

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
İŞLETME ENSTİTÜSÜ**

**RİSK YÖNETİMİNDE KRİPTO PARALARIN
KULLANIMI ÜZERİNE AMPİRİK BİR
ARAŞTIRMA**

DOKTORA TEZİ

Ahmet Bülent ATASOY

**Enstitü Anabilim Dalı : İşletme
Enstitü Bilim Dalı : Muhasebe ve Finansman**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gülfen TUNA

NİSAN - 2022

Ahmet Bülent Atasoy tarafından hazırlanan “Risk Yönetiminde Kripto Paraların Kullanımı Üzerine Ampirik Bir Araştırma” başlıklı bu tez, 20/04/2022 tarihinde Sakarya Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yapılan Tez Savunma Sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Gülfen TUNA
Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyeleri: Doç. Dr. Nevran KARACA
Sakarya Üniversitesi

Doç. Dr. Sedat DURMUŞKAYA
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Kadir ÜÇAY
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Aydın ŞENOL
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

 SAKARYA ÜNİVERSİTESİ	T.C.		Sayfa : 1/1
	SAKARYA ÜNİVERSİTESİ		
	İŞLETME ENSTİTÜSÜ		
	TEZ SAVUNULABİLİRLİK VE ORJİNALLİK BEYAN FORMU		
Öğrencinin			
Adı Soyadı	:	Ahmet Bülent Atasoy	
Öğrenci Numarası	:	1560D04101	
Enstitü Anabilim Dalı	:	İşletme	
Enstitü Bilim Dalı	:	Muhasebe-Finansman	
Programı	:	☐ YÜKSEK LİSANS ☒ DOKTORA	
Tezin Başlığı	:	RİSK YÖNETİMİNDE KRIPTO PARALARIN KULLANIMI ÜZERİNE AMPİRİK BİR ARAŞTIRMA	
Benzerlik Oranı	:	%8	
Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının benzerlik oranının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.			
		20 / 04 / 2022 Ahmet Bülent Atasoy	
Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez çalışması ile ilgili gerekli düzenleme tarafımda yapılmış olup, yeniden değerlendirilmek üzere@sakarya.edu.tr adresine yüklenmiştir. Bilgilerinize arz ederim.			
		 / / 20.... İmza Danışman	
Uygundur			
Danışman		Prof. Dr. Gülfen Tuna	
Tarih:		20 / 04 / 2022	
İmza:			
☐ KABUL EDİLMİŞTİR ☐ REDDEDİLMİŞTİR		Enstitü Birim Sorumlusu Onayı	
EYK Tarih ve No:			

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında bilgisi, birikimi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren ve destek olan değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Gülfen Tuna'ya en içten teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

İlgilerini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan Doç. Dr. Nevran Karaca'ya ve Doç. Dr. Sedat Durmuşkaya'ya, her zaman beni yüreklendiren Doç. Dr. Avni Önder Hanedar'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım. Çalışmalarım boyunca İlgisini göstermekten, önerilerini paylaşmaktan kaçınmayan Prof. Dr. Burak Güriş'e ve Doç. Dr. Emrah İsmail Çevik'e teşekkür ederim. Tez savunma jürisinde yer alan ve fikirleri ile katkı sunan Dr. Öğr. Üyesi Kadir Üçay'a ve Dr. Öğr. Üyesi Aydın Şenol'a teşekkür ediyorum.

Tez çalışmam için çoğu zaman iş çıkışında ev yerine doğrudan kütüphaneye gitmeme izin veren, çalışmam boyunca maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan güzel aileme, sevgili eşim Sevcan Atasoy'a, canım oğullarım Fatih Atasoy'a ve Selim Atasoy'a, biricik kızım Bilge Atasoy'a sonsuz sevgilerimi ve şükranlarımı sunarım.

Akademik olarak ilerlememi sağlayan, doktora tezi yazma seviyesine gelmemde emeği geçen Sakarya Üniversitesi İşletme Fakültesi'ndeki ve İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi'ndeki tüm hocalarıma müteşekkirim.

Kurdukları güzel okullar, yetiştirdikleri nitelikli hocalar ve verdikleri maddi ve manevi destekle okuma ve kendimi geliştirme fırsatını bana veren Yüce Türk Milleti'ne ve kadim devletimize sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Ahmet Bülent ATASOY

20.04.2022

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	iv
TABLO LİSTESİ	v
GRAFİK LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix

GİRİŞ	1
BÖLÜM 1: KRİPTO PARALAR	8
1.1. Kripto Paralar	8
1.1.1. Paranın Özellikleri Ve Fonksiyonları	10
1.1.2. Kripto Paranın Parasal Özellikleri	11
1.1.3. Kripto Paranın Parasal Olmayan Özellikleri	11
1.2. Blokzincir, Tangle ve Türevleri Teknolojisi	13
1.2.1. Kriptoloji, Hash, Açık Anahtar, Kapalı Anahtar	15
1.2.2. RSA ve ECC	16
1.2.3. Blokzincir İle Kayıt Sistemi	17
1.2.4. Güvenlik ve Madencilik	20
1.2.5. Çatallanma, Öksüz Blok, Dağıtık Kayıt Sistemi	28
1.2.6. İş İspatı (Pow) ve Pay İspatı (Pos)	29
1.3. Bitcoin	31
1.3.1. Bitcoin Alma Yöntemleri	38
1.3.2. Bitcoin Saklama Yöntemleri	39
1.4. Pazar Payı Yüksek Kripto Paralar	41
1.4.1. Ethereum	42
1.4.2. Tether	44
1.4.3. Ripple	44
1.4.4. Bitcoin Cash	45
1.4.5. Bitcoin SV	46
1.4.6. Litecoin	47
1.4.7. Binance Coin	48
1.4.8. EOS	49
1.4.9. Tezos	50
1.4.10. Cardano	51
1.5. Devletlerin Kripto Paraya Yaklaşımı	52

BÖLÜM 2: KRİPTO PARALARLA İLGİLİ LİTERATÜR İNCELEMESİ	55
2.1. Kripto Paralarda Piyasa Etkinliği Konusu İle İlgili Literatür	55
2.2. Kripto Paraların Riskten Korunma (Hedge) Kabiliyeti İle İlgili Literatür	59

2.3. Kripto Paralarla Portföy Oluşturma Durumları İle İlgili Literatür	62
2.4. Kripto Paraların Risklerini ve Korelasyonlarını Hesaplama ile İlgili Literatür	64
2.5. Nedensellik Analizlerinin Kripto Paralar için Uygulandığı İlgili Literatür	71
2.6. Kripto Paralarla İlgili Diğer Literatür	73

BÖLÜM 3: BITCOİN'İN VOLATİLİTESİNİ EN İYİ TAHMİN EDEN MODEL İÇİN BİR UYGULAMA

3.1. Araştırma İle İlgili Bilgiler	81
3.1.1. Araştırmanın Konusu	81
3.1.2. Araştırmanın Amacı	81
3.1.3. Araştırmanın Önemi	82
3.2. Araştırmada kullanılan İstatistikî Yöntemler	82
3.2.1. Araştırmada Kullanılan Birim Kök Testleri	82
3.2.1.1. Augmented Dickey Fuller (ADF) Birim Kök Testi	82
3.2.1.2. Zivot-Andrews Yaklaşımı (1992).....	83
3.2.2. Simetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri	84
3.2.2.1. ARCH Modeli (Autoregressive Conditional Heteroskedastisite)	85
3.2.2.2. GARCH Modeli (Generalized ARCH)	85
3.2.3. Asimetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri	86
3.2.3.1. EGARCH Modeli (Üstel GARCH)	86
3.2.3.2. TGARCH Modeli (Eşik GARCH)	87
3.2.3.3. GJR GARCH Modeli	87
3.2.3.4. IGARCH (Integrated GARCH)	88
3.2.3.5. FIGARCH (Fractionally Integrated GARCH) Modeli	89
3.2.3.6. FIEGARCH (Fractionally Integrated Exponential GARCH) Modeli	89
3.2.3.7. FIAPARCH (Fractionally Integrated APARCH) Modeli	90
3.2.3.8. HYGARCH (Hyperbolic GARCH) Modeli	91
3.2.4. Çoklu GARCH Modelleri (Multivariate GARCH - MGARCH)	92
3.2.4.1. VEC Modeli (Vector Error Correction Model)	92
3.2.4.2. CCC Modeli (Constant Conditional Correlation Model)	92
3.2.4.3. DCC Modeli (Dynamic Conditional Correlation Model)	92
3.2.4.4. BEKK Modeli	94
3.3. Veri Seti	94
3.4. Araştırmanın Bulguları	96
3.4.1. Birim Kök Testi Analizi Sonuçları.....	97
3.4.1.1. ADF Birim Kök Testi Sonuçları	97
3.4.1.2. Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testi Sonuçları	97
3.4.2. Volatilite Tahmin Modelleri Sonuçları	98
3.4.2.1. Volatilite Tahmini İçin Uygun Model Seçim Sonuçları	98
3.4.2.2. Volatilite Tahmin Modellerinin Karşılaştırılmalı Sonuçları	100
3.4.3. Öngörü Tahmin Sonuçları	106

SONUÇ VE ÖNERİLER	112
KAYNAKÇA	118
ÖZGEÇMİŞ	130



KISALTMALAR

ADA	: Cardano (Kripto Para)
ASIC	: Application – Specific Integrated Circuit (Uygulamaya Entegre Özel Devreler)
BDDK	: Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu
BNB	: Binance Coin (Kripto Para)
BTC	: Bitcoin (Kripto Para)
CEO	: Chief Executive Officer
DGSMH	: Dünya Gayri Safi Milli Hasıla
ECC	: Elliptic Curve Cryptography (Eliptik Eğri Şifreleme)
EEA	: Enterprise Ethereum Alliance (Kurumsal Ethereum Birliği)
ETH	: Ethereum (Kripto Para)
GB	: Gigabayt
GMT	: Greenwich Mean Time (Grinviç Ortalama Zamanı)
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
ICO	: Initial Coin Offer (İlk Dijital Para Arzı)
IOS	: Iphone Operating System (Iphone İşletim Sistemi)
KPIİP	: Kripto Para İşlem Platformları
LTC	: Litecoin (Kripto Para)
MIT	: Massachusetts Institute of Technology
PIN	: Personal Identification Number (Kişisel Kimlik Numarası)
PoW	: Proof of Work (İş İspatı)
PoS	: Proof of Stake (Pay İspatı)
RSA	: RSA Asitmetik Şifreleme Yöntemi
SWIFT	: Society For Worldwide Interbank Financial Telecommunication (Dünya Bankalar Arası Finansal İletişim Topluluğu)
SHA	: Secure Hash Algorithm (Güvenli Özetleme Algoritması)
USD	: United States Dollar (ABD Doları)
USDT	: Tether (Kripto Para)
UYED	: Uygulamaya Özel Entegre Devreler
XBT	: Bitcoin (Kripto Para)
XRP	: Ripple (Kripto Para)
XTZ	: Tezos (Kripto Para)

TABLO LİSTESİ

Tablo 1 : Günlük Kripto-Pazar İşlem Paylaşımı.....	9
Tablo 2 : Bir Bloğun Yapısı.....	17
Tablo 3 : Bir Bloğun Başlığı.....	18
Tablo 4 : Bitcoin Blok Ödülü.....	22
Tablo 5 : Ülkelerin Elektrik Tüketimine Göre Bir Bitcoin'in Maliyeti.....	24
Tablo 6 : Bitcoin Tarihindeki Fiyatlar ve Olaylar.....	35
Tablo 7 : Pazar Payı En Yüksek 17 Kripto Para.....	42
Tablo 8 : Dolaşımdaki Para Miktarı Ve Parasal Büyüklükler.....	53
Tablo 9 : Bitcoin Getiri Serisi İçin Bazı Tanımlayıcı İstatistikler.....	96
Tablo 10: Bitcoin Getiri Serisi İçin ADF Birim Kök Testi Sonuçları.....	97
Tablo 11: Bitcoin İçin Zivot-Andrews (1992) Birim Kök Testi Sonuçları.....	98
Tablo 12: ARMA Model Seçimi için Akaike Bilgi Kriteri.....	99
Tablo 13: ARCH-LM Testi Sonuçları.....	99
Tablo 14: Bitcoin İçin Farklı Volatilite Modellerinin Tahmin Sonuçları.....	101
Tablo 15: Koşullu Varyans Grafiğine Göre Bitcoin Fiyat Hareketleri.....	104
Tablo 16: 1 Günlük Öngörü Performansı İçin Bazı Tanımlayıcı İstatistikler.....	107
Tablo 17: 5 Günlük Öngörü Performansı İçin Bazı Tanımlayıcı İstatistikler.....	109
Tablo 18: 10 Günlük Öngörü Performansı İçin Tanımlayıcı İstatistikler.....	111

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1 : Kripto Paraların Toplam Piyasa Kapitalizasyonları	12
Grafik 2 : Kripto Paraların Toplam Piyasa Kapitalizasyonları (Bitcoin Hariç)	12
Grafik 3 : Kripto Paraların Pazarın Yüzdesi Olarak Hakimiyeti	13
Grafik 4 : Bitcoin'in USD Cinsinden Ortalama Fiyatı (2015-2020)	32
Grafik 5 : Bitcoin'in Fiyat – İşlem Hacmi İlişkisi (2015-2020)	32
Grafik 6 : Bitcoin için Blokzincir Boyutu (2010-2019).....	33
Grafik 7 : Bitcoin için Google Trends Grafiği (2015-2020)	34
Grafik 8 : Bitcoin için Fiyat Volatilitesi Grafiği (2015-2020)	34
Grafik 9 : Ethereum Fiyat Grafiği	43
Grafik 10 : Tether Fiyat Grafiği	44
Grafik 11 : Ripple Fiyat Grafiği	45
Grafik 12 : Bitcoin Cash Fiyat Grafiği	46
Grafik 13 : Bitcoin SV Fiyat Grafiği	47
Grafik 14 : Litecoin Fiyat Grafiği	48
Grafik 15 : Binance Coin Fiyat Grafiği.....	48
Grafik 16 : EOS Fiyat Grafiği.....	50
Grafik 17 : Tezos Fiyat Grafiği	51
Grafik 18 : Cardano Fiyat Grafiği	52
Grafik 19 : Veri Seti İçin Fiyat-Zaman Grafiği	94
Grafik 20 : Bitcoin Getiri Serisi	95
Grafik 21 : Düzeltilmiş Bitcoin Getiri Serisi	96
Grafik 22 : HYGARCH Modele Göre Koşullu Varyans Grafiği	103

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1 : Blokzincir'in Dağıtık Yapısı.....	15
Şekil 2 : Merkle Ağacı Yapısı ve Merkle Kökü	19
Şekil 3 : Madencilerin Blok Oluşturmaya Etkisi.....	21
Şekil 4 : ABD'de Eyalet Başına Düşen Bitcoin Madencilik Maliyetleri.....	26
Şekil 5 : Bitcoin İçin İlk 11 Madenci Havuzu.....	27
Şekil 6 : PoW – İş İspatı Algoritması.....	30
Şekil 7 : Bir Bitcoin Satış Sitesi Arayüzü.....	39
Şekil 8 : Kağıt Bitcoin Cüzdanı Örneği.....	41



Tezin Başlığı: Risk Yönetiminde Kripto Paraların Kullanımı Üzerine Ampirik Bir Araştırma	
Tezin Yazarı: Ahmet Bülent ATASOY	Danışman: Prof. Dr. Gülfen TUNA
Kabul Tarihi: 20.04.2022	Sayfa Sayısı: ix (ön kısım) +130 (tez)
Anabilimdalı: İşletme	Bilimdalı: Muhasebe ve Finansman
25 Mart 2021 günü itibariyle kripto para borsalarında 8937 kripto para işlem görmektedir ve bunların pazar değeri 1 trilyon 647 milyar Amerikan dolarıdır. Gelecekte finansal ödemelerin merkezi olmayan bir yapıya kavuşması ve kripto paraların mevcut elektronik para pazarını daraltması muhtemeldir. Bu konu bazı yatırımcıların, şirketlerin, finansal aktörlerin ve devletlerin ilgisini çekmektedir. Ayrıca kripto paraları etkileyen faktörler, onların riskleri ve risk yönetiminde nasıl kullanılabileceği merak edilen önemli konular arasındadır. Bu çalışmada ilk olarak kripto para uzayını domine eden, piyasa kapitalizasyonu en yüksek olan ve en az 1273 günlük geçmişi olan 11 kripto para tanıtılmıştır. Bunlar Bitcoin, Ethereum, Ripple, EOS, Litecoin, Bitcoin Cash, Tether, Binance Coin, Bitcoin SV, Tezos ve Cardano'dur. İkinci olarak kripto para piyasasında kapitalizasyonu en büyük ve en çok işlem hacmine sahip kripto para olan Bitcoin'in volatilitesini en iyi gösteren model incelenmiştir. Çalışmanın bu kısmında kullanılan zaman serileri, ABD Doları (USD) cinsinden günlük kapanış fiyat ve getiri serileri olup 30 Nisan 2013 ile 26 Şubat 2021 arasındaki 2860 günlük dönemi kapsamaktadır. GARCH sınıfı modeller kullanılarak Bitcoin için en uygun volatilité modeli tahmin edilmiştir. Araştırmada kullanılan volatilité tahmin modellerinden GARCH, EGARCH, IGARCH, GJR, FIGARCH-BBM, FIGARCH-CHUNG, FIEGARCH, FIAPARCH-BBM, FIAPARCH-CHUNG ve HYGARCH arasından en uygun tahminlemeyi HYGARCH modelin yaptığı sonucuna varılmıştır. EGARCH ve FIEGARCH modelleri için ise yakınsama sağlanamamıştır. Üçüncü olarak Bitcoin için GARCH sınıfı modeller kullanılarak bir, beş ve on günlük zaman dilimleri için örneklem dışı volatilitéyi, en iyi öngören model tahmini yapılmıştır. 1 günlük öngörü için en iyi öngörü performansını FIAPARCH-BBM model gösterirken, 5 ve 10 günlük öngörü performansını ise FIGARCH-CHUNG modelinin gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.	
Anahtar Kelimeler: Kripto paralar, risk yönetimi, Bitcoin, volatilité, GARCH	

Title of the Thesis: An empirical research on the use of cryptocurrencies in risk management	
Author: Ahmet Bülent ATASOY	Supervisor: Professor Gülfen TUNA
Date: 20.04.2022	N. of pages: ix (pre text) +130 (main body)
Department: Business Administration	Subfield: Accounting and Finance
As of March 25, 2021, 8937 cryptocurrencies are traded on cryptocurrency exchanges and their market value is 1 trillion 647 billion USD. It is likely that financial payments will become decentralized in the future and cryptocurrencies will shrink the current electronic money market. This issue attracts the attention of some investors, companies, financial actors and governments. In addition, the factors affecting cryptocurrencies, their risks and how they can be used in risk management are among the important issues. In this thesis, firstly, 11 cryptocurrencies, which dominate the crypto space, have the highest market capitalization and have a history of at least 1273 days, are introduced. These are Bitcoin, Ethereum, Ripple, EOS, Litecoin, Bitcoin Cash, Tether, Binance Coin, Bitcoin SV, Tezos and Cardano. Secondly, the model that best shows the volatility of Bitcoin, which has the largest capitalization and the largest transaction volume in the crypto money market, has been examined. The time series used in this part of the study are the daily closing price and return series in USD (USD) and cover the 2860-day period between April 30, 2013 and February 26, 2021. The most suitable volatility model for Bitcoin was estimated using GARCH class models. It was concluded that the HYGARCH model made the most appropriate estimation among the volatility prediction models used in the research, GARCH, EGARCH, IGARCH, GJR, FIGARCH-BBM, FIGARCH-CHUNG, FIEGARCH, FIAPARCH-BBM, FIAPARCH-CHUNG and HYGARCH. Convergence could not be achieved for the EGARCH and FIEGARCH models. Thirdly, using GARCH class models for Bitcoin, the model that best predicts out-of-sample volatility for one, five and ten-day timeframes is estimated. It was concluded that while the FIAPARCH-BBM model showed the best forecasting performance for 1-day forecasting, the FIGARCH-CHUNG model showed the 5- and 10-day forecasting performance.	
Keywords: Cryptocurrencies, risk management, Bitcoin, volatility, GARCH	

GİRİŞ

Günümüzde bilgisayarlar, yazılımlar ve internet dünyayı değiştirmiş, bu araçlar sayesinde yeme-içme alışkanlıklarından alışverişe, ev-arac kiralamadan televizyon izlemeye kadar yeni sistemler ve düzenler insan hayatına girmiştir. Son olarak yeni paralar olarak nitelendirilebilecek 18.000 civarında kripto para Bitcoin liderliğinde finans dünyasındaki yerini almıştır.

Nakamoto S. (2008) yaptığı çalışmada, Bitcoin'i ilk defa ortaya çıkarmış, eşten eşe çalışma sistemini tanımlamış ve güven gerektirmeyen bir elektronik transfer sistemi önermiştir. Tümüyle eşten-eşe çalışan bir elektronik para sistemi, herhangi bir finansal kuruluşun elektronik sistemini kullanmadan bir yerden başka bir yere online olarak ödeme yapılmasını sağlamaktadır. İlk olarak dijital imzalardan oluşan sıradan bir para sistemi modeli kurulmuş, bu sistem sahipliği düzgün bir şekilde kontrol edilebilmesine rağmen çifte harcama sorununu engelleyemediğinden eksik kalmıştır. Dijital imzalar çözümün bir parçası gibi görülsede sonuçta mükerrer harcamaları engelleyemediğinden güvenilir bir üçüncü tarafa ihtiyaç duyulacağı için ana amaçlarına ulaşması mümkün olmamıştır. Nakamoto, mükerrer harcama problemini çözmek için iş kanıtı olarak işlem tarihçesini kaydetmek için kullanılacak bir eşler arası ağ tasarlayarak çözüm önerisi ortaya koymuştur. Ağ, işlemleri sürekli uzayan özet fonksiyonu tabanlı bir iş kanıtı zincirine ekleyerek zaman damgasıyla işaretlemiş ve iş kanıtını tekrar üretmeden değiştirilemez bir kayıt oluşturmuştur. En uzun zincir sadece karşılaşılan olayların sırasını kanıtlamakla kalmaz aynı zamanda en büyük merkezi işlemci (Central Processing Unit - CPU) gücüne sahip havuzdan geldiğini de kanıtlamaktadır. CPU gücünün çoğunluğu ağa saldırmak için işbirliği yapmayan düğümlerin kontrolünde olduğu sürece en uzun zinciri üreteceklerdir ve saldırganları engelleyeceklerdir. Ağın kendisi çok az bir altyapıya ihtiyaç duymaktadır. Mesajların yayınlanmasında "elden geldiği kadar" kuralı geçerlidir. Düğümler istedikleri zaman ağdan ayrılabilir. Ayrıca sistemde olmadıkları zaman için yapılan işlemlerin kanıtı olan en uzun iş kanıtı zincirini doğru kabul ederek tekrar sisteme girebilmektedirler. Ağ, kendi yapılandırılmamış basitliği içinde sağlamdır. Düğümler aynı anda çok az eşgüdüm ile katılabilir. Kimlik doğrulamasına gerek yoktur çünkü mesajlar belirli bir yere doğru yönlendirilmezler ve sadece diğer düğümlerin ellerinden geldiğince

dağıtılmaktadır. Düğümler dilediklerinde ağdan ayrılabilmekte ve tekrar katılabilirler. Düğümler, iş kanıtı zincirini kendileri ağda yokken, meydana gelen işlemlerin kanıtı olarak kabul etmektedir. CPU işlem güçleri oranında oy kullanmaktadırlar. Geçerli blokların üzerinde çalışarak ve blokların uzamalarını sağlayarak kabul ettiklerini, üzerinde çalışmayarak ise reddettiklerini ifade etmiş olmaktadır. İhtiyaç duyulan tüm kurallar ve teşvikler bu uzlaşma mekanizması ile sağlanabilmektedir.

Satoshi Nakamoto'nun tasarladığı Bitcoin, ilk kripto paradır. Bitcoin, hiçbir gücün veya otoritenin emrine girmeden, bağımsız ve merkezi olmayan bir yazılımla ortaya çıkmıştır. Bu yüzden birçok kesim tarafından paranın yeniden sorgulanmasını sağlamıştır.

Bilindiği üzere uluslararası para transferlerinde 10.000 USD üst sınırdır. Şayet bu meblağdan daha fazlasının transferi talep edilirse ABD Hükümeti tarafından işlem kontrol edilmekte transfer isteği bazen iptal edilebilmektedir. Oysa kripto para ile herhangi bir otoriteden izin almadan, sınırsız hacimde para transferi yapmak mümkündür. Çünkü kripto paraların işlem gördükleri birçok borsa vardır.

Para temelde bir satın alma, değer saklama aracıdır ve bir ülkenin ekonomik gücünün ve bağımsızlığının da sembolüdür. Devletler ve merkez bankaları bu nedenle kripto paralara olumlu bakmamaktadır. Bununla birlikte günümüzde çeşitli ülkelere ait 180 civarı para birimi bulunmaktayken kripto para sayısı 18.000 civarındadır (ibankodu.com.tr, 2020).

Kripto paraların arkasında yatan teknoloji Blokzincir'dir. Blokzincir teknolojisi sayesinde kişiden kişiye hiçbir aracıya ihtiyaç duymadan, hiçbir banka, kurum veya kişi olmadan para transferi yapılmaktadır. İşlem hacmi az iken her şey yolunda gitmektedir. Ancak son dönemlerde komisyonlar yükselmekte ve işlem süreleri uzayabilmektedir. Kripto paraları ortaya çıkaran başlıca ilkeler; anlık işlem ve komisyonsuz para transferi olduğundan zamanla oluşan tıkanıklılığı gidermek için blok büyüklükleri arttırılmıştır.

Adı ve altyapısı ne olursa olsun bütün kripto paraların ortak özellikleri vardır. Öncelikle merkezi bir otoriteye bağlı değildirler. İkinci olarak onları regüle eden herhangi bir banka veya otorite yoktur. Üçüncü olarak merkezi bir sunucuları yoktur. Dördüncü olarak çıkartılacak miktarları önceden belirlenmiştir.

Kripto para birimleri genellikle blockchain teknolojisi kullanılarak oluşturulmaktadır. Blockchain, işlemlerin "bloklara" kaydedilme şeklini ve zaman damgasını açıklamakta olup bu oldukça karmaşık ve teknik bir süreçtir. Ancak bu sayede bilgisayar korsanlarının kurcalaması zorlaşmaktadır. Ayrıca, işlemler iki faktörlü bir kimlik doğrulama süreci gerektirmektedir. Örneğin, bir işlem başlatmak için bir kullanıcı adı ve şifre girilmesi ve cep telefonuna gönderilen bir kimlik doğrulama kodunun girilmesi gerekebilmektedir.

Araştırmanın Konusu

Bu çalışmada öncelikle Bitcoin ve belli başlı bazı kripto paralar tanıtılacaktır. Tanıtılacak kripto paralar Bitcoin, Ethereum, Ripple, EOS, Litecoin, Bitcoin Cash, Tether, Binance Coin, Bitcoin SV, Tezos ve Cardano'dur. Bu kripto paraları çalıştıran platformlar, işlem gördüğü alanlar, alım-satım ve madencilik durumları incelenmektedir. Ardından kripto para piyasasında en yüksek piyasa değerine sahip olan Bitcoin için, riski en iyi belirleyen volatilité tahmin modelinin ne olduğu incelenmektedir. Çünkü risk, portföy oluşturma sürecinde kullanılan önemli karar kriterlerinden biri olup, doğru tahmin edilebilmesi, portföy performansı için oldukça önemlidir.

Araştırmanın Önemi

Risk, portföy performansını doğrudan etkileyen bir faktördür. Bu nedenle portföye dâhil edilecek finansal araçların risk tahminlerinin minimum tahmin hatası ile yapılması önemlidir. Yatırımcılar hisse senedi, tahvil, döviz, altın gibi geleneksel finansal araçları portföylerine dahil edebileceği gibi, özellikle son yıllarda, kripto paralar gibi yeni nesil yatırım araçlarına artan bir ilgiye sahiptir. Bu nedenle yüksek ilgiye sahip bu yatırım aracına ait risk tahmininin, düşük hata payına sahip olarak yapılabilmesi, hem yatırımcılar hem de akademisyenler açısından önemlidir.

Literatürde kripto paraların riskiyle ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Dyhrberg A.H. (2016) çalışmasında, GARCH modellerini kullanarak Bitcoin'in finansal varlık özelliklerini araştırmıştır. İlk model, altın ve dolara karşı hedge (korunma) kabiliyetlerini gösteren birkaç benzerliği ve mübadele vasıtası olarak avantajlarını göstermiştir. 19 Temmuz 2010 - 22 Mayıs 2015 tarihleri arasındaki 1769 günlük veriyi kullanmıştır. Asimetrik GARCH, Bitcoin'in risk yönetiminde yararlı olabileceğini ve

piyasada olumsuz şoklar yaşandığında riskten kaçınan yatırımcılar için ideal olabileceğini göstermiştir. Bitcoin, finansal piyasalarda ve portföy yönetiminde bir yere sahiptir. Ayrıca Bitcoin, altın ve Amerikan Doları arasında, değişim aracı avantajından değer saklama aracı avantajına kadar olan geniş bir ölçekte sınıflandırılabilir. Bu çalışmada kripto para evreninden sadece Bitcoin'in alınması, yalnız altın ve USD ile karşılaştırılarak analizlerin yapılması ve yalnızca Asimetrik GARCH istatistik yönteminin kullanılması araştırma sonucunu kısıtlamıştır.

Baur D.G., Dimpfl T., Kuck K. (2016), bölüm 2'de geniş yer verilen Dyhrberg'in (2016) yaptığı analizi yetersiz bulmuş ve alternatif istatistiksel yöntemlerin daha güvenilir ve aynı zamanda çok farklı sonuçlar verdiğini göstermişlerdir. Bulguları çoğaltmak için aynı örnek ve ekonometrik modelleri kullanmışlardır. Modelleri uygulamak için farklı yazılım paketleri (R, Gretl, Gauss ve STATA) denemişler ancak sadece STATA ile Dyhrberg'e (2016a) yakın fakat eşit olmayan sonuçları elde etmeyi başarmışlardır. Aynı veri seti ve genişletilmiş bir örneklem dönemine dayanan bulgular, Bitcoin'in, altın ve ABD doları dahil olmak üzere diğer varlıklarla karşılaştırıldığında belirgin bir şekilde farklı getiri, volatilité ve korelasyon özellikleri sergilediği görülmüştür.

İşlem hacmi ve piyasa kapitalizasyonu en yüksek kripto paraların çok çeşitli analizlerle riskinin hesaplanması önem arz etmektedir. Bunun için riski öngören en uygun modelin araştırılması gerekmektedir. Konuya ilişkin literatür incelendiğinde, volatilité tahmin modelleri için çok sınırlı veri seti ile sınırlı modelin karşılaştırması yapıldığı görülmüştür. Bu çalışmada ise volatilité tahmini için çok sayıda hem simetrik hem de asimetrik modellerin performansları karşılaştırmıştır. Böylelikle, Bitcoin için en iyi volatilité tahminlemesinin yapılabileceği model belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu açıdan, çalışmanın, akademisyenler ve uygulayıcılar için yeni bilgiler sağlamasının yanısıra, yeni araştırma alanlarının oluşmasına da katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmanın ayrıca Finansçıların, ekonomistlerin, yatırımcıların ve otoritelerin doğru bilgilenmesi ve analiz yapabilmesine olanak sağlayacak bir çalışma olacağı öngörülmektedir.

Kripto paralar konusunda yabancı dilde birçok kitap, makale, tartışma platformu ve bloglar olmasına rağmen Türkçe yayınlar bu çalışmalarla kıyaslandığında oldukça

sınırlı sayıdadır. Bu çalışma ile ilgili alanda Türkçe yayınların artmasına katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacını, Bitcoin'e ait volatilité tahminlemesini en iyi gerçekleştiren modelin belirlenmesi oluşturmaktadır. Bu amaçla "İşlem hacmi ve piyasa kapitalizasyonu en yüksek kripto para olan Bitcoin'in volatilitésini en iyi tahmin eden GARCH modeli nedir?" sorusuna bu araştırmada cevap aranmaya çalışılmaktadır. Aynı zamanda "Bitcoin için GARCH sınıfı modeller kullanılarak bir, beş ve on günlük zaman dilimleri için örneklem dışı en iyi volatilitéyi öngören model nedir?" sorusu da araştırmada cevaplanmaya çalışılmıştır.

Araştırmanın Yöntemi

Bu araştırmada öncelikle kripto para uzayını domine eden, piyasa kapitalizasyonu en yüksek olan ve en az 1273 günlük geçmişı olan 11 kripto para hakkında çeşitli yayınlardan ve ilgili web sitelerinden faydalanılarak Bölüm 1'de bilgi verilerek ve ardından Bölüm 2'de kripto paralar ile ilgili literatür araştırması yapılmıştır.

İkinci olarak kripto para piyasasında kapitalizasyonu en büyük ve en çok işlem hacmine sahip kripto para olan Bitcoin'in volatilitésini en iyi gösteren model araştırılmıştır. Bu doğrultuda GARCH (Doğrusal Olmayan Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Heteroskedastisite) sınıfı modeller kullanılmıştır. Böylece GARCH modellerinden; GARCH, EGARCH, IGARCH, GJR, FIGARCH-BBM, FIGARCH-CHUNG, FIEGARCH, FIAPARCH-BBM, FIAPARCH-CHUNG ve HYGARCH arasından en uygun tahminlemeyi yapan modelin belirlenmesi hedeflenmektedir. Üçüncü olarak Bitcoin için GARCH sınıfı modeller kullanılarak bir, beş ve on günlük zaman dilimleri için örneklem dışı en iyi volatilitéyi öngören model tahmini yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan veri seti Bitcoin'e ait, ABD Doları (USD) cinsinden günlük kapanış fiyat ve getiri serileri olup 30 Nisan 2013 ile 26 Şubat 2021 arasındaki 2860 günlük dönemi kapsamaktadır. Kripto para birimlerinin her biri hakkındaki bilgi (günlük işlem hacmi, piyasa kapitalizasyonu, piyasa değeri, dolaşımdaki birim sayısı) bu para birimleri ile işlem yapan borsaların her birinin kamuya açık sayfasında bulunmaktadır. Kripto para birimlerinin işlem gördüğü birçok borsa bulunduğundan ve piyasanın derinliğinin az olmasından dolayı farklı borsalarda farklı piyasa değerleri

oluşabilmektedir. Araştırmada verilerin birbirleriyle tutarlı olması açısından ve araştırmaya konu olan para birimlerinin istenilen zaman aralığındaki verilerini bir arada barındırması sebebiyle Coin Market Cap internet sitesinin veri bankası kullanılmıştır. Hesaplamalarda tutarlılık sağlanması açısından her para biriminin günlük piyasa değeri USD üzerinden tanımlanmıştır. Bu para biriminin kullanılmasının nedeni ise piyasada tedavülde %55-60 oranında USD kullanılıyor olmasıdır.

Araştırmanın Kısıtları

Kripto para piyasası çok dinamik olduğundan bu çalışmada yer verilecek olan bazı bilgiler zamana bağlı olarak değişebilecek bilgilerdir. Bunlar; kripto para sayısı, en çok işlem gören kripto para sayısı, kripto paralar arası işlem hacmi sıralaması, pazar kapitalizasyonu en yüksek altcoinler, devletlerin ve otoritelerin koyduğu kurallar ve işlem yapan platform sayılarıdır. Henüz kripto para piyasası yeni olduğundan, bazı kripto paralar için geçmiş uzun verilere ulaşmak mümkün olamamıştır. Bu nedenle yukarıda belirtilen 11 kripto para birimi kullanılmıştır. Bunlar Bitcoin, Ethereum, Ripple, EOS, Litecoin, Bitcoin Cash, Tether, Binance Coin, Bitcoin SV, Tezos ve Cardano'dur. Voladilite model tahmininde ise piyasayı tek başına %40-50 domine ettiğinden yalnızca Bitcoin kapsama dâhil edilmiştir.

Araştırmanın Yapısı

Bu araştırma dört bölüm halinde düzenlenmiştir. Birinci bölümde kripto paralar, paranın özellikleri ve fonksiyonları, kripto paranın parasal ve parasal olmayan özellikleri, blokzincir, tangle ve türevleri teknolojisi, kriptoloji, hash, açık anahtar, kapalı anahtar, RSA ve ECC, blokzincir ile kayıt sistemi, güvenlik ve madencilik, çatallanma, öksüz blok, dağıtık kayıt sistemi, iş ispatı (PoW) ve pay ispatı (PoS), Bitcoin, Bitcoin alma ve saklama yöntemleri, pazar payı yüksek kripto paralardan Ethereum, Tether, XRP, Bitcoin Cash, Bitcoin SV, Litecoin, Binance Coin, EOS, Tezos, Cardano ayrı ayrı incelenmiştir. Bölümde ayrıca devletlerin kripto paraya yaklaşımı değerlendirilmiştir.

İkinci bölümde kripto paralarla ilgili literatür incelemesi yapılmıştır. Kripto paraların piyasa etkinliği konusu, finansal riskten korunma (hedge) kabiliyeti, portföy oluşturma durumları, risklerini tahmin çalışmaları, başka yatırım araçlarıyla korelasyonları, işlem hacmi - getiri - volatilité ilişkileri, nedensellik çalışmaları ile ilgili birçok araştırma incelenmiştir.

Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan istatistiksel yöntemler olan simetrik ve asimetrik koşullu değişen varyans modellerine yer verilmiştir. Ardından kripto para piyasasında kapitalizasyonu en büyük ve en çok işlem hacmine sahip kripto para olan Bitcoin'in volatilitesi en iyi gösteren model incelenmiştir. Bu amaçla, GARCH (Doğrusal Olmayan Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Heteroskedastisite), EGARCH, IGARCH, GJR, FIGARCH-BBM, FIGARCH-CHUNG, FIEGARCH, FIAPARCH-BBM, FIAPARCH-CHUNG ve HYGARCH modelleri kullanılarak; Bitcoin için en uygun volatilitate tahmin modelinin hangisi olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın bu kısmında kullanılan zaman serileri, ABD Doları (USD) cinsinden günlük kapanış fiyat ve getiri serileri olup 30 Nisan 2013 ile 26 Şubat 2021 arasındaki 2860 günlük dönemi kapsamaktadır. Ayrıca Bitcoin için GARCH sınıfı modeller kullanılarak bir, beş ve on günlük zaman dilimleri için örneklem dışı en iyi volatilitayı öngören model tahmini yapılmıştır.

BÖLÜM 1: KRIPTO PARALAR

Dünyada ekonomiyle ilgilenen birçok kişinin, 2017 yılının başından itibaren Bitcoin isimli kripto paranın varlığından haberinin olduğu bilinmektedir. Bunun nedenleri arasında; Bitcoin'in piyasa değerinin çok hızlı artması, yeni bir teknoloji olması, zengin olma fırsatı sunması, para aklama aracı olarak kullanılabilme potansiyelinin olması, illegal örgütler tarafından kullanılabilirliği, ücretsiz para transferi yapılmasına olanak sağlaması ve onun gizemli yapısına olan merak olabilir. Ayrıca Bitcoin gibi diğer şifreli paralar, bu paraların altında yatan platformlar, kullanım sahaları, ne şekilde alınıp satılabileceği, bitcoin madenciliği gibi konular daha fazla araştırılmaya başlanmıştır.

Bu bölümde kripto paraları tanıtmak amacıyla blok zinciri teknolojisi, Bitcoin başta olmak üzere işlem hacmi yüksek bazı kripto paralar ve devletlerin kripto paraya yaklaşımları ele alınmıştır.

1.1. Kripto Paralar

Kripto para; bir aracı olmadan şahıslardan şahıslara güvenli bir şekilde ödeme yapmayı sağlayan ödeme aracıdır. Kredi Kartı, EFT, PayPal, Western Union, i-Gold, SWIFT gibi işlemlerde ödeme aracı mevcuttur ve işleme aracı olan kuruma bu işlem için bir ücret ödenmektedir. Buna karşılık kripto para kullanılarak istenilen zamanda ve çok düşük komisyon ödenerek transfer yapılabilmektedir (Güven ve Şahinöz, 2018).

İlk kripto para Ağustos 2008 yılında Bitcoin adıyla, Satoshi Nakamoto tarafından yayınlanan 9 sayfalık “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System” – Bitcoin: Kişiler Arası Elektronik Para Sistemi” manifestosuyla ortaya çıkmıştır. Sistemin amacı eşten eşe, çok hızlı ve tamamen ücretsiz olarak para transferinin gerçekleştirilmesidir (Nakamoto, S. 2008). Bitcoin'in çıkışından sonra 2022 yılı Nisan ayına gelene kadar 14 yıl içinde ortalama 18.000 tane kripto para bireyler ve şirketler tarafından piyasaya sürülmüştür. Bugün için Bitcoin, Ethereum, Ripple, EOS, Litecoin, Bitcoin Cash, Tether, Stellar, TRON, Binance Coin, Cardano ve bunların dışında binlerce kripto para piyasada işlem görmektedir.

Tablo 1’de günlük kripto-pazar işlem paylaşımı verilmiştir.

Tablo 1: Günlük Kripto-Pazar İşlem Paylaşımı

Sembol	İsim	İşlemler		Pazar Payı (%)		
		Bitcoin	Kripto para	Bitcoin	Kripto para	Toplam Pay
AUD	Avustralya Doları	42.68	81.50	0.55	0.67	0.36
BRL	Brezilya Reali	25.86	30.79	0.34	0.25	0.01
CAD	Kanada Doları	24.12	33.30	0.31	0.27	0.02
CHF	İsviçre Frangı	-	0.36	-	0.00	0.00
CLP	Şili Pezosu	-	0.20	-	0.00	0.00
CNH+ CNY	Kıyı Ötesi+Kara Çin Yuanı	-	7.34	-	0.06	0.02
EUR	Euro	371.46	516.76	4.32	4.26	0.60
GBP	İngiliz Sterlini	54.05	62.07	0.70	0.51	0.02
HKD	Hong Kong Doları	-	0.46	-	0.00	0.00
IDR	Endonezya Rupiahı	16.78	43.68	0.22	0.36	0.23
ILS	İsrail Yeni Şekeli	-	0.31	-	0.00	0.00
INR	Hint Rupisi	6.13	18.26	0.08	0.15	0.02
JPY	Japon Yeni	1,594.73	1,645.44	20.71	13.55	1.98
KRW	Güney Kore Wonu	1,183.43	3,616.19	15.37	29.78	7.05
MXN	Mexika Pezosu	8.81	12.69	0.11	0.10	0.01
MYR	Malezya Ringgiti	3.80	3.80	0.05	0.03	0.00
NZD	Yeni Zelanda Doları	-	0.02	-	0.00	0.00
PLN	Polonya Zlotisi	38.56	46.59	0.50	0.38	0.11
RUB+ RUR	Rus Rublesi	27.41	36.01	0.00	0.30	0.05
SGD	Singapur Doları	3.68	6.38	0.05	0.05	0.01
THB	Tayland Bahtı	12.29	27.82	0.16	0.23	0.07
TRY	Türk Lirası	41.25	52.64	0.54	0.43	0.05
USD	ABD Doları	4,221.88	5,875.25	54.83	48.39	19.98
ZAR	Güney Afrika Randı	22.69	24.11	0.29	0.20	0.01
Toplam		7,699.65	12,141.9			

Not: İşlem hacimleri Milyon USD'dir. Sonraki üç sütun, belirtilen para biriminin temsil ettiği tüm işlem hacimlerinin paylarıdır. Bitcoin işlemleri (BTC), Kripto Pazar ve Toplam Kripto Pazar olarak belirtilmiştir. İşlemler, milyon USD olarak verilmiştir.

Kaynak: Pieters G.C. (2018) How Global Is The Cryptocurrency Market?

Tablo 1’de gösterildiği gibi bu durum, Bitcoin pazarlarına odaklanmış düzenleyiciler veya araştırmacılar için uyarı niteliği taşımaktadır. İşlemler en çok ABD Doları, Japon Yeni ve Güney Kore Wonu ile yapılmaktadır. Kripto pazarlarının büyüklüğüne ve

küresel erişimine rağmen, tek tek ülkelerin kripto paralara ne kadar yatırım yaptığını (pazarın büyüklüğü), piyasada tek tek ülkelerin hangi paya sahip olduklarını (pazar gücü) veya bu iki ölçümün nasıl ilişkili olduğu bilinmemektedir. Yüksek pazar gücüne sahip ülkelerden kaynaklanan hareketler, yüksek risk taşıyan ülkeleri etkileyecek ve finansal bulaşma için yeni bir kanal oluşturacaktır.

Banknotların üzerinde seri numaraları bulunduğu gibi, kripto paralar da özel şifreli numaralara sahiptir. Bu şifreyi elinde bulunduran veya saklayan kişiler, kripto paranın da sahibidirler.

Kripto paraların her birinin teknolojik altyapısı farklı olabilmektedir. Bu altyapılar blokzincir, tangle ve türevleridir.

Kripto paraların bazı ortak özellikleri şunlardır:

- Dağıtıktırlar. Veriler birçok farklı yerde depolanmaktadır. Bu sayede bilgisayar korsanlarının saldırılarından kaçınabilmektedirler.
- Bir şirkete, bankaya, devlete, merkezi bir otoriteye bağlı değildir.
- Arz edilecek miktarları bellidir.

1.1.1. Paranın Özellikleri Ve Fonksiyonları

Paranın en önemli özelliği değişime aracılık etmesi ve devletler tarafından kabul edilen bir ekonomik değer olmasıdır. Paranın miktarı sınırlıdır. Paranın özellikleri şunlardır:

- Bilinir ve kabul edilebilir olması,
- Değerinin istikrarlı olması,
- Taşınabilir olması,
- Bölünebilir olması,
- Ömürlü olmasıdır.

Paranın fonksiyonları ise şunlardır (Yiğitbaşı ve Atabey, 2006):

- Değişim aracıdır. Bütün dünya toplumları alım satımlarını para ile yapmaktadır. Buna paranın dolaşım (tedavül) gücü de denmektedir.
- Değer saklar. Ortak bir ölçü birimidir. Buna paranın değer ölçme işlevi de denmektedir. Tasarruf ve değer biriktirme imkânı sağlamaktadır.
- Likiditeyi sağlamaktadır. Bazı mallar hızlı bir şekilde paraya çevrilebilirken, bazı malların paraya dönmesi ise uzun zaman gerektirebilmektedir. Örneğin;

İstanbul'un merkezinde Taksim'de bir 2+1 daire hızlı bir şekilde satılıp paraya çevrilebilirken, Sakarya'nın Geyve ilçesinde bulunan aynı dairenin satılması daha uzun zaman almaktadır. Satılabilirliğine göre mallar; tam likit, yarı likit ve sınırlı likit şeklinde sınıflanabilmektedir.

- Kayıt edilebilmektedir ve borç ödemeyi sağlamaktadır.

Kripto paranın, para olarak nitelendirilebilmesi için, paranın yukarıda sayılan özelliklerini ve fonksiyonlarını taşıyor olması gerekmektedir.

1.1.2. Kripto Paranın Parasal Özellikleri

Kripto paraların parasal özellikleri, bu özellikleri en iyi şekilde yansıttığı değerlendirilen Bitcoin üzerinden değerlendirilmiştir. Öncelikle, Bitcoin'in paranın fonksiyonlarını taşıdığı düşünülen taraflarına bakıldığında. 1 Bitcoin'in son 2 yıla ait fiyat ortalaması (1 Mart 2018 – 1 Mart 2020) 9.535 USD'dir. 1 Mart 2020 fiyatı ise 8.626 USD'dir. Bu rakamlar birbirine göreceli yakındır. Bu durum Bitcoin'in değer saklayabilme özelliğinin olduğu sonucunu desteklemektedir. Alışverişlerde kullanılabilmekte, zaman geçtikçe bilinirliği artmakta, şifresi saklanarak taşınabilmekte ve bölünebilmektedir. Çünkü bir Bitcoin 100 milyon âdete bölünebilir. Bir birim Bitcoin'in 100 milyonda bir âdetinin ismi Satoshi'dir. 1 milyonda birine ise -bit- denmektedir. Bitcoin uzun ömürlüdür çünkü onun kâğıt para gibi yıpranması söz konusu değildir.

1.1.3. Kripto Paranın Parasal Olmayan Özellikleri

Zaman zaman Bitcoin'in, paranın fonksiyonlarını taşımadığı düşünülmektedir. 1 Mart 2020 gününe kadar insanlar, şirketler, devletler ve kurumlar kripto paralara yaklaşık 250 milyar USD kaynak aktarmıştır. Grafik 1'de Bitcoin dahil olarak kripto paraların toplam piyasa kapitalizasyonları verilmiştir.

Grafik 1: Kripto Paraların Toplam Piyasa Kapitalizasyonları



Kaynak: <https://coinmarketcap.com/charts/>

Grafik 1’de görüldüğü üzere son iki yıldır piyasa kapitalizasyonunun ortalaması da yaklaşık 250 milyar USD’dir. Grafik 2’de ise Bitcoin hariç diğer kripto paraların piyasa kapitalizasyonlarına yer verilmiştir.

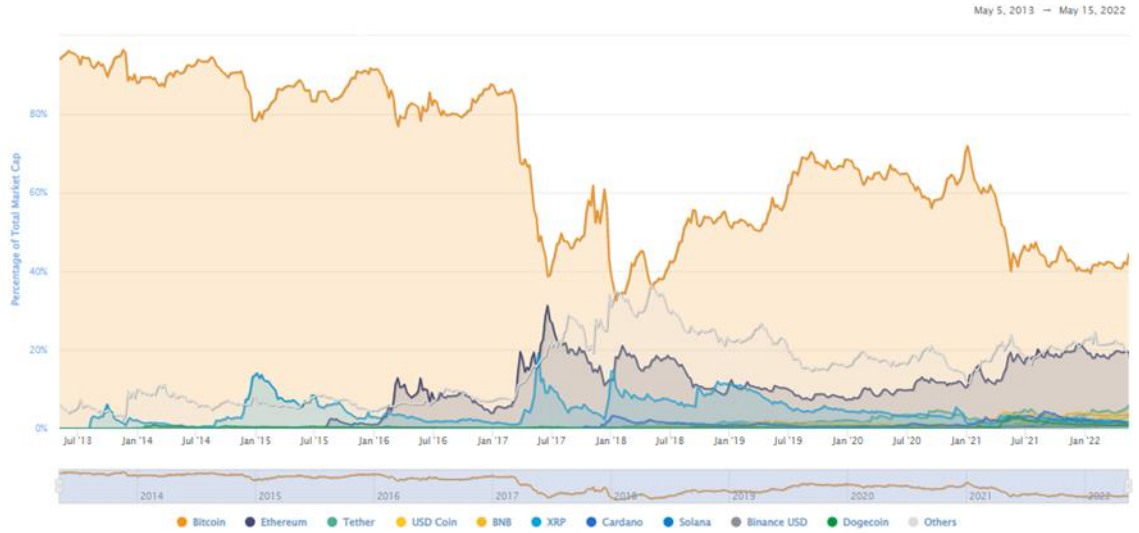
Grafik 2: Kripto Paraların Toplam Piyasa Kapitalizasyonları (Bitcoin Hariç)



Kaynak: <https://coinmarketcap.com/charts/>

Grafik 2’ye göre, Bitcoin hariç olarak kripto paraların son 2 senedir toplam kapitalizasyonlarının 100 milyar USD civarındadır. Grafik 1 ve Grafik 2 aynı zamanda göreceli olarak kripto paraların toplumlar tarafından yeterince kabul görmediğini de göstermektedir. Buna göre; Dünya’nın yaklaşık Gayri Safi Milli Hasıla’sının (DGSMH) 80 trilyon USD olduğu düşünülürse göreceli olarak henüz kripto paraların toplumlar tarafından para işlevi olarak yeterince kabul görmediği sonucuna varılabilir. Grafik 3 ise kripto paraların pazarın yüzdesi olarak hakimiyetlerini göstermektedir.

Grafik 3: Kripto Paraların Pazarın Yüzdesi Olarak Hâkimiyeti



Kaynak: <https://coinmarketcap.com/charts/>

Grafik 3'te görüldüğü gibi Bitcoin'in diğer kripto paralar üzerindeki pazar payı yüzdesel olarak artmaktadır. Bitcoin'in diğer kripto paralardan ayrışması söz konusudur. Bitcoin dışındaki kripto paraların paranın fonksiyonlarının büyük bir kısmını yerine getiremediği anlaşılmaktadır. Birçok kripto para piyasaya çıktıktan bir süre sonra talep görmediğinden yok olmaktadır. Bir çoğu kripto para borsalarında hisse senedi gibi alınıp satılarak işlem görmektedir. Bunların değeri spekülatif ataklara ve arz talebe göre aşırı volatil olabilmektedir. Bu yüzden paranın işlevini görmeleri zorlaşmaktadır.

Bitcoin ve bazı kripto paraları üretmek için yüksek miktarda elektrik tüketimine, gelişmiş ekran kartlarına ve bilgisayarlara ihtiyaç vardır. Bu yüzden kripto para üretimi aşırı masraflı bir hal almaktadır ve zaman zaman israfa varan maliyetler ortaya çıkarabilmektedir. Ayrıca bu makineler yüksek ısı ürettikleri için çevreye de zarar verebilmektedir.

1.2. Blokzincir, Tangle ve Türevleri Teknolojisi

Blokzincir'de işlemler blokların içerisine kaydedilmektedir. Eğer bir blok dolarsa yeni kayıtlar bir sonraki bloğa kaydedilmektedir. Her bir blok kendisinden sonra gelen bloğa bağlanmaktadır. Günümüzde birçok veri transferi internet ortamında yapılmaktadır ve kayıt altına alınmaktadır. Mailler, web sayfaları, whatsapp yazışmaları, bankacılık işlemleri, fotoğraflar, videolar, dosyalar, sözleşmeler veri tabanlarında

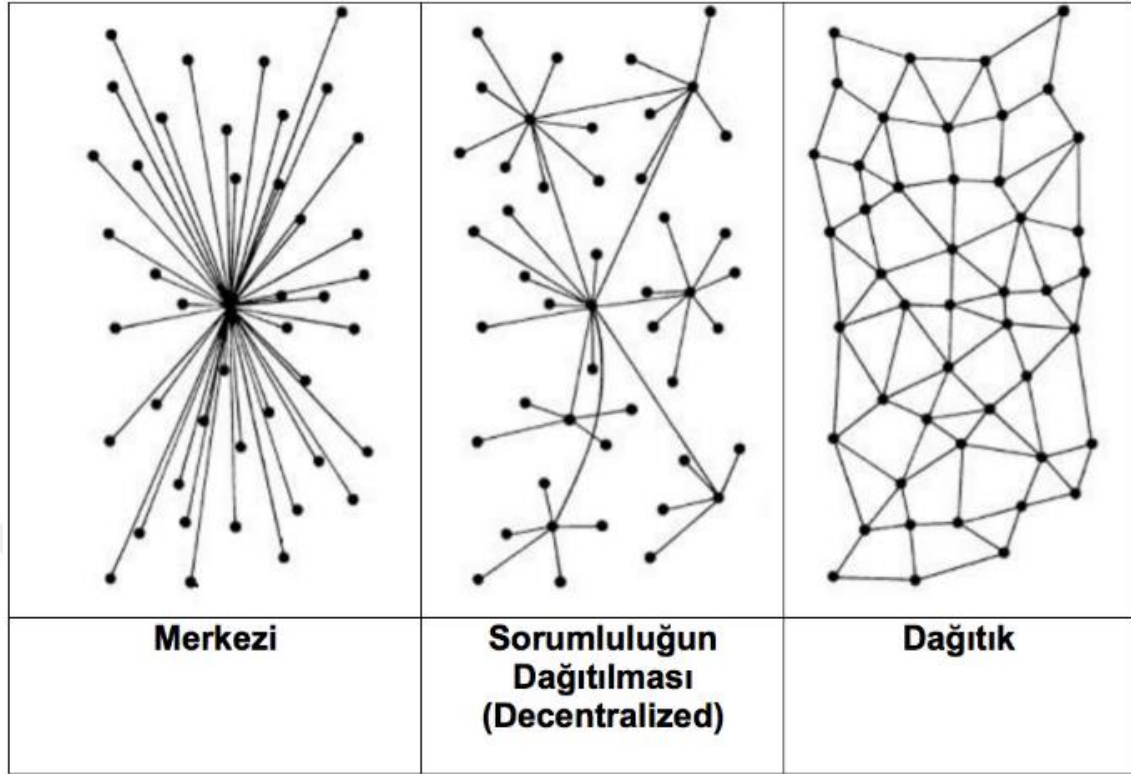
saklanabilmektedir. Kripto para ticaretinin kayıtları, birçok kripto paranın alt yapısı olan Blokzincir teknolojisi sayesinde tutulduğundan, bu sisteme ‘Veri Tabanı’ adı verilebilir.

Farklı farklı Blokzincir yapıları bulunmaktadır. Blokların başlığı, şifresi, versiyon numarası, zaman damgası, kayıtların parmak izleri, protokolü, büyüklüğü birbirinden ayrıdır. Kayıtların hangi alanları içereceği, nasıl dizileceği, bloğun hacmi aşılınca ne olacağı, yeni bloğun ortaya çıkma koşulları, bloklar arası zincirin özellikleri farklı farklıdır. Verilerin ağda nasıl saklanacağı, dağıtılacağı, teftişi ve izlenmesi önceden özel olarak belirlenmiştir. Bütün bu özellikler ne kadar iyi olursa ve dizaynedilirse o Blokzincir’in ömrü uzun olacak ve daha çok tercih edilecektir. Baştan çizilen mimari çok önemlidir. İleride karşılaşılabilecek güçlükler önceden öngörülemez ise bugün Bitcoin sisteminin yaşadığı sıkıntıların benzeri problemler ortaya çıkabilecektir. Ayrıca bu sorunların sistemi çıkmaza sürüklemeye ihtimali bulunmaktadır.

Blokzincir sistemi önemli dijital varlıkları ve bilgileri dağıtık olarak tutmamıza yardım eden veri tabanıdır. Genel olarak merkezi bir sisteme gerek duymadan bütün işlemlerin kaydını dağınık olarak birçok yerde tutmaya yarayan bir sistemdir. Merkezi güven sistemini dağıtarak daha pratik bir şifrelenmiş kayıt yapabilen yapıya kavuşmaktadır (blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr, 2020).

Şekil 1’de bir blok zincirin yapısı yer almaktadır.

Şekil 1: Blokzincir'in Dağıtık Yapısı



Kaynak: blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr

Şekil 1'de Blokzincir'in dağıtık yapısı gösterilmektedir. Herhangi bir blok kendisinden önceki ve sonraki bloklara özet algoritması ile bağlanmıştır. Bu yüzden sistem birbirine bağlanan bloklardan ötürü Blokzincir adını almıştır.

Fintech, merkezi olmayan bankacılık, hisse senedi ticareti, borsalar, kişiler arası borçlanma, notercilik, çeşitli ödemeler, güvenli bulut depolama ve hatta insanlığı direkt ilgilendiren konu alanlarında Blokzincir kullanılabilmektedir. Örneğin Birleşmiş Milletler Blockchain For Impact platformu üyesi ve MKR firması CEO'su Susan Oh ise yoğun olarak çalıştıkları blokzincir tabanlı bir bilgisayar programı sayesinde her yıl kullanılmadan atılmak zorunda kalan yüz milyonlarca dolarlık ilacın, fakir ülkelerdeki muhtaç olan bireylere dağıtılabileceğini bildirmiştir (bctr.org, 2020).

1.2.1. Kriptoloji, Hash, Açık Anahtar, Kapalı Anahtar

Kriptolojide Hash (Parmak İzi ya da Özet), bir mesajın, verinin veya belgenin kanıtlanması için uygulanmaktadır. Bir verinin uzunluğu ne olursa olsun, SHA (Secure Hash Algorithm) onu sabit bir uzunluktaki bir formata dönüştürür. Mesela belgedeki en ufak bir değişiklik çok farklı bir Hash değerine dönüşmesine yol açar. Bu nedenle

özgün belgenin Hash'i ile bize ulaşan belgenin Hash'i arasında en ufak bir tutarsızlık varsa belgenin orijinal olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Genel olarak günümüzde kullanılan SHA-256 Hash algoritması, 256 bitlik bir şifreleme yapmaktadır (erkanerol.github.io, 2020).

Bilgi dünyasında güvenliğin gizlilikten ve doğruluktan oluştuğu bilinmektedir. Gizliliğe örnek olarak verinin şifrlenmesi ve doğruluk için dijital imzanın kullanılması örnek olarak gösterilebilir. Gizlilik ve doğruluk için kriptolojide simetrik ve asimetrik şifreleme kullanılır. Simetrik şifrelemede hem şifrelemek hem de bu şifreyi çözmek için tek anahtar kullanılır. Asimetrik şifrelemede ise şifrelemek için ayrı, şifreyi çözmek için ayrı anahtarlar kullanılır. Asimetrik şifrelemede açık anahtar ve özel anahtar olmak üzere iki farklı şifre kullanılmaktadır (binance.vision/tr, 2020).

Açık anahtar, yapılan ilk şifrelemedir. Açık anahtar şifresini başkalarının bilmesi herhangi bir sorun oluşturmamaktadır. Çünkü bu üçüncü şahıslar bilgiye ulaşmak için ellerinde ikinci bir şifre olan özel anahtara sahip olmadıklarından şifrelenmiş olan verinin aslını bilmeleri mümkün değildir. Özel anahtar ise açık anahtarlı şifrelenmiş verinin deşifre edilmesini sağlayan ikinci şifredir. Özel anahtar kimseyle paylaşılmamalıdır. Çünkü özel anahtar başkaları tarafından bilinirse, bu kişiler istedikleri anda istedikleri yere kripto paraları transfer edebilirler. Sonuçta asimetrik şifreleme, simetrik şifrelemeye göre daha yüksek güvenlik sağlamaktadır.

1.2.2. RSA ve ECC

1977 yılında, 3 bilim insanı olan, R.Rivest, A.Shamir ve L.Adleman tarafından MIT (Massachusetts Institute of Technology) laboratuvarlarında icat edilen ve onların adlarının baş harflerinin birleşmesiyle isimlendirilen asimetrik şifreleme yönteminin adı RSA'dır. RSA'da çok büyük sayılar kullanılmaktadır. Bu sistemde anahtar üretmek için asal sayılar kullanılarak güvenlik artırılmıştır. Daha çok mesaj şifreleme ve elektronik imza amacıyla kullanılmaktadır. Sistemin güvenliği ve hızı için kullanılan sayıların büyüklüğü önemlidir. RSA sistemi hantal çalıştığından yeterli güvenilirlik seviyesine ulaşmak için Eliptik Eğri Şifreleme (ECC – Elliptic Curve Cryptography) algoritması kullanılarak belirlenmektedir. Günümüzde RSA ile 1024 bitlik bir anahtar üretilmektedir. Bunun karşılığı yaklaşık 300 basamaklı bir sayıdır. Basit uygulamalar için yeterli bir şifreleme olduğu düşünülmektedir. Kuantum bilgisayarların

hayatımıza girmesinden dolayı, RSA ile üretilmiş bir anahtar kırılabilir. Ancak ECC324 çok gizli belgelerin şifrelenmesinde kullanılabilir. (bidb.itu.edu.tr, 2020)

1.2.3. Blokzincir ile Kayıt Sistemi

Her işlem sistematik bir düzene bir bloğa işlenmektedir. Blok dolduktan sonra Hash'lenir. Yeni yapılacak bloğun girdilerinden biri önceki bloğun Hash'idir. Her bloğun Hash'i bir sonraki bloğun parçası olacağından bütün bloklar birbirine bağlanır. Böylelikle Blokzincir oluşur. İlk blok zincire Genesis Blok denir ve Hash'i genellikle 256 tane 0'dan oluşmaktadır. Genesis bloğu ilk blok olduğundan tasarımcı tarafından oluşturulur. Tablo 2'de bir bloğun yapısına yer verilmektedir.

Tablo 2: Bir Bloğun Yapısı

No	Alan adı	Boyut	Açıklama
1	Sihirli Sayı	4 Byte	Aşağıdakinin bir blok olduğunu ifade eder
2	Blok Boyutu	4 Byte	Bloğun büyüklüğünü ifade eder
3	Blok Başlığı	80 Byte	Çeşitli alanlardan oluşur
4	Kayıt Sayacı	1-9 Byte	Kaç adet işlem olduğunu gösterir
5	İşlemler	Değişir	Kaydedilen işlemleri gösterir

Kaynak: Güven V. ve Şahinöz E., Blokzincir, Kripto Paralar, Bitcoin, Satoshi Dünyayı Değiştiriyor, 3. Basım, Kronik Kitap, Haziran 2018

Tablo 2'ye göre her bloğun 5 alanı vardır. Bir bloğun kendisinden önce gelen bloğa 'Ebeveyn Blok' denir. Her bloğun her zaman bir ebeveyn bloğu vardır. Ancak her ebeveyn bloğun birden fazla yavru bloğu olabilir. Buna 'Çatallanma – Forking' denir (Hackius ve Petersen, 2017).

Bir bloğun yapısında 'Sihirli sayı' her zaman 0xD9B4BEF9'dur. Bu sayı kendisinden sonra gelecek olan bir bloğu işaret etmektedir. 'Blok boyutu' ise bloğun sonuna kadar kaç Byte olduğunu belirtir. 'Blok başlığı' ise çok önemlidir. Bu nedenle izleyen kısımda blok başlığı detaylı olarak anlatılmıştır. Tablo 3'te bir bloğun başlığının alanlarına yer verilmektedir.

Tablo 3: Bir Bloğun Başlığı

N	Alan Adı	Boyut	Açıklama
1	Sürüm (Version)	4 Byte	Güncellemelerin takip edilmesini sağlar
2	Önceki Blok Hash'i	32 Byte	Bir önceki bloğun (Ebeveyn Blok) Hash değeri
3	Merkle Kökü Hash'i	32 Byte	Bu bloktaki işlemlerin Merkle ağacının kökünün Hash değeri
4	Zaman Damgası	4 Byte	Bloğun oluşma zamanı (Saniye cinsinden)
5	Zorluk Derecesi	4 Byte	Bu bloğun iş ispatının hedeflenen zorluk derecesi
6	Nonce	4 Byte	PoW yapılabilsin diye bir sayaç

Kaynak: Güven V. ve Şahinöz E., Blokzincir, Kripto Paralar, Bitcoin, Satoshi Dünyayı Değiştiriyor, 3. Basım, Kronik Kitap, Haziran 2018

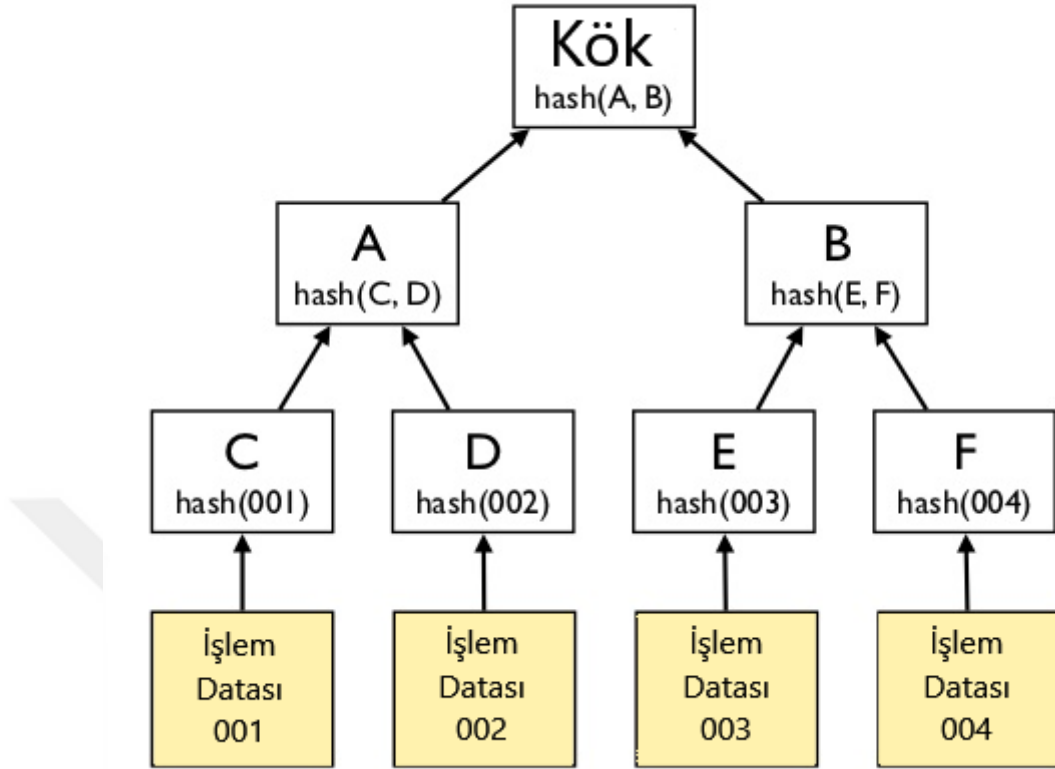
Tablo 3'e göre bir blok başlığında 6 adet alt alan mevcuttur. Bunlar: Sürüm, Önceki Blok Hash'i, Merkle Kökü Hash'i, Zaman Damgası, Zorluk Derecesi ve Nonce'dir.

Tablo 3'e göre 'Sürüm' alanında ilgili bloğun kurallarının ne olduğu belirtilmiştir. Kayıtların şekli, yapısı, uzunluğu, alanların sırası gibi kurallar vardır. Kurallardan bazıları zamanla değişiklikler gösterebilmektedir. Büyük çoğunluğun kararıyla çatallanma meydana gelebilmektedir.

Tablo 3'e göre 'Önceki Blok Hash'i' bir önceki bloğun Hash'idir ve zincirin birbirine bağlanmasını sağlamaktadır. Blok tamamlanınca bloğun Hash'i değil sadece blok başlığının Hash'i hesaplanmaktadır. Sadece blok başlığının hesaplanması zincirin güvenliğini bozmaz. Bu Merkle Ağacı ve Merkle Kökü sayesinde sağlanmaktadır.

Şekil 2'de ise bir Merkle ağacı yapısı ve kökü yer almaktadır. Şekil 2'ye göre Merkle Kökü'nde blok içerisindeki işlemler ikiye bölünür ve her ikiye bölünmüş grubun Hash'i alınır. Hesaplanan Hash'lerin tekrar ikiye bölünür ve her ikiye bölünmüş grubun Hash'i alınır. Hesaplanan Hash'lerin tekrar ikiye bölünür ve her ikiye bölünmüş grubun Hash'i alınır. En sonunda tek bir Hash elde edilir. Böylelikle 'Merkle Kökü' hesaplanmış olur.

Şekil 2: Merkle Ağacı Yapısı ve Merkle Kökü



Kaynak: https://tr.wikipedia.org/wiki/Merkle_a%C4%9Fac%C4%B1, 2020

Şekil 2’ye göre kayıtlardaki her hangi bir değişiklik Merkle Kökü’nü de değiştirecektir. Böylelikle bloğun başlığı da değişecektir. Blok başlığının Hash’i de değişeceğinden, bir sonraki bloklarların Hash’leri de değişecek ve böylelikle bütün bloklar geçersiz olacaktır. Bu sayede bir işlemin teyidi için, bloğun tamamının Hash’i yerine sadece blok başlığının Hash’ini almak yeterli olmaktadır.

Tablo 3’e göre ‘Zaman Damgası’ sayesinde bloğun ne zaman üretildiğini bilinmektedir. Zaman formatı Unix’in Epoch’uyla gösterilmektedir. Bu da 1 Ocak 1970’ten GMT 00.00’dan itibaren geçen saniyeyi belirtir.

Tablo 3’e göre ‘Zorluk Derecesi’ hesaplanacak Hash değerinin zorluk hedefini belirler. Normalde bir bilgisayar saliseler içinde bir bloğun Hash’ini hesaplayabilmektedir. Hash değerinin hesaplanmasının on dakika içerisinde gerçekleşmesi isteniyorsa bu bölümde ortaya çıkmaktadır.

Tablo 3'e göre 'Nonce' bilgisayar literatüründeki tek kullanımlık sayılara denir. Buradaki sayılar değiştirilerek her defasında yeni bir Hash değeri bulunmaktadır. Deneme yanılma yoluyla kurala uygun Hash değeri bulunacaktır.

1.2.4. Güvenlik ve Madencilik

Kötü niyetli bir kişi bir bloğu değiştirmek isteyebilir. Bu durumda ilgili bloğun Hash değeri değişecektir. Herhangi bir bloktaki Hash değeri değiştiğinde zincir bozulacağından çoğunluk tarafından işlem geçersiz kılınacaktır. Ancak bir kripto paranın en az % 51 'ine sahip olan kişi, grup veya madenci gruplar bazı zincirleri silip yeni zincirler ekleyebilmekte böylelikle haksız kazanç elde edebilmektedirler. Bu güvenlik zafiyeti durumuna “%51 Saldırısı” denilmektedir.

Kripto paralarda her bir işlemin onaylanması ve zincire kaydedilmesi işine madencilik (Mining) denilmektedir. Bir madenci, bloktaki işlemin kaydedilmesini karmaşık algoritmalar kullanarak sağlamaktadır. Genellikle işlemi zincire ekleyerek, işlemin sayısını tahmin etmektedirler. Bu durum kripto paralarda çeşitlilik gösterebilmektedir. Şekil 3'te madencilerin blok oluşturma üzerindeki etkisine yer verilmiştir.

Şekil 3: Madencilerin Blok Oluşturmaya Etkisi



Kaynak: Avunduk, H ve Aşan H., Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisi ve İşletme Uygulamaları: Genel Bir Değerlendirme, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt: 33, Sayı:1, Nisan 2018, Sayfa 369-384

Şekil 3'te madencilerin, işlemlerin geçerli olduğunu onaylama ve blok zincirleri muhafaza etme gibi işlevlerinin olduğu görülmektedir.

Tablo 4'te ise madencilerin bitcoin blok ödülü kazanma sistemleri yer almaktadır.

Tablo 4: Bitcoin Blok Ödülü

Yıllar	Kuruluştan itibaren Yıllar	Toplam Blok	Blok Ödülü (BTC)	Toplam Çıkarılan BTC	Çıkarılan BTC'nin %si
2008-2012	0-4	210.000	50.00000000	10,500,000.000	50.00000000%
2012-2016	4-8	420.000	25.00000000	15,750,000.000	75.00000000%
2016-2020	8-12	630.000	12.50000000	18,375,000.000	87.50000000%
2020-2024	12-16	840.000	6.25000000	19,687,500.000	93.75000000%
2024-2028	16-20	1.050.000	3.12500000	20,343,750.000	96.87500000%
2028-2032	20-24	1.260.000	1.56250000	20,671,875.000	98.43750000%
2032-2036	24-28	1.470.000	0.78125000	20,835,937.500	99.21875000%
2036-2040	28-32	1.680.000	0.39062500	20,917,968.750	99.60937500%
2040-2044	32-36	1.890.000	0.19531250	20,958,984.375	99.80468750%
2044-2048	36-40	2.100.000	0.09765625	20,979,492.188	99.90234375%
2048-2052	40-44	2.310.000	0.04882813	20,989,746.094	99.95117188%
2052-2056	44-48	2.520.000	0.02441406	20,994,873.047	99.97558594%
2056-2060	48-52	2.730.000	0.01220703	20,997,436.523	99.98779297%
2060-2064	52-56	2.940.000	0.00610352	20,998,718.262	99.99389648%
2064-2068	56-60	3.150.000	0.00305176	20,999,359.131	99.99694824%
2068-2072	60-64	3.360.000	0.00152588	20,999,679.565	99.99847412%
2072-2076	64-68	3.570.000	0.00076294	20,999,839.783	99.99923706%
2076-2080	68-72	3.780.000	0.00038147	20,999,919.891	99.99961853%
2080-2084	72-76	3.990.000	0.00019073	20,999,959.946	99.99980927%
2084-2088	76-80	4.200.000	0.00009537	20,999,979.973	99.99990463%
2088-2092	80-84	4.410.000	0.00004768	20,999,989.986	99.99995232%
2092-2096	84-88	4.620.000	0.00002384	20,999,994.993	99.99997616%
2096-2100	88-92	4.830.000	0.00001192	20,999,997.497	99.99998808%
2100-2104	92-96	5.040.000	0.00000596	20,999,998.748	99.99999404%
2104-2108	96-100	5.250.000	0.00000298	20,999,999.374	99.99999702%
2108-2112	100-104	5.460.000	0.00000149	20,999,999.687	99.99999851%
2112-2116	104-108	5.670.000	0.00000075	20,999,999.844	99.99999925%
2116-2120	108-112	5.880.000	0.00000037	20,999,999.922	99.99999963%
2120-2124	112-116	6.090.000	0.00000019	20,999,999.961	99.99999981%
2124-2128	116-120	6.300.000	0.00000009	20,999,999.980	99.99999991%
2128-2032	120-124	6.510.000	0.00000005	20,999,999.990	99.99999995%
2032-2036	124-128	6.720.000	0.00000002	20,999,999.995	99.99999998%
2036-2040	128-132	6.930.000	0.00000001	20,999,999.998	99.99999999%

Kaynak: <https://medium.com/alpisik/tagged/bitcoin-blok-%C3%B6d%C3%BCI%C3%BC.>, 2020

Madenciler, Bitcoin örneğinde sepette sırada bekleyen işlemlerden seçim yaparak işe başlamaktadırlar. 1 MB'ı geçmeyecek şekilde işlemleri alırlar. Blok oluşturmak için her

bir işlemin Hash değerini hesaplayıp uygun hesap özetini bulmak için yarışmaktadırlar. Eğer blok oluşturabilirlerse ödül kazanabilmektedirler.

Bitcoin blok ödülü her dört yılda bir yarıya düşmektedir. Bu da madenciliğin daha zor bir iş olması demektir. Tablo 4'te görüldüğü gibi blok ödül miktarı Mayıs 2020'de 6,25 BTC'ye düşmektedir ve 2140 yılında ödül mekanizması sonlanacaktır. Maximum 21 milyon Bitcoin üretilecektir. 16 Nisan 2020'de yaklaşık olarak 18.327.262 adet Bitcoin üretilmiş durumdadır. Bitcoin ilk çıktığından bugüne kadar madenciler %87'sini elde etmişlerdir. Bu tarihten sonra önümüzdeki 120 yıl için ise geri kalan %13'ü elde edebileceklerdir. Bitcoin arzının büyük çoğunluğunun tamamlanması, ödüllerinin azalması, madenci sayısının her geçen gün artması Bitcoin elde etme maliyetlerini arttırmıştır.

Madenciliğin maliyetinin önemli bir kısmını ise elektrik maliyetleri oluşturmaktadır. Tablo 5'te ülkelerin elektrik tüketimine göre bir birim bitcoin'in maliyeti verilmiştir.

Tablo 5: Ülkelerin Elektrik Tüketimine Göre Bir Birim Bitcoin'in Maliyeti

Ülke Adı	Birim Bitcoin Maliyeti	Ülke Adı	Birim Bitcoin Maliyeti	Ülke Adı	Birim Bitcoin Maliyeti
Arnavutluk	\$3.894	Hindistan	\$3.274	Papua Yeni Gine	\$9.913
Amerikan Samoası	\$10.706	Endonezya	\$4.329	Paraguay	\$3.140
Arjantin	\$4.560	İran	\$3.217	Peru	\$4.150
Avusturalya	\$9.913	Irak	\$6.543	Filipinler	\$7.137
Bahreyn	\$16.773	İrlanda	\$11.103	Polonya	\$6.931
Bangladeş	\$2.379	İsrail	\$6.087	Portekiz	\$10.825
Belarus	\$2.177	İtalya	\$10.310	Romanya	\$5.698
Belçika	\$13.482	Jamaika	\$7.867	Rusya	\$4.675
Bosna Hersek	\$4.084	Japonya	\$8.723	Ruanda	\$8.922
Brezilya	\$6.741	Ürdün	\$9.913	Suudi Arabistan	\$3.172
Brunei	\$4.758	Kazakistan	\$2.835	Sırbistan	\$3.133
Bulgaristan	\$4.362	Kiribati	\$12.966	Singapur	\$5.936
Kamboçya	\$8.327	Kosova	\$3.133	Slovakya	\$4.746
Kanada	\$3.965	Kuveyt	\$1.983	Slovenya	\$7.645
Şili	\$9.120	Laos	\$4.845	Solomon Adaları	\$16.209
Çin	\$3.172	Letonya	\$7.122	Güney Afrika	\$5.948
Kolombiya	\$7.157	Lihtenştayn	\$8.164	Güney Kore	\$26.170
Cock Adaları	\$15.861	Litvanya	\$5.155	İspanya	\$11.103
Hırvatistan	\$5.551	Lüksemburg	\$7.693	Sri Lanka	\$11.630
Curaçao	\$11.896	Makedonya	\$3.914	Surinam	\$2.956
Kıbrıs	\$8.723	Malezya	\$5.147	İsveç	\$4.746
Danimarka	\$14.275	Malta	\$6.079	İsviçre	\$7.494
Mısır	\$3.172	MarshallAdaları	\$14.751	Tahiti	\$11.103

Tablo 4'ün Devamı

Ülke Adı	Birim Bitcoin Maliyeti	Ülke Adı	Birim Bitcoin Maliyeti	Ülke Adı	Birim Bitcoin Maliyeti
Estonya	\$5.551	Meksika	\$7.645	Tayvan	\$3.774
Etiyopya	\$2.855	Moldova	\$4.651	Tayland	\$4.943
Fiji	\$5.155	Karadağ	\$6.384	Tonga	\$14.671
Finlandiya	\$7.122	Myanmar	\$1.983	Trinidad ve Tobago	\$1.190
Fransa	\$7.930	Nepal	\$3.569	Türkiye	\$4.984
Gürcistan	\$3.316	Hollanda	\$9.449	Turks ve Caicos A.	\$14.033
Almanya	\$14.275	Yeni Zelanda	\$7.593	Tuvalu	\$14.493
Cebelitarık	\$5.710	Nikaragua	\$8.613	Uganda	\$7.637
Yunanistan	\$9.120	Nijerya	\$5.321	Ukrayna	\$1.852
Guyana	\$10.627	Niue	\$17.566	Birleşik Arap Emir.	\$3.569
Hong Kong	\$7.930	Norveç	\$7.784	Birleşik Krallık	\$8.402
Macaristan	\$5.365	Pakistan	\$7.137	ABD	\$4.758
İzlanda	\$4.746	Palau	\$9.053	Uruguay	\$8.723
Özbekistan	\$1.788	Venezuela	\$531	Samoa	\$12.689
Vanuatu	\$13.085	Vietnam	\$4.717	Zambiya	\$3.569

Kaynak: <https://www.marketwatch.com/story/heres-how-much-it-costs-to-mine-a-single-bitcoin-in-your-country-2018-03-06>, 2018

Madenciliğin maliyetinin önemli bir kısmını ise elektrik maliyetleri oluşturmaktadır. Tablo 5’teki bu rapor, AntMiner S9, AntMiner S7 ve Avalon 6 isimli özel madencilik makineleri modellerine dayanarak hazırlanmıştır. Mayıs 2018’de maliyet, Türkiye’de 4.984 USD iken ABD’de 4.758 USD’dir. Almanya’da 14.275 USD iken Venezuela’da 531 USD’dir. Elektrik fiyatlarının aynı olduğu kabul edilirse, 20 Nisan 2020 günü için 1 Bitcoin’in borsa değeri yaklaşık 7.092 USD olduğundan Almanya’da Bitcoin madenciliği yapmak karlı görünmemektedir. Hatta Mayıs 2020 itibariyle ödüllerin yarı yarıya düşmesiyle (Mevcut madenci sayısı sabit kalması durumunda) getiriler yarı yarıya düşeceğinden Türkiye’de de Bitcoin madenciliğinden getiri elde etmek pek mümkün görünmemektedir.

Şekil 4’te ise ABD’de Eyalet Başına Düşen Bitcoin Madencilik Maliyetleri verilmiştir.

Şekil 4: ABD’de Eyalet Başına Düşen Bitcoin Madencilik Maliyetleri



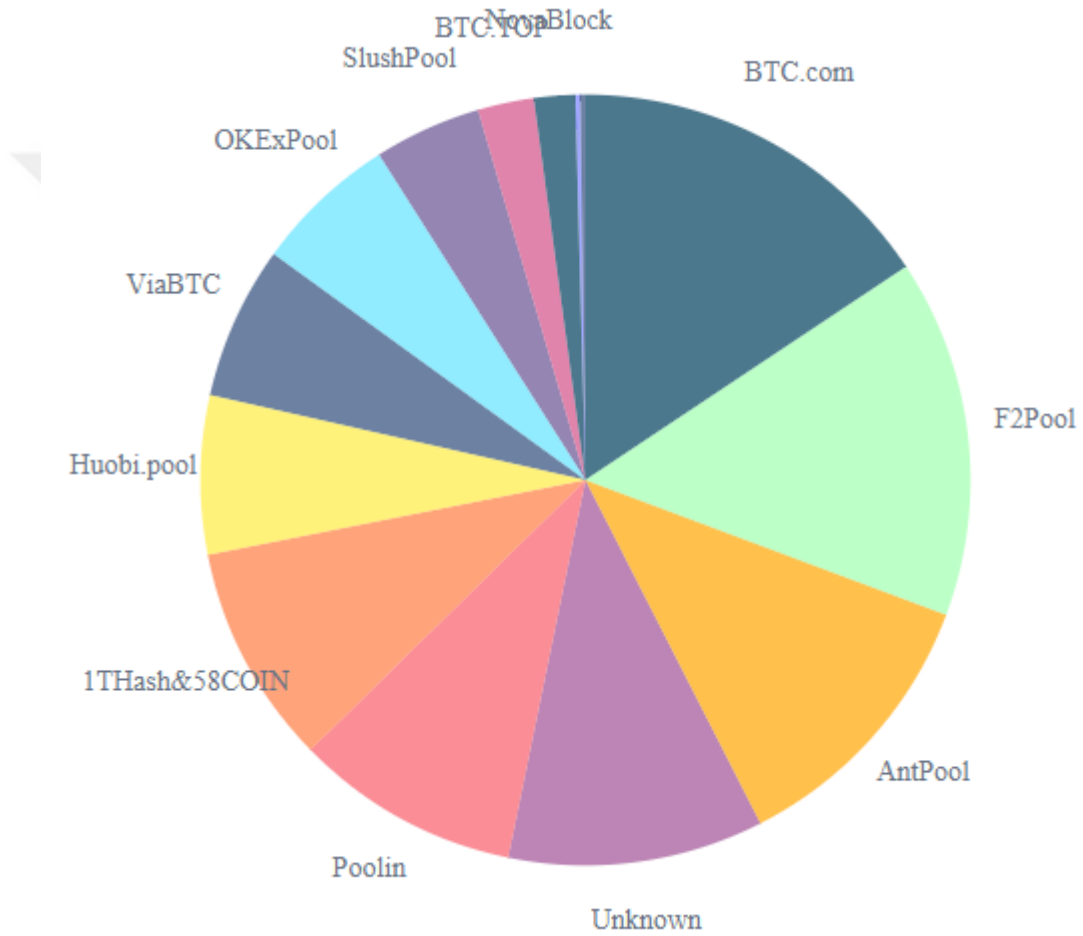
Kaynak: <https://blog.cesco.com/blog/bitcoin-mining-costs-per-state>. 2018

ABD’de eyaletler arasında bile Bitcoin madencilik maliyetleri farklıdır. 22 Ocak 2018 tarihinde yapılan bir araştırma sonucunda, Şekil 4’te görüldüğü gibi Bitcoin maliyeti Louisiana eyaletinde 3.224 USD iken, Hawaii’de 9.483 USD’dir. Elektrik maliyetlerinin bir Bitcoin üretmede çok etkili olduğu görülmektedir. Madencilikte bilgisayarların grafik kartları çok önemlidir. Her bir grafik kart markası farklı elektrik tüketmektedir. Bu tür araştırmalarda çok kullanılan grafik kart markalarının ortalama elektrik tüketimi

alınmaktadır. Ayrıca bazı ülkelerde günün belli saatlerinde farklı birimpara/KW ücret uygulaması vardır. Araştırmalarda bu durumun da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Yapılan bir araştırmaya göre Bitcoin madencileri elektrik ve soğutma maliyetini düşürmek için %74 oranında yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmayı tercih etmektedir (medium.com, 2020).

Şekil 5'te Bitcoin için ilk 11 madenci havuzuna yer verilmiştir.

Şekil 5: Bitcoin İçin İlk 11 Madenci Havuzu



Kaynak: <https://miningpoolstats.stream/bitcoin>. 2020

Şekil 5'e göre dünyada Bitcoin madenciliği yapan en büyük madenci havuzu F2Pool'dur. Bitcoin'de bilinen 52 havuz, Ethereum'da ise 73 havuz vardır. Bilindiğine göre Ethereum Klasik'te 78, Monero'da 57, Litecoin'de 55, Ravencoin'de 53 ve Zcash'de 36 madenci grubu bulunmaktadır.

Şekil 5'e göre madenciler tek başlarına çalışma yaptıkları gibi bazıları gruplar halinde madencilik yapmaktadırlar. Bu gruplara "Madenci Havuzu" denmektedir. Bu grupların

üyeleri farklı ülkelerden olabilmektedir. Her katılımcı, kendi Hash gücü kadar verilen ödülünden pay almaktadır. Madenci grupların çoğalması, Blokzincir'deki merkezi olmama şartına karşı bir tehdit oluşturabilmektedir. 2014 yılında Ghash.io adlı grup %51'e ulaşarak Blokzincir üzerinde tehdit oluşturmuştur (Çakmak, 2019).

Madencilerin bir başka masrafı da ASIC (Application-Specific Integrated Circuit) denilen madencilğe özel bütünleşmiş devrelerdir. Buna karşılık Türkçe olarak UYED (Uygulamaya Özel Entegre Devreler) kısaltması kullanılabilir. Bunlara sadece madencilik için hazırlanmış bilgisayarlar denilebilir. Çin'de üretilen bir ASIC makine Çin içerisinde ucuzken Türkiye'ye getirildiğinde vergiler eklendikten sonra oldukça pahalı olabilmektedir. Bazı kripto paralar üretilmeleri için ASIC gerektirmeyen yapıları tercih edip madencilik maliyetlerini kısmışlardır.

Cihazları çalıştıracak yeri olmayanlar için 'Bulut Madencilği – Cloud Mining'' vardır. Burada madencilik yapmak isteyen kişi, bulut madencisi bir şirketin hissesini ya da bir işlem gücü paketi satın alarak yatırımda bulunabilmektedir.

Blok ödülünün yarılanmasıyla madencilerin kar etmesi zorlaşabilmektedir. UYED cihazları ucuza mal edebilen, soğuk iklimde madencilik yapabilen ve yenilenebilir enerji kullanabilenlerin kar ve zarar durumları elbette farklılık gösterebilmektedir.

1.2.5. Çatallanma, Öksüz Blok, Dağıtık Kayıt Sistemi

Bir Blokzincirin iki zincire bölünmesine ''Çatallanma – Forking'' denir. Çatallanma anına kadar bu iki Blokzincirin geçmişi aynıdır. Çatallanmadan sonra her biri bağımsız olarak yoluna devam etmektedir.

Düğümmler tarafından yapılan ve Blokzincirin kurallarını değiştiren protokol güncellemelerine '' Sert Çatallanma – Hard Forking'' adı verilmektedir. Her bir düğüm yeni protokole uymak için yazılımını güncellemek zorundadır. Yoksa eski protokole devam ederler. Yeni bir protokol yeni bir kripto paranın ortaya çıkmasına neden olabilir.

Düğümmler tarafından Blokzincirin kurallarını sınırlayan protokol güncellemelerine ''Yumuşak Çatallanma – Soft Forking'' adı verilmektedir. Buradaki düğümmlerin yazılımlarını güncellemeleri gerekmemektedir. Blokzincir bölünmesi görülebilir ama bu durum geçicidir (medium.com, 2020).

Çatallanma, her zaman bölünme getirmeyebilir. Bazen deneme amaçlı bazen ise güncelleme yapmak için yapılabilmektedir. Çoğu zaman bir kripto para hakkında kullanıcılar, madenciler, programı geliştirenler, borsalar farklı düşünebilmekte ve bu nedenle çatallanma görülebilmektedir (kriptom.com,2020).

Birçok Madenci, blok zinciri oluştururken bazen aynı anda blok üretirler. Bu durumda farklı zincirler ortaya çıkmaktadır. Farklı bloklardan en zor elde edilen blok seçilerek diğerleri iptal edilir. Bu zincirlerden iptal olacak zincir veya zincirlere verilen ada Öksüz Blok (Orphan Block) denmektedir. Bitcoin’de iptal edilen blok sahibi madenciler ödül alamamaktadır. Ethereum’da bu durum Amca Blok (Uncle Block) olarak adlandırılmakta ve her bir Amca Blok üreticisi işlem bedeli ve işlem ödülü alabilmektedir (bfmedia.io, 2020).

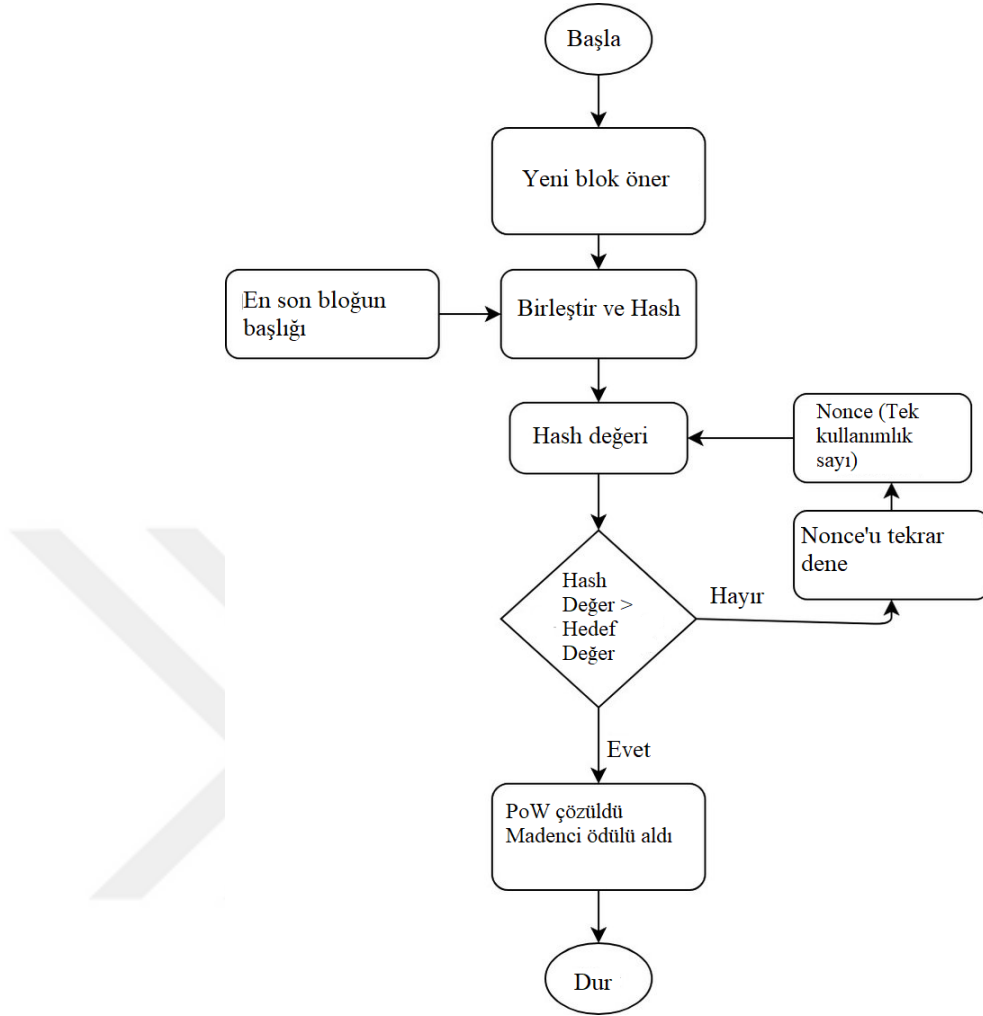
Öksüz bloklar belli bir işlemten sonra iptal edileceğinden, Bitcoin’in satın alma ve satma işlemlerinde doğrulama için, işlem yapıldıktan sonra 5-6 işlem daha yapılmasını beklemek gerekmektedir.

1.2.6. İş İspatı (PoW) ve Pay İspatı (PoS)

İş ispatı (PoW – Proof of Work) ve pay ispatı (PoS – Proof of Stake) Blokzincir’de meydana gelecek değişikliklerin kimin tarafından yapılacağını belirten kurallar algoritmasıdır. Bitcoin gibi bazı kripto paralar PoW tercih ederken, bazı kripto paralar ise PoS tercih etmektedir.

Bitcoin sisteminin çalışmasını sağlayan PoW, bilgisayarlar arasında hangi verinin hangi sıra ile bloklara kaydolacağını karara bağlayan mekanizmaya verilen isimdir. Diğer bir deyişle işlemlerin bloklar halinde gruplanmasını ve blokların birbirine zincirlenmesini sağlamaktadır. Şekil 6’da PoW – İş İspatı Algoritması görülmektedir.

Şekil 6: PoW – İş İspatı Algoritması



Kaynak: Ghimire S. Ve Selvaraj H., 2018

Bitcoin sisteminin çalışmasını sağlayan PoW, bilgisayarlar arasında hangi verinin hangi sıra ile bloklara kaydolacağını karara bağlayan mekanizmaya verilen isimdir. Diğer bir deyişle işlemlerin bloklar halinde gruplanmasını ve blokların birbirine zincirlenmesini sağlamaktadır.

Şekil 6’da anlatıldığı gibi, PoW’da bilgisayarın ilgili işi yaptığını ispatlaması için bir matematiksel problem ya da bulmaca verilmektedir. SHA-256 için zor olarak üretilen ve kriptografik bir şifre olan “Hash” değerinin belli bir aralıkta olması zorunluluğu matematiksel problem olarak madenciye verilir. Madenci tek kullanımlık sayılar yani Nonce’lar kullanarak Hash değeri bulmaya çalışır. Bulduğunda iş ispatı yapılmış olmaktadır. Nonce adlı değişken aslında rastgele bir sayıdır ve problemin diğer üçayağı olan tarih damgası, bloğa eklenmesi önerilen işlemlerin özeti ve bir önceki bloğun

kimliği ile birleşerek Hash'i meydana getirmektedir. Zorluk derecesi madenci sayısına göre değişmektedir. Eğer madenci sayısı çok ise zorluk fazla, eğer madenci sayısı az ise zorluk azdır. Böylece sistemde her zaman işlem yapacak madencinin kalması sağlanmaktadır.

PoS'ta ise bir madenci ne kadar çok kripto para hissesine sahipse, o kadar fazla iş alabilmektedir. Bu tamamen rassal olduğundan hisse oranı önemlidir. Bu yöntemde ödül yoktur ancak para basma vardır. Parayı basan Oluşturucu, paranın sahibi olmaktadır. Bu tür madencilere “Oluşturucu – Validator – Forger” denilmektedir. Bu yöntemde ise madencilikten daha ziyade para basma işi (Forging – Minting) denilmektedir. Blok eklendiğinde, Oluşturucu kendi pay miktarıyla orantılı olarak blok komisyonu almaktadır.

PoS için pahalı bir donanıma gerek yoktur. Dizüstü bilgisayar yeterlidir. PoS yöntemi PoW yöntemine göre daha az enerji kullanmaktadır. PoS Sistemi'nin de bazı riskleri vardır. Enerji tüketimi az olmasına rağmen işlerin devamlı aynı kişilere verilme ihtimali yüksektir. Böylelikle bu kişiler aşırı pay sahibi olarak sistemi %51 saldırı tehdidine maruz bırakabilmektedir.

1.3. Bitcoin

2009 yılında Satoshi Nakamoto tarafından bir ödeme sistemi olması, nakit paranın insanlara ve kurumlara sağladığı faydaları internet ortamında dijital olarak, anlık ve maliyetsiz olarak sağlaması için çıkarılan bilgisayar programı şifreleri ve ilk kripto paradır. Sembolü BTC veya XBT'dir. Bir Bitcoin'in 100 milyonda birine satoshi, milyonda birine bit denir. Gönderilebilecek en küçük miktar bir satoshi'dir (teknolojivefinans.com, 2020).

Bitcoin'in fiyatındaki artış miktarı, 2016'dan 2017 yılına kadar yaklaşık %1342 (Yüzde bin üç yüz kırk iki) olmuştur. Böylesine bir artış, doğal olarak herkesin Bitcoin'i ve kripto paraları merak etmesine neden olmuştur. 2012 yılında 10.000\$'lık Bitcoin yatırımı yapan bir kişinin 2020 Nisan ayında 1 milyon doları olmuştur.

Grafik 4'de 2015 ile 2020 yılları arasında Bitcoin'in USD cinsinden ortalama fiyat grafiği verilmiştir.

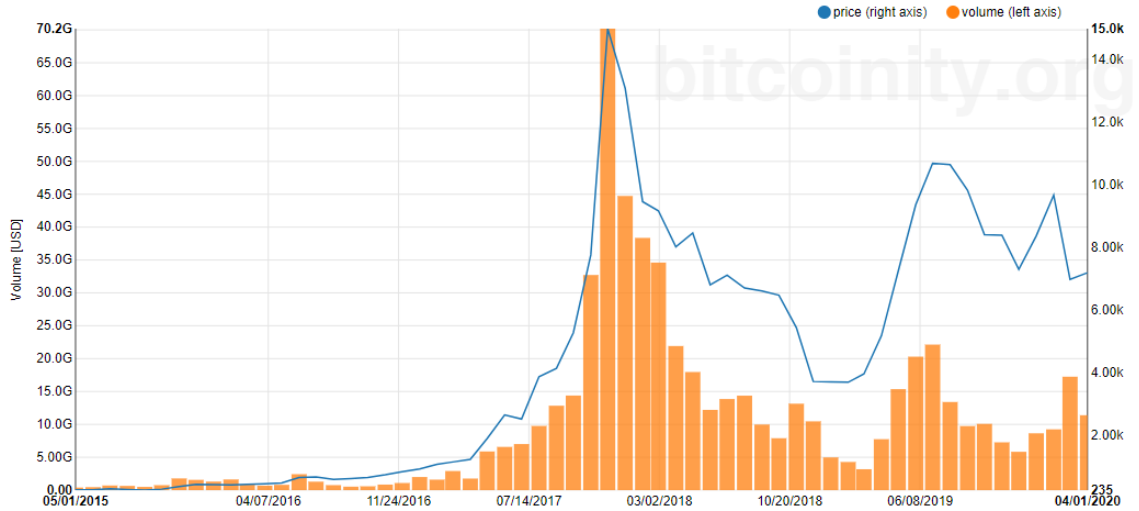
Grafik 4: Bitcoin'in USD Cinsinden Ortalama Fiyatı (2015-2020)



Kaynak: <https://tr.tradingview.com>., 2020

Grafik 4'e göre 2017 yılının ikinci yarısından sonra Bitcoin'de zaman zaman ciddi fiyat artışları gözlemlenmiştir. Grafik 5'te 2015 ile 2020 yılları arasında Bitcoin'in USD cinsinden fiyat ve işlem hacmi grafiği verilmiştir.

Grafik 5: Bitcoin'in Fiyat – İşlem Hacmi İlişkisi (2015-2020)



Kaynak: <https://data.bitcoinity.org>, 2020

Grafik 5'e göre 2015-2020 yıllarında fiyat ve işlem hacmi arasında pozitif korelasyon görülmektedir.

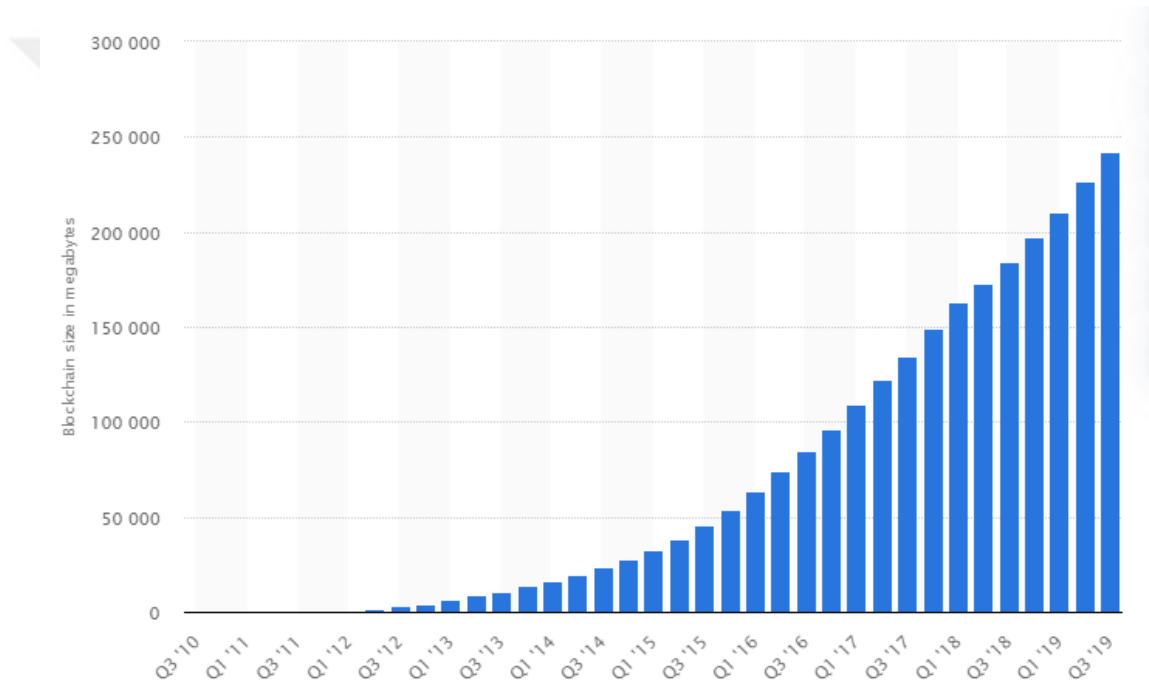
Bitcoin, 24 Şubat 2020 itibariyle yaklaşık 5140 kripto paranın yer aldığı \$279.910.532.157 lık Pazar kapitalizasyonunun \$176.180.954.513 ile %63'üne liderlik etmektedir (coinmarketcap.com, 2020).

2017 yılı Bitcoin için zirve yılıdır. 1 Ocak 2017 tarihinde 1 Bitcoin 998 USD'dir. Nisan ayı itibariyle artmaya başlayıp, 17 Aralık 2017 günü 20.086 USD ile zirve yapmıştır. Bir yıl içinde yaklaşık 20 kat değer artışı kaydedilmiştir.

Zamanla Bitcoin'deki anlık ve maliyetsiz transfer zorlaşmaya başlamıştır. Artan işlem hacmi bu iki amaçtan sistemi uzaklaştırmaktadır. Özellikle günümüzde işlem maliyetleri ve bekleme süreleri artış göstermiştir. Visa sisteminde saniyede 24.000 işlem yapılırken, Bitcoin transferinde ise saniyede 4-5 işlem yapılabilir.

Grafik 6'da 2010-2019 yılları arasındaki Bitcoin için blokzincir boyutu verilmiştir.

Grafik 6: Bitcoin için Blokzincir Boyutu (2010-2019)



Kaynak: [statista.com/statistics](https://www.statista.com/statistics)

Grafik 6'da görüldüğü gibi Bitcoin verilerinin toplam kapladığı alan her geçen gün artarak 2019 yılının 3. Çeyreğinde 250 GB'a ulaşmıştır. Mart 2020 tarihinde ise 265 GB'a ulaşmıştır (blockchain.com, 2020).

Google trends, bir kelimenin veya kelime grubunun zaman içinde ne sıklıkla arandığını ve kelimeye karşı çevrimiçi ilgiyi gösteren bir servistir. Bu servis sayesinde gün içindeki popüler aramalar görülebilmektedir. Ayrıca belirtilen anahtar kelimeler ile arama yapılarak; belirtilen tarih aralığına göre hangi dönemlerde ilgili kelimenin daha çok aratıldığı da istatistiksel olarak görüntülenebilmektedir. Sayılar, arama ilgisini

belirli bir bölge ve zaman için grafikteki en yüksek noktayla göreceli olarak göstermektedir. 100 değeri, terimin en yüksek popülerliğe sahip olmasıdır. 50 değeri, terimin bunun yarısı kadar popüler olduğu anlamına gelmektedir. 0 değeri ise bu terim için yeterince veri olmadığı anlamına gelmektedir. Bitcoin'in Google Trends'deki 2015-2020 yılları arasındaki grafiği Grafik 7'de gösterilmiştir.

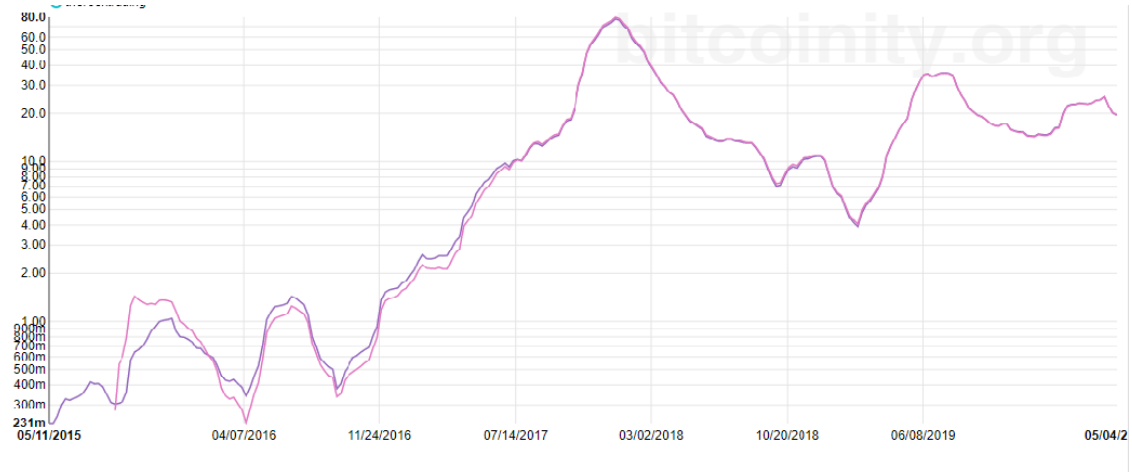
Grafik 7: Bitcoin için Google Trends Grafiği (2016-2021)



Kaynak: trends.google.com.tr/2020

Grafik 7'ye göre 'Bitcoin' kelimesinin en çok arandığı tarihlerde Bitcoin'in fiyatının çok arttığı ya da çok azaldığı görülmektedir. En çok ilginin 17-23 Aralık 2017 tarihlerinde olduğu görülmektedir. Bu tarihlerde Bitcoin, fiyat tarihinde zirve olan 20 bin dolara ulaşmıştır. Grafik 8'de Bitcoin için fiyat volatilitesi grafiği verilmiştir.

Grafik 8: Bitcoin için Fiyat Volatilitesi Grafiği (2015-2020)



Kaynak: data.bitcoinity.org

Grafik 8'de görüldüğü gibi Bitcoin'in yıldan yıla volatilitésinin arttığı dolayısıyla riskinin arttığı görülmektedir. Volatilite, fiyatların 20 bin USD'lere ulaştığı zamanda zirveye ulaşmış ve 3 bin USD'lere indiği zamanlarda son 3 yılın en düşüğüne ulaşmıştır. Tablo 6'da Bitcoin'e ait fiyat geçmişi analizi verilmiştir.

Tablo 6: Bitcoin Tarihindeki Fiyatlar ve Olaylar

Tarih	BTC/ USD	Notlar
Ocak 2009, Mart 2010		Bu dönemde borsanın ve pazarın olmamsıyla beraber, kullanıcılar çoğunlukla hobi amaçlı bitcoin gönderen veya düşük değeri olan kriptopara hayranlarından oluşmuştur. Mart 2010'da, "SmokeTooMuch" kullanıcısı 10.000 BTC'yi 50 \$ karşılığında (birikimli olarak) açık artırmaya çıkarmış ancak alıcı bulunamamıştır.
10 Mayıs 2010	0.01 az	22 Mayıs 2010 tarihinde, Laszlo Hanyecz ilk gerçek dünya işlemini 10.000 BTC için Florida, Jacksonville'de iki pizza satın alarak gerçekleştirmiştir.
1 Mart 2010	\$0.003	17 Mart 2010'da şimdi kapanmış olan Bitcoinmarket.com borsası, çalışmaya ve işlem yapmaya başlamıştır.
1 Temmuz 2010	\$0.08	Beş gün içinde, fiyat %1000 büyümüş ve 1 bitcoin, 0.008 \$ 'dan 0.08 \$ 'a yükselmiştir.
Şubat 2011, Nisan 2011	\$1.00	Bitcoin, ABD Doları ile eşitlenmiştir.
8 Temmuz 2011	\$31.00	İlk balon yaşanmıştır
1 Aralık 2011	\$2.00	Birkaç ay sonra minimuma inmiştir.
1 Aralık 2012	\$13.00	Bir yıl içinde yavaşça yükselmiştir.
11 Nisan 2013	\$266	Fiyat rallisi başlamıştır. Değer günde %5-10 oranında artmıştır.
13 Mayıs 2013	\$130	Fiyat düşse bile temelde kararlı gözüküştür.
1 Haziran 2013	\$100	Haziran ayında yavaş yavaş 70 dolara düşerken, temmuz ayında 110 dolara yükselmiştir.
29 Kasım 2013	\$350- \$1,242	Ekimden kasıma kadarki periyotta 150–200 dolar arasındayken, 29 Kasım 2013'te 1.242 dolara yükselmiştir.
1 Aralık 2013	\$600- \$1,000	Fiyat önce 600 \$ 'a düşmüş sonra 1000 \$ 'a geri dönmüş, ardından 500 \$ 'a tekrar düşmüştür. En son 650 \$-800 \$ aralığında durulmuştur.
1 Ocak 2014	\$750- \$1,000	Fiyat kısa bir süre 1000 dolara yükselmiş, ardından ayın geri kalanı için 800-900 dolar aralığında seyretnmiştir.
1 Şubat 2014	\$550- \$750	Mt Gox kapatıldıktan sonra fiyat 600-700 dolarların altına düşmüştür.
1 Mart 2014	\$450- \$700	Çin hükümetinin bankaların dijital para borsalarıyla çalışmasını yasaklamak isteyip istemediğine dair belirsizlik nedeniyle fiyat düşmeye devam etmiştir.
11 Nisan 2014	\$340 -\$530	2012-2013 Kıbrıs mali krizinden bu yana en düşük fiyata 11 Nisan'da 03: 25'te ulaşılmıştır.
1 Mayıs 2014	\$440 -\$630	Düşüş trendi önce yavaşlamış ve sonra tersine dönmüştür. Mayıs ayının son günlerinde %30'un üzerinde artmıştır.
1 Mart 2015	\$200 - \$300	Fiyat, 2015'lerin başlarında düşmüştür.

Tablo 6'nın Devamı

Kasım 2015 Başı	\$395 - \$504	2015 rekorunun en yüksek seviyesi 504 \$'dır.
Mayıs, Haziran 2016	\$450 - \$750	Değerde 450 \$ 'dan başlayıp 750 \$' a ulaşan büyük bir artış meydana gelmiştir.
Temmuz, Eylül 2016	\$600 - \$630	Fiyat 600 \$ aralığında sabitlenmiştir.
Ekim, Kasım 2016	\$600 - \$780	Çin Yuanı, ABD Doları karşısında değer kaybettiğinden ötürü bitcoin 700'lerin üstüne çıkmıştır.
5-12 Ocak 2017	\$750 - \$920	Fiyat bir hafta içinde % 30 düşerek bir ayın en düşük seviyesi olan 750 \$ 'a ulaşmıştır.
2-3 Mart 2017	\$1,290+	Fiyat, Kasım 2013'ün en yüksek seviyesi olan 1.242 \$ 'ın üzerine çıkmış ve daha sonra 1.290 \$ 'ın üzerinde işlem görmüştür.
1 Nisan 2017	\$1,210\$1,250	Japonya, Bitcoin'i resmi ödeme yöntemi olarak kabul etmiştir.
1 Mayıs 2017	\$2,000	Fiyat 1 Mayıs 2017'de 1.402.03 ABD Doları'na ve 11 Mayıs 2017'de 1.800 ABD Doları'na ulaşarak yeni bir zirveye ulaşmıştır. 20 Mayıs 2017'de bir bitcoin'in fiyatı ilk kez 2.000 ABD Doları'nı geçmiştir.
Mayıs- Haziran 2017	\$2,000- 3,200+	Fiyat 12 Haziran'da tüm zamanların en yüksek seviyesi olan 3.000 \$ 'a ulaştı ve o zamandan sonra yaklaşık 2.500 \$ civarında tutuldu. 6 Ağustos 2017 itibarıyla fiyat 3.270 \$ 'dır.
1 Ağustos 2017	\$4,400	Bitcoin 1 Ağustos'ta, Klasik Bitcoin (BTC) ve Bitcoin Cash (BCH).olarak iki türev dijital para birimine ayrıldı. Bu bölünmeye Bitcoin Cash sert çatalı denmektedir. 5 Ağustos 2017'de bir BTC'nin fiyatı ilk kez 3.000 ABD Doları'nı geçmiştir. 12 Ağustos 2017'de bir BTC'nin fiyatı ilk kez 4.000 ABD Doları'nı geçmiştir. İki gün sonra, bir BTC'nin fiyatı ilk kez 4.400 ABD Doları'nı geçmiştir.
1 Eylül 2017	\$5,000	1 Eylül 2017 tarihinde, bitcoin ilk kez 5.000 ABD Doları'nı kırmış ve 5.013,91 ABD Doları'nı aşmıştır.
12 Eylül 2017	\$2,900	Çin'in şirketlerin ICO'lar vasıtasıyla fon toplamasını yasaklamasından sonra fiyat, sert bir şekilde düşmüştür.
13 Ekim 2017	\$5,600	Çin'deki piyasanın çöküşünün ardından zaman geçtikçe fiyat yükselmiştir.
21 Ekim 2017	\$6,180	Çatallar yaklaştıkça fiyat her zaman en yüksek seviyeye ulaşmıştır.
31 Ekim 2017	\$7,300	CME Group, Bitcoin'in vadeli işlemlere açılacağını duyurmuştur.
17-20 Kasım2017	\$7,600-8,100	Bitcoin'deki bu artış, 2017 Zimbabwe darbesi gelişmeleri ile ilgili olabilir.
25 Kasım 2017	\$9,000	Bitcoin ilk kez 9.000 \$ 'ı aşmıştır.
28 Kasım 2017	\$10,00	Bitcoin ilk kez 10.000 doları aşmıştır.
29 Kasım 2017	\$11,00	Bitcoin ilk kez 11.000 doları aşmıştır.
5 Aralık 2017	\$12,00	Bitcoin ilk kez 12.000 doları aşmıştır.
6 Aralık 2017	\$13,00	Bitcoin ilk kez 13.000 doları aşmıştır.
7 Aralık 2017	\$17,00	Bitcoin, ilk kez 23:03'te 17.000 doları aşmıştır.

Tablo 6'nın Devamı		
8 Aralık 2017	\$18,00	Bitcoin, ilk kez 00:28'de 18.000 doları aşmıştır.
8 Aralık 2017	\$14,27	Bitcoin fiyatı tarihsel olarak 14.000 dolara düştü, ancak daha sonra aynı gün 16.250 dolara ulaşmıştır.
11 Aralık 2017	\$14,27	Chicago (CBOE) borsasında Bitcoin vadeli işlemleri başlamıştır.
15 Aralık 2017	\$17,90	Bitcoin fiyatı 17.900 \$ 'a ulaşmıştır.
22 Aralık 2017	\$13,80	Bitcoin fiyatı 24 saat içinde değerinin üçte birini kaybederek 14.000 \$ 'ın altına düşmüştür.
5 Şubat 2018	\$6,200	Bitcoin'in fiyatı 16 günde yüzde 50 düşerek 7.000 doların altına düşmüştür.
31 Ekim 2018	\$6,300	Fiyat, tarihsel olarak düşük volatilité dönemiyle 6.000 doların üzerinde sabit kalmıştır.
14 Kasım 2018	\$5,590	6000 doların altına düşmüştür.
24 Kasım 2018	\$3,778	4.000 \$ 'ın altına düşmüştür.
29 Kasım 2018	\$4,333	Bitcoin fiyatı 4.300 \$ 'a ulaşmıştır.
4 Ocak 2019	\$3,820	2019'un başından beri Bitcoin düşmeye devam etmiştir.
7 Şubat 2019	\$3,399	2019'un ilk çeyreği için en düşük maliyet göstergesi olmuştur.
24 Şubat 2019	\$4,199	Bitcoin büyümeye başlamıştır.
4 Nisan 2019	\$5,256	Ani sıçrayış meydana gelmiştir.
29 Mayıs 2019	\$8,721	Bitcoin fiyatı artmaya devam etmiştir. Bu dönemde uzmanlar, 2017'deki gibi Bitcoin fiyatının yükseleceğini tahmin etmişlerdir.
4 Haziran 2019 Salı	\$7,750	Bitcoin fiyatı % 10'dan fazla düşmüştür.
15 Haziran 2019	\$8,700	BTC'nin fiyatı 8.000 doların üzerine çıkmıştır. Uzmanlar 2015 modelinin tekrarlandığını iddia etmişlerdir.
16 Haziran 2019	\$9,311	Maksimum 9000 dolar civarında seyretmiştir.
22 Haziran 2019	\$10,73	Bitcoin 10.000 doları geçmiştir.
26 Haziran 2019	\$12,63	Bitcoin 13.000 dolara yaklaşmıştır. Uzmanlar bunu kripto paraların, blok zinciri endüstrisinin gelişmesine ve kripto para Libra'nin piyasaya sürülmesine bağlamıştır.
30 Temmuz 2019	\$9,607	Temmuz boyunca Bitcoin fiyatı 12.500 dolar ile 9.300 dolar arasında dalgalanmıştır.
24 Eylül 2019	\$8,370	Bu zamana kadarki yükseliş ve düşüşlerden sonra fiyat 8000 dolara kadar düşmüştür.
17 Aralık 2019	\$6,640	Fiyat 6500-7500 dolar arasında dalgalanmıştır.

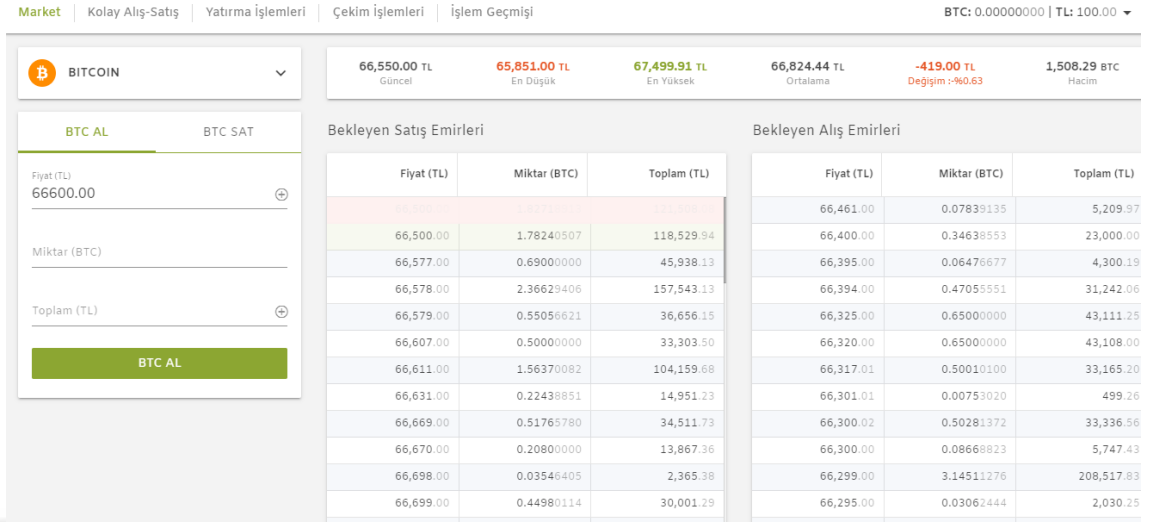
1.3.1. Bitcoin Alma Yöntemleri

Bitcoin her ne kadar dijital para olsa da alım satımı bir emtia gibi olmaktadır. Dünyanın her yerinden internet vasıtasıyla, diğer kripto paralar gibi Kripto Para İşlem Platformları'ndan (KPIİP) alınabilmektedir. KPIİP'ler döviz büroları gibi, kişilerin birbirleriyle Bitcoin ve altcoinler alıp satabildikleri digital (online) pazarlardır. Kripto para pazarları, devletler tarafından regüle olmadığından borsalarda ve bankalarda olduğu gibi yasal güvence altında değildir.

Bitcoin almak için öncelikle Bitcoin alınacak siteye üye olunarak hesap açtırılır. Bu sitelerin bazıları alıcıya cüzdan vermektedir. Bazıları ise sadece satış yaptığından cüzdan açmamaktadırlar. Eğer cüzdan vermeyen bir siteye üye olunursa, cüzdana ait adres bilgisi istenmektedir. Sonrasında sitedeki kimlik doğrulama sürecinin tamamlanması gerekmektedir. Burada site sahipleri kara para aklama suçuna karşı kişilerin bilgilerini almak istemektedirler. Genellikle kimlik belgesi ve güncel resim verilmesi istenmektedir. Siteye üye olunduktan ve kimlik doğrulama yapıldıktan sonra istenilen miktarda para EFT ya da kredi kartı yoluyla kişilerin hesabına transfer edilmektedir. Kişinin hesabında yeterince para bulunuyor ise kripto para alma işlemine geçilebilmektedir. Bazı siteler anlık fiyattan alışverişe izin verirken bazıları ise alım-satım emrine izin verebilmektedir (Aksoy, E. 2018).

Şekil 7'de bir Bitcoin satış sitesi arayüzü örnek olarak verilmiştir.

Şekil 7: Bir Bitcoin Satış Sitesi Arayüzü



Kaynak: paribu.com

Günlük işlem hacmi 100 milyon USD'nin üzerinde olan belli başlı yabancı kripto para borsaları Binance, Coinbase Pro, Huobi Global, Bithumb ve Kraken'dir. Yerli kripto para borsalarına ise BtcTurk ve Paribu örnek verilebilir.

1.3.2. Bitcoin Saklama Yöntemleri

Bitcoin güvenilirdir ve neredeyse zinciri değiştirmek imkânsızdır. Ancak Bitcoin ağının, bitcoin saklamaya hiçbir katkısı yoktur. Günümüzde kimliğini, banka kartını, hesap cüzdanını, şifresini kaybeden veya çaldıran kişinin nüfus müdürlüğüne gitmesi gerekmektedir. Kişinin kim olduğu ispatlandığında tekrar yenisi alınabilmektedir. Böylelikle banka hesabındaki varlıklara tekrar erişilebilmektedir. Bu durum Kripto paralar için geçerli değildir. Kripto paraları saklamaya yarayan cüzdanların gizli anahtarı kaybedilirse yada çalınırsa tüm kripto paralar kaybedilmektedir. Bu durumun geri dönüşü yoktur.

Cüzdanları oluşturmanın ise farklı yolları vardır. Online (Çevrimiçi), Offline (Çevrimdışı), Hardware (Donanım), Paper (Kâğıt) olmak üzere çeşitli cüzdan oluşturma yöntemleri vardır.

Çevrimiçi cüzdan oluşturmak en kolaydır. Üye olunan kripto para sitesi, kripto paraların saklanabileceği bir cüzdan adresi tanımlamaktadır. Bu cüzdanın Açık Anahtar (Public Key) adresi kopyalanıp başkalarından ödeme alınabilmektedir. Ayrıca başkalarına site aracılığıyla ödeme gönderilebilmektedir. Çevrimiçi cüzdanların Gizli

Anahtar'ları (Secret Key) vardır. Bu gizli anahtarlar, cüzdanı oluşturan web sitesinde barındırılmaktadır. Bu durum, siber saldırı riskinden ötürü güvenlik sorunları oluşturabilmektedir. Ya da siteyi yapanların gizli anahtarı kullanarak ilgili cüzdanı boşaltabilme riski mevcuttur. Bu yüzden büyük miktarda kripto para alanların daha güvenilir cüzdanlara sahip olması gerekmektedir.

Kripto para cüzdanının gizli anahtarının kişinin kendi bünyesinde, bilgisayarında ya da cep telefonunda dijital olarak saklanmasına Çevrimdışı (Offline) Cüzdan denilmektedir. Bir program yardımıyla bu işlem sağlanmaktadır. Çevrimdışı cüzdanları kullanırken bilgisayar ya da telefona virüs bulaşmadığından emin olunması gerekmektedir. Bazı çevrimdışı cüzdanlar, kripto paranın kaybolma tehlikesine karşı 20 sözcükten oluşan, Çekirdek (Seed) denilen bir şifre hazırlanmasına izin vermektedir. Bu özel şifreyi bir kâğıda yazarak saklamak ve çaldırmamak gereklidir. IOS işletim sistemine göre, Android işletim sistemine sahip telefonlar saldırıya daha çok açıktır. Cüzdanın oluşturulduğu cep telefonunun ya da bilgisayarın çalınması durumunda, kripto paralara ait gizli anahtarlara tamamen ulaşılabilmesi tehlikesiyle karşı karşıya kalılabilmektedir.

Donanım (Hardware) cüzdanlar, dijital varlıkları korumanın en güvenilir yolu olarak görülmektedir. Bu cihazlar tek bir amaç için üretilmiştir. Amaç, içindeki Bitcoin cüzdanının gizli anahtarının dışarı çıkmasını engellemektir. Cihaz üzerinde kullanacağınız cüzdanın gizli anahtarı, cihazın içerisindeki devreye kayıt olur ve bu bilgi işlem yapılırken dahi bağlanılan bilgisayar ile paylaşılmamaktadır. İlave olarak cihazın üzerindeki tuşlarla PIN kodu belirlenebilir. Bu sayede cüzdanı eline geçiren birinin işlem yapması engellenmektedir. Kripto paralar için cüzdan üreten çok az firma vardır. Bilinenleri Ledger Nano S ve Trezor Wallet markalarıdır. Ledger Nano S, dual çipli bir mimari üzerine kurulmuştur (ST31 / STM32, Sertifika düzeyi: CC EAL5 +). Yazılım kriptografik tasdik ile garantilidir. Üzerinde 4 haneli PIN kodu gireceğiniz ön bir güvenlik bariyeri vardır. Donanım cüzdanlarda çevrimdışı cüzdanlar gibi çekirdek oluşturarak tüm cüzdanı kurtarabilmek mümkündür. Ancak bu çekirdeği oluşturmak için kullanılan kelimeleri kimse görmemelidir. Yoksa çekirdeği bilen kişi yeni bir cüzdan alıp kelimeleri girebilir.

Kâğıt (Paper) cüzdanların kullanımını sunan web siteleri mevcuttur. Bu sitelerden kâğıt cüzdanlar yapıldıktan sonra, kişiye verilen açık anahtara kripto para transferi

yapıldığında işlem tamamlanmaktadır. Oluşturulan kâğıt cepte ya da kasa da saklanabilir. Başkasına transfer yapılmak istenildiğinde çevrimdışı ya da çevrimiçi bir cüzdan uygulamasına girilerek kripto paralar kullanılabilir. Yalnız bu kâğıtların deforme olması durumunda paralar kaybedilebilmektedir.

Her yöntemin kendine özel avantajları olduğu gibi dezavantajları da vardır. Kripto para kullanım stratejisine göre saklama yöntemi belirlenebilir. Şekil 8’de Bitcoin için kâğıt cüzdan örneği verilmiştir.

Şekil 8: Kağıt Bitcoin Cüzdanı Örneği



Kaynak: bitaddress.org

1.4. Pazar Payı Yüksek Kripto Paralar

Bitcoin’in başını çektiği kripto para ekosistemine her geçen gün yeni kripto paralar eklenmektedir. Tablo 7’de kripto para evrenindeki ilk 17 kripto para gösterilmiştir.

Tablo 7: Pazar Payı En Yüksek 17 Kripto Para

	İSİM	PAZAR DEĞERİ	FİYAT	İŞLEM HACMİ (24 SAAT)	ARZ MİKTARI
1	Bitcoin	\$173.431.410.461	\$9.431,27	\$32.673.202.102	18.388.968 BTC
2	Ethereum	\$24.557.583.485	\$220,97	\$12.114.492.640	111.133.887 ETH
3	Tether	\$8.824.429.892	\$1,00	\$36.389.216.635	8.798.069.379 USDT
4	Ripple	\$8.755.167.410	\$0,198472	\$1.469.481.617	44.112.853.111 XRP
5	Bitcoin Cash	\$4.392.472.965	\$238,45	\$3.315.837.251	18.420.681 BCH
6	Bitcoin SV	\$3.508.820.213	\$190,50	\$1.543.511.274	18.419.296 BSV
7	Litecoin	\$2.897.615.360	\$44,69	\$2.625.753.979	64.841.110 LTC
8	Binance Coin	\$2.651.060.342	\$17,04	\$301.467.246	155.536.713 BNB
9	EOS	\$2.437.472.492	\$2,61	\$1.992.639.034	933.047.727 EOS
10	Tezos	\$2.050.166.480	\$2,88	\$98.088.779	712.102.466 XTZ
11	Cardano	\$1.684.726.331	\$0,064979	\$378.324.222	25.927.070.538 ADA
12	Chainlink	\$1.395.507.576	\$3,99	\$327.804.084	350.000.000 LINK
13	Stellar	\$1.374.626.712	\$0,067865	\$438.439.990	20.255.423.084 XLM
14	CryptocomCoin	\$1.372.513.477	\$0,080025	\$28.714.835	17.151.141.553 CRO
15	Unus Sed Leo	\$1.182.516.384	\$1,18	\$12.108.545	999.498.893 LEO
16	Monero	\$1.163.814.867	\$66,21	\$91.136.217	17.578.411 XMR
17	TRON	\$1.001.250.045	\$0,015015	\$1.363.812.098	66.682.072.191 TRX

Kaynak: coinmarketcap.com

Tablo 7'ye göre pazar payı en yüksek kripto para Bitcoin'dir. 30 Mayıs 2020 tarihi itibarıyla 5530 kripto para piyasada işlem görmektedir. Bunlar içinde Pazar kapitalizasyonu en yüksek ve hacmi 1 milyar USD'nin üzerinde olan 17 kripto para sırasıyla Bitcoin, Ethereum, Tether, Ripple, Bitcoin Cash, Bitcoin SV, Litecoin, Binance Coin, EOS, Tezos, Cardano, Chainlink, Stellar, Crypto.com Coin, UNUS SED LEO, Monero ve TRON'dur. Araştırmanın bu bölümünde devam eden kısımda bunlardan bazıları incelenmiştir.

1.4.1. Ethereum

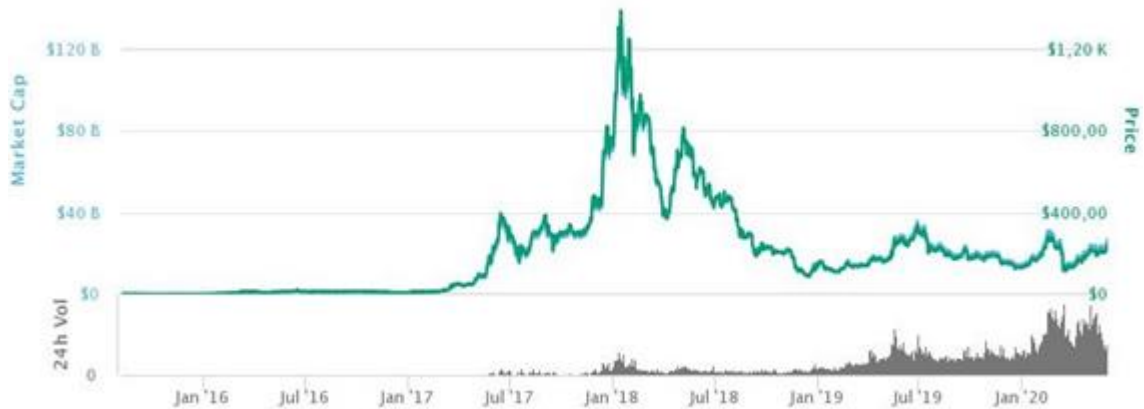
Ethereum, 2013 yılının sonlarında kripto para araştırmacısı ve programcısı Vitalik Buterin tarafından bir rapor ile tanıtılmıştır. Gerekli fonu temin ettikten sonra sistem 30 Temmuz 2015 tarihinde 11,9 milyon coin ile çalışmaya başlamıştır. Dijital paralar dışında da blok zincir teknolojisinin kullanılabileceğini ilk ifade eden platform Ethereum'dur. İnsanların Ethereum platformunu kullanarak kendi aralarında 'Akıllı Kontratlar' yapmalarına olanak sağlamaktadır. Ethereum, açık kaynaklı, kamuya açık, zincirleme modeli merkezli hesaplama platformu ve akıllı kontrat protokolü özelliğini

sağlayan işletim sistemidir. Birçok kripto para Ethereum altyapısını kullanmaktadır. Ethereum programlanabilir, yani geliştiriciler bunu yeni uygulama türleri oluşturmak için kullanabilirler (ethereum.org, 2020).

Platformun kurduğu kripto para ise ‘Ether – ETH’ olarak bilinmektedir. Bitcoin’in en iyi alternatifidir. 2016 yılında, DAO (Decentralized Autonomous Organization - Merkeziyetsiz Otonom Kuruluşlar) projesinin çöküşünün sonucu olarak sert çatallanma ile beraber ETH ve ETC olarak ikiye ayrılmıştır. Kullanılan programlama dilleri Go, C++ ve Rust’dır. Microsoft, IBM, ING Bank ve JP Morgan gibi dev firmaların yer aldığı Kurumsal Ethereum Birliği (Enterprise Ethereum Alliance – EEA) adında bir platform tarafından desteklenmektedir. EEA gibi blockchain konusunda çalışan diğer kurumlar R3 Konsorsiyumu, Digital Asset Holdings ve Hyperledger Projesi’dir (entethalliance.org).

Grafik 9’da Ethereum fiyat grafiği verilmiştir.

Grafik 9: Ethereum Fiyat Grafiği



Kaynak: coinmarketcap.com

Grafik 9’da son 5 yıla ait Ethereum fiyat grafiği verilmiştir. Fiyat tarihi incelendiğinde maksimum 1200 USD’yi test ettiği görülmektedir. Mayıs 2020 itibarıyla 240 USD civarındadır. Ethereum, binlerce kişiye uygulama geliştirme olanağı sunmuştur. 2017 yılında ICO’ların bol miktarda ortaya çıkmaya başlaması Ethereum sayesinde olmuştur denilebilir.

1.4.2. Tether

Tether, 10/6/2014 tarihinde Tether Limited Şirketi tarafından kurulmuştur (tether.to/). Mevcut durumda piyasada Amerikan dolarına endeksli kripto paradır. Volatiliteden yani fiyat volatiliğinden etkilenmemektedir. Sembolü USDT'dir. Grafik 10'da Tether fiyat grafiği verilmiştir.

Grafik 10: Tether Fiyat Grafiği



Kaynak: coinmarketcap.com

Grafik 10'da 2015-2022 yıllarına ait Tether fiyat grafiği verilmiştir. Tarihsel süreçte 1 birim Tether, 1 USD'ye aşağı yukarı eşittir ve sabitlenmiştir. İngiltere ve Japonya kendi para birimlerine endeksli Tether çıkarmayı düşünmektedirler. Mayıs 2020 itibariyle günlük işlem hacmi Bitcoin ile yarışmaktadır. Sembolü USDT'dir.

1.4.3. XRP

Bu kripto paranın özelliklerini anlayabilmek için XRP, Ripple ve RippleNet arasındaki farkın anlaşılması gereklidir. XRP, XRP Ledger adlı dağıtılmış bir defter veri tabanının üstünde bulunan RippleNet adlı bir dijital ödeme platformunda çalışan para birimidir. RippleNet, Ripple adlı bir şirket tarafından işletilirken, XRP Ledger açık kaynaklıdır ve blok zincirine değil, dağıtılmış defter veri tabanına dayanmaktadır. Defteri güncellemek için bankaların kullandığı protokolü kullanmaktadır. 2012 yılında kurulan, Google ve çeşitli bankaların desteklediği bu kripto paranın simgesi XRP'dir.

Ripple'ın kurucuları, 300'den fazla finansal kurum ile antlaşma yapmışlardır. Uluslararası yapılan SWIFT işlemlerinin daha hızlı, daha güvenilir ve daha ucuz

Grafik 12: Bitcoin Cash Fiyat Grafiği



Kaynak: cointelegraph.com/

Grafik 12’de görüldüğü üzere 12 Kasım 2017 tarihinde Bitcoin Cash’in fiyatı iki kez yükselerek 3000 USD’yi test etmiştir ve bu tarihte Bitcoin’in arkasından en değerli ikinci para birimi olmuştur. Mayıs 2020 itibariyle fiyat 240 USD civarında dalgalanmaktadır.

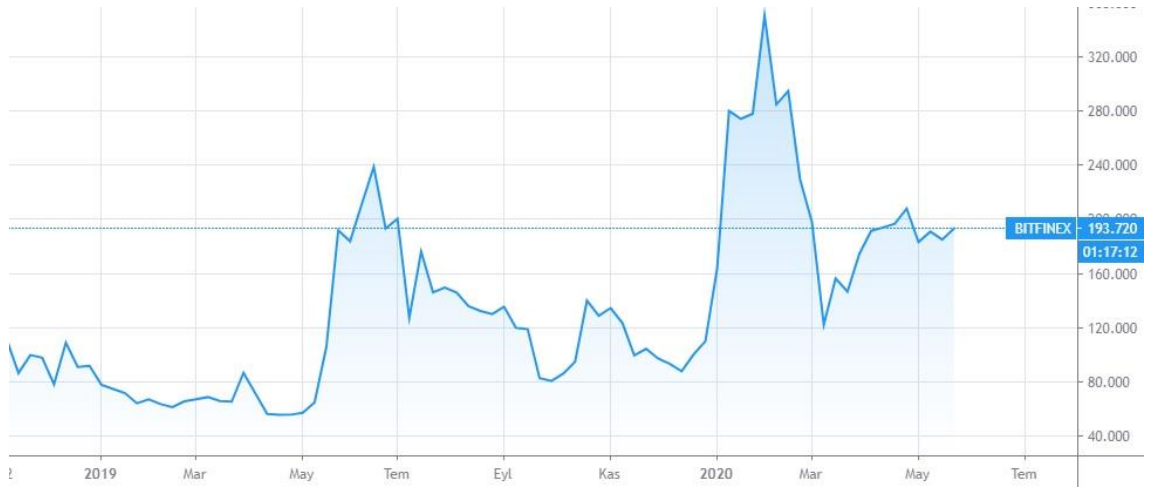
Bitcoin Cash, Bitcoin’in en büyük sorunu olarak gösterilen hız problemine çözüm olarak gelmiştir ve Bitcoin’in SegWit2X çözümünden daha iyi sonuç vermiştir. Bitcoin Cash’te bulunup orijinal Bitcoin’in sahip olmadığı bir başka özellik de, fiyatı istikrarı sağlayan EDA algoritmasıdır (bitcoincash.org).

1.4.5. Bitcoin SV

Bitcoin SV’de (BSV) bulunan SV’nin anlamı Satoşi’nin Vizyonu (Satoshi Vision) anlamına gelmektedir. 15 Kasım 2018’de Bitcoin Cash’i oluşturan topluluk sert çatallama yaparak ikiye bölünmüştür. Öncesinde Bitcoin Cash ağı üzerinde fikirleri olan iki farklı grup bulunmaktaydı. Bitmain’in kurucusu Jihan Wu ve nChain’den Craig Wright arasındaki farklı bakış açıları nedeniyle yeni bir çatallanma meydana gelmiştir. Wright ve destekçileri büyük bir madencilik havuzu olan CoinGreek’in sahibi Calvin Ayre, Bitcoin.org ve Bitcointalk.org’un sahibi olan Cobra tarafından blok boyutu yetersiz bulunmaktaydı. Coinbase, Binance ve CoinEx’in çatallamayı desteklemesiyle zincir bölünmüştür ve Bitcoin SV ve Bitcoin ABC adlı iki farklı ağ ortaya çıkmıştır. Bitcoin ABC baskın zincir haline gelirken, BCH kodunu almıştır (uzmancoin.com).

Blok boyutu limiti 128 MB’a yükseltilmiştir. Grafik 13’te Bitcoin SV’nin fiyat grafiği verilmiştir.

Grafik 13: Bitcoin SV Fiyat Grafiği



Kaynak: tradingview.com

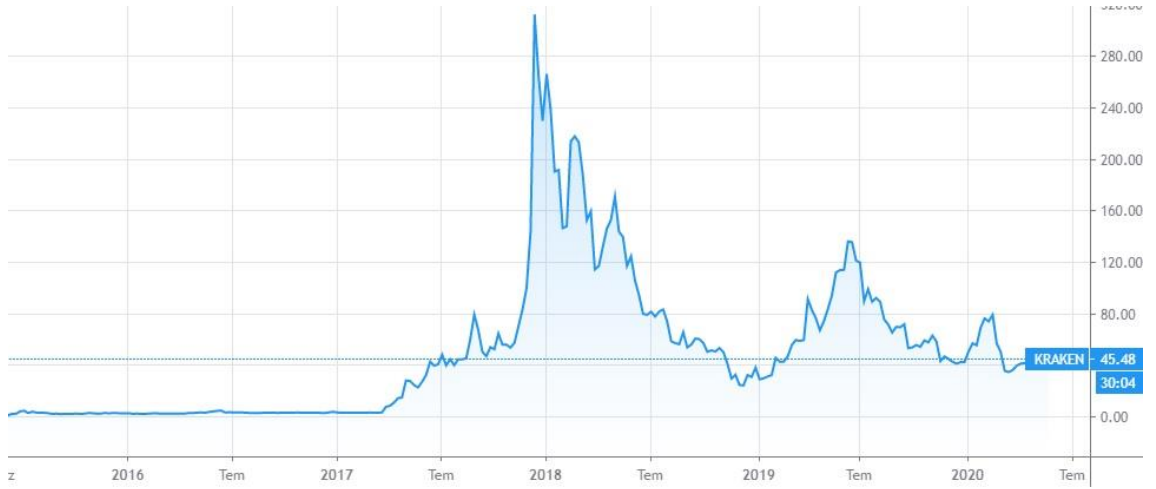
Grafik 13'e göre 2020 yılının ilk çeyreğinde Bitcoin SV'nin değeri zirve yapmıştır. Web sitelerine göre, Bitcoin SV projesi nChain tarafından yapılan geliştirme çalışmaları, CoinGeek Mining tarafından desteklenmektedir (bitcoinsv.com/en).

1.4.6. Litecoin

Litecoin (LTC) 2011 yılında, eski Google mühendisi Charlie Lee önderliğindeki bir grup tarafından Bitcoin'de var olan işlem hızını arttırmak için oluşturulmuş kripto paradır. Litecoin, 7 Ekim 2011'de GitHub'da açık kaynaklı bir istemci aracılığıyla piyasaya sürülmüştür ve Litecoin Ağı, beş gün sonra 13 Ekim 2011'de yayınlanmıştır. Kullanılan karma algoritma, sert kapak, blok işlem süreleri ve birkaç faktör dışında Bitcoin platformuna dayanmaktadır. İşlemler çok hızlı yapılmaktadır. Dezavantajı ise hızından dolayı blok sayısının aşırı artmasıyla bazı blokların sahihsiz kalabilme ihtimalidir.

En eski altcoinlerden biridir. Toplamda 65 milyon LTC mevcuttur. Madenciler için daha az rekabet olduğundan karlı bulunmaktadır. Başlangıçta, Litecoin blok ödülleri 50 Litecoin iken, 2015'te yarıya yani 25 Litecoin'e indirilmiştir. Ödül, 84 milyon Litecoin'e ulaşıldığında 12.5 Litecoin'e düşecektir. Grafik 14'te Litecoin'in fiyat grafiği verilmiştir (litecoin.org).

Grafik 14: Litecoin Fiyat Grafiği



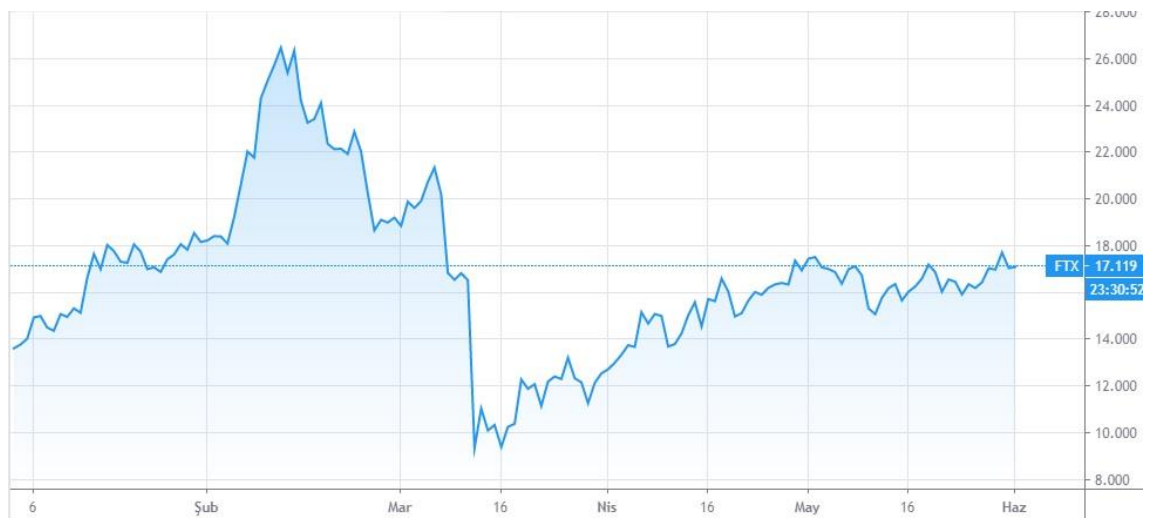
Kaynak: tradingview.com

Grafik 14'e göre 2018 yılının ilk çeyreğinde Litecoin'in değeri zirve yapmıştır. Bu tarihten sonra dalgalanmıştır.

1.4.7. Binance Coin

BNB, Binance Kripto Para Borsası işlemlere başlamadan 11 gün önce 2017'de başlatılmıştır. Başlangıçta Ethereum ağında çalışan bir ERC-20 tokeni olarak sunulmuştur. Toplam arz miktarı 200 milyon token olarak planlanmıştır ve ICO'da 100 milyon BNB olarak satışa çıkmıştır. Bununla birlikte, ERC-20 BNB paraları, Binance Chain mainnet'in piyasaya sürülmesiyle Nisan 2019'da BEP2 BNB ile 1'e 1 oranında değiştirilmiştir. Grafik 15'te Binance Coin'in fiyat grafiği verilmiştir (binance.com).

Grafik 15: Binance Coin Fiyat Grafiği



Kaynak: tradingview.com

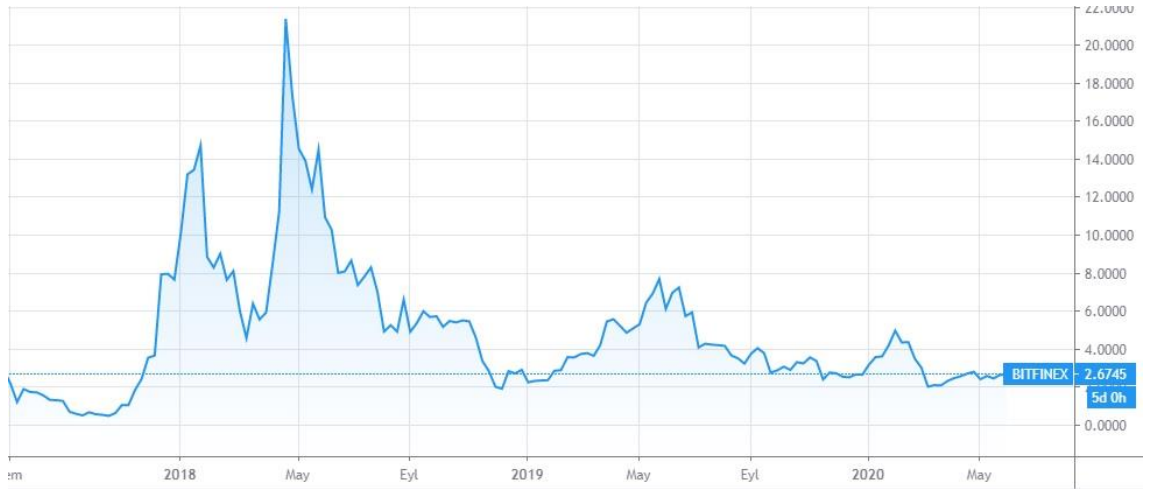
2019 yılının Nisan ayında kendi blokzincir sistemine geçtikten sonra fiyatı zirveye çıkmıştır ve 34 USD'yi test etmiştir. 1 birim Binance Coin, Mayıs 2020 itibariyle 17 USD civarında seyretnmiştir.

1.4.8. EOS

Merkezi olmayan bir işletim sistemidir. Kripto parasının ismi de EOS'dur. Mayıs 2017 yılında özel bir şirket bloğu üzerinden block.one tarafından tanıtılarak, EOS kurulmuştur. Bitshares ve Steem'i kuran Dan Larimer, block.one'un CTO'sudur. Haziran 2018'de şirket EOSIO blockchain protokolünü yayınlamıştır ve o zamandan beri şirketler ve geliştiriciler için kurumsal düzeyde blockchain çözümleri oluşturmak için açık kaynaklı yazılımı geliştirmeye ve optimize etmeye devam etmiştir. Kurulduğu tarihten sonraki 5 gün içinde 200 milyon EOS satıldı. Yılın geri kalanında 700 milyon EOS daha dağıtılmıştır. 100 milyon EOS ise emanet bloğunda tutulmuştur. Bilgi işlem gelirleri EOS sahipleri arasında eşit olarak dağıtılmıştır.

Bu sistemde madencilik farklıdır ve PoW sistemiyle çalışmamaktadır. EOS'ta konsensus mekanizması olarak PoS kullanılmaktadır. Blok üreticileri blokları oluşturmaktadır ve yeni EOS tokenlerinin üretilmesiyle her blok için ödüllendirilmektedirler. Blok üreticileri, toplam yıllık token arzının %5'ten fazla artmasını engelleyen bir sınırlama mekanizmasına tabidir. Her bir EOS token sahibi, blok üreticilerinden EOS'un ideallerine bağlı olmadığını düşündükleri hakkında oy verme gücüne sahiptir. Grafik 16'da EOS'un fiyat grafiği verilmiştir (eos.io).

Grafik 16: EOS Fiyat Grafiği



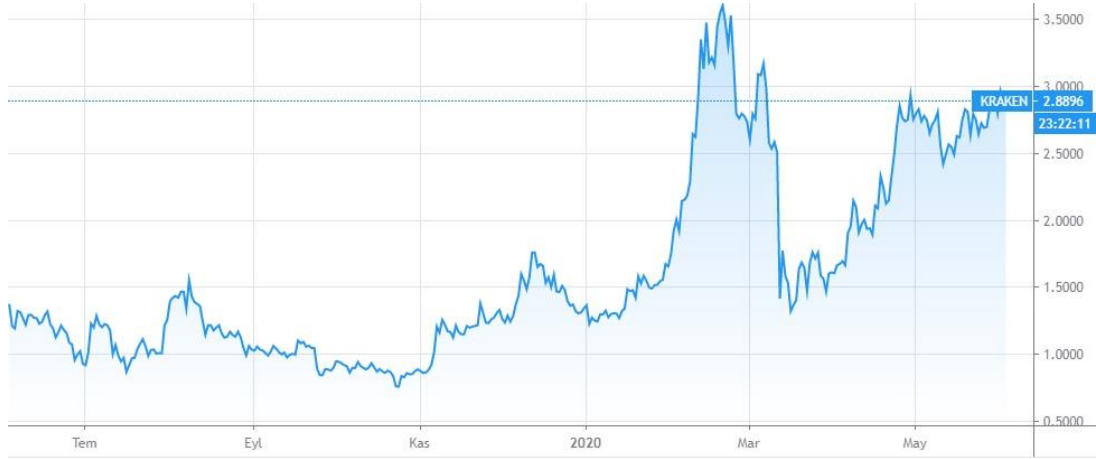
Kaynak: tradingview.com

Grafik 16'ya göre EOS'un fiyatının, 2018 yılının ilk yarısında yükseldiği görülürken bu tarihten sonra dalgalanarak düşüş trendine girmiştir.

1.4.9. Tezos

Tezos (XTZ), merkezi olmayan uygulamaları (DApps) ve akıllı sözleşmeleri destekleyen çok amaçlı bir platformdur. Eski Morgan Stanley analisti Arthur Breitman tarafından, eşi Kathleen Breitman'ın desteğiyle geliştirilmiştir. 2017'de ICO (Initial Coin Offer) olarak 232 milyon dolarlık ilk para teklifini başlatmıştır. ICO'dan bir yıl sonra Tezos, beta ağını Temmuz 2018'de başlatmıştır. Tezos, Tezos protokolünü hibeler ve diğer sermaye araçlarıyla tanıtan İsviçre merkezli bir kuruluş olan Tezos Vakfı tarafından desteklenmiştir. Tezos'un Ethereum'dan farkı; akıllı sözleşme sistemine ek olarak gerektiğinde sistemde değişiklik yapılmasına imkân vermesidir. Böylece problemleri sert çatallanma ile değil, dijital toplumun kararlarıyla almaktadır. Grafik 17'de Tezos'un fiyat grafiği verilmiştir.

Grafik 17: Tezos Fiyat Grafiği



Kaynak: tradingview.com

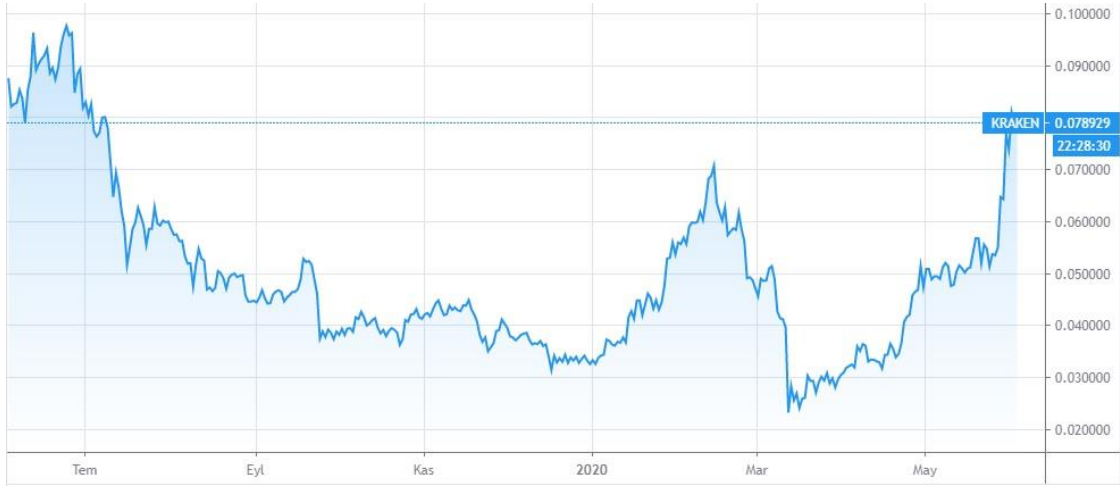
Grafik 17'ye göre Tezos, yükseliş trendindedir. Tezos blok zincirinde madencilik yapılamamaktadır ve Bitcoin gibi PoW ile üretim yerine PoS uzlaşma mekanizması kullanılmaktadır (tezos.com).

1.4.10. Cardano

Cardano (ADA) tamamen açık kaynaklı ve blokzincir temelli bir kripto paradır. 29 Eylül 2017'de faaliyete geçmiştir. Cardano, protokolünde belirtildiği üzere Ouroboros ismi verilen kendi PoS algoritmasını kullanmaktadır. Yüksek hata toleransı olan Haskell programlama dilini kullanmaktadır. Yazılım açık kaynak kodlu ve ücretsizdir. Cardano, Charles Hoskinson, Emurgo firması ve Cardano Vakfı tarafından kurulmuştur. Hoskinson, Ethereum ve Bitshares'in kurucu ortaklarıdır. Daedalus adı verilen cüzdan yazılımı yine Cardano geliştiricileri tarafından üretilmiştir. Geliştirme ekibi, uzman mühendis ve araştırmacılardan oluşan geniş bir küresel kolektiften oluşmaktadır. Cardano ayrıca, kullanıcıların blockchain'de halka açık olarak kaydedilen ADA işlemlerinin geçmişini kontrol etmelerini sağlayan kendi blok gezginine sahiptir (cardano.org).

Grafik 18'de Cardano'nun fiyat grafiği verilmiştir.

Grafik 18: Cardano Fiyat Grafiği



Kaynak: tradingview.com

Grafik 18'e göre Cardano'nun fiyat grafiğinde önce bir düşüş gerçekleşmiş, sonrasında iki kere zirve meydana gelmiştir.

1.5. Devletlerin Kripto Paraya Yaklaşımı

Kripto paraların toplam değeri 13 Ekim 2020 tarihi itibarıyla 365.461.002.252 USD civarındadır. Piyasada var olan altın miktarı ise minimum 155.000 ton olarak kabul edilirse, toplam altın miktarı 8.191.056.910.569 USD değerindedir (bbc.com, 2013). Türev piyasalarda mevcut fonların toplam tutarı yaklaşık 1 katrilyon USD'dir. Tüm borsaların mevcut değeri ise 70 trilyon USD'dir. Para, yalnızca klasik tabiriyle banknot, madeni para ve banka hesaplarındaki mevduatlar olarak görülürse, mevcut para yaklaşık 81 trilyon USD'dir. Dünyadaki bireylerin, şirketlerin ve devletlerin borçları 199 trilyon USD'dir. Küresel ticari emlak yatırımlarının değeri ise 7,6 trilyon USD'dir (fortuneturkey.com, 2015). Tablo 8'de Dünya ekonomisinde dolaşımdaki para miktarı ve bazı parasal büyüklükler verilmiştir.

Tablo 8: Dolaşımdaki Para Miktarı ve Parasal Büyüklükler

Yaklaşık Olarak Tüm Dünyada	Milyar USD
Türev Piyasaların Hacmi	1.000.000
Birey, Şirket ve Devlet Borçları	199.000
Banknot ve Banka Mevduatları	81.000
Dünya Petrol Rezervi	73.000
Tüm Borsaların Mevcut Değeri	70.000
Dünyadaki Nakit Para Miktarı (M1)	42.106
Mevcut Altın Miktarı	8.191
Ticari Emlak Yatırımları	7.600
Kripto Para Hacmi	365

Kaynak: fortuneturkey.com, 2015 - enerjiatlasi.com, 2018

Tablo 8'e göre Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2018 yılı raporuna göre toplam petrol rezervleri 1.726 trilyon varildir ve değeri Ekim 2020 itibariyle 73 trilyon USD olarak hesaplanmıştır (enerjiatlasi.com, 2018). Tablo 7'de görüldüğü gibi kripto para hacmi; birey, şirket ve devlet borçlarının % 0,1'ine denk gelmektedir. Tedavüldeki banknotların ve banka mevduatlarının toplamının % 0,3'üne, tüm borsaların mevcut değerinin % 0,4'üne, mevcut altın miktarının sadece % 3'üne karşılık bir piyasa kapitalizasyonuna sahiptir. Dolayısıyla şu an için paranın yerine geçmesi mümkün görülmemektedir. Bu yüzden devletler için çok ciddi bir tehlike olarak algılanmamaktadır.

Dünya'da ve Türkiye'de kripto para ve kripto para borsalarına yönelik belirsizlikler mevcuttur. Hangi kuruluşun tanımlamayı yapacağı, nasıl düzenlemeler getireceği net değildir. Türkiye'de düzenlemeleri yapabilecek başlıca kurum BDDK'dır (Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu). Bu konu hakkında BDDK, 25 Kasım 2013 tarihinde bir basın açıklaması yapmıştır. Bu açıklamada kripto paraların yüksek risk taşıdığı ve dikkatli olunması yönünde uyarılar yapılmıştır. BDDK, kripto paraları elektronik para olarak kabul etmediğinden kendisinin sorumluluğunun olmadığını da belirtmiştir. Ayrıca SPK (Sermaye Piyasası Kurumu) bu konuda 27 Kasım 2017 tarihinde aracı kurumları uyarmış, kripto paralarla ilgili spot veya türev işlem yapmamaları için ikaz etmiştir.

Kripto paralar bazı hükümetler tarafından tehdit olarak algılanmaktadır. Bunun başlıca nedeni hükümetlerin para basma tekeli kaynaklı senyoraj hakkıdır. Kripto paraların

takibinin zor olması, para politikalarının uygulanmasında yaşanabilecek zorluklar, likidite yönetiminin zorlaşması da önemli nedenler arasındadır. Kara paranın aklanması, vergi kaçırılması, kumar, fuhuş, terör ve insan ticaretinin kayıt dışı finansmanı için kripto paraların yeni bir araç olma ihtimali, teknolojinin gelişmesinin kontrol edilememesi de bazı hükümetleri düşündürmektedir. Dolarizasyonun olumsuz etkileri gibi kripto parazisyon ihtimali de gelişmekte olan ülkelerde görülebilecek bir tehlikedir.

Güney Kore ve Japonya kripto para konusunda öncü devletler olmasına rağmen bu ülkelerde bile gözetim ve denetim mekanizmaları tam olarak oturmamıştır.



BÖLÜM 2: KRIPTO PARALARLA İLGİLİ LİTERATÜR İNCELEMESİ

Bu bölümde kripto paralar ile ilgili literatür incelemesine yer verilmiştir. İncelenen literatür; kripto paraların piyasa etkinliği konusu, finansal riskten korunma (hedge) kabiliyeti, portföy oluşturma durumları, risklerini tahmin çalışmaları, başka yatırım araçlarıyla korelasyonları, işlem hacmi – getiri – volatilité ilişkileri ve nedensellik ile ilgili araştırmalar olmak üzere gruplandırılmıştır.

2.1. Kripto Paralarda Piyasa Etkinliği Konusu İle İlgili Literatür

Etkin Piyasa Hipotezi, 2016'dan itibaren Bitcoin piyasasında geniş çapta analiz edilmiştir. Geçmişte bu konuda çalışan yazarlar, çok sayıda farklı yaklaşımla zayıf etkinliğe odaklanmıştır. Fakat ilk defa Vidal Tom D. ve Ibanez A. (2018), Bitstamp ve Mt.Gox borsalarında Bitcoin'in yarı güçlü piyasa etkinliğini incelemiş, dijital paranın para politikalarından ve Bitcoin olaylarından nasıl etkilendiğini göstermişlerdir. Bir yandan Bitcoin'in kendi olaylarıyla bağlantılı olarak zamanla daha etkin hale geldiği görülürken öbür yandan Bitcoin, para politikası haberlerinden etkilenmemektedir ve Bitcoin üzerinde herhangi bir kontrol bulunmamaktadır. Bu bulgular, Bitcoin'in merkez bankalarının önlemleriyle hiçbir bağlantısı olmayan bir finansal varlık olması nedeniyle yatırımcılar ve politika yapıcılar için önemlidir. Sonuç olarak Bitcoin, Bitstamp pazarındaki olumsuz ve olumlu haberlerden etkilenmekte, Mt. Gox pazarındaki sadece olumsuz haberlere karşılık vermekte ve piyasadan bağımsız olarak merkez bankalarının ölçümlerinden etkilenmemektedir.

Alvarez-Ramirez J, Rodriguez E. ve Ibarra-Valdez C. (2017), yaptıkları çalışma ile 30 Haziran 2013'ten 3 Haziran 2017'ye kadarki dönem için Bitcoin pazarının uzun dönem korelasyonlarını ve bilgi etkinliğini incelemişlerdir. Fiyat değişimlerinin uzun dönemli korelasyonlarını tahmin etmek için kayan pencereler üzerinde, Kalıcı Dalgalanma Analizi (the Detrended Fluctuation Analysis - DFA) uygulanmıştır. Bitcoin pazarının, antipersistivite ile süren fiyat dinamiklerinin olduğu dönemlerde dalgalanarak etkinlik dönemleri sergilediği görülmüştür. Model, gün, saat ve saniye frekanslı fiyat örnekleriyle çoğaltılır. Sonuçta elde edilen veriler, farklı zaman ölçeklerinde oluşan baloncuklar göz önüne alındığında, Bitcoin pazarı için piyasa etkinliği fikrinin uygulamasının zor olduğunu ortaya koymuştur. Öte yandan, sağlam verilerin hala azlığı,

büyük bilgisayar ağlarının otomatikliğine bağlı olarak meydana gelen değerlemeyle pazarın güçlü bir karaktere ulaşmasını zorlaştırmaktadır.

Bariviera A.F. ve diğerleri (2017) yazdıkları makalede, Bitcoin günlük ve gün içi fiyatlarının uzun dönem belleğini ve diğer istatistiksel özelliklerini incelemişlerdir. 2011'den 2017'ye kadar olan zaman dilimine ait getiriler kullanılarak uzun dönem hafıza araştırılmıştır. Zamana bağlı uzun dönem bağımlılığı değerlendirmek için bir Kalıcı Dalgalanma Analizi (Detrended Fluctuation Analysis) yöntemiyle Hurst üssünü (Hurst exponents) hesaplamışlardır. Hurst üslerinin, Bitcoin'in varlığının ilk yıllarında önemli ölçüde değiştiğini ve son zamanlarda durağan olma eğiliminde olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, Bitcoin büyük volatilité göstermesine rağmen, zamanla bu volatilité azalmaktadır. Ayrıca, uzun dönem hafızanın piyasadaki likidite ile ilgisi bulunamamıştır.

Bitin (2015) ve Baek ve Elbeck (2015), Bitcoin'i spekülâtif bir varlık olarak nitelendirdiğinden beri, Bitcoin fiyatlarının bilgi etkinliği konusu ilgi çekici olmuştur. Yakın zamanda literatürde Bariviera (2017), Nadarajah ve Chu (2017) ve Urquhart (2016), Bitcoin fiyatlarının bilgi etkin olduğunu savunmuştur. Tiwari A.K. ve diğerleri (2017) Bitcoin'in bilgi etkinliği konusunu, 18 Temmuz 2010'dan 16 Haziran 2017'ye (2525 günlük gözlem) kadar geçen günlük süreleri ve 8 Mayıs - 30 Haziran 2017 arası saatlik verileri için etkin uzun menzilli bağımlılık tahmin edici bir seri kullanarak hesaplamış ve böylelikle yeniden ele almışlardır. Sonuçta Bitcoin pazarının Nisan - Ağustos 2013 ve Ağustos - Kasım 2016 dönemleri dışında, Urquhart'ın (2016), Nadarajah ve Chu'nun (2017) ve Bariviera'nın (2017) son bulgularına uygun olarak, bilgi etkin olduğu belirtilmektedir.

Charfeddinea L. ve Maouchia Y. (2018) kriptoparaların (KP) getirilerinde ve volatilitesinde meydana gelen şokların kalıcı olup olmadığını ve seçilen dört kriptoparanın getiri ve volatilitésinin uzun dönemde bağımlı (Long Range Dependence - LRD) olup olmadığını araştırmışlardır. Seçilen dört kriptopara biriminin günlük kapanış fiyatlarını içeren veri kümesi coinmarketcap.com' dan toplanmıştır. Veriler, BTC ve LTC için 29 Nisan 2013 - 1 Şubat 2018 dönemlerini, ETH için 8 Ağustos 2015 - 2 Şubat 2018 dönemlerini ve XRP için 5 Ağustos 2013 - 30 Ocak 2018 dönemlerini kapsamaktadır. Tüm veriler, çok sayıda farklı borsadan elde edilen ağırlıklı ortalama

tutarlardır. En çok piyasa kapitalizasyonuna sahip ilk dört kriptopara olan Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), Litecoin (LTC) and Ripple (XRP)'ı Etkin Piyasa Hipotezi (EMH) açısından incelemişlerdir. Kriptopara piyasasında gerçek ve sahte LRD davranışını test etmek için üç adımlı ampirik yaklaşım önerilmiştir. Bitcoin (BTC), Litecoin (LTC) ve Ripple (XRP) için EMH'ye karşı güçlü kanıtlar bulmuşlardır. Bitcoin, Litecoin ve Ripple'in sergilediği LRD davranışı göstermiştir ki onların getiri ve volatilité serileri gerçek bir davranıştır yani bunlar yapay istatistiksel seriler değildir. Ethereum konusunda ise sonuçlar gerçek LRD'nin sadece volatilité serileri için desteklendiğini göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre, Ethereum haricinde, dikkate alınan tüm pazarların etkin olmadığıdır. Sonuçta, tüm volatilité serilerinin gerçek bir LRD davranışıyla karakterize olduğu görülmüştür.

Al-Yahyaee K.H, Mensi W. ve Yoon S. (2018), hisse senedi, altın ve döviz piyasalarına kıyasla Bitcoin pazarının uzun bellek özelliğini ve zamanla değişen verimliliğini incelemişlerdir. 18 Temmuz 2010'dan 31 Ekim 2017'ye kadar olan süre için Bitcoin, altın, Dünya Hisse Senedi Endeksi (Morgan Stanley Capital Index - MSCI) ve ABD doları endeksi için günlük kapanış fiyat verilerini kullanmışlardır. MF-DFA yönteminin uygulanmasına göre, dört pazarın tümü için çok yönlü ve uzun dönem hafıza özelliklerine dair kanıtlar bulunmuştur. Sonuç olarak, 2010 yılı ortasından 2017'nin sonuna kadar gözlenen dönemde, dört pazar arasında en etkin olmayanın Bitcoin olduğu ortaya çıkmış, ayrıca Küresel Hisse Senedi Endeksi'nin en az etkin olmayan piyasa özelliği gösterdiği görülmüştür.

Kristoufek L. (2018), ABD Doları (USD) tabanlı ve Çin yuanı (CNY) tabanlı olan CoinDesk platformu (coindesk.com) tarafından oluşturulan iki Bitcoin pazarının etkinliğini (ABD doları ve Çin yuanı açısından) ve zaman içerisindeki evrimini incelemiştir. Endeksler, belirli bir para birimi için ana Bitcoin borsalarındaki ortalama fiyatlara dayanmaktadır. Veriler günlük olarak, CNY için 1 Şubat 2014 - 31 Temmuz 2017 (1277 gözlem) ve USD için 18 Temmuz 2010 - 31 Temmuz 2017 (2571 gözlem) arasındadır. USD için endeks, Bitstamp, Coinbase, itBit ve Bitfinex borsalarına dayanmaktadır. CNY endeksi, CoinDesk tarafından belirlenen kriterleri karşılayan tek borsa olduğu için OKCoin'den elde edilmiştir. Etkinsizlik çeşitli kanallarla ortaya çıkabileceğinden, farklı etkinlik ölçümlerini kapsayabilen Kristoufek & Vosvrda'nın (2013) Etkinlik Endeksi'ni kullanmışlardır. Baloncuk benzeri fiyat artışlarından sonra

doğrudan soğumaya bağlı birkaç dönem hariç olmak üzere, 2010 ve 2017 yılları arasında Bitcoin pazarlarının etkin olmadığına dair güçlü kanıtlar bulmuşlardır.

Caporale G.M., Gil-Alana L. ve Plastun A. (2018), çalışmalarında kripto para piyasasında kalıcılığı incelemişlerdir. İki farklı uzun bellek metodunu (R / S analizi ve fraksiyonel entegrasyon), 2013-2017 dönemi boyunca günlük olarak, piyasaya çıkış tarihi eski olan dört ana kripto paranın (BitCoin, LiteCoin, Ripple, Dash) durumunu analiz etmek için kullanmışlardır. Bulgular bu pazarın kalıcılık gösterdiğini (geçmiş ve gelecekteki değerleri arasında pozitif bir ilişki vardır) ve derecesinin zaman içinde değiştiğini desteklemektedir. Bu tahmin edilebilirlik, piyasadaki etkinsizliğin kanıtını temsil etmektedir. Dolayısıyla, kripto para piyasasında anormal kazanç elde etmek için trend işlem stratejilerinin kullanılması uygundur denilebilir.

Bouri E. ve diğerleri (2018), önceki çalışmalardan farklı olarak yaptıkları çalışmada toplam emtia endeksinin ve altın fiyatlarının Bitcoin fiyatı üzerindeki doğrusal olmayan, asimetrik ve kantil etkilerini incelemişlerdir. S&P GSCI Emtia (COMMODITY), altının onsu (GOLD), MSCI World (MSCI), Pimco yatırım notu bonosu (BOND) ve ABD doları endeksini (USD) 17 Temmuz 2010'dan 2 Şubat 2017'ye kadar günlük verileri inceleyerek, birkaç gelişmiş gecikmesi dağıtılmış otoregresif sınır testi (Advanced Autoregressive Distributed Lag - ARDL) kullanmışlardır. Lineer olmayan ARDL yaklaşımı, kısa ve uzun süreli asimetrisi ortaya çıkarmak için uygulanmışken, kantil ARDL ise kendi dağılımı içinde bağımlı bir değişkenin konumuna göre dağıtılmış asimetri olarak bilinen ikinci bir asimetriyi dikkate alabilmek için uygulanmıştır. Burada lineer olmayan ARDL'yi, kısa ve uzun süreli asimetrisi hesaba katarken, dağıtılmış asimetrisinin test edilmesine izin veren daha zengin yeni bir modele yol açan, kantil bir yapıya genişletmişlerdir. Sonuçlar, toplam emtia endeksi ve altın fiyat bilgilerine dayanarak Bitcoin fiyat hareketlerini tahmin etme olasılığını göstermiştir. Bitcoin piyasasının, emtia ve altın fiyatlarına göre etkin olmadığı değerlendirilmiştir. Ayrıca, Bitcoin ve varlık sınıfları arasındaki karmaşıklık ve gizli ilişkileri ortaya çıkarmak için standart olmayan eş bütünleşme modellerinin uygulanmasına ihtiyaç olduğu belirtilmektedir.

Kaplan Ç., Aslan Ç. ve Bülbül A. (2018) yaptıkları çalışmada, Twitter'da toplanan ilgili verileri analiz ederek, alternatif kripto paraların kurlarında meydana gelen keskin

değişimlerin öngörülebilir olup olmadığını araştırmışlardır. İlk olarak, ilgilenilen zaman aralığında ani darbe veya basınç sergileyen kripto paralar üzerinde çalışılması gerektiğinden, bu altcoinler belirlemişlerdir. Ardından, pozitif, negatif ve yansız spekülasyonları yansıtan duygu puanlarını araştırmak için, ilgili altcoinlerin tweetlerini gün bazında kategorize etmişlerdir. Sonrasında duygu puanları ve piyasa fiyatları üzerinde regresyon analizi yaparak söylenen kelimelerin etkisini ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Bu çalışma için toplanan veriler 26 Aralık 2017 ile 14 Ocak 2018 arasındaki dönemi kapsamaktadır. Bu süre zarfında, “bitcoin, Bitcoin, altcoin, cryptocurrency, criptomoney” anahtar kelimelerinden herhangi birini içeren 2.752.032 tweet, Twitter API'sına bağlanılarak ELK yığını (Elasticsearch Logstash Kibana) üzerinden alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, alternatif bir kripto paranın fiyatı sosyal medyadaki söylentilere paralel olarak gerçek dünyada şekillenebilmektedir. Başka bir ifadeyle, kullanıcıların duygularını veya fikirlerini ifade etmekte serbest oldukları mikro blog siteleri aracılığıyla insanların duygularını gözlemleyerek kripto para birimi fiyatlarındaki darbeleri veya basınçları tahmin etmek mümkün olabilmektedir. Üstelik bu sonuçlara dayanarak kendi çıkarları için kurulmuş organize gruplar aracılığıyla fiyat manipülasyonu mümkün olabilir.

2.2. Kripto Paraların Finansal Riskten Korunma (Hedge) Kabiliyeti İle İlgili Literatür

Bitcoin'in ilk analizlerinde, para birimi olarak sınıflandırılması için onun ekonomik koşullara uymadığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuçtan bu yana, Bitcoin'e olan ilgi önemli ölçüde artmıştır. Corbeta S, Luceyb B, Peatc M ve Vigned S. (2018) Bitcoin üzerine vadeli işlem sözleşmelerinin başlamasının, Bitcoin'in bir para olarak kabul edilmesini engelleyen sorunları çözüp çözemeyeceğini araştırmışlardır. 26 Eylül 2017'den 22 Şubat 2018'e kadar olan döneme ait Thomson Reuters Tick History'den elde edilen, bir dakikalık bir frekansla gerçekleştirilen CBOE vadeli sözleşmeler ve Thomson Reuters Eikon'dan elde edilen Bitcoin fiyat verilerini kullanmışlardır. Analizde vadeli işlem sözleşmelerinin ortaya çıkmasıyla spot volatilitenin arttığını, vadeli işlem sözleşmelerinin etkili bir finansal riskten korunma aracı olmadığını ve fiyat keşfinin spot piyasadaki bilgisiz yatırımcılar tarafından yönlendirildiğini gözlemlemişlerdir. Bu nedenle, Bitcoin'in bir para birimi yerine spekülatif bir varlık olduğu sonucunu vadeli işlem sözleşmeleri ile değiştiremediğini savunmuşlardır.

Dyhrberg A.H. (2015), altın araştırmalarında kullanılan asimetrik GARCH metodolojisini uygulayarak Bitcoin'in finansal riskten korunma (hedge) kabiliyetini araştırmıştır. 19 Temmuz 2010'dan 22 Mayıs 2015'e kadar olan süre için Bitcoin, dolar/euro, dolar/sterlin ve Financial Times Menkul Kıymetler Borsası Endeksi (Financial Times Stock Exchange Index – FTSE) için günlük gözlemleri kullanmıştır. Sonuçlar, Bitcoin'in FTSE için, hisse senetlerine karşı bir hedge aracı olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca, Bitcoin kısa vadede Amerikan dolarına karşı da hedge aracı olarak kullanılabilir. Bitcoin, tıpkı altın gibi riskten korunma yeteneklerine sahiptir ve piyasa analistlerinin özel riskten korunmak için kullandıkları çeşitli araçlara dahil edilebilir.

Bouri E. ve diğerkleri (2017), Bitcoin'in büyük dünya hisse senedi endeksleri, tahviller, petrol, altın, genel emtia endeksi ve ABD doları endeksi için bir hedge faktörü ve güvenli liman olarak hareket edip edemeyeceğini incelemek için dinamik bir koşullu korelasyon modeli kullanılmışlardır. Temmuz 2011 ile Aralık 2015 arasında günlük ve haftalık veriler kullanılmıştır. Genel olarak, ampirik sonuçlar Bitcoin'in zayıf bir hedge aracı olduğunu ve sadece çeşitlendirme amaçları için uygun olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, Bitcoin sadece Asya hisse senetlerindeki haftalık aşırı hareketlere karşı bir güçlü güvenli liman olarak hizmet edebilme potansiyeline sahiptir. Ayrıca Bitcoin'in riskten korunma (hedging) ve güvenli liman olma özelliklerinin farklı zaman periyotlarında değiştiğini de göstermişlerdir.

Chan W.H., Le M. ve Wu Y.W.(2018), Bitcoin'in, Euro STOXX, Nikkei, Shanghai A-Share, S&P500 ve TSX Endeksine (Toronto Stock Exchange) karşı riskten korunma aracı olup olmadığını incelemiş ve farklı veri frekansları üzerinden bu yeteneklerin dinamiklerini araştırmışlardır. Araştırmada Ekim 2010'dan Ekim 2017'ye kadar günlük, haftalık ve aylık getiriler elde edilerek; çift yönlü GARCH modelleri ve sürekli koşullu korelasyon modelleri kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre Bitcoin, aylık veri frekansları kullanıldığında tüm bu endeksler için etkili ve güçlü bir hedge aracıdır. Bununla birlikte, günlük ve haftalık getiriler güçlü hedge özellikleri göstermemiştir. Daha fazla frekans bağımlılık modeli testleri sonuçlarına göre, Bitcoin getirilerinin, S&P ve Euro endekslerine karşı orta düzey veri frekansında ve Shanghai A-Share endeksine karşı düşük veri frekansında güçlü hedge özelliği göstermektedir. Bu bulgular, yatırımcıların portföylerinde Bitcoin bulundurularak, riskten korunabilecekleri

sonucunu desteklemektedir. Ayrıca, uzun vadeli getiriler, kısa vadeli getirilerden daha güçlü finansal riskten korunma kabiliyetlerine sahiptir. Bu nedenle yatırımcılar Bitcoin'i daha uzun süre portföylerinde bulundurarak, risk yönetimi kabiliyetlerini arttırabilirler.

Demir E., Gözgör G, Lau C.K.M., Samuel A ve Vignec S. A. (2018), Ekonomik Politika Belirsizlik Endeksi'nin (EPU) 18 Temmuz 2010'dan 15 Kasım 2010'a kadar olan döneme ait günlük Bitcoin getirileri üzerindeki tahmin gücünü incelemişlerdir.. Sıradan En Küçük Kareler Yöntemi (the Ordinary Least Squares - OLS) ve Kantil-Kantil Regresyon (Quantile-on-Quantile Regression - QQ) tahminlerinin yanı sıra Bayes Grafiksel Yapısal Vektör Otoregresif Modeli'ni (Bayesian Graphical Structural Vector Autoregressive model - BGSVAR) kullanarak, EPU'nun Bitcoin getirilerini tahmin etme gücüne sahip olduğunu bulmuşlardır. Temel olarak Bitcoin getirileri, EPU ile negatif ilişkilidir. Ancak bu etki, hem daha düşük hem de daha yüksek miktarlarda Bitcoin getirileri kantilleri ve EPU için pozitif ve anlamlıdır. Bu nedenle, Bitcoin'in aşırı belirsiz zamanlarda belirsizliğe karşı bir riskten korunma (hedging) aracı olarak kullanılabileceği belirtilmektedir.

Selmi R, Mensi W, Hammoudeh S ve Bouoiyour J. (2018), altına kıyasla aşırı petrol fiyat hareketlerine karşı Bitcoin'in bir hedge, güvenli bir sığınak ve/veya çeşitlendirici rolü üstlenip üstlenmediğini incelemişlerdir. Araştırmada petrol, Bitcoin ve altın için 13 Eylül 2011 - 29 Ağustos 2017 tarihleri arasında günlük kapanış spot fiyat verilerini kullanmışlardır. Araştırma modeli olarak kantil kantil regresyon yaklaşımı kullanılmıştır. Bulgular petrol fiyat hareketleri için, hem Bitcoin'in hem de altının bir hedge, güvenli bir liman ve bir çeşitlendirici olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Araştırma sonucuna göre; petrol hariç hem Bitcoin hem de altın, politik ve ekonomik kargaşa zamanlarında yatırımcıların varlıklarını yönlendirebileceği varlıklardır. Ayrıca risk yönetimi için Koşullu Riske Maruz Değer (The Conditional Value-at-Risk - CoVaR) yaklaşımı, çeşitlendirilme fırsatları ve aşağı yönlü risk azaltmada, Bitcoin ve altın, etkili yatırım araçlarıdır.

Wang Z. (2018), VARX-MGARCH-Ortalama Modeli'ni kullanarak hem kısa hem de uzun dönemde Bitcoin ve Litecoin arasındaki dinamik ilişkiyi ve Bitcoin ile Litecoin'in bir finansal portföye konularak bunların finansal riskten korunma yeteneği (hedge) incelenmiştir. İncelenen zaman periyodu için Bitcoin getirileriyle, Litecoin getirileri

arasındaki kovaryans uzun vadede sabit olmadığı görülmüştür. Sonuçlar, Bitcoin ve Litecoin'in bazı finansal varlıklara karşı riskten korunma yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir.

2.3. Kripto Paralarla Portföy Oluşturma Durumları İle İlgili Literatür

Baumohl E. (2018) yaptığı çalışmada Kantil Çapraz Spektral Yaklaşımı (The Quantile Cross-Spectral Approach) kullanarak forex ve kriptopara birimleri arasındaki bağlantıyı incelemiştir. Veriler, 1 Eylül 2015'ten 29 Aralık 2017'ye kadar olan dönem için yeterli veri geçmişi olan altı forex ve altı kriptoparayı kapsamaktadır. Bu kriptoparalar; Bitcoin (BTC), Ether (ETH), Ripple (XRP), Litecoin (LTC), Stellar Lumen (XLM) ve NEM (XEM)' dir. Bunlar en büyük forex para birimleri olan Euro (EUR), Japon Yeni (JPY), İngiliz Sterlini (GBP), İsviçre Frangı (CHF), Kanada Doları (CAD) ve Çin Yuanı (CNY) ile tamamlanmaktadır. Her iki grubu, forex piyasasındaki likidite zirvelerinden kaçınmak için Tokyo'da açılış saatine denk gelen Greenwich ortalama saati olan 00:00 olarak kaydedilmiştir. Tüm kapanış fiyatları kamuya açık bir kaynak olan Yahoo Finansman'dan elde edilmiştir. Standart korelasyonlar ve DMCA'dan elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında, The quantile cross-spectral approach farklı nicelikler ve frekanslara karşı bağımlılık yapısı hakkında daha zengin bilgiler sağlamaktadır. Sonuçta, hem kısa hem de uzun vadeli perspektiflerden bakıldığında forex ve kriptopara birimleri arasında bazı önemli negatif bağımlılıkların olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, bu iki varlık grubu arasında çeşitlendirme yapabilmek mümkündür. Ayrıca, yaygın olarak inanıldığı gibi kriptopara birimleri arasındaki bağlantı güçlü değildir. Negatif korelasyon, portföy performansının sadece bir yönüdür. Bu yüzden kriptopara piyasasında son derece dalgalı fiyat hareketleri göz önüne alındığında, yatırımcılar diğer yönleri de dikkatlice değerlendirmelidir. Portföye küçük bir oranda Bitcoin'in dahil edilmesi, portföyün risk-getiri özelliklerini önemli ölçüde artırabilmektedir. Düzenlenmemiş kriptopara piyasaları manipülasyona karşı savunmasız kalmaktadır. Daha sert düzenleme olasılığı bile, kriptopara piyasasında panik davranışlara sebep olmakta bu da getirilerde sert düşüşlere yol açmaktadır.

Liu W. (2018), on ana kripto paranın ampirik verilerini kullanarak, kripto para piyasasında çeşitlendirme rolünü incelemiştir. Bunun için kripto para birimlerinde yaygın olarak kullanılan varlık tahsis (Portföy dağılımı) modellerinin örneklem dışı

performansını değerlendirmiştir. Farklı kripto para birimlerinde portföy çeşitlendirmesi yatırım sonuçlarını önemli ölçüde iyileştirmektedir. Ayrıca, modellerin hiçbirinin Sharpe oranında rastgele 1/N portföyünü sürekli olarak yenememesine rağmen, maksimum fayda modeli örnek dışı faydaya hakimdir.

Kleina T, Thuc H.P, Walthera T (2018), Bitcoin'in yeni altın olup olmadığını incelemişlerdir. Analizde, 1 Temmuz 2011 ile 31 Aralık 2017 arasındaki dönemi kapsayan ve altı seriden oluşan bir veri seti kullanılmıştır. Araştırmada kriptopara olarak Bitcoin, ons başına ABD doları cinsinden altın ve gümüş fiyatları, West Texas Intermediate'den (WTI) ham petrol fiyatları, S&P500 endeksi, MSCI World ve MSCI Gelişmekte Olan Piyasalar 50 Endeksi kullanılmıştır. Günlük kapanış fiyatlarından doğal logaritmik fiyat farkları alınarak getiriler hesaplanmıştır. Öncelikle, diğer varlıklarla birlikte Bitcoin ve altının koşullu varyans özelliklerini kıyaslayıp, onların yapılarındaki farkları analiz etmişlerdir. İkinci olarak, zamanla değişen koşullu korelasyonları tahmin etmek için bir BEKK-GARCH modelini uygulamışlardır. Altın, finansal piyasalarda sıkıntı yaşandığı zamanlarda yükselen varlıklara kaçışta önemli bir rol oynamaktadır. Elde edilen sonuçlar, Bitcoin'in tam tersi olarak davrandığını ve düşen piyasalarla pozitif ilişki içinde olduğunu göstermektedir. Bitcoin, portföy bileşeni olarak analiz edilmiş fakat kalıcı finansal riskten koruma kabiliyeti için herhangi bir bilgiye ulaşılamamıştır. Bu çalışma, Bitcoin ve altının daha farklı özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca, Bitcoin ve altın hisse senedi piyasalarıyla bağlantıları yönünden temel olarak birbirinden farklı varlıklar olarak değerlendirilmiştir.

Leun T. ve Nguyen H. (2018) eş bütünleşik kripto para portföylerinin oluşturulma sürecini analiz etmişlerdir. Veri seti günlüktür ve 20 Aralık 2017 ile 20 Haziran 2018 arasındaki döneme aittir. Kullandıkları yöntem, Johansen Eşbütünleşme Testi ve Engle-Granger İki Aşamalı Yaklaşımı da dahil bir dizi istatistiksel testi içermektedir. Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), Bitcoin Cash (BCH) ve Litecoin'den (LTC) oluşan dört kripto paranın yer aldığı birlikte entegre edilmiş portföyler oluşturmuşlardır. Farklı giriş / çıkış eşikleri ve risk kısıtlamaları altında bir dizi işlem stratejisi geliştirmişlerdir. Bununla birlikte geri bildirim testi-karşılaştırma analizi ve performanslarını detaylı olarak incelemişlerdir. Kullandıkları metodoloji ile başka kripto para birimleri kullanılarak yeni birleşik portföyler oluşturulabilmektedir.

Ketelaars T. (2018) yaptığı çalışmada, az gelişmiş bir finansal piyasaya sahip kripto paralara yatırımın etkilerini araştırmıştır. İyi çeşitlendirilmiş bir portföye Bitcoin eklenerek, bir yatırımcının portföyünün sağlamlaştırıldığı görülmüştür. Ayrıca, yeni nesil kripto paralar olan Stellar, Lumen ve Litecoin bir yatırımcının portföyüne dahil edildiğinde, yatırımcının portföyünde sağlam iyileştirmeler sağlamışlardır. Monero ve Ripple gibi kripto paralar içinde benzer çeşitlendirme etkileri bulunmuştur. Monte Carlo yöntemleriyle birlikte Ortalama Varyans analizi kullanılarak, kripto para piyasasındaki yatırımın katma değerini ortaya çıkarmışlardır.

Brauneis A. ve Mestel R. (2018) yaptıkları çalışmada kripto para portföylerinin risk-getiri faydalarını değerlendirmek için Markowitz ortalama varyans sistemini uygulamışlardır. En çok kullanılan 500 kriptoparanın günlük verilerini, 1 Ocak 2015 ile 31 Aralık 2017 arasındaki zaman dilimi için kullanarak, farklı ortalama varyans portföy stratejilerini tek kriptopara birimi yatırımlarına karşı kıyaslamışlardır. Önceki çalışmalarda, tek bir kripto paranın (genellikle Bitcoin) geleneksel varlık sınıflarını içeren bir portföye eklenmesiyle çeşitlendirme etkisine odaklanılmasına rağmen, birkaç kripto paranın karıştırılması durumunda önemli bir risk azaltma potansiyeli bulunmuştur. İşlem maliyetine ilişkin örneklem dışı bir analizde, kripto para birimlerini birleştirmenin düşük riskli kripto-para birimi yatırım fırsatlarını arttırdığı görülmüştür.

2.4. Kripto Paraların Risklerini Ve Korelasyonlarını Hesaplama Çalışmaları İle İlgili Literatür

Literatürde kripto paraların riskiyle ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bitcoin getirileri ile ilgili olarak volatilité tahmini ile ilgilenen sınırlı sayıda çalışma söz konusudur. Örneğin, Glaser ve diğ. (2014) ve Gronwald (2014) doğrusal GARCH'ı uygularken Dyhrberg (2016b); Bouoiyour ve Selmi (2015, 2016) ile birlikte Bouri ve diğ. (2017) Threshold GARCH (TGARCH) modelini kullanmışlardır. Asimetrik tabanlı GARCH modellerinin uygulanması konusunda Bouri ve diğ. (2017); Katsiampa (2017); Baur ve diğ. (2018) ve Stavroyannis (2018), ters çevrilmiş bir kaldıraç etkisinin kalıcılığını keşfetmek için geçmiş pozitif ve negatif şoklara koşullu varyans tepkisini incelemiştir. Katsiampa (2017) ise AR-CGARCH modelinin en uygun uyum seviyesini gösterdiğini belirtmektedir. Charle ve Darne-Lemna (2018), araştırmalarında kullandıkları farklı

GARCH tipi modellerin, Bitcoin getirilerini modellemek için uygun olmadığını belirtmiştir.

Dyhrberg A.H. (2016b) çalışmasında, GARCH modellerini kullanarak Bitcoin'in finansal varlık özelliklerini araştırmıştır. Araştırmada 19.7.2010 ile 22.5.2015 tarihleri arasındaki 1769 günlük veri seti kullanılmıştır. Asimetrik GARCH modeli sonuçları, Bitcoin'in risk yönetiminde yararlı olabileceğini ve piyasada olumsuz şoklar yaşandığında risk sevmeyen yatırımcılar için ideal olabileceğini göstermiştir.

Baur ve diğerleri (2016), Dyhrberg'in yaptığı analizi geliştirmiş ve alternatif istatistiksel yöntemlerin daha güvenilir ve aynı zamanda çok farklı sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Araştırma sonucuna göre Bitcoin'in; altın ve ABD doları gibi farklı varlık grupları ile karşılaştırıldığında; getiri, volatilité ve korelasyon değerleri açısından farklılaşmaktadır.

Kang ve diğ. (2009), Diebold ve Mariano'nun (1995) DM testini dört farklı GARCH-sınıfı (GARCH, IGARCH, CGARCH, FIGARCH) model için, örneklem dışı tahmin doğruluğu ve ham petrol fiyatlarının volatilité tahmini için incelemiştir. Araştırma sonucuna göre; ham petrol fiyatlarının volatilitésinin tahmin edilmesinde, CGARCH ve FIGARCH modellerinin, GARCH ve IGARCH modellerine göre daha iyi performans gösterdiği belirtilmektedir.

Aynı zamanda Kang ve diğ. (2009) ve Cheong (2009), dört farklı GARCH-tipi modelin (GARCH, APARCH, FIGARCH ve FIAPARCH) üç kayıp fonksiyonu için örneklem dışı tahmin performansını incelemiş ve GARCH modelinin, Brent ham petrol fiyatına ait volatilité tahminlerinden daha etkin sonuçlar verdiğini göstermişlerdir. Ayrıca, FIAPARCH örneklem dışı WTI tahminleri için üstün performans göstermektedir.

Mohammadi ve Su (2010) ise on bir farklı uluslararası piyasada, haftalık ham petrol ve spot fiyatları ile dört farklı GARCH-tipi modelin (GARCH, EGARCH, APARCH ve FIGARCH) tahmin performansını incelemişlerdir. Araştırma sonucuna göre APARCH modeli, en iyi performans göstermektedir.

Yu Wei ve diğ. (2010) petrol volatilitésini için dokuz farklı GARCH tipi modelin, tahmin performanslarını incelemişlerdir. Araştırmada; GARCH, IGARCH, GJR, EGARCH, APARCH, FIGARCH, RISKMETRICS, FIAPARCH ve HYGARCH modelleri arasında en yüksek performansı gösteren modeli bulmaya çalışmışlardır. Araştırma

sonucuna göre, uzun dönemde doğrusal olmayan GARCH-tipi modellerin ham petrol fiyatlarındaki volatilité tahminlerinde, doğrusal olan modellere göre daha yüksek performans göstermektedir.

Baur ve Dimpfl (2018), 20 farklı kripto para birimi ile ilgili olarak asimetrik volatilitenin etkilerini analiz etmiştir. Araştırma sonucuna göre, pozitif şokların, volatilitéyi negatif şoklardan daha fazla artırdığı ve kripto para piyasalarında genel olarak gözlenenden farklı bir asimetrik etki gösterdiği belirtilmektedir.

Kaiser (2018), kripto para getirilerinde tutarlı ve anlamlı takvim etkilerinin olmadığını belirtmektedir. Mensi ve diğ. (2018), ikili uzun bellek ve yapısal kırılmaların, Bitcoin ve Ethereum piyasalarının koşullu varyans üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmada, ARFIMAGARCH, ARFIMAFIGARCH, ARFIMA-FIAPARCH ve ARFIMA-HYGARCH olmak üzere dört farklı modelin sonuçlarına göre, Bitcoin ve Ethereum'un ikili uzun bellek özelliğinin piyasa verimliliğini ve rassal yürüyüş hipotezini reddettiği belirtilmektedir.

Peng ve diğ. (2018), Bitcoin, Ethereum ve Dash gibi üç kripto para birimiyle ilgili volatilitenin ve üç para birimiyle (Euro, Pound ve Japon Yeni (ABD doları cinsinden)) ilişkili olan tahmini performansını incelemiştir. Günlük ve saatlik frekans verileri kullanılarak yapılan bu analizlerde, Destek Vektör Regresyonunu kullanarak ilgili ortalama ve volatilité denklemlerini tahmin etmek için geleneksel GARCH modeli ile Makine Öğrenimi çerçevesi birlikte kullanılmaktadır. Araştırma sonucuna göre; SVR-GARCH modelleri, normal ve çarpık Student t dağılımlı GARCH, EGARCH ve GJR-GARCH modellerinden daha yüksek performans göstermektedir.

Phillip ve diğ. (2018a), 224 kripto para birimini incelemiş ve kripto para birimlerinin gözle görülür uzun hafıza, yoğun kuyruklu, kaldıraç ve stokastik volatilité özelliklerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Philip ve diğ. (2018b), 114 kripto para birimi için; kaldıraçlı bir Gegenbauer uzun bellek stokastik volatilité modelini ve iki değişkenli Student t-hata dağılımını uygulamıştır. Araştırma sonucuna göre, Ripple'in diğer kripto para birimlerinin tamamına kıyasla en düşük gece riskine sahip olduğu belirtilmektedir.

Tan ve diğ. (2018), volatilité ölçümleri, asimetrik çift doğrusal Koşullu Otoregresif Aralık (ABL-CARR) modeli aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucuna göre, Bitcoin Cash'in daha yüksek volatilité oranları gösterdiğini ve bu nedenle Bitcoin,

Ethereum, Litecoin ve Ripple'dan daha riskli olduğu belirtilmektedir. Bitcoin Cash, dijital bir para biriminden çok spekülasyon bir varlıktır. Spekülasyon yatırımcılar için uygun bir seçimdir. Bitcoin ve Litecoin ise daha yüksek baskılık, daha güçlü kalıcılık ve daha düşük kaldıraç etkisi ve volatilité özelliklerine sahiptir. Bu da daha öngörülebilir volatilité, daha düşük volatilité aralıkları sergilediklerini ve dolayısıyla daha az riskli olduğu sonucunu desteklemektedir.

Yayılma indeksi yaklaşımını kullanan Yi ve diğ. (2018), sekiz kripto para birimi arasında hem statik hem de dinamik volatilité bağlantısını incelemektedir. Volatilité bağlantılılık ağı oluşturarak VAR parametrelerini küçültmek ve tahmin etmek için LASSO'yu kullanmışlardır. Araştırma sonucuna göre; sekiz kripto para birimi arasındaki toplam volatilité bağıllığının, piyasada öngörülemeyen dışsal şoklar veya istikrarsız ekonomik koşullarda artış yaşandığında periyodik olarak dalgalandığını belirtmektedirler. Bitcoin, Dogecoin ve Litecoin gibi yüksek piyasa değeri özelliklerine sahip kripto para birimleri büyük volatilité şokları yayarken, küçük piyasa değeri olan kripto para birimlerinin diğerlerinden volatilité şokları alma olasılığı daha yüksektir. Caporale ve Zekokh (2019), VaR ve ES geriye dönük testlerinin yanı sıra MCS prosedürünü de ekleyerek, Bitcoin, Ethereum, Ripple ve Litecoin için uygun en iyi modeli veya üstün GARCH volatilité modelleri setini incelemişlerdir. Araştırma sonucuna göre, Standart GARCH modelinin Bitcoin için, GJR GARCH spesifikasyon modelinin ise Ethereum için uygun olduğu belirtilmektedir. Ripple ve Litecoin için ise standart GARCH modeli önerilmektedir. Borri (2019), COVAR'ı kullanarak Bitcoin, Ether, Ripple ve Litecoin piyasalarındaki koşullu kuyruk riskini tahmin etmeye çalışmaktadır. Araştırma sonucuna göre; seçilen kripto para birimleri, kuyruk riskine yüksek oranda maruz kalmaktadır. Ayrıca kripto para birimi getirileri birbirleriyle yüksek oranda ilişkilidir.

Kristjanpoller W ve Minutolo M. (2017)'nin birlikte yaptıkları çalışmada, kriptopara piyasasında kapitalizasyonu en büyük olan ve en çok işlem hacmine sahip olan Bitcoin fiyatlarının volatilitésini tahmin etmek için Temel bileşenler Analizi ile Yapay Sinir Ağı-Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeli (ANN-GARCH) önermişlerdir. Bu makalede kullanılan zaman serileri, Bitcoin/ABD Doları (BTC/USD) cinsinden günlük fiyat ve getiri serileri olup 13 Eylül 2011'den 26 Ağustos 2017'ye kadar olan dönemi kapsamaktadır. Kriptoparalar içinde yer alan Bitcoin'i portföylerine

dahil eden şirketlerin ve kurumların gelecekte maruz kalacakları riskleri tahmin edebilmeleri için 12 farklı volatilité modeli bulmuşlardır. Bu modeller, diğér kriptoparalar için benzerlik göstermeyebilmektedir.

Lehner, E., Carter L. ve Ziegler J. (2018) yaptıkları çalışmada bilimsel çalışmaların ve yüksek öğrenim giderlerinin finansmanı için kriptopara temelli bir iş modeli kurmaya çalışmışlardır. Bu amaçla bir veya daha fazla kriptoparanın benimsenmesi ve böyle bir fonlama modelinin uygulanmasından önce bir ağ etkisinin gerçekleştirilmesinin gerekliliğini üç farklı kriptoparanın ampirik verileriyle incelemişlerdir. 1 Ekim 2016 ile 1 Temmuz 2018 tarihleri arasındaki günlük veriler kullanılmıştır. Çalışmada PIVX, Dash ve BTC'nin volatilitelerini ve stokastik volatilitelerini analiz etmek için Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modeli uygulanmıştır. İncelenen kriptopara serilerinin aşırı dağınık ve çok volatil olduğu tespit edildiğinden, bilim ya da yükseköğrenim için kaynak yaratma ihtimalinin sınırlı olduğu belirtilmektedir. Ayrıca kurumsal yatırımcıları bu ekosisteme yatırıma ikna etmek oldukça zordur.

Dyhrberg A.H. (2016) çalışmasında, GARCH modellerini kullanarak Bitcoin'in finansal varlık özelliklerini araştırmıştır. İlk model, altın ve dolara karşı hedge (korunma) kabiliyetlerini gösteren birkaç benzerliği ve mübadele vasıtası olarak avantajlarını göstermiştir. Araştırmada 19 Temmuz 2010 - 22 Mayıs 2015 tarihleri arasındaki 1769 günlük veri kullanılmıştır. Asimetrik GARCH, Bitcoin'in risk yönetiminde yararlı olabileceğini ve piyasada olumsuz şoklar yaşandığında risk sevmeyen yatırımcılar için ideal olabileceğini göstermiştir. Bitcoin, finansal piyasalarda ve portföy yönetiminde bir yere sahiptir. Ayrıca Bitcoin, altın ve Amerikan Doları arasında, değişim aracı avantajından değér saklama aracı avantajına kadar olan geniş bir ölçekte sınıflandırılabilir.

Dyhrberg A.H., Foley S. ve Svec J. (2018), 7 Eylül 2017'den 10 Mayıs 2018'e kadar olan bireysel işlemlerin ve tekliflerin yüksek frekanslı gün içi verileri ile Bitcoin'in ticari dinamiklerini, pazar mikro yapısını ve yatırım yapılabiliğini incelemişlerdir. Her ne kadar tüm borsalar 24 saat işlem sunsa da, en yüksek ticari faaliyet, en yüksek volatilité ve en düşük spreadlerin ABD pazarındaki işlem saatlerine denk geldiğı görülmüştür. Bu durum, çoğu işlemin algoritmik olmadığını ve perakende yatırımcılar

tarafından yürütüldüğünü göstermektedir. Bitcoin işlem hacminin volatilité ile pozitif ilişkili olduğu ve spreadler ile negatif korelasyona sahiptir. Ayrıca Bitcoin için ortalama fiyatların ve etkin spreadlerin büyük hisse senedi borsalarındaki spreadlerden daha düşük olduğu görülmüştür. Bu da, Bitcoin'in perakende satış işlemlerine yüksek oranda yatırım yapabileceğı sonucunu deteklemektedir.

Sven Thies ve Peter Molnar (2018), öncelikle Bayes Değışim Noktası (BCP) Modeli'ni kullanarak, mevcut zaman serilerini bölümlere ayırmış, Bitcoin fiyatlarının ortalama getirisindeki ve volatilitesindeki yapısal kırılmaları incelemişlerdir. Eylül 2011'den Ağustos 2017'ye kadar olan süreyi kapsayan ve 2170 günlük gözleme ait zaman serilerini kullanmışlardır. Bitcoin'in ortalama getirilerinde ve volatilitesinde yapısal kırılmalar çok sık (52 defa) görülmüştür. Araştırma sonucuna göre elde edilen 7 farklı rejim arasında, negatif ortalama getiriye sahip tek bir rejim hariç 6 farklı rejim için, daha yüksek volatilitéye sahip rejimlerin daha yüksek ortalama getiri ile ilişkilidir. Bulunan bu sonuç, Bitcoin yatırımcılarının daha volatil dönemlerde daha yüksek getiri elde edebileceklerini göstermektedir. Ancak, negatif ortalama getiriye sahip olan rejim en volatil rejimdir. Bu kısa dönemin aşırı bir olayı temsil ettiğini söylemek mümkündür. Geleneksel finansal piyasalarının oluşturduğu risk-ödöl mekanizmasının, son derece dinamik ve yeni gelişen Bitcoin pazarı için bile geçerli olduğu gözlemlenmiştir.

Mensi W., Al-Yahyaee K.H. ve Kang S.H. (2018) yaptıkları çalışmada, Bitcoin ve Ethereum fiyat getirilerinin çift uzun bellek seviyeleri üzerine yapısal kırılmaların (Structural Breaks - SB) etkilerini araştırmışlardır. Veriler 1 Temmuz 2011'den (ETH için 9 Ağustos 2015) 3 Mart 2018'e kadar olan dönemi kapsamaktadır. Dört farklı genelleştirilmiş otoregresif koşullu heteroskedastisite modellerini (GARCH, FIGARCH, FIAPARCH ve HYGARCH gibi) kullanarak kriptopara piyasalarındaki çift uzun belleğı ve yapısal değışiklikleri tanımlamışlardır. Araştırma sonucuna göre; Bitcoin ve Ethereum getirilerinde ve volatilitesinde çift uzun bellek vardır. Ayrıca, uzun bellek ve anahtarlama durumları hesaplandıktan sonra hem getirilerin hem de volatilitenin kalıcılık düzeyinin azaldığı görülmüştür. Sonuçta yapısal kırılma değışkenlerine sahip FIGARCH modeli, nispeten üstün bir volatilité tahmin doğruluğı performansı sağlamaktadır.

Takaishi T. (2018), Bitcoin fiyatlarının 1 dakikalık getirilerini kullanarak, bir Bitcoin zaman serisinin istatistiksel ve çok yönlü özelliklerini 1 Ocak 2014'ten 31 Aralık 2015'e kadar olan dönem için araştırmıştır. 1 dakikalık getiri dağılımının çok basık olduğunu ve kürtosisin büyük ölçüde Gauss beklentisinden saptığını bulmuştur. Büyük örneklem dönemleri için, kürtosisin Gauss beklentisine yaklaşması beklense de, buna yakınsamanın çok yavaş olduğu görülmüştür. Araştırmada GARCH, GJR ve RGARCH modellerini kullanarak günlük volatilité-asimetrisi incelenmiştir ve buna dair herhangi bir bulguya ulaşılamamıştır. Ayrıca 23 Haziran 2016'daki "Brexit" olayının, GBP-USD döviz kuru ve Bitcoin'e olan etkisi çoklufraktal özellikler için incelenmiştir. Brexit'in GBP-USD döviz kurunu etkilemesine karşın, Bitcoin'in Brexit'e karşı güçlü olduğu görülmüştür.

Stosic Darko, Stosic Dusan, Ludermit T.B., Stosic T. (2018) Rassal Matris Teorisi ve Minimum Kapsayan Ağaç Yöntemini kullanarak farklı kripto para birimlerinin fiyat değişimleri arasındaki çapraz korelasyonları analiz etmişlerdir. Diğer finansal piyasalar için olan öngörülerin tam tersine, çapraz korelasyon matrisinin spektrumundaki özdeğerlerin çoğunun Rassal Matris Teorisinin evrensel tahminlerine katılmadığını ancak en büyük öz değerlerin çok azının beklendiği gibi saptığını belirlemişlerdir. Sonuç olarak, kripto para piyasasındaki toplu davranışlar diğer finansal piyasalardan farklıdır ve kripto para cinsinden yatırım portföyleri oluştururken yararlı olabilecek kripto para piyasalarındaki çoklu kolektif davranışların varlığı ortaya konulmuştur.

Dyhrberg (2016), Bitcoin, altın ve ABD doları arasındaki ilişkiyi incelemiştir ve Bitcoin'in altın ve ABD doları arasında bir yerde sınıflandırılabileceğini belirtmiştir. Ancak Baur D.G., Dimpfl T., Kuck K. (2016), Dyhrberg'in yaptığı analizi yetersiz bulmuş ve alternatif istatistiksel yöntemlerin daha güvenilir ve aynı zamanda çok farklı sonuçlar verdiğini göstermişlerdir. Bulguları çoğaltmak için aynı örnek ve ekonometrik modelleri kullanmışlardır. Araştırma sonucuna göre Bitcoin, altın ve ABD doları dahil olmak üzere diğer varlıklarla karşılaştırıldığında belirgin bir şekilde farklı getiri, volatilité ve korelasyon özellikleri göstermektedir.

Phillip A., Chan J. ve Peiris S. (2018), günlük getiri serilerinin logaritmasını kullanarak kripto paraların varyans ölçümleri hakkındaki bazı geleneksel gerçekleri vurgulamışlar ve bu sonuçları istenen işlem hızı gibi onların kendi kriptografik tasarımlarıyla

ilişkilendirmişlerdir. Sonuçlar, logaritmik günlük getiri serilerini modellemek için standart uzun süreli otokorelasyon filtrelerine göre salınımlı uzun süreli otokorelasyonları desteklemiştir. Bu sonucun kapsayıcı çıkarımı, kripto paraların volatilitelerinin, itibari para birimleri için kolayca azalan fonksiyonların aksine, hızlı hareket eden otokorelasyon fonksiyonlarının kullanılması yoluyla daha iyi anlaşılabilmesi ve ölçülebilesidir. Daha hızlı işlenmiş Kripto para birimleri işlemlerde daha düşük likidite riskine sahip olduğundan, bunlar bir değişim aracı olarak daha çok tercih edilmektedir.

2.5. Nedensellik Analizlerinin Kripto Paralar İçin Uygulandığı İlgili Literatür

Bitcoin pazarındaki fiyat oluşumuna ilişkin önceki çalışmalar, getiri dağılımının koşullu ortalamasındaki Bitcoin işlemlerinin rolünü dikkate almaktadır. Balcılar M, Bouri E, Gupta R ve Roubaud D. (2017) ise önceki çalışmaların tersine ilgili koşullu dağılımların tamamı üzerindeki işlem hacmi ile Bitcoin getirileri ve volatilitesi arasındaki nedensellik ilişkisini analiz etmek için parametrik olmayan nedensellik testi kullanmışlardır. Veriler gündüktür ve 19 Aralık 2011 - 25 Nisan 2016 tarihleri arasındaki dönemi kapsamaktadır. Niceliksel nedensellik testi, işlem hacminin (Ayı veya boğa piyasası haricinde) Bitcoin getirisini tahmin edebileceğini ortaya koymaktadır. Bu sonuç, Bitcoin getirileri ve işlem hacmi arasındaki nedensel ilişkileri analiz ederken, doğrusal olmayan modellemenin ve kuyruk davranışının hesaplanmasının önemini vurgulamaktadır. Bununla birlikte, işlem hacminin, koşullu dağılımın herhangi bir noktasında Bitcoin'in getirilerinin volatilitelerini tahmin etmede faydalı olamayacağı belirtilmektedir.

Ji Q., Bouri E., Gupta R. ve Roubaud D. (2018), Bitcoin ve diğer varlıklar arasındaki eş zamanlı ve gecikmeli ilişkiyi ortaya çıkarmak için veriye dayalı bir metodoloji olan Yönlendirilmiş Asiklik Grafik (the Directed Acyclic Graph – DAG) kullanmışlardır. Veri seti olarak 19 Temmuz 2010'dan 31 Ocak 2017'ye kadar olan günlük Bitcoin, MSCI World, MSCI China, PIMCO Investment-Grade Corporate Bonds, S&P GSCI Commodity, S&P GSCI Energy'nin fiyat endeksleri, bir ons altın endeksi ve ABD dolar endeksidir. Araştırmada kullanılan yöntem, gözlenen korelasyonların ve kısmi korelasyonların ölçümlerine dayanan nedensellik ilişkilerini belirlenmesine olanak sağlamıştır. Eş zamanlı analizden elde edilen sonuçlar, Bitcoin pazarının oldukça

yalıtılmış olduğunu ve Bitcoin pazarını etkilemede belirli bir varlığın dominant bir rol oynamadığını göstermektedir. Bitcoin pazarının belirli dönemlerde davranışsal olarak nispeten bağımsız bir fiyat sunduğu gerçeği, portföy çeşitlendirmesi ve risk yönetimi çıkarımlarıyla ilgili önemli etkilere sahiptir. Bununla birlikte, özellikle Bitcoin ayı piyasası özelliği gösterdiği dönemlerde, Bitcoin ve bazı varlıklar arasında gecikmeli ilişkiler söz konusu olmaktadır. Bu bulgu, Bitcoin ve diğer finansal varlıklar arasındaki entegrasyonun zamanla değişen sürekli bir süreç olduğunu göstermektedir. Bulgular, Bitcoin'i resmi bir para birimi olarak benimsemeye istekli ya da küresel finansal sistemin istikrarı ile ilgili görüşlerini dile getiren politikacılar için de bir anlam ifade etmektedir (European Central Bank, 2012). Araştırmada, Bitcoin pazarının entegrasyonunun sürekli bir süreç olduğu ve zaman içinde değiştiği görülmektedir. Buna göre, Bitcoin'in küresel finansal sisteme entegrasyonunun sürekli olarak izlenmesi gerekmektedir (Avrupa Merkez Bankası, 2012). Böylece düzenleyici kurumlar ve politika yapıcılar, Bitcoin'in finansal sistemin istikrarını bozabilecek tehditlerine zamanında tepki verebileceklerdir.

Shahzad F. ve diğerleri (2017) araştırmalarıyla, Çin halkı arasında özellikle Bitcoin olmak üzere kriptoparanın benimsenmesini incelemişlerdir. Çin halkından çevrimiçi veri toplama sistemi ile yapılandırılmış bir anket uygulayarak temel bilgiler elde edilmiştir. Örneklem büyüklüğü ($n = 376$) olup, betimsel istatistikler ve yapısal eşitlik modellemesi (SEM) uygulanarak açıklayıcı faktörler ile vatandaşların kullanma niyetleri arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Açıklayıcı faktörler olarak; farkındalık, algılanan kullanım kolaylığı, algılanan kullanışlılık, aracı olarak algılanan kullanışlılık ve algılanan güvenilirlik kullanılmıştır. Farkındalığın ve algılanan güvenilirliğin Bitcoin kullanma niyetini belirlemek için nispeten önemli faktörler olduğunu, algılanan kullanışlılığının da kısmen algılanan kullanım kolaylığı ve algılanan kullanım amacı arasındaki ilişkiye aracılık ettiği belirtilmektedir. Çin'deki Bitcoin'in benimsenmesini etkileyen faktörler ile Bitcoin'in küresel olarak benimsenmesini etkileyen faktörler arasındaki benzerlikler ve farklılıklar belirlenmeye çalışılmıştır. Bitcoin'in benimsenmesi ile ilgili teorilere katkıda bulunarak, politika yapıcılara Bitcoin'i benimsemenin ve adaptasyonun bu bağlamda nasıl ortaya çıktığı gösterilmeye çalışılmıştır.

2.6. Kripto Paralarla İlgili Diğer Literatür

Symitsi E. ve Chalvatzis K. (2018), Bitcoin ve enerji - teknoloji şirketleri arasındaki yayılma etkilerini incelemek için asimetrik çok değişkenli bir VAR-GARCH modeli kullanmışlardır. 22 Ağustos 2011 - 15 Şubat 2018 tarihleri arasında S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi (S&P Global Clean Energy Index - SPGCE), MSCI Dünya Enerji Endeksi (MSCI World Energy Index - MSCIWE), MSCI Dünya Bilgi Teknoloji Endeksi (MSCI World Information Technology Index - MSCIWIT) ve Bitcoin (BTC) verileri kullanılmıştır. Araştırma sonucuna göre Bitcoin, fosil yakıt ve temiz enerji stokları üzerinde uzun vadede volatilité etkisine sahiptir. Bitcoin ve hisse senedi endeksleri arasında çift yönlü negatif şok yayılımı vardır. Ayrıca Bitcoin ve hisse senedi endeksleri arasında varolan düşük korelasyon, portföy avantajları sunmaktadır.

Zhang W., Wang P. ve Shen X. (2018), Google Eğilimlerindeki Değişim (CGT) ve Bitcoin piyasası arasındaki çapraz korelasyonları Multifractal Detrended Cross-Correlation Analysis (MF-DCCA) ile ölçmüşlerdir. Veriler, 1 Haziran 2011'den 1 Şubat 2017'ye kadar olan döneme aittir ve günlüklerdir. Araştırma sonucuna göre, çapraz korelasyon Q testi kullanılarak genel olarak anlamlıdır. Google Eğilimlerindeki Değişim ve Bitcoin getirileri ve işlem hacmi arasında güç kanunu çapraz korelasyonları vardır. Çapraz korelasyonların hepsi çok yönlüdür. CGT ve işlem hacmi arasındaki çapraz korelasyon ise tam tersidir. Bitcoin, hisse senetlerinin ve döviz kurlarının temel belirleyicilerinden olmadığından, Bitcoin'in fiyatının ve işlem hacminin davranışının karmaşık dinamiklere sahip olduğu söylenebilir.

Gajardo G, Kristjanpoller W. D. ve Minutolo M (2017) büyük döviz kurları ile Bitcoin ve Dow Jones Endüstri Ortalaması (DJIA), altın, WTI ham petrol piyasası arasındaki çapraz korelasyonların varlığını ve asimetrisini analiz etmek için MF-ADCCA uygulamışlardır. Araştırma 13 Eylül 2005 ile 25 Ağustos 2017'ye kadar olan dönemdeki 1487 günlük veri setini kapsamaktadır. Araştırma sonucuna göre Bitcoin, emtia ve borsa endeksleriyle ilişkilidir. Bu ilişkinin nedeni, Bitcoin'in işlem gördüğü yıllarla, kripto paranın nitelikleriyle ve finansal kuruluşların, devletlerin ve kamuoyunun beklentileri ile ilgilidir.

Panagiotidis T., Stengos T. ve Vravosinos O. (2018), Bitcoin getirilerini etkileyebilecek, borsa getirileri, döviz kurları, altın ve petrol getirileri, FED'in ve

ECB'nin kur oranları ve Bitcoin'deki internet eğilimleri gibi yirmi bir potansiyel faktörün etkisini, 17 Haziran 2010'dan 23 Haziran 2017'ye kadar olan dönem için incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre; Bitcoin getirileri: (i) belirsizlikten negatif, (ii) döviz kurundan pozitif, (iii) faiz oranlarından pozitif, (iv) altın ve petrolden pozitif, (v) bilgi talebinden beklenen (vi) Borsa piyasalarından karışık olarak etkilenmektedir. Arama yoğunluğu (Google'da), altın getirileri ve politika belirsizlikleri en önemli etkenler olarak bulunmuştur.

İllegal ticaretin yapıldığı web sitelerine karşı Temmuz 2017'de önemli hukuki yaptırımlar uygulanmaya başlamış ve bu yaptırımlar sayesinde internette online çoklu kara pazarlar ya zayıflatılmış ya da çöktürülmüştür. Porter K. (2018), LDA konu modellemesini kullanarak yaptığı çalışmada 5 Kasım 2016'dan 5 Kasım 2017'ye kadar olan dönem için, yasadışı ilaçların, ateşli silahların ve kötü amaçlı yazılımların alınıp satıldığı çevrimiçi kara pazarların (Online Darknet Markets) Temmuz 2017'deki hukuki yaptırımlardan nasıl etkilendiğini araştırmıştır. Ayrıca kara pazar kullanıcılarının kullandıkları araçların neler olduğunu belirtmiştir. Bu kara pazar kullanıcılarının Bitcoin ve Monero gibi kriptoparaları sık sık kullandıkları tespit edilmiştir.

Ethereum, IOTA ve Hyperledger Fabric'i kapsayan ve Nesnelerin İnterneti'ne (IoT) uygun birkaç dağıtık hesap defteri protokolü vardır. Pustişeka M. ve Kosa A. (2017) yaptıkları çalışmada, bu dağıtık hesap defterlerine IoT uygulama geliştirme perspektifinden bakıp karşılaştırmışlardır. IoT ön uç BC uygulamaları için üç olası mimari sunmuşlardır. Yaptıkları deneylerin sonucunda, kısıtlı bir IoT cihazını çalıştırmak için tam bir Ethereum düğümünün güvenilir olmadığını belirlemişlerdir. Ayrıca, ağ trafiğini daha da azaltmak ve güvenliği artırmak için IoT cihazı ve uzaktaki blockchain istemcisi arasında özel iletişimli mimarilerin kullanımını önermişlerdir. Sonuçta özel bir dağıtık kayıt defteri ve ön-uç uygulama mimarisi, kullanım kararına göre farklılık gösterecektir.

Hendrickson Joshua R. ve Luther William J. (2017), bir devletin bitcoin gibi alternatif bir para birimini yasaklama derecesini düşünmek için, içsel araştırma ve rassal tüketim tercihlerini içeren bir parasal model kullanmışlardır. Alternatif bir para birimini kabul etmeyi reddeden ve onu kullanan özel temsilcileri tespit edip ceza uygulayan devlet yetkililerinin bir politikası olarak yasağı tanımlamışlardır. Alternatif bir para biriminin

kabul edildiği parasal dengeyi belirledikten sonra, bir yasağın onun kullanımını caydırabileceği koşulları türetmişlerdir. Modelde iki önemli sonuç çıkmıştır. Birincisi, bir hükümet yeterince ağır cezalar kullanmaya istekli olması halinde alternatif bir paranın kabul edilmesinin önüne geçebilmektedir. Çünkü cezaların şiddeti arttıkça, cezalandırılacak davranışla ilişkili beklenen maliyet de artmaktadır. Beklenen maliyet yeterince büyük olursa, bireyler bu maliyetten sakınmak için faaliyetten kaçınmayı seçecektir. İkinci sonuç, işlem politikalarının ve cezalarının ikame yerine tamamlayıcı olarak görülmesi gerektiğidir. Örneğin, alternatif paranın kabul edilmesini önlemek için gerekli olan hükümet büyüklüğünün eşiği, cezaların ciddiyeti arttıkça küçülmektedir. Simetrik olarak, daha büyük bir devlete sahip olan ülkeler, küçük bir devlete sahip ülkelere göre daha küçük bir ceza ile alternatif bir para biriminin kabulünü sınırlayabilmelidir. Sonuçlar, yeterli büyüklükteki bir devletin, cezalara güvenmeksizin alternatif bir para biriminin dolaşımını engelleyebileceğini göstermiştir.

16 Mart 2013'te Güney Kıbrıs Rum Cumhuriyeti, ekonomik krizden ötürü banka mevduatları için bir defaya mahsus olmak üzere kurtarma talebinde bulunacağını kamuoyuna duyurmuştur. Kurtarma açıklamasıyla birlikte, geleneksel mevduat hesaplarının az güvenli görünmesiyle, kriptopara birimi Bitcoin'in kullanılmasının dikkate alınabileceği ya da yeniden gözden geçirilebileceği tartışılmaya başlanmıştır. Mevcut çalışmalar, bir uygulama alt kümesinin sıralı verilerine dayanarak, özellikle sorunlu bankaların bulunduğu ülkelerde, benzer kamuoyu duyurularından sonra Bitcoin'e olan ilginin arttığını ileri sürmektedir. Luther W. J. ve Salter A. W. (2015), duyurular sonrasında mevcut olan on beş Bitcoin uygulaması için sırayla programın indirilme verilerini toplamışlar ve değerlendirilen her ülke için bir indirme endeksi (Download Index) yapmaya çalışmışlardır. Hükümet duyurularını takiben Bitcoin uygulamalarının internetten indirilme sayıları artarken gözlenen etki, o sırada sorunlu bankacılık sistemlerine sahip olduğu düşünülen ülkelerde özellikle belirgin bir şekilde telaffuz edilmemiştir. Bitcoin ile ilgili uygulamaların indirme işlemlerinin kurtarma duyurusu sonrasında % 10'dan fazla arttığı belirtilmektedir.

Koutmos D (2018), Bitcoin getirileri ile işlem faaliyeti arasındaki ilişkileri incelemiştir. İşlem faaliyeti, Bitcoin'in büyüyen mikro yapısının önemli bir unsurudur. Eşsiz işlem sayısı ve benzersiz adresler sırasıyla incelenmiştir. Bitcoin getirileri ve işlem faaliyeti arasında çift yönlü bağlantılar bulunmuştur. Getiri şoklarının işlem aktivitesine katkısı

oldukça fazla bulunmuştur. İşlem aktivitesine ait tek bir standart sapma şokunun, şoku takip eden üçüncü günde getirilerde yaklaşık %0.30'luk bir kazanıma yol açtığı görülmüştür. Altıncı gün itibarıyla, fiyat davranışında bir terslik meydana geldiği ve bu gibi kazançların silindiği gözlemlenmiştir. Nihayetinde, getiriler ve işlem faaliyeti arasındaki çift yönlü bağlantılar karşılaştırılırken, getiri şoklarının işlem aktivitesine katkısının niceliksel olarak daha büyük olduğu görülmüştür.

Nakano M., Takahashi A., Takahashi S. (2018) getiri tahmini için yapay sinir ağlarına dayalı bir modelle Bitcoin'in gün içi teknik alım satımını araştırmışlardır. Özellikle, her 15 dakikalık geçmiş zaman verileriyle hesaplanan teknik göstergeleri, yedi katmanlı sinir ağ yapısı aracılığıyla kullanarak alım satım sinyallerini başarılı bir şekilde keşfetmişlerdir. Bu metod ile elde edilen sayısal sonuçlar göstermiştir ki; bu metodun icra maliyetlerinin makul olması kaydıyla, bir satın al ve tut stratejisinin performansını önemli ölçüde geliştirmektedir. Sonuçlar, çeşitli teknik göstergelerin kullanımının, durağan olmayan finansal zaman serileri verilerinin sınıflandırılmasında muhtemel hataları önleyebileceğini ve alım satım performansını arttırabileceğini göstermiştir.

Fry J. (2018) hem ağır kuyrukları hem de varlık fiyatlarındaki tam bir çöküş olasılığını içeren Bitcoin ve kripto para birimleri için ısmarlama rasyonel balon modelleri geliştirmiştir. Ampirik olarak, Bitcoin ve Ethereum'da kuvvetli balonlar olduğuna dair kanıtlar bulmuştur. Teorik olarak, likidite risklerinin Bitcoin ve kripto-pa piyasasında ağır kuyruklar oluşturabileceğini göstermiştir. Baloncukların yokluğunda bile dramatik patlamalar ve yıkılmalar oluşabilmektedir.

Abraham J, Higdon D, Nelson J, Ibarra J (2018) Twitter verilerini ve Google Trendler verilerini kullanarak Duygu Analizi yapmış, Bitcoin ve Ethereum fiyatlarındaki değişiklikleri tahmin etmeye çalışmışlardır. Araştırma sonucuna göre, tweet duygusundan daha çok (fiyat yönünden bağımsız olarak genel olarak pozitif olan) tweet miktarının fiyat yönünün bir göstergesi olduğu görülmüştür.

Devletlerarası kurumlar aracılığıyla kara para aklama ile mücadele çabaları varken, birçoğu sanal para birimlerinin yükselişiyle ilgili endişelerini dile getirmektedir. Bitcoin gibi bazı kripto paralar, suçluların sevdiği bazı özelliklere sahip olduğu için, çevrimiçi kara para aklamanın çoğalmasında büyük rol oynamakta ve anti kara para aklama önlemlerini etkisiz kılmak için araçlar sağlamaktadır.

Mabunda S. (2018) yaptığı çalışmada kara para aklamaya karşı Bitcoin gibi kripto para birimlerinin getirdiği zorlukları ele almıştır. Kara Para Aklama, suçluların ve suçlu varlıkların yer bulduğu, sürekli bir fon akışının olduğu kısır bir döngü yaratmaktadır. Sanal paraların icadının hem yararlı hem de zararlı tarafları vardır. Bir yandan internet üzerinden güvenli bir şekilde işlem yapmayı daha kolay hale getirmiş diğer yandan sayısız siber suçı kolaylaştırmış ve suçluların gelirini güvenli bir şekilde aklamak için kullanılmıştır. Sonuç olarak, bazı sanal paraları bazı suçluların tercih etmesinin nedeninin; hem kullanıcılar hem de işlemler için en büyük imzasızlık derecesine sahip olması, yasadışı gelirleri hızlı ve güvenli bir şekilde bir ülkeden diğer ülkeye taşıma becerisi, düşük volatilitelerinden ötürü dijital para biriminin serveti iletmek ve depolamak için etkili bir araç olma yeteneği, yeraltı suç örgütlerince yaygın kabulü ve güvenilirliği olduğu düşünülmektedir.

Corbet S, Lucey B. ve Yarovya L. (2017) yaptıkları çalışmada, Bitcoin ve Ethereum'daki fiyat balonlarının varlığını Phillips ve diğerlerinin (2011) metodolojisini kullanarak bu iki kripto para üzerinde incelemişlerdir. Ekonomik ve sayısal olarak mantıklı olan oranları elde ettikten sonra bu değişkenleri, baloncukları belirlemek ve tarihlendirmek için kullanmışlardır. Bitcoin için neredeyse balona yakın davranış sergileyen dönemler bulunmuştur. Ancak hem Bitcoin hem de Ethereum için piyasada böyle bir kalıcı balonun açık bir kanıtının olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu, fiyatın "doğru" olduğu anlamına gelmemekle birlikte, sadece istatistiksel bir göstergenin olmadığı söylenebilir. Hem Bitcoin hem de Ethereum'un fiyatları ile, sırasıyla, blok zinciri pozisyonuyla olan ilişkileri, işlem hızları ve likiditeleri arasındaki teorik ilişkiler dikkate alındığında her bir temelin her iki kripto paranın fiyat dinamiklerini kısa süreli olarak etkilediği ve bu etkilerin hızlı bir şekilde yayıldığı belirtilmektedir.

Nelson B. (2018), dijital para birimlerinin finansal ve parasal politika risklerini incelemiştir. Dijital yatırımlarda kaldıraç oranı düşüktür, bu nedenle bankacılık sistemi üzerindeki patlayan baloncuklar etkisi azdır.

Bitcoin'in büyük olaylara karşı fiyat duyarlılığı, bu yeni pazarda önceden bilgilendirilmiş ticareti çok karlı hale getirmektedir. Feng W., Wang Y. ve Zhang Z. (2017), kripto parayla ilgili olaylardan önce bilgilendirilmiş (Önceden meydana gelecek olayın özel olarak haberinin alındığı) işlemleri belirlemek için yeni bir gösterge

önermişlerdir. USD/BTC kurunun ticari işlem verilerini kullanarak, büyük olaylardan önce Bitcoin pazarında önceden bilgilendirilmiş ticarete kanıt bulmuşlardır. Büyük pozitif (negatif) olaylardan önce, alıcı tarafından başlatılan (satıcı tarafından başlatılan) emirlerin boyutlarının yüksekliği, satıcı tarafından başlatılan (alıcı tarafından başlatılan) emirlerin miktarlarıyla karşılaştırıldığında anormal derecede yüksektir. Önceden bilgilendirilmiş işlemlerin zamanlaması incelendiğinde, önceden bilgilendirilmiş yatırımcıların büyük pozitif olaylardan iki gün önce ve büyük olumsuz olaylardan bir gün önce pozisyonlarını oluşturmayı tercih ettikleri fark edilmiştir. Bitcoin pazarındaki önceden bilgilendirilmiş ticaretin kanıtı, daha önceden özel bilgiler edinen kişilerin, diğer piyasa katılımcılarının zararları pahasına kazanç sağladığını göstermektedir.

Hu B. ve diğerleri (2018), kripto paraların gün içi fiyat davranışını ve işlem fiyatlarında son basamakların ortaya çıkışıyla ilgili üç hipotezi ilk olarak araştırmışlardır. Fiyat müzakere hipotezi, yuvarlak sayıların ticaretin daha hızlı yapılmasını sağladığını ve daha ucuz bir fiyat sistemiyle arama maliyetlerini azaltarak müzakereleri kolaylaştırdığını ileri sürmektedir (Harris, 1991). Bu hipoteze göre fiyat kümelenmesi fiyat seviyesi ve fiyat belirsizliği ile artmaktadır. Cazibe hipotezi (Wadhwa ve Zhang, 2015), insanların hatırlamakta zorluk çekmedikleri ve kendilerine psikolojik olarak çekici gelen yuvarlak sayıları kullandıklarını, bu yüzden 0 ve 5 rakamlarını tercih ettiklerini söylemektedir. Stratejik ticaret hipotezi, alım satımcıların emirlerini yuvarlak fiyatların hemen üstüne veya altına yerleştirerek avantaj sağlamaya çalıştıklarını tahmin etmektedir (Sonnemans, 2006). Örneğin, fiyatlar 100'de kümelenirken, stratejik alım satımcılar emirlerini '99'da satın al ve 101'de sat' şeklinde verirler. İşlem fiyatları gün boyunca yuvarlak sayılar üzerinde kümelenmektedir. Kümeleme, fiyat seviyesi ve fiyat belirsizliği ile artmaktadır. Kümelenmiş sayıların hemen altında veya üstünde stratejik fiyatlandırma da vardır. İşlem seviyesinde, fiyatların, 0, 5 ve 10 gibi psikolojik açıdan düz sayılara göre değil, ağırlıklı olarak müzakerelerle ve stratejik ticaret nedeniyle oluştuğunu görmüşlerdir. Sonuçta, müzakere ve stratejik ticaret hipotezlerini destekleyen çıktılar elde edilmiş fakat cazibe hipotezine destek bulunamamıştır.

Hao J. (2018) yazdığı makalede, paranın borç niteliğini ve Bitcoin gibi kripto paraların özelliklerini incelemiş ve Bitcoin gibi kripto paraların devlet tarafından vergi ödeme aracı olarak kabul edilmediği sonucuna varmıştır. Bitcoin gibi kripto paraların madenciliğini yapan, onları satın alan ya da kabul eden herkes onları bir tür varlık

olarak kaydetmektedir. En önemlisi devlet bunları asla vergi borcunun ödenmesi için kabul etmez, bu yüzden devlet borcu değildir ve ulusal para haline gelemezler.

Pieters G.C. (2018) yaptığı çalışmada, devletler tarafından çıkarılan paralarla yapılan satın alma işlemlerini kullanarak ve kripto para birimlerinin diğer kripto para birimlerini satın almasını hesaba katan düzeltmeler de dahil olmak üzere birden fazla pazar büyüklüğü ve gücü tahmini ortaya çıkarmıştır. Tüm ölçümler, pazarın sadece üç para biriminde yoğunlaştığını ve ABD Dolarının, Güney Kore Won'unun ve Japon Yeni'nin tüm kripto işlemlerin %90'ından fazlasını kapsadığını göstermiştir. Pazarın büyüklüğü ve piyasa gücü, ekonomik büyüklük, gelir, finansal dışa açıklık, iç piyasa borsa büyüklüğü veya internet erişimi ile açıklanamamaktadır. Bu analiz aynı zamanda, bir ülkenin Bitcoin pazar payının, bir ülkenin kripto pazar payını temsil etmediğini ortaya koymaktadır.

Kripto para piyasalarındaki katılımcılar, en son çıkan paralar ve ilgili haber bültenleri hakkında birbirleriyle sürekli iletişim halindedir. Bu konuşmalar heyecanın bulaşıcılığıyla abartı oluşturmakta mıdır, topluluk süreçteki bilgisine yardımcı olmakta mıdır veya başka bir rol oynamakta mıdır? Jahani E. ve diğerleri (2018), büyük bir kripto para forumundan yeni bir veri kümesi kullanarak, kripto para birimleri hakkında çevrimiçi bir tartışmanın özelliklerini araştırmışlardır. Bir regresyon analiziyle, daha fazla bilgi içeren ve daha yüksek seviyelerde teknik inovasyona sahip kripto paraların, daha yüksek kalite tartışmasıyla ilişkili olduğu görülmüştür. 'Ciddi' kripto paralardan bahseden insanlar, kolektif zekanın ve bilgi işlemin imzalarını gösteren tartışmalara katılmaya eğilimli iken, 'daha az ciddi' paralardan bahseden insanlar, abartının ve saflığın imzalarını gösteren tartışmalara katılmaya eğilimlidirler. Tecrübeli forum üyeleri ile yapılan görüşmeler de bu nicel bulguları doğrulamaktadır. Bu sonuçlar, kripto para ekosistemindeki tartışmanın çeşitli rollerini vurgulamakta ve ciddi kripto para tartışmalarının, hangi paraların başarılı olabileceğini keşfetmeye yönelik daha doğru yön verebileceğini göstermektedir.

Gandal N. ve diğerleri (2018) yaptıkları çalışmada, Japon Mt. Gox Bitcoin Borsası'nın (2014 yılında dünyanın en büyük Bitcoin borsasıydı) yaklaşık 188 milyon dolar değerindeki 600.000 Bitcoin'i hileli bir şekilde elde etmesiyle sonuçlanan şüpheli işlem faaliyetlerinin etkilerini analiz etmiş ve belirlemişlerdir. Her iki dönemde de, USD-BTC

döviz kuru şüpheli faaliyetlerin olmadığı günlerde hafif bir düşüş gösterirken, şüpheli işlemlerin gerçekleştiği günlerde ortalama yüzde dört oranında artmıştır. Kapsamlı sağlamlık kontrolleriyle titiz analizlere dayanan çalışma, şüpheli işlem faaliyetlerinin, 2013 yılının sonlarında USD-BTC döviz kurunda görülmemiş bir artışa yol açtığını ve 1 Bitcoin 150 \$ iken iki ay içinde 1.000 \$' ı geçtiğini göstermiştir.

Rossikhin V., Burdin M. ve Mykhalskyi O. (2018) bazı yabancı ülkelerde ve Ukrayna'da kripto para sirkülasyonunun düzenlenmesi için yasal prensipleri belirleyen yasa ve yönetmelikleri karşılaştırmışlar ve bu temelde bu alandaki yerel mevzuatın iyileştirilmesi için bir yol haritası belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, kripto para dolaşımının yasal düzenlemesinin yapılması için yabancıların deneyimlerinden faydalanmak gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Zharova A. ve Lloyd I. (2018), Rusya'daki kriptopara kullanımı deneyimi üzerine çalışma yapmışlardır. Bulgular, sadece Rus devlet organlarının görüşlerinin nasıl oluşturulduğunu ve geliştirildiğini göstermekle kalmayıp, aynı zamanda tüzel kişilerin ekonominin gelişimi için kullandıkları spesifik yenilikçi yöntemlerine de ışık tutmuştur.

BÖLÜM 3: BITCOIN'İN VOLATİLİTESİNİ EN İYİ TAHMİN EDEN MODEL İÇİN BİR UYGULAMA

Araştırmanın bu bölümünde kripto para piyasasında kapitalizasyonu en büyük ve en çok işlem hacmine sahip kripto para olan Bitcoin'in volatilitesini tahmin etmede kullanılan bazı modellerin tahmin performansları incelenmektedir. Ayrıca volatilitiyi mevcut modeller arasından en iyi gösteren model değerlendirilerek, diğer modeller ile karşılaştırması yapılmıştır.

3.1. Araştırmayla İlgili Bilgiler

3.1.1. Araştırmanın Konusu

Bu araştırmanın konusunu, kripto para piyasasında yer alan ve en çok piyasa kapitalizasyonuna sahip olan Bitcoin'in, volatilitesini en iyi tahmin eden modeli belirlemek oluşturmaktadır. Bunun içinde HYGARCH EGARCH, IGARCH, FIGARCH-CHUNG, FIEGARCH, FIAPARCH-BBM, FIAPARCH-CHUNG, GARCH, GJR ve FIGARCH-BBM modelleri kullanılarak hem volatilité hem de en iyi öngörü modelinin hangisi olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

3.1.2. Araştırmanın Amacı

Bireysel ve kurumsal portföy yatırımcılarının hem portföy çeşitlendirmesi hem de yüksek getiri elde edebilme beklentisi ile tercih ettikleri önemli kripto para birimlerinden olan Bitcoin'e ait volatilitenin, değişen piyasa koşullarında her zaman gerçek değerine yakın olarak tahmin edilememesi, yatırımcıların ve portföy yöneticilerinin en önemli problemlerindendir. Bu noktada da gerçek değerine en yakın volatilité tahmininin yapıldığı modelin belirlenebilmesi teorisyen ve uygulayıcılar açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Bitcoin volatilité tahmini için GARCH sınıfı modellerden; HYGARCH EGARCH, IGARCH, FIGARCH-CHUNG, FIEGARCH, FIAPARCH-BBM, FIAPARCH-CHUNG, GARCH, GJR ve FIGARCH-BBM modelleri kullanılarak volatilitiyi en iyi tahmin eden model belirlenmeye çalışılmıştır.

3.1.3. Araştırmanın Önemi

Volatilite, finasta kilit ve tekrar eden bir konudur. Risk yönetimi, ticaret, menkul kıymet fiyatlandırması ve para politikası gibi birçok alan, karar verme sürecinde ana girdi olarak volatiliteyi önemsemektedir. Ayrıca belirsizlik anlamındaki volatilite, yatırımcıların ve tüketicilerin güveninin bir göstergesini temsil etmektedir. Bu yüzden ekonominin oluşmasında önemli bir girdidir ve volatilite piyasalar ve katılımcılar arasında bulaşıcıdır. Bu açıdan bakıldığında volatilite modelleri ve tahmini, birçok teorik ve pratik anlamı olan önemli bir araştırma alanı olarak görülmektedir. Bu araştırmada volatilite tahmin modellerinin performanslarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi, Bitcoin için etkin volatilite modelinin belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu noktada araştırmadan elde edilen bulgular, politika uygulayıcılarının, portföy yöneticilerinin yeni stratejiler geliştirmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

3.2. Araştırmada Kullanılan İstatistiki Yöntemler

Araştırmanın bu kısmında kullanılan istatistiki yöntemler yer almaktadır. Öncelikli olarak araştırmada kullanılan birim kök testlerine ardından volatilite tahmin modellerine yer verilmiştir.

3.2.1. Araştırmada Kullanılan Birim Kök Testleri

Araştırmada geleneksel ADF birim kök testi ile yapısal kırılmalı ADF birim kök testleri kullanılmıştır.

3.2.1.1. Augmented Dickey–Fuller (ADF) Birim Kök Testi

Zaman serisinin durağanlığını incelemek için Augmented Dickey–Fuller (ADF) birim kök testi kullanılmıştır. Modelde sabit terim ve trend (genel eğilim) değişken yer almıştır. ADF modeli şu şekilde formüle edilmiştir:

$$\Delta y_t = a + b_t t + \gamma y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \Phi_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

Δy_{t-j} = Gecikmeli fark terimini.

b = Otokorelasyon katsayısını,

a = Sabit terimi,

t = Genel eğilim değişkenini,

Δy_t = Değişkenin birinci farkını göstermektedir.

Serinin durağan halde kullanılması sonuçların doğru çıkması açısından önemlidir. Bu serinin durağanlık testi ile ilgili hipotezler şöyledir:

H_0 : Seri durağan değildir.

H_1 : Seri durağandır.

H_0 red edilirse, seri birim kök içermemektedir yani durağandır. H_0 reddedilemez ise serinin birim kök içerdiği kabul edilmektedir.

3.2.1.2. Zivot-Andrews Yaklaşımı (1992)

1992 yılında yaptıkları çalışmalarında ZivotAndrews, Perron (1989)'ın dışsal kırılma zamanlarını açıklamasından faydalanmışlardır. ZivotAndrews, Peron'ın çalışmasını geliştirerek kırılma zamanının (T_b) bilinmediğini varsaymıştır (Aktan, 2007).

Üç model için sıfır hipotezi, ZivotAndrews yaklaşımı için aynıdır. Bu herhangi yapısal kırılmayı içermeyen kayan bir rassal yürüyüş modelidir. Alternatif hipotezde $\{Y_t\}$ 'nin bilinmeyen kırılma zamanıyla bir trend durağan süreç tarafından temsil edildiği kabul edilir. Sıfır hipotezinde $\{Y_t\}$ serisinin yapısal kırılma olmaksızın entegre olduğu düşünülmektedir (Aktan, H. 2007).

Dickey-Fuller test yaklaşımında şoklar geçicidir. Bu yüzden uzun dönem hareketlerini etkilemez. Ancak bu görüşe zamanla karşı çıkmıştır. Buna neden olarak güncel şokların kalıcı ve geçici şokları bir arada temsil ettiği savunulmuştur, Ayrıca serilerin uzun dönemde ortaya koyduğu tepkilerin, şokun büyüklüğüyle ya da önemiyle ilişkili olduğu vurgulanmıştır (Aktan, H. 2007).

ZivotAndrews yaklaşımında kırılma anının gözlemlere göre seçilmesi gerektiği öne sürülmüştür. Buna dikkat edilmediğinde yanlış tespitte bulunulabileceği belirtilmiştir. Bundan ötürü birim kök sınama süreci, kırılma noktalarının dataya bağlı olduğu gerçeğiyle meydana getirilmiştir (Aktan, H. 2007). Bu yaklaşımda alternatif hipotez, trend fonksiyonunda tek bir kırılmaya izin veren ve trend durağan sürece sahip olan bir süreci belirtmektedir (Yonar, 2012).

ZivotAndrews, bir kırılmanın olduğu trend fonksiyonunun civarında durağanlığın olduğu bir serinin grafiği ile yığılma sahip birim kök sürecinin grafiğinin çok benzeştiğini söylemişlerdir.

Kırılma kesri, Perron (1989) test yaklaşımında dışsal olarak kabul edilmektedir. ZivotAndrews (1992) test yaklaşımında ise dışsallık tahminine şüpheyile bakılmıştır. Yapısal kırılmayı dışsal olarak kabul etmektense, veriyi yaratma sürecinde şokların meydana geldiği veriye bağımlı bir süreçten oluştuğu öngörülmüştür.

Perron (1989) test yaklaşımı birim kök varlığını test etmek amacıyla ADF test istatistiğine dayanmaktadır. Zivot-Andrews (1992)'de aynı test istatistiğine dayanarak alternatif hipotezleri aşağıdaki denklemle göstermiştir:

$$\text{Model A: } Y_t = \mu + \beta_t + \varphi_1 Y_{t-1} + \gamma_2 DVU_t(\lambda) + \sum_{j=1}^p \delta_j + \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.2)$$

$$\text{Model B: } Y_t = \mu + \beta_t + \varphi_1 Y_{t-1} + \gamma_3 DVU_t(\lambda) + \sum_{j=1}^p \delta_j + \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

$$\text{Model C: } Y_t = \mu + \beta_t + \varphi_1 Y_{t-1} + \gamma_2 DVU_t(\lambda) + \gamma_3 DVU_t(\lambda) + \sum_{j=1}^p \delta_j + \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.4)$$

Bu kısımda kukla değişken $t \leq T\lambda$ için $DVU_t(\lambda) = 0$ iken $t > T\lambda$ olduğunda $DVU_t(\lambda) = 1$ değerini almaktadır. Diğer değişkende bununla birlikte $t \leq T\lambda$ için $DVT_t(\lambda) = 0$ iken $t > T\lambda$ için $DVT_t(\lambda) = t - T\lambda$ değerindedir. (Sevüktekin M., Nargeleçekenler M., 2010)

3.2.2. Simetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri

Riskin ölçülmesi varlıklara yatırım yapanlar tarafından önemli bulunmaktadır. Tahmin edilen klasik doğrusal regresyon modellerinde hata terimlerinin zaman içindeki varyanslarının sabit olduğu varsayılmaktaydı. Buna homoskedastikite (Tek varyans) denir. Bir başka deyişle belli bir zaman içerisinde varlıklar arasındaki korelasyonun ve varyansın sabit olduğu kabul edilir. Hem yatay kesit hem de zaman serilerinin kullanıldığı modellerin tahmin edildiği çalışmalar sonucunda hata teriminin varyansının değişebildiği görülmüştür. Buna heteroskedasite (Değişen varyans) denilmektedir. Böylelikle sabit varyansın terkedilerek değişen varyansın ölçülebildiği modeller üzerine ihtiyaç artmıştır.

Robert F. Engle İngiltere'de enflasyon oranı verilerini kullanarak yayınladığı makalesinde büyük ve küçük tahmin hatalarının kümelenme eğilimi gösterdiğini ve bu

sebeple tahmin hatalarına ait varyans değerinin önceki dönem hata terimlerinin büyüklüğüne bağlı olduğunu belirtmiştir (Engle, 1982). Zaman serisi verilerinde karşılaşılan otokorelasyon probleminin, koşullu değişen varyans modeli (ARCH) olarak adlandırılan metodla modellenmesi gerektiğini ileri sürerek ARCH modelini sunmuştur. Bu model ile Engle (1982) bir serinin koşullu ortalama ve varyansının eşzamanlı olarak ayrı ayrı modellenmesinin mümkün olduğunu göstermiştir

3.2.2.1. ARCH Modeli (Autoregressive Conditional Heteroskedastisite)

Engle tarafından bulunan ARCH (q) modeli (3.5) şu şekilde formüle edilmiştir:

$$\begin{aligned}\varepsilon_t &= Z_t \sigma_t \\ Z_t &\sim N(0,1) \\ \sigma_t^2 &= \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2\end{aligned}\quad (3.5)$$

Denklem 3.5'te; (ω) ortalamayı, (σ^2) değişen varyansı ve (ε_t) beyaz gürültü sürecini göstermektedir. Buna ilaveten, ARCH modelinde negatif ve pozitif şoklar, önceki dönem şoklarının karelerine bağlandığından volatilitenin de aynı şekilde etkilendiği varsayılmaktadır. Ancak ARCH modelinde, piyasaya etki eden olumlu ve olumsuz bilgilerin volatilité üzerindeki etkisinin eşit olduğu kabul görülmekte ve ARCH modelinin en genel biçimi olarak ARCH (p) modeli kabul edilmektedir.

3.2.2.2. GARCH Modeli (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastisite)

Bollerslev (1986), eşitlik 3.5'teki hareketli ortalama maddelerine koşullu heteroskedastisite ekleyerek ARCH modelini daha da genişletmiştir. Genelleştirilmiş ARCH diğer deyişle GARCH modeli, mevcut volatilitenin geçmişteki volatilitelere (σ_{t-i}^2) ve model kalıntı gözlemlerine ε_{t-j}^2 bağlı olduğunu göstermektedir. Aşağıdaki şartın sağlanması koşuluyla,

$$\omega > 0; \quad \alpha_i \geq 0, \beta_i \geq 0; \quad \sum_{i=1}^p \beta_i + \sum_{j=1}^q \alpha_j < 1 \quad (3.6)$$

Standart GARCH (p, q) modeli eşitlik 3.7'de olduğu gibi yazılmaktadır:

$$\varepsilon_t = Z_t \sigma_t$$

$$Z_t \sim N(0,1)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 \quad (3.7)$$

Yukarıdaki koşullu varyansı gösteren 3.7 numaralı eşitlik; ortalamanın (ω), ARCH teriminin ($\beta_i \sigma_{t-i}^2$) ve GARCH teriminin ($\alpha_j \varepsilon_{t-j}^2$) bir fonksiyonudur. Dolayısıyla, GARCH (p,q) gösteriminde (p) ARCH teriminin ve (q) GARCH teriminin gecikme uzunluklarını ifade etmektedir.

3.2.3. Asimetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri

Uzun hafızalı yapıyı ve asimetrik yapıyı modellemek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Asimetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri arasında EGARCH Modeli, GJR GARCH ve TGARCH Modeli asimetrik yapıyı modellemektedir. Uzun hafızalı yapıyı ise HYGARCH, IGARCH ve FIGARCH yöntemleri modelleyebilmektedir. FIAPARCH ve FIEGARCH yöntemleri, uzun hafızalı yapıyı ve asimetriyi birlikte modelleyebilmek için kullanılmakta ve uygulanmaktadır. Çalışmanın devamında hepsi tek tek ele alınmıştır (Gençyürek, 2019).

3.2.3.1. EGARCH Modeli (Üstel GARCH)

Negatif ve pozitif şokların varyansa etkisinin, simetrik ARCH ve GARCH modellerinde eşit olduğu kabul edilmektedir. Fakat ekonomi piyasalarında genel olarak olumsuz haberleri veren negatif şokların, olumlu haberleri veren pozitif şoklara kıyasla volatilitiyi daha fazla etkilediği bulgulanmıştır. Bu sebeple, simetrik modellerce göz ardı edilen zayıflıkların ortadan kaldırılması gerektiğini düşünen Nelson (1991) Üstel GARCH - Exponential GARCH modeli olarak ifade edilen EGARCH modelini geliştirmiştir. İlk önce Black (1976) tarafından ortaya atılan bu modeli simetrik modellerden ayıran en önemli fark, piyasaya gelen olumsuz haberlerin olumlu haberlere kıyasla finansal varlıklar üzerindeki volatilitiyi daha fazla etkilediğini kabul eden kaldıraç etkisinin varlığıdır. Nelson D. B. (1991) tarafından önerilen standart yeniliklere sahip EGARCH (Exponential GARCH) modeli aşağıdaki eşitlik 3.8'de olduğu gibi doğrusal olmayan biçimle ifade edilebilir:

$$\varepsilon_t = Z_t \sigma_t$$

$$Z_t \sim N(0,1)$$

$$\log(\sigma_t^2) = \omega + \sum_{i=1}^p \beta_i \log(\sigma_{t-i}^2) + \sum_{j=1}^p g_j(Z_{t-j}) \quad (3.8)$$

Koşullu varyansın pozitif ve negatif şoklara asimetrik bir şekilde tepki vermesine, EGARCH modelinin imkan tanınması avantajıyla birlikte, üs alma nedeniyle koşullu varyans parametrelerinde negatif olmama kısıtının bulunmaması haliyle belirtilen ikinci bir avantajı daha bulunmaktadır. Böylece, eğer volatilité ile getiriler arasında negatif ilişki varsa, koşullu varyans parametreleri negatif olabilecektir.

3.2.3.2. TGARCH Modeli (Eşik GARCH)

Zakoian (1994), pozitif ve negatif şokların koşullu varyansı nasıl etkilediklerini incelemiştir. Asimetrik koşullu değişen varyans modellerinden bir diğeri de, Eşik GARCH (Thresold GARCH - TGARCH) modelidir. TGARCH, GJR GARCH modeline benzerdir. Yalnızca varyans yerine standart sapma kullanımı nedeniyle farklıdır. Modelin genel gösterimi eşitlik 3.9'da olduğu gibidir.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \gamma_i I_{t-i} \varepsilon_{t-i}^2 \quad (3.9)$$

3.9 nolu eşitlikte ε_t şokları, I_{t-i} ise haberler olumlu ise (0), olumsuz ise (1) değerini alan kukla değişkeni göstermektedir. Modelde ($\varepsilon_{t-1} = 0$)'ın eşik değer olarak kabul edilmesi durumunda, olumsuz haberlerin $\{I_{t-i} = \text{eğer } \varepsilon_{t-1} < 0 \text{ ise } 1\}$ koşullu varyans üzerindeki etkisinin olumlu haberlerin $\{I_{t-i} = \text{eğer } \varepsilon_{t-1} \geq 0 \text{ ise } 1\}$ etkisinden daha fazla olacağı (kaldıraç etkisi) varsayımı yapılmaktadır.

3.9 nolu eşitlikte yer alan (σ_i) olumlu haberlerin varyans üzerindeki etkisini; $(\sigma_i + Y_i)$ ise olumsuz haberlerin varyans üzerindeki etkisini göstermektedir. Eğer $(Y_i > 0)$ ise kaldıraç etkisinin bulunduğu; $(Y_i = 0)$ ise yeni haberlerin volatilité üzerinde asimetrik etkisinin olmadığı (TGARCH modelinin GARCH modeline eşit olduğu) kabul edilmektedir (Yapraklı ve Diğ., 2017).

3.2.3.3. GJR GARCH Modeli

GJR GARCH modeli, orijinal ARCH veya GARCH modellerinden biraz farklıdır. GJR GARCH (p, q) modeli eşitlik 3.10'da olduğu gibi ifade edilebilir:

$$\sum_{m=1}^k \alpha_m^2 + \sum_{n=1}^l \beta_n^2 + \frac{1}{2} \sum_{p=1}^h \gamma_p^2 < 1 \text{ ve}$$

$\alpha_0 > 0, \alpha_m \geq 0, \beta_n \geq 0, \alpha_m + \gamma_p \geq 0$ koşuluyla

$$\partial_{t+\tau}^2 = \alpha_0 + \frac{\alpha_1 + \gamma_1}{2} + \beta_1 \sigma_t^2 (\tau - 1) \quad (3.10)$$

Kaldıraç sırası otomatik olarak 1. sıraya eşit olarak kabul edilir ve tüm parametre kısıtlamaları GARCH(p, q) modeline oldukça benzerdir. Barndorff ve Nielsen (1977), bir Gauss dağılımından daha fazla veri yakalayan hiperbolik bir dağılım olan NIG dağılımını önermiştir. Rastgele değişken G'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu eşitlik 3.11'de olduğu gibi ifade edilir:

$$f_{NIG}(G; \alpha, \kappa, \mu, \delta) = \frac{\alpha \delta}{\pi} e^{\delta \sqrt{\alpha^2 - \beta^2} + \beta(x - \mu)} C_1[\alpha q(x)] \quad (3.11)$$

$$q(x) = [(x - m)^2 + \delta^2] \quad (3.12)$$

$\alpha > 0$ şekli değerlendirir, $\delta > 0$ ölçekleme parametresidir. $\mu \in (-\infty, \infty)$ ve $0 \leq |\kappa| \leq \alpha$ eğriliği değerlendirir. $C_1(x)$, indeks bir ile ikincinin değiştirilmiş Bessel işlevidir. Tüm yenilikleri NIG kapsamında değerlendirilmektedir (Fahad ve Diğ., 2021)

3.2.3.4. IGARCH (Integrated GARCH / Bütünleşik GARCH) Modeli

Nelson (1990), $\alpha + \beta_1$ kısıtının 1'e eşit olduğunda, herhangi bir varlığın (finansal) getirisinin saçılımının çok temel bir gösterimi olduğunu belirtmiştir. Söz konusu kısıt varyansın ise birim köke sahip bir süreç gibi tavrı sergilemesine sebep olabilecektir. IGARCH modeli farklı özellikleri vardır. Bu modelde $\alpha + \beta_1 = 1$ olduğunda, koşullu varyansın bir dönem tahmini $E_t h_t = \alpha_0 + h_t$ ile j dönemlik tahmini ise $E_t h_{t+i} = j\alpha_0 + h_t$ şeklinde formülize edilebilir. Eşitlik 3.13 çözüldüğünde ise Eşitlik 3.21'deki ifade ortaya çıkar (Bektaş, 2022). $\alpha + \beta_1 = 1$ ve $h_{t-1} = Lh_t$ şeklinde ifade edildiğinde, koşullu varyans Eşitlik 3.20'deki gibidir.

$$h_t = \alpha_0 + (1 - \beta_1) \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 Lh_t \quad (3.13)$$

Bu modelin durağan olmayan modellerden farkı ise, söz konusu modelin koşullu varyans (ε_t) dizisinin hem geçmiş hem de mevcut değerlerin geometrik azalan bir işlevi olmasıdır. Eşitlik 3.14'de gösterilen IGARCH modeli, herhangi bir GARCH modelinde olduğu gibi tahminlenir (Nelson, 1990).

$$h_t = \alpha_0 / (1 - \beta_1) + (1 - \beta_1) \sum_{i=0}^{\infty} \beta_1^i \varepsilon_{t-1-i}^2 \quad (3.14)$$

3.2.3.5. FIGARCH (Fractionally Integrated GARCH / Kesirli Bütünleşik GARCH) Modeli

GARCH modelinde koşullu varyanstaki şoklar üstel olarak dağılırken, IGARCH modellerinde şoklar sonsuza kadar devam etmektedir. Aradaki durum, şokların yavaş hiperbolik oranda dağıldığı FIGARCH modeli tarafından kapsanmaktadır. ARFIMA modelini genelleştiren Baillie ve diğ. (1996a) bir Fraksiyonel Bütünleşik GARCH (FIGARCH) modeli önermiştir. Beine ve diğ. (2002) FIGARCH-BBM (1,d,1) modeli uygulayarak resmi müdahalelerin döviz kurlarının volatilitesi üzerindeki etkilerini analiz etmişlerdir. Bu çalışmada volatilitayı analiz eden ortak Garch çerçevesiyle belirgin farklılıklar ortaya çıkmıştır. Klasik GARCH modellerinin, merkez bankalarının müdahalelerinin döviz kurlarının volatilitesi üzerindeki etkisini hafife aldığı görülmüştür.

Chung'un (1999) makalesi, genellikle FIGARCH-Chung (p, d, q) olarak adlandırılan FIGARCH modelini tahmin etmeyi önermektedir. FIGARCH (Chung 1999) modelinin koşullu varyansı eşitlik 3.15'te olduğu gibi yazılabilir:

$$\sigma_t^2 = \sigma^2 + \{1 - [1 - \beta(L)]^{-1}\phi(L)(1 - L)^d\}(\varepsilon^2 - \sigma^2) \quad (3.15)$$

Eğer,

$$\lambda(L) = 1 - [1 - \beta(L)]^{-1}\phi(L)(1 - L)^d \text{ ise} \quad (3.16)$$

Daha sonra koşullu varyans şu şekilde yazılabilir:

$$\sigma_t^2 = \sigma^2 + \lambda(L) (\varepsilon^2 - \sigma^2) \quad (3.17)$$

Durağanlık için temel koşul ise: $0 \leq \phi \leq \beta \leq d < 1$ eşitsizliğidir.

Vilasuso (2002) birkaç Garch modelini günlük spot döviz kurlarına uyarlayarak, bir FIGARCH-BBM (1,d,1) modelinin daha iyi volatilitate tahminleri üretme yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir (Pelinescu, 2014).

3.2.3.6. FIEGARCH (Fractionally Integrated Exponential GARCH / Kesirli Bütünleşik Üstel GARCH) Modeli

Bollerslev ve Mikkelsen (1996), entegre kesirli modellerin Standard and Poor 500'ün (S&P500) getirilerine uyması için daha uygun olduğunu ortaya koymuştur. Daha özellikli olarak, biraz entegre modellerin GARCH (p, q) ve IGARCH (p, q)

modellerinden daha iyi tahminler verdiğini ve FIEGARCH özelliklerinin FIGARCH sürecinden daha uygun olduğunu bulmuşlardır. Bu bağlamda, Bollerslev ve Mikkelsen (1996), FIEGARCH modelinin, doğrudan şok kalıcılığının yanı sıra şok asimetrik volatilité ölçümü sağlamaya daha yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Bollerslev ve Mikkelsen (1996), uzun hafızalı otoregresif polinom çarpanlarını hesaba katmak için GARCH ve EGARCH modellerini genişletmiştir.

$[1 - \beta(L)] = \phi(L) (1 - L)^d$. Burada $\phi(z) = 0$ 'ın tüm kökleri birim kök çemberinin dışındadır. FIEGARCH (p, d, q) eşitlik 3.18'de olduğu gibidir:

$$\log(\sigma_t^2) = \omega + \phi(L)^{-1} (1 - L)^{-d} [1 + \alpha(L)] - g(z_{t-1}) \quad (3.18)$$

Bu modelin, EGARCH ve IEGARCH modellerinden daha fazla temel kazandığı için daha güvenilir ve tutarlı olduğu Bollerslev ve Mikkelsen (1996) tarafından kanıtlanmıştır. FIEGARCH (p,d,q) formülasyonu, $d = 0$ için geleneksel EGARCH modelini ve $d = 1$ için Bütünleşik EGARCH (IEGARCH) modelini iç içe yerleştirir. Koşullu ortalama varyans için ARFIMA model sınıfına benzer şekilde, $\ln(\sigma_t^2)$ kovaryans durağandır ve $-0.5 < d < 0.5$ arasında iken tersine çevrilebilir. Bununla birlikte, $\ln(\sigma_t^2)$ 'nin gelecekteki değerleri için optimal tahminlere yönelik şoklar, tüm $d < 1$ değerleri için dağıtılır. Ayrıca, FIGARCH formülasyonunun aksine, modelin iyi tanımlanabilmesi için FIEGARCH modelinin parametrelerinin herhangi bir negatif olmama kısıtlamasını karşılaması gerekmediği belirtilmiştir (Bollerslev ve Mikkelsen, 1996).

3.2.3.7. FIAPARCH (Fractionally Integrated Asymmetric Power ARCH / Kesirli Bütünleşik Asimetrik Güç ARCH) Modeli

Tse (1998), koşullu varyanstaki asimetriyi ve uzun hafıza özelliklerini yakalamak için FIGARCH modeline, APARCH modelinin $(|\varepsilon_i| - \gamma_i \varepsilon_i)^\delta$ fonksiyonunu eklemiş ve genişletmiştir. Böylelikle, kesirli olarak bütünleşmiş APARCH (FIAPARCH) modeli ortaya çıkmıştır.

FIAPARCH eşitlik 3.19'da olduğu gibi ifade edilebilir:

$$\sigma_t^\delta = \alpha_0 - [1 - \beta(L)]^{-1} + [1 - \phi(L)[1 - \beta(L)]^{-1} (1 - L)^d](|\varepsilon_i| - \gamma_i \varepsilon_i)^\delta \quad (3.19)$$

FIAPARCH modeli, volatilitenin iyi bilinen bazı stilize özelliklerini yakalayabilmektedir. $0 < d < 1$ için volatilitenin uzun bellek özelliğini göstermektedir. $\gamma > 0$ olduğunda, negatif şoklar pozitif şoklardan daha yüksek volatiliteye neden olur. Volatilitenin modelindeki öngörülebilir yapı için getirilerin güç terimi δ veriler tarafından belirlenmelidir. FIAPARCH modeli ayrıca $\delta = 2$ ve $\gamma = 0$ olduğunda FIGARCH modelini oluşturur (Al-Hajieh, 2017).

Bu nedenle, FIAPARCH modeli, koşullu varyansta asimetri ve uzun bellek yakalayabilmesi nedeniyle FIGARCH modelinden üstündür (Tse, 1998). Parametreler, gerek Chung (1999) tarafından daha önce açıklandığı gibi, gerekse Baillie ve diğ. (1996a)'nın modeliyle olsun her iki yöntemde kullanılarak tahmin edilebilmektedir.

3.2.3.8. HYGARCH (Hyperbolic GARCH / Hiperbolik GARCH) Modeli

Davidson (2004), her zaman sonsuz varyansa sahip olan FIGARCH sürecinin bir sınırlamasının üstesinden gelmek için aşağıdaki Hiperbolik Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (HYGARCH) modeli önermiştir:

$$y_t = \varepsilon_t \sqrt{h_t} \quad (3.20)$$

$$h_t = \frac{\gamma}{\beta(1)} + \left\{ 1 - \frac{\delta_H(B)}{\beta(B)} [1 - \phi + \phi (1 - B)^d] \right\} y_t^2 \quad (3.21)$$

Burada $\phi > 0$. Bu model, $\phi = 1$ olduğunda FIGARCH modeline indirgenecektir ve $1 - (1 - \phi) \delta_H(1) / \beta(1) < 1$ olduğunda y_t 'nin varyansı sonludur. 3.28'deki $\delta^*(x)$ polinomunun R^+ üzerinde birim kökü vardır. Buna $1/\phi$ denilirse, ϕ cinsinden GARCH modelinin koşullu varyansı eşitlik 3.22'de olduğu gibi ifade edilebilir:

$$h_t = \frac{\gamma}{\beta(1)} + \left\{ 1 - \frac{\delta_H(B)}{\beta(B)} [1 - \phi B] \right\} y_t^2 \quad (3.22)$$

Eşitlik 3.22'nin farklı bir gösterilişi ise eşitlik 3.23'de verilmiştir.

$$h_t = \frac{\gamma}{\beta(1)} + \left\{ 1 - \frac{\delta_H(B)}{\beta(B)} [1 - \phi + \phi (1 - B)] \right\} y_t^2 \quad (3.23)$$

HYGARCH, $\alpha = 1$ olduğunda (veya eşdeğer olarak $\log(\alpha) = 0$ olduğunda) ve işlem durağan iken $\alpha < 1$ olduğunda (veya eşdeğer olarak $\log(\alpha) < 0$ olduğunda) FIGARCH'ı yuvalamaktadır. Bu durumda GARCH ögesi, tipik kovaryans durağanlık kısıtlamalarını saptar.

3.2.4. Çoklu GARCH Modelleri (Multivariate GARCH - MGARCH)

Çok değişkenli ARCH-GARCH modelleri, tek değişken içeren yalın ARCH-GARCH modellerinin tahminine göre daha karmaşık yöntemler içermektedir. Bu karmaşık yapıyı hafifletmek ve sistemin bütününe ilişkin daha basit bir yapı ortaya koymak üzere birçok teknik geliştirilmiştir. Birden fazla zaman serisine ait volatilitelerin kendi arasındaki etkileşimini ölçmek için çok değişkenli GARCH modellerine ihtiyaç duyulmuştur. Burada birçok MGARCH modeli bulunmaktadır. Bu modeller aşağıdaki gibidir:

1. VEC Modeli (Vector Error Correction Model)
2. CCC Modeli (Constant Conditional Correlation Model)
3. DCC Modeli (Dynamic Conditional Correlation Model)
4. BEKK Modeli (Baba- Engle- Kraft- Kroner Model)

3.2.4.1. VEC Modeli (Vector Error Correction Model)

Çoklu GARCH modellerinden MGARCH (Multivariate GARCH) modelinin ilki, Bollerslev ve diğ. (1988) tarafından VEC modeli olarak adlandırılmıştır. Önerilen tek değişkenli GARCH modelinin doğrudan bir genellemesidir. VEC modeli eşitlik 3.24'te olduğu gibi ifade edilmektedir:

$$vech(H_t) = c + \sum_{j=1}^q A_j vech(\varepsilon_{t-j} \varepsilon_{t-j}^T) + \sum_{i=1}^p B_i vech(H_{t-i}) \quad (3.24)$$

3.24 nolu eşitlikte: H_t simetrik koşullu kovaryans matrisidir. y_t , $N \times 1$ vektör olmak üzere, simetrik bir matrisin alt kısmının sütun istifleme operatörü $vech(\cdot)$ ile, $N \times 1$ sabitin vektörü b ile, $N \times 1$ yenilik vektörü ε_t ile, $1/2N(N+1) \times 1$ vektörü C ile gösterilmiştir. $i=1, \dots, q$ serisi A_i ile, $j=1, \dots, p$ serisi B_j ile gösterilen $1/2N(N+1) \times 1/2N(N+1)$ matrisleridir (Akdağ, 2019).

3.2.4.2. CCC Modeli (Constant Conditional Correlation Model)

Bollerslev'in (1990) geliştirdiği Sabit Koşullu Korelasyon modelidir. Model değişkenler arasındaki korelasyonların zamanla değişmediğini varsaymaktadır. Koşullu kovaryans matrisi eşitlik 3.25'te olduğu gibi ifade edilmektedir:

$$H_t = \omega_t + \sum_{j=1}^q \alpha_{tj} \varepsilon_{it-j}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_{ij} h_{it-j} \quad (3.25)$$

3.2.4.3. DCC Modeli (Dynamic Conditional Correlation Model)

Tse ve Tsui (2002) ile Engle (2002) çalışmalarında koşullu korelasyonların dinamik olduğu durumlar için kullanılacak olan Dinamik Koşullu Korelasyon Modelini geliştirmişlerdir.

Dinamik Koşullu Korelasyon - DCC olarak adlandırdıkları modelde koşullu korelasyonlar, CCC modelinde olduğu gibi sabit kabul edilmemektedir. R; koşullu korelasyon olmak üzere, korelasyonların zaman içinde değişebileceği öngörülmekte, çok değişkenli bir yapı içinde, ilgili değişkenlerin 0 ortalama ve H_t varyansı ile normal dağılacığı ifade edilmektedir. Bu eşitlik 3.27’te olduğu gibi ifade edilmektedir:

$$r_t / F_{t-1} \sim N(0, H_t)$$

$$H_t = D_t R_t D_t \quad (3.26)$$

H; koşullu kovaryans matrisi, R; koşullu korelasyon matrisi ve D; her bir GARCH eşitliğinden elde edilen standart hatalar olmak üzere, koşullu varyanslar:

$$H_t = \beta_{i0} + \sum_{i=1}^q \lambda_{iq} e_{i,t-q} + \sum_{j=1}^p \gamma_{jp} H_{j,t-p}, i, j = 1, 2, \dots, N \quad (3.27)$$

$$\sum_{i=1}^q \lambda_{iq} + \sum_{j=1}^p \gamma_{jp} < 1 \text{ şartıyla}$$

eşitlik 3.27 ile elde edilmektedir. Koşullu korelasyonların, ARMA yapısı üzerine eklenmesi suretiyle,

$$Q_t = (1 - \lambda)(e_{t-1}e_{t-1}) + \lambda Q_{t-1}$$

$$Q_t = S(1 - \alpha - \beta) + \alpha(e_{t-1}e_{t-1}) + \beta Q_{t-1} \quad (3.28)$$

eşitlik 3.28 denkleminde ulaşılmaktadır. Burada S; standart hataların koşulsuz korelasyon matrisidir.

Koşullu korelasyonların zamana bağımlı olarak sabit olup olmadığını ortaya koymak üzere Tse (2000), LM testini öne sürmüştür. Koşullu varyanslar, $Var(y_t / \phi_{t-1}) = \Omega$ ARMA yapısı içinde elde edildiğinde:

$$\sigma_{it}^2 = \omega_i + \alpha_i \sigma_{it-1}^2 + \beta_i y_{it-1}^2, \quad i = 1, \dots, K \quad (3.29)$$

$$\sigma_{ijt} = \rho_{ij} \sigma_{it} \sigma_{jt}, \quad 1 \leq i < j \leq K$$

$$\omega_i, \alpha_i, \beta_i \geq 0, \quad \alpha_i + \beta_i < 1$$

eşitlik 3.29 elde edilmektedir (Erdoğan S., Bozkurt H., 2009).

3.2.4.4. BEKK Modeli (Baba- Engle- Kraft- Kroner Model)

Parametre üzerinde güçlü varsayımlar olmadan VEC modelinde H_t 'nin pozitif kesinliğini sağlamak zordur. Kolay bir şekilde Engle ve Kroner (1995) ile Baba ve diğ. (1990) tarafından tanımlanmış olan pozitif tanımlı yetersiz zayıf varsayımı, BEKK spesifikasyonunu eşitlik 3.30'da olduğu gibi önermiştir.

$$H_t = CC^T + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^q A_{kj}^T \varepsilon_{t-j} \varepsilon_{t-j}^T A_{kj} + \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^p B_{ki}^T H_{t-i} B_{ki} \quad (3.30)$$

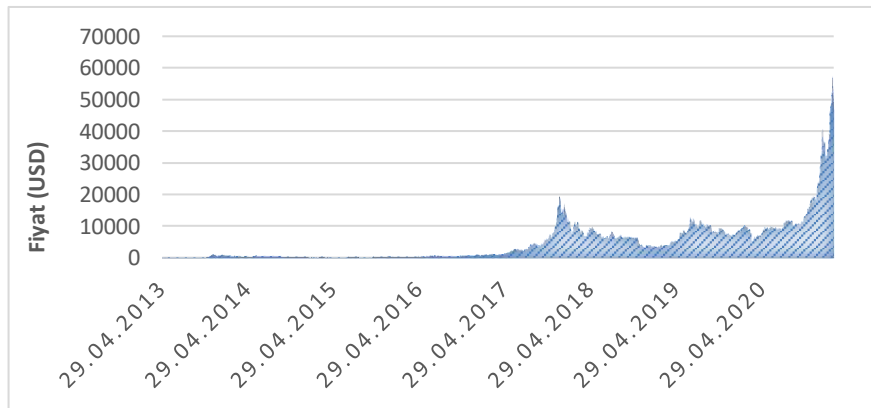
Eşitlik 3.37'deki C, daha düşük bir üçgen parametre matrisidir.

Bu modelde bulunan H_t ifadesi; tüm değişkenlerin kovaryansına ve koşullu varyansına, kalıntıların çaprazlama çarpımına, kalıntıların karesine bağlıdır. BEKK formülünün hesaplanmasının zorluğu modeldeki en önemli problem olarak görülmektedir. A, B, C'nin tamamının işaretinin değişmesi likelihood fonksiyonunun değeri üzerinde etkiye sahip olmayacaktır. Bu yüzden yakınsama işleminin meydana gelmesi oldukça zordur (Gençyürek, 2019).

3.3. Veri Seti

Araştırmada kullanılan Bitcoin verileri, 30 Nisan 2013'ten 26 Şubat 2021'e kadar günlük kapanış Bitcoin USD cinsinden fiyatları olarak www.coinmarket.com'dan indirilmiştir ve toplam 2860 günlük gözlemi kapsamaktadır. Veri setine ait fiyat-zaman ilişkisi Grafik 19'da olduğu gibidir.

Grafik 19: Veri Seti için Fiyat-Zaman Grafiği



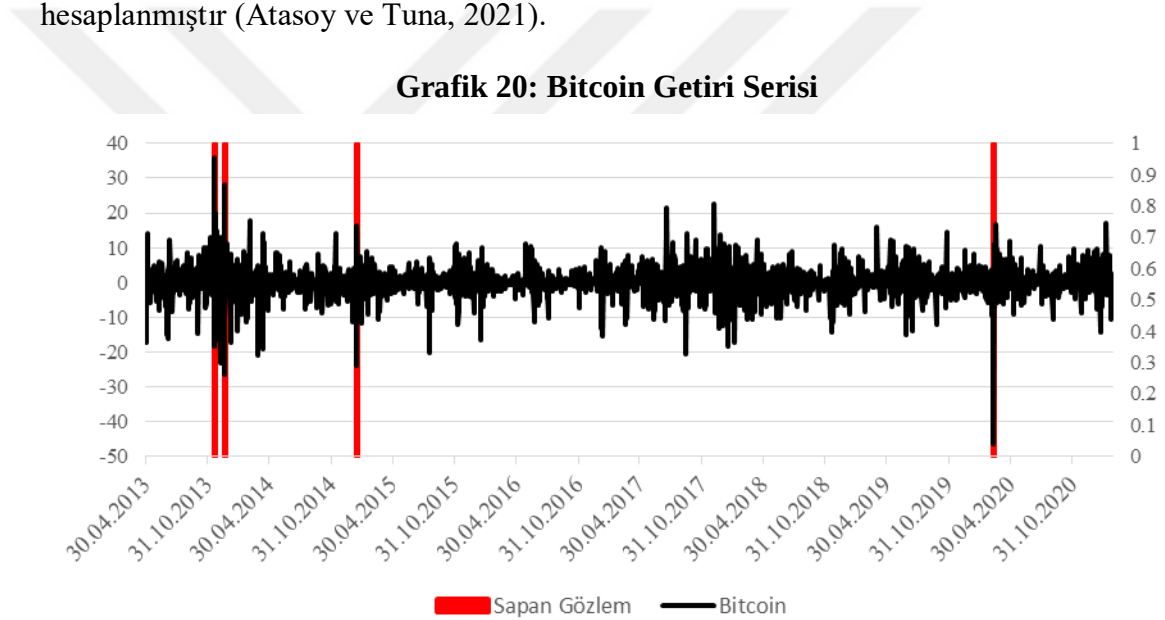
Grafik 19'a göre 2017 yılından itibaren Bitcoin fiyatında gözlemlenebilir bir artış olmuştur. Bitcoin fiyatlarında meydana gelen volatilitiyi hesaplayabilmek için getiri serilerine ihtiyaç vardır. Günlük volatilitiyi, değişikende bir gün içinde meydana gelen oransal değişimin standart sapması olarak tanımlanmaktadır (Hull, 2012). Bu nedenle, günlük gözlemler, aşağıdaki denklem kullanılarak günlük getiriye dönüştürülmüştür:

$$\text{Getiri serisinin logaritmik yüzdesi} = 100 * \ln(P_i/P_{i-1}) \quad (3.31)$$

P_1 : (i) gününün sonundaki fiyatı

P_2 : (i-1) gününün sonundaki fiyatı ifade etmektedir.

Eşitlik 3.31'den faydalanılarak Bitcoin'e ait getiri değerleri Grafik 20'de olduğu gibi hesaplanmıştır (Atasoy ve Tuna, 2021).



Grafik 20'deki Bitcoin Getiri Serisi'ne göre 3 farklı yerde tepe ve dip noktalar bulunmaktadır. Bu gözlemlerin sapan gözlemler olduğu gözlemlendiğinden, Bitcoin getirilerine ait düzeltilmiş değerler elde edilerek Grafik 21'de seri tekrar gösterilmiştir.

Grafik 21: Düzeltilmiş Bitcoin Getiri Serisi



Sonuçların etkilenmemesi için Grafik 21’de sapan gözlemler düzeltilmiştir. Bodart ve Candelon (2009) tarafından önerilen yöntemle göre 9 günlük ortalama alınarak, sapan gözlemler düzeltilmiştir. Grafik 21'deki getiri serisine bakıldığında kalıcılık ve oynaklık kümelenmesi görülmektedir ve bu durum oynaklığın tahmin edilebileceğini göstermektedir.

Araştırmada incelenen Bitcoin getiri serisine ait temel istatistik değerler ise Tablo 9’da olduğu gibidir (Atasoy ve Tuna, 2021).

Tablo 9: Bitcoin Getiri Serisi İçin Bazı Tanımlayıcı İstatistikler

n	2860	Std. Sap.	4,03	Q	103.145 [0.000]
Ortalama	0.213	Çarpıklık	-0,305	Qs	935.108 [0.000]
Mectyan	0.192	Basıklık	8,065	ADF	-52,142
Mak	22.512	Jarque-Bera	3101,535 [0.000]	PP	-52,23
Min	-23.111	ARCH (5)	42.237 [0.000]	KPSS	0,166

Tablo 9’a göre, Bitcoin getiri serisinin ortalama günlük getirisi %21,3, standart sapması ise 4.03 olmaktadır. Minimum getiri % 23,111 kadar düşmüş, maksimum getiri % 22.512’ye kadar ulaşmıştır. Jarqua-Bera test sonuçları, dağılımın normal olmadığını ima eden güçlü aşırı basıklık sergilemektedir. Getiri serisi sivridir ve sola çarpıktır. ARCH testine bakıldığında seri, koşullu değişen varyans etkisine sahiptir.

3.4. Araştırmanın Bulguları

Araştırmadan elde edilen bulgular birim kök testi sonuçları, volatilité tahmin sonuçları ve öngörü tahmin sonuçları olmak üzere gruplandırılarak incelenmiştir.

3.4.1. Birim Kök Analizi Sonuçları

Analizlere zaman serisinin durağanlığının araştırılması ile başlanmıştır. Birim kök incelemesi geleneksel ve yapısal kırılmalı ADF birim kök testi ile incelenmiştir.

3.4.2.1. ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Tablo 10’da ADF birim kök testi sonuçları düzey değerleri için yer almaktadır.

Tablo 10: Bitcoin Getiri Serisi İçin ADF Birim Kök Testi Sonuçları

	Sabitte	Sabitte ve Trendde	Hiçbiri
ADF Test İstatistiği	-52,14212	-52,01586	-51,90429
Olasılık	(-0,001)	(-0,000)	(-0,001)
1% seviye	-3,432446	-3,961252	-2,565771
5% seviye	-2,862352	-3,411379	-1,940935
10% seviye	-2,567247	-3,127538	-1,616625

Tablo 10’a bakıldığında, birim kök testinde değişken için hesaplanan p değerleri sabitte, sabitte ve trendde ve hiçbirinde sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde 0.01 kritik değerinden daha küçük olduğundan, serilerin birim kök içerdiğini ifade eden H_0 hipotezi reddedilmiştir. Seri düzeyde durağandır ve birim kök içermemektedir.

3.4.1.2. Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testi Sonuçları

Ekonomik değişkenler zaman içerisinde birçok faktörden etkilenirler. Meydan gelen trend, belli bir süreyi kapsar ve geçici olarak küçük farklılıklar gösterebilir. Fakat bazı durumlarda ekonomide meydana gelen değişimler trendi kalıcı bir şekilde değiştirebilir. Bu tür durumlara “Yapısal Kırılma” denilmektedir. Yapısal kırılmaların birçok nedeni olabilir. Bunlar arasında siyasi ve ekonomik krizler, yasa değişiklikleri, savaşlar, göçler, kıtlıklar, doğal afetler, iklim ve çevre değişiklikleri sayılabilir. Seride ekonomik etkiye bağlı yapısal kırılmanın olduğu düşünülürse bu durumun test edilmesi ve yapısal kırılmanın olup olmadığının tespit edilmesi gerekir. Tespit yapıldıktan sonra kırılma anının nedenleri araştırılmalıdır.

Yapısal kırılma seriye ait regresyon doğrusunda kırılma meydana getirdiğinden, örneklem verilerine ait regresyon doğrusu, gerçek regresyon doğrusundan farklıdır. Yapısal kırılmada, regresyon parametreleri kararsız olabilmektedir. Bu yüzden yapısal kırılmaları dikkate almadan yapılan çalışmalar, önemli istatistiksel sorunlara sebep

olabilir. Yapısal kırılmanın olduğu durumlar dikkate alınmadan devam ettirilen çalışmalarda sistematik sapmalar meydana gelecektir (Yıldırım, 2010)

Yapısal kırılmaları dikkate almadan yapılan birim kök testlerinde durağan olan bir seri, durağan değilmiş gibi kabul edilmektedir. Bu yüzden durağanlığın doğru tespit edilmesi için kırılmalı birim kök testlerinin yapılması önemlidir. Bu testler arasında kırılma zamanının bilinmesi veya bilinmemesi, tekli, ikili veya çoklu kırılma zamanlarını bulması gibi faktörleri dikkate alan birçok yapısal kırılmalı birim kök testi vardır. Tablo 11’de Zivot-Andrews (1992) birim kök testine ilişkin sonuçlar düzey değerleri için yer almaktadır. Gecikme uzunluğu için VAR modeli bulunmuş ve mevcut kriterlere göre 4. gecikmenin uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 11: Bitcoin Serisi İçin Zivot-Andrews (1992) Birim Kök Testi Sonuçları

	Model A (Sabitte Kırılma)	Model B (Trendde Kırılma)	Model C (Sabitte ve Trendde Kırılma)
Test İstatistiği	-23,03672	-22,77122	-23,10303
Kırılma Tarihi	17.12.2017	11.12.2019	17.12.2017
1% seviye	-5.34	-4.80	-5.57
5% seviye	-4.93	-4.42	-5.08
10% seviye	-4.58	-4.11	-4.82

Tablo 11’de görüldüğü gibi Model A, B ve C’de %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyindeki t-istatistiği Zivot-Andrews kritik değerleri ile karşılaştırıldığında test istatistiğinin kritik değerden mutlak değerce büyük olduğu görülmektedir. Bu durumda H_0 hipotezi reddedilmektedir. Dolayısıyla yapısal kırılma ile birlikte seri durağandır ve birim kök içermemektedir.

3.4.2. Volatilite Tahmin Modelleri Sonuçları

Bu kısımda öncelikle volatilite tahmini için uygun model seçimine ait ön değerlendirmeler yapılarak, sonuçlara yer verilmiştir.

3.4.2.1. Volatilite Tahmini İçin Uygun Model Seçim Sonuçları

Bu kısımda, seri düzeyde durağan olduğundan ARCH-LM testine geçilmiştir. Engle (1982) tarafından zaman serilerinde ARCH etkilerinin bulunup bulunmadığının test edilmesi için yapılmıştır. ARCH-LM Testi olarak bilinen bu test, modelin hata

terimlerinde ARCH etkilerinin bulunup bulunmadığını araştıran bir LM (Lagrange çarpanı) testidir. ARCH etkilerinin araştırılması önemlidir. Çünkü birçok zaman serilerinde gözlemlenen ve ihmal edilmesi halinde tahminlerin etkinliğinin azalmasına neden olan hata terimi ile yakın geçmişe ait hata terimlerinin daha önceki dönemlere ait hata terimlerinden daha çok birbiri ile ilişkili olması durumunun dikkate alınması gerekmektedir. ARCH LM testi ile Bitcoin serisinin koşullu varyansının zamana göre değişip değişmediği araştırılmaktadır. ARCH LM testinde sıfır hipotezin reddedilmesi durumunda sabit varyans varsayımı reddedilerek GARCH tipi modellerin kullanılması gerekecektir. Öncelikle Tablo 12’de ARMA Model Seçimi için Akaike bilgi kriteri sonuçları verilmiştir.

Tablo 12: ARMA Model Seçimi için Akaike Bilgi Kriteri

AR/MA	0	1	2	3	4
0	5.616409	5.617415	5.617268	5.617954	5,618485
1	5.617439	5.617725	5.617961	5.616070	5,616002
2	5.617237	5.617926	5.613061	5.613058	5,616601
3	5.617914	5.616126	5.612479	5.613865	5,615652
4	5.618501	5.615916	5.616401	5.615664	5,612737

Tablo 12’de sütunlar AR’ı, satırlar ise MA’yı göstermektedir. Zaman serisine ait en uygun gecikme uzunluğunun tespit edilmesi amacıyla en küçük kareler (EKK) yöntemi kullanılarak çeşitli AR modelleri kurulmuştur. Yapılan çalışmalar sonucunda, ortalama denklemini tespit etmek amacıyla 5. düzeye kadar inceleme yapılmıştır. Bu kapsamda getiri serisini en uygun açıklayan modelin, en düşük değere sahip olan ARMA(3,2) modeli olduğu tespit edilmiştir. Tablo 13’te ARCH-LM testi sonuçları verilmiştir.

Tablo 13: ARCH- LM Testi Sonuçları

F-statistic	42,23687	Olasılık F(5,2849)	0,0000
Ki-kare istatistiği	195,61985	Ki-kare(5)	0,0000

ARCH testinde gecikme uzunluğu seri için 5 olarak belirlenmiştir. Tablo 13’e göre olasılık $< 0,05$ olduğundan değişen varyans yapısı bulunmaktadır ve ARCH etkisi vardır. ARCH etkisinin varlığının istatistiksel olarak elde edilmesi analizin bundan

sonraki kısımlarında ARCH ailesi modellerinin kullanılması gerekliliğini doğrulamaktadır.

3.4.2.2. Volatilite Tahmin Modellerinin Karşılaştırmalı Sonuçları

ARCH-LM testi ile ARCH etkisinin varlığı tespit edilmiştir. Bu tespitten sonra GARCH modellerinin denenmesine geçilmiş ve 10 GARCH modeli arasından en uygun GARCH modeli bulunmuştur. Denenen modeller GARCH, EGARCH, IGARCH, GJR, FIGARCH-BBM, FIGARCH-CHUNG, FIEGARCH, FIAPARCH-BBM, FIAPARCH-CHUNG ve HYGARCH modelleridir. Sonuçlar Tablo 14’te verilmiştir (Atasoy ve Tuna,2021).



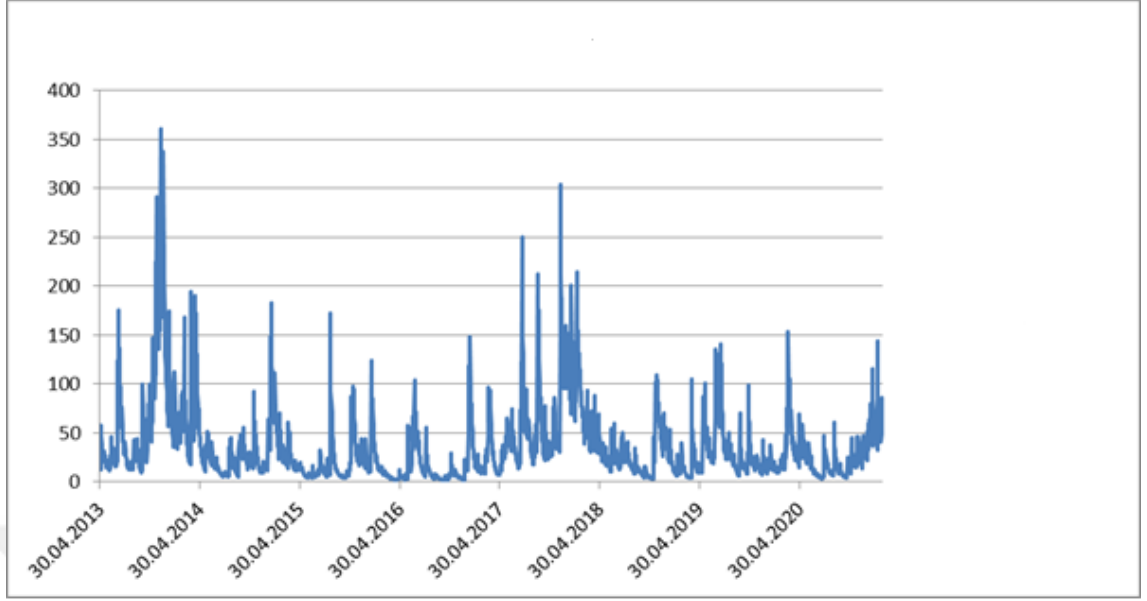
Tablo 14: Bitcoin İçin Farklı Volatilité Modellerinin Tahmin Sonuçları

	GARCH	IGARCH	GJR	FIGARCH- BBM	FIGARCH- CHUNG	FIAPARCH- BBM	FIAPARCH- CHUNG	HYGARCH
ω	0.212816* (0.1229)	0.205295* (0.0144)	0.137190* (0.1776)	0.101648* (0.1850)	82.418081* (0.0873)	-0.031399* (0.9407)	129.856431* (0.5296)	-0.054726* (0.8027)
α	0.329015* (0.0052)	0.129775* (0.0000)	0.321164* (0.0006)					
β	0.868956* (0.0000)	0.86451* (0.0000)	0.878139* (0.0000)	0.932833* (0.0000)	0.761691* (0.0000)	0.764464* (0.0000)	0.793835* (0.0000)	0.796741* (0.0000)
γ (gama)			-0.109539* (0.0257)			-0.134013* (0.0176)	-0.093046* (0.1026)	
δ (delta)						2.328712* (0.0000)	2.231519* (0.0000)	
ϕ (fi)				-0.008003* (0.9308)	0.220742* (0.0000)	0.244582* (0.0053)	0.214649* (0.0004)	0.307921* (0.0034)
d				1.125569* (0.0000)	0.716568* (0.0000)	0.704330* (0.0000)	0.770116* (0.0000)	0.659282* (0.0000)
<i>Tam</i>								
Log(L)	-7323,372	-7345,153	-7327,634	-7336,841	-7343,66	-7339,18	-7334,708	-7326,936
AIC	5,128232	5,142764	5,131912	5,13835	5,143119	5,141384	5,138257	5,132123
Schwarz	5,149066	5,161515	5,154829	5,161268	5,166036	5,168469	5,165342	5,157124
Shibata	5,128208	5,142744	5,131882	5,138321	5,143089	5,141343	5,138216	5,132088
Hannan- Quinn	5,135744	5,149525	5,140175	5,146614	5,151382	5,15115	5,148023	5,141138
Q(20)	54.6603 [0.0000020]	71.2745 [0.0000000]	77.9638 [0.0000000]	46.9773 [0.0000371]	70.8218 [0.0000000]	68.4203 [0.0000000]	50.2205 [0.0000111]	76.0115 [0.0000000]
Q²(20)	12.5665 [0.8166551]	14.9289 [0.6668460]	13.9659 [0.7313115]	14.9301 [0.6667634]	13.6994 [0.7484635]	16.1026 [0.5853865]	15.2571 [0.6442477]	13.6697 [0.7503538]
ARCH(5)	0.86690 [0.5025]	0.95208 [0.4460]	0.93812 [0.4550]	1.1652 [0.3238]	0.89135 [0.4858]	0.89430 [0.4839]	0.92979 [0.4604]	0.93009 [0.4602]

Tablo 14’te, parantez içindeki değerler, tahminlerin standart hatalarıdır. Log(L), logaritma maksimum olabilirlik fonksiyonu değeridir. AIC, ortalama Akaike bilgi kriteridir. Q(20) ve $Q^2(20)$, sırasıyla standartlaştırılmış artıklar ve karesi alınmış standartlaştırılmış artıklar üzerinde hesaplanan 20. dereceden Ljung–Box Q istatistiğidir. ARCH(5), 5. dereceden heteroskedastisite olmayan istatistiktir. İstatistiklerin p-değerleri köşeli parantez içinde rapor edilmiştir. * işareti %1 seviyelerinde anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 14’te, Bitcoin için farklı volatilité modellerinin tahmin sonuçları yer almaktadır. EGARCH ve FIEGARCH için yakınsama sağlanamadığından model sonuçları elde edilememiştir. Bu yüzden tabloda yer verilmemiştir. Tabloda GARCH modelin $\alpha + \beta < 1$ koşulunu sağlamadığı ve GJR modelin ise $\alpha + \beta + k * \gamma < 1$ ($k=0,5$) koşulunu sağlamadığı görülmektedir. Geriye kalan 6 model arasından en iyi tahmin yapan model seçimine geçilmiştir. Tablo 14 incelendiğinde; model seçim kriterlerinden Akaike kriteri, Schwarz kriteri, Shibata kriteri ve Hannan-Quinn kriteri dikkate alınmış ve HYGARCH modeli için en düşük oldukları gözlemlenmiştir. Log(L) ise HYGARCH modeli için en büyüktür. Bu yüzden en uygun modelin, HYGARCH model olduğu belirlenmiştir. GARCH, EGARCH, IGARCH, GJR, FIGARCH-BBM, FIGARCH-CHUNG, FIEGARCH, FIAPARCH-BBM, FIAPARCH-CHUNG ve HYGARCH modelleri arasından en uygun tahminlemeyi HYGARCH modeli yapmaktadır. HYGARCH Modeline göre koşullu varyans grafiği Grafik 22’de olduğu gibidir (Atasoy ve Tuna, 2021).

Grafik 22: HYGARCH Modele Göre Koşullu Varyans Grafiği



Grafik 22'ye göre Bitcoin'in koşullu varyansının belli tarihlerde arttığı gözlemlenmiştir. Temmuz 2013, Kasım-Aralık 2013, Mart-Nisan 2014, Ocak 2015, Ocak 2017, Temmuz 2017, Eylül 2017, Aralık 2017, Ocak-Şubat 2018, Temmuz 2019, Mart 2020, Şubat 2021 tarihlerinde varyans, diğer zamanlara göre daha fazladır. Yüksek varyans değerlerine sahip olan bu tarihlerde meydana gelen Bitcoin hareketleri ise Tablo 15'te verilmiştir (Atasoy ve Tuna, 2021).

Tablo 15: Koşullu Varyans Grafiğine Göre Tarihsel Bitcoin Fiyat Hareketleri

Tarih	Artış	Azalış	Değişmedi
Tem.13	✓		
Kas.13	✓		
Ara.13	✓	✓	
Mar.14		✓	
Nis.14		✓	
Oca.15	✓		
Oca.17		✓	
Tem.17	✓		
Eyl.17		✓	
Ara.17	✓		
Oca.18		✓	
Şub.18		✓	
Tem.19	✓		
Mar.20		✓	
Şub.21	✓		

Tablo 15'e göre koşullu varyans değerinin artmış olduğu dönemlerde, Bitcoin piyasasında meydana gelen olaylar ayrıntılı olarak şu şekildedir: 2013 yılı temmuz ayında Bitcoin'in getirisi %57, 2013 yılı kasım ayında Bitcoin'in getirisi %621 artmıştır. 2013 yılı aralık ayında ise, Bitcoin'in getirisi önce %51 düşmüş, ardından %67 artmış ve sonrasında tekrar %50 düşmüştür.

2014 yılı mart ayında Çin'de bitcoin yasağı gelmiştir. Çin hükümetinin bankaların dijital para borsalarıyla çalışmasını yasaklamak isteyip istemediğine dair belirsizlik nedeniyle fiyat düşmeye devam etmiştir. 2014 yılı nisan ayında, 2012-2013 Kıbrıs mali krizinden sonra 11 Nisan'da 03: 25'te en düşük fiyata ulaşılmıştır. 26 Ocak 2015'de Coinbase, ABD'de regülasyona tabi ilk borsa olarak 25 eyalette faaliyete geçmiştir.

2017 yılı ocak ayında fiyat bir hafta içinde % 30 düşerek 750 \$ 'a ulaşmıştır. 1 Temmuz 2017'de Bitcoin blokzincirinin çatallanmasıyla Bitcoin Cash isimli yeni bir kriptopara birimi ortaya çıkmıştır. 1 Ağustos'ta Bitcoin iki türev dijital para birimine ayrılmıştır. 2017'de bir BTC'nin fiyatı ilk kez 3.000 ABD Doları'nı, 12 Ağustos 2017'de ise ilk kez 4.000 ABD Doları'nı geçmiştir. Bu tarihten iki gün sonra, bir BTC'nin fiyatı ilk kez 4.400 ABD Doları'nı geçmiştir. Eylül ayında Çin'in şirketlerin ICO'lar ile fon toplamasını yasaklamasıyla fiyat, sert bir şekilde düşmüştür. Bitcoin, ilk kez 8 Aralık 2017 Cuma günü saat 00.28'de 18.000 doları aşmıştır.

2018 yılı ocak ayında Facebook, kripto para reklamlarını yasaklamıştır. 2018 şubat ayında Bitcoin'in fiyatı 16 günde yüzde 50 düşerek 7.000 doların altına düşmüştür. 2019 temmuz ayında Bitcoin 13.000 dolara yaklaşmıştır. Uzmanlar bunu durumu, blok zinciri endüstrisinin gelişmesine ve kripto para Libra'nin piyasaya sürülmesine bağlamışlardır. 1 Şubat 2020'de Covid19'da Çin dışındaki ilk ölüm gerçekleşmiştir. 11 Mart 2020 tarihinde Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından pandemi ilan edilmiştir. Böylelikle Bitcoin %50 değer kaybetmiştir. 8 şubat 2021'de Elon Musk'ın kurucusu olduğu elektrikli otomobil üreticisi Tesla, Ocak'ta 1,5 milyar dolarlık Bitcoin aldığını ve yakında bu kripto parayla ödeme kabul edebileceğini açıklamıştır. Bu durumun fiyatın artmasına neden olduğu düşünülmektedir.

3.4.3. Öngörü Tahmin Sonuçları

Araştırmada incelenen modellerin öngörü performanslarını belirleyebilmek amacıyla 1 günlük, 5 günlük ve 10 günlük öngörüler yapılmış ve sonuçlar Tablo 16, Tablo 17 ve Tablo 18’te gösterilmiştir.

1 günlük öngörü için Bitcoin getirileri için uygulanan farklı GARCH Modellere ait öngörü sonuçları ise Tablo 16’de olduğu gibidir (Atasoy ve Tuna, 2021).



Tablo 16: 1 Günlük Öngörü Performansı İçin Bazı Tanımlayıcı İstatistikler

1 GÜN	IGARCH	FIGARCH- BBM	FIGARCH- CHUNG	FIAPARCH- BBM	FIAPARCH- CHUNG	HYGARCH
Ortalama Kare Hatası (MSE)	57	96.53	98.31	0.06096	1.091	183
Medyan Kare Hatası (MedSE)	57	96.53	98.31	0.06096	1.091	183
Ortalama Hata (ME)	7.55	9.825	9.915	-0.2469	1.045	-13.53
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	7.55	9.825	9.915	0.2469	1.045	13.53
Kök Ortalama Kare Hatası (RMSE)	7.55	9.825	9.915	0.2469	1.045	13.53
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0.24	0.3123	0.3152	0.007849	0.0332	0.4301
Düzeltilmiş Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (AMAPE)	0.1364	0.1851	0.1871	0.003909	0.131688	0.177
Yüzde Doğru İşareti (PCS)	.NaN	.NaN	.NaN	.NaN	.NaN	.NaN
Theil Eşitsizlik Katsayısı (TIC)	0.1364	0.1851	0.1871	0.003909	0.01688	0.177
Logaritmik Kayıp Fonksiyonu (LL)	0.07531	0.1402	0.1433	6,11E-02	0.00114	0.128

Tablo 16’da görüldüğü gibi 1 günlük öngörü için 10 kriter dikkate alındığında en iyi öngörü performansı FIAPARCH-BBM modelden elde edilmiştir. FIAPARCH modeli, kısmi entegrasyon (fractional integration) fikrinin diğer GARCH tipi modellerden APARCH’a uygulanmasıyla oluşturulmuş bir modeldir. Uzun zaman hafıza özellikleri eklenmiştir. Ortalaması sabit (ARMA kullanılmayan) temel modeller arasından kısmi entegre edilmiş olanlar, özellikle BBM’nin ve Chung’un FIAPARCH modeli, eğik-t ve student-t dağılımları ile beraber kullanıldığında bütün kriterlerde diğer yapılara göre sıradışı iyi performans göstermiştir.(Kale, 2006)

5 günlük öngörü için Bitcoin getirileri için uygulanan farklı GARCH Modellere ait öngörü sonuçları ise Tablo 17’de olduğu gibidir (Atasoy ve Tuna, 2021).

Tablo 17: 5 Günlük Öngörü Performansı İçin Bazı Tanımlayıcı İstatistikler

5 GÜN	IGARCH	FIGARCH- BBM	FIGARCH- CHUNG	FIAPARCH- BBM	FIAPARCH- CHUNG	HYGARCH
Ortalama Kare Hatası (MSE)	537.9	547,8	513.3	820,6	719,9	3179
Medyan Kare Hatası (MedSE)	523.1	490	441,1	1095	839,4	3097
Ortalama Hata (ME)	-5.105	-4,69	-2,462	-16,49	-13.79	-47,09
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	21.59	22,1	20,91	25.26	24,04	47,09
Kök Ortalama Kare Hatası (RMSE)	23.19	23.41	22.66	28,65	26.83	56.38
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	185	187,60	162,2	279,8	254,6	571,4
Düzeltilmiş Ort. Mutlak Yüzde Hatası (AMAPE)	0,6174	0,628	0,6258	0,5842	0,5881	0,6164
Yüzde Doğru İşareti (PCS)	.NaN	.NaN	.NaN	.NaN	.NaN	.NaN
Theil Eşitsizlik Katsayısı (TIC)	0,4299	0,437	0,4416	0,438	0,4282	0,5779
Logaritmik Kayıp Fonksiyonu (LL)	11,65	11,68	11,17	13.47	13.05	17.1

Tablo 17’de göre 5 günlük öngörü için ise en iyi öngörü performansını FIGARCH-CHUNG modeli göstermektedir.

Kısmi entegrasyon parametresi uzun dönem bağımlılıkları modellemeye yaramaktadır. İlk uzun hafızalı GARCH modeli Ballie, Bollerslev ve Mikkelsen (1996) tarafından ortaya atılan kısmi entegre GARCH (FIGARCH) modelidir. FIGARCH modelleri uzun hafızaya sahiptir. İçinde özel durum olarak GARCH ($d=0$ ise) ve IGARCH ($d=1$ ise) modellerini içerirler. Vilasuso (2002), FIGARCH modelin diğer modellere göre daha iyi oynaklık tahminleri üretme yeteneğine sahip olduğunu ve böylece veri üretme sürecini daha yeterli bir şekilde yakalayabildiğini belirtmiştir.

10 günlük öngörü için Bitcoin getirileri için uygulanan farklı GARCH Modellere ait öngörü sonuçları ise Tablo 18’de olduğu gibidir (Atasoy ve Tuna, 2021).

Tablo 18: 10 Günlük Öngörü Performansı İçin Bazı Tanımlayıcı İstatistikler

10 GÜN	IGARCH	FIGARCH- BBM	FIGARCH- CHUNG	FIAPARCH- BBM	FIAPARCH- CHUNG	HYGARCH
Ortalama Kare Hatası (MSE)	1412	1400	1486	1371	1344	7397
Medyan Kare Hatası (MedSE)	562.7	592.9	448.8	1124	1077	4886
Ortalama Hata (ME)	7.497	7.262	10.82	-7.449	-2.661	-70.05
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	30.54	30,72	30.56	31.22	30,74	70.05
Kök Ortalama Kare Hatası (RMSE)	37.58	37.42	38.56	37.03	36.66	86.01
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	150.1	153.5	129.3	242.7	212.6	637.9
Düzeltilmiş Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (AMAPE)	0.6229	0.625	0.6429	0.5506	0.5676	0,594
Yüzde Doğru İşareti (PCS)	.NaN	.NaN	.NaN	.NaN	.NaN	.NaN
Theil Eşitsizlik Katsayısı (TIC)	0.508	0.504	0.5457	0,4151	0.4354	0.5375
Logaritmik Kayıp Fonksiyonu (LL)	10.74	10.8	10,31	12.47	11.96	16.97

Tablo 18'e göre 10 günlük öngörü için ise en iyi öngörü performansını FIGARCH-CHUNG modeli göstermektedir

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarihsel olarak bakıldığında, insanlar tarafından meydana gelen şirketler, finansal kurumlar ve devletler merkezi sistemlere göre kurulmuştur. Bunun nedeni, insanların sahip olduğu tüm bilgi ve kaynağın güvenilir ve inandırıcı bir otorite tarafından yönetilmesi ihtiyacıdır. Ancak olası yolsuzluk, manipülasyon, sansür veya teknik arıza durumu, merkezi sistemin zayıf yanları arasında sayılmaktadır. Öte yandan, uzun süredir merkezi olmayan sistemlerin oluşturulması teknolojik olarak mümkün olamamıştır. Çünkü böyle bir sistem, doğası gereği herhangi bir hiyerarşiden ve tüm sistemi denetleyen ve güvenilirliğini sağlayan otoriteden yoksundur. Ancak günümüzde bu tür sistemlere olan güven ihtiyacını son teknoloji matematiksel algoritmalarla ortadan kaldıran teknolojiler bulunmaktadır.

Kripto paraların son zamanlardaki yükselişi nedeniyle kriptografi, sıfır güvenin gerekli olduğu, dolandırıcılık ve kötü niyetli manipülasyon olasılığının çok zor olduğu ve arabuluculuk ücretlerinin azaldığı, merkezi olmayan sistemler ve ağlar kurmamıza izin vermektedir. Bundan dolayı, birbirlerine güvenmeleri gerekmeyen insanların birbirleriyle ticaret yapmasına izin verdiği için dünya çapında ticareti teşvik etmektedir. Ayrıca, projelerin çoğu çeşitli sözleşmelerle tanımlandığından ve tüm bunlar akıllı ve otomatik hale getirilebildiğinden, blok zincirinin kullanımı ekonomi ve yönetim alanında geniş kapsamlı sonuçlar doğurabilmektedir.

Kripto paralar, iki taraf arasında bir değişim aracı olarak kullanılabilen dijital varlıklardır. Banka gibi bir aracının müdahalesi olmadan kişiler arasında doğrudan işlem yapılmasını sağlarlar. İtibari para enflasyona tabiyken ve merkez bankaları her an daha fazla basabilirken, önde gelen kripto para birimi Bitcoin ise maksimum 21 milyon birime sahiptir ve yüksek volatilitésinden ötürü spekülâtif bir nesnedir. Geleneksel finansal piyasalarda altın, hisse senedi tahvil gibi yatırım araçları tercih edilirken, gelişen teknoloji yatırım aracı tercihlerini farklılaştırmış ve finansal piyasalarda yeni ürün gelişimine katkı sağlamıştır. Teknolojik gelişimin finansal piyasalardaki önemli bir etkisi de kripto para oluşumları ile ilgilidir.

Özellikle en yüksek ilgiye sahip olan Bitcoin, kripto para piyasasını tek başına temsil edebilecek niteliktedir. Bitcoin kripto para piyasasının en popüler araçlarından biridir. Bitcoine yatırımcı tarafından oluşan artan ilgi nedeniyle fiyat değişimleri de oldukça

volatildir ve yüksek belirsizlik içermektedir. Yatırımcılar portföy oluşturma süreçlerinde getiri beklentilerine uygun olan yatırım seçeneklerini belirlerken riski önemli bir karar kriteri olarak kullanmaktadırlar. Bu nedenle de volatilité tahmini sorusu gündeme gelmektedir. Bu araştırma da modern yatırım araçlarından biri olan Bitcoin'in volatilitésinin minimum tahmin hatası ile belirlenebilmesi hedeflenmektedir. Çünkü yatırımcı portföy oluşturmada risk ve getiriyi iki önemli karar kriteri olarak kullanmaktadır.

Bu nedenle de riskin tahmin edilmesi önem arz etmektedir. Özellikle bu çalışma, COVID-19 krizinin bir dönemini içine alıp, volatilité tahmin modellerini araştırarak kripto para birimi literatürüne katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada Bitcoin'in volatilitésini belirlemede kullanılabilecek simetrik ve asimetrik volatilité modelleri analiz edilmiştir. Bu amaçla GARCH (Doğrusal Olmayan Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Heteroskedastisite) sınıfı modellerden; GARCH, EGARCH, IGARCH, GJR, FIGARCH-BBM, FIGARCH-CHUNG, FIEGARCH, FIAPARCH-BBM, FIAPARCH-CHUNG ve HYGARCH modelleri kullanılmıştır.

Bu araştırmayı mevcut literatürden farklı kılan önemli özelliklerinden biri de simetrik ve simetrik olmayan volatilité modellerin bir arada kullanılmasıdır. Çünkü finansal piyasalarda pozitif ve negatif şoklara yatırımcıların verdiği tepkiler farklı olup, bunların etkileri de farklılaşmaktadır. Bu nedenle araştırmada farklı volatilité tahmin modellerinin bir arada kullanılması, elde edilen sonuçların karşılaştırılması açısından da oldukça önemlidir ve bu çalışmanın portföy tercihlerinde karar kriteri olarak kullanabileceği risk değerinin doğru tahmin edilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Elde edilen bulgular, yatırımcılara ve riskten korunma şirketlerine, sırasıyla portföy çeşitlendirme stratejilerini yürütmeleri ve riskten korunma stratejilerinde daha iyi performans göstermeleri için tahminlerini iyileştirmede yardımcı olabilir.

Çalışmada 30.04.2013 ile 26.02.2021 arasındaki 2860 günlük veri seti kullanılmıştır. Bu konuda yapılan literatür çalışmalarında, farklı sonuçlar elde edilmiştir. Geçmiş döneme ait tüm seri incelendiğinde GARCH, EGARCH, IGARCH, GJR, FIGARCH-BBM, FIGARCH-CHUNG, FIEGARCH, FIAPARCH-BBM, FIAPARCH-CHUNG ve HYGARCH arasından en uygun tahminlemeyi HYGARCH modelin yaptığı sonucuna

varılmıştır. HYGARCH (Hiperbolik Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans), her zaman sonsuz varyansa sahip olan FIGARCH sürecinin bir sınırlamasının üstesinden gelmiştir. HYGARCH modelleri, uzun menzilli bağımlılığı yakalamaktadır. Bu modelde ağırlıkların ve parametrelerin zamana bağlı olmasına izin verilerek, volatilitiyi tanımlamak için daha esnek bir model sağlanmaktadır. Fakat bazı koşullar altında sonlu varyansa sahiptir ve finansal zaman serilerinde uzun dönemli bağımlılığı modellemede iyi performans göstermektedir (Davidson, 2004).

Volatilite tahmin modellerinin öngörü performanslarının değerlendirilmesi de yatırımcılar için önemlidir. Çünkü bazı yatırımcılar tarafından birkaç günlük yatırım kararları alınmaktadır. Bu amaçla modelde uygulanan öngörü performansları IGARCH, FIGARCH-BBM, FIGARCH-CHUNG, FIAPARCH-BBM, FIAPARCH-CHUNG ve HYGARCH için araştırılmıştır. Modellerin öngörü performanslarını belirleyebilmek amacıyla 1 günlük, 5 günlük ve 10 günlük öngörüler yapıldığında 1 günlük öngörü için en iyi öngörü performansını FIAPARCH-BBM model yaparken, 5 ve 10 günlük öngörü performansını ise FIGARCH-CHUNG model göstermektedir. Yatırımcı gelecekte 1 günlük vadede Bitcoin ve türevlerine yatırım yapacaksa, riski hesaplamak için en iyi öngörü performansına sahip olan FIAPARCH-BBM modeli kullanılmalıdır. Elde edilen bu sonuç, kripto para piyasasında Bitcoin volatilite tahminlerinde kullanılacak modelin belirlenmesi açısından uygulayıcılara ve teorisyenlere önemli bilgiler sağlamaktadır. Eğer yatırımcının ufku 1 ile 10 gün arasında ise FIGARCH-CHUNG model en iyi performansı göstermektedir. Futures ve opsiyon sözleşmelerinin fiyatlamasında gelecekteki volatilite öngörüsünün veri olarak kullanılması, isabetli öngörülerde bulunmanın önemini daha da arttırmaktadır.

Bitcoin fiyat volatilitesi, risk ölçümünde, Bitcoin opsiyonlarını fiyatlandırma formüllerinde ve portföy tahsisinde önemli bir değişkendir. Bu nedenle, Bitcoin fiyatlarındaki değişimin tahmin edilmesi için modellenmesi, yatırımcılar ve dünya çapındaki işletmeler için öneme sahiptir. Çalışmanın sonuçlarının bireysel ve kurumsal yatırımcıların portföylerinde bulunabilen Bitcoin'in riskini hesaplamalarında faydalı olacağı düşünülmektedir. İleride yapılacak akademik çalışmalarda farklı kripto paralar için farklı modeller incelenerek bu konunun ele alınmasının yeni veya değişik bulgular ortaya çıkaracağı ve faydalı olacağı düşünülmektedir.

Yıllar içinde geliştirilen oynaklık tahmin modellerinin çoğu tarihsel, stokastik ve zımnî oynaklık modelleri olarak üç geniş kategoriye ayrılır: Bu modellerin tahmin kabiliyetini etkileyen faktörler, örneklem içi ve örneklem dışı bağlamlar, verilerin sıklığı ve zaman aralığı vb. gibi faktörler yazında her zaman ele alınmıştır ve hiçbir model volatilitiyi tahmin etmede diğerine bir üstünlük gösterememiştir. Bu nedenle, bir modelin tahmin yeteneği görecelidir ve araştırma çerçevesinin bir sonucudur.

Mevcut durumda, Bitcoin volatilitesi ile ilgili literatür azdır. Çok çeşitli varlık türlerini tahmin etmede modellerin tahmin kabiliyetine ilişkin kapsamlı yazına rağmen, Bitcoin'in oynaklığını tahmin etmede modellerin tahmin kabiliyeti hakkında sınırlı araştırma yapılmıştır. Bu nedenle, bir değişim aracı, bir yatırım aracı ve potansiyel bir risk yönetimi aracı olarak bu varlığın ilginç özellikleri göz önüne alındığında, Bitcoin volatilitésinin doğru bir tahmini vazgeçilmezdir. Ayrıca, farklı özelliklere sahip yeni bir varlık türünü tahmin etmede en yaygın modellerin tahmin kabiliyetini değerlendirmek, bu modellerin bilinmeyen bazı özelliklerini ortaya çıkarabilir ve mevcut literatürün geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

Bu çalışmada, COVID-19 salgınının ilk yılını da içeren zaman dilimi için, Bitcoin volatilitésini tahmin etme veya öngörmeye en çok hangi modelin uygun olduğuna odaklanılmıştır. İleride yapılacak akademik çalışmalarda değişik kripto paralar için farklı modeller incelenerek bu konunun ele alınmasının yeni veya değişik bulgular ortaya çıkaracağı ve faydalı olacağı düşünülmektedir. Araştırma sonuçlarına göre, farklı veri aralıklarında en iyi performans sağlayan volatilité tahmin modellerinin zamanla değişebildiği öngörülmekte ve farklı zaman dilimleri için değişik çalışmalar yapılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, volatilitenin farklı özelliklerini modellemek için geliştirilmiş çeşitli dağılımlara sahip GARCH modellerinin birçok çeşidi vardır. Bu nedenle, gelecekteki çalışmalar, bu zengin modeller kullanılarak yapılabilir veya bu çalışmadaki mevcut sonuçlar dikkate alınarak portföy optimizasyonuna odaklanılabilir. Böylelikle portföy tahsislerinin ve riskten korunma stratejilerinin iyileştirilmesine yardımcı olunabilir.

2020'nin başında Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), Çin'den çıkan ölümcül bir virüs olan Covid19'dan ötürü pandemi ilan etmiştir. Bu durum zaman zaman belirsizliğe, enflasyona ve ekonomik durgunluğa sebep olmuştur. Belirsizlik ve enflasyon

zamanlarında servetini korumak isteyen bazı yatırımcılar merkezi olmayan varlıklara ve para birimlerine yönelebilmektedir. İlgili dönemde kripto para kapitalizasyonu 14 katına kadar çıkmıştır. Çalışmamızda kullanılan veri seti pandeminin ilk yılını içermektedir. 2022 yılının nisan ayında Covid19 Pandemisi devam ettiğinden, veri seti genişletilerek, pandeminin belli başlı kripto paralara etkisi, ilgili dönemde risklerini ne şekilde etkilediği araştırılması gereken konulardır. Ayrıca Tether'in riskinin düşüklüğü, COVID-19 pandemisi anında riskten korunma özelliğinin durumu ve diğer kripto para birimlerine karşı bir hedge kripto para birimi olarak kullanılıp kullanılamayacağı incelenmelidir.

24 Şubat 2022 tarihinde Rusya ile Ukrayna arasında savaş başlamıştır. Bu tarihte kripto para kapitalizasyonunda %10'luk bir düşüş gözlenmiştir. Bu tarihten itibaren savaşın, kripto para piyasasını ve volatilitiyi etkileyip etkilemediği veya ne kadar etkilediği araştırılması gereken bir durumdur.

Kripto para birimlerinin gelecekteki gelişimi, hem ulusal hem de uluslararası düzeyde devletler tarafından meşrulaştırılmasına, resmi dolaşımının organizasyonuna, nakit ödemeler için ödeme sistemlerine aşamalı olarak dahil edilmesine ve blok zinciri teknolojisinin geliştirilmesine bağlıdır. Ancak Dünya'da ve Türkiye'de kripto para ve kripto para borsalarına yönelik belirsizlikler mevcuttur. Hangi kuruluşun tanımlamayı yapacağı, nasıl düzenlemeler getireceği net değildir. Ülkemizde de düzenlemeler yapılmalıdır. Türkiye'de düzenlemeleri yapabilecek başlıca kurum Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK), bu düzenlemeleri yaparken TCMB, SPK ve MASAK gibi çeşitli mali kuruluşlarla, iş birliği içerisinde olmalıdır.

Bitcoin henüz kısa bir geçmişi olan, yeterince bilinmeyen yeni bir finansal varlık olduğu için bu çalışmanın sonuçları dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Veriler erken aşama önyargılardan etkilendiğinden, geçmiş davranış gelecekteki performansın iyi bir göstergesi olmayabilir. Bitcoin'in opsiyon piyasası olgunlaştığında ve opsiyon verileri kolayca erişilebilir hale geldiğinde, tarihsel modellerin ve uygulanmış volatilité modellerinin tahmin kabiliyetini karşılaştırmak mümkün olacaktır. Bitcoin daha olgun bir varlık haline geldiğinde, balon benzeri davranışlara daha az meyilli olduğu zaman, birkaç yıl sonra bu çalışmayı tekrarlamak faydalı olacaktır. Buna ilaveten en büyük kripto paralar için bir kripto para piyasası endeksi oluşturulup, ardından oluşturulan

endeks için en iyi volatilité tahmini yapan GARCH modellerinin araştırılmasında fayda görölmektedir.



KAYNAKÇA

- Abraham J, Higdon D, Nelson J, Ibarra J (2018), Cryptocurrency Price Prediction Using Tweet Ciltis and Sentiment Analysis, *SMU Data Science Review*, Cilt 1, Sayfa 1-20
- Akdağ, M. (2019), *Kripto Paralizasyon ve Türkiye Ekonomisi İçin Bir Uygulama*, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, 2019
- Aksoy Emre, E. *Bitcoin, Paradan Sonraki En Büyük İcat, Blockchain Teknolojisi ve Altcoin'ler*, Abaküs Yayınları, Mart 2018
- Aktan, H.. *Yapısal Kırılma, Ortak Bütünleme Ve Nedensellik Analizi Dört Ülke Uygulaması: Türkiye, Yunanistan, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti ve Güney Kıbrıs Rum Kesimi*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2007
- Al-Hajieh, H. (2017), Evaluated the Success of Fractionally Integrated-GARCH Models on Prediction Stock Market Return Volatility in Gulf Arab Stock Markets, *International Journal of Economics and Finance*, Cilt. 9, No:7, Sayfa 200-213
- Alvarez-Ramirez J, Rodriguez E. ve Ibarra-Valdez C. (2018), Long-range correlations and asymmetry in the Bitcoin market, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Cilt 492, 15 Şubat 2018, Pages 948-955
- Al-Yahyaee K.H, Mensi W. ve Yoon S. (2018), Efficiency, multifractality, and the long-memory property of the Bitcoin market: A comparative analysis with stock, currency, and gold markets, *Finance Research Letters*, Baskı Aşamasında, Sayfa 1-16
- Atasoy, A. B., & Tuna, G. (2021). Bitcoin İçin Volatilite Tahmini: Simetrik ve Asimetrik Garch Modelleri İçin Ampirik Bir Uygulama. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 13(4), 3346-3359.
- Avunduk, H ve Aşan H., Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisi ve İşletme Uygulamaları: Genel Bir Değerlendirme, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 33, Sayı:1, Nisan 2018, Sayfa 369-384
- Baek, C., Elbeck, M.A. (2015), Bitcoins as an investment or speculative vehicle? A first look. *Applied Economics Letters*, Cilt: 22 (1), Sayfa 30-34.
- Baillie, R. T., Bollerslev, T., Mikkelsen, H. O., 1996. Fractionally Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*, Cilt 741-3, Sayfa 3–30.
- Balcılar M, Bouri E, Gupta R ve Roubaud D. (2017), Can Cilt predict Bitcoin returns and volatility? A quantiles-based approach, *Economic Modelling*, Cilt 64, Ağustos 2017, Sayfa 74-81

- Bariviera A.F. ve diğerleri (2017), Some stylized facts of the Bitcoin market, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Cilt 484, 15 Ekim 2017, Sayfa 82-90
- Barndorff-Nielsen, Ole. (1977) Exponentially decreasing distributions for the logarithm of particle size. *Proceedings of the Royal Society of London A Mathematical and Physical Sciences* Cilt 353, Sayfa 401–419.
- Baur D.G., Dimpfl T., Kuck K. (2016), Bitcoin, gold and the US dollar – A replication and extension, *Finance Research Letters*; Cilt 25, Sayfa 103-110
- Baur, D.G., Dimpfl, T. (2018), Asymmetric volatility in crypto-currencies, *Economic Letters*, Sayfa: 1–15.
- Baumohl E. (2018), Are cryptocurrencies connected to forex? A quantile cross-spectral approach, *Finance Research Letters*, Baskı Aşamasında, Sayfa 1-22
- Beine, M., Bénassy-Quéré, A., Lecourt, C., 2002. Central Bank intervention and foreign exchange rates: new evidence from FIGARCH estimations, *ULB Institutional Repository* 2013/10445, ULB - Université Libre de Bruxelles.
- Bektaş, Selahaddin (2022), Katılım-30 Endeksinde Finansal Volatilite Tahminleyici Model Belirlenmesi, *Verimlilik Dergisi*, 2022, Sayı 1, Sayfa 132-145
- Black, Fischer (1976), “*Studies of Stock Price Volatility Changes*”, Proceedings of the 1976 Business Meeting of the Business and Economics Statistics Section American Statistical Association, Washington, DC. Sayfa. 177-181.
- Bouri E, Shahzad S.J.H, Roubaud D. (2018), Co-Explosivity in the Cryptocurrency Market, *Finance Research Letters*, Baskı Aşamasında, Sayfa 1-15
- Bouri E. ve diğerleri (2018), Testing for asymmetric nonlinear short- and long-run relationships between bitcoin, aggregate commodity and gold prices, *Resources Policy*, Cilt 57, August 2018, Sayfa 224-235
- Bodart V., Candelon B. (2009), Evidences of Interdependence and Contagion using a Frequency Domain Framework, *Emerging Markets Review*, Cilt 10, Sayfa 140-150
- Bollerslev T. (1986), Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*, Cilt 31, Sayfa: 307-327
- Bollerslev, T., & Mikkelsen, H. (1996). Modeling and pricing long memory in stock market volatility. *Journal of Econometrics*, 73, Sayfa 151-184.
- Borri, N. (2019), Conditional tail-risk in cryptocurrency markets, *Journal of Empirical Finance*, Cilt: 50, Sayfa 1–19.
- Bouoiyour, J., Selmi, R. (2015), Bitcoin price: Is it really that new round of volatility can be on way? *Munich Pers. RePEc Arch.* No: 65580, Sayfa:1-15

- Bouoiyour, J., Selmi, R. (2016), Bitcoin: a beginning of a new phase?, *Economics Bulletin, Cilt: 36 (3)*, Sayfa 1430-1440.
- Bouri, E., Azzi, G., Dyhrberg, A.H. (2017), On the return-volatility relationship in the bitcoin market around the price crash of 2013, *Economics, Cilt: 11 (2)*, Sayfa 1–16.
- Bouri E. ve diğerleri (2017), On the hedge and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier?, *Finance Research Letters, Cilt 20*, February 2017, Pages 192-198
- Bouri, E., Rangan, G., Lahiani, A., Shahbaz, M. (2018), Testing for asymmetric nonlinear short- and long-run relationships between bitcoin, aggregate commodity and gold prices, *Resources Policy, Cilt: 57*, Sayfa 224–235.
- Brauneis A. ve Mestel R. (2018), Cryptocurrency-portfolios in a mean-variance framework, *Finance Research Letters, Baskı Aşamasında*, Sayfa 1-6
- Caporale, G.M., Zekokh, T. (2019), Modelling volatility of cryptocurrencies using markov switching GARCH models, *Research in International Business and Finance, Cilt: 48*, Sayfa 143-155.
- Caporale G.M., Gil-Alana L. ve Plastun A. (2018), Persistence in the cryptocurrency market, *Research in International Business and Finance, Cilt 46*, December 2018, Pages 141-148
- Charfeddinea L. ve Maouchia Y. (2018), Are Shocks on the Returns and Volatility of Cryptocurrencies Really Persistent?, *Finance Research Letters, Baskı Aşamasında*, Sayfa 1-11
- Cheong, C.W., (2009), Modeling and forecasting crude oil markets using ARCH-type models. *Energy Policy, Cilt 37*, Sayfa 2346-2355.
- Chan W.H., Le M. ve Wu Y.W.(2018), Holding Bitcoin longer: The dynamic hedging abilities of Bitcoin, *The Quarterly Review of Economics and Finance, Baskı Aşamasında*, Sayfa 1-24
- Charle, Amé., Darne-Lemna, O. (2018), Volatility estimation for bitcoin: replication and robustness, *International Economics, Cilt: 157*, Sayfa 23-32
- Corbet S, Lucey B. ve Yarovya L. (2017), Datestamping the Bitcoin and Ethereum bubbles, *Finance Research Letters, Cilt 26*, Eylül 2018, Sayfa 81-88
- Corbeta S, Luceyb B, Peatc M ve Vigned S. (2018), Bitcoin Futures- What use are they?, *Cilt 172*, November 2018, Sayfa 23-27
- Corbet, S., Lucey, B., Urquhart, A., Yarovaya, L. (2018), Cryptocurrencies as a financial asset: a systematic analysis. *International Review of Financial Analysis, Cilt 62*, Sayfa 182-199

- Corbet, S., McHugh, G., Meegan, A. (2017), The influence of central bank monetary policy announcements on cryptocurrency returns volatility. *Investment Management and Financial Innovations Cilt: 14 (4)*, Sayfa 60–72.
- Çakmak, M., (2019), *Kripto Paraların Gelişim Süreci, Blok Zincir Teknolojisi Ve Kripto Paraların Türkiye 'de Vergilendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi,
- Davidson, J. (2004). Moment and memory properties of linear conditional heteroscedasticity models, and a new model. *Journal of Business & Economic Statistics*, 22(1), 16-29
- Demir E., Gözgör G, Lau C.K.M., Samuel A ve Vignec S. A. (2018), Does economic policy uncertainty predict the Bitcoin returns? *An empirical investigation, Finance Research Letters*, Cilt 26, Eylül 2018, Sayfa 145-149
- Dyhrberg A.H. (2015), Hedging capabilities of bitcoin. Is it the virtual gold?, *Finance Research Letters*, Cilt 16, Şubat 2016, Sayfa 139-144
- Dyhrberg A.H. (2016a), Bitcoin, gold and the dollar - A GARCH volatility analysis, *Finance Research Letters*, Cilt 16, Şubat 2016, Sayfa 85-92
- Dyhrberg, A.H. (2016b). Hedging capabilities of bitcoin. Is it the virtual gold? *Finance Research Letters*. Cilt: 16, Sayfa 139-144.
- Dyhrberg A.H., Foley S. ve Svec J. (2018), How investible is Bitcoin? Analyzing the liquidity and transaction costs of Bitcoin markets, *Economics Letters*, Cilt 171, Ekim 2018, Sayfa 140-143
- Diebold, F.X., Mariano, R.S. (1995). Comparing predictive accuracy. *Journal of Business & Economic Statistics*, Cilt 13, Sayfa 253–263.
- Engle, Robert F. (1982), “Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of the United Kingdom Inflation”, *Econometrica*, Cilt. 50, No. 4, Sayfa. 987-1007.
- Erdoğan S., Bozkurt H., *Türkiye 'de Cari Açığın Belirleyicileri: MGARCH Modelleri ile Bir İnceleme*, Maliye Finans Yazıları, 84, 2009, Sayfa: 135-172
- Fahad Mostafa, Pritam Saha, Mohammad Rafiqul Islam, Nguyet Nguyen. GJR-GARCH Volatility Modeling under NIG and ANN for Predicting Top Cryptocurrencies, *Journal of Risk and Financial Management*. 2021, 14, Sayfa 421
- Feng W., Wang Y. ve Zhang Z. (2018), Informed trading in the Bitcoin market, *Finance Research Letters*, Cilt 26, Eylül 2018, Sayfa: 63-70
- Fintech and the Remaking of Financial Institutions, Handbook of Blockchain, *Digital Finance, and Inclusion*, Cilt 1, Bölüm 8, Elsevier Inc., Sayfa: 186-204, 2018
- Fry J. (2018), Booms, busts and heavy-tails: The story of Bitcoin and cryptocurrency markets?, *Economics Letters*, Cilt 171, Ekim 2018, Sayfa 225-229

- Gandal N. ve diğerleri (2018), Price manipulation in the Bitcoin ecosystem, *Journal of Monetary Economics*, Volume 95, May 2018, Pages 86-96
- Gençyürek, A.G. (2019), *Sermaye Piyasasında İkili Uzun Hafıza Ve Emtia Volatiliteleri Geçişkenliği*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Doktora Tezi, Sayfa 53
- Ghimire S. ve Selvaraj H., *A Survey on Bitcoin Cryptocurrency and its Mining*, ICSENG Conference Paper · December 2018
- Glaser, F., Zimmermann, K., Haferkon, M., Weber, M.C., Siering, M. (2014), *Bitcoin-Asset or Currency? Revealing Users' Hidden Intentions*, Working Paper, Sayfa: 1-14
- Gronwald, M. (2014), *The Economics of Bitcoins- Market Characteristics and Price Jumps* (No. 5121)., Working Paper, Sayfa: 1-12
- Guo, Y., & Liang, C. (2016), Blockchain Application and Outlook in The Banking Industry. *Financial Innovation*, 2(1), 12. Xiamen: Xiamen University School of Economics. Erişim tarihi: Nisan, 2017. Erişim adresi: <https://jfin-swufe.springeropen.com/articles/10.1186/s40854-016-0034-9>
- Güven V. ve Şahinöz E., *Blokzincir, Kripto Paralar, Bitcoin, Satoshi Dünyayı Değiştiriyor*, 3. Basım, Kronik Kitap, Haziran 2018
- Hackius, N., ve Petersen, M. (2017). *Blockchain in logistics and supply chain: Trick or treat, Digitalization in Supply Chain Management and Logistics*. Hamburg International Conference of Logistics (HICL), 23 October, Hamburg. Sayfa 4-18
- Hao J. (2018), Analysis of Whether Cryptocurrency Like Bitcoin is Real Money from the Perspective of State Theory of Money, 2nd International Conference on Management, Education and Social Science (ICMESS 2018), Advances in Social Science, Education and Humanities Research, *Atlantis Press*, Cilt 176, Sayfa 1696 – 1700
- Hendrickson Joshua R. ve Luther William J. (2017), Banning Bitcoin, *Journal of Economic Behavior & Organization*, Cilt 141, Sayfa 188-195
- HSBC, (2017). Trust in Technology. *Journal of Interactive Marketing*. Erişim tarihi: Nisan, 2018. Erişim adresi: http://isearch.hsbc.com/search?q=Trust+in+Technology.&site=EGGHSBC001&btnG=&ssid=EGGHSBC001&sln=en&proxystylesheet=dotcom&client=dotcom&num=10&sort=date%3AD%3AL%3Ad1&ulang=tr&wc=200&wc_mc=1&oe=UTF-8&ie=UTF-8&ud=1&exclude_apps=1
- <https://voxeu.org/article/financing-growth-cryptocurrency-token-sales> Erişim tarihi: Nisan, 2018
- <https://tradingstrategyguides.com/> Erişim tarihi: Nisan, 2018

<https://www.forbes.com/sites/billybambrough/2018/06/27/japans-next-economic-boom-will-be-bitcoin-and-blockchain-fuelled/#3f98498e3dc3> Erişim tarihi: Mayıs, 2018

<https://www.reuters.com/investigates/section/crypto-currency/> Erişim tarihi: Mayıs, 2018

https://academicworks.cuny.edu/bx_pubs Erişim tarihi: Mayıs, 2018

<https://coinmarketcap.com/> Erişim tarihi: Mayıs, 2018

<https://data.bitcoinity.org>, Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://www.sciencedirect.com/> Erişim tarihi: Mayıs, 2018

<https://www.bitstamp.net/> Erişim tarihi: Mayıs, 2018

<https://uzmancoin.com/> Erişim tarihi: Haziran, 2018

<https://www.bitcoin.org> Erişim tarihi: Haziran, 2018

<https://tr.linkedin.com/pulse/bitcoin-e%C5%9Ften-e%C5%9Fe-elektronik-nakit-%C3%B6deme-sistemi-murat-kişel> Erişim tarihi: Haziran, 2018

<https://www.researchgate.net/publication/327163916> Erişim tarihi: Haziran, 2018

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3144187 Erişim tarihi: Temmuz, 2018

https://www.researchgate.net/publication/327163795_A_call_for_Second-Generation_Cryptocurrency_Valuation_Metrics Erişim tarihi: Temmuz, 2018

<https://tr.investing.com/crypto/> Erişim tarihi: Ağustos, 2018

<https://www.coindesk.com/> Erişim tarihi: Ağustos, 2018

<https://eksisozluk.com/mt-gox--3832852?p=2> Erişim tarihi: Eylül, 2018

https://www.researchgate.net/publication/327988035_Cryptocurrency_Word-of-Mouth_Analysis_viaTwitter Erişim tarihi: Ekim, 2018

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2874598 Erişim tarihi: Ekim, 2018

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0267364918303637?via%3Dihub> Erişim tarihi: Ekim, 2018

<https://netvent.com/big-data-nedir/> Erişim tarihi: Ekim, 2018

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3154124 Erişim tarihi: Ekim, 2018

<https://Coinmarketcap.com>, Erişim tarihi: şubat, 2020

<https://Fortuneturkey.com>, Erişim tarihi: şubat, 2020

<https://www.marketwatch.com/story/heres-how-much-it-costs-to-mine-a-single-bitcoin-in-your-country-2018-03-06> Erişim tarihi: Ekim, 2018

<https://teknolojivefinans.com>, Erişim tarihi: şubat, 2020

<https://tr.investing.com>, Erişim tarihi: şubat, 2020

<https://www.blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr>, Erişim tarihi: Mart, 2020

<https://bctr.org>, Erişim tarihi: Mart, 2020

<https://statista.com>, Erişim tarihi: Mart, 2020

<https://blockchain.com>, Erişim tarihi: Mart, 2020

<https://www.binance.vision/tr/>, Erişim tarihi: Mart, 2020

<https://erkanerol.github.io/>, Erişim tarihi: Mart, 2020

<https://bidb.itu.edu.tr/>, Erişim tarihi: Mart, 2020

https://en.wikipedia.org/wiki/Merkle_tree, Erişim tarihi: Mart, 2020

<https://www.kriptom.com/fork-nedir-sozluk/> Erişim tarihi: Nisan, 2020

<https://medium.com/> Erişim tarihi: Nisan, 2020

<https://www.bfmedia.io/> Erişim tarihi: Nisan, 2020

<https://blog.cesco.com/blog> Erişim tarihi: Nisan, 2020

<https://miningpoolstats.stream/> Erişim tarihi: Nisan, 2020

<https://trends.google.com.tr/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://tr.tradingview.com/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://www.btcturk.com/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://www.paribu.com/#/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://www.paribu.com/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://www.bitaddress.org> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://entethalliance.org/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://www.r3.com/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://digitalasset.com/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://www.hyperledger.org/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://tether.to/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://ripple.com/xrp/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://cointelegraph.com/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://www.bitcoincash.org/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://bitcoinsv.com/en> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://litecoin.org/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://www.binance.com/tr> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://eos.io/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://tezos.com/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://www.cardano.org/> Erişim tarihi: Mayıs, 2020

<https://www.enerjiatlası.com> Erişim tarihi: Temmuz, 2020

<https://ibankodu.com.tr/currency-codes> Erişim tarihi: Ağustos, 2020

<https://www.coinmarketcap.com>, Erişim tarihi: Şubat, 2021

<https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-55983866> Erişim tarihi: Mart, 2021

Hu B., McInish T., Miller J. ve Zeng L.(2018), Intraday price behavior of cryptocurrencies, *Finance Research Letters*, Baskı Aşamasında, Sayfa 1-6

Jahani E. ve diğlerleri (2018), ScamCoins, S*** Posters, and the Search for the Next Bitcoin™: Collective Sensemaking in Cryptocurrency Discussions, *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, Cilt. 2, No. CSCW, Article 79. Publication date: November 2018. Sayfa 1 – 28

- Ji Q., Bouri E., Gupta R. ve Roubaud D. (2018), Network causality structures among Bitcoin and other financial assets: A directed acyclic graph approach, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Baskı Aşamasında, Sayfa 1-11
- Kaplan Ç., Aslan Ç. ve Bülbül A. (2018), *Cryptocurrency Word-of-Mouth Analysis via Twitter*, II. International Conference on Theoretical and Applied Computer Science and Engineering 2018-Summer, At Istanbul
- Kaiser, L (2018), Seasonality in cryptocurrencies. *Finance Research Letters*, Cilt 31, Sayfa 22-28
- Kale, İ. (2006). Volatilite değerlendirme ve tahmini için Garch modellerinin kullanımı. Yüksek Lisans tezi, Marmara Üniversitesi, 2006, Sayfa 61-62
- Kang, Sang Hoon. – Mok Kang, Sang. – Min Yoon, Seong. (2009), “Forecasting Volatility of Crude Oil Markets”, *Energy Economics*, No. 31, Sayfa 119-125.
- Katsiampa, P. (2017) Volatility estimation for bitcoin: a comparison of GARCH models, *Economics Letters*, Cilt: 158, Sayfa 3-6.
- Ketelaars T. (2018), *Investing in the cryptocurrency market: Analyzing the diversification effects of cryptocurrencies in a well-diversified portfolio*, Master Thesis, Radboud Universiteit Nijmegen, Hollanda
- Kleina T, Thuc H.P, Walthera T (2018), Bitcoin is not the New Gold- A Comparison of Volatility, Correlation, and Portfolio Performance, *Cilt 59*, Ekim 2018, Sayfa 105-116
- Koutmos D (2018), Bitcoin returns and transaction activity, *Economics Letters*, Cilt 167, Sayfa 81–84
- Kristjanpoller W. and Minutolo M. (2017), A hybrid volatility forecasting framework integrating GARCH, Artificial Neural network, Technical Analysis and Principal Components Analysis, *Expert Systems With Applications*, Cilt 109, Sayfa 1-11.
- Kristoufek L. (2018), On Bitcoin markets (in)efficiency and its evolution, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Cilt 503, 1 August 2018, Pages 257-262
- Lehner, E., Carter L. ve Ziegler J. (2018), *A call for Second-Generation Cryptocurrency Valuation Metrics*, City University of New York (CUNY) Academic Works, Publications and Research,
- Leun T. ve Nguyen H. (2018), *Constructing Cointegrated Cryptocurrency Portfolios for Statistical Arbitrage*, University of Washington Seattle, Ağustos 2018, Sayfa 1-19
- Liu W. (2018), Portfolio diversification across cryptocurrencies, *Finance Research Letters*, Baskı Aşamasında, Sayfa 1-11

- Luthera W. J. ve Salter A. W. (2015), Bitcoin and the bailout, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Cilt 66, November 2017, Sayfa 50-56
- Mabunda S. (2018), *Cryptocurrency: The New Face of Cyber Money Laundering*, International conference on advances in big data computing and data communication systems, Sayfa 1-6
- Mensi, W., Al-Yahyaee, K.H., Kang, S.H. (2018), Structural breaks and double long memory of cryptocurrency prices: a comparative analysis from bitcoin and ethereum, *Finance Research Letters*, Cilt 29, Sayfa 222-230
- Mohammadi, H., Su, L., (2010). International evidence on crude oil price dynamics: applications of ARIMA–GARCH models. *Energy Economics*, Cilt 32 (5), Sayfa 1001–1008.
- Nakamoto, S. (2008), Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, *Journal for General Philosophy of Science*, Erişim tarihi: Nisan, 2018. Erişim adresi: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Nakano M., Takahashi A., Takahashi S. (2018), Bitcoin technical trading with artificial neural network, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Cilt:510, Sayfa: 587–609
- Nelson D. B. (1991), Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach, *Econometrica*, 1991, Cilt 59, baskı 2, Sayfa: 347-370
- Nelson B. (2018), Financial stability and monetary policy Baskısı associated with digital currencies, *Journal of Economics and Business*, Baskı Aşamasında, Sayfa 1-3
- Pelinescu Elena, Acatrinea Marius, 2014. Modelling the high frequency exchange rate in Romania with FIGARCH, *Procedia Economics and Finance*, Cilt 15, Sayfa 1724 – 1731
- Peng, Y., Melo Albuquerque, P.H., Camboim de Sa, J.M., Akaishi Padula, A.J., Montenegro, M.R. (2018), The best of two worlds: forecasting High frequency volatility for cryptocurrencies and traditional currencies with support vector regression, *Expert Syst. Appl. Cilt: 97*, Sayfa 177-192.
- Phillip, A., Chan, J., Peiris, S. (2018a). A new look at cryptocurrencies, *Economics Letters*, Cilt: 163, Sayfa 6-9.
- Phillip, A., Chan, J., Peiris, S. (2018b), On generalized bivariate student-t gegenbauer long memory stochastic volatility models with leverage: bayesian forecasting of cryptocurrencies with a focus on bitcoin. *Econometrics and Statistics*, Cilt: 16, Sayfa 69-90
- Pieters G.C. (2018), How Global Is The Cryptocurrency Market?, University of Cambridge, Judge Business School—Cambridge Centre for Alternative Finance, UK, Sayfa 1-28

- Phillip A., Chan J. ve Peiris S. (2018), On long memory effects in the volatility measure of Cryptocurrencies, *Finance Research Letters*, Baskı Aşamasında, Sayfa 1-13
- Porter K. (2018), Analyzing the DarkNetMarkets subreddit for evolutions of tools and trends using LDA topic modeling, *Digital Investigation*, Cilt 26, Sayfa 87-97
- Pustişeka M. ve Kosa A. (2017), Approaches to Front-End IoT Application Development for the Ethereum Blockchain, 2017 International Conference on Identification, Information and Knowledge in the Internet of Things, *Procedia Computer Science*, Cilt 129, Sayfa 410-419
- Panagiotidis T., Stengos T. ve Vravosinos O. (2018), On the determinants of bitcoin returns: a LASSO approach, *Finance Research Letters*, Baskı Aşamasında, Sayfa 1-12
- Rossikhin V., Burdin M. ve Mykhalskyi O. (2018), Legal Regulation Issues Of Cryptocurrency Circulation In Ukraine, *Baltic Journal of Economic Studies*, Cilt. 4, No. 3, Sayfa 254-258
- Selmi R, Mensi W, Hammoudeh S ve Bouoiyour J. (2018), Is Bitcoin a hedge, a safe haven or a diversifier for oil price movements? A comparison with gold, *Energy Economics*, Cilt 74, Ağustos 2018, Pages 787-801
- Sevüktekin M., Nargeleçekenler M.. *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi Eviews Uygulamalı*, Nobel Yayın Dağıtım, 2010
- Shahzad F., Xiu GuoYi, Wang Jian, Shahbaz Muhammad. (2017), An empirical investigation on the adoption of cryptocurrencies among the people of mainland China, *Technology in Society*, Cilt 43, Sayfa 42-62
- Stosic Darko, Stosic Dusan, Ludermir T.B., Stosic T. (2018), Collective behavior of cryptocurrency price changes, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Cilt 507, 1 Ekim 2018, Sayfa 499-509
- Symitsi E. ve Chalvatzis K. (2018), Return, volatility and shock spillovers of Bitcoin with energy and technology companies, *Economics Letters*, Cilt 170, September 2018, Pages 127-130
- Takaishi T. (2018), Statistical properties and multifractality of Bitcoin, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Cilt 506, 15 September 2018, Pages 507-519
- Thies S. ve Molnar P. (2018), Bayesian change point analysis of Bitcoin returns, *Finance Research Letters*, Baskı Aşamasında, Sayfa 1-8
- Tiwari A.K., Jana R.K., Das D., Roubaud D. (2017), Informational efficiency of Bitcoin - An extension, *Economics Letters* Cilt 163, Şubat 2018, Sayfa 106-109
- Tse, Y. (1998). The conditional heteroscedasticity of the yen-dollar exchange rate. *Journal of Applied Econometrics*, 13(1), Sayfa 49-55.

- Vidal Tom D. ve Ibanez A. (2018), Semi-strong efficiency of Bitcoin, *Finance Research Letters*,
- Vilasuso, J. (2002). Forecasting exchange rate volatility. *Economics Letters*, Cilt: 76(1), Sayfa: 59-64.
- Wang Z. (2018), *Essays on efficiency, hedging effectiveness, and volatility dynamics in cryptocurrency markets*, Doktora Tezi, University of Bath, İngiltere
- WEF, (2015). WEF Survey Report, Deep Shift: *Technology Tipping Points and Societal Impact*. Geneva: World Economic Forum. Erişim tarihi: Nisan 2017, Erişim adresi:
http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf
- Yapraklı, S. ve Diğ. (2017), BIST Şehir Endekslerinde Oynaklığın Ölçülmesi: Alternatif Ekonometrik Modellerin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 639, 2018, Sayfa: 67 – 86
- Yıldırım, B. (2010). *Yapısal Kırılma Durumunda Birim Kök Testleri ve Gelir Yakınsaması Analizi: Avrupa Birliği'ne Üye ve Adaylar Ülkeler İçin* (Doktora Tezi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Yiğitbaşı Ş. ve Atabey A., *Mikro İktisat*, Kendi Yayını, 2006
- Yonar H., *Yapısal Kırılmalı Zaman Serileri Analizi İle Durağanlığın İncelenmesi Ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 9-17, 2012
- Yu Wei ve diğ. (2010), Forecasting crude oil market volatility: Further evidence using GARCH-class models, *Energy Economics*, Cilt 32, Sayfa 1477- 1484
- Zakoian, J.M. (1994) “Threshold Heteroskedastic Models,” *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18: 931-955
- Zhang W., Wang P. ve Shen X. (2018), Quantifying the cross-correlations between online searches and Bitcoin market, *Physica A* (2018), *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Cilt 509, 1 November 2018, Pages 657-672
- Zharova A. ve Lloyd I. (2018), An examination of the experience of cryptocurrency use in Russia. In search of better practice, *Computer Law & Security Review*, Baskı Aşamasında, Sayfa 1-14
- Zimmermann, E. (2016), *The Evolution of Fintech*- The New York Times, Erişim tarihi: Nisan, 2018. Erişim adresi:
<https://www.nytimes.com/2016/04/07/business/dealbook/the-evolution-of-fintech.html>

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı: Ahmet Bülent ATASOY

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Doktora	Sakarya Üniversitesi / İşletme Enstitüsü / İşletme ABD / Muhasebe- Finans BD	Devam Ediyor
Yüksek Lisans	İstanbul Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü / İşletme ABD / Finans BD	2015
Lisans	İstanbul Üniversitesi / İşletme Fakültesi / İşletme Bölümü	2001
Lise	İstanbul Bakırköy Ataköy Lisesi / Fen Bilimleri Bölümü	1995

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2019-Halen	ABA Gayrimenkul Yatırım Şti.	Sahibi (Ticari Gayrm. Uzmanı)
2016-2019	Akıllımatik Eğt. Tic. Ltd. Şti.	Kurucu Ortak (Genel Müdür)
2011-2016	Munzur Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2001-2011	Net Eğitim Yay. Tic. Ltd. Şti.	Kurucu Ortak (Bölge Müdürü)

ESERLER

- Atasoy, A. (2015). Döviz Kurlarının Belirlenmesini Açıklayan Uluslararası Parite Kuramlarının Kırılgan Beşli Ülkelerinde Geçerliliğinin Test Edilmesi (Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi).
- Tuna, G., Tuna, V. E., Aghalarova, M., & Atasoy, A. B. (2022). The relationship between energy consumption and economic growth in the G7 countries: the time-varying asymmetric causality analysis. *International Journal of Energy Sector Management*.
- Atasoy, A. B., & Tuna, G. (2021). Bitcoin İçin Volatilité Tahmini: Simetrik ve Asimetrik Garch Modelleri İçin Ampirik Bir Uygulama. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 13(4), 3346-3359.