve Q² incelendiğinde ARMA(7,5) modelinde otokorelasyon sorununun olmadığı anlaşılmaktadır. ARCH etkisinin olması vasıtasıyla modellemeye otoregresif koşullu varyans modelleri ile devam edilmesi gerekmektedir. Alternatif GARCH türü modeller denenmiş ve bu modellerden EGARCH (1,1) modeli gerekli koşulları sağladığı için (Akaike ve Schwarz kriterlerinin minimum olması) tahmin edilmiştir ve sonuçları Tablo 4.7’de gösterilmektedir.

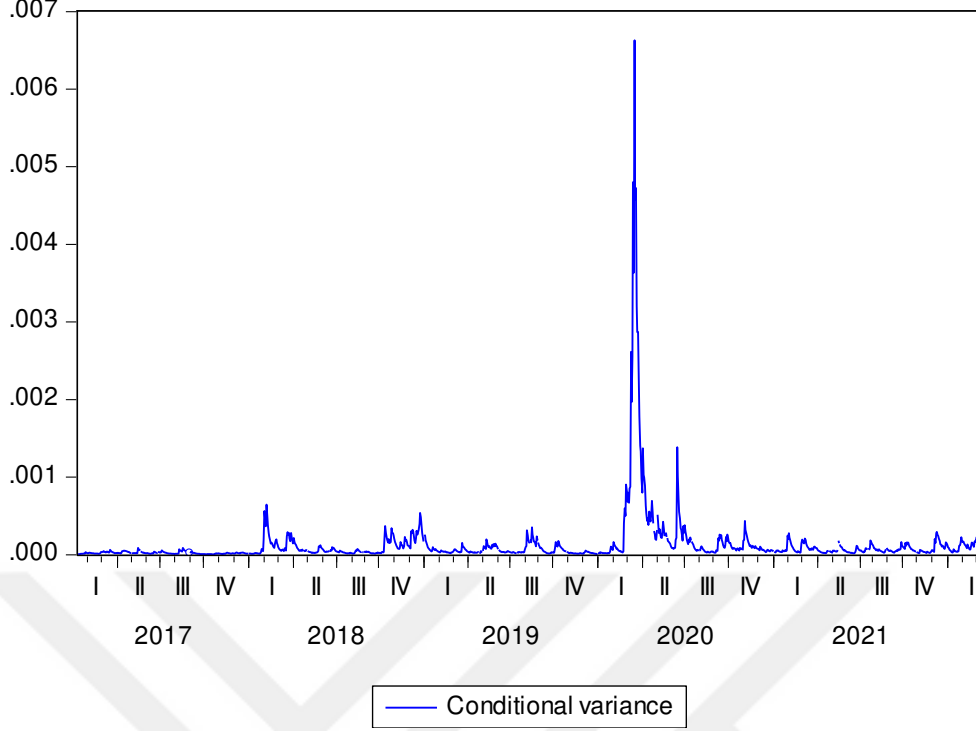
Tablo 4.7.’de NYSE getirisine ilişkin ARMA(7,5)-EGARCH(1,1) model tahmin sonucu yer almaktadır. α , β ve γ katsayıları %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. EGARCH modelinde asimetri katsayı γ negatif ve %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Modelde asimetri (γ) etkisi söz konusudur. Dolayısıyla negatif şokların DXY endeksine ilişkin koşullu varyansın üzerindeki etkisinin pozitif şoklara göre daha fazla olduğu söylenebilir. Diğer bir ifadeyle, negatif şoklar pozitif şoklar göre DXY endeksinin oynaklığının arttırıcı bir etkiye sahiptir. Modelde beta katsayısının 0.958415 olarak elde edilmiştir. Bu değer 1’e yakın olduğu için, sisteme gelen şok kalıcıdır. EGARCH modelinde half-life şok aşağıdaki formülasyona göre hesaplanmaktadır.

$$-\frac{\ln(0.5)}{\ln(\beta)} = -\frac{\ln(0.5)}{\ln(0.958415)} = 16,319$$

Formülasyonun sonucuna göre NYSE endeksine ilişkin sisteme gelen şokun sistemde kalma süresi yaklaşık 16 gün olarak çıkmaktadır.

Aşağıdaki şekilde ise NYSE endeksine ilişkin ARMA(7,5)-EGARCH(1,1) modelinden elde edilen koşullu varyans grafiği yer almaktadır.

Şekil 4.5. : NYSE Getirisine İlişkin Koşullu Varyans Grafiği



4.1.4. Değişkenler Arasındaki Dinamik İlişkinin Analizi

GARCH modelleri oynaklığa bakarken DCC GARCH modeli iki değişken arasındaki dinamik ilişkinin oynaklık yayılımına bakmaktadır. Aşağıdaki tabloda çalışmada kullanılan değişkenler arasında varyans nedenselliği sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 4.16. : Değişkenler Arası DCC GARCH Model Tahmini Sonuçları

	BTC-BIST	BTC-NASDAQ	BTC-NYSE	BTC-DOLAR
γ_{12}	0.025618 (0.046637)	-0.97428*** (0.021882)	0.093065** (0.041941)	-0.06641 (0.061952)
α	0.006015 (0.003773)	0.039558*** (0.014669)	0.008269 (0.0055085)	0.005059** (0.002533)
β	0.986373*** (0.011058)	0.960432*** (0.015052)	0.977887*** (0.0088141)	0.992441*** (0.003369)
df	4.346441*** (0.26417)	3.626931*** (0.15893)	3.752950*** (0.17614)	4.179309*** (0.22635)
Diagnostik Testler				
Hosking (20)	39.3727 [0.2412]	59.6179 [0.9676]	86.4554 [0.2398]	54.6636 [0.9793]
Hosking(50)	39.3727 [0.4082]	195.143 [0.5440]	194.365 [0.5597]	153.286 [0.9919]
Li-McLeod (20)	21.7916 [0.2413]	59.7464 [0.9381]	86.4055 [0.2409]	54.9009 [0.9781]

Li-McLeod(50)	219.401 [0.1418]	194.794 [0.5510]	194.882 [0.5493]	154.178 [0.9907]
----------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------

Not: Yuvarlak parantez içindeki rakamlar standart hata değerlerini, köşeli parantez içindeki rakamlar ise olasılık değerlerini göstermektedir. ***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyelerinde anlamlılıkları göstermektedir.

Tabloda γ_{12} katsayısı dinamik koşullu korelasyonu ifade etmektedir. α katsayısı, gecikmeli karesel şokların koşullu oynaklığı üzerindeki etkiyi ifade eden katsayıdır. β katsayısı, şokların kalıcılığı ifade etmektedir ve değer 1'e yaklaştıkça gelen şokların kalıcı olduğu söylenmektedir.

BTC ile seçili endeksler arasındaki volatilité yayılımını incelemek amacıyla Engle (2002) tarafından önerilen DCC-GARCH modelinden yararlanılmıştır. DCC-GARCH modeli, koşullu korelasyonlardaki olası değişimleri ve zamanla değişen volatilité için koşullu korelasyonların zaman içindeki değişiminin belirlenmesi önemli bir avantaj sağlamaktadır (Cho & Parhizgari, 2008).

Öncelikle BTC ile BİST 100 arasında model tahmin edilmiştir. Tabloya göre BTC ile BİST 100 endeksine bakıldığında γ_{12} katsayısı istatistiksel olarak anlamsız çıktığı için BTC ile BİST 100 endeksi arasında %5 önem seviyesinde volatilité yayılımı bulunmamaktadır. Tabloda, standartlaştırılmış artıklarda ve kareli standartlaştırılmış artıklarda ARCH etkinin varlığı için Hosking ve Li-McLeod değerleri önem arz etmektedir. Köşeli parantez ile gösteriler değerler olasılık değerini ifade etmektedir. Olasılık değerleri 0,05'ten büyük olduğu için modelde bir sorun bulunmamaktadır. β katsayısına bakıldığında sisteme gelen şokun kalıcı olduğu anlaşılmaktadır. BTC ile BİST 100 arasındaki volatilité yayılımı olduğunda sisteme gelen bir şokun volatilité yayılımı üzerinde kalıcı bir etkisi olmaktadır.

Daha sonra BTC ile NASDAQ 100 arasında model tahmin edilmiştir. γ_{12} katsayısına bakıldığında güçlü bir korelasyon olduğu görülmektedir. Katsayı hem 1'e yakın hem de negatif korelasyon olduğu anlaşılmaktadır. BTC ve NASDAQ piyasası arasında %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı ve volatilité yayılımı bulunmaktadır. Katsayının negatif olması, BTC fiyatındaki artış NASDAQ piyasasını negatif bir şekilde etkilemiştir yorumu yapılabilmektedir. Yani BTC oynaklığındaki artış NASDAQ'ı negatif bir şekilde etkilemiştir. α katsayısına bakıldığında anlamlı ve pozitif bir değer olduğu gözükmemektedir. Gecikmeli karesel şoklardaki artış, koşullu oynaklığın cari değerini arttırmaktadır. β katsayısına bakıldığında katsayının 1'e yakın olduğu görülmektedir. BTC ile NASDAQ arasındaki volatilité yayılımının kalıcı olduğu anlaşılmaktadır. Hosking ve Li-McLeod katsayılarına bakıldığında modelin

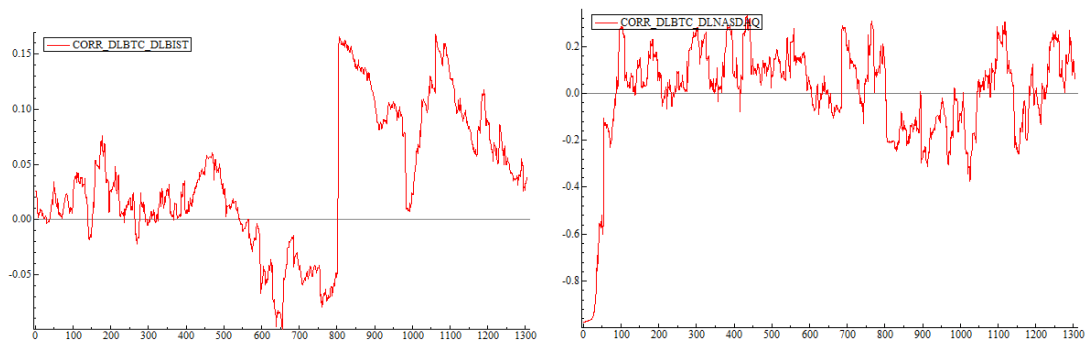
doğru tahmin edildiği, artık karelerde ARCH etkisinin olmadığı görülmektedir. Elde edilmiş modelin artıklarında ARCH etkisi bulunmamaktadır. Kurulmuş model, doğru ve anlamlıdır.

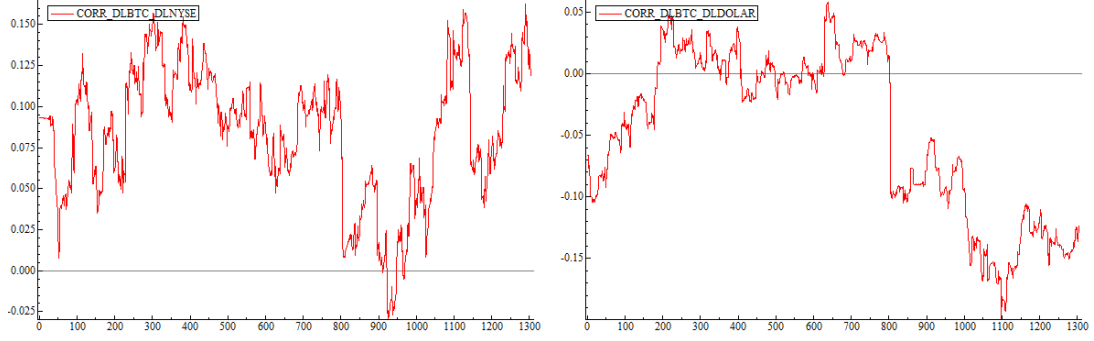
Daha sonra BTC ile NYSE 100 arasında model tahmin edilmiştir. Elde edilen γ_{12} katsayısı %5 önem seviyesinde anlamlıdır. Buradaki ilişkinin yönün katsayıya bakıldığında pozitif olduğu görülmektedir. BTC piyasası ile NYSE piyasası arasında katsayı anlamlı olduğu için volatilité yayılımı bulunmaktadır. Ancak katsayı pozitif olduğu için BTC fiyatlarındaki artış NYSE piyasasında pozitif bir etki göstermektedir. α katsayısına bakıldığında anlamsız olduğu görülmektedir. İstatistiksel açıdan, gecikmeli karesel şokların koşullu oynaklık üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır. β katsayısına bakıldığında 1'e yakın bir değer görülmektedir ve şokların kalıcı olduğu yorumu yapılabilmektedir. Sisteme gelen bir şok BTC ve NYSE borsası arasındaki volatilité yayılımı üzerinde kalıcı bir etki bırakmaktadır. Hosking ve Li-McLeod katsayılarına bakıldığında modelin doğru tahmin edildiği, artık karelerde ARCH etkisinin olmadığı görülmektedir. Elde edilmiş modelin artıklarında ARCH etkisi bulunmamaktadır. Kurulmuş model, doğru ve anlamlıdır.

Son olarak BTC ile DXY arasında bir model tahmin edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre istatistiksel açıdan anlamlılık bulunamamıştır.

Değişkenlere ilişki koşullu korelasyon grafikleri aşağıdaki gibidir;

Şekil 4.6. : Değişkenlere İlişki Koşullu Korelasyon Grafikleri





BTC ile BİST 100 arasındaki koşullu korelasyon grafiğine bakıldığında ilk başlarda değişkenler arasındaki ilişki pozitifken orta dönemde negatife dönmüş ve sonra tekrar pozitive çıktığı gözlemlenmiştir. Bu grafik aynı zamanda zamana göre değişimi de ifade etmektedir. Bu sayede zamana göre değişen koşullu korelasyonlar elde edilmiş olmaktadır. γ_{12} katsayısının pozitif olması da koşullu korelasyon grafiğinde gözlemlenmektedir. BTC ile NASDAQ 100 arasındaki koşullu korelasyon grafiğine bakıldığında grafiğin seyrinin ortalama olarak negatifte olduğu görülmektedir. γ_{12} katsayısının negatif olması da bu durumu kanıtlar bir nitelik taşımaktadır. BTC ile NYSE 100 arasındaki koşullu korelasyon grafiğine bakıldığında grafiğin seyrinin pozitif olduğu görülmektedir. Aradaki pozitif ilişki γ_{12} katsayısı ile de anlaşılmaktadır. Son olarak BTC ve DXY arasındaki koşullu korelasyon grafiğine bakıldığında grafiğin seyrinin negatif olduğu görülmektedir. Ancak γ_{12} katsayısı için ilişkinin anlamsız olması dolayısı ile yorum yapılmamaktadır.

4.2. SONUÇ

Yatırım yapma ya da biriktirme ihtiyacı insanların geleceklerini güvence altına alma güdülerinden doğmaktadır. İnsanların, yatırım yapmak istediklerinde finansal okuryazarlık olmadan ve kulaktan duyma bilgilerle yatırım yaptıklarında olumsuz sonuçlarla karşılaştıklarına sıklıkla rastlanmaktadır. Bunun temel sebeplerinden bir tanesi yetersiz bilgi bir diğeri de araştırma gayretinin olmamasıdır. Ülkemizde yıllar itibariyle özellikle borsa piyasasında bu tip yatırımların yapıldığına tanık olunmuştur. Yeni bir kavram olan BTC’de de durum farklı olmamaktadır. Kolay yoldan para kazanma arzusu insanları bilgisiz ve bilinçsiz yatırım yapmaya teşvik etmektedir. Çok az bir yüzdelik kısım başarılı olurken bunu düzensiz ve bilgisiz yapanlar genelde başarısız olmaktadır.

Bu çalışmada BTC ile seçili endeksler (BİST 100, NASDAQ 100, NYSE 100 ve DXY) arasında dinamik ilişkinin varlığı tartışılmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde verilen serilerin getirilerine ilişkin koşullu varyans grafikleri incelendiğinde şokların hangi dönemde gerçekleştiği karşımıza çıkmaktadır. Değişkenlerin hepsinde Covid-19 salgınının etkisi açıkça gözlemlenmektedir. Çin’in Wuhan kentinden dünyaya yayılan salgın, her sektör gibi finans piyasasını da etkilemiştir. 2019’un son çeyreğinden itibaren meydana gelen şokların finans piyasasına etkisi analiz sonuçlarına göre değerlendirilmektedir. Bilindiği üzere finansal serilerde ARCH etkisinin varlığı büyük önem arz etmektedir. ARCH etkisinin varlığının analizinden sonra piyasa oynaklığının anlatılması açısından GARCH modellerine bakılmaktadır. Modelde asimetri olup olmamasına göre ortaya çıkan sonuçlar farklılaşmaktadır.

BİST 100 getirisine ilişkin koşullu varyans grafiği incelendiğinde Covid-19’un yanı sıra üç büyük şok geçirdiği görülmektedir. Özellikle Merkez Bankası faiz indirim kararları piyasada bu etkiyi yaratmış ve aradaki negatif ilişkinin varlığı gözlemlenmiştir. Poyraz, Kaya ve Kahraman (2020) yaptıkları çalışmada Merkez Bankası politika faiz indirimi ile BİST 100 endeksi arasında anlamlı ve ters yönlü bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir (Poyraz & Türkün Kaya, 2020). Covid 19 salgını haricinde Merkez Bankası faiz kararların da BİST 100 getirisi üzerinde bir şok etkisi yarattığını söylemek doğru olmaktadır. NASDAQ 100, BTC ve NYSE 100 getirisine ilişkin koşullu varyans grafikleri incelendiğinde benzer sonuçlar göze çarpmaktadır.

Her üç endekste de Covid 19 salgınının finansal etkisi açıkça gözlemlenmektedir. Endekslerde meydana gelen şoklar salgının yayıldığı tarihe işaret etmektedir. DXY getirisine ilişkin koşullu varyans grafiğine bakıldığında Covid 19 salgınının yanı sıra yine Merkez Bankası faiz kararları ve politikasının etkisi açık bir şekilde görülmektedir. Bağcı (2019) yaptığı çalışmada Merkez Bankası politika faizi ve Dolar kuru arasında çift yönlü nedenselliğe rastlamıştır. Aralarındaki ilişki istatistiki olarak anlamlı olmaktadır (Bağcı, 2019). Sistemde meydana gelen şokların kalıcılığı da büyük önem arz etmektedir. BTC endeks getirisine ilişkin sisteme gelen şok sistemde ortalama 3 gün kalmaktadır ve şokun kalıcı olmadığı yorumu yapılabilmektedir. BIST 100 endeks getirisine ilişkin sisteme gelen şok sistemde ortalama 2,5 gün kalmaktadır ve yine sistemde şokun kalıcı olmadığı söylenebilmektedir. NASDAQ 100 getirisine ilişkin sisteme gelen şok ortalama 21 gün kalmaktadır. Bu açıdan şokun kalıcı olduğu yorumu yapılabilmektedir. DXY endeks getirisine ilişkin sisteme gelen şok ortalama 12 ve NYSE 100 endeks getirisine ilişkin sisteme gelen şok ortalama 16 gün kalmaktadır.

Bu bölümde sonuç olarak küresel bazdaki şoklardan seçili borsa endekslerine kıyasla ülkemiz için iç politika kararlarının da şokların oluşmasında etkili olduğunu söylemek mümkün olacaktır. Ancak her bir seri için Covid 19 salgınının etkili olduğu da açıkça görülmektedir.

Çalışmanın dördüncü bölümünün sonunda ise serilere ilişkin dinamik ilişki analizi yapılmıştır ve BTC ile endekslerin varyansal nedensellikleri tartışılmıştır. BTC ile BİST 100 ve BTC ile DXY arasında dinamik koşullu korelasyon bulunmazken BTC ile NASDAQ 100 ve BTC ile NYSE 100 değişkenleri arasında dinamik koşullu korelasyona rastlanmaktadır. BTC ve NASDAQ 100 endeksi arasında negatif, NYSE 100 endeksi arasında da pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Buradan, gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye borsasına BTC'nin ve gelişmiş ülke borsalarından NASDAQ ve NYSE endekslerine etkisi anlaşılabilmektedir.

NASDAQ ve NYSE dünyanın işlem hacmi açısından en büyük iki borsasıdır. Çalışmada iki borsa ile BİST karşılaştırması yapmak şok zamanlarında verilen tepkileri analiz etmek için oldukça önemlidir. Çalışmada borsa endekslerinin half life shock rakamlarına bakıldığında da bahsedilen fark anlaşılabilmektedir. BİST diğer iki borsaya kıyasla daha yeni bir piyasadır. Half life shock'un daha küçük çıkmasının temel sebebi BİST henüz gelişmekte olan bir piyasa olduğu için risk iştahı daha fazladır ve yatırımcıların daha hızlı hareket ettiği anlaşılmaktadır. Ancak NASDAQ

ve NYSE endeksleri için sisteme gelen şokun kalıcılığı bilinmektedir ve yatırımcıların kalıcı olduğu anlaşılabilmektedir.

DXY, NASDAQ ve NYSE endekslerinde koşullu varyans ve dinamiklere ilişkin grafiklere bakıldığında, FED tarafından, pandeminin ekonomik etkisini minimize etmek ve tüketimi tekrar arttırmak için, 2019'un ikinci çeyreğinden itibaren uygulanan faiz azaltma kararlarının da etkileri açıkça görülmektedir. 2019 sonu itibariyle 2,5 olan politika faizi 0,5'in altına düşürülmüş ve bunun etkisi hem borsalarda hem de DXY'de gözlemlenmiştir (tradingview, 2022). Half-life shock sonrası bulunan rakamlar şokların meydana gelen tarihinden sonraki sönümlenmelerini de anlatmaktadır. Burada sönümlenmelerin temel sebeplerini tartışmak için ayrıca çalışmalar yapılabilecektir.

Bu çalışmada BTC ile seçili endeksler arasındaki dinamik ilişki ekonometrik olarak analiz edilmiştir. Dileyen araştırmacılar modele başka endeksler de ekleyerek dinamik koşul olan finansal araçlar arasındaki ilişkiyi ya da BTC ile farklı endekslerin arasındaki dinamik ilişkiyi analiz edebilirler.

KAYNAKÇA

Abar, H. (2020). GARCH Modeli ve DVM – EKK Regresyonu ile Kripto Para Fiyat Öngörüsü: Bitcoin Fiyatı Üzerine Bir Uygulama, *Turkish Studies-Economics, Finance, Politics*, 15 (2): 705-725.

Adrian, Tobias ve Macini-Griffoli, T. (2019). *The Rise of Digital Money*, Washington: IMF.

Akkaya, M. (2021). The Determinants of the Volatility in Cryptocurrency Markets: The Bitcoin Case, *Bogazici Journal, Review of Social, Economic and Administrative Studies*, 35 (1): 87-97.

Almansour, B. Y., Muneer M. A. ve Ammar Y. (2021). Performance of ARCH and GARCH Models in Forecasting Cryptocurrency Market Volatility, *Industrial Engineering & Management Systems*, 20 (2): 130-139.

Alptekin, V. ve Yılmaz, K. Ç. (2018). Para Kuramı: Deniz Kabuklarından Dijital Paraya, *Kripto Para Ekonomisi*, (ss.5-20). Editors Volkan Alptekin ve Kubilay Çağrı Yılmaz. Konya: Eğitim Yayınevi.

Ardia, D., Keven B. ve Maxime R. (2019). Regime Changes in Bitcoin GARCH Volatility Dynamics, *Finance Research Letters*, 29: 266-271.

Atasoy, A. B. ve Gülfen T. (2021). Bitcoin İçin Volatilite Tahmini: Simetrik ve Asimetrik Garch Modelleri İçin Ampirik Bir Uygulama, *Journal of Business Research-Turk*, 13(4): 3346-3359.

Bağcı, E. (2019). Merkez Bankası Politika Faiz Oranı ve Döviz Kuru İlişkisi: Türkiye Örneği, *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11 (31): 324-348.

BBCNEWS. (12.03.2020) *Koronavirüs: Seyahat Kısıtlamaları Borsaları Vurdu, Borsa İstanbul'da Da Düşüş Oldu*, <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-51814080>, (17.02.2021).

Bjerg, O. (2016). How is Bitcoin Money?, *Theory, Culture & Society*, 33 (1): 53-72.

Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*, 31 (3): 308-309.

BORSA İSTANBUL. (2018) *BIST Pay Endeksleri Temel Kuralları*, <https://www.borsaistanbul.com/files/bist-pay-endeksleri-temel-kurallari-haziran-2018.pdf>, (03.05.2022).

BORSA İSTANBUL, *Borsa İstanbul Hakkında* <https://borsaistanbul.com/tr/sayfa/471/borsa-istanbul-hakkinda>, (01.05.2022).

BORSA İSTANBUL, *Tarihsel Gelişmeler*, <https://borsaistanbul.com/tr/sayfa/27/tarihsel-gelismeler>, (02.05.2022).

Boyacıoğlu, M. A., Güvenek, B. ve Alptekin, V. (2010). Getiri Volatilitisi İle İşlem Hacmi Arasındaki İlişki: İMKB’de Ampirik Bir Çalışma, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 48: 200-215.

Büberkökü, Ö. (2022). Kripto Para Birimlerinin Volatilité Değerlerinin Tahmini: Tek ve Çok Değişkenli GARCH Modellerine Dayalı Analizler, *9th International Conference on Social Sciences & Humanities* (ss.1-14), Burdur, 19-20 Mart 2022.

Byrum, G., Nucera, D. (2018). How Does Internet Work, *Webflow*, https://uploads-ssl.webflow.com/5f96dbf70b28bb61abdf6b62/606d1087b3515d8df3a46d60_Publication_howtheinternetworks_v18.pdf (02.02.2022).

Caruana, J., Vixtel, A. V. (2012). International Financial Markets and Bank Funding in the Euro Area: Dynamics and Participants, *Bank Of International Settlement*, <https://www.bis.org/publ/othp18.pdf> (04.05.2022).

Cermak, V. (12 Mayıs 2017). Can Bitcoin Become a Viable Alternative to Fiat Currencies? An Empirical Analysis of Bitcoin's Volatility Based on a GARCH Model, *SSRN*,

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2961405#:~:text=The%20volatility%20of%20Bitcoin%20has,functioning%20alternative%20to%20fiat%20currencies. (05 10, 2022).

Chapman, A. (1980). Barter as a Universal Mode of Exchange, *L'Homme*. 20 (3): 33-83.

Cho, J. H., Parhizgari, A. M. (2008). East Asian Financial Contagion under DCC-Garch, *International Journal of Banking Accounting and Finance*. 6: 17-30.

Chu, J., Stephen C., Saralees N, ve Joerg O. (2017). GARCH Modelling of Cryptocurrencies, *Journal of Risk and Financial Management*. 10 (4): 1-15.

Ciaian, P., d'Artis K., ve Miroslava R. (2021). The Price of Bitcoin: GARCH Evidence from High-frequency Data, *Journal of Investment Strategies*, 9 (4): 1-18.

Conrad, C., Anessa C., ve Eric G. (2018). Long- and Short-Term Cryptocurrency Volatility Components: A GARCH-MIDAS Analysis, *Journal of Risk and Financial Management*. 11 (2): 1-12.

Crosby, M. (2015). *BlockChain Technology*. California: University of California Berkeley.

Cura, T. (2022). Elektronik Ticaret, *İstanbul Üniversitesi*, http://auzefkitap.istanbul.edu.tr/kitap/uluslararasıitvlojistikyonetimi_ao/eticaret.pdf, (08.01.2022)

ÇTB. (2022). *Borsacılığın Tarihi*. www.corumbt.org.tr: http://www.corumbt.org.tr/kurumsal.php?s_id=11&kid=9, (29.04.2022).

Dammash, S. (2022). *The System of Bretton Woods* . Magdeburg University: <http://www.wiwi.uni-magdeburg.de/fwwdeka/student/arbeiten/006.pdf>, (07.05.2022).

Darskuvienė, V. (2010). *Financial Markets*. Kaunas: Vytautas Magnus University .

Dickey, D. A., ve Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*. (75): 427-431.

Duong, L. V., & Thuy, N. (2020). A Fast Approach for Bitcoin Blockchain Cryptocurrency Mining System. *Integration, the VLSI Journal*. 74: 107-114.

Dyhrberg, A. H. (2016). "Bitcoin, Gold and the Dollar – A GARCH Volatility Analysis." *Finance Research Letters*. 16: 85-92.

Einav, L., Farronato, C., & Levin, J. (2016). Peer-to-Peer Markets. *The Annual Review of Economics*. 615-635.

EJL. (08 Haziran 2016). *Precious Metals in Order of Value*. Elite Jewelry Loan, <https://www.elitejewelryandloan.com/types-precious-metals-value/>, (05.05.2022).

Ekici, O. (2009). İstatistikte Bayesyen ve Klasik Yaklaşım, *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 12 (21): 89-101.

Enders, W. (1995). Phillips-Perron Tests. *Applied Econometric Time Series* (s. 221) Editors Walter. Iowa: John Wiley & Sons, Inc.

Enders, W. ve Lee, J. (2012). The Flexible Fourier form and Dickey–Fuller Type Unit Root Tests. *Economic Letters*. 117 (1): 196-199.

Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*. 50(4): 987-1008.

Engle, R. F. (2002). Dynamic Conditional Correlation - a Simple Class of Multivariate GARCH Models. *Journal of Business & Economic Statistics*. 20 (3): 339-350.

Ertuğrul, M. (2019). Kripto PARaların Volatilite Dinamiklerinin İncelenmesi: GARCH Modelleri Üzerine Bir Uygulama. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*. 17 (4): 59-71.

Ethereum. (2022). *Descriptions of SHA-256, SHA-384, and SHA-512*. Ethereum: <https://eips.ethereum.org/assets/eip-2680/sha256-384-512.pdf>, (04.02.2022).

Evlimoğlu, U., ve Gümüş, U. T. (2018). İtibari Paranın Kullanımdan Kaldırılmasına Yönelik Teorik Bir Değerlendirme. *LAÜ Sosyal Bilimler Dergisi*. 9 (2): 167-183.

Fabris, N. (2018). Challenges for Modern Monetary Policy. *Journal of Central Banking Theory and Practice*. 2: 5-24.

Fabris, N. (2019). Cashless Society – The Future of Money or a Utopia? *Journal of Central Banking Theory and Practice*. 1: 53-66.

Fertekligil, A. (2000). *Türkiye'de Borsanın Tarihçesi*. İstanbul: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası.

Fidan, M., Dilek, S., & Esev, A. (2019). Düünden Bugüne Paranın Tarihi ve Türkiye’de Kâğıt Para Kullanımı. *Sosyal Bilimler Dergisi*. 9 (18): 141-162.

Gahlot, H., & Baveja, I. (2022). Analysis of Change of Market Value of Bitcoin Using Econometric Approach. *International Conference on Innovative Computing and Communications* (pp. 797–818), Düzenleyen Shaheed Sukhdev College of Business Studies. Delhi. 19-20 Şubat 2022. .

Germer, C. M. (1997). *The concept of the 'gold standard' and the misunderstandings of political economy*. Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/255622939_The_concept_of_the_'gold_ (05.05.2022).

Ghosh, M. (1999). Structural Break and Unit Root in Macroeconomic Time Series: Evidence from a Developing Economy. *The Indian Journal of Statistics*, 61 (2): 323-324.

Greene, W. H. (2003). *Econometric Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.

Greene, W. H. (2016). *Ekonometrik Çözümleme*. İstanbul: Palme Yayıncılık.

Grubb, F. (2012). Is Paper Money Just Paper Money? Experimentation and Variation in The Paper Monies Issued by the American Colonies From 1690 to 1775. *National Bureau of Economic Research*, 15-16.

Gujarati, D. N. (2001). *Temel Ekonometri*. İstanbul: Literatür Yayıncılık.

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2018). *Temel Ekonometri (Beşinci Basımdan Çeviri)* İstanbul: Literatür.

Guo, Zi-Yu. (2021) Risk Management of Bitcoin Futures with GARCH Models. *Finance Research Letters*. 45.

Güneş, H., ve Saltoğlu, B. (1998). *İMKB Getiri Volatilitesinin Makroekonomik Konjonktür Bağlamında İrdelenmesi*. İstanbul: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası.

Gürkan, S., Çevik, E. İ., ve Korkmaz, T. (2014). *Borsa İstanbul'un Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülke Borsaları ile Entegrasyonu*. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.

Güven, G. (2022). *İnternetin Tanıtımı*. Erciyes Üniversitesi: http://iibf.erciyes.edu.tr/guven/veri/internetin_tanitimi.pdf (06.05.2022).

Gyamerah, S. A. (2019). Modelling the Volatility of Bitcoin Returns Using GARCH Models. *Quantitative Finance and Economics*. 3 (4): 739-753.

Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. New Jersey: Princeton University Press.

Hayek, M. R., ve Viviane N. (2018). Modelling and Predicting the Bitcoin Volatility Using GARCH Models. *International Journal of Mathematical Modelling and Numerical Optimisation*. 8(3): 197-215.

IINVESTING. (2022). *Bitcoin*. Investing: <https://tr.investing.com/crypto/bitcoin> (06.05.2022).

İşıldak, M. S. (2021). Garch Modellerle Oynaklık Tahmini: Bitcoin Örneği. *Journal of Business and Trade*. 2(2): 49-61.

İşbankası. (2022). *Nasdaq Nedir? Nasdaq Borsası Hakkında Merak Edilenler*. [www.isbank.com.tr: https://www.isbank.com.tr/blog/nasdaq-nedir-nasdaq-hakkinda-merak-edilenler](https://www.isbank.com.tr/blog/nasdaq-nedir-nasdaq-hakkinda-merak-edilenler) (10.05.2022).

İşbankası. (2022). *Tarihte Bir Yolculuk: Paranın İcadı ve Gelişimi*. İş Bankası: <https://www.isbank.com.tr/blog/paranin-icadi-ve-gelisimi> (10.05.2022).

İşcan, H. (2020). Bitcoin İle Finansal Makro Değişkenler Arasındaki İlişki: Türkiye Üzerine Bir Var Analizi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 8: 107-118.

Kartal, C. ve Büşra Y. (2021). Bitcoin ile Türkiye ve BRICS Ülkeleri Borsa Endeksleri Arasındaki Eşbütünleşme İlişkisi. *Pearson Journal of Social Sciences & Humanities*. 6(11): 21-34.

Katsiampa, P. (2017). Volatility Estimation for Bitcoin: A Comparison of GARCH Models. *Economics Letters*. 158: 3-6.

Kazova, F. ve Büyükyılmaz E. A. (2021). Kripto Para Birimlerinin Volatilite Yapılarının Karşılaştırmalı Analizi. *Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics*, 35: 33-57.

Kiernan, J. (2015). *When Were Credit Cards Invented? A Complete History*. SWSU: https://swsu.ru/sbornik-statey/pdf/When%20Were%20Credit%20Cards%20Invented_%20A%20Complete%20History.pdf (05.05.2022).

Kim, J., Chulhee J. ve Junyuop L. (2021). Forecasting the Volatility of the Cryptocurrency Market by GARCH and Stochastic Volatility. *Mathematics*. 9 (14): 1-16.

Kirchgässner, G., & Wolters, J. (2007). *Introduction to Modern Time Series Analysis* Berlin: Springer.

Kolte, A., Avinash P., Jewel K. R., Imre V. ve László V. (2022). Evaluating the Return Volatility of Cryptocurrency Market: An Econometrics Modelling Method. *Acta Polytechnica Hungarica*. 19(5): 107-126.

Kotler, P. (1972). A Generic Concept of Marketing. *Journal of Marketing*, 36 (2): 46-54.

Koy, A., Mustafa Y. ve Sefa M. (2021). Kripto Paraların Volatilite Modelinde ABD Borsa Endekslerinin Yeri: Bitcoin Üzerine Bir Uygulama. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*. 13 (24):159-170.

Kroll, J. A., ve Davey, I. C. (2013). The Economics of Bitcoin Mining or Bitcoin in the Presence of Adversaries. *Computer Science*.

Kutlar, A. (2019). *Stata ile Uygulamalı Zaman Serileri*. Ankara: Nobel Yayıncılık.

Kyriazis, N. A., Kalliopi D., Marios A., Paraskevi P. ve Evangelia P. (2019). Estimating the Volatility of Cryptocurrencies During Bearish Markets by Employing GARCH Models. *Heliyon* 5: 1-8.

Lee, D. ve Chuen, K. (2015). *Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data*. Academic Press.

Lee, J. ve Strazicich, M. C. (2013). Minimum LM Unit Root Test with One Structural Break. *Economics Bulletin*, 33 (4): 2483-2492.

Levine, R. ve Zervos, S. (1996). Stock Market Development and Long-Run Growth. *The World Bank Economic Review*. 10 (2): 323-339.

Liang, C., Yaojie Z., Xiafei L. ve Feng M. (2022). Which Predictor is More Predictive for Bitcoin Volatility? And Why?. *International Journal of Finance & Economics*. 27 (2): 1947-1961.

Ma, J., Gans, J. ve Tourky, R. (2018). Market Structure in Bitcoin Mining. *NBER Working Paper Series*.

Masoud, N. M. (2013). The Impact of Stock Market Performance upon Economic Growth. *International Journal of Economics and Financial Issues*. 3 (4): 788-798.

McLeay, M. ve Radia, A. (2014). *Money creation in the modern economy*. Bank of England: <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/quarterly-bulletin/2014/money-creation-in-the-modern-economy.pdf> (14.02.2022).

Medura, J. (2015). *Financial Markets and Institutions*. Stamford: Cengage Learning.

Mundell, R. A. (1999). Birth of Coinage. *The Zagreb Journal of Economics*, 3 (4):5-55.

Nagalakshmi, M. ve Aldal, V. (2020). A Detailed Analysis On Evolution And Influencing Factors On Plastic Money. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 7 (10):1243-1251.

Nakamoto, S. (2022). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. Bitcoin: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (02.02.2022).

Nasdaqomx. (31 Mart 2022). *NASDAQ Biotechnology Index*. Nasdaq Global Indexes: https://indexes.nasdaqomx.com/docs/FS_COMP.pdf (04.05.2022).

Neal, L. (2016). *Financial Market History*. Cambridge: CFA Institute Research Foundation.

Nelson, D. B. (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica*. 59 (2): 347-370.

NYSE. (2022). *American Stock Exchange Historical Timeline*. NYSE: https://www.nyse.com/publicdocs/American_Stock_Exchange_Historical_Timeline.pdf (01.05.2022).

NYSE. (2022). *NYSE Index Series*: https://www.nyse.com/publicdocs/data/NYSE_Index_Series_Methodology.pdf (01.05.2022).

Omay, T. (2015). Fractional Frequency Flexible Fourier Form to Approximate Smooth Breaks in Unit Root Testing. *Economic Letters*. 134: 123-126.

Otero, J., & Smith, J. (2003). The KPSS Test with Outliers. *Computational Economics*, 29(3-4): 1-9.

Özsoy, Ç. Y. (2019). *Yükselen Teknoloji Ürünü Bitcoin'in Arz – Talep Ve Fiyat Hareketlerinin Markov Rejim Değişim Hata Düzeltme Modeli İle İncelenmesi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Pham, H. L., Tran, T. H. ve Lam, D. K. (2020). Double SHA-256 Hardware Architecture With Compact Message Expander for Bitcoin Mining. *IEEE Access*. 8: 139634-139646.

Poyraz, E. ve Türkün Kaya, B. (2020). Politika Faizindeki Değişimlerin Borsa İstanbul 100 Endeksi Üzerindeki Etkisinin Olay Analizi İle İncelenmesi. *International Review of Economics and Management*. 8(2): 201-220.

QNBfinansinvest. (2022). *New York Borsası*. QNBfinansinvest: <https://www.qnbfi.com/new-york-borsasi> (01.05.2022).

Robertson, J. (2022). *The History of Money*. James Robertson: <http://www.jamesrobertson.com/book/historyofmoney.pdf>, (06.05.2022).

Said, S. E. ve Dickey, D. A. (1984). Testing for Unit Roots in Autoregressive-Moving Average Models of Unknown Order. *Oxford Journals*. 71(3): 599-607.

Samitas, A., & Kenourgios, D. (2022). *Financial Crisis and Stock Market Dependence*. Penn State: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.470.4101&rep=rep1&type=pdf>, (03.05.2022).

Sapuric, S., Angelika K. ve Ifigenia G. (2020). The Relationship Between Bitcoin Returns, Volatility and Volume: Asymmetric GARCH Modeling. *Journal of Enterprise Information Management*.

Sarmah, S. S. (2018). Understanding Blockchain Technology. *Computer Science and Engineering*, 8(2): 23-29.

Schollmeier, R. (2001). A Definition of Peer-to-Peer Networking for the Classification of Peer-toPeer Architectures and Applications . *Proceedings First International Conference on Peer-to-Peer Computing* (pp. 01-02).

SEC. (2022). *Nasdaq*. U.S. Securities and Exchange Commision: https://www.sec.gov/rules/other/nasdaqllcf1a4_5/e_sysdesc.pdf (01.05.2022).

Segendorf, B. (2014). What is Bitcoin. *Sveriges Riksbank Economic Review*. 2: 71-86.

Segnon, M. ve Stelios B. (2020). Forecasting Volatility in Bitcoin Market. *Annals of Finance*. 16: 435-462.

Sen, J. (2012). Peer-to-Peer Networks : Architectures, Applications and Challenges. *3rd IEEE National Conference on Emerging Trends and Applications in Computer Science (NCETACS 2012)*. Shillong. 29-31 Mart 2012.

Sevinç, D. E. ve Gönül Y. A. (2021). Modeling the Volatility of Bitcoin Returns Using Egarch Method. *Journal of Yasar University*. 16 (62): 787-800.

Siu, T. K., ve Robert J. E. (2021). Bitcoin Option Pricing with a SETAR-GARCH Model. *The European Journal of Finance*. 27(6): 564-595.

Smith, A. (2007). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. New York: Metalibri.

Smith, C. F. (1929). The Early History of The London Stock Exchange. *The American Economic Review*. 19 (2): 206-216.

Söylemez, Y. (2020). Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri İle Bitcoin Volatilitesinin Analizi (Analysis of Bitcoin Volatility with Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic Models). *Journal of Business Research-Turk*. 12 (2): 1322-1333.

STB. (2022). *Dünyada Borsacılığın Tarihi*. www.stb.org.tr:https://www.stb.org.tr/icerik/dunya-borsaciliginin-tarihi (04.05.2022).

Stephen, R. ve Alex, A. (2018). A Review on BlockChain Security. *Materials Science and Engineering*, 396.

Su, C. (2010). *Application of EGARCH Model to Estimate Financial Volatility of Daily Returns: The Empirical Case Of China*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gothenburgs: University of Gothenburgs, School of Business, Economics and Law.

Syczewska, E. M. (2010). Empirical power of the Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test. *Department of Applied Econometrics Working Papers*, 4-5.

TCMB. (2022). *Kağıt Paranın Tarihçesi*. Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası: <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/d189b219-fe71-40bf-9754-6a5f7d0a65eb/KagitParaTarihce.pdf?MOD=AJPERES#:~:text=%C4%B0lk%20k%C3%A2%C4%9F%C4%B1t%20paran%C4%B1n%201690'l%C4%B1,kurulmas%C4%B1%20ile%20de%20yayg%C4%B1nla%C5%9Ft%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20.0g%C3%B> (07.05.2022).

TDK. (2022). *Sözlük*. Sözlük: <https://sozluk.gov.tr/> (04.05.2022).

TDK. (2022). *Türk Dil Kurumu Sözlükleri*. Sözlük: <https://sozluk.gov.tr/> (07.04.2022).

Tiwari, A. K., Satish K. ve Rajesh P. (2019). Modelling the Dynamics of Bitcoin and Litecoin: GARCH Versus Stochastic Volatility Models. *Applied Economics*. 51(37): 4073-4082.

Tomljanović, M. ve Grubišić, Z. (2016). Investment in Research and Development - A Factor of Adjustment of Montenegro to the EU Economy. *Journal of Central Banking Theory and Practice*, 139-164.

Tradingview. (2022). ABD Dolar Endeksi. <https://tr.tradingview.com/symbols/TVC-DXY/> (14.02.2022).

Troster, V., Aviral K.T., Muhammad S. ve Demian N. M. (2019). Bitcoin Returns and Risk: A General GARCH and GAS Analysis. *Finance Research Letters*. 30:187-193.

Tullock, G. (1957). Paper Money-A Cycle in Cathay. *The Economic History Review*. 9(3): 393-407.

Ulu, Ç. (2019). Kapitalizmin Uzun Dalgaları ve Paranın Evrimi. *Sosyal Bilimler Alanında Araştırma Makaleleri 1* (ss. 276-291) Editors İsmail Elagöz, Göktürk Erdoğan, Aslı Gezen, Abdullah Yılmaz. Ankara: Gece Akademi.

Ustalar, S. A., Ener A. ve Selim Ş. (2022). The Volatility Transmission Between Cryptocurrency And Global Stock Market Indices: Case Of Covid-19 Period. *İzmir İktisat Dergisi*. 37(2): 443-459.

Ustaoglu, E. (2022). Return and Volatility Spillover between Cryptocurrency and Stock Markets: Evidence from Turkey. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 93:117-126.

Urquhart, A. (2016). The inefficiency of Bitcoin. *Economics Letters*, 148:80-82.

Vardar, G. ve Berna A. (2019). Return and Volatility Spillovers between Bitcoin and Other Asset Classes in Turkey Evidence from VAR–BEKK–GARCH Approach. *EuroMed Journal of Business*. 14(3): 209-220.

Venter, P. J. ve Eben M. (2020). GARCH Generated Volatility Indices of Bitcoin. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(6): 121-136.

Vigna, P. ve Casey, M. J. (2017). *Kripto Para Çağı*. Ankara: Buzdağı Yayınevi.

Vikipedi. (2022). vikipedi: <https://tr.wikipedia.org/wiki/NASDAQ-100>, (03.01.2022).

Wang, C. (2021). Different GARCH Models Analysis of Returns and Volatility in Bitcoin. *Data Science in Finance and Economics*. 1(1): 37-59.

Wikipedia. (2022). *Nasdaq, Inc.* [www.wikipedia.org: https://tr.wikipedia.org/wiki/Nasdaq,_Inc](https://tr.wikipedia.org/wiki/Nasdaq,_Inc). (14.01.2022).

Wray, L. R. (1999). An Irreverent Overview of the History of Money from the Beginning of the Beginning through to the Present. *Journal of Post Keynesian Economics*. 21(4):679-687.

Yousaf, I. ve Shoaib A. (2020). The COVID-19 Outbreak and High Frequency Information Transmission Between Major Cryptocurrencies: Evidence from the VAR-DCC-GARCH Approach. *Borsa Istanbul Review*. 20 (1): 1-10.

Zivot, E. ve Andrew, D. W. (2002). Furter Evidence on the Great Chrash, The Oil-Price Shock, and the Unit_Root Hypothesis. *Journal of Business and Economic Statistics*. 10(3): 27-28.

