

**T.C.  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ  
İŞLETME ANABİLİM DALI  
MUHASEBE FİNANSMAN PROGRAMI**

**BLOCKCHAIN TABANLI KRİPTO PARA BİRİMLERİNİN  
MEVCUT DURUMUNA DAİR FİNANSAL ANALİZLER VE  
GELECEĞİ**

**Tuna Can GÜLEÇ**

**Danışman  
Prof. Dr. Hüseyin AKTAŞ**

**MANİSA-2018**

**T.C.  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ  
İŞLETME ANABİLİM DALI  
MUHASEBE FİNANSMAN PROGRAMI**

**BLOCKCHAIN TABANLI KRİPTO PARA BİRİMLERİNİN  
MEVCUT DURUMUNA DAİR FİNANSAL ANALİZLER VE  
GELECEĞİ**

**Tuna Can GÜLEÇ**

**Danışman  
Prof. Dr. Hüseyin AKTAŞ**

**MANİSA-2018**

	T.C. MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ	Doküman Kodu	FRDR-031
	DOKTORA EĞİTİMİ FORMLARI Tez Savunma Sınavı Tutanağı	Yayınlanma Tarihi	26/03/2018
		Revizyon No/Tarih	2-/28/02/2018
		Sayfa	1/1

### TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü 04/09/2018 tarih ve 30/10 sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Manisa Celal Bayar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin 22. maddesi gereğince Enstitümüz İşletme Anabilim Dalı Muhasebe Finansman Doktora Programı öğrencisi Tuna Can GÜLEÇ'in "Blockchain Tabanlı Kripto Para Birimlerinin Mevcut Durumuna Dair Finansal Analizler ve Geleceği" onulu tezi incelenmiş ve aday 28/09/2018 tarihinde saat 11:00'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra 90... dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BAŞARILI olduğuna  OY BİRLİĞİ   
DÜZELTME yapılmasına \*  OY ÇOKLUĞU   
RED edilmesine \*\*  ile karar verilmiştir.

ÜYE  
Doç. Dr. Hasan AKTAŞ

BAŞKAN  
Prof. Dr. Hayrettin ZARAR

Prof. Dr. Mahmut KARS  
ÜYE

ÜYE  
Doç. Dr. Bekir GILBANK  
Evet

ÜYE  
Dr. Öğr. İyesi. Seher ÇELİK

Tez, burs, ödül veya Teşvik programına (Tüba, Fullbright vb.) aday olabilir.  
   
Tez, mutlaka basılmalıdır.  
   
Tez, mevcut haliyle basılmalıdır.  
   
Tez, gözden geçirildikten sonra basılmalıdır.  
   
Tez, basımı gereksizdir.

\* Bu halde adaya 6 ay süre verilir. İkinci tez savunma sınavında da başarısız olan öğrencinin Enstitü ile ilişkisi kesilir.

\*\* Bu halde adayın Enstitü ile ilişkisi kesilir.

Hazırlayan Enstitü Sekreteri	Onaylayan Enstitü Müdürü
---------------------------------	-----------------------------

**(TEZ VERİ GİRİŞ FORMU)**



## YEMİN METNİ

Doktora tezi olarak sunduğum “BLOCKCHAIN TABANLI KRİPTO PARA BİRİMLERİNİN MEVCUT DURUMUNA DAİR FİNANSAL ANALİZLER VE GELECEĞİ” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı dűőecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gűsterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

17/08/2018

Tuna Can Gűle

## ÖZET

### **BLOCKCHAIN TABANLI KRİPTO PARA BİRİMLERİNİN MEVCUT DURUMUNA DAİR FİNANSAL ANALİZLER VE GELECEĞİ**

Çalışmanın amacı, blockchain veya türevi altyapılar kullanan kripto para birimlerinin mevcut durumunu ve geleceğini ele almaktır. Bu amaçla, ortaya çıkışından günümüze, kripto para birimlerinin teknolojik altyapı ve ekonomik model olarak evrim süreci incelenmiştir. İnceleme sürecinde kripto para piyasalarının geleceğinde etkili olacağı düşünülen faktörler, araştırma sorularına dönüştürülmüştür. Piyasa etkinliği, fiyat balonları ve piyasa manipülasyonlarına dair araştırma soruları, ilgili bölümler kapsamında analiz edilmiştir.

Kripto para piyasalarının etkinliğini sınaama amacıyla, piyasa derinliği ve volatilitite yapısı arasındaki ilişki, 8 kripto para birimi için asimetrik GARCH modelleri (FIGARCH, FIAPARCH, FIGARCH CHUNG, FIEGARCH, FIEGARCH BBM) kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz bulguları, kripto para piyasalarında uzun hafıza probleminin varlığını ortaya koymaktadır. Buna ek olarak, bu piyasalarda işlem hacmi arttıkça volatilitenin azaldığı ve dolayısıyla, piyasa etkinliğinin arttığı gözlemlenmektedir.

Bu bulguları takiben, söz konusu kripto para birimlerinin fiyat serilerinde, fiyat balonlarının varlığı araştırılmıştır. Bu amaçla 8 kripto para birimi SADF testi kullanılarak analiz edilmiştir. Test sonuçlarından hareketle, fiyat seviyelerinin balon olarak nitelendirilebileceğine dair bir bulguya rastlanmamıştır.

Bitcoin piyasalarındaki fiyat sıçramalarını inceleme amacıyla, “Pump and Dump” tipi manipülasyonlardan kaynaklı sıçramalar, deneysel bir vaka analizi çalışması kapsamında ele alınmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulan portföyde kripto para piyasalarında manipülasyonun mümkün olduğu uygulamalı olarak gözlenmiştir. Bunu takiben, manipülatif fiyat sıçramalarının yapısını tespit etme amacıyla, Bitcoin piyasası dakikalık frekansta 1.162.887 adet gözlem kullanılarak Jump-Difüzyon yöntemi ile analiz edilmiştir. Jump-Difüzyon analizi bulguları, piyasaların belirli bir derinlik seviyesini aştıktan sonra manipülasyonlara karşı bağımsızlık kazandığı yönündedir.

Araştırma bulguları, mevcut kripto para piyasalarının gelişim süreci için öngörülen yapının, rasyonel piyasa dinamikleri ile çatışacak şekilde tasarlandığına dikkati çekmektedir. Belirli bir değer üretim sistemine karşılık gelecek şekilde tasarlanmış, blockchain tabanlı varlıkların piyasaya sunulmasıyla, kripto para piyasalarının yapısının değişeceği tahmin edilmektedir. Bu çalışma, güncel finans literatürünün en tartışmalı konularından birisi olan kripto para piyasalarının potansiyelini, kavramsal bir çerçeve oluşturan analizler ile test ederek tahminlemesi aracılığıyla literatüre katkı sağlamaktadır.

## **ABSTRACT**

### **FINANCIAL ANALYSES REGARDING THE CURRENT STATE OF BLOCKCHAIN BASED CRYPTO CURRENCIES AND THEIR FUTURE**

The aim of this study is to evaluate the current situation and the future of cryptocurrencies using blockchain infrastructure or its variations. For this purpose, the evolution of the technological infrastructure and the economic models of various cryptocurrencies are discussed. Research questions regarding the market efficiency, price bubbles and market manipulations in cryptocurrency markets have been formulated accordingly in each chapter.

For the purpose of testing the market efficiency in cryptocurrency markets, volatility structure for eight separate cryptocurrencies in regards to market volume is analyzed. Due to the long memory characteristics of the series, asymmetrical GARCH (FIGARCH, FIAPARCH, FIGARCH CHUNG, FIEGARCH, FIEGARCH BBM) models have been used. Results of the analysis in chapter two indicate that as market volume increases so does the efficiency of the market. Following these findings, the existence of the price bubbles in 8 major cryptocurrency markets has been analyzed using the SADF test. Results of the analysis present no support on the existence of price bubbles in the market.

With the purpose of analyzing the nature of the price jumps within the cryptocurrency market, a two-step analysis has been conducted. In the first step, the prevalence of dump & dump schemes has been discovered with an experimental case study involving real-time market transactions. Section two focuses on empirically measuring the price jumps in the market by using jump-diffusion analysis on cryptocurrencies market using a data set with 1,162,887 observations in one-minute interval frequency. Findings of the Jump analysis reveal that markets become immune to manipulations once outstretching a certain degree of depth.

Collectively, research findings indicate that, with higher risk-adjusted return rates, investors and users of cryptocurrencies are clustering in older coins rather than switching to newer coins that have higher technological and economic capabilities. Therefore, it is concluded that the structural design for the development of existing cryptocurrency market is in conflict with rational market dynamics. Speculative price inflations in cryptocurrency markets are expected to be transient unless they are supported by areas of use that appreciate the intrinsic value of these cryptocurrencies. Additionally, the study forecasts that a multilayered system of integrated and synchronized blockchain structure will dominate the cryptocurrency markets in the future. This study contributes to the literature of one of the most controversial topics in contemporary finance by estimating the potential of cryptocurrency markets by conducting a series of financial tests within a conceptual framework.

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresi boyunca ve öncesinde benden yardımlarını ve her türlü desteklerini esirgemeyen tüm hocalarım ve aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez yazım süreci boyunca çalışmalarımı 2211-A Genel Yurt İçi Doktora Burs Programı kapsamında 1649B031501883 başvuru numarası ile maddi olarak destekleyen TÜBİTAK'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tuna Can Güleç  
Manisa, 2018





## İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TEZ VERİ GİRİŞ VE YAYINLAMA İZİN FORMU.....	IV
YEMİN METNİ .....	VI
ÖZET.....	VII
ABSTRACT .....	VIII
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	IX
İÇİNDEKİLER .....	X
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	XIII
TABLolar LİSTESİ.....	XIV
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XV
GİRİŞ .....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### FINANSAL SİSTEM VE KRİPTOPARA BİRİMLERİ

1.1 Arka plan .....	3
1.2 Mevcut Parasal Sistem.....	5
1.2.1 İşlem Maliyetleri ve Finansal Araçlar.....	5
1.2.2 Uluslararası Rezerv Para Birimi .....	7
1.3 Kripto Para Kavramı.....	9
1.3.1 Kripto Para Birimlerinin Yapısal Bileşenleri.....	12
1.3.2 Kripto Para Birimlerinin Finansal İnovasyon Potansiyeli.....	14
1.3.3 Altcoinler ve Coin Halka Arzları (Initial Coin Offering).....	17
1.3.4 Fork Kavramı .....	18
1.3.5 Kripto Para Birimi Nesilleri.....	19
1.3.6 Kripto Borsalar ve Madencilik Havuzları .....	22
1.4 Topolojik ve Teknolojik Alt Yapı Bileşenleri .....	23
1.4.1 Bizans Hata Toleransı.....	24
1.4.2 Blockchain Topolojisi.....	25
1.4.3 Blockchain Altyapısına Alternatif Sistemler .....	33
1.5 Temel Sorular .....	37

## İKİNCİ BÖLÜM

### ETKİNLİĞİN FİNANSAL ZAMAN SERİSİNDE UZUN HAFIZA VE DEĞİŞEN VARYANS ÖZELLİKLERİNİN TESTİ YOLUYLA ANALİZİ

2.1	Kripto Para Birimleri Piyasası Verilerine Genel Bakış.....	38
2.2	Volatilite ve Piyasalara Etkileri .....	42
2.3	Etkin Piyasa ve Uzun Hafıza Özelliğini Test Eden Modellerin Gelişimi	43
2.4	Analizlerde Kullanılan Metodoloji .....	45
2.5	Kripto Para Piyasalarında Volatilite Yapısı ve Hacim İlişkisi .....	47
2.5.1	Bitcoin Piyasasında Uzun Hafıza ve Asimetrik Etki Testleri.....	47
2.5.2	Bitcoin Piyasasında Etkinlik ve Volatilite Yapısının İncelenmesi ....	49
2.5.3	Litecoin Piyasasında Uzun Hafıza ve Asimetrik Etki Testleri.....	53
2.5.4	Litecoin Piyasasında Etkinlik ve Volatilite Yapısının İncelenmesi ..	54
2.5.5	Ethereum Piyasasında Uzun Hafıza ve Asimetrik Etki Testleri.....	58
2.5.6	Ethereum Piyasasında Etkinlik ve Volatilite Yapısının İncelenmesi	60
2.5.7	Ripple Piyasasında Uzun Hafıza ve Asimetrik Etki Testleri.....	63
2.5.8	Ripple Piyasasında Etkinlik ve Volatilite Yapısının İncelenmesi .....	65
2.5.9	NEO,IOTA, BCH, ADA Piyasaları Uzun Hafıza ve Asimetrik Etki Testleri.....	68
2.5.10	NEO, IOTA, BCH, ADA Piyasalarında Etkinlik ve Volatilite Yapılarının İncelenmesi.....	70
2.5.11	Bulgulara dair Yorumlar.....	74

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### KRİPTOPARA PİYASASINDA FİYAT BALONU ANALİZİ

3.1	Balon Kavramı ve Kripto Paralar .....	77
3.2	Fiyat Balonu Kavramının Tarihsel Literatürü .....	79
3.3	Analizde Kullanılan Veriler .....	82
3.4	Analizde Kullanılan Yöntem .....	83
3.5	Kripto Para Piyasalarında Fiyat Balonu .....	94

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### PUMP&DUMP MANİPULASYONLARININ ANALİZİ

4.1 Pump & Dump Manipülasyonları .....	96
4.2 Pump & Dump Vaka Analizi .....	97
4.2.1 Manipülasyonun Kripto Para piyasalarına Olumsuz Etkileri.....	99
4.3 Jump Difüzyon Analizinin Amacı.....	100
4.4 Jump Analizleriyle Yapılmış Benzer Çalışmalar .....	100
4.5 Jump-Difüzyon Analizinde Kullanılan Veri Seti.....	103
4.6 Jump-Difüzyon Yöntemi.....	103
4.7 Bulgulara Dair Yorumlar .....	105
SONUÇ.....	107
KAYNAKÇA .....	111

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>ADA</b>	Cardano
<b>BCH</b>	Bitcoin Cash
<b>BIST</b>	Borsa İstanbul
<b>BTC</b>	Bitcoin
<b>DAG</b>	Directed Acyclic Graph
<b>DTO</b>	Dünya Ticaret Örgütü (World Trade Organization)
<b>ETH</b>	Ethereum
<b>ICO</b>	Kripto Para Halka Arzı (Initial Coin Offering)
<b>IMF</b>	Uluslararası Para Fonu (International Monetary Fund)
<b>IOTA</b>	MIOTA
<b>LTC</b>	Litecoin
<b>XRP</b>	RIPPLE

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Araştırma Sorularına Genel Bakış .....	1
Tablo 2: Geleneksel Kredi Kartı ile Ödeme Süreci .....	9
Tablo 3: Kripto Para ile Ödeme Süreci .....	10
Tablo 4: Birinci Nesil Kripto Para Birimlerine Örnekler.....	21
Tablo 5: Bitcoin Kapanış Fiyatı ve Hacmine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler .....	48
Tablo 6: Bitcoin ARFIMA(p,1,q) Modelleri Tahmin Sonuçları.....	49
Tablo 7: Bitcoin ARFIMA(3,1,2)-GARCH Model Tahmin Sonuçları.....	50
Tablo 8: Litecoin Kapanış Fiyatı ve Hacmine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler.....	53
Tablo 9: Litecoin ARFIMA(p,1,q) Modelleri Tahmin Sonuçları .....	55
Tablo 10: Litecoin ARFIMA(2,1,1)-GARCH Model Tahmin Sonuçları .....	56
Tablo 11: Ethereum Kapanış Fiyatı ve Hacmine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler.....	59
Tablo 12: Ethereum ARFIMA(p,1,q) Modelleri Tahmin Sonuçları .....	60
Tablo 13: Ethereum ARFIMA(3,1,3)-GARCH Model Tahmin Sonuçları .....	61
Tablo 14: Ripple Kapanış Fiyatı ve Hacmine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler .....	64
Tablo 15 : RIPPLE ARFIMA(p,1,q) Modelleri Tahmin Sonuçları .....	65
Tablo 16: RIPPLE ARFIMA(3,1,2)-GARCH Model Tahmin Sonuçları .....	66
Tablo 17: ADA, NEO, BCH ve MIOTA Kapanış Fiyatları ve Hacimlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler .....	69
Tablo 18: ADA, NEO, BCH ve MIOTA GARCH Tahmin Sonuçları.....	70
Tablo 19: Volatilite Yapıları Özet Tablo .....	75
Tablo 20 : Balon Analizi Verilerine dair Tanımlayıcı İstatistikler .....	83
Tablo 21: SADF Testine Dair Bulgular .....	85
Tablo 22: Özet Araştırma Bulguları.....	107

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Kripto Para Birimlerinin Alt Yapısı .....	12
Şekil 2: İnteraktif Tutarlılık Problemi.....	24
Şekil 3: Xira Kripto Para Kayıt Defteri.....	26
Şekil 4: Çift Anahtarlı Sistem .....	28
Şekil 5: Xira Blok Zinciri.....	31
Şekil 6: Merkle Ağacı .....	32
Şekil 7: Kripto Paraların Üç Nesli .....	20
Şekil 8: Örnekleme Değerinin Piyasa Toplam Değerine Oranı.....	39
Şekil 9: Örnekleme Dahil Edilen Kripto Para Birimlerinin Toplam Piyasa Değeri ..	39
Şekil 10: 2017 Sonrası Kripto Para Piyasa Değeri .....	40
Şekil 11: Kripto Para piyasaları Değer Dağılımı .....	41
Şekil 12: Bitcoin'e ait Koşullu Varyans Grafiği.....	52
Şekil 13: Litecoin'e ait Koşullu Varyans Grafiği .....	57
Şekil 14: Ethereum'a ait Koşullu Varyans Grafiği.....	63
Şekil 15: RIPPLE'a ait Koşullu Varyans Grafiği .....	68
Şekil 16 : Cardano'ya ait Koşullu Varyans Grafiği.....	71
Şekil 17 : Bitcoin Cash'e ait Koşullu Varyans Grafiği.....	72
Şekil 18: IOTA'ya ait Koşullu Varyans Grafiği.....	73
Şekil 19: NEO'ya ait Koşullu Varyans Grafiği .....	74
Şekil 20: MIOTA ADF Süreci Kritik Değer Grafiği .....	86
Şekil 21: NEO ADF Süreci Kritik Değer Grafiği .....	87
Şekil 22: RIPPLE ADF Süreci Kritik Değer Grafiği .....	88
Şekil 23: Cardano ADF Süreci Kritik Değer Grafiği.....	89
Şekil 24: Bitcoin Cash ADF Süreci Kritik Değer Grafiği .....	90
Şekil 25: Bitcoin ADF Süreci Kritik Değer Grafiği .....	91
Şekil 26: Ethereum ADF Süreci Kritik Değer Grafiği.....	92
Şekil 27: Litecoin ADF Süreci Kritik Değer Grafiği.....	93
Şekil 28: Binance IOTA İşlemler Geçmişi .....	98
Şekil 29: Jump Difüzyon Bipower Varyansları .....	105

## GİRİŞ

Piyasaya çıkan ilk kripto para birimi Bitcoin'in yıllar içerisindeki hızlı ve dalgalı yükselişi ile dikkatleri üzerine toplayan blockchain tabanlı finansal varlıklar, günümüzde finans alanının en popüler başlıkları arasında yer almaktadır. Kavram karmaşasını engellemek için konuyla ilgili belirtilmesi gereken ilk şeylerden birisi, bu finansal varlıkların isminin "Kripto Para Birimi" olmasına karşın, finansal nitelik olarak "Varlık" mı yoksa "Para Birimi" mi olduğunun tartışmalı olmasıdır. Belirli bir merkez veya aracıya bağlı bulunmadan çalışabilme kapasitesine sahip olan bu para birimlerinin piyasa değeri, 800 Milyar Amerikan Doları seviyelerine kadar tırmanmıştır. Türkiye borsalarının bir yılda yaşadığı net değişimden fazlasını, bir günde yaşayabilen bu piyasanın geleceğini tahmin etmek oldukça zordur. Kripto para birimleri ve blockchainin, güncel finansal sistemi baştan aşağı değiştirecek, geleceğin teknolojisi olduğunu savunan görüşler kadar, her an patlayabilecek boş bir balon olduğunu savunan görüşler de mevcuttur.

Bu çalışmanın yapılmasındaki amaç, kripto para piyasalarının geleceğine dair gerçekleştirilecek potansiyel senaryolara, finansal analiz yöntemleri kullanarak ışık tutmaktır. Bu sebeple çalışma, ilk bölümde kripto para birimlerinin geleceğinde belirleyici rol oynayacak faktörleri ortaya çıkarmaya yoğunlaşırken, ilerleyen bölümlerde ortaya koyulan bu belirleyici faktörleri bilimsel yöntem çerçevesinde analiz etmektedir.

Tablo 1'de çalışma kapsamında ele alınan araştırma soruları ve kullanılan analiz yöntemleri özet halinde sunulmuştur.

**Tablo 1: Araştırma Sorularına Genel Bakış**

	<b>Araştırma Sorusu</b>	<b>Kullanılan Yöntem</b>	<b>Örneklem Boyutu</b>	<b>Bölüm</b>
<b>1</b>	Kripto para piyasalarının etkinlik seviyesi, piyasa derinliği arttıkça yükselmekte midir?	FIGARCH, FIAPARCH, FIGARCH CHUNG, FIEGARCH, FIEGARCH BBM	1744 ve 125 arası değişen 16 gözlem serisi	2
<b>2</b>	Kripto para piyasalarında fiyat balonu var mıdır?	Sup-Augmented Dickey-Fuller	1744 ve 125 arası değişen 8 gözlem serisi	3
<b>3</b>	Pump & Dump gruplarıyla manipülasyon yapılabilir mi?	Uygulamalı Vaka Analizi	1 yıl boyu takip edilen portföy, 31 saniyelik tek işlem	4
<b>4</b>	Bitcoin piyasalarında, tarihsel bazda manipülatif fiyat sıçramalarının yapısı nedir?	Jump-Difüzyon	1.162.887 gözlem	4

Birinci bölüm kapsamında, kripto para birimleri ve blockchain kavramları, popüler teknolojik gelişmelerden örnekler vererek açıklanmıştır. Kripto para birimlerinin günlük hayatta kullanmakta olduğumuz sistemlerle ilişkilerine değinildikten sonra bu sistemlerin altyapısını oluşturan mantıksal, teknolojik, ekonomik ve finansal kavramlar ele alınmıştır. Geçmişten günümüze piyasalarda işlem görmüş kripto para birimleri, gelişmişlik yapılarına göre 3 nesil altında sınıflandırılmıştır.

İkinci bölüm kapsamında ilk ve en temel sorudan başlanarak kripto para birimlerinin finansal niteliği ve ticaretinin yapıldığı piyasaların etkinliği araştırılmıştır. Bu amaçla 8 kripto para birimine ait günlük frekansta veriler çeşitli asimetrik GARCH yöntemleri (FIGARCH, FIAPARCH, FIGARCH CHUNG, FIEGARCH ve FIEGARCH BBM) kullanılarak sınanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, tüm kripto para birimleri için işlem hacmi arttıkça volatilitede azalma gözlemlenmektedir. Dolayısıyla, piyasa etkinliğinin tüm kripto para birimleri için piyasa derinliğiyle birlikte arttığı kanısına ulaşılmaktadır.

Üçüncü bölümde ise, kripto para birimlerinin geçtiğimiz yıllar içerisindeki hızlı yükselişinin fiyat balonu oluşturduğu iddiasından yola çıkarak, kripto para piyasalarında fiyat balonlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 8 kripto para birimine ait günlük frekansta veriler, 1000 tekrarlı Monte Carlo Simülasyonu ile doğrulanmış Sup-Augmented Dickey-Fuller (SADF) testine tabi tutulmuştur. Analiz bulgularına göre, incelenen kripto para birimi fiyat serilerinde fiyat balonu karakteristiğine rastlanmamıştır.

Dördüncü bölümde, kripto para birimleri piyasasının etkinliğini olumsuz etkileyen ve ICO (Kripto Para Halka Arzı) mekanizmasının etkili çalışmasının önüne geçen en büyük engellerden birisi olan manipülatif fiyat sıçramaları ele alınmaktadır. İlk aşamada, deneysel bir vaka analizi kapsamında oluşturulan portföyün hareketleri üzerinden manipülasyonların varlığı doğrulanmış ve yapısı gözlenmiştir. Türkçeye “Keriz Silkeleme” olarak tercüme edilen bu tür manipülasyonların, işlem hacmi düşük olan genç piyasaları hedef aldığı tespit edilmiştir. Bu bulgudan hareketle, Bitcoin fiyat serisi üzerinde gerçekleştirilen yüksek frekanslı SADF testi sonucunda, kripto para birimlerinin belirli bir fiyat olgunluğa ulaştıktan sonra manipülasyonlara karşı bağımsızlık kazandığı gözlemlenmiştir. Sonuç bölümünde ise tüm bulgular bir arada değerlendirilerek kripto para birimlerinin geleceğine dair tahminler yapılmakta ve bu doğrultuda, blockchain sistem tasarımcılarına tavsiyelerde bulunmaktadır.



# BİRİNCİ BÖLÜM

## FİNANSAL SİSTEM VE KRİPTOPARA BİRİMLERİ

Bu bölüm kapsamında kripto para birimleri fikrini ortaya çıkaran temel kavramlara ve bu çıkışa zemin hazırlayan mevcut finansal sisteme dair temel kavram ve problemlere değinilmiştir. Kripto para birimleri, tarafların güven duyduğu ortak bir aracıya ihtiyaç duymadan çalışabilen bir finansal sistem, hiçbir egemen gücün kontrolü altında bulunmayan ve tüm insanlığa ait olan bir para birimi ve sifıra yakın işlem maliyetleri ile günümüzde ancak ütöpik olarak tabir edilebilecek vaatlerle ortaya çıkmıştır. Blockchain tabanlı kripto para birimlerinin bu vaatlerini gerçekleştirme potansiyeli, sistemin temel sorunları ele alınarak tartışılmıştır. Bu tartışma sonucunda ortaya koyulan araştırma soruları ise takip eden bölümlerde çeşitli finansal analiz yöntemleri vasıtasıyla cevaplanmaya çalışılmıştır.

### 1.1 Arka plan

2008 ve 2012 yılları arası dönemde sadece bilgisayar ve yazılım uzmanlarından veya konuyla özellikle ilgilenen kişilerden duyabileceğimiz kavramlar, günümüzün en popüler başlıkları haline gelen blockchain ve Bitcoin, çoğu kişi tarafından birbiri yerine kullanılan, eş anlamlı kavramlar gibi algılanmaktadır. Kavramların nispeten yeni oluşu ve yerel literatürde kullanılan terminolojinin değişkenlik göstermesi, kavram karmaşasına katkıda bulunan faktörlerdendir. Kompleks içerikli bu teknolojik kavramları açıklamak için, sıklıkla kullandığımız fakat kullanabilmek için teknolojik altyapısına hâkim olmak zorunda olmadığımız teknolojik kavramlar üzerinden örnekler verilebilir. Blockchain, kripto para birimi ve Bitcoin kavramlarını net bir şekilde tanımayabilmek için yine elektronik bilgi teknolojisinin bir başka ürünü olan “internet” i örnek gösterebiliriz.

İnternet, dünya çapında elektronik cihazların ve dolayısıyla bu cihazları kullanan insanların ışık hızına yakın bir hızla iletişim kurabilmesini sağlayan elektronik bir bilgisayar iletişim ağıdır. Bu iletişim ağını kullanarak günümüzde verilen binlerce hizmetten sadece küçük bir kısmı elektronik finansal hizmetlerdir (Online Borsalar ve İnternet Bankacılığı gibi). Visa, Master Card ve PayPal gibi şirketler ise elektronik finansal piyasaların sunduğu onlarca hizmetten sadece bir kaçını veren (Ödeme Aracılık Sistemleri) şirketlerdir. Benzer şekilde, blockchain, yeni bir kayıt

girilebilmesi için, sistemde var olan tüm kullanıcıların salt çoğunluğunun onay vermesi gereken ve bu bilgi girildikten sonra değiştirilmesi imkânsız hale gelen bir kayıt defteri teknolojisidir. Bu teknolojinin kullanılabilceği binlerce alandan sadece birisi kripto para birimleridir. Kripto para birimleri, blockchain teknolojisi sayesinde herhangi bir merkeze bağlı bulunmadan oluşturulan para birimleri ve ödeme sistemleridir. Bu teknoloji altyapısı kullanılarak tasarlanan yüzlerce kripto para biriminin ilk öncüsü Bitcoin'dir.

Küresel finansal sistemin yakın tarihteki en belirgin vakalarından olan ve sonrasında küresel çapta ekonomik bir krizi tetiklemiş olan Amerikan mortgage kredisi uygulamaları krizinin başladığı 2008 yılı, aynı zamanda Bitcoin'i ortaya çıkaran makalenin Satoshi Nakamoto takma ismine sahip bir kişi, kişiler veya kurum tarafından (Nakamoto, 2008) yayımlandığı yıldır. İki nokta arası elektronik para transferi için merkezi olmayan bir kayıt sistem öneren makalede sunulan, teorik para biriminin adı "Bitcoin" dir. Makale içerisinde önerilen teknolojik altyapı, S.Haber ve diğerlerinin doksanlı yıllarda yaptığı bir dizi çalışma tarafından daha önce temelleri atılmış kriptografik dijital imzalama sistemlerinin finansal bir piyasaya uyarlanarak geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır (Bayer, Haber, & Stornetta, 1993; S. A. Haber & Stornetta Jr, 1992; S. Haber & Stornetta, 1990). Nakamoto'nun makalesinde kriptopara birimlerine uyarlanan bu sistem, literatürde blockchain ismi altında kabul görmektedir. Günümüzde kripto borsalar üzerinde işlem gören 500 ün üzerinde kripto para birimi bulunmaktayken, bir kaç istisna hariç tüm kripto para birimleri halen blockchain altyapısının varyasyonlarını kullanmaktadır.

Kripto para birimlerinin ortaya çıkışındaki en büyük etkenlerden birisi, mevcut parasal sistemin, katılımcıları arasında kaynakları etkin bir şekilde dağıtma kapasitesine sahip olmamasıdır (Maurer, Nelms, & Swartz, 2013). Çalışmanın, dünyanın finansal krizlerle boğuşmakta olduğu 2008 yılında yayınlanması, Bitcoin'in mevcut finansal sisteme adeta bir alternatif olarak algılanmasına yol açmıştır. Öte yandan kripto para birimleri mevcut parasal sistemin başaramadığı neyi, nasıl başaracaktır?

## 1.2 Mevcut Parasal Sistem

Uluslararası parasal sistem itibari para birimleri tarafından yönlendirilmekte ve hatta yönetilmektedir. İtibari para birimlerinin kullanımı, devletlere maliye politikası ve para politikasının yönetimi için birçok araç sağlamaktadır. Öte yandan dünya çapında ekonomik anlamda baskın devletlere de az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler üzerinde yaptırım hakkı ve hatta dolaylı olarak belirli bir ölçüde vergilendirme hakkı sağlamaktadır. Lane ve Feretti bu konuyla ilgili çalışmalarında, Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) dış borcuna değinmiş, sürekli büyüyen dış borcun diğer ülkeler aksine ABD için bir problem oluşturmayacağını, öte yandan artan USD arzından dolayı bu bedeli USD rezervlerini elinde bulunduran ülkelerin ödeyeceğini belirtmiştir (Lane & Milesi-Ferretti, 2007).

Elektronik para kullanımına geçilmesiyle birlikte itibari paraların piyasaya arz edilmesi artık sadece bilgisayar verilerinde değişiklikle mümkün hale gelmiştir. İtibari para birimlerinin herhangi bir dayanak varlığına bağlı olmadan arz edilebilmesi ise uluslararası alanda rezerv olarak tutulan veya ticaret aracı olarak kullanılan paralara teorik olarak sınırsız borçlanma olanağı sağlamaktadır.

### 1.2.1 İşlem Maliyetleri ve Finansal Araçlar

Mevcut finansal sistemin günümüzdeki en belirgin bileşenlerinden birisi finansal araçlardır. Finansal piyasalar hakkında üretilen birçok teorinin çıkış noktası etkin piyasa hipotezine dayanmaktadır (Fama, 1970). Etkin piyasa hipotezi, bilginin piyasanın tüm katılımcılarına aynı anda ulaştığı ve aynı netlikle yorumlandığı durumlarda piyasanın etkin bir şekilde çalışabileceğini savunmaktadır. Bununla beraber finansal araçlara tam etkin bir piyasada ihtiyaç duyulmayacağını belirtmektedir. Fama, ilerleyen çalışmalarında, finansal araçların karlılıklarının bir ekonominin etkinlikten ne kadar uzak olduğunu göstergesi olarak yorumlanabileceğini belirtmiştir. Öte yandan gerçek dünyada finansal araçların varlığının vazgeçilmez olduğunu çünkü piyasaların tam etkin olmadığını belirtmiştir (Fama, 1998).

İşlem maliyetleri arttıkça piyasalarda anormal hareketlerin arttığını ve makroekonomik değişkenlerin piyasa geleceğini tahminleme gücünü yitirmeye başladığını ortaya koyan çalışmasında Stoll ve Whaley, işlem maliyetlerinin ekonomik

etkinlik üzerindeki olumsuz etkisine dikkat çekmiştir. Öte yandan literatürde ekonomik derinlik ve etkinlik arttıkça, işlem maliyetlerinin de azalacağı yönündeki görüşler bu konunun uzun vadede bir problem olacağına dair algıyı geri plana çekmiştir (Stoll & Whaley, 1983).

Finansal aracılardan varlıklarının piyasada işlem maliyetlerini artırırken diğer bir yandan piyasa hacmini de arttırdığı, dolayısıyla piyasa yapıcı olarak katalizör görevi gördüğü yönünde araştırmalar da literatürde bulunmaktadır. Boyd ve Prescott bilgiye her yatırımcının erişimi aynı anda dahi olsa aynı şekilde yorumlanmadığından piyasaların tam anlamıyla hiç etkin olamayacağını ve finansal aracılardan yatırımcıları piyasaya katılımını artırarak piyasayı güçlendirdiğini öne sürerek, çalışmasında finansal aracılardan bilgi üreticileri olarak tanımlamıştır (Boyd & Prescott, 1986).

İşlem maliyetlerinin zamanla azalacağını öngören teorilerin aksine, piyasa derinleştikçe işlem maliyetlerinin artış göstermeye başlaması, iki bin yılına gelindiğinde yeniden finansal aracılardan varlığını sorgulanmasına neden olmuştur. Finansal aracılık hizmetlerini kullanan birey ve kurumların sayısının artması ve toplam aracılık işlem hacimlerinin yükselmesine rağmen, piyasada işlem maliyetlerinin yükselmeye devam ediyor olması, literatürü iki binli yılların başında yeniden işlem maliyetleri üzerinde yoğunlaştırmıştır. Bu akımı başlatan temel çalışmalardan birisi Allen ve Santomero'nun 2001 yılındaki makalesidir (Allen & Santomero, 2001).

Bu görüşü destekleyen sayısal çalışmalardan Hau'nun Fransız borsalarındaki işlem maliyetleri üzerinde yaptığı analizlere göre, işlem maliyetleri yüksek piyasaların volatiliteleri de daha yüksek seyretmektedir. Çalışma ayrıca ilişkinin yönünü nedensellik açısından incelemiştir ve işlem maliyetlerinin yüksek olmasının piyasa volatilitelerini yükseltiyor olduğu sonucuna ulaşmıştır (Hau, 2006).

Dotcom krizi esnasında finansal aracılardan etkileri çoğunlukla gözden kaçmış olsa da 2008 yılında ortaya çıkan Amerikan Mortgage krizi, gözleri yeniden finansal aracılardan ve kurumlara çevirmiştir. Sistemik birçok yeni kısıtlamaya ve düzenlemeye tabi tutulan kurumlar, finansal aracılardan serbest bir ekonomide hissedar değerini maksimize etme amacı güden her şirket gibi karlılığını sürdürme yönünde politika izleyeceğini ortaya koymuştur.

Finansal aracılık hizmetlerinin menkul kıymetleştirilmiş varlıklar, menkul kıymetleştirilmiş borç yükümlülükleri ve türev enstrümanlar üzerinde derinleştiğini savunan Adrian ve Shin, finansal aracılardan saldırgan kar politikalarının öngörülemeyen sonuçlar doğurduğunu ve yaşanan finansal krizin en temel

sebeplerinin bu iki etken olduğunu savunmuştur. Çalışmalarında ayrıca, finansal kurumların gölge bankacılığı ve varlığa dayalı menkul kıymet kullanımlarına yönelmesinin piyasalarda volatilitiyi arttırdığına yönelik tespitlerde bulunmuşlardır (Adrian & Shin, 2010).

### **1.2.2 Uluslararası Rezerv Para Birimi**

Mevcut parasal sistem ile ilgili önemli bir detay, uluslararası politika alanında, işlev ve süreç bakımından istismar edilmeye müsait olmasıdır. Bu, Uluslararası Para Fonu (IMF) ve Dünya Ticaret Örgütü (WTO) gibi uluslar üstü kurumlar aracılığıyla olabileceği gibi dolaysız olarak da gerçekleştirilebilir. Siyasi veya politik amaçlarla uygulanan ambargolar dünya çapında parasal sistemin etkinliğini olumsuz etkileyebilmektedir. Parasal sistemin, iki ulus arasındaki ticaretin üçüncü bir ulus tarafından yasaklanabilmesine olanak sağlıyor olması, itibari paraların dünya çapında parasal sistemin etkinliğine olumsuz bir etkisidir. 1999 yılı Nobel ekonomi ödülü sahibi Mundell, uluslararası alanda kullanılacak bir dünya para biriminin tek bir ülkenin kontrolü altında olmasının uzun vadede etkin olmayacağını belirtmiş, bunun yerine Avrupa Birliği'nde var olan EUROZONE benzeri bir sistemin daha etkin olacağını savunmuştur (Mundell, 2003).

Dünya çapında tek bir "dünya" para biriminin kullanılması günümüzde mümkün olmasa da bu kavrama oldukça yakın bir sistem hâlihazırda bulunmaktadır. Güncel finansal sistemi şekillendiren en önemli faktörlerden birisi olan bu kavram "Küresel Rezerv Para Birimi" dir. İkinci dünya savaşının sonuçlanmaya başladığı yıllarda yeni küresel finansal sistemin temellerini atmak üzere 44 ülkeden gelen 730 delege ile üç hafta süren Bretton Woods konferansı, Amerika'nın New Hampshire kentinde gerçekleştirilmiştir. Bretton Woods antlaşması ile altın standardı üzerine şekillenen küresel ekonomide, dünya çapında ticarete Amerikan Doları'nın (USD) kullanılması için gerekli alt yapı hazırlanmıştır. Bu sistemin varlığını sürdürebilmesi için Uluslararası Para Fonu (IMF) ve Dünya Bankası (WB) destekleyici kurumlar olarak faaliyete başlamışlardır. Konjonktürel şartlarda, ulusal merkez bankaları tarafından rezerv olarak kullanılan küresel altın rezervlerinin, USD karşılığında, Amerikan Merkez Bankasına teslim edilmesiyle başlayan altın standardı süreci, USD'nin küresel ticarete kullanılan evrensel bir para birimine dönüşmesini sağlamıştır.

Küresel ticarete tek bir ülkenin para biriminin kullanılmasının, para biriminin sahibi olan ülkeye haksız avantaj sağlayacağı yönündeki eleştirilere karşın (Eichengreen, 2005), Amerikan Merkez Bankası'nın para arzını altın standardıyla sınırlandıracağı taahhüdü Amerikan Doları'nın küresel rezerv para birimi olarak kabul edilmesini sağlamıştır. Anlaşmayı takip eden yıllarda ABD'nin kendi taahhüdünü çiğneyerek altın rezervlerinden bağımsız olarak para arzına başlaması, dünya ülkelerinin, ellerindeki USD'leri geri vererek altın rezervlerini geri istemelerine neden olmuştur. 1971 yılında dönemin ABD başkanı Richard Nixon, resmi olarak USD karşılığında artık altın ödemesi yapılmayacağını dünyaya ilan ederek Nixon şoku olarak adlandırılan krize neden olmuştur.

Nixon şokunun yarattığı güvensizlik ortamına rağmen Marshall Yardımları ve Petro Dolar sistemi, IMF ve WB'nin de desteğiyle USD'nin küresel rezerv para birimi olarak kullanılmaya devam etmesini sağlamıştır. Literatürdeki çalışmalara (Lee, 2014) ve bazı ekonomistlere göre ise USD'nin kullanılmaya devam edilmesindeki en önemli faktör, küresel rezerv para birimi olarak kullanılacak para biriminin hangi ülkeye ait olursa olsun haksız avantaj sağlayacak olmasıdır. Günümüzde, küresel rezerv para birimi sistemine alternatif yaklaşımlarda bulunmaktadır. Dünyanın en büyük petrol tüketicisi ve en büyük üretim sanayisine sahip konumunda bulunan Çin Halk Cumhuriyeti, Petro Dolar sistemine karşı yapısal reformlara geliştirmeye başlamıştır (Ma, 2018; Salameh, 2015). Ülkeler Yerel güçlerin kontrolündeki birçok Serbest Ticaret Bölgesi kendi para birimi ile ticarete yönelmiştir. Öte yandan, küresel çapta tek bir para biriminin kullanılmasının getirdiği çok sayıda avantajın varlığı bu süreci yavaşlatmaktadır.

Kripto para birimlerinin ve blockchain tabanlı sistemlerin, mevcut parasal sistemden kaynaklı bu ve daha birçok sorunu ortadan kaldırma potansiyeli pratikte var mıdır? Kripto para birimleri, merkezi olmayan yapıları sayesinde küresel rezerv para birimi olmak için geçerli bir aday mıdır? Bu soruların cevabını kesin olarak vermek mümkün olmamakla birlikte, daha iyi öngörülerde bulunabilmek için öncelikle mevcut kripto para birimleri ve bağlı oldukları blockchain sisteminin özellikleri çalışmanın ilerleyen bölümlerinde incelenmiştir.

### 1.3 Kripto Para Kavramı

Kripto para birimleri, bir değişim aracı ve değer ölçüsü olması maksadıyla tasarlanmış dijital varlıklardır. İşlemlerin güvenliğini kriptografik algoritmalar kullanımı vasıtasıyla sağlarlar. Sahibi veya yöneticisi yoktur. Herkesin görebileceği şekilde halka açık kodlardan oluşan bu sistemlerin tek sahibi kullanıcılarıdır. Paraların bu kullanıcılara nasıl dağıtılacağı, piyasaya yeni paraların nasıl ve ne şartlar altında sürüleceği ve işlemlerin topolojik olarak nasıl bir sıralamayla gerçekleşeceği gibi soruların tümü kaynak kodların içerisinde yapılandırılır ve bu kod her an herkes tarafından incelenebilir fakat kimse tarafından değiştirilemez. Bununla birlikte bu para birimleri kullanılarak yapılmış her bir işlem, her kullanıcıda ortak olarak bulunan bir deftere kayıt edilir. Blockchain sisteminin kullandığı kriptografik algoritmalar sayesinde herhangi bir anda herhangi bir kullanıcının defterinde farklılık gerçekleşmesi imkansızdır.

Bir kafedeki hesap ödeme süreci, sırasıyla geleneksel kredi kartı ile ödeme ve kripto para ile ödeme olmak üzere ele alınarak kavram daha net açıklanmaya çalışılmıştır.

**Tablo 2: Geleneksel Kredi Kartı ile Ödeme Süreci**

Süreç	Müşteri	Bankacılık Sistemi	Banka
		Kredi Kartı ve POS Cihazı Eşleşir	Banka Hesap Limitini Doğrular
<b>Riskler Maliyetler</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kart Bilgileri Çalınma Riski</li><li>• Kart Kopyalanması Riski</li><li>• Kişisel Bilgilerin Paylaşılması</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hesap İşletim Ücreti</li><li>• Kredi Kartı Aidatı</li><li>• Kişisel Bilgilerin Bankayla Paylaşılması</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• POS Ücreti / POS Cihazı Maliyeti</li><li>• Banka Komisyonları</li><li>• Para Blokesi</li><li>• Kart Komisyonları (VISA/MASTERCARD/AMEX)</li><li>• Kurumsal Bilgi Paylaşımı</li></ul>

Geleneksel kredi kartı ile ödeme yöntemi kullanıldığında karşımıza ilk çıkan problem, karttan mail order veya internet üzerinden para çekimi için gerekli olan, güvenlik kodu da dâhil tüm bilgilere kartı gören herkes tarafından ulaşılabilmesidir. Kartın sahibi veya kafe sahibi hariç 3. Kişilerin dahi eline geçmesi mümkün olan bu bilgiler ile kart sahibinin borçlandırılabilmesi mümkündür. Kartın kötü niyetli kişiler tarafından POS cihazı çekimi sürecinde kopyalanması ve şifresinin öğrenilmesi de günümüzde sıkça karşılaştığımız dolandırıcılık yöntemlerindedir.

Bankacılık sistemi içerisindeki komisyonlar ve işlem/işletim ücretlerinin varlığı ise hem müşteriye hem de kafe sahibini olumsuz yönde etkilemektedir. Ödeme yöntemi kullanımının her aşamasında karşımıza çıkabilen bu masraflar, kart kullanıcılarına her ne kadar Bonus Puan ve Taksit imkanı olarak yansıtılsa da, POS cihazını kullanan işletmenin bankaya ödediği komisyonların varlığı ürün ve hizmetlerin fiyatlarında artış olarak son kullanıcıya yansımaktadır. Güncel bir örnek vermek gerekirse, doksanlı yılların başlarında, kredi kartına taksit komisyonu olarak adlandırılan bu ücretler ürün fiyatının üzerine taksit miktarına göre belirli bir faiz oranı eklemekle birlikte, günümüzde ürün fiyatına eklenmiş olarak etiketlenmektedir ve taksitlendirme hizmeti kullanmak istemeyen müşteriye Nakit/Peşin indirim olarak yansıtılmaktadır.

Örneğimizdeki kafe sahibinin müşterinin ismini ve kart bilgilerini biliyor olmasından, bankanın tüm müşterilerinin anne kızlık soyadlarına kadar detaylı bilgilerine sahip olmasını kapsayan kişisel bilgilerin paylaşılması da günümüzde ön plana çıkan sorunlardan birisidir. Bankanın müşterilerine ait gelir bilgisi, harcama davranışları ve coğrafi konum gibi bilgilere sahip olması “Big Data” işleme yöntemleri ile etik açıdan sorgulanabilir pazarlama politikalarının kullanımına olanak sağlamaktadır.

Aynı örneğimizi madencilik sistemi kullanmayan bir kripto para birimi ile yapılan bir ödeme süreci olarak incelediğimizde karşımıza süreç aşağıdaki gibi değişecektir.

**Tablo 3: Kripto Para ile Ödeme Süreci**

Süreç	Müşteri	Sistem	İşyeri
	İşyeri Cüzdanı Adresine Tutar Gönderilir	Kriptografik Süreç İşler	Tutarın Cüzdanına Ulaştığını Doğrular
<b>Riskler Maliyetler</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kişisel Bilgilerin Paylaşılması</li> <li>• <del>Kart Bilgileri Çalıma Riski</del></li> <li>• <del>Kart Kopyalanması Riski</del></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <del>Hesap İşletim Ücreti</del></li> <li>• <del>Kredi Kartı Aidatı</del></li> <li>• <del>Kişisel Bilgilerin Bankayla Paylaşılması</del></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurumsal Bilgi Paylaşımı</li> <li>• <del>POS Ücreti / POS Cihazı Maliyeti</del></li> <li>• <del>Banka Komisyonları</del></li> <li>• <del>Para Blokesi</del></li> <li>• <del>Kredi Kartı Komisyonları (VISA/MASTERCARD/AMEX)</del></li> </ul>

Madencilik sistemine ihtiyaç duymadan çalışma üzere tasarlanmış yeni nesil kripto para birimleri, geleneksel yöntemle kıyasla birçok risk ve maliyeti ortadan



kaldırma kapasitesine sahiptir. Bu sistemler kapsamında tarafların bilgi güvenliği de en üst seviyeye çıkmaktadır. Günümüzde kişisel ve kurumsal bilgilerin paylaşılmasına gerek kalmadan sürecin devam edebilmesi için, her işlemde değişen cüzdan adresleri gibi yenilikler sunulmaktadır. Tablolar karşılaştırıldığında göze çarpan diğer bir konu ödeme işlemine aracılık yapan banka ya ait sütunun ortadan kalkmış olmasıdır. Bankanın aradan çıkarılmasıyla işlem ücretleri ve banka ile yapılan işlemlerden kaynaklı oluşan güvenlik zafiyetlerinin ortadan kalkması, ödeme sürecini son derece yalın ve basit bir hale getirmiştir. Bu durumda akla gelen ilk soru, hesapları tutma konusunda “Aracı” yoksa kime güvenileceğidir. Rasyonel insan davranışları çerçevesinde değerlendirdiğimizde her hangi bir alışverişte iki taraf da tüm kontrolü karşısındakine vermeye razı olmaz. Fakat ya defterin kontrolü milyonlarca denetçinin elinde aynı anda olabilseydi?

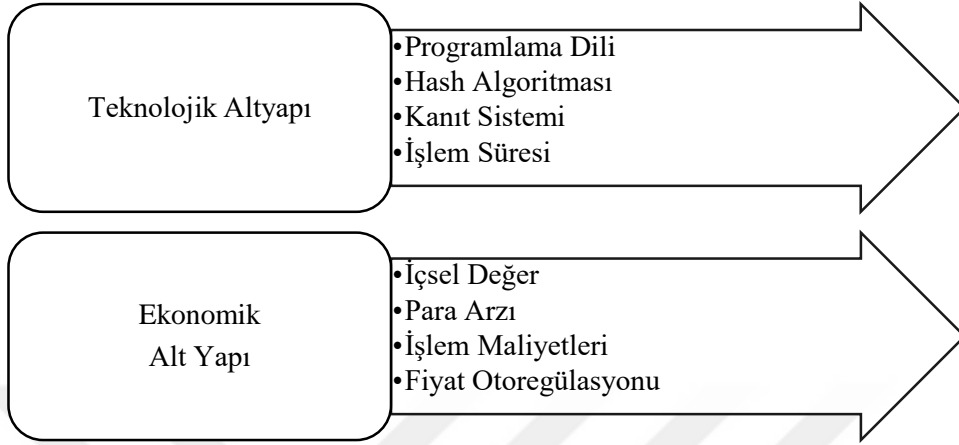
Kripto para birimlerinin mantığında yatan temel fikir, merkezi ve tekil bir kayıt tutma sistemi bulunmamasıdır. Bunun yerine bu kayıt defterinin milyonlarca kopyasının her kullanıcının eline dağıtılmış olması ve milyonlarca kullanıcının her bir işleme şahitlik ederek defteri aynı anda yazıyor olmasıdır. Bu, defterin her bir sahibinin elindeki her bir kopyanın birbirinin aynısı olacak şekilde eş zamanlı dolduruluyor olması anlamına gelmektedir. Herhangi bir kullanıcının defterinde yanlışlık veya kötü niyet sonucuyla oluşan bir bozukluk ise sistemin çoğunluğundaki kayıtlara bakarak düzeltilir ve tutarlılık milisaniyeler içerisinde sağlanır.

Örneğimizde, müşteri tarafından kafenin cüzdanına gönderilen kripto para saniyeler içerisinde kafenin cüzdanına ulaşır. Kullanılan kripto para birimine ait Algoritma örneğimizde “Herkes” olarak adlandırdığımız sistemin tüm kullanıcılarında bulunan kayıt defterlerinden onay alarak işlemin gerçekleşmesini sağlar. Daha önce bahsettiğimiz gibi kripto paraların her birisi farklı Algoritmalara sahiptirler. Defteri aynı anda kaç kişinin tutacağı, şifreleme teknolojileri ve toplam kullanıcıların yüzde kaçından onay alınması gerektiği gibi sorular her bir kripto para biriminde farklılık göstermektedir.

### 1.3.1 Kripto Para Birimlerinin Yapısal Bileşenleri

Kripto para birimleri teknolojik altyapı ve ekonomik yapı olmak üzere 2 temel bileşenden oluşur.

**Şekil 1: Kripto Para Birimlerinin Alt Yapısı**



Örnek olarak Bitcoin, SHA-256 kriptografi algoritmasını kullanmakta olan, C++ dilinde yazılmış, Proof of Work kanıt algoritmasına dayalı kodlanmış bir kripto para birimidir. Bu özellikler, Bitcoin 'in teknolojik altyapısını tanımlayan değişkenlerdir. Bu para birimini kullanarak gerçekleştirilen işlemlerin alacağı süre ve işlemlerin güvenliği gibi konularda teknolojik altyapı belirleyicidir. Piyasaya ne kadar süre içerisinde ne kadar yeni Bitcoin sürüleceği, bunların nasıl dağıtılacağı ve işlem maliyetleri gibi sorular ise ekonomik alt yapıya dair oluşturulan algoritma ile ilgilidir. Bitcoin üzerinden örnek verilirse, madencilerin kazdıkları bir blok için aldıkları ödül 2009 yılında 50 BTC iken 2012 yılında 25 BTC ye ve 2016 yılında 12.5 BTC ye düşmüştür. Öte yandan toplam maden kazma gücü (Hash Oranı) üssel olarak artış göstermiştir. Üçüncül bir değişken olarak 1 bloğu kazmak için gereken kazma gücü de üssel artış göstermektedir. Dolayısıyla toplam arz, para birimini kullanan kişi sayısı arttıkça azalan oranda artmaya devam edecektir. Para arzına dair bu düzenlemeler, kripto para biriminin algoritması tarafından gerçekleştirilmektedir.

Sistemin kullanıcıları, birbirlerinin transfer işlemlerinin gerçekleştirilmesi sürecinde, kendi elektronik aygıtları (Bilgisayar, Telefon vb.) vasıtasıyla aracılık hizmeti verirler. Bu aracılık hizmeti karşılığında sistem yeni ürettiği kripto paraları aracılık ücreti olarak aracılığı yapan elektronik cihazın sahibinin hesabına gönderir. Bu vasıtayla sisteme para arzı gerçekleştirilmiş olur. Kripto para birimini daha fazla kişi kullanmaya başladıkça, sistemde transfer işlemleri de artar ve dolayısıyla aracılardan aldığı işlem ücretleri vasıtasıyla para arzı da artmış olur. Böylelikle sistemin

içerisindeki işlem maliyetleri, kullanıcıya külfeti olmayan ve parayı sisteme verilen emekle doğru orantılı olarak dağıtan bir para arzı mekanizmasına dönüşmüş olur.

Kripto para birimlerini tek bir cümleyle, hiçbir merkez tarafından yönetilmeyen ve kayıtların geriye dönük olarak değiştirilemediği bir kayıt defteri olarak tanımlayabiliriz. Kulağa oldukça sıradan gelse de günümüz parasal sisteminde kullanılan itibari para birimleri de özünde bundan farklı değildir. Banka hesaplarında bulunan paralar, bankanın ana bilgisayarlarında tutulan bir dijital kayıt defterinden ibarettir. Bu durumda günümüz parasal sisteminde itibari paralara karşı duyulan güvenin, bu kayıt defterinin usulsüz şekilde değiştirilmeyeceğine olan güvenden kaynaklı olduğu çıkarımına ulaşabilir. Bu kayıt defterlerinin usulsüz değiştirilemeyeceğine dair güven aynı zamanda, kayıtların tutulduğu bankaya olan güvene, bankayı denetleyen denetçi kurumlara duyulan güvene ve denetleyici kurumları düzenleyen devlet kurumlarına duyulan güvenlerin çarpımına eşittir. Sistemin herhangi bir bileşenine duyulan güvenin sıfır olması durumunda tüm sistem işlevini yitirebilir. Terminolojik olarak, itibari para birimlerinin içsel bir değeri yoktur. Değerlerini, bağlı buldukları ekonomide karşılık geldikleri mal ve hizmetler için bir değişim aracı olarak kullanılacaklarına dair güvenden almaktadırlar. Günümüzde itibari paraları arz eden merkez bankaları bunları belirli bir kıymetli metale veya varlığa dayalı olarak arz etmemektedirler.

Kripto para birimleri olarak bahsi geçen finansal araçların, para birimi olarak mı yoksa varlık olarak mı sınıflandırılması gerektiğiyle ilgili literatürde çatışan görüşler mevcuttur. Bu aynı zamanda çalışmanın en önemli araştırma sorularından birisinin bileşeni olarak sonuç bölümünde tartışılacaktır. Literatür ile terminolojik tutarlılığın sağlanması açısından bu enstrümanlar, çalışmanın kalanı boyunca kripto para birimleri olarak anılmaya devam edilecektir.

Çok taraflı anlaşmalarda tarafların yükümlülüklerini yerine getirmeme olasılığı taraflar arası güvensizlik sorunun çözülmesi için insanlık tarihi boyunca iki tarafın da ortak güven duyduğu araçlara ihtiyaç duyulmuştur. Günümüzde basit bir ihtiyaç kredisi alımından uluslararası ticarete akreditif işlemlerine kadar birçok alanda araçlar faaliyet göstermektedir. Araçların varlığı tarafların güven algısını arttırsa da işlem riskini sıfırlamamaktadır. Bununla birlikte literatürde birçok çalışma araçların varlığının piyasa etkinliğine olan katkısını sorgulamaktadır (Ahn, Khandelwal, & Wei, 2011; Burkart & Ellingsen, 2004). Finansal aracılık hizmetleri işlem maliyetlerini arttıran faktörler arasında başta gelmektedir. Kripto para birimlerinin geriye dönük

olarak değiştirilemez kayıt sistemine sahip olması, herhangi bir güven sağlayıcı arayıcıya olan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır. Böylelikle piyasa etkinliğinin artması ve işlem maliyetlerinin azalması beklenebilecektir.

### **1.3.2 Kripto Para Birimlerinin Finansal İnovasyon Potansiyeli**

Kripto para birimlerinin geleceği ile ilgili yapılan tahminler birbirinden oldukça farklıdır. Bu farklılığın en temel sebebi kripto paraların evrimleşme sürecinde karşılaşılacağı varsayılan durumların tahminlenme sürecindeki farklılıklardır. Bir çok uzman günümüzde sayısı binleri aşan kripto para birimleri içerisinde sadece bir veya birkaçının uzun dönemde hayatta kalabileceğini düşünmektedir. Bu görüşün dayanağı, somut bir işlevi veya teknolojik üstünlüğü bulunmayan yeni kripto para halka arzlarının (ICO) piyasalarda yarattığı volatilitedir. Kripto para birimlerinin küresel çapta finansal ve ekonomik sisteme etkilerinin çeşitli kanallardan gerçekleşmesi beklenmektedir. Hem bireysel hem de kurumsal kullanıcılar için yapıcı ve birleştirici nitelikte birçok avantaj sağlayan sistemin bazı avantajları, belirli durumlarda dezavantaj olarak da kullanıcılarının karşısına çıkabilmektedir.

Kripto para birimlerinin devrim niteliğinde sayılabilecek öne çıkan en büyük özelliği merkezi olmayan nitelikte bir kayıt yapısına sahip olmalarıdır. Bu yapı bir yandan kripto para birimlerini, küresel rezerv para birimi olma konusunda en güçlü aday yaparken, diğer bir yandan aşırı karlı aracılık piyasasını orta vadede daha rekabetçi hale getirme ve uzun vadede finansal aracılığı temelli olarak ortadan kaldırma potansiyeline sahip kılar. Aynı bağımsız yapı mikro açıdan incelendiğinde kuantum bilgisayarlarla dahi kırılması matematiksel olarak imkansız ödeme güvenliği seviyelerine sahip sistemleri sunmakta ve bununla beraber kişisel bilgilerin güvenliğini sağlayabilmektedir.

Yeni Kripto Para Arzları (ICO) daha detaylı olarak bahsedeceğimiz üzere kripto para birimlerinin gelişim sürecinin en temel yapıtaşıdır. Piyasa volatilitelerini arttırmalarına ve Pump & Dump operasyonlarına karşı piyasayı kırılğan hale getirmelerine karşın kripto para birimlerinin evrimsel sürecinin vazgeçilmez bir parçası olarak karşımıza çıkmaktadır. Kripto para birimlerinin devletler bazında veya büyük kitleler tarafından toplu halde kabul görmesinin gelecekte olası olduğunu savunan görüşler (Seetharaman, Saravanan, Patwa, & Mehta, 2017) orta vadede ICO lara alternatif kripto para arzı yaklaşımları önermektedirler.

Kripto para birimlerinin kabul görmesine olanak sağlayacak en büyük etkenlerden birisi erişilebilirliktir. Dünya üzerinde internet erişimi olan her bireyin kullanması mümkün olan kripto para birimleri, akıllı cep telefonlarından kişisel bilgisayarlara kadar her türlü dijital ortamda finansal işlemlerin aracısız şekilde ve anlık olarak gerçekleşmesine olanak sağlayabilmektedir. Bu sisteme dâhil olmak için tek gereksinim, bir internet bağlantısıdır. İtibari paralara baktığımızda ise günümüz toplumunda her insanın içerisinde doğduğu elektronik bir para sisteminden bahsetmek mümkündür. Erişilebilirlik açısından günlük işlemlerde itibari para birimleri benzer kolaylıklar sunmasına karşın, uluslararası para transferlerinde kripto para birimlerinin potansiyelinden, hem süre hem de maliyet bakımından oldukça gerisinde kalmaktadır. Uluslararası parasal transferlerde kurların belirli bir para birimi ile çapraz kur üzerinden takas ediliyor olması ve düzenleyici kurumlardan onay alınması gibi süreçler kripto para birimlerinde bulunmadığından, kripto para birimleri bu tip alanlarda erişilebilirlik açısından belirgin derecede ön plana çıkmaktadır. Bununla birlikte yeni nesil kripto para birimlerinin ön plana çıkardığı, transfer işlemlerinin saliseler içerisinde gerçekleşebilmesi ve 7/24 işlem yapılabilmesi gibi yeni özellikler de kripto para birimlerinin finansal yenilikleri arasında yer almaktadır.

Kripto para birimlerinin merkezi olmayan bir yapıya sahip olması, yıkıcı üretkenlik potansiyeline sahip bir özelliktir. Bu özellik sadece düzenleyici kurumların hükmünü ortadan kaldırmak veya aracılardan piyasa payını küçültmekle sınırlı değildir. Bir para biriminin merkezi olmaması, tek bir kişi veya grubun çıkarlarını maksimize etmek için istismar edilemez olması anlamına gelmektedir. Bu nitelikler kripto para birimlerine sınırlar üstü bir değer depolama birimi ve transfer aracı olma kapasitesi sağlayarak, kripto para birimlerini uluslararası rezerv para birimi olarak kullanılmak için kuvvetli bir aday olarak öne çıkabilmektedir.

Kişisel bilgilerin korunması kapsamında kripto para birimleri farklı yaklaşımlara sahiptir. Bitcoin de dahil bir çok para birimi, anonim rumuz (pseudonym) olarak adlandırılan bir kimlik yönetimi sistemini kullanmaktadır. Bu sistemde, hesaplar herkes tarafından takip edilebilir ve şeffaftır. Öte yandan sistemdeki hangi rumuzun hangi gerçek veya tüzel kişiye ait olduğuna dair bir bilgiye ulaşmak aracı kripto para borsalarının iş birliği olmadan teknik olarak mümkün değildir. Dolayısıyla bu sistem kişisel bilgilerin korunmasını tam anlamıyla sağlamamakta ve sistemi yarı şeffaf bırakmaktadır. Bununla birlikte, Monero gibi kripto para birimleri anonim olarak adlandırılan takip edilmesi imkansız bir kişisel veri korunma sistemi

kullanmaktadır. Bu sistemde taraflar rumuzları da dâhil olmak üzere birbirlerine görünür halde değildir. Bu sistem tam anlamıyla kişisel bilgilerin korunmasına olanak sağlamaktadır. Dezavantajı ise kripto para birimlerinin takibini imkansız hale getirerek terörizm, uyuşturucu madde ticareti ve benzeri yasadışı aktivitelerin finansmanında kullanılmasını yaygınlaştırmıştır.

Son yıllarda kripto para birimlerine dair birçok “hacklenme” vakası gündeme gelmiştir. Şahısların cüzdanlarının soyulmasından, devasa aracı kurumların hesaplarının boşaltılmasına kadar varabilen bu vakalarda dikkate almak gereken çok önemli bir detay vardır. Bu “hacklenme” vakalarından tek bir tanesi dahi, kripto para biriminin temelini oluşturan blockchain sisteminin kırılması sonucu meydana gelmemiştir. Birçok kripto para biriminin kullandığı şifreleme algoritmaları SHA 256 gibi kırılması matematiksel olarak olasılıksız şifreleme yöntemleri kullanmaktadır. Tüm vakalar kullanıcıların bireysel hataları veya aracı kurumların kendi ana bilgisayarlarında yer alan kodlarındaki açıklar sonucunda gerçekleşmesi mümkün olmuş saldırılardır. Öte yandan Vovchenko'nun 2017 yılında yayınladığı güvenlik analizi çalışmasına (Vovchenko, Tishchenko, Epifanova, & Gontmacher, 2017) göre internet bankacılığında karşılaşılan güvenlik sorunlarının sıklığı ile kripto para kullanımını esnasında karşılaşılan güvenlik problemlerinin sıklığı arasında belirgin bir farklılık yoktur ve güvenlik açıklarının tamamına yakını kullanıcı hataları nedeniyle gerçekleşmektedir.

Kripto para birimlerinin finans literatürüne yeni kazandırdığı bir kavram olan madencilik ise blockchain sisteminin en çok eleştiriye maruz kaldığı noktalardan birisidir. Şifreleme ve şifreleri tahminleme süreçlerinde bilgisayarların kullandığı enerji, ilk nesil kripto para birimlerinde oldukça yüksek seviyelerdedir ve ilk nesil sistemlerin bu madencilik faaliyeti olmadan çalışabilmesi mümkün değildir. Bu süreç esnasında tüketilen elektrik ve yıpranan donanımın maliyetleri ise sınırlı dünya kaynaklarına yeni bir yük oluşturmaktadır. 2018 yılı başında kripto para madenciliği için harcanan elektrik miktarı bazı gelişmiş ülkelerin yıllık elektrik tüketiminin üzerine çıkacak noktalara ulaşmıştır. Bu sorunun farkına varan yeni kripto para programlama ekipleri madencilik sistemine ihtiyaç duymadan çalışması mümkün olacak sistemler geliştirmişlerdir. Bunun ilk örneklerinden birisi Ripple olan ve merkezi bir çalışma sistemine sahip olarak kabul edilen kripto para birimi benzeri elektronik varlıktır. İlerleyen bölümlerde detaylı şekilde değinileceği üzere üçüncü nesil kripto para birimlerinin tasarım aşamasında, madencilik sistemini yapısal olarak ortadan kaldıran

algoritmalar geliştirilmiş ve sistemin merkezi olmayan yapısının korunması sağlanmıştır.

Blockchain sisteminin anlaşılması nispeten zor kavramlar içermesi ve sistemin henüz dünya çapında kabul görmemiş olması, kripto para birimlerinin kullanım potansiyelini baskı altına alan etkenler arasındadır. Bu etkenlere ek olarak, yüksek getiri umuduyla kripto para piyasalarına giren ve panik anlarında piyasadan aniden çıkan çok sayıda spekülör piyasaların volatilitelerini belirgin şekilde arttırmaktadır. Bu dalgalı yatırım ortamı adaptasyon sürecini olumsuz etkilemektedir. Blockchain ve kripto para birimlerinin teknolojik altyapısına ve ekonomik modellerine hakim olmadan sisteme giren yatırımcıların, alışla gelmiş sermaye piyasası davranışlarına göre yatırım kararlarını vermek yerine, algoritmayı anlayarak gelecek piyasa dinamiklerini ön görmeleri gerekmektedir. Öyle ise kripto para birimlerini mümkün kılan bu teknolojik ve ekonomik altyapılar nasıl çalışmaktadır?

### **1.3.3 Altcoinler ve Coin Halka Arzları (Initial Coin Offering)**

İlk kripto para birimi Bitcoin piyasaya çıktığı 2009 yılından 2011 yılına kadar tek kripto para olarak kalmıştır. Bu süre içerisinde henüz çok yeni bir fikir olan kripto para birimleri kabul görmeye ve giderek artan kitlelerce kullanılmaya başlamıştır. Protokolün kullanımının nispeten yaygınlaşması, beraberinde ölçek sorunlarıyla ilgili tartışmaları da getirmiştir. Kripto para alanında birçok yazılım uzmanı, blockchain protokolünü daha büyük kitlelere sorunsuz hizmet verebilecek hale getirme amacıyla yeni blockchain sistemleri önerilerinde bulunmuştur. Hangi sistemin kabul göreceği konusunda belirleyici olan temel unsur ise yatırımcıların kararları olmuştur.

Yüksek oranda belirsizliğe sahip bu piyasaya katılım sağlayan yatırımcılar, piyasadaki davranış şekillerine göre, spekülörler veya kullanıcılar olarak kategorize edilebilirler. Temel amacı bireysel değer maksimizasyonu olan ve kripto para birimlerinin kullanım alanları veya teknolojik özellikleriyle ilgili bilgi sahibi olmak zorunda olmayan çok sayıda spekülör, kripto para piyasalarında işlemler yapmaktadır. Kullanıcılar olarak nitelendirilen grup ise, teknolojiyi erken sahiplenenler ve yazılımcılar gibi topluluklardan oluşmaktadır. Kullanıcılar grubu, çoğunlukla sistemlerin ekonomik ve teknolojik alt yapısına hakim olan ve hatta bu sistemleri, günlük finansal işlemlerinde kullanan bireylerden oluşmaktadır. Sadece ekonomik ve teknolojik model açısından gelişmiş olan para birimlerinin uzun vadede

piyasada kalacağı motivasyonu ile yatırım yapan kullanıcılar grubu, adeta bir taraftar kitlesi gibi belirli kripto paraları zarar dahi etseler elde tutmaktadırlar. Bu gruba internet üzerinde “Hodl Gang” (Elde tutma Çetesi) adıyla da hitap edilmektedir. 2008 ve 2012 arası dönemde piyasanın tamamına yakını oluşturduğu düşünülen kullanıcı kitlesinin, piyasalar üzerindeki hakimiyeti, 2012 ve sonrasında, spekülörlerin piyasaya çok büyük miktarda paralarla girerek piyasa çoğunluğunu ele geçirmeleriyle sona ermiştir. Spekülörlerin piyasa çoğunluğunu ele geçirmesiyle birlikte, faydalı kullanım alanlarına sahip olan ve değer yaratma kapasitesine sahip kripto para birimlerinin, yatırımcıların dikkatini çekmesi zorlaşmaktadır.

Blockchain protokolüyle ilgili yapılmak istenen değişiklikler hali hazırda sistemde bulunan kullanıcılar arasındaki görüş farklılıkları nedeniyle çoğunlukla uygulanamamıştır. Protokol ile ilgili önerilen değişiklikler hem teknik hem de politik kısıtlar sebebiyle gerçekleşmemiştir. Bitcoin in ölçek sorununu çözecek her türlü protokol değişikliği önerisi kripto para arzını arttıracığından dolayı, elinde BTC(Bitcoin) bulunan kullanıcılar değer kaybıyla karşılaşacaklarını öngördüklerinden BTC arzını arttıracak protokol değişikliklerine sıcak bakmamışlardır.

#### **1.3.4 Fork Kavramı**

Protokol değişimini engelleyen ana teknik problem “Fork” adı verilen ayrışmaların ortaya çıkmasıdır. Bu ayrışmalar meydana geliş şekillerine göre farklı isimlendirilseler de prensip olarak, bir kripto para biriminin protokolü değiştiğinde tüm kullanıcıların yeni protokol kurallarını kabul etmediği durumları ifade etmektedirler. Yeni protokol ve eski protokol teknik olarak artık iki farklı para birimidir. Teknik Terim olarak “Hard Fork” adı verilen bu ayrışma tiplerinin en güncel örneklerinden birisi Bitcoin Cash tir. Bitcoin protokolünde blok boyutunu 1MB ile sınırlayan kodu 8 MB olarak güncelleyerek işlem hızını arttıran Bitcoin Cash protokolü kullanıcıların tamamı tarafından kabul görmediğinden günümüzde Bitcoin ve Bitcoin Cash isminde iki farklı kripto para bulunmaktadır.

Yeni kripto paraların ortaya çıkışının tek yolu “Hard Fork” lar değildir. Kripto para birimleri yapısı gereği bir kaç istisna hariç açık kaynak kodlu olduklarından, protokolü meydana getiren kodun üzerinde ufak değişiklikler yaparak yeni kripto para birimleri çıkarmak mümkün olmaktadır. Bitcoin ’in ilk “Spin-Off” adı verilen, Türkçeleştirilmiş adıyla “Esinlenme” lerinden birisi 2011 yılında piyasaya giren



Litecoin(LTC)'dir. Günümüzde halen piyasa hacmi bakımından ilk 10 kripto para birimi içerisinde bulunan LTC, Bitcoin in kullandığı SHA256 oybirliği algoritmasını “Scrypt” ismini verdiği farklı bir algoritmayla değiştirmiştir, ve maximum coin miktarını 4 katına çıkarmıştır. Blok çözme süresini 10 dakikadan 2.5 dakikaya indiren bu değişiklikler ölçek sorununa kısmen çözüm bulmuşken, kullandığı protokol mantık olarak aynıdır.

Coin halka arzı olarak Türkçeleştirilebilecek Initial Coin Offering (ICO) kavramı ise yeni kripto para birimlerinin ortaya çıkışının günümüzde en sık görülen yöntemidir. Hem esinlenme hem de sıfırdan oluşturulmuş kaynak koduna sahip kripto para birimlerinin kullanabildiği bu yöntem, belirli bir miktarda kripto parayı hisse senedi halka arzına benzer çeşitli yöntemlerle yatırımcılara sunmaktadır. Halka arzından bu yana getirisi oldukça yüksek olan para birimleri bu yöntemi popülerleştirmiştir. Örnek olarak NXT 2013 yılındaki halka arzından 2017 'nin sonlarına kadar % 1.500.000 artış göstermiştir. Daha güncel bir örnek olan ve 2017 yılında halka arz edilen IOTA, aynı yılın sonuna kadar %300.000 in üzerinde yükselmiştir. Öte yandan yüksek kar beklentisiyle halka arz aşamasında yatırım yapılan kripto paraların bir kısmı hiç bir orijinalliği olmayan esinlenme kodlardan türetilmiş, kötü niyetli halka arzlardır. Bununla birlikte geleceğin kripto para birimlerinden olma olasılığına sahip bir çok kripto para da bu yöntemle piyasaya açılmıştır.

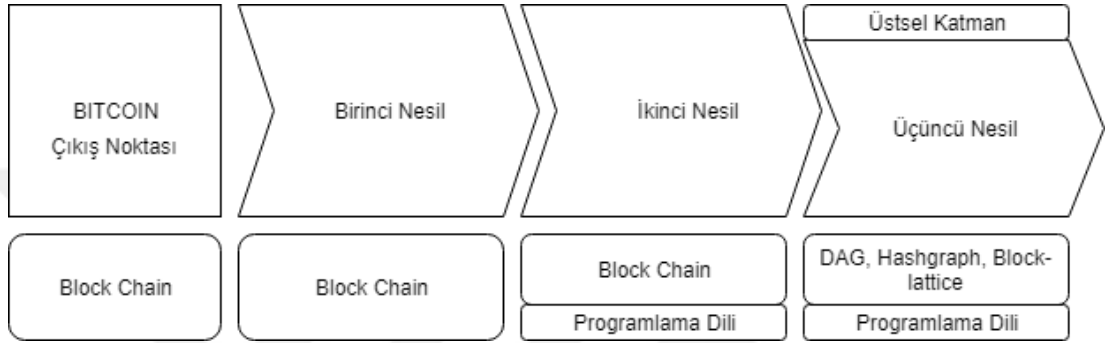
ICO lar her zaman yeni bir para birimi, ödeme yöntemi veya değer saklama sistemi olarak kullanılacak bir değişim aracı sunmayı vaat etmez. Bu tip halka arzlar, kripto para olarak kategorize edilseler de asıl amaçları belirli proje veya şirketleri fonlamaktır. Hisse senedi veya bağış mantığıyla kullanılan bu kripto paraların belirli bir yüzdesini şirket şeffaf bir şekilde elinde bulundururken, bir kısmını halka arz ederek sermaye toplama yoluna gitmektedir. Küresel kitle fonlama şirketlerine alternatif olarak yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanan bu yöntemi, günümüzde özellikle start-up olarak nitelendirilen şirketler kullanmaya başlamıştır.

### **1.3.5 Kripto Para Birimi Nesilleri**

Yeni kripto para birimlerinin ortaya çıkış sürecinde önemli teknolojik sıçramalar yaşanan dönemler olmuştur. Bu çalışmanın yapıldığı tarih itibariyle, piyasada 1523 farklı kripto para birimi dünya çapına yayılmış 8715 farklı borsa

üzerinde işlem görmektedir. Kripto para birimleri piyasası en fazla 813 milyar Amerikan Doları üzerinde piyasa değerine sahip olmuştur ve günlük işlem hacimi 70 milyar Amerikan Doları üzerine çıkmıştır. Her yeni kripto para biriminin piyasaya çıkış sürecinde, yeni bir ekonomik fikir ortaya atılmakta veya teknolojik bir geliştirme önerilmektedir. Bu kripto para birimlerinin, ortaya çıkış fikirleri ve teknolojik yapılarına göre 3 nesil altında sınıflandırılması mümkündür.

## Şekil 2: Kripto Paraların Üç Nesli



Tüm kripto para birimlerinin çıkış noktası, detaylı bir şekilde değindiğimiz Bitcoin 'dir. Bitcoin 2009 yılından itibaren iki yıl boyunca tek kripto para olarak kalmıştır, bu süre zarfında blockchain sistemini benimseyenler, blockchain yapısını internette ve çeşitli platformlarda tartışma fırsatı bulmuşlardır. Bitcoin 'in olumsuz yanları olarak göze çarpan özelliklerin başında ölçek sorunu bulunmaktaydı. Topluluk tarafından geleceğin para birimi olarak görülen Bitcoin, günlük işlemlerde kullanmak için fazla yavaş kalıyordu ve kullanıcı sayısı arttıkça bu hız daha da yavaşlıyordu. Saniyede 7 ile 4 arasında değişen işlem sayısına sahip olan sisteme karşın geleneksel finans sistemine ait Visa ve Mastercard gibi ödeme yöntemleri saniyede 4000 den fazla işlem gerçekleştirme kapasitesine sahipti. Göze çarpan diğer bir problem ise madencilik sisteminin yapısıydı. Sistemin çalışması için kritik rol oynayan madencilerin, dünya çapında ülkelerle yarışacak ölçekte enerji tüketimine neden olmasının yanı sıra bilgisayar işlemcileri ve ekran kartlarına olan talebi arttırması, piyasayı olumsuz etkilemekteydi. Madencilğe dayalı blockchain sistemlerinde ortaya çıkan asıl problem ise madencileri %51 inin bir araya gelerek zincirin kontrolünü ele geçirme ihtimalinin bulunmasıdır. Madencilik havuzlarının varlığı bu riski arttıran en büyük faktörlerden birisidir. 2014 yılında ghash.io havuzu toplam madencilik gücünün %50 sinden fazlasını tek başına yönlendirmeye oldukça yaklaşmıştır ve madencilerin başka havuzlara dağılmasıyla geçici olarak önlenmiştir.

Birinci nesil kripto para birimleri Bitcoin 'in sahip olduğu yapısal problemlere, blockchain altyapısında değişikliklere giderek çözüm bulmayı amaçlamışlardır. Bununla birlikte, blockchain 'in dağıtılmış defter sistemini kullanarak günümüz bilişim pazarına dair alternatif çözümler içeren para birimleri de ortaya koyulmuştur.

**Tablo 4: Birinci Nesil Kripto Para Birimlerine Örnekler**

Çıkış Yılı	Kripto Para	Program Dili	Hash Algoritması	Blockchain
2011	Litecoin	C++	Scrypt	Emek Kanıtı
2011	Namecoin	C++	SHA256-d	Emek Kanıtı
2011	Swiftcoin	-	SHA256	Emek Kanıtı
2012	Bytecoin	C++	CryptoNote	Emek Kanıtı
2013	Dogecoin	C++	Scrypt	Emek Kanıtı

Birinci nesil kripto para birimleri Hash algoritması ve blok boyutu açısından alternatifler yöntemlere yoğunlaşmışlardır. SHA 256 algoritması ve giderek artan blok çözümlenme zorluğu, madencilik maliyetlerini her geçen gün hem enerji gideri hem de donanım yatırımı anlamında arttırmaktadır. 2011 yılında Charlie Lee madencilikle ilişkili enerji ve donanım maliyetlerini düşüreceğini öngördüğü Scrypt Hash algoritmasını kullanarak ortaya çıkardığı Litecoin isimli kripto para birimini piyasaya sunmuştur. Hash algoritmasının bu yönde değişimi oyun bilgisayarı olarak sınıflandırılabilir bir çok bilgisayarın ekran kartlarının işlemcilerini kullanarak bu kripto para birimini kazmalarına olanak sağlamıştır. Litecoin günümüzde halen piyasa değeri en yüksek ilk 10 kripto para birimi içerisinde bulunmaktadır. Birinci nesil kripto paralar arasında, blockchain teknolojisinden sadece finansal değil teknolojik anlamda da faydalanmayı hedefleyen Namecoin gibi kripto paralar da bulunmaktadır. DNS serverların yerini almayı hedefleyen bir altyapı ortaya koyan bu blockchain yapısında kripto para birimi sadece bir para birimi değil aynı zamanda teknolojik işleve sahip bir araç rolü de oynamaktadır.

İkinci nesil olarak sınıflandırdığımız kripto para birimleri ise blockchain sisteminin programlanabilir hale getirerek yeniden tasarlayan kripto para birimleridir. Programlanabilir blockchain, akıllı kontratların oluşturulmasına olanak sağlamak ve sadece para birimi veya finansal araç olarak değil her alanda kullanılabilir güvenli sözleşme araçları olmalarına olanak sağlamaktadır. Bu konuda ilk ve en meşhur örnek Ethereum'dur. Blockchain tabanlı bir kripto para birimi olmanın yanı sıra dağıtılmış bilgi işlem platformu olarak da nitelendirilen bu sistemlerin çalışma mantığı

blockchain altyapısına dayansa da uygulanış şekli oldukça gelişmiş haldedir. Ethereum ‘un hâlihazırda dünya çapında vadeli işlem sözleşmelerinin ve opsiyonların yerine kullanıldığı örnekler mevcuttur. Öte yandan blockchain sisteminin topolojik yapısı üzerine kurulu olarak hayata geçirilmelerinden dolayı 2. nesil kripto paraların madencilik ve ölçeklenme gibi sorunları ortadan kaldırmaları mümkün olmamıştır.

3. nesil kripto para birimlerini diğerlerinden ayıran en büyük fark çok katmanlı olarak programlanabilmeye uyumlu şekilde tasarlanmış olmalarıdır. İşlemlerin çok katmanlı olarak gerçekleşebilmesi yeni bir nesil yaratacak kadar büyük bir gelişme kabul edilmektedir. Bunun nedeni çok katmanlı platformların birden fazla kripto para biriminin bir arada çalışmasına olanak sağlamasıdır. Buna ek olarak ölçeklenme sorununu da güvenlik açısından zafiyet oluşturmadan çözüme olanağı sağlamaktadır. Bu şekilde tanımladığımızda, Cardano 3. Nesil kripto para birimi olarak kabul edilebilmektedir. 3. Nesil kripto para birimlerinin çok katmanlı bir kripto finansal sistemin bileşeni olmak üzere tasarlanmış olduğunu göz önünde bulundurarak, IOTA kripto para birimini de 3. Nesil olarak sınıflandırmak mümkündür. Kullandığı Tangle algoritması blockchain sisteminde tamamen farklı olan IOTA, teorik olarak saniyede sayısız işleme olanak sağlamaktadır. Çok katmanlı kripto para sistemlerinin kripto para ve itibari para arasında takas yapan aracı kurumların işlevini ortadan kaldırabilmesi muhtemeldir. Kripto borsa adı verilen bu araçların varlığı kripto para birimlerinin temel prensipleriyle çatıştığından fonksiyonelliklerini olumsuz etkilemektedir.

### **1.3.6 Kripto Borsalar ve Madencilik Havuzları**

Kripto para birimleri piyasaya çıktığı 2009 yılından günümüze kadar, itibari para birimleri karşılığında aracı kripto borsalar üzerinden işlem görmektedirler. Bu aracı kurumlar kripto para birimlerinin kullanıcılarına sunduğu bir çok avantajı dezavantaja çevirmiş veya ortadan kaldırmıştır. Öncelikle Mt.Gox gibi güvenlik zafiyetine sahip aracı borsalar kripto para piyasalarını yüzlerce milyon dolarlık zararlara uğratmıştır ve kripto para birimlerinin en güvenli finansal sistem olduğuna dair algıya zarar vermiştir. Blockchain sistemi kırılması imkânsız olmasına rağmen aracı kurumların hesapları kırılmaya müsaittir. Kripto para birimlerinin işlem maliyetlerini ciddi oranda düşürme ve hatta ortadan kaldırma özelliği ise bu aracı kurumlar tarafından tahsil edilen işlem ücretleriyle anlamını yitirmiş, komisyonu alan

kurumların şekli değişerek işlem maliyetleri varlığını korumuştur. Bankalara ödenmeyen işlem ücretleri, bu aracı kurumlar tarafından alınmaya başlamıştır.

Kripto borsalar aynı zamanda kripto paraların merkezi olmama özelliğini de iki ayrı noktadan zayıflatmaktadır. Bu noktalar toplu madencilik borsaları ve itibari para borsalarıdır. Madencilik borsalarında madencilerin “Hash Gücü” bir araya gelerek kazdıkları sürece artacak bir yapıda tasarlanmıştır. Dolayısıyla madenciler tek başına kazmaktansa toplu olarak bu havuzlarda kazı yaptıklarında birey başına düşen kazançları daha yüksek olmaktadır. Böylelikle havuzlarda madencilerin toplanmasının temel motivasyonu birey başına düşen madencilik kazançlarının maksimizasyonudur.

Blockchain altyapısı işlem defterini oluştururken, sistemin çoğunluğunda bulunan girdileri doğru kabul edecek şekilde programlandığından dolayı sistemin çoğunluğunun tek bir kişinin elinde olması sistem için büyük bir risk unsurudur. Bu tehdit “yüzde elli bir saldırısı” olarak isimlendirilmektedir. Günümüzde toplam madencilik hash gücünün yüzde yetmiş yedisinden fazlası Çin merkezli üç havuz tarafından sağlanmaktadır. Bu durum sisteme olan güveni zedeleyebildiği gibi, madencileri hangi işlemlerin yapılıp hangilerinin yapılmayacağı konusunda kara borsa piyasası şartlarında karar veren elit gruba dönüştürme riski taşımaktadır. Kripto para birimlerinden itibari para birimlerine dönüşümde aracılık yapan borsaların kripto para birimlerinin merkezi olmama özelliğini zedelediği başka bir nokta ise, bu kurumların devlet, düzenleyici kuruluşlar ve hatta özel şirketler tarafından kontrol altına alınmaya elverişli olmasıdır.

Buradan hareketle varılacak yargı, ideal kripto para biriminin madencilerden bağımsız olarak çalışma kapasitesine sahip olması gerektiğidir. Madencilik olduğu bir piyasada aracılıktan doğan işlem maliyetlerinin kalkması mümkün değildir. Madencilik faaliyeti var oldukça, aracılardan yapı ve şekli değişse de aracılık kurumu sistemde varlığını sürdürmeye devam edecektir. Öyle ise ideal para birimine ulaşmak için tam olarak nasıl bir teknolojik ve ekonomik altyapı hazırlanmalıdır?

#### **1.4 Topolojik ve Teknolojik Alt Yapı Bileşenleri**

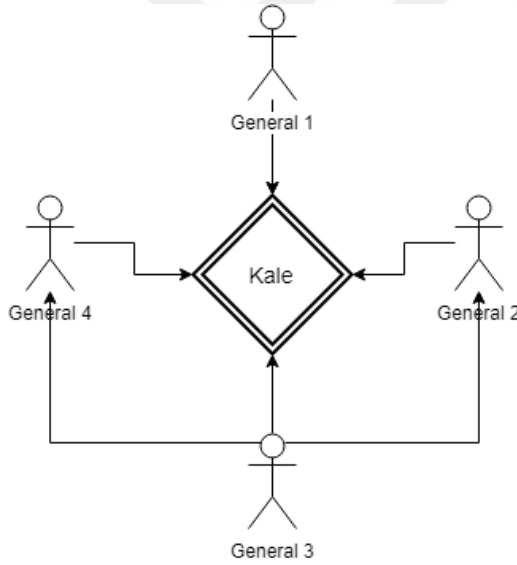
Akıllı kontratlar ve kripto para birimleri gibi kavramların günümüzde aniden popülerleşmesinin ve birçok kesim tarafından büyük bir devrim olarak kabul görmüş olmasının altında, bilgisayarın keşfinden günümüze kadar çözümü bulunamamış

yapısal bir probleme çözüm bulmuş olması yatmaktadır. Bu problem “İnteraktif Tutarlılık Problemi” veya “Bizans Hata Toleransı” olarak adlandırılmaktadır.

### 1.4.1 Bizans Hata Toleransı

Terminolojik olarak, “Bizans Hatası” kavramı, sistem elemanlarının, ortaya çıkan bir problemi, her birisi farklı şekilde algıladığından dolayı, oy birliği ile çözmesinin mümkün olmadığı durumlarda ortaya çıkmaktadır (Driscoll, Hall, Paulitsch, Zumsteg, & Sivencrona, 2004). Bizans hata toleransı kavramı, içerisinde problemli veya kötü niyetli elemanlar bulunma olasılığı olan bir sistemin, ortak hareket edebilme kapasitesini analiz eden bir sistem tasarlama yöntemidir. Adını analogik olarak, hata toleransına sahip sistem tasarımında karşılaşılan sorunları anlatmak için sıklıkla kullanılan Bizans Generalleri örneğinden almaktadır.

**Şekil 3: İnteraktif Tutarlılık Problemi**



Sistemsal problemlerin çözümlenme sürecini ele alan analogide, 4 Bizans Generali bir kaleyi kuşatmıştır. Generallerin her birisi saldırma veya geri çekilme yönünde karar alacaklardır. İdeal senaryo, saldırı veya geri çekilme kararının tüm generaller tarafından oy birliği ile ve eş zamanlı olarak uygulanıyor olması durumunda gerçekleşecektir. Öte yandan generallerin birbiriyle iletişim kurabileceği tek yöntem gecikmeli ve düşman tarafından

müdahaleye uğrayarak değiştirilme riski olan mesajlar göndermektir. Oy birliğiyle hareket edilmeyen her durum, etkin olmayan bir strateji uygulanmasıyla sonuçlanacaktır. Çünkü eğer üç general saldırıp bir general geri çekilirse, kuşatma kazanılıyor dahi olsa askeri zayıat artacak, benzer şekilde üç general geri çekilir bir general saldırırsa nedensiz yere bir ordu kaybedilecektir.

Bu senaryo koşullarında generallerin birbiriyle iletişim kurma süreci, sorunun ortaya çıktığı noktadır. General 1, saldırmaya karar verir ve diğer tüm generallere saldırı önerisi gönderirse karşılaşılabileceği problemler şunlardır.

1. Haber diğer generallere hiç ulaşmayabilir.
2. Haber ulaşır fakat cevap gelemeyebilir.
3. Haber ulaşır ve cevap yanlış şekilde gönderilebilir.
4. Generallerden birinin olumsuz cevap göndermesi durumunda diğer generallere 2. bir geri çekilme emri göndermeye fırsat olmayabilir.
5. General 2,3 ve 4 mesajın gerçekten General 1'e ait olduğundan emin olamaz.

Tüm bu problemlerin çözümü için güncel bilişim ve iletişim sistemleri “Server” adı verilen merkezi bir eleman kullanmaktadır. Generallerin tamamıyla iletişim kuran server bu süreci “Bizans hata toleransı” sınırları içerisinde optimum senaryoya ulaşacak şekilde yönetmeye çalışır. “Server” sisteminde bu sorunlar, tüm generallerden daha yetkili tek bir generalin süreci yönetmesi ile gerçekleşir. Tüm emir verme ve geri bildirim süreçleri, bu en büyük yetkiye sahip bu merkez ile yürütülmektedir. Günümüz finansal sisteminin temelini oluşturan bu sistemde en büyük problem, server olarak tanımladığımız ana yetkilinin teorik olarak kendisine bağlı sistem üzerinde sınırsız yetkiye sahip olmasıdır. “Server” ın ortadan kaldıramadığı ikinci bir problem ise sistemin içerisinde var olma potansiyeli bulunan “Hain General” in mesajlarını tespit etme kapasitesinin şifreleme teknolojisi çerçevesi ile sınırlı olmasıdır. Server her generalle iletişim kurarken generallerin kendi aralarındaki iletişimlerini denetleyemediğinden, hain generalin her adımını takip edemez. Bu şartlar sebebiyle bu sistem bir karar sisteminden ziyade bir optimizasyon süreci olarak yürütülebilir. Tek bir server tarafından eş zamanlı olarak değil sıralı olarak verilerin işlediği süreçlerde ise interaktif tutarlılık problemi söz konusu olamaz, fakat bu durumda tam denetleme yetkisine sahip üst düzey bir eleman bulunması gerekmektedir. Bu bir üst kademedeki aynı problemlerin tekrarlanması ile sonuçlanacaktır. Bu durumda servera ihtiyaç duymadan bu sorunu generallerin kendi arasında kusursuz bir şekilde çözme olasılığı var mıdır?

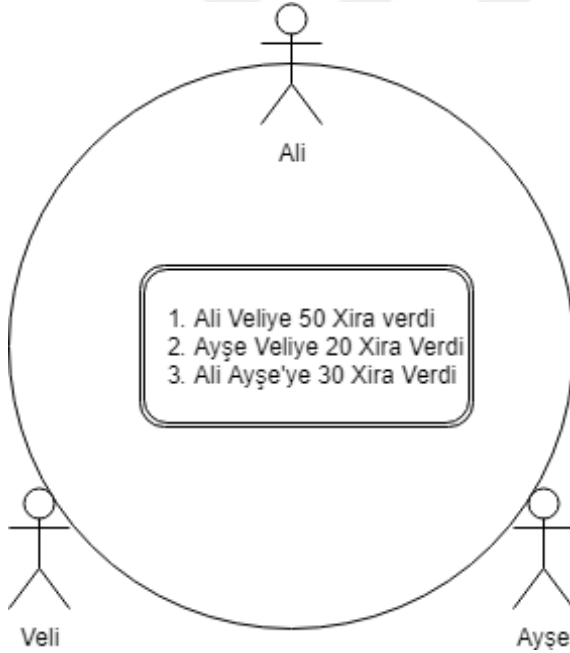
#### **1.4.2 Blockchain Topolojisi**

Satoshi Nakamoto, 2008 yılında noktadan noktaya (P2P) çalışan dijital para Bitcoin'i yarattığı araştırmasında (Nakamoto, 2008) servera ihtiyaç duyulmayan bir kayıt tutma protokolü geliştirmiştir. İlerleyen dönemlerde bu kayıt tutma sisteminin, ulusal seçimlerde oy kullanmaktan, tıbbi kayıtların tutulmasına kadar birçok alanda

kullanılabileceğinin farkına varılmasıyla blockchain kavramının farklı sektörlerde kullanımı başlamıştır. Bu kayıt tutma sisteminin adını Nakamoto koymamış olsa da, sonraki dönemlerdeki çalışmalarda blockchain olarak adlandırılmıştır. Birden fazla elemana sahip olan bir sistem içerisinde veri akış süreçlerinin hangi kurallar çerçevesinde işleyeceğini düzenleyen sistemleri tanımlamak için “Protokol” terimi kullanılmaktadır. Blockchain kayıt tutma sistemini detaylı bir şekilde açıklayabilmek için, belirli bir merkeze bağlı olmadan çalışma kapasitesine sahip Xira adında hayali bir kripto para biriminin çalışacağı kurallar çerçevesi oluşturulacaktır.

Ali Veli ve Ayşe’den oluşan 3 kişilik bir arkadaş grubu, aralarındaki para alış verişi hesabını ortak bir defterde tutuyor olsunlar ve bu kayıt defterinde her bireyin birbirine yaptığı ödemeler kayıt ediliyor olsun. Belirli aralıklarla bu üç arkadaşın, bir araya gelerek hesaplarını kapattıkları bir ödeme sisteminin varlığını varsayalım ve kripto para biriminin ismi Xira olsun.

#### Şekil 4: Xira Kripto Para Kayıt Defteri



Bu örneğin sağlıklı çalışabilmesi için bir “Protokol” oluşturulursa, koyulması gereken kurallar şöyle sıralanabilir:

- “Her birey deftere kayıt girme yetkisine sahiptir”
- “Her ayın 1. Günü hesaplar kapatılacaktır”

Bu aşamada ortaya çıkan ilk sorun, protokol kuralları çerçevesinde kötü niyetli Ali’nin deftere Ayşe’nin onayı olmadan “Ayşe Ali’ye 1.000 Xira verdi” yazmasını engelleyen bir kural olmamasıdır. Bu sorunu çözmek için protokole şöyle bir kural eklenebilir:



- Her yeni kayıtta borçlanan kişi kaydın yanına dijital imza atarak borcu kabul ettiğini onaylayacaktır.

Protokole bu kural eklendiğinde kusursuz güvenlik sağlanmış mıdır? Hayır, çünkü bu sefer karşımıza, daha önce “Ali Ayşe’ye 20 Xira verdi, İmza Ayşe” olarak kayıt edilmiş bir girdiden, Ayşe’nin dijital imzası kopyalanarak sahte mesajlara eklenmesi problemi çıkacaktır. Kısacası sorun dijital imzanın kopyalanabilir olmasıdır. Sanal olmayan ortamda el yazısıyla atılan imzalar her belgeye aynı şekilde atılıyor olsa da, dijital ortamda dijital imzaları üzerine imza atılan belgenin içeriğine göre değişecek şekilde atmak kriptografi sayesinde mümkündür. Bu durumda her kullanıcıya ait Dijital imzayı, mesajın içeriği ve kullanıcının kendine özel benzersiz bir kodun fonksiyonu haline getirirsek, her farklı mesaj için değişen ve kopyalanamayan bir imza atma tekniği geliştirmiş olabiliriz. Bu durumda imzanın bizim gizli şifremiz kullanılarak atıldığını herkesin onaylayabilmesi için ayrı bir şifre gerekecektir, çünkü gizli şifreyi halka açık hale getirirsek herkes bizim imzamızı taklit edebilecektir. Bunun için her bir kullanıcıya bir Gizli Anahtar ve bir de Halka Açık Anahtar dağıtılması gerekmektedir. Bu koşullar altında protokolün içereceği dijital imza kurallarının şöyle olması gerekmektedir:

*Dijital İmza = (Mesaj), (Gizli Anahtar)*

*Doğrulama = (Mesaj), (İmza), (Halka Açık Anahtar)*

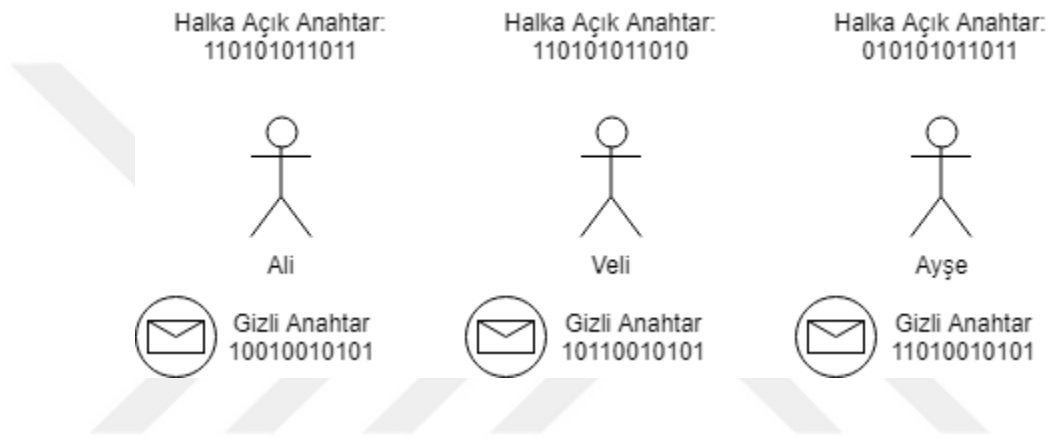
- “Sadece Dijital imzalı girdiler geçerli olarak kabul edilecektir”

#### **1.4.2.1 Kriptografik Altyapı**

Bu koşullarda dikkat etmemiz gereken nokta, halka açık anahtarın, gizli anahtar ve mesajın kendisinden oluşan bir fonksiyonun tek yönlü çıktısı olmasıdır. Yani gizli anahtar kullanılarak kriptolanmış bir mesajdan yola çıkarak halka açık anahtara ulaşılabilirken, halka açık anahtardan yola çıkarak gizli anahtara ulaşamaz. Kullanılan bu kriptolama sistemleri gizli anahtarın tahmin edilebilirliğini matematiksel olarak imkânsız kılmaktadır. Örneğin SHA256 kriptografik hash algoritması ile oluşturulmuş tek bir şifrenin kırılması için  $2^{256}$  tahminleme yapılması

gerekmektedir. Bu sayı insan aklıyla algılanamayacak kadar büyük bir sayıdır. Karşılaştırmalı olarak örneklendirmemiz gerekirse, Bruce Schneier ‘in ilgili çalışmasından (Schneier, 2011) termodinamik hesaplama örneğini kullanabiliriz. Schneier’in araştırmasına göre tek bir işleme ait şifreyi kırabilmek için 32 yıl boyunca güneşin tüm nükleer enerjisini kayıpsız olarak harmanlamak gerekmektedir. Bu geçen süre içerisinde sisteme eklenen yeni çok sayıda blok olacağını da düşünürsek, kırılması imkânsız terimi bu örneğimiz için uygun görünmektedir.

### Şekil 5: Çift Anahtarlı Sistem



Oluşturduğumuz yeni protokolde deftere yeni bir kayıt girişi süreci şöyle işleyecektir:

- 1- Veli, Ali'ye 100 Xira gönderir.
- 2- Ali mesaja Gizli Anahtarıyla İmza atar.
- 3- Veli ve Ayşe Ali'nin Halka Açık anahtarını kullanarak Gizli Anahtarın gerçekten Ali'nin gizli anahtarı olduğunu doğrular.
- 4- Para transferi kaydı herkesin göreceği şekilde deftere işlenir.

Protokolü bu şekilde işletildiğinde güvenli olarak görünse de aslında sistemde halen bir güvenlik açığı bulunmaktadır. Bu açık, Veli Aliye 100 Xira gönderdi mesajının Ali tarafından imzalandıktan sonra, aynı şekilde sisteme tekrar gönderilebilmesidir. Ali bu işleme imzasını attığı için ve mesajın içeriği de değişmediği için (Mesaj ve İmza kombinasyonu değişmediğinden dolayı) aynı mesaj tekrar gönderildiğinde sistemdeki tüm kullanıcılar tarafından geçerli bir mesaj olarak görünecektir.

Bunun önüne geçmek için deftere eklenen her bir girdiye zaman damgası mantığına benzer şekilde bir kimlik atamak yeterli olacaktır. Kayıt oluşturma sürecine 5. adım olarak “Her bir işlem imzalandıktan sonra benzersiz bir işlem kodu ile eşleştirilerek kayıt edilecek.” Maddesinin eklenmesi bu açığı kapatacaktır.

Şu ana kadar tasarladığımız Xira protokolü oldukça güvenli hale gelmiş durumdadır ve aşağıdaki gibi görünmektedir.

- “Her birey deftere kayıt girme yetkisine sahiptir”
- “Her ayın 1. Günü hesaplar kapatılacaktır”
- “Sadece Dijital imzalı girdiler geçerli olarak kabul edilecektir”

Sistemi kod dizimi açısından güvenli hale gelmiş olmasına karşın, barındırdığı yapısal bir sorun dikkat çekmektedir. Bu yapısal açık, bireylerin sahip olmadıkları Xiraları göndererek borçlanmalarını engelleyen bir mekanizmanın olmayışıdır. Bu mekanizma olmadan Ali, Veliye 1 milyon Xira gönderdiğine dair sisteme bir mesaj yolladığında, Veli imzasını atacak ve herkes bu imzayı sorunsuz onaylayacaktır. Bu sistemdeki güvenlik açığı ise, Ali'nin gerçekten 1 milyon Xira parasının var olduğunun kontrol edilmemiş olmasıdır. Bu durum, bireylerin para basmasına olanak sağlayan bir sistem açığıdır. Bu açığı çözmek için Client bazında, yani her kullanıcının kendi bilgisayarını içerisinde bir denetleme yaptırmak güvenilir olmayacaktır, çünkü client tabanlı işlemler bireysel kullanıcılar tarafından müdahalelere karşı hassastırlar. Bu denetimin, kullanıcı haricinde halka açık şekilde yapılabiliyor olması tek güvenilir yöntemdir. Kullanıcıların sahip olduklarından fazlasını harcamalarının önüne geçebilecek bu halka açık sistemi kullanabilmek için ise, her kullanıcının hesabında ne kadar Xira olduğunun da halka açık hale getirilmesi gerekmektedir.

Bu noktada ortaya çıkan 2. yapısal sorun ise hesap hareketlerinin kayıt edildiği bu defterin kim tarafından tutulacağıdır. Merkezi olmayan bir sistem tasarlamaya çalışıyor olduğumuzdan ortak ve tek bir güvenilen tarafın bu defteri tutması söz konusu değildir. Tarih boyunca finansal sistemler, defteri tutanların kontrolünde olmuştur ve sistem defteri tutan bu kişilere çok büyük yetkiler vermiştir. Karşımıza çıkan bu iki yapısal sorunu birden çözümenin yolu aslında çok basittir. Bu çözüm, kayıt defterini herkesin birden tutmasıdır. Dağıtılmış defter sistemi olarak adlandırılan bu sistemde gelmiş geçmiş tüm işlemlerin kayıtları sisteme dâhil olan her bireyde bulunmaktadır. Böylelikle her bir kullanıcının hesabında ne kadar bakiye olduğu

herkes tarafından görülebilir hale getirilmektedir ve bu veriyi kullanarak sahip olduklarından fazlasını harcamaya çalışan kullanıcıların işlemleri geçersiz sayılabilecektir. Defterin birer kopyasının eş zamanlı olarak herkeste tutulması da defteri değiştirme gücünün tek bir kişinin elinde olmamasını sağlayacaktır.

Peki defterin her kullanıcıya dağıtılıyor olmasında süreç nasıl yönetilmeli? Burada en önemli soru yeni bir kayıt oluşturulduğunda nasıl bir yol izleneceğidir. Herkesin aynı sırayla, aynı mesajları kabul ederek kayıtlarını gerçekleştirdiğinden emin olmak için protokolümüze nasıl bir ekleme yapmalıyız? Bu kısım, Bitcoin çalışmasının asıl devrim yarattığı noktadır. Hangi mesajın ne sırayla kabul edeceğini ve hangilerinin geçerli sayılacağını belirleme amacıyla “Emek Kanıtı” olarak tercüme edebileceğimiz “PoW”(Proof of Work) bir sistem orijinal Bitcoin makalesinde önerilmiştir.

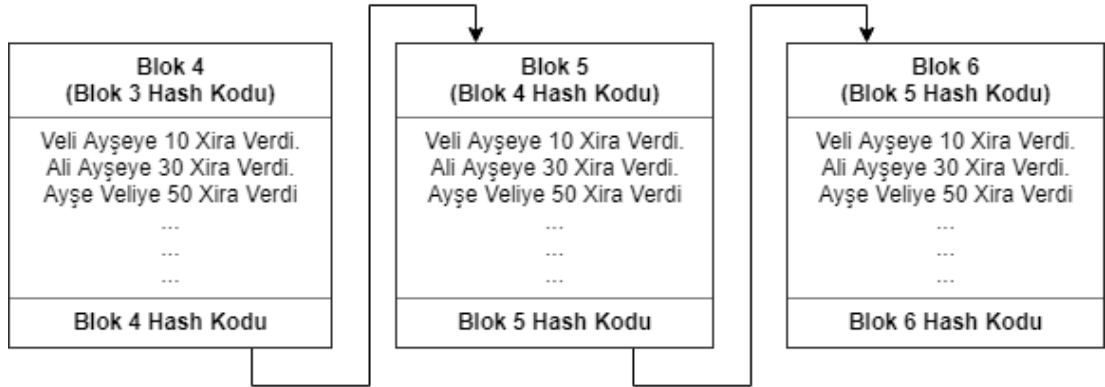
#### **1.4.2.2 Emek Kanıt Sistemi (Proof of Work)**

Emek kanıtını kavrayabilmek için öncelikle kısaca “Kriptografik Hash Fonksiyonlarından bahsetmemiz gerekmektedir. Hash Fonksiyonlarını tek cümleyle tanımlamak istersek, verilen mesajları belirli hane sayısına sahip karakterlerden oluşan dizilimlere çevirme algoritmalarıdır. Kriptografik olmayan Hash fonksiyonlarının (Non-cryptographic hash functions) çıktılarında hareketle orijinal verilere ulaşmak mümkündür. Öte yandan “Kriptografik Hash Fonksiyonu” bu dönüştürme işlemini tek taraflı olarak yapan fonksiyonlardır. Yani örnek bir MD4 Hash fonksiyonunda “Merhaba” yazıldığında elde edilen, “F6BE7AB902B465A8221BCB093B003479” çıktısını alıp tersine çevirerek “Merhaba” mesajına geri dönüştürmek mümkündür. Kriptografik bir Hash Fonksiyonunda ise bu çıktıyı kullanarak orijinal mesaja ulaşmamız matematiksel olarak imkânsızdır. Bu tip fonksiyonlar tek yönlüdür. Emek Kanıt sistemime yeni kayıtların sorunsuzca eklenebilmesini sağlayan bu mekanizma, kullanıcıların hepsinde bulunmakta olan kayıt defterini, kimsenin izinsizce değiştiremeyeceği şekilde koruyabilmek için kritik öneme sahiptir.

Blockchain sisteminde Ali, Veli ve Ayşe gerçekleştirmek istedikleri işlemleri blockchain ağına ilan ederler, bu işlemlerin ise deftere kayıt edilmesi hemen gerçekleşmez. Öncelikle işlemlerin bir bloğa dâhil edilmeleri ve bu bloğun kazılması gerekmektedir. Blockchain sistemi, “Blok” olarak adlandırılmış sayfalardan oluşan bir zincirdir. Madenci olarak adlandırılan araçlar ağda ilan edilmiş ve gerçekleşmeyi

bekleyen işlemleri blok adı verilen bu sayfalara yazarlar, ancak işlemin bloğa yazılmış olması da yeterli değildir. Sistemin içerisinde bulunabilecek kötü niyetli araçların işlemleri değiştirerek çıkar sağlamasını engellemek için, bu blokların her birisinin altına özel bir imza atılması sistem tarafından madencilerden talep edilir. Blokların altına atılması istenen bu özel imza bloğun gerçekten madenci tarafından işlenmiş olduğunu kanıtlar nitelikte olabilmelidir. Bloğun içerisindeki tüm işlemleri içerecek şekilde bloğun altına gelen imzanın SHA 256 algoritmasıyla tahminlenerek belirli kriterleri sağlaması beklenir, örneğin ilk 30 hanesinin sadece 0 rakamından oluşması gibi. İstenin şartları sağlayan kodu bulmak için madencinin donanımını kullanarak çok sayıda tahminleme yapmış olması gerekmektedir. Sisteme sadece bu şekilde Emek Kanıtı olan blokların eklenmesine izin verildiğinde sistemin aldatılması olanaksızlaşır (% 51 Saldırısı İstisnasıyla).

**Şekil 6: Xira Blok Zinciri**

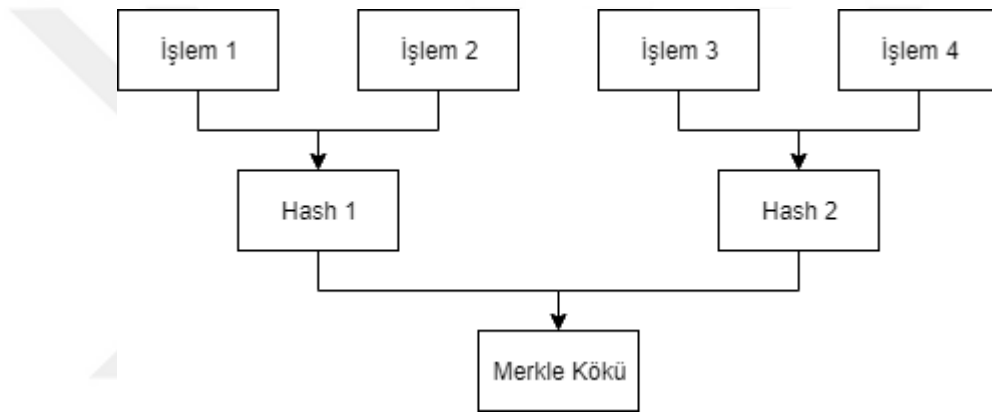


İlk 30 hane nin sıfır olması gibi koşulları sağlayan imzalardan birisini bulmayı başaran ilk madenci, sıralı olarak ilerleyen blok sisteminin son hanesine bulunduğu bloğu yerleştirir. Her yeni oluşan blok, kendisinden önce gelen bloğun Hash Kodunu da içerdiğinden dolayı blokların yerlerinin karışması veya sonradan değişmesi mümkün olamaz. Kısaca özetlemek gerekirse Ali, Veli ve Ayşe sadece sisteme yeni eklenen blokları defterlerine eklerlerken, madenciler tüm işlem taleplerini dinleyerek yeni zincire yeni bloklar oluştururlar.

### 1.4.2.3 Merkle Ağacı

Madencilerin blokları işlerken içeriklerini değiştirmediklerinden emin olmak için “Merkle Ağacı” denilen bir Hash yöntemi uygulanır. Bir blok 2400 âdete kadar işlem içerebilirken içerdiği her işlemi sıralı olacak şekilde çiftlere ayırarak kademeli olarak Hash fonksiyonuna tabii tutar. Örnek vermek gerekirse 4 işlem içeren bir blok için ilk önce her işlemin kendine ait Hash kodları oluşturulur. Daha sonra bunlar ikili gruplandırılarak 2 adet Hash kodu daha oluşturulur. En son tek bir kod kalıncaya kadar bu süreç devam eder ve en son bulunan Hash koduna “Merkle Kökü” adı verilir.

Şekil 7: Merkle Ağacı



Madencilerin temel motivasyonları yeni blok oluşturdukları zaman sistem tarafından kendilerine ödül olarak verilen Xira lardır. Bu Xiradan kimsenin cebinden çıkmaz, sistem tarafından basılarak madenciler üzerinden piyasaya arz edilirler. Buna ek olarak isteğe bağlı şekilde transfer talebinde bulunan kullanıcılar madencilere, kendi işlemlerini, kazdıkları bloğa eklemeleri için ek ücret vaadinde bulunabilmektedirler. Bu şekilde sistem madencilere para arzını durdursa dahi, madencilerin çalışması hala teşvik olacaktır. Madenciler güncel şartlar altında isterse 1 işlem içeren blokları dahi kazabilirler. Bloklarına aldıkları her işlem Merkle kökünü oluşturulması sürecinde madenciye ek maliyet yarattığından işlem başına, blok ödülü haricinde de masraf ödenmesi yeni norm olarak kabul görmüştür.

Emek kanıtı kriterlerini sağlayan imzayı bloğun altında tahminlemeyi başaran madencinin ödüllendirilmesi ve her bloğun bir önceki bloğun Hash kodunu da içermesi sistemin kırılmasını pratikte imkânsız hale getirmektedir. Emek Kanıtı algoritmasını sisteme ekleyerek Kayıt Defterini güvenilir bir biçimde “herkes” de tutmanın bir yolu

bu şekilde bulunmuştur. Ek bir bilgi olarak, “%51 Saldırısı” olarak günümüzde popülerlik kazanmış tehdit sistemdeki tüm madencilerin %51 veya daha fazlasının organize olarak eş zamanlı hareket etmesiyle sistemdeki blok dizilimini bozabileceğine dair bir teoridir. Böyle bir durumun gerçekleşmesi, teoride mümkün görünse de pratikte imkânsıza yakındır. Madenciler arasında böyle bir eş zamanlı operasyonun gerçekleşebileceği tek yer, madencilerin daha etkin kazma amacıyla kurdukları madencilik havuzlarıdır. 2014 yılı Ocak ayında ghash.io isimli havuz, toplam hash gücünün %51’e yaklaştığı bir örnektir, öte yandan zincirin tamamen şeffaf olması, durumun herkes tarafından görülebilmesine olanak sağlamış ve madenciler farklı havuzlara dağılmışlardır.

Protokol oluşturma sürecine geri dönersek, her kullanıcının kayıt defteri üzerinde mutabakata varması için protokole eklenmesi gereken son kural en uzun blockchain ’in kabul edilmesi olacaktır. Böylelikle havuz içerisinde bloğu değiştirerek çözen madenciler, havuzun genel toplamından daha hızlı zincir oluşturamayacağı için zincirleri kısa sürede geçersizleştirecektir.

- “Her birey deftere kayıt girme yetkisine sahiptir”
- “Her ayın 1. Günü hesaplar kapatılacaktır”
- “Sadece Dijital imzalı girdiler geçerli olarak kabul edilecektir”
- “En uzun zinciri kabul et.”

Bu 4 adımlı protokolü kullanarak kendi blockchain tabanlı kripto para birimimiz olan “Xira” nın altyapısı tasarlanmıştır. Çalışma mantığı bakımından blockchain tabanlı hemen tüm sistemler bu örnek protokol ve türevleri altında çalışmaktadır.

### **1.4.3 Blockchain Altyapısına Alternatif Sistemler**

Bitcoin ’in kullandığı blockchain protokolünün blockchain tabanlı sistemlerin ideal hali olmadığı ise kullanıcı sayısı arttıkça sistemin yapısal sorunlar ortaya koymasıyla anlaşılmıştır. Bitcoin ’e rakip olarak yüzlerce kripto para birimi önerilmesine karşın kullandıkları altyapının blockchainin ufak değişiklikler yapılmış halleri olması sebebiyle sınırlı ilgi görmüşlerdir. Belirli başlı bir kaç kripto para birimi ise blockchain yöntemini baştan dizayn etmiştir.

### 1.4.3.1 Tangle / DAG

<b>Tangle</b>
<b>Olumlu Yanları</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Çok Hızlı İşlemler.</li><li>2. İşlem Ücreti Yok.</li><li>3. Merkezi Değil.</li><li>4. Madenciliği Ortadan Kaldırıyor.</li></ol>
<b>Olumsuz Yanı</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Yan uygulamaları geliştirilmeli.</li></ol>

2016 yılında Popov'un yayınladığı çalışmasında, Directed Acyclic Graph adıyla blockchain'e alternatif bir sistem önermiştir (Popov, 2016). Sistem blockchain içerisindeki tüm işlemlerin bütün kullanıcılar tarafından onaylanması ve kayıt edilmesi yerine, her transfer işleminin kendisinden sonra gelen 3 veya daha fazla işleme şahitlik etmesini önermektedir. DAG sistemi protokolü bu şahitlik sistemini:

- İşlemlerle ilgili tek yönlü haberleş (Directed)
- Döngü oluşturacak bağlantılara girme (Acyclic)

Protokolleri ile gerçekleştirmektedir.

Tek yönlü haberleşme, yeni bir işlemin sadece kendisinden önce gelen belirli sayıda işlem tarafından şahitlik edilmesine olanak vermektedir. Böylelikle şahitlik gücü belirli işlemler üzerinde gruplaşmamaktadır. Döngü oluşturacak bağlantılara girmeme kuralı ise bir işlemin kendisine şahitlik yapan işlemlere şahitlik yapamamasını sağlamaktadır.

Tangle alt yapısının sunduğu en büyük başarı, blockchain sisteminin kronik 2 problemi olan madenciler ve ölçeklenme sorununa çözüm getirmesidir. Yapısı sebebiyle kullanıcısı sayısı arttıkça işlem hızı azalmadığı gibi artırmaktadır. Rastgele seçilen ve birbirinden bağımsız olan 4 adet bağlantının aynı anda aynı hatayı yapması mümkün olmadığından sistemin güvenli olduğu kabul görmektedir. Buna ek olarak işlemlerin gerçekleşmesi için madencilere duyulan gereği ortadan kaldırmış olması devrim niteliğindedir, çünkü bu hem enerji masraflarını hem de işlem ücretlerini tamamen ortadan kaldırmaktadır. Tangle ayrıca Quantum Geçirmezlik özelliğine sahip olan bir alt yapıdır. Bitcoin de dahil bir çok kripto para birimi kuantum bilgisayarların keşfiyle birlikte bir anda çökme tehlikesiyle karşı karşıyadırlar. Quantum geçirmezlik, bilgisayarlar kuantum teknolojisiyle hızlandığında sistemin hala kırılmaz halde kaldığı sistemler için kullanılan bir kavramdır.



### 1.4.3.2 Lightning Network

<b>Lightning Network</b>
<b>Olumlu Yanı</b> 1. BTC protokolünden daha hızlı
<b>Olumsuz Yanları</b> 1. Merkezi. 2. Bitcoin'e Bağımlı. 3. İşlem ücretleri var. 4. Depozito da para tutmak gerekli. 5. Her zaman çalışmayabilir.

Lightning Network, bir blockchain sistemi değildir. Altyapı olarak kategorize edilmesinin temel sebebi, üssel katmanlı ödeme sisteminin ilk örneği olmasıdır. Orijinal blockchain sistemini değiştirmek veya alternatif bir sistem önermek yerine, var olan sistemin üzerine kurulmuş ikinci bir katmandır. 2016 yılında yayınlanan çalışma (Poon & Dryja, 2016) ile ilan edilen sistem, kullanıcıların birbirleriyle ortak hesaplar oluşturup aralarındaki transferleri burada gerçekleştirdikten sonra alacak veya borç kalanının

tarafına transfer edilmesini önermektedir. Buradaki temel fayda, Bitcoin kullanırken gerçekleşmesi gereken işlem sayısını azaltmak olacaktır.

Sistemin sunduğu tek avantaj Bitcoin transferlerini hızlandırma olmasına karşın yarattığı dezavantajlar oldukça büyüktür. En büyük dezavantajı, “işlem yapmadan önce işlem yapacağınız kişi ile aranızda bir ortak hesap oluşturup buraya para yatırmanız” gerekmesidir. Örnek vermek gerekirse yolda uğradığınız bir bakkaldan alışveriş yapmanız için birbirinizin adreslerini almanız ve ortak bir hesap açmanız gerekiyor. Bu ortak hesabı açabilmeniz için de ağda hali hazırda ikinizi de tanıyan ortak “Node” lar ile hali hazırda bağlantınız bulunması gerekiyor. Eğer ortak hesabı açmayı başırırsanız buraya hem sizin hem de bakkalın henüz alışveriş yapmadan önce para yatırmış olması gerekiyor. Ortak hesaba yapılan bu ödemeyi kendi Bitcoin hesabınızdan ortak hesaba aktarılacak şekilde gerçekleştiriyorsunuz. Süreç tamamlandığında borçlu olan taraftan alacaklı olana para aktarılacak şekilde ödeme gerçekleştiriliyor. Bu süreçte size aracılık yapan “Node” bu işlemde belirli bir komisyon alıyor.

Taraflar arası ortak hesap açma işleminin günlük hayatta yapılan ödemeler için kullanışsız olması, buna ek olarak araçlar ortak bir rota oluşturamazsa sistemin çalışmıyor olması, işlem maliyetlerinin bulunması ve paranın harcanmadan önce belirli bir hesaba rehin olarak bırakmış olması gerekliliği Lightning Network’ün yapısal sorunlarından biridir.

### 1.4.3.3 Hashgraph

<b>Hashgraph</b>
<b>Olumlu Yanları</b> 1. Çok Hızlı İşlemler 2. İşlem Ücreti Yok.
<b>Olumsuz Yanları</b> 1. Merkezi (Özel Şirket Kontrolü) 2. Kaynak Kodu Kapalı 3. Test Edilmiş Değil 4. Güvenilir Değil

Teorik temelleri 2016 yılında atılan Hashgraph sistemi (Baird, 2016) blockchain sisteminin güvenlik ve kullanılabilirlik konusunda tüm olumlu yanlarını taşıırken, sistem algoritmasında yaptığı küçük fakat çok etkili bir değişiklik ile Bitcoin 'in saniyede 7 adet işlen hızını saniyede 250.000 işleme kadar yükseltebilmeyi başarmıştır. Bu küçük değişiklik, her bir işlemin tüm ağa dağıtılması yerine her kullanıcının işlem geçmişini belirli aralıklarla birbiriyle paylaşması yoluyla ortak günlüğün tutulmasıdır.

Ölçeklenme konusundaki sorunu çözmesine ek olarak %51 saldırısına karşı blockchain sisteminden daha dayanıklıdır.

İyi yanları oldukça kuvvetliken Hashgraph sisteminin kripto para birimlerinin tüm mantığıyla çakışan bir olumsuz yanı mevcuttur. Bu olumsuz yan sistemin tamamen özel bir şirkete ait olmasıdır. Bu özel şirket bir merkez bankası gibi tüm paranın kontrolünü elde tutacak şekilde sistemi dizayn etmiş ve hatta halka açık olarak uygulanmasını engellemek için telif haklarını alarak kaynak koduna ulaşımı engellemiştir. İkinci bir olumsuz yanı ise hiç test edilmemiş olmasıdır. Kağıt üzerinde çalışacağı iddia edilen bu sistemin uygulaması hiç gerçekleşmediğinden dolayı verdiği sözleri tutabilecek olması şüphelidir.

Alternatif protokolleri inceleyerek edinilen bilgiler ışığı altında akla gelen ilk soru, Bitcoin in alt yapısında kullanılan orijinal blockchain protokolünün kendisinden sonra gelenlere göre birçok dezavantaja sahip olmasına rağmen değiştirilememesinin sebebidir. Blockchain protokollerinde kurallar bir kere oluşturulup sistem çalışmaya koyulduğunda, sistemi değiştirmenin kolay bir yolu yoktur. Bunu sebebi konvansiyonel bilgisayar sistemlerinin aksine blockchain protokollerinin bir servera bağlı olmadan çalışmasıdır. Her kullanıcının protokol kurallarını aynı anda değiştirmek hem teknik hem de sosyal sebeplerden mümkün olamamaktadır. Günümüzde kullanıcıların çoğunluğunun talebi doğrultusunda protokollerde değişiklik yapabilme kapasitesine sahip demokratik protokoller tasarlanmıştır, ancak bu değişimler kullanıcı tabanında ayrımlara sebep olmaktadır. Bu durum aynı zaman

günümüzde binlerce kripto para birimi olmasının da altında yatan sebeplerden birisidir.

## 1.5 Temel Sorular

Bu aşamaya kadar gözden geçirilen bilgilerden özetlenebileceği üzere, kripto para birimlerinin geleceğini belirleyecek temel faktörlerin başında blockchain teknolojisi veya türevlerinin içsel bir değere sahip olup olmaması gelmektedir. Bu içsel değer var olmadığı senaryoda uzun vadede fayda yaratmada başarısız olacak olan bu teknolojinin piyasayı terk etmesi söz konusu olacaktır. Öte yandan, kripto para birimlerinin potansiyel finansal faydaları kısmında bahsettiğimiz gibi, belirli blockchain tabanlı kripto para birimleri, içsel değer olarak kabul edilebilecek özellikler barındırmaktadır. Ek olarak, bu özellikler blockchain teknolojisindeki gelişmeler sayesinde her geçen gün daha büyük katma değer yaratacak hale gelme potansiyeline sahiptir. Bu durumda kitleler tarafından kabul gördüğü anda, kullanımının da yaygınlaşması kuvvetle muhtemeldir. Öyle ise bir sonraki soru, sistemin kitleler tarafından kabul görmesi için hangi koşulların oluşması gerektiğidir.

Kripto para birimlerinin, bir para birimi olarak kabul görme sürecinde sahip olması gereken özelliklerden birisi, değeri depolayabilme özelliğidir. Güvenilir bir para biriminin, ilk öne çıkan özelliklerinden birisi satın alma gücü ve diğer para birimlerine oranla değerinin stabil kalabilmesidir. Bu koşulu sağlamak genç ve sığ kripto para piyasaları için oldukça zordur. En olgun kripto para birimi olan Bitcoin dahil bu aşamada bahsi geçen koşulu sağlayamamaktadır. Fiyatın sürekli olarak artış veya azalış eğiliminde olması piyasaları, spekülörler için çekici, kullanıcılar için ise riskli kılmaktadır. Bu koşullar altında doğan diğer bir temel soru, kripto para piyasalarının zamanla stabil hale gelebilme potansiyelinin olup olmadığıdır. Bu bağlamda, piyasada bulunan kripto para birimlerinin geçmiş performansları üzerinden bu konu ile ilgili bir yargıya varmak hedeflenmiştir. Geçmiş dönemlerde piyasa hacmi arttıkça piyasa volatilitesinde azalış gözlemlendiyse, bu trendin devam etmesi halinde gelecekte de piyasanın daha stabil ve dolayısıyla daha etkin hale gelmesi beklenmektedir. Çalışmanın ikinci bölümünde asimetric GARCH ve türevi modeller kullanılarak bu soruya cevap aranacaktır.

## İKİNCİ BÖLÜM

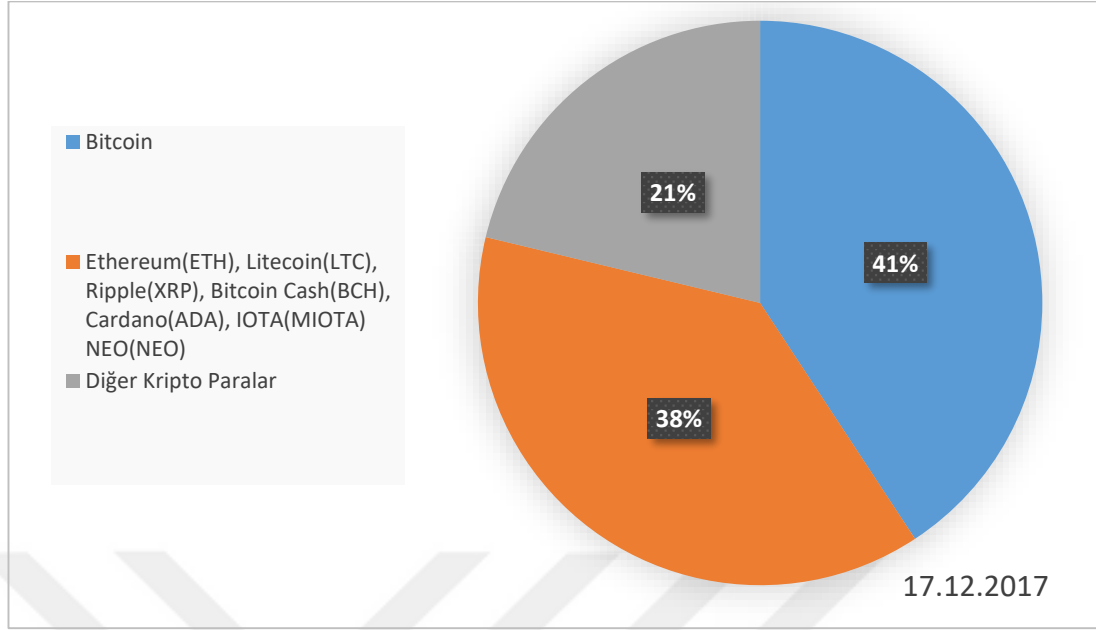
### ETKİNLİĞİN FİNANSAL ZAMAN SERİSİNDE UZUN HAFIZA VE DEĞİŞEN VARYANS ÖZELLİKLERİNİN TESTİ YOLUYLA ANALİZİ

Bu bölümün amacı kripto para piyasalarında, volatilité yapısı ve piyasa derinliği arasındaki tarihsel ilişkiyi incelemektir. Piyasaya katılımın artmasıyla piyasa hacminin büyüyeceği varsayımından hareketle, geçmiş dönemlerde piyasa hacminde gerçekleşen artışların kripto para birimi getirilerinin volatilitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla yüksek piyasa değerlerine sahip 8 kripto para birimine ait getiri serilerinin volatilité yapıları uzun hafıza ve asimetrik dağılım etkilerini göz önünde bulunduran GARCH türevi yöntemlerle modellenmiş ve piyasa derinliği ile etkileşimleri analiz edilmiştir.

#### 2.1 Kripto Para Birimleri Piyasası Verilerine Genel Bakış

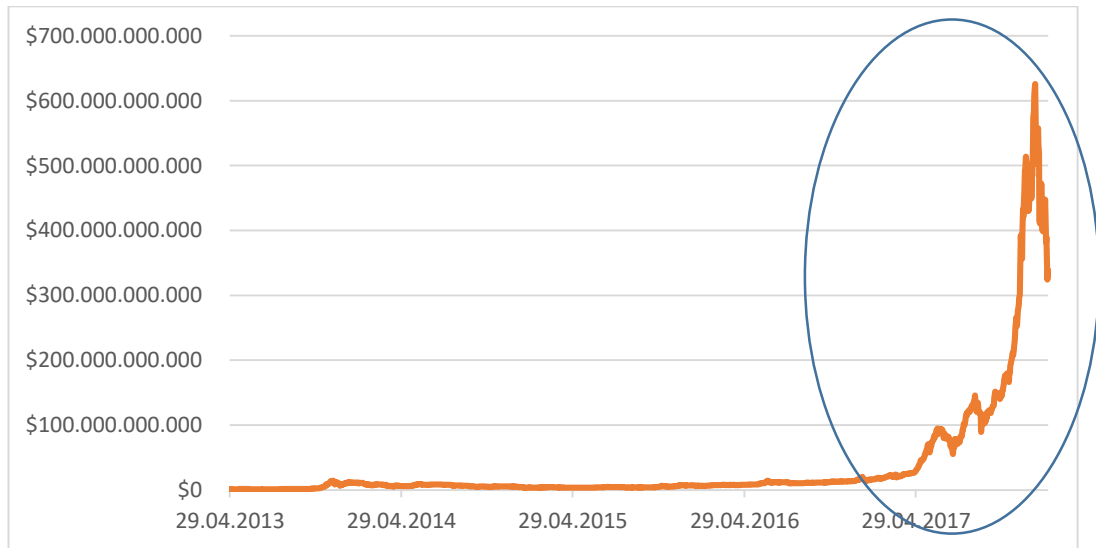
Analiz sürecinde karşılaşılabilecek verileri daha geniş bir bakış açısından yorumlayabilmek için analiz sürecinde kullanılan kripto para birimleri olan, Bitcoin(BTC), Ethereum(ETH), Litecoin(LTC), Ripple(XRP), Bitcoin Cash(BCH), Cardano(ADA), IOTA(MIOTA) ve NEO(NEO)'ya dair piyasa verileri bu kısımda verilmektedir. Parasal değer olarak kullanılan tüm sayılar Amerikan Doları (USD) cinsinden verilmiştir. Şekil 8'de görüleceği üzere örnekleme dahil edilen kripto para birimlerinin toplam piyasa değeri, piyasanın tamamının yaklaşık olarak %80'ini oluşturmaktadır. Bu durum araştırmada kullanılan örneklemin piyasa popülasyonunu temsil kapasitesi açısından dikkat çekicidir.

**Şekil 8: Örneklem Değerinin Piyasa Toplam Değerine Oranı**



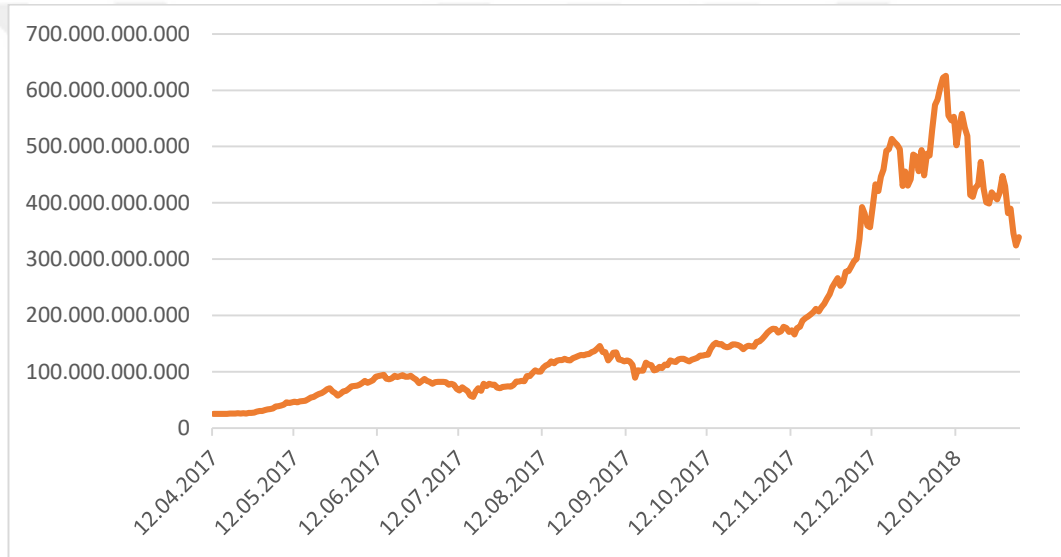
Kripto para piyasalarının genelini ele almak için toplam piyasa değeri verileri kullanılmıştır. Kripto para birimlerinin “1” biriminin fiyatını karşılaştırmaya çalıştığımızda Bitcoin için \$ 20.000’a yakın tutarlardan (\$19.909) bahsetmek mümkündür. Öte yandan MIOTA isimli kripto para birimi, piyasa değeri olarak en büyük 10 kripto para içerisinde olmasına rağmen bir milyon birimi en fazla \$ 4 seviyesine ulaşmıştır. Bu durumdan ötürü bir birim kripto para fiyatı piyasayı etkili bir şekilde yansıtamamaktadır.

**Şekil 9: Örnekleme Dahil Edilen Kripto Para Birimlerinin Toplam Piyasa Değeri**



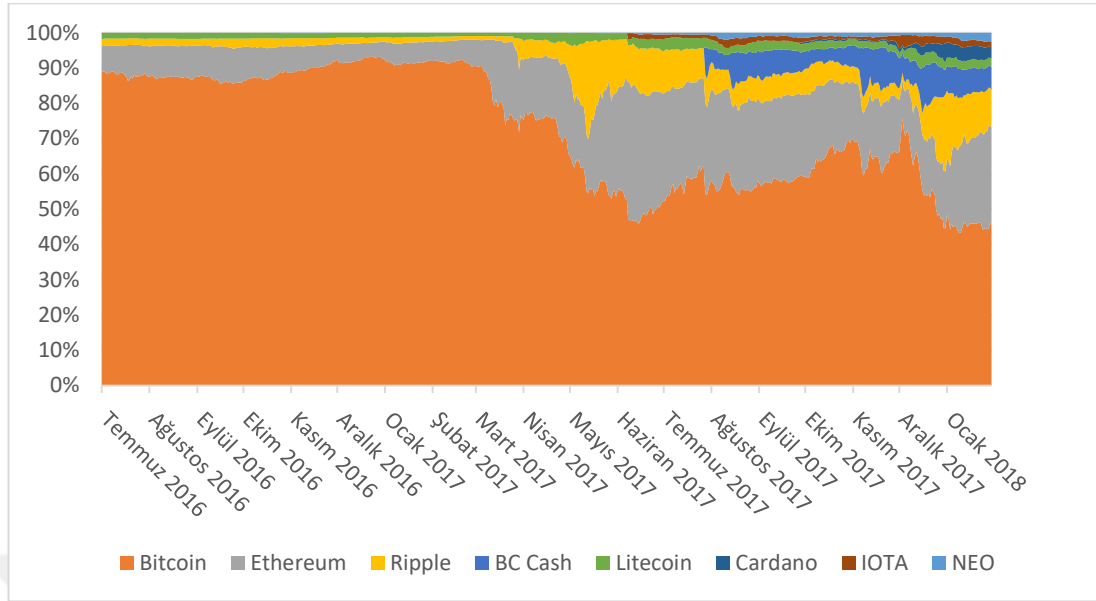
Şekil 9’da örnekleme dahil ettiğimiz kripto para birimlerinin toplam piyasa değerini gösteren grafik yer almaktadır. Bu dönem öncesinde Amerikan Doları karşılığında Bitcoin alım satımı yapan Mt Gox ve Coinbase borsalarının, havuz madenciliği kavramının ilk örneği olan Slush Pool havuzunun ve Silk Road isimli e-ticaret sitesinin kuruluşu kripto para piyasaları için mihenk taşları olmuştur. Örneklemin başladığı tarih olan 2013 yılı sonlarına doğru yükselme hareketi göstermeye başlayan kripto para piyasalarının değeri 2014 yılı başında Japonya merkezli Mt Gox isimli en büyük borsanın iflas etmesiyle yeniden düşerek 2017 yılı başına kadar kalmayı sürdüreceği aralığa geri dönmüştür.

**Şekil 10: 2017 Sonrası Kripto Para Piyasa Değeri**



2016 yılı kripto paralar için oldukça iyi zemin hazırlamıştır. Madencilik ödüllerinin 25 BTC den 12.5 BTC ye düşmesi arzı azaltarak Bitcoin fiyatını yükselmiştir. Bununla birlikte 2017 yılı başlarında kripto para piyasaları daha önce hiçbir finansal piyasada görülmemiş bir hızla büyümeye başlamıştır. Birinci bölümde bahsettiğimiz ölçeklenme tartışmalarının büyüyen piyasa hacmiyle birlikte alevlenmesi ve SegWit gibi Hard Fork önerilerinin ortaya çıkması Bitcoin fiyatında kısa süreli düşümlere neden olmuştur. Şekil 10 da görüleceği üzere bu fiyat düşüşleri piyasa genelinde ciddi dalgalanmalara neden olmamıştır. Bitcoin’in fiyatının düştüğü durumda piyasa toplam değerinin artmaya devam etmesi kripto para piyasalarının tabana yayılabilmesini tetikleyen önemli bir vaka olmuştur.

**Şekil 11: Kripto Para piyasaları Değer Dağılımı**



Kripto para piyasaları tasarlanırken, doğal seleksiyon sistemine benzetilerek kurulan ve gelişmiş yeni nesil kripto para birimlerinin zamanla eskilerin yerini alacağını öngören sistemin çalışmaya başladığı ilk noktayı Şekil 11’de Şubat 2017 sonrasında gözlemlemek mümkündür. Söz konusu tarihe kadar piyasanın %90 değerini tek başına taşıyan Bitcoin yerini 2017 yılı içerisinde %40 kadar payı başta Ethereum ve Ripple a bırakarak daha yeni ve gelişmiş kripto para birimlerine yol vermiştir.

2017 başında gözlemlediğimiz fiyat sıçramalarına benzer sıçramalar, Bitcoin’in yerini almaya aday birçok kripto para birimi tarafından bu dönemde gerçekleştirilmiş olsa da piyasaların henüz sığ durumdayken maruz kaldığı aşırı volatilité sebebiyle bunların çok az bir kısmı 2018 başlarında yerini koruyabilmiştir. Bu durumda kripto para piyasalarının varlığı için kritik bir süreç olan ICO mekanizmasının başarılı bir şekilde çalışabilmesi için piyasanın volatilité yapısı nasıl olmalıdır? Bahsi geçen yüksek volatilitéye sahip koşulların piyasaya etkileri nelerdir? Piyasaların büyümesi ve derinleşmesiyle bu yapı değişmekte midir? Bu bölüm kapsamında bu sorulara cevap aranmaktadır.

## 2.2 Volatilite ve Piyasalara Etkileri

Kripto para birimleri piyasası günümüzde, pazara yeni gelen bilgiye en hızlı ve güçlü cevap veren piyasalar arasındadır. Elbette tüm fiyat değişimleri yeni bilgilerin sonucu değildir, spekülasyon amaçlı işlemler, manipülasyon amaçlı işlemler veya rasyonel süreçlerle açıklanması mümkün olmayan bir çok işlem kripto para piyasalarını etkilemektedir. Tüm bu etkenlerin toplu olarak piyasada yarattıkları dalgalanmalar piyasa volatilitesini oluşturmaktadır. Artan volatilite, piyasada risk algısını arttırdığından dolayı, belirli bir getiri seviyesi için kabul edilebilir olan risk seviyesi yeni durumda alternatif yatırım kararlarının gerisinde kalabilir. Bu nedenle getirisine oranla, yüksek volatilite içeren piyasalar çoğu yatırımcı tarafından tercih edilmez.

Kripto para piyasaları, yeni ortaya çıkan piyasalar olmalarının da etkisiyle yüksek volatilite içermektedir. Bu volatilitenin tamamı piyasaya yeni gelen bilgilerin yatırımcı kararları üzerinde yarattığı etkilerden kaynaklı ise piyasanın etkin olduğundan bahsetmek mümkündür ve bu volatilite piyasaların doğal yapısından kaynaklı olan minimum volatilite miktarıdır. Ancak kripto para piyasalarındaki volatilitenin büyük kısmının doğal yapıdan kaynaklı volatilite olmadığına işaret eden çok sayıda çalışma mevcuttur (Balcilar, Bouri, Gupta, & Roubaud, 2017; Cheah & Fry, 2015; Gandal & Halaburda, 2016) .

Kripto para piyasalarının yatırımcıların çoğu tarafından yatırım yapılabilir seviyeye gelebilmesi için, günümüzde içerdiği yüksek volatilite seviyesinin azalması gerekmektedir. Zira, günümüzde kripto para birimleri piyasasının içerdiği volatilite seviyelerine sahip hiç bir varlık veya para biriminin uluslararası bir değer saklama aracı veya değer değişim birimi olması beklenemez. Bu bölümde gerçekleştireceğimiz araştırma, kripto para piyasalarının volatilite düzeylerini, etkin piyasa hipotezinin temel iddiası olan “Fiyatlar piyasadaki tüm bilgiyi yansıtır.” hipotezi üzerinden sınamayı amaçlamaktadır. Model kapsamında belirtilen tam etkin piyasaya pratikte kusursuz şekilde ulaşmak mümkün olmasa da, model piyasa etkinlik seviyesini belirlemek için zayıf etkin, yarı-güçlü etkin ve güçlü etkin olmak üzere 3 ara form belirtmektedir. Kripto para piyasalarına baktığımızda ise, seçenekler sadece zayıf etkin ve güçlü etkin olmak üzere 2 ye ayrılmaktadır çünkü piyasada bilenlerin ticareti (Insider Trading) yapı itibarıyla mümkün değildir. Bunun yerine dördüncü bölüm kapsamında inceleyeceğimiz Pump & Dump Manipülasyonları gerçekleşmektedir.



Bu kapsamda geçmiş fiyat serilerinin güncel fiyatların üzerinde etkisinin olup olmadığı uzun hafıza testleriyle sınanmıştır. Bununla birlikte piyasa olgunlaştıkça ve derinleştikçe piyasanın volatilitelerini sınamak için 8 farklı kripto para birimi (Bitcoin(BTC), Ethereum(ETH), Litecoin(LTC), Ripple(XRP), Bitcoin Cash(BCH), Cardano(ADA), IOTA(MIOTA) ve NEO(NEO) ) üzerinde asimetrik GARCH modelleri kullanılarak uygulanmıştır.

### **2.3 Etkin Piyasa ve Uzun Hafıza Özelliğini Test Eden Modellerin Gelişimi**

Etkin piyasa hipotezini ortaya atan Eugene F. Fama bir piyasanın mutlak düzeyde kuvvetli etkin olup olmayacağını kesin olarak bilinemeyeceğini fakat çeşitli makroekonomik değişkenlere ve dışsal etkilere tepki olarak gösterdiği fiyat değişimlerinden 3 temel form altında sınıflandırılabilirliğini belirtmiştir (Fama, 1970). Zayıf formdaki piyasalarda Fama'nın tabiriyle "Piyasayı yenmek", terminolojik tabiriyle ise uzun vadede ortalama getirinin üzerinde kazanç elde etmek mümkün değildir. Bunu sebebi geçmiş fiyatların gelecek fiyatlar üzerinde etkisi olmamasıdır. Orta etkin (Yarı-Güçlü) piyasalarda zayıf form etkinlik düzeyi koşuluna ek olarak, halka açık bilgileri kullanarak teknik analizlerle ortalamanın üstünde getiri elde etmek mümkün değildir çünkü tüm bilgi zaten fiyatlanmıştır. Güçlü etkin piyasalarda ise içten bilenlerin ticareti (insider trading) dahi yapılsa piyasayı yenmek mümkün değildir. Çünkü ya içten bilmek mümkün değildir ya da içsel bilgiler dahi fiyatlanmıştır. Bu senaryolar dâhilinde ortalama üstü getiri elde eden kişi standart sapmalar dahilindedir ve ticaret yapmaya devam ettikçe ortalamalar kanununa göre piyasa ortalama getirisine yaklaşacaktır (Fama, 1965b).

Fama'nın çalışmasında belirttiği ortalamalar kanununun etkin olabilmesi için piyasanın belirli bir hacme veya derinliğe sahip olması gerekmektedir. Kendisi de bunu çalışmalarında özellikle dile getirmiştir (Fama, 1965a, 1965b). Zaman serisi yapısındaki serilerde uzun hafıza özelliği kavramı piyasa etkinliğini ölçebilme açısından tam anlamıyla biçilmiş kaftandır. Genel anlamda, rassal bir zaman serisinin otokorelasyon fonksiyonu integrali alınamayacak şekilde çıkarsa, serinin uzun hafıza özelliği olduğundan söz edebiliriz. Bu durum otokorelasyon fonksiyonunun asimptotik olarak azaldığı durumlarda ortaya çıkabilmektedir (Granger & Joyeux, 1980). Granger bu senaryonun finansal zaman serilerinde geçmiş şokların etkilerinin sonraki dönemlerde de kalıcılık gösterdiğine dair bir işaret olabileceğini belirtmiştir.

Uzun hafıza finansal zaman serilerinin modellenmesinde önemli unsurlardan biridir (Granger & Joyeux, 1980; Hosking, 1981). Uzun hafıza, aşırı volatilitenin neden olduğu zarar ve kayıpları minimize etmekte ve uygun varlık bölüşümüne imkan sağlamaktadır. Bu durum yatırımcıların gelecek hisse senedi fiyatlarına ilişkin beklentileri, dolayısıyla, piyasa etkinliğini etkilemektedir. Burton, piyasanın uzun hafıza özelliği sergilediğinde, çünkü olayların bugünkü fiyatları etkileyeceğini ifade etmiştir (Burton, 1987). Yatırımcılar ve portföy yöneticileri, uzun hafıza ve yapısal kırılmanın gelecekteki volatilitiyi nasıl etkilediğini dikkate alarak gelecekte uğrayacakları zararları önlemeye çalışmaktadırlar. Uzun hafıza ve yapısal kırılma, varlık fiyatlarının volatilitenin tahminlerinin daha etkin olarak yapılmasını sağlamaktadır. Mensi, uzun hafıza ve yapısal kırılmanın, beklentilerin ve arbitraj faaliyetlerinin değişmesine neden olduğunu ifade etmişlerdir (Mensi, Hammoudeh, & Kang, 2015). Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, çoğu yatırımcının uzun hafıza ve yapısal kırılma gibi piyasa baskısı altında olduğunu göstermektedir.

Literatürde çok sayıda çalışma uzun hafıza özelliğini çeşitli finansal veri setleri üzerinde test edilmiştir. Bu çalışmaların büyük bir kısmında uzun hafıza özelliğinin daha etkin olduğu düşünülen piyasalardan ziyade diğerlerinden gözlemlendiği vurgulanmıştır. Uzun hafıza özelliği, gelişmekte olan ülke borsalarında gelişmiş ülke borsalarına oranla daha belirgin bir şekilde gözlemlenmiştir (Y.-W. Cheung & Lai, 1995; Lahmiri, 2015). Bu durum aynı zamanda bir piyasada uzun hafıza özelliğinin aranabilmesi için belirli bir süredir işliyor olması ve belirli bir işlem hacmine erişmiş olması gerektiği durumuna da işaret etmiştir. Finansal volatilitenin modellenmesi çalışmalarının babası olarak görülen ARCH süreçleri 1982 yılında RF Engle tarafından modellenmiş olan Otoregresif koşullu değişen varyans modellerinin türevleridir (Engle, 1982). GARCH süreçlerini kullanarak volatilitenin modellenmesinde uzun hafıza özelliğinin varlığına dikkat çeken çalışmalar (Barkoulas, Baum, & Travlos, 2000; Ding, Granger, & Engle, 1993) uzun hafıza özellikleri barındıran serilere özel tasarlanmış GARCH süreçlerinin doğumuna öncülük etmiştir.

Finansal piyasalarda volatilitenin modellenmesinde GARCH ve EGARCH modellerinin kısmi olarak entegrasyonu (Kısmi Bütünleşik (FI)) ve Monte Carlo simülasyonları vasıtasıyla güvenilirliğinin güçlendirilmesi ile FIEGARCH modeli ilk kez 1996 da Amerikan hisse senedi piyasaları için kullanılmıştır. Model piyasadaki fraksiyonel uzun hafıza özelliğini dikkate alacak şekilde kurgulanmıştır (Bollerslev & Mikkelsen, 1996). Aynı yıl içinde bu modeli Alman Markı ve Amerikan Doları kuru

için kullanan (Baillie, Bollerslev, & Mikkelsen, 1996), piyasa yapısındaki farklılıktan kaynaklı olarak FIEGARCH modelinin BBM versiyonunu kullanmıştır. Yaklaşık 2 yıl sonra Japon Yeni ve Amerikan Doları kuru volatilitisini modelleme amacıyla model FIAPARCH adı altında modifiye edilmiştir (Tse, 1998).

## 2.4 Analizlerde Kullanılan Metodoloji

Serilerde uzun hafıza etkisi gözlemlendiğinden, uzun hafıza etkisini dikkate alan kısmi bütünleşik volatilité modelleme yöntemlerinin kullanılmasına karar verilmiştir. Kısa hafıza, kovaryans durağan bir serinin otokorelasyon fonksiyonunun değerlerinin üstel bir biçimde hızla küçüldüğünü, uzun hafıza ise kovaryans durağan bir serinin otokorelasyon fonksiyonunun değerlerinin hiperbolik olarak yavaş bir şekilde küçüldüğünü ifade etmektedir. Bir serinin uzun hafızaya sahipse, bunu dikkate almadan yapılacak analizler sapmalı sonuçlar verecektir (Turgutlu, 2004).

Koşullu ortalamanın uzun hafıza özelliklerini test etmek amacıyla kullanılan araçlardan biri otoregresif friksiyonel bütünleşik hareketli ortalama (ARFIMA) modelidir. Bu model, koşullu ortalamadaki friksiyonel olarak bütünleşik süreci I(d) göstermektedir. ARFIMA (p,d,q) modeli aşağıdaki gibidir:

$$\Psi(L)(1-L)^d(y_t - \mu) = \theta(L)\varepsilon_t$$
$$\varepsilon_t = z_t\sigma_t$$

$\varepsilon_t$ , varyansı  $\sigma_t^2$ 'dir ve bağımsız ve özdeş dağılmıştır. L gecikme operatörünü göstermektedir, ve  $\Psi(L) = 1 - \sum_{i=1}^n \psi_i L^i$  ve  $\theta(L) = 1 - \sum_{j=1}^s \theta_j L^j$ . d parametresi, ortalamada uzun hafıza özelliğini yansıtmaktadır.

Hosking,  $y_t$  sürecinin aşağıdaki davranışları sergilediğini varsaymaktadır (Hosking, 1981):

- Eğer  $-0.5 < d < 0.5$  ise, durağandır ve tersine çevrilebilir.
- Eğer  $d = 0$  ise, durağandır ve kısa hafızaya sahiptir.
- Eğer  $d = 1$  ise birim kök sürecine sahiptir.
- Eğer  $0 < d < 0.5$  ise uzun hafızaya sahiptir ve gözlemler arasında pozitif bağımlılık vardır.
- Eğer  $-0.5 < d < 0$  ise, gözlemler arasında negatif bağımlılık vardır.

ARFIMA süreci otokorelasyon fonksiyonunda yer alan değerler hiperbolik olarak azalırken, ARMA modelinde üssel olarak azalmaktadır. Bu nedenle ARFIMA modelinde otokorelasyon değerleri daha yavaş azalmaktadır (Y. Cheung & Lai, 1993). Uzun hafızaya sahip olan eşbütünleşme ilişkisinden sapmalar söz konusu olduğunda, şokların etkisi ARMA sürecine sahip ve kovaryans durağan serilerin otokorelasyon fonksiyonlarında ortaya çıkan üssel azalmadan daha yavaş bir şekilde azalmaktadır (Bollerslev, Engle, & Nelson, 1994).

Uzun hafıza süreci, koşullu oynaklık modellerine genişletilebilmektedir. Bu modellerden biri olan FIGARCH modeli Baillie tarafından geliştirilmiştir (Baillie vd., 1996). FIGARCH (1,d,1) modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\sigma_t^2 = \omega[1 - \beta(L)]^{-1} + [1 - (\beta(L))]^{-1}\varphi(L)(1 - L)^d \varepsilon_t^2$$

Burada  $\omega$ ,  $\beta$ ,  $\varphi$ , ve  $d$  sırasıyla sabit terimi, GARCH terimi, ARCH teimi ve uzun hafıza parametresini göstermektedir. Friksiyonel fark operatörü  $(1 - L)^d$  koşullu volatilitedeki uzun hafıza özelliğini ölçmektedir.  $0 < d < 1$  olduğunda, zaman serisi volatilitede uzun hafıza süreci göstermektedir.

Literatür taramasında belirtildiği üzere bu yöntemler içerisinde hisse senedi fiyatlamaya yönelik olan FIEGARCH modeli ve döviz kuru fiyatlamaya yönelik olan FIEGARCH BBM yöntemleri ele alınmıştır. Model uyumu Akaike ve Schwarz bilgi kriterine ve GARCH model parametrelerine göre FIEGARCH BBM modelinde anlamlı bir şekilde gerçekleşmiştir.

FIEGARCH ( $p,d,q$ ) modeli aşağıdaki gibidir:

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

Model EGARCH sürecinde otoregresif bileşenlerin aşağıdaki gibi çarpanlara ayrılmasıyla uzun hafızaya uygun hale getirilmiştir:

$$[1 - \beta(L)] = \phi(L)(1 - L)^d$$

(Bu denklemde tüm birim köklerin  $\phi(z) = 0$  çevresinde dağıldığı varsayılmaktadır.)

## 2.5 Kripto Para Piyasalarında Volatilite Yapısı ve Hacim İlişkisi

Tam etkin olarak nitelendirilen bir finansal piyasada geçmiş şokların etkilerinin kalıcı olmaması ve yatırımcıların aynı güçteki pozitif ve negatif şoklara eşit büyüklükte tepkiler vermesi beklenir. Bununla birlikte teorik olarak manipülatif şokların volatilitiyi arttırıcı etki göstermemesi beklenmektedir. Buradan hareketle olgunlaşmamış bir finansal piyasanın, işlem hacmi arttıkça volatilitesinin azalması ve bununla birlikte uzun hafıza ve asimetrik etki gibi özelliklerden uzaklaşması söz konusu ise, söz konusu piyasanın etkinlik seviyesinin yükseldiğini söylemek mümkündür.

Bu bölüm kapsamında ve metodoloji kısmında incelediğimiz yöntemler ışığında kripto para birimlerinin piyasa hacmiyle ilişkisine dair analizler, her para birimini kendi içerisinde değerlendirecek şekilde Bitcoin'den başlanarak sıralı olarak gerçekleştirilmiştir.

### 2.5.1 Bitcoin Piyasasında Uzun Hafıza ve Asimetrik Etki Testleri

Volatilite modellemesini ilk gerçekleştirdiğimiz kripto para birimi Bitcoin'dir. Veri setinin alındığı tarihler arasında piyasa hacmi, fiyat ve popülerlik bakımından öncü bir konumdadır. Öte yandan kripto para birimlerinin barındırdığı ilk ekonomik alt yapıya ve en eski blockchain ve şifreleme teknolojisine sahiptir. Dolayısıyla deneysel bir piyasa olduğu söylenebilir.

Araştırmada kripto para birimlerine ait zaman serilerinde uzun hafıza özelliğini test etmek amacıyla 28.04.2013 ile 4.02.2018 tarihleri arasına karşılık gelen 1744 günlük frekansta gözlem kullanılmıştır. Piyasa kapanmadığı için bir kapanış fiyatı mevcut değildir. Volatilitiyi azaltıcı bir etki yaratacağı görüşünden hareketle, günlük ortalama fiyat kullanımı yaklaşımı benimsenmemiştir. Dolayısıyla kapanış fiyatı olarak Greenwich (GMT +0) saatiyle 00:00'daki fiyatlar kullanılmıştır. Bu saat, Türkiye saatiyle yatırımcıların aktif işlem yaptıkları düşünülen bir saate denk gelmemesine karşın dünya piyasalarının %67 sinden fazlası için aktif işlem saati olarak düşünülen saatler içerisinde yer almaktadır. Aynı veri toplama yöntemi piyasa hacmi için de uygulanmıştır, 00:00 – 24:00 saatleri arası 24 saatlik süreç içerisindeki toplam işlem hacmini yansıtmaktadır. Veri setinin tanımlayıcı istatistikleri aşağıdaki gibidir:

**Tablo 5: Bitcoin Kapanış Fiyatı ve Hacmine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**

	BTC KAPANIŞ	BTC HACİM	$\Delta$ L BTC KAPANIŞ	$\Delta$ L BTC HACİM
Ortalama	\$1,415	\$916,816,119	0.002365	-0.001453
Medyan	\$478	\$55,344,600	0.002031	0.007742
Maksimum	\$19,497	\$23,840,900,000	0.357451	0.722424
Minimum	\$68	\$2,857,830	-0.266198	-1.082120
Std. Sapma	\$2,875	\$2,899,638,604	0.044615	0.183511
Çarpıklık	3.77	4.63	-0.180477	-0.461697
Basıklık	17.89	25.88	11.39056	4.806210
Jarque-Bera	20244.55***	38114.9***	5122.365***	257.1907***
ADF			-41.2522***	-25.3657***
PP			-41.2202***	-77.1190***
KPSS			0.2363	0.1072
Q(30)			80.040***	353.37***
Q <sup>2</sup> (30)			762.29***	382.36***
ARCH-LM			186.9733***	33.1146***
Gözlem Sayısı	1744	1501	1743	1500

Not: \*, \*\*, \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeylerinde anlamlılıkları ifade etmektedir.  $\Delta$  değişkenin birinci farkının alındığını göstermektedir.

Tablo 5’de BITCOIN kripto para birimine ilişkin günlük kapanış fiyatları ve işlem hacimleri raporlanmıştır. Bunlara ek olarak, serilerin logaritmik birinci farklarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve birim kök testleri de yer almaktadır. BITCOIN kripto para birimine ilişkin getiri serisinin logaritmik birinci farklarını ifade eden  $\Delta$ L BTC KAPANIŞ ve hacminin logaritmik birinci farklarını ifade eden  $\Delta$ L BTC HACİM değişkenlerine ait çarpıklık, basıklık ve Jarque-Bera değerleri incelendiğinde, her iki değişkenin de normal dağılım sergilemediği, kalın kuyruk özelliğine sahip olduğu ve leptokurtik dağılım özelliği gösterdiğini gözlemlenmektedir. Aynı zamanda her iki değişken de sağa çarpıktır.

Birim kök testleri incelendiğinde, ADF ve PP test sonuçları istatistiksel olarak anlamlı, KPSS sonuçları ise istatistiksel olarak anlamsız raporlanmıştır. Bu sonuçlar hem  $\Delta$ L BTC KAPANIŞ hem de  $\Delta$ L BTC HACİM değişkenlerinin durağan olduğunu göstermektedir. KPSS testi, sıfır hipotezinin yapısından kaynaklı olarak istatistiksel olarak anlamsız çıktığı durumlarda serinin durağan olduğuna işaret etmektedir. Bununla birlikte Q(30) ve Q<sup>2</sup>(30) test sonuçlarının anlamlı olarak raporlanması serilerde otokorelasyon probleminin varlığına ve ARCH-LM testinin istatistiksel olarak anlamlı raporlanması ise farklı varyans probleminin varlığına işaret etmektedir.

Gözlem sayıları açısından hacim ve kapanış serileri arasında fark olmasının sebebi hacme dair veri setinin oluşumunda homojen bir yapı izlenebilmesi için seriden çıkartılan gözlemlerden kaynaklıdır. 29.04.2013 ve 26.12.2013 tarihleri arasında raporlanan hacim verilerinin elde edildiği kripto borsalar sepeti, veri setinin kalanının

elde edildiği kripto borsalardan sepetinden farklıdır. Bu nedenle gözlemler seriyeye dahil edildiğinde yanıltıcı bir suni kırılma oluşturmaktadır. Bununla birlikte logaritmik fark serilerinin gözlem sayısının fiyat ve hacim serilerinin gözlem sayılarından bir gözlem eksik olmasının sebebi değişim serisi olmalarındandır.

## 2.5.2 Bitcoin Piyasasında Etkinlik ve Volatilité Yapısının İncelenmesi

Çalışmada BITCOIN piyasasının etkinliğini incelemek amacıyla uzun hafızayı dikkate alan koşullu varyans modellerinden yararlanılmıştır. Bu amaçla ilk olarak BITCOIN getiri serisinin ( $\Delta L$  BTC KAPANIŞ) uzun hafıza özelliği gösterip göstermediği incelenmiştir. BITCOIN getiri serisine ( $\Delta L$  BTC KAPANIŞ) ilişkin uzun hafıza ölçüsünü gösteren  $d$  katsayısı 0.2381 olarak elde edilmiştir.  $d$  parametresinin  $0 < d < 0.5$  arasında olması nedeniyle, BITCOIN getiri serisinin ( $\Delta L$  BTC KAPANIŞ) uzun hafızaya sahip olduğu ve gözlemleri arasında pozitif bağımlılığı olduğu ifade edilebilir. BITCOIN getiri serisinin ( $\Delta L$  BTC KAPANIŞ) uzun hafızaya sahip olması nedeniyle, bu seriye ait uygun ARFIMA modeli belirlenmeye çalışılmıştır. Uygun model belirlenirken bilgi kriterlerinden yararlanılmıştır. Alternatif ARFIMA modellerine katsayı tahmin sonuçları ve özet istatistikler Tablo 6'da yer almaktadır.

**Tablo 6: Bitcoin ARFIMA(p,1,q) Modelleri Tahmin Sonuçları**

	ARFIMA(1,1,1)	ARFIMA(2,1,1)	ARFIMA(3,1,2)	ARFIMA(2,1,3)
<b>d</b>	0.238109*** (0.0813)	0.192408*** (0.07064)	0.06948*** (0.02849)	0.083412*** (0.03486)
<b>AR-1</b>	0.434245*** (0.06396)	0.347138*** (0.1062)	0.66969*** (0.04441)	0.738303*** (0.01758)
<b>AR-2</b>		-0.05814* (0.03543)	-0.91264*** (0.03519)	-0.96484*** (0.01885)
<b>AR-3</b>			-0.06788* (0.03642)	
<b>MA-1</b>	-0.67641*** (0.07035)	-0.53363*** (0.1457)	-0.73565*** (0.02544)	-0.82398*** (0.04704)
<b>MA-2</b>			0.928424*** (0.02702)	0.995313*** (0.04013)
<b>MA-3</b>				-0.08571** (0.04462)
<b>Sabit</b>	0.002049 (0.00365)		0.002298 (0.0015839)	0.002282 (0.001704)
<b>Q(50)</b>	77.147***	73.122***	47.819*	46.832*
<b>ARCH-LM(2)</b>	100.74***	101.90***	92.880***	178.95***
<b>Akaike</b>	-3.3687	-3.3689	-3.37699	-3.37741
<b>Log-Olabilirlik</b>	2940.8634	2942.078	2951.444	2951.409

**Not:** \*,\*\*,\*\*\*sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeylerinde anlamlılıkları ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler standart hataları göstermektedir.

Tablo 6’da alternatif ARFIMA(p,1,q) modelleri incelendiğinde, Akaike bilgi kriteri ve log-olabilirlik kriterine göre en uygun model ARFIMA(3,1,2) olarak seçilmiştir. ARFIMA(3,1,2) modeline ilişkin ARCH-LM testi sonucuna göre, modelde ARCH etkisinin olduğu görülmektedir. Bu nedenle çalışmaya koşullu değişen varyans modelleri ile devam edilmiştir. Çalışmada BITCOIN getiri serisinin uzun hafızayı dikkate alarak volatilité yapısını ve işlem hacminin volatilité yapısı üzerindeki etkisini ortaya koymak amacıyla FIGARCH, FIEGARCH, ve FIAPARCH modelleri denenmiştir. Tahmin sonuçları Tablo 7’de gösterilmektedir:

**Tablo 7: Bitcoin ARFIMA(3,1,2)-GARCH Model Tahmin Sonuçları**

Değişkenler	FIEGARCH	FIGARCH	FIAPARCH
Cst(M)	0,000577 (0,2831)	0.002293 (0.0000)	0.000237 (0.1529)
d-Arfima	0,174499* (0,0951)	0.184422* (0.08870)	0.163442* (0.07523)
AR(1)	0,201475 (0,7619)	-0.042843 (0.9495)	-0.084783*** (0.0000)
AR(2)	0,150003 (0,4627)	-0.049406 (0.8873)	0.252897*** (0.0000)
AR(3)	0,039254 (0,5133)	-0.052427 (0.9381)	0.043694*** (0.0002)
MA(1)	-0,454606 (0,5273)	-0.036137 (0.9030)	-0.008427** (0.0412)
MA(2)	-0,200625 (0,5698)	0.035230 (0.6792)	-0.303948*** (0.0000)
Cst(V) x 10 ^4	673,37*** (0.000)	0.000796*** (0.0135)	0.002690*** (0.0169)
Btcvolume (V)	-4,524007*** (0.000)	-0.003178*** (0.0078)	-0.276663*** (0.0000)
d-Figarch	0,638903*** (0.0000)	0.618827*** (0.0000)	0.628309*** (0.0000)
ARCH(Phi1)	0,877624*** (0.0000)	0.120371** (0.0213)	0.067481*** (0.0000)
GARCH(Beta1)	-0,617861*** (0.0001)	0.537495*** (0.0000)	0.934877 (0.0000)***
EGARCH(Theta1)	0,19175*** (0.0000)	---	APARCH ( $\lambda$ ) 0.389687*** (0.0001)
EGARCH(Theta2)	0,61164*** (0.0000)	---	APARCH ( $\delta$ ) 0.244969*** (0.0000)
GED parametresi	1,204543*** (0.0000)	2.480043*** (0.0000)	10.65147*** (0.0000)
ARCH-LM (5)	0.3038 [0.9108]	0.2838[0.8808]	0.088131(0.7666)
Box Pierce Q testi (50)	64.5558 [0.294]	65.936(0.184)	66.516 (0.112)
Akaike	-4.619674	-4.158963	-4.598143
Schwarz	-4.577169	-4.120626	-4.552095
Log-olabilirlik	3476.756	3130.222	3461.607

**Not:** \*,\*\*,\*\*\*sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeylerinde anlamlılıkları ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler olasılık düzeylerini göstermektedir. EGARCH(Theta1) işaret etkisini, EGARCH(Theta2) büyüklük etkisini, APARCH( $\delta$ ) volatilité yapısındaki güç terimini, APARCH ( $\lambda$ ) volatilitédeki asimetri etkisini ifade etmektedir.



BITCOIN getiri serisine ilişkin FIGARCH, FIEGARCH ve FIAPARCH modelleri arasında, Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine ve log-olabilirlik kriterine göre en uygun model ARFIMA(3,1,2)-FIEGARCH(1,1,1) modeli seçilmiştir.

Analiz sonuçlarında ilk dikkat çeken nokta Btcvolume %1 anlamlılık seviyesinde, kuvvetli bir şekilde negatif katsayıya sahip olmasıdır. Bu katsayı işlem hacmi ve piyasa volatilitesi arasında kuvvetli bir ters yönlü ilişkiye işaret etmektedir. Dolayısıyla yıllar içerisinde piyasa derinliği arttıkça volatilitenin azaldığı hipotezi red edilememektedir.

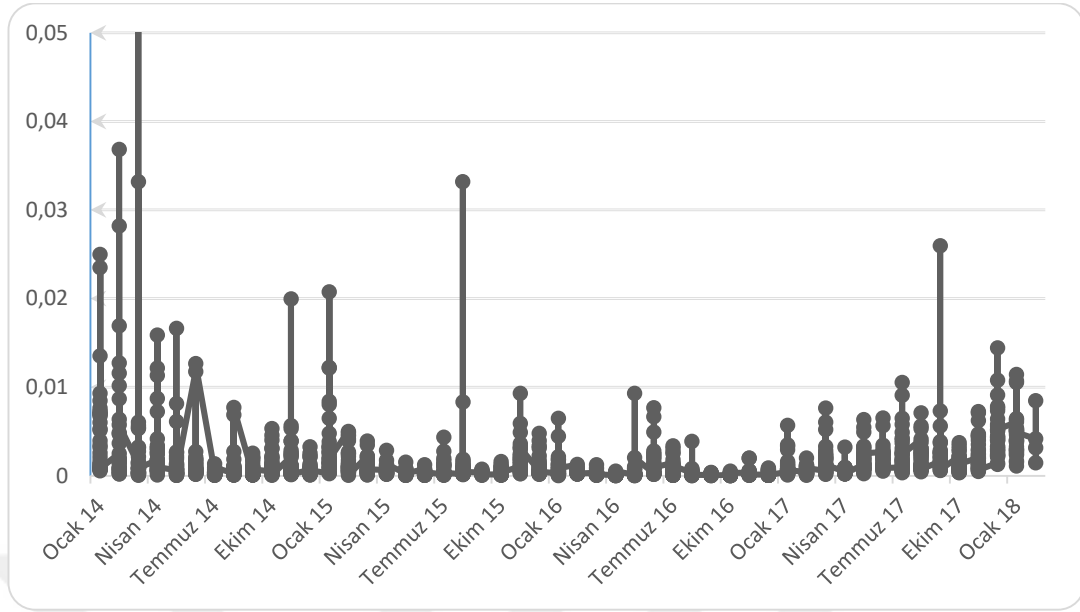
Modelde ARCH ve GARCH parametreleri anlamlı olduğu görülmektedir. Modelde EGARCH(Theta1) katsayısı işaret etkisini, EGARCH(Theta2) katsayısı ise büyüklük etkisini göstermektedir. İşaret etkisini gösteren katsayı pozitif ve anlamlıdır. Bu durum, negatif haberlerin oynaklık üzerinde pozitif haberlere göre daha etkili olduğunu ifade etmektedir. Aynı zamanda büyüklük etkisi de pozitif ve istatistiki olarak anlamlıdır. Pozitif bir büyüklük etkisi, gerçekleşen durumların beklenen durumlardan daha etkili olduğunu göstermektedir. İşaret ve büyüklük etkileri birlikte ele alındığında, gerçekleşen durumların Bitcoin fiyat getiri oynaklığı üzerinde negatif haberlere göre daha yüksek bir etki yarattığı söylenebilir. Diğer bir ifadeyle beklentiler manipüle edilmeye çalışılmaktadır. Beklentiler gerçekleşmediği için piyasanın etkin olduğu ifade edilebilmektedir.

ARFIMA(2,3)-FIEGARCH(1,1) modelinin artıklarına uygulanan ARCH-LM testi sonucunda ARCH etkisinin ortadan kalkmış olması modelin doğru uygulandığını göstermektedir. Model tahmininde GED dağılımından yararlanılmıştır. GED dağılımının seçilmesinin nedeni serinin asimetrik dağılım özelliği göstermesidir.

ARFIMA(2,3)-FIEGARCH(1,1) modelinde otokorelasyon modelinin ortadan kalıp kalmadığı Q istatistikleri açısından incelenmiştir. Q istatistikleri incelendiğinde otokorelasyonun uzun gecikme düzeylerinde dahi ortadan kalmadığı görülmektedir. Bu durum, uzun hafıza özelliğinin varlığına işaret etmektedir.

Volatilité modellemesinde Koşullu varyans, GARCH türevi yöntemlerle modellediğimiz seri içerisindeki rassal gözlemler ile modelin tahmin aralığı arasındaki mesafeyi ifade etmektedir. Koşullu varyansın yüksek olduğu dönemler, çalışma kapsamında modellenen volatilité yapısından sapmaların sıklıkla yaşandığı dönemler olarak ifade edilebilir. Bu dönemlerde piyasaların genellikle beklenmedik dışsal şoklara maruz kaldığı gözlemlenir.

**Şekil 12: Bitcoin'e ait Koşullu Varyans Grafiği**



Bitcoin fiyat serisi için oluşturduğumuz koşullu varyans grafiği içerisinde varyansın yüksek olduğu noktaların, piyasaları etkileyen tarihsel şoklarla açıklanabilir olması modelin ekonomik anlamlılığı açısından önemlidir. Şekil 12'yi incelediğimizde 2014 yılı Ocak ayı itibariyle koşullu varyansın oldukça yüksek seyrettiğini gözlemlenebilir.

2014 yılı tüm kripto para piyasalarında “Büyük Buhan” etkisi yaratan Mt Gox borsasının sanal hırsızlar tarafından hacklenmesi ve sonrasında iflas etmesi olayları ile ciddi bir kırılma noktası olarak bilinmektedir. Tüm kripto para piyasalarının %70 lik kısmından fazlasını elinde tutan borsanın iflası, hali hazırda sığ olan piyasanın büyük bir çöküş yaşamasını tetiklemiştir.

2015 yılı başına kadar normalleşme süreci yaşayan piyasalarda ilk Ethereum para biriminin piyasaya sürülmesi ve sonrasında Coinbase isimli borsanın hacklenmesi ile 2 şiddetli şok daha yaşanmıştır. 2017 Ekim ayına kadar ciddi bir şokun gözlemlenmediği Bitcoin piyasasında SegWit krizinin yarattığı tedirginlik ile orta şiddette bir dalgalanma yaşanmış, fakat sonrasında kısa sürede normalleşme sağlanmıştır.

### 2.5.3 Litecoin Piyasasında Uzun Hafıza ve Asimetrik Etki Testleri

Litecoin, Bitcoin'den sonra piyasaya giren ikinci kripto paradır, bu iki kripto para arasındaki en somut fark, kullandıkları kriptografi teknolojisidir. Litecoin, kripto para piyasalarında en çok bilinen ve işlem gören araçlardan biridir. Basit bir örnekle Bitcoin, emtia piyasasındaki “Altın” ise Litecoin için de “Gümüş” benzetmesi yapılabilir. Aralarında 2 yıla yakın zaman farkı olmasına karşın Bitcoin piyasası uzun bir süre aktif olmadığından örneklem boyutlarında büyük fark oluşmamıştır. Dolayısıyla Litecoin, piyasa derinliği ve volatilité ilişkisi ölçümlenebilmesi için Bitcoin ile benzer sayıda gözleme sahiptir.

27.12.2013 ile 04.02.2018 tarihleri arası 1501 günlük frekansta gözlemden oluşan veri seti, Bitcoin veri setinin elde edilmesinde kullanılan yöntem ile aynı şekilde oluşturulmuştur. Piyasa kapanış fiyatı ve hacmi 00:00 – 24:00 dakikaları arası süreç baz alınarak elde edilmiştir.

Örneklem serisinin tanımlayıcı istatistikleri aşağıdaki gibidir;

**Tablo 8: Litecoin Kapanış Fiyatı ve Hacmine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**

	LTC KAPANIŞ	LTC HACİM	$\Delta$ L LTC KAPANIŞ	$\Delta$ L LTC HACİM
<b>Ortalama</b>	\$21.07	\$106,145,881	0.000473	-0.000846
<b>Medyan</b>	\$3.99	\$3,426,300	0.000000	0.021026
<b>Maksimum</b>	\$358.34	\$6,961,680,000	0.221641	0.796567
<b>Minimum</b>	\$1.16	\$481,714	-0.223195	-1.353210
<b>Std. Sapma</b>	\$47.61	\$370,131,833	0.026293	0.220788
<b>Çarpıklık</b>	4.23	8.10	0.557421	-0.701452
<b>Basıklık</b>	22.25	104.53	16.99251	5.133211
<b>Jarque-Bera</b>	27650.78***	661152.46***	12232.47***	404.7043***
<b>ADF</b>			-38.42483***	-24.61129***
<b>PP</b>			-38.44597***	-73.83156***
<b>KPSS</b>			1.0549	0.313731
<b>Q(30)</b>			58.233***	131.17***
<b>Q<sup>2</sup>(30)</b>			140.81***	95.059***
<b>ARCH-LM</b>			33.2158***	6.0035***
<b>Gözlem Sayısı</b>	1501	1501	1500	1500

**Not:** \*\*\*, \*\*, \*sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeylerinde anlamlılıkları ifade etmektedir.  $\Delta$  değişkenin birinci farkının alındığını göstermektedir.

Tablo 8’de raporlanan serilerden **LTC KAPANIŞ** Litecoin kapanış fiyatlarını, **LTC HACİM** Litecoin piyasa hacmini ve  $\Delta L$  ile başlayan seriler ise söz konusu serilerin her bir gözleminin günlük logaritmik birinci farklarını temsil etmektedir. Litecoin fiyat serisi incelendiğinde, fiyatın en düşük \$1.16 seviyesinden, en yüksek \$358 seviyelerine kadar yükseldiği gözlemlenmektedir. Veri seti içerisine dahil edilen zaman dilimi dahilinde yatırımcısına bire üç yüz kar potansiyeli sunan bu para birimi, kripto para piyasalarının büyüme hızına dair en somut örneklerdendir.

Analizler serilerin logaritmik birinci farkları üzerinde gerçekleştirileceğinden dolayı istatistiksel testler bu seriler üzerinde uygulanmıştır. Serilerin çarpıklık değerleri ele alındığında kapanış fiyatı farkları serisinin sola çarpık, piyasa hacmi serisinin logaritmik farklarının ise sağa çarpık olduğu gözlemlenmektedir. Seriler basıklık değeri açısından ele alındığında, her ikisinin de leptokurtik özellik gösterdiği gözlemlenmektedir. Buna ek olarak Jarque-Bera değerlerinden hareketle serilerin normal dağılıma sahip olmaktan oldukça uzak oldukları sonucuna varılmaktadır.

Logaritmik birinci fark serileri üzerinde uygulanan durağanlık testi sonuçlarının ADF ve PP testleri için %1 seviyesinde anlamlı ve KPSS testi sonucuna göre ise istatistiksel olarak anlamsız raporlanması, tutarlı bir şekilde serinin durağan olduğuna işaret eden bulgulardandır. Serilerde otokorelasyon özelliğinin varlığını test etmek amacıyla uygulanan test sonuçlarından  $Q(30)$  ve  $Q2(30)$  değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olması seride otokorelasyon probleminin varlığına işaret etmektedir. Bununla birlikte, ARCH-LM testi sonuçlarının da anlamlı çıkması bu bulguyu destekler şekilde koşullu değişen varyans etkilerinin varlığına işaret etmektedir.

#### **2.5.4 Litecoin Piyasasında Etkinlik ve Volatilite Yapısının İncelenmesi**

$\Delta L$  LTC KAPANIŞ ve  $\Delta L$  LTC HACİM serilerinde ARCH etkilerinin bulgulanmasıyla, volatilité modelleme sürecinde GARCH türevi modelleri uygulanmasının yolu açılmıştır. Serilerin uzun hafıza özelliğini test etme amacıyla ARFIMA modelleri uygulanmıştır. Tablo 9 da ARFIMA modellerine dair tahmin sonuçları raporlanmıştır.

**Tablo 9: Litecoin ARFIMA(p,1,q) Modelleri Tahmin Sonuçları**

	ARFIMA(1,1,1)	ARFIMA(2,1,1)	ARFIMA(3,1,2)	ARFIMA(2,1,3)
<b>d</b>	0.152727** (0.06991)	0.119095*** (0.05043)	0.026481 (0.04051)	0.020307* (0.03992)
<b>AR-1</b>	0.447572*** (0.09523)	1.45004*** (0.08862)	0.080854 (0.1987)	1.37995*** (0.09614)
<b>AR-2</b>		-0.11313** (0.03381)	-0.84536*** (0.08857)	-0.74126*** (0.1055)
<b>AR-3</b>			0.049991 (0.04203)	
<b>MA-1</b>	-0.61457*** (0.106)	-1.48109*** (0.0673)	-0.19636 (0.228)	-1.40056*** (0.1004)
<b>MA-2</b>			0.83618*** (0.07645)	0.711474*** (0.1389)
<b>MA-3</b>				0.066044 (0.04577)
<b>Sabit</b>	0.002049 (0.00365)	0.000482 (0.001222)	0.000521 (0.000831)	0.000522 (0.000807)
<b>Q(50)</b>	58.391**	50.570**	44.733*	44.282*
<b>ARCH-LM(2)</b>	31.236***	28.086***	33.670***	33.397***
<b>Akaike</b>	-4.42135	-4.42752	-4.42542	-4.4274
<b>Log-Olabilirlik</b>	3321.01	3328.539	3325.07116	3328.551

**Not:** \*,\*\*,\*\*\*sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeylerinde anlamlılıkları ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler standart hataları göstermektedir.

$\Delta L$  BTC KAPANIŞ serisinin d katsayısının ARFIMA sürecinin her tahmininde 0 ile 0.5 değeri arasında raporlanmış olması seride uzun hafıza özelliğinin varlığına işaret etmektedir. Seride uzun hafıza etkisinin varlığına dair sonuçlar elde edildiğinden dolayı modelleme sürecine ARFIMA(p,1,q) modelleriyle devam edilmiştir. En uygun ARFIMA modeline Akaike bilgi kriteri ve log-olabilirlik değerlerine bakarak karar verilmiştir. Log-olabilirlik değeri mümkün olduğunca yüksekken Akaike bilgi kriteri değerlerinin mümkün olduğunca düşük olmasına dikkat edilmiştir. Bu kriterlere en uygun ARFIMA(p,1,q) modeli **ARFIMA(2,1,1)** olarak tespit edilmiştir.

Serilerin volatilitate yapısını uzun hafıza özelliğini dikkate alarak tahminleyen GARCH türevi modellerden FIGARCH, FIEGARCH, ve FIAPARCH modelleri, Litecoin piyasasında hacim ve fiyatların volatilitesi arasındaki ilişkiyi tahmin etmek amacıyla uygulanmıştır. Tahmin sonuçları Tablo 10'da raporlanmıştır:

**Tablo 10: Litecoin ARFIMA(2,1,1)-GARCH Model Tahmin Sonuçları**

Değişkenler	FIEGARCH	FIGARCH	FIAPARCH
Cst(M)	-0,000504 (0,0519)	-0.000359 (0.0106)	-0.000172 (0.1572)
d-Arfima	0.143727* (0.07991)	0.138095** (0.05043)	0.132085* (0.06053)
AR(1)	0,175328 (0,0015)	-0.042843 (0.9495)	-0.066576 (0.7764)
AR(2)	-0,036344 (0,1194)	-0.049406 (0.8873)	-0.045707 (0.2049)
MA(1)	-0,307373 (0.0000)	-0.036137 (0.9030)	-0.077510 (0.7425)
Cst(V) x 10 ^4	-85129,20615 (0,2704)	5.34E-05 (0.0000)	4.43E-05 (0.4949)
Ltcvolume (V)	-4,462461 (0.000)	-0.000287 (0.0000)	-0.000299 (0.4490)
d-Figarch	0,681781*** (0.0000)	0.618827*** (0.0000)	0.628309*** (0.0000)
ARCH(Phi1)	0,960468*** (0.0000)	0.302878*** (0.0000)	0.414060*** (0.0000)
GARCH(Beta1)	-0,639365*** (0.0000)	0.578243*** (0.0000)	0.614778*** (0.0000)
EGARCH(Theta1)	0,097974** (0,0245)	-	-
EGARCH(Theta2)	0,645938*** (0.0000)	-	-
APARCH ( $\lambda$ )	-	-	-0.039944 (0.5311)
APARCH( $\delta$ )	-	-	1.846065*** (0.0000)
GED parametresi	3,566157*** (0.0000)	0.759797*** (0.0000)	10.65147*** (0.0000)
ARCH-LM (5)	0.1593 [0.9272]	0.495173(48.17)	0.864654(0.3526)
Box Pierce Q testi (50)	73,9553 [0.0072]	85.470(0.0000)	80.692(0.0000)
Akaike	-5.826974	-5.469338	-5.468574
Schwarz	-5.794921	-5.437286	-5.429398
Log-olabilirlik	4350.095	4083.658	4085.087

Not:\*\*\*,\*\*,\* sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeylerinde anlamlılıkları ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler olasılık düzeylerini göstermektedir. EGARCH(Theta1) işaret etkisini, EGARCH(Theta2) büyüklük etkisini, APARCH( $\delta$ ) volatilitte yapısındaki güç terimini, APARCH ( $\lambda$ ) volatilitedeki asimetri etkisini ifade etmektedir.

Uygulanan FIGARCH, FIEGARCH ve FIAPARCH modelleri arasından en uygun model ARFIMA(2,1,1)-FIEGARCH(2,1,1) olarak seçilmiştir. ARFIMA seçim sürecine benzer şekilde en uygun model seçimi, yüksek log-olabilirlik ve düşük Akaike ve Schwarz bilgi kriterleri baz alınarak yapılmıştır.

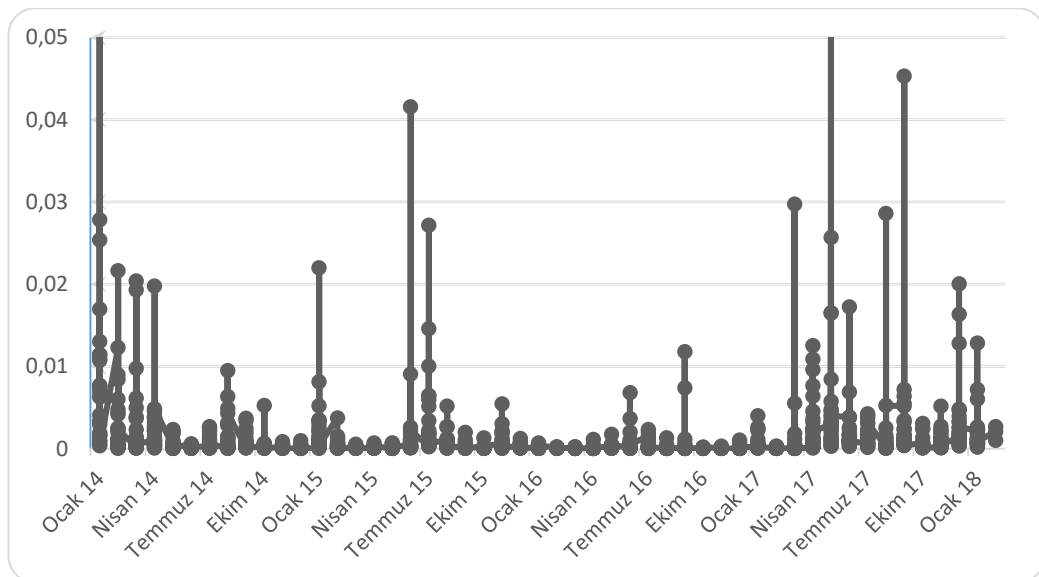
Araştırma sorusu olan hacim ve volatilité arasındaki ilişkiyi açıklayan Ltcvolume (V) parametre tahmini istatistiksel olarak %1 seviyesinde anlamlı ve kuvvetli bir şekilde negatif olarak raporlanmıştır. Bu durum Litecoin için piyasa hacmi arttıkça volatilitenin azaldığını göstermektedir.

Geçmiş şokların etkisini temsil eden ARCH(Phi1) parametre tahmininin istatistiksel olarak %1 seviyesinde anlamlı olması ve katsayısının 1 e yakın olması geçmiş şokların etkisinin güçlü olduğunu ve oynaklığı temsil eden GARCH(Beta1) parametre tahminlerinin anlamlı ve negatif çıkması ise etkinin kalıcılığını zayıf olduğunu göstermektedir.

Modelde asimetrik etkiyi ölçen EGARCH(Theta1) katsayısının pozitif ve anlamlı olması seride negatif haberlerin yarattığı şokların etkisinin pozitif haberlere oranla daha şiddetli olduğunu gösterir. Büyüklük etkisini temsil eden EGARCH(Theta2) parametre tahmininin pozitif ve anlamlı olması ise spot şokların piyasa beklentilerine oranla daha büyük etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak Theta 2 katsayısının Theta 1 katsayısına oranla daha büyük olması, Bitcoin serisindeki benzer şekilde manipülasyon teşebbüslerine işaret etmektedir.

ARFIMA(2,1,1)-FIEGARCH(2,1,1) modeli ARCH-LM sonuçlarına göre ARCH etkisi ortadan kalkmıştır. Bu, modelin doğru uygulandığına dair bir işaret olarak yorumlanabilir. Otokorelasyon problemini Box Pierce Q(50) testi üzerinden incelediğimizde ise, problemin ortadan kalktığı görülmektedir. Modelde GED dağılımı kullanılmasının nedeni serinin asimetrik dağılıma sahip olmasıdır.

**Şekil 13: Litecoin'e ait Koşullu Varyans Grafiği**



Litecoin serisi için koşullu varyans grafiğini incelediğimizde, varyans tahminlerinin modelden saptığı 3 ana dönem göze çarpmaktadır. Bu dönemler Bitcoin serisinin sapmalar yaşadığı dönemlerle aynı zaman dilimlerine denk gelmektedir. Bunlar içerisinde 2014 yılının Ocak ayı Bitcoin e benzer şekilde Mt Gox borsasının hacklenmesine ve iflas etmesine denk gelmektedir. Ocak 2015 e kadar düşük seyreden koşullu varyans 2015 Ocak ayında Ethereum un piyasaya çıkmasıyla ufak ölçekte bir sapma yaşamıştır. Temmuz 2015 de Coinbase borsasının hacklenmesi Litecoin piyasasında da volatilitenin beklenenin üzerinde seyretmesine neden olmuştur. 2017 yılı Nisan ayında başlayan ve 2018 başına kadar süren SegWit krizinin etkileri Litecoin koşullu volatilitenin serisinde de hareketlenmeye yol açmıştır. Öte yandan Litecoin serisi Ekim 2017 dönemine denk gelen Bitcoin Cash “Hard Fork”undan da belirgin derecede etkilenmiştir.

### **2.5.5 Ethereum Piyasasında Uzun Hafıza ve Asimetrik Etki Testleri**

Ethereum Bitcoin'in ilk piyasaya çıkışından yaklaşık 6 yıl sonra piyasaya çıkmış bir kripto para birimidir. 2018 Şubat ayı itibariyle piyasa büyüklüğü bakımından Bitcoin'den sonra ikinci sıraya kadar tırmanmıştır. Ethereum sistematik dalgalanmalardan her kripto para birimi kadar etkileniyor olsa da yükselişini tutarlı ve güçlü bir şekilde sürdürmeyi başarmıştır. Teknolojik altyapı olarak, incelediğimiz diğer örneklerden, ikinci jenerasyon kripto para birimlerinin ilki olması açısından farklı bir yapıya sahiptir.

08.08.2015 tarihinden 04.02.2018 tarihine kadar 913 günlük gözlem kullanılarak hazırlanan veri setinde 00:00 saatindeki fiyatlar ve 24 saatlik hacimler kullanılmıştır. Veri toplama yöntemi çalışma içerisinde tutarlılığın korunması adına Bitcoin veri setinin toplama yöntemi ile aynı şekilde gerçekleştirilmiştir.



Ethereum Serisi için tanımlayıcı istatistikler aşağıdaki gibidir:

**Tablo 11: Ethereum Kapanış Fiyatı ve Hacmine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**

	ETH KAPANIŞ	ETH HACİM	$\Delta$ L ETH KAPANIŞ	$\Delta$ L ETH HACİM
Ortalama	\$135.32	\$504,190,110	0.003201	-0.003668
Medyan	\$11.95	\$20,062,800	-0.000175	0.011003
Maksimum	\$1,396.42	\$9,214,950,000	0.131492	0.701568
Minimum	\$0.43	\$102,128	-0.137006	-0.774246
Std. Sapma	\$248.38	\$1,190,640,968	0.030496	0.229594
Çarpıklık	2.63	3.84	0.287086	-0.296587
Basıklık	10.29	20.23	6.170028	3.096104
Jarque-Bera	3069.71***	13514.89***	389.6356***	13.55598***
ADF			-28.58467***	-17.67998***
PP			-28.61093***	-61.8339***
KPSS			0.116367	0.076802
Q(30)			40.116	128.15***
Q <sup>2</sup> (30)			168.35***	95.155***
ARCH-LM			60.24469***	2.905522*
Gözlem Sayısı	902	902	901	901

Not: \*\*\*, \*\*, \*sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeylerinde anlamlılıkları ifade etmektedir.  $\Delta$  değişkenin birinci farkının alındığını göstermektedir

Ethereum getiri serisinin logaritmik birinci farklarını temsil eden  $\Delta$ L ETH KAPANIŞ serisi Jarque-Bera katsayısına göre normal dağılım göstermemektedir. Basıklık değerini incelediğimizde leptokurtik dağılım yapısında olduğu gözlemlenmektedir. Seri ayrıca sola çarpıktır. Tanımlayıcı özellikler, hacim serisinin logaritmik birinci farklarını temsil eden  $\Delta$ L ETH KAPANIŞ değişkeni açısından değerlendirildiğinde değişkenin normal dağılıma yakın bir basıklık derecesine sahip olduğu dikkat çekmektedir. Öte yandan Jarque-Bera değeri dağılım yapısı açısından normal dağılım özelliği göstermediği yönündedir. Sağa çarpık bir dağılım sergilemektedir.

Birim kök testi sonuçları incelendiğinde her iki logaritmik getiri farkı serisinin ADF ve PP testlerine göre %1 seviyesinde durağan olduğu görülmektedir. KPSS testi kapsamında ise  $\Delta$ L ETH KAPANIŞ serisi durağan olarak raporlanırken,  $\Delta$ L ETH KAPANIŞ serisi test istatistiğinin %10 önem seviyesinde anlamlı raporlanmasından dolayı durağan çıkmamıştır. Q testlerinin anlamlı raporlanması ise bu serilerde de otokorelasyon probleminin varlığına işaret etmektedir. ARCH-LM testi bulgularına göre, ARCH etkisi Kapanış serisinde %1 önem seviyesinde gözlemlenirken Hacim serisinde %10 önem seviyesinde gözlemlenmektedir. Bu her iki serinin de farklı varyans problemine sahip olduğunu göstermektedir.

## 2.5.6 Ethereum Piyasasında Etkinlik ve Volatilite Yapısının İncelenmesi

Uzun hafıza özelliğine işaret eden bulguların elde edilmesinden dolayı, Ethereum a ait seriler de ARFIMA yöntemiyle modellenmiştir.  $d$  parametresinin ARFIMA modellerinin tamamında 0 ile 0.5 arasında raporlanmasıyla uzun hafıza etkisinin varlığı doğrulanmıştır. Bu durum, serinin gözlemleri içerisinde pozitif bağımlılık olduğu anlamına gelmektedir. ARFIMA sürecinde kullanılacak model, Log-olabilirlik ve Akaike bilgi kriterine göre ARFIMA(3,1,3) olarak seçilmiştir. ARFIMA tahmin sürecinde karşılaştırılan modeller Tablo 12’de yer almaktadır.

**Tablo 12: Ethereum ARFIMA(p,1,q) Modelleri Tahmin Sonuçları**

	ARFIMA(1,1,1)	ARFIMA(2,1,1)	ARFIMA(2,1,3)	ARFIMA(3,1,3)
<b>d</b>	0.048623* (0.085)	0.048631 (0.284)	0.009317 (0.829)	0.042768 (0.196)
<b>AR-1</b>	-0.88188*** (0.0000)	-0.88192*** (0.0000)	0.208804** (0.028)	-0.59065*** (0.0000)
<b>AR-2</b>		1.24E-06 (0.8999)	-0.85729*** (0.0000)	-0.65685*** (0.0000)
<b>AR-3</b>				-0.7406*** (0.0000)
<b>MA-1</b>	0.910483*** (0.0000)	0.910511*** (0.0000)	-0.14205 (0.204)	0.615891*** (0.0000)
<b>MA-2</b>			0.873698*** (0.0000)	0.673664*** (0.0000)
<b>MA-3</b>			0.087366 (0.12)	0.808151*** (0.0000)
<b>Sabit</b>	0.003328** (0.023)	0.003328** (0.023)	0.003324*** (0.007)	0.003324** (0.02)
<b>Q(50)</b>	29.515	29.515	27.103	24.685
<b>ARCH-LM(2)</b>	34.680***	34.643***	33.250***	36.539***
<b>Akaike</b>	-4.02706	-4.02487	-4.02461	-4.02493
<b>Log-Olabilirlik</b>	1839.32684	1839.327	1841.212	1842.13

**Not:** \*,\*\*,\*\*\*sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeylerinde anlamlılıkları ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler standart hataları göstermektedir.

Seçilen ARFIMA(3,1,3) modeli ARCH-LM testi sonuçları, modelde ARCH etkisinin olduğuna işaret etmektedir. Bu bulgu volatilite modelleme sürecine, uzun hafıza özelliklerini dikkate alan modellerle devam etme gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu amaçla FIEGARCH, FIGARCH, ve FIAPARCH modelleri sırayla uygulanmış ve sonuçlar Tablo 13’de raporlanmıştır.

**Tablo 13: Ethereum ARFIMA(3,1,3)-GARCH Model Tahmin Sonuçları**

Değişkenler	FIEGARCH	FIGARCH	FIAPARCH
Cst(M)	-0.000894 (0.0413)	-0.000725 0.9929	-0.000473 (0.3579)
d-Arfima	0.149827* (0.07882)	0.153886 0.0901	0.152185* (0.07253)
AR(1)	0.517475 (0.5028)	-0.014217 0.8597	-0.005215 (0.9999)
AR(2)	0.144068 (0.8301)	0.112250 0.1206	-0.005426 (0.9990)
AR(3)	-0.221500 (0.1840)		-0.002269 (0.9995)
MA(1)	-0.624962 (0.4176)	0.042702 0.6240	-0.074436 (0.9988)
MA(2)	-0.084537 (0.9097)	-0.117398 0.1678	-0.003184 (0.9993)
MA(3)	0.231241 (0.2450)	-0.217202 0.0149	0.007881 (0.9979)
Cst(V) x 10 ^4	--0.439147*** (0.0000)	0.536251 (0.0000)	0.000422 (0.0054)
Ethvolume (V)	-4.839279 (0.0000)	-0.000529 (0.9983)	-0.003120 (0.0022)
d-Figarch	0,662781*** (0.0000)	0.656229 (0.0000)	0.628309*** (0.0000)
ARCH(Phi1)	0.213527*** (0.0000)	0.312115 (0.0002)	0.172807 (0.0000)
GARCH(Beta1)	0.966809*** (0.0000)	0.561237 (0.0000)	0.581343 (0.0000)
EGARCH(Theta1)	-0.127082*** (0.0000)	-	-
EGARCH(Theta2)	0,246938*** (0.0000)	-	-
APARCH( $\lambda$ )	-	-	0.098470 (0.2211)
APARCH( $\delta$ )	-	-	1.708020 (0.0000)
GED parametresi	2.043300 (0.0000)	0.786654*** (0.0000)	1.361811*** (0.0000)
ARCH-LM (5)	1.521063 [0.21]	0.3612 [0.8751]	0.549585(0.4587)
Box Pierce Q testi (50)	73,213 [0.0052]	710.145 [0.0060]	81.691(0.0000)
Akaike	-4.992838	-4.994824	-4.705072
Schwarz	-4.923531	-4.956180	-4.630434
Log-olabilirlik	2262.273	1999.878	2133.635

Not: \*\*\*, \*\*, \* sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeylerinde anlamlılıkları ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler olasılık düzeylerini göstermektedir. EGARCH(Theta1) işaret etkisini, EGARCH(Theta2) büyüklük etkisini, APARCH( $\delta$ ) volatilité yapısındaki güç terimini, APARCH( $\lambda$ ) volatilitédeki asimetri etkisini ifade etmektedir.

Ethereum serisine uygulanan modeller içerisinde, Log-olabilirlik, Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine göre en uygun model ARFIMA(3,1,3)-FIEGARCH modeli olmuştur. Modelde yer alan Ethvolume (V) isimli değişken Ethereum kripto para biriminin piyasa hacim serisini temsil etmektedir. Şu ana kadar analiz edilen tüm

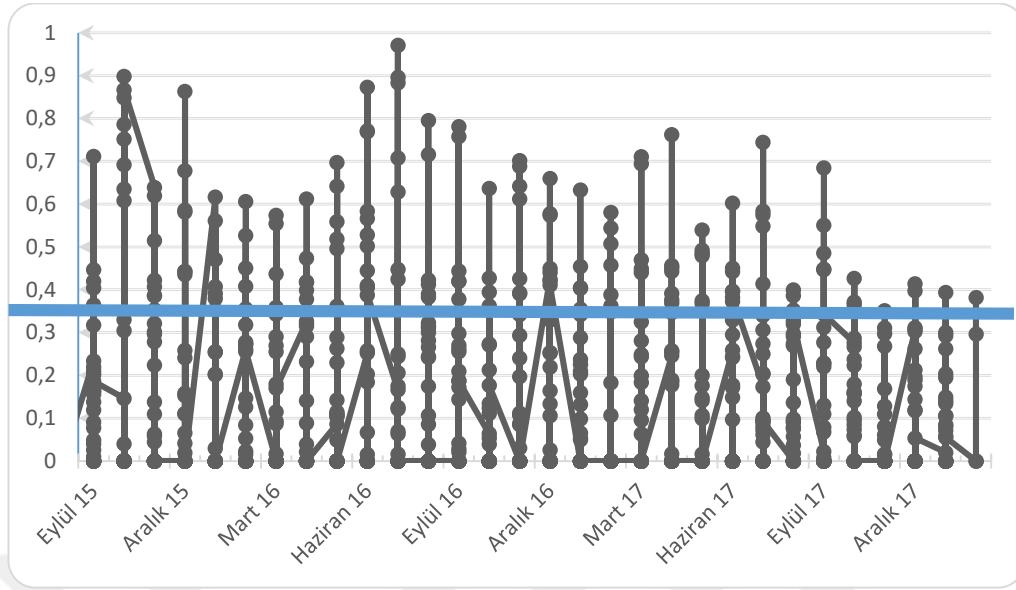
kripto para birimlerinin volatilité yapısı tutarlı bir şekilde FIEGARCH modeli ile uyumlu raporlanmıştır.

FIEGARCH modeli parametre tahminleri incelendiğinde, araştırma sorusunu temsil eden Ethvolume değişkeninin kuvvetli negatif katsayıya ve %1 önem seviyesinde istatistiksel anlamlılığa sahip olduğu görülmektedir. Bu parametre tahmini, hacim ve oynaklık arasında kuvvetli ve ters yönlü bir ilişki olduğuna işaret etmektedir. Bu bulgu diğer kripto para serilerinde de raporlanan etkinlik ve volatilité arasındaki ters yönlü ilişkiyi doğrular niteliktedir. Öte yandan, bu parametre tahmininin sağlamasını yapmak amacıyla ARCH etkisinin ortadan kalktığını doğrulamak gerekmektedir. Bu amaçla ARCH-LM test sonucunu incelediğimizde istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmektedir. Bu durum modelin doğru uygulandığını ve Ethvolume parametre tahminin geçerli olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte otokorelasyon probleminin ortadan kalıp kalkmadığını tespit etme amacıyla Box Pierce Q testi ellinci gecikmeye kadar uygulandığında, otokorelasyon problemi ortadan kalkmaktadır. Bu test sonucu uzun hafıza özelliğinin uzun dönemde ortadan kalkmaya başladığına dair bir işaret olarak yorumlanabilir.

FIEGARCH modeli süreç bileşenlerinden EGARCH(Theta1) ve EGARCH(Theta2) incelendiğinde her ikisinin de %1 önem seviyesinde anlamlı olduğu dikkat çekmektedir. İşaret etkisini gösteren Theta1 katsayısının negatif olması, seride pozitif haberlerin etkisinin negatif haberlere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu, genellikle boğa piyasası koşullarında rastlanan ve nadir gözlemlenen bir asimetrik etkidir. Genel yatırımcı psikolojisinin aksine olan bu davranışa sadece Ethereum serisinde rastlanılmıştır. Pozitif haberlerin piyasada daha etkili olduğu yönünde yorumlanan bu asimetrik etkinin varlığı, Ethererum piyasası yatırımcılarının risk toleranslarının diğerlerine oranla daha yüksek olması ile açıklanabilir.

Theta 2 parametre tahminine ait katsayının pozitif yönlü olması ise piyasada gerçekleşen durumların piyasa beklentilerine oranla daha etkili olduklarını göstermektedir. Bu bulgunun Theta1 parametre tahminiyle birlikte yorumlanması sonucunda, piyasa uygulanan dışsal müdahalelerin yapay olumlu haberler şekilde gerçekleştiği sonucunda varılmaktadır. Diğer bir deyişle, müdahaleler manipülatörler pozisyon aldıktan sonra gerçekleştirilmektedir. Diğer serilerde olduğu gibi bu seride de asimetrik dağılım özellikleri gözlemlendiğinden modelleme süreci GED dağılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

**Şekil 14: Ethereum'a ait Koşullu Varyans Grafiği**



Ethereum serisinin koşullu varyans grafiğini gösteren Şekil 14 incelendiğinde, serinin pozitif yönlü asimetrik dağılımı ve FIEGARCH sürecinde tahminlenen Theta1 ve 2 parametrelerinin ortaya koyduğu pozitif yönlü manipülasyon şemasının koşullu varyans üzerinde de dikkat çekmektedir. Bu durumun en net ifadesi tarihler arasındaki koşullu volatilité dağılımlarının ani tekil sıçramalardan değil, çok sayıda ver birbirini izleyen küçük sıçramalar şeklinde gözlemlenmesidir. Diğer bir deyişle, Ethereum koşullu varyans serisi, diğer serilerdeki gibi belirli aralıklarla büyük sapmalar yaşamaktansa daha tutarlı bir koşullu varyans grafiği sergilemektedir. Koşullu varyans dahilinde gerçekleşen ani sıçramaların manipülatif etkilerle açıklanmasında dolayı serinin manipülasyonlara karşı daha dirençli olduğunu söylemek mümkündür. Bu durumun muhtemel sebeplerinden birisi, piyasayı etkileyecek çapta büyük krizler haricinde Ethereum kripto kara biriminin kendisine dair büyük bir skandalın ortaya çıkmamış olmasıdır.

### 2.5.7 Ripple Piyasasında Uzun Hafıza ve Asimetrik Etki Testleri

Ripple bir kripto para birimi değildir. Kripto para birimlerine dair hiç bir temel özelliği taşımamaktadır. SWIFT'e rakip olmayı hedefleyen ve finansal kuruluşlara blockchain tabanlı ödeme protokolleri satmaya çalışan kar amaçlı bir şirkettir. Sadece bir ödeme protokolü olmaya çalışması, hem teknolojik altyapı bakımından hem de

ekonomik altyapısı bakımından para birimlerinden ciddi farklılıklar göstermesine neden olmaktadır. Buna ek olarak sisteme müdahale edebilen bir özel şirketin de piyasayı düzenlemesi, merkezi olmayan para birimi kavramı ile ters düşmektedir.

04.08.2013 tarihi ile 04.02.2018 tarihleri arası günlük frekansta 1646 fiyat ve 1501 hacim verisi kullanılmıştır. Hacim veri setinin daha kısa olmasının sebebi hacmin belirli bir tarihten sonra takip edilebilir hale geliyor olmasıdır.

Veri setine dair tanımlayıcı istatistikler aşağıdaki gibidir:

**Tablo 14: Ripple Kapanış Fiyatı ve Hacmine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**

	KAPANIŞ	HACİM	$\Delta L$ XRP KAPANIŞ	$\Delta L$ XRP HACİM
<b>Ortalama</b>	\$0.090	\$145,847,194	0.001427	-0.003003
<b>Medyan</b>	\$0.008	\$735,996	-0.001036	0.013959
<b>Maksimum</b>	\$3.380	\$9,110,440,000	0.446175	1.040352
<b>Minimum</b>	\$0.003	\$8,316	-0.267644	-1.289197
<b>Std. Sapma</b>	\$0.309	\$724,663,827	0.035058	0.277148
<b>Çarpıklık</b>	6.37	7.78	2.059165	-0.402477
<b>Basıklık</b>	50	72	30.33096	4.010351
<b>Jarque-Bera</b>	163798***	315567***	52043.54***	113.6843***
<b>ADF</b>			-38.25487***	-26.36529***
<b>PP</b>			-39.00626***	-71.59891***
<b>KPSS</b>			0.227543	0.104671
<b>Q(30)</b>			57.169***	313.79***
<b>Q<sup>2</sup>(30)</b>			248.57***	43.151**
<b>ARCH-LM</b>			133.6167***	2.274633*
<b>Gözlem Sayısı</b>	1636	1636	<b>1635</b>	<b>1635</b>

**Not:** \*\*\*, \*\*, \* sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeylerinde anlamlılıkları ifade etmektedir.  $\Delta$  değişkenin birinci farkının alındığını göstermektedir

Tablo 14, Ripple a dair kapanış fiyatları, piyasa hacmi ve bunların logaritmik birinci farklarının tanımlayıcı istatistiklerinin raporlandığı tablodur. Tanımlayıcı istatistikleri bakımından Ripple, kripto para birimleriyle benzer karakteristik özellikler sergilemektedir. Q istatistiğine bakıldığında seride otokorelasyon probleminin varlığı göze çarpmaktadır. Bununla birlikte ARCH etkisi de her iki seride gözlemlenmektedir. Hem kapanış fiyatlarının logaritmik getiri farklarını temsil eden  $\Delta L$  XRP KAPANIŞ hem de piyasa hacminin logaritmik değişimini temsil eden  $\Delta L$  XRP HACİM serileri, tabii tutuldukları üç durağanlık testinden de durağan oldukları sonucuyla geçmişlerdir. Leptokurtik dağılım sergileyen serilerin ikisi de normal dağılıma yakın bir karakteristik göstermemektedir.

## 2.5.8 Ripple Piyasasında Etkinlik ve Volatilite Yapısının İncelenmesi

Ripple a ait serilerde de uzun hafıza özelliğinin varlığını işaret eden otokorelasyon bulgularına rastlanmasıyla serilerin ARFIMA süreciyle modellenmesine karar verilmiştir. Ripple serisi üzerine uygulanan ARFIMA süreçleri Tablo 15 içerisinde raporlanmaktadır.

**Tablo 15 : RIPPLE ARFIMA(p,1,q) Modelleri Tahmin Sonuçları**

	ARFIMA(1,1,1)	ARFIMA(2,1,1)	ARFIMA(2,1,3)	ARFIMA(3,1,2)
<b>d</b>	0.148088** (0.028)	0.13308*** (0.003)	0.114414*** (0.003)	0.112387*** (0.0001)
<b>AR-1</b>	0.404821*** (0.006)	0.999017*** (0.0000)	0.388705*** (0.0000)	0.320695 (0.0001)
<b>AR-2</b>		-0.07531*** (0.003)	-0.91325*** (0.0000)	-0.8807 (0.0000)
<b>AR-3</b>				-0.06045 (0.143)
<b>MA-1</b>	0.910483*** (0.0000)	-0.81679*** (0.0000)	-0.45217*** (0.0000)	-0.38241 (0.0000)
<b>MA-2</b>			0.907458*** (0.0000)	0.872627 (0.0000)
<b>MA-3</b>			-0.06031 (0.167)	
<b>Sabit</b>	0.001285 (0.54)	0.001163 (0.161)	0.001295 (0.468)	0.001296 (0.464)
<b>Q(50)</b>	67.111**	58.502***	55.520**	50.286**
<b>ARCH-LM(2)</b>	180.26***	183.23***	174.57***	161.98***
<b>Akaike</b>	-3.85115	-3.85225	-3.85119	-3.85227
<b>Log-Olabilirlik</b>	3172.568	3176.472	3173.601	3176.489

**Not:** \*,\*\*,\*\*\*sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeylerinde anlamlılıkları ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler standart hataları göstermektedir.

ARFIMA(p,1,q) süreçleri incelendiğinde, ARFIMA(3,1,2) ve ARFIMA(2,1,1) süreçlerine dair Akaike bilgi kriteri ve Log-olabilirlik değerlerinin oldukça yakın olduğu gözlemlenmektedir. Bu durumda serilerde otokorelasyon probleminin varlığını, değerinin 0 ve 0.5 arasında olmasıyla doğrulayan “d” parametresinin istatistiksel olarak daha anlamlı olduğu süreç tercih edilmiştir. Böylelikle seri ARFIMA(3,1,2) sürecinde modellenmiştir.

ARCH-LM katsayısının da anlamlı raporlanmasıyla serilerin volatilitte modelleme süreci için, gözlemleri arasındaki bağılılıkları dikkate alan GARCH türevi yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemlere ilişkin sonuçlar Tablo 16 da raporlanmaktadır.

**Tablo 16: RIPPLE ARFIMA(3,1,2)-GARCH Model Tahmin Sonuçları**

Değişkenler	FIEGARCH	FIGARCH	FIAPARCH
Cst(M)	-0.002276*** (0.0000)	-0.001533*** (0.0027)	0.002787 (0.1839)
d-Arfima	0.0757746*** (0.0000)	0.083886*** (0.0000)	0.079185*** (0.0000)
AR(1)	-0.156836*** (0.0000)	0.067758 (0.3412)	0.072936 (0.8452)
AR(2)	0.108153*** (0.0000)	-0.882586*** (0.0000)	-0.113342 (0.7080)
AR(3)	-0.012834*** (0.0000)	0.045563 (0.1748)	-0.010908 (0.6455)
MA(1)	0.087584*** (0.0000)	0.007302 (0.9050)	-0.043278 (0.9076)
MA(2)	-0.205303*** (0.0000)	0.849703*** (0.0000)	0.063659 (0.8309)
Cst(V) x 10 ^4	-190.951.301*** (0.0000)	8.70E-05 *** (0.0000)	0.000422*** (0.0054)
Ripplevolume (V)	0.751317* (0.0849)	-0.000161 (0.9983)	-0.004155 (0.1890)
d-Figarch	-0.500445*** (0.0000)	-0.516229*** (0.0000)	-0.513309*** (0.0000)
ARCH(Phi1)	0.398894*** (0.0052)	0.562310*** (0.0000)	0.386669*** (0.0000)
GARCH(Beta1)	0.037671*** (0.0959)	0.517150*** (0.0000)	0.668453*** (0.0000)
EGARCH(Theta1)	0.939428* (0.0879)	-	-
EGARCH(Theta2)	0.751317*** (0.0000)	-	-
APARCH( $\lambda$ )	-	-	-0.096365 (0.1835)
APARCH( $\delta$ )	-	-	0.925741*** (0.0000)
GED parametresi	0.710601*** (0.0000)	0.786654*** (0.0000)	0.800556*** (0.0000)
ARCH-LM (5)	0.07148[0.7892]	0.167633 [0.6923]	0.071236(0.7896)
Box Pierce Q testi (50)	83.076* [0.065]	66.784*** [0.019]	66.917*** (0.0000)
Akaike	-4.942436	-4.930020	-4.938303
Schwarz	-4.912807	-4.893694	-4.895372
Log-olabilirlik	4056.091	4041.292	4050.063

Not: Not: \*\*\*, \*\*, \* sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeylerinde anlamlılıkları ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler olasılık düzeylerini göstermektedir. EGARCH(Theta1) işaret etkisini, EGARCH(Theta2) büyüklük etkisini, APARCH( $\delta$ ) volatilitte yapısındaki güç terimini, APARCH( $\lambda$ ) volatilitedeki asimetri etkisini ifade etmektedir.

Log-olabilirlik, Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine sonuçlarına dayanarak Ripple volatilitte yapısını modellemek için en uygun yöntemin ARFIMA(3,1,2)-FIEGARCH modeli olduğu görülmektedir. Hacim parametre tahminini incelemeyen önce modelin doğru uygulandığını teyit etme amacıyla ARCH-LM testi ve Box Pierce Q incelendiğinde ARCH etkisinin ortadan kalktığı ve uzun serilerde otokorelasyon

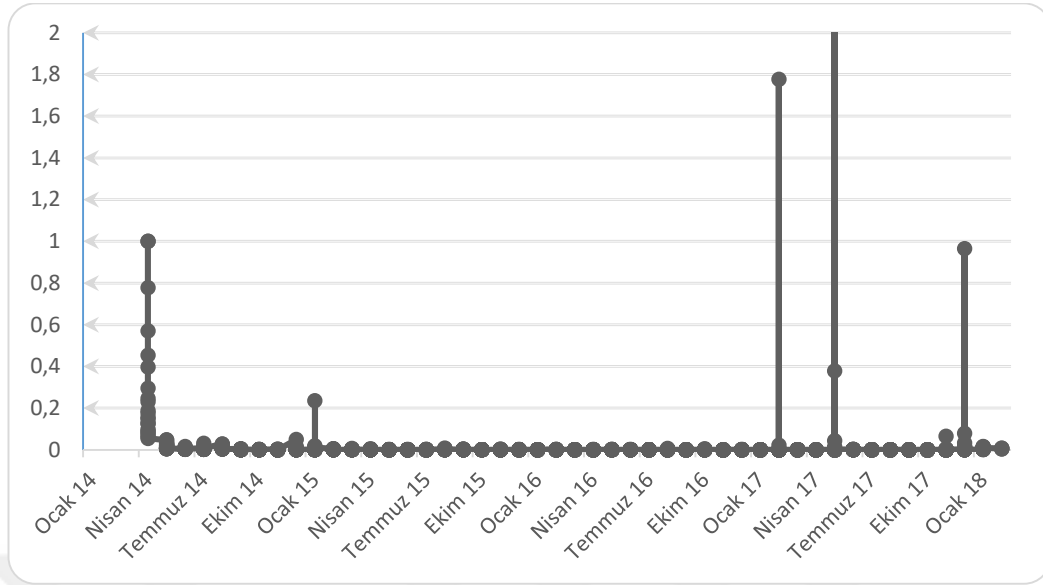


probleminin de çözüldüğü görülmektedir. Bu durumda, araştırma sorusunun cevabını veren Ripplevolume (V) parametre tahmini incelendiğinde, %10 önem seviyesinde istatistiksel anlamlılık değerine ve pozitif bir katsayıya sahip olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum diğer tüm kripto para birimlerinde tutarlı bir şekilde bulunan kuvvetli negatif yönlü ilişki ile uyuşmamaktadır. Bu durum Ripple'ın kripto para birimlerine dair hemen hiçbir karakteristik özelliği taşımamasıyla ilgili olabilir.

Modelin Theta katsayılarını incelendiğinde, işaret etkisini gösteren Theta1 katsayısının da büyüklük etkisini gösteren Theta2 katsayısının da anlamlı ve pozitif oldukları görülmektedir. Analiz sürecinde ilk defa karşılaşılan başka bir nokta Theta1 katsayısının %10 önem seviyesinde anlamlı çıkmasıdır. Bu durum, seride asimetrik etki varlığının diğer serilere oranla istatistiksel olarak daha az belirgin olduğunu ifade etmektedir. Theta1 katsayısının pozitif olması, negatif haberlerin pozitif haberlere göre daha büyük ve asimetrik etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Theta 2 parametre tahmini ele alındığında, %1 önem seviyesinde istatistiksel anlamlılığa ve kuvvetli bir katsayıya sahip olduğu raporlanmıştır. Bu durum, fiyatlar üzerinde neredeyse sadece spot şokların etkili olduğu ve gelecek beklentilerinin çok daha az etkili olduğunu göstermektedir. Diğer kripto para birimlerinde 0.24 ile 0.64 arası değişen spot olaylar ve gelecek beklentilerinin piyasaya etki oranı, Ripple için 0.75 seviyelerine ulaşmaktadır.

Bulgular bir bütün olarak ele alındığında piyasanın yoğun bir şekilde müdahaleye uğradığı izlenimi oluşmaktadır. Ripple piyasasında fiyatların oluşumunda gelecek beklentilerinin rolü sıfıra yakın raporlanmıştır. Böyle bir durum, paranın tüm kontrolünün özel bir şirkete ait olduğu bir piyasa için beklenmedik değildir. Durumu daha yakından inceleyebilme amacıyla Şekil 15'de raporlanan koşullu varyans grafiği incelenmiştir.

**Şekil 15: RIPPLE'a ait Koşullu Varyans Grafiği**



Koşullu varyans grafiğini bir bütün olarak incelendiğinde ilk dikkat çeken nokta, büyük kriz dönemleri haricinde piyasada koşullu varyansın sıfır olmasıdır. 2014 yılındaki Mt Gox şoku, 2015 yılındaki Bitstamp şoku ve 2017 deki SegWit şokları etkileri belirgin bir şekilde gözlemlenebilirken, tüm bu büyük şokların etkileri sadece bir dönem sonra sıfırlanmaktadır. Bu durum piyasa volatilitésinin düşük olduğu yönünde bir izlenim yaratsa da altında yatan sebep piyasa volatilitési değil, piyasa müdahalesidir. Bu kadar kusursuz bir koşullu varyans yapısına kripto para piyasaları gibi volatil bir ortamda sahip olmak, doğal koşullar altında mümkün değildir. Ripple'ın kendini düzenleyen ekonomik altyapısının, kendisinden çok daha detaylı ekonomik yapıya sahip kripto paralar karşısında bu kadar ezici üstünlüğe sahip olması doğal yollarla gerçekleşmiş olamaz.

Tüm analiz ettiğimiz kripto paralar içerisinde en farklı karakteristik özellikleri gösteren seri Ripple'a aittir. Kendi fiyatını bulmayan çalışan bir piyasadan ziyade, sanal bir portföyü andıran seri yapısı, nedenleri ve olası gelecek senaryoları ile Sonuç bölümünde değerlendirilecektir.

### **2.5.9 NEO,IOTA, BCH, ADA Piyasaları Uzun Hafıza ve Asimetrik Etki Testleri**

Araştırma kapsamında piyasaya yeni sunulmuş olan NEO, Cardano, MIOTA ve Bitcoin Cash verileri de analiz edilmiştir. Bu kripto para birimleri hem teknolojik altyapı hem de ekonomik alt yapı olarak birbirinden oldukça farklı yapıya sahiptirler. Temel amaçları piyasada büyük hacimde işlem gören kripto para birimlerinin

karşılaşmakta olduğu sorunları barındırmayan sistemler yaratmaktır. Örneğin kuantum teknolojisinde işlemci gücüne sahip bilgisayarlar piyasaya çıktığında Bitcoin ve Litecoin'in tamamen kullanım dışı kalması öngörülmektedir. IOTA kuantum bilgisayarlar çıktığında sonra hayatta kalabilecek bir teknolojik alt yapıyla tasarlanmıştır. Başka bir büyük yapısal farkı ise sistemin madencilğe ihtiyaç duymadan çalışmasıdır. Bu para birimleri henüz yeterli kullanıcıya ulaşamadıkları veya var olan kullanıcılardan henüz yeterli talep görmediklerinden dolayı modellenmesi oldukça zor para birimleridir. Veri setlerinin toplanmasında diğer kripto para birimlerinde kullandığımız yöntemin aynısı kullanılmıştır. Kullanılan veri setlerine dair tanımlayıcı istatistikler aşağıdaki gibidir:

**Tablo 17: ADA, NEO, BCH ve MIOTA Kapanış Fiyatları ve Hacimlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**

	$\Delta L$ ADA KAPANIŞ	$\Delta L$ NEO KAPANIŞ	$\Delta L$ BCH KAPANIŞ	$\Delta L$ MIOTA KAPANIŞ
Ortalama	0.009229	0.006195	0.003212	0.002471
Medyan	0.001534	-0.000771	-0.001900	0.000560
Maksimum	0.374163	0.347942	0.187434	0.166751
Minimum	-0.125374	-0.200190	-0.137381	-0.163749
Std. Sapma	0.068606	0.049767	0.048918	0.048371
Çarpıklık	2.260193	1.480113	0.847185	0.265691
Basıklık	11.66694	12.48129	5.971535	4.811411
Jarque-Bera	453.8613***	1874.500***	85.80670***	33.55699***
ADF	-5.995780***	-21.17098***	-11.6897***	-13.84748***
PP	-10.63465***	-21.20214***	-11.60461***	-13.88083***
KPSS	0.184722	0.181939	0.177152	0.135235
Q(30)	49.139***	44.476**	17.055	19.138
Q <sup>2</sup> (30)	48.835***	244.10***	43.388**	44.751**
ARCH-LM	2.866747***	61.69673***	20.86087***	6.49249***
Gözlem Sayısı	<b>114</b>	<b>456</b>	<b>176</b>	<b>226</b>
	$\Delta L$ ADA HACİM	$\Delta L$ NEO HACİM	$\Delta L$ BCH HACİM	$\Delta L$ MIOTA HACİM
Ortalama	-0.015066	-0.006778	0.001974	-0.005299
Medyan	0.025126	0.020242	0.019833	0.016752
Maksimum	0.593312	0.909364	0.722424	0.583564
Minimum	-0.782061	-1.127231	-1.082120	-0.707476
Std. Sapma	0.265802	0.266386	0.279073	0.231475
Çarpıklık	-0.508805	-0.499014	-0.584854	-0.349300
Basıklık	3.192254	4.253083	4.015889	3.113305
Jarque-Bera	5.094327*	48.75927***	17.60183***	4.716619***
ADF	-10.97954***	-20.47068***	-25.48879***	-16.14334***
PP	-12.20234***	-32.31842***	-76.66389***	-21.88708***
KPSS	0.123066	0.122075	0.127948	0.088862
Q(30)	37.115	62.077**	353.74***	28.696
Q <sup>2</sup> (30)	21.613	71.098**	380.39***	71.098***
ARCH-LM	0.005073	2.162168*	33.00018***	8.339516***
Gözlem Sayısı	<b>114</b>	<b>456</b>	<b>176</b>	<b>226</b>

**Not:** \*\*\*, \*\*, \* sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeylerinde anlamlılıkları ifade etmektedir.  $\Delta$  değişkenin birinci farkının alındığını göstermektedir

Tanımlayıcı istatistikler genel olarak ele alındığında, Tüm fiyat serilerinde ARCH etkisinin varlığı dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, serilerde gözlem sayısının azlığına rağmen otokorelasyon etkisine de belirgin şekilde rastlanmaktadır. Durağanlık açısından değerlendirildiğinde,  $\Delta L$  tüm kapanış serilerinin 3 durağanlık testine göre istisnasız olarak durağan oldukları raporlanmıştır. Gözlem istatistiklerinde de görüldüğü üzere henüz gözlem sayıları sağlıklı bir şekilde analiz yapmak için yeterli olmaktan uzaktır.

### 2.5.10 NEO, IOTA, BCH, ADA Piyasalarında Etkinlik ve Volatilite Yapılarının İncelenmesi

Uzun hafıza özelliğinin sağlıklı bir şekilde modellenebilmesi için seriler, yeterli gözlem sayısına sahip olmadıklarından dolayı, 4 yeni kripto para birimi standart GARCH süreçleriyle modellenmişlerdir. Bu modellerde piyasa hacmi ile fiyat volatiliteleri arasındaki ilişki incelenmiştir.

**Tablo 18: ADA, NEO, BCH ve MIOTA GARCH Tahmin Sonuçları**

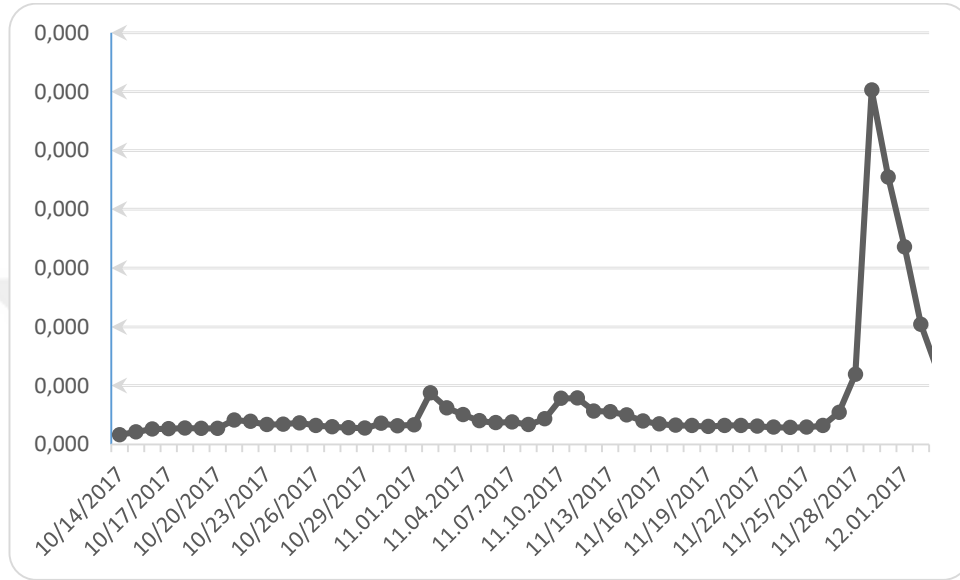
	NeoVolume	AdaVolume	BchVolume	IotaVolume
<b>Katsayı</b>	-0.0004***	-0.003555***	0,001583	-0.0034***
<b>Anlamlılık</b>	(0.000)	(0.0000)	(0,981)	(0.0000)
<b>ARMA Süreci</b>	AR(6) MA(6)	AR(2)	AR(1) MA(1)	AR(1) MA(1)
<b>ARCH(Alpha1)</b>	0,093264***	-	0.4785***	0,112175***
	(0.0000)	-	(0.0000)	(0.0000)
<b>GARCH(Beta1)</b>	0,880947***	0.546074**	0.4714***	0,764808***
	(0.0000)	(0.0278)	(0.0000)	(0.0000)
<b>ARCH-LM (5)</b>	0.8591	0.3932	0,65167	0,82595
	(0.5085)	(0.8526)	(0.6606)	(0.5324)
<b>Box Pierce Q testi (50)</b>	40.95	847837	45,0571	50,9074
	(0.3422)	(0.3881)	(0.5941)	(0.3599028)

Not: Parantez içindeki değerler standart hataları göstermektedir.\*\*\*, \*\*, \* sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyesi için anlamlılıkları ifade etmektedir.

İncelenen BCH hariç tüm kripto para birimlerinde işlem hacmi ve fiyat volatilitesi arasında anlamlı bir ilişki gözlemlenmiştir. Öte yandan bu para birimlerinin hiç birinde bu anlamlı ilişkinin katsayısı matematiksel olarak yüksek seviyede değildir. Bu durumun muhtemel bir nedeni, değişkenler arasındaki ilişkinin sağlıklı bir şekilde

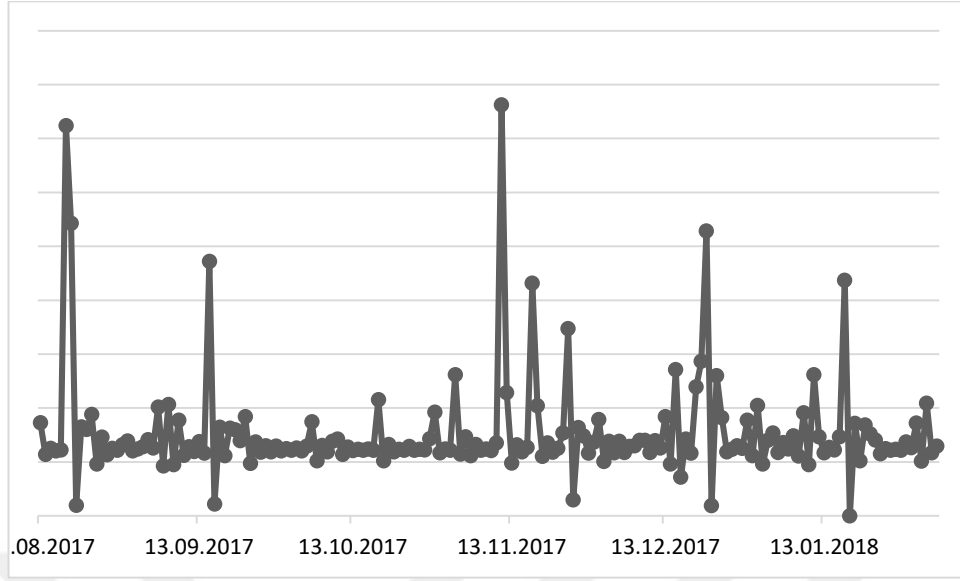
gözlemlenebilmesi için yeterli gözlem sayısının henüz oluşmamış olması olabilir. Ayrıca bu değişkenler, piyasa şoklarına nasıl tepki verdiklerinin güvenilir bir şekilde ölçmesine yetecek miktarda şoka maruz kalmamışlardır. Volatilite dağılımlarını yakından incelemek için standardize edilmiş artıklar grafiklerine bakarsak:

**Şekil 16 : Cardano'ya ait Koşullu Varyans Grafiği**



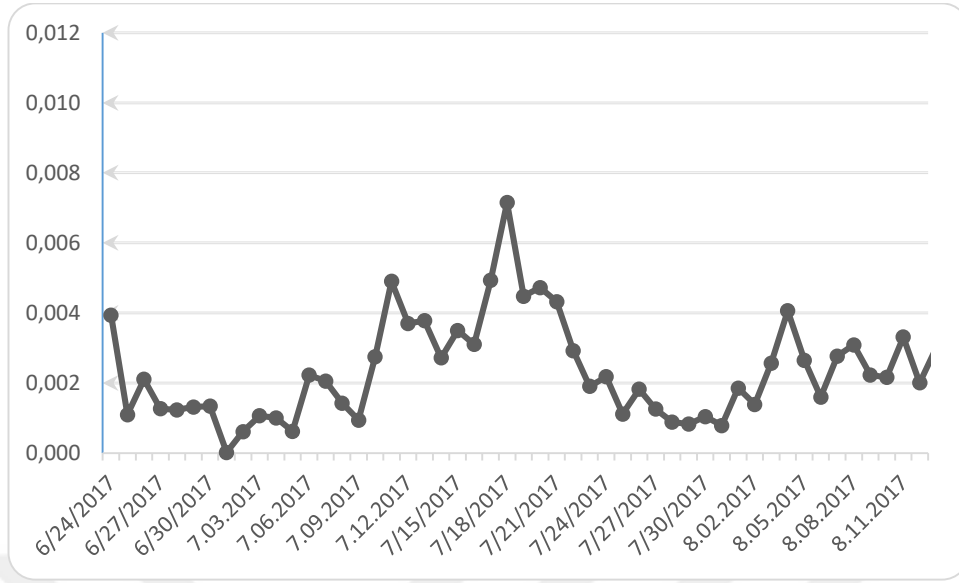
Cardano piyasada bulunduğu kısa süre içerisinde oldukça tutarlı bir volatilite seyri izlemiştir. 28/11/2017 tarihinde piyasaya yeni çıkan bir kripto para birimi için fazla stabil giden seyri bozulmuş ve fiyatta ciddi bir sıçrama olmuştur. Sıçramanın yukarı yönlü olması ve çok kısa bir süre zarfında başladığı noktaya geri dönmesi bunun bir Pump & Dump tipi manipülasyon olduğuna dair işaret olabilir.

**Şekil 17 : Bitcoin Cash'e ait Koşullu Varyans Grafiği**



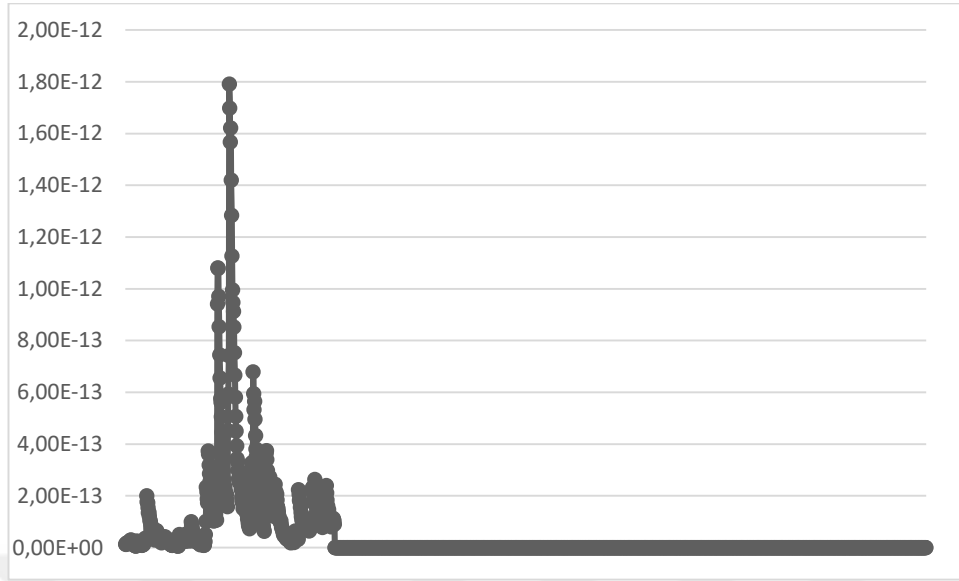
Bitcoin Cash ortaya çıkışı ve yapısı itibarıyla ICO yöntemiyle piyasaya çıkmış diğer kripto para birimlerine göre volatil bir seyir izlemektedir. Bu durumun yapısal sebebi, Bitcoin Cash'in piyasaya çıkış yönteminin orijinal Bitcoin zincirinden kopan bir Hard Fork ile gerçekleşmesidir. Başka bir deyişle piyasaya çıkışı halka arz şeklinde değil, Bitcoin kripto para biriminin yerini alması amacıyla gerçekleşmiştir. Hard fork yöntemiyle piyasaya sunulan kripto paraların erken fiyat serileri, başarıyla gerçekleştirilmiş ICO lara kıyasla riske daha yüksek oranda maruz kalmaktadır. GARCH analizi istatistiklerini incelediğimizde hacim ve volatilitesi arasında anlamlı bir etkileşim olmayan tek para birimi olarak Bitcoin Cash raporlanmaktadır.

**Şekil 18: IOTA'ya ait Koşullu Varyans Grafiği**



IOTA 2017 yılında piyasaya ilk girdiği dönemde piyasada dezenformasyon yaratılmasıyla oldukça volatilitesi yüksek bir dönem yaşamıştır. Yatırımcıların oldukça yüksek beklentiye sahip oldukları IOTA, Microsoft gibi isimleri ortak olarak aldığı duyurmuş fakat sonrasında bunu bir kelime oyunu olduğu ortaya çıkmıştır. Böylelikle güven kaybeden para piyasaya çıkış süreci boyunca yüksek volatiliteye sahip olmuştur. Bu nedenden ötürü, ICO sürecinin başarısız gerçekleştirildiğini söylemek mümkündür. Hacim ve volatilitenin arasındaki ilişkiyi GARCH yöntemiyle modellediğimiz IOTA serisinde, ilişki katsayısının da belirttiği gibi, hacim arttıkça anlamlı değişimler yaşanmakta ama piyasanın volatilitelerini somut bir şekilde etkilememektedir.

**Şekil 19: NEO'ya ait Koşullu Varyans Grafiği**



NEO 2014 yılında piyasaya sürülmüş bir kripto para birimi olmasına rağmen popülerliğini 2017 yılı sonlarına doğru kazanmıştır. Kripto para birimleri için oldukça farklı olan bir şekilde, piyasaya ilk çıktığı zaman düşük volatilitelere sahipken zaman ilerledikçe volatilitesi yükselmiştir. Araştırma sonuçları volatilitedeki bir yükselişin hacimle açıklanabileceğini belirtse de aralarında ilişkinin kuvvetini açıklamak için örneklem yetersiz kalmıştır.

### **2.5.11 Bulgulara dair Yorumlar**

Kripto para piyasaları hiçbir düzenleyici kurum tarafından denetlenmemektedir. Günümüz ülke borsalarına göre çok daha az katılımcı içeren piyasalara sahiptir. Bunlara ek olarak piyasada yapılan işlemler anonim olduğu gibi teorik olarak hiçbir işlem ücreti yoktur ve fiyatları manipüle edici davranışların hiçbir cezası da yoktur. Sıçrama analizleri bölümünde de değineceğimiz üzere tüm bu şartlar kripto para piyasalarını manipülatörler için bir cennet haline getirmektedir. Manipülatörler bir piyasanın olgunlaşmasında ve büyümesinde oldukça zararlı aktörlerdir. Piyasaya olan güveni kırdıkları gibi, para birimi olma iddiası güden kripto para birimleri üzerinde suni volatiliteler oluşturarak değer ölçüsü olabilme yetisine zarar verirler. Finans teorisi sığ piyasaların manipülatörlere açıkken derin piyasaların manipülatörler için kontrol edilmesi imkansız hale geleceğini varsaymaktadır.



Bu çalışmanın sonucunda piyasa derinliği arttıkça kripto para birimlerinin volatilitésinin nasıl tepki verdiği sınıanmıştır. Piyasanın etkinliğini sınyayan araştırma sorusunun bir bileşeni olarak serilerin geğmiş şoklardan etkilerinin gelecekte de var olmaya devam edip etmediği sınıanmıştır. Tablo 19’da modele dahil edilen serilere dair 6zet volatilité analizi bulguları verilmiştir.

**Tablo 19: Volatilité Yapıları 6zet Tablo**

	Hacim ile İlişki	Model	Uzun Hafıza	Asimetri	Fiyat Belirleyici
<b>BTC</b>	-4,52***	ARFIMA(3,1,2)- FIEGARCH(1,1,1)	0.06	0,19***	0,61***
<b>LTC</b>	-4,46***	ARFIMA(2,1,1)- FIEGARCH(1,1,1)	0.11	0,09**	0,64***
<b>ETH</b>	-4.83***	ARFIMA(3,1,3)- FIEGARCH (1,1,1)	0.04	-0.12***	0,24***
<b>XRP</b>	0.75*	ARFIMA(3,1,2)- FIEGARCH(1,1,1)	0.11	0.94*	0.75***

Not: \*\*\*, \*\*, \*sırasıyla %1, %5 ve %10 6nem d6zeylerinde anlamlılıkları ifade etmektedir.

Araştırma sonuçlarına g6re piyasada en k6kl6 kripto para birimleri olan Bitcoin, Litecoin, Ethereum ve Ripple istisnasız olarak uzun hafıza 6zelliğine sahiptir. Uzun hafıza 6zelliğinin varlığı, piyasanın etkin olmadığına dair ciddi bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Ancak bu piyasaların kontrols6z, denetimsiz ve oldukça genđ piyasalar olduğunu g6z 6n6nde bulundurursak bu yargıya varmak için hen6z erken olacağı sonucuna ulaşabiliriz.

Uzun hafıza 6zelliklerini dikkate alarak değerlendirilen bu kripto para birimi modellerinin Ripple hariç hepsinde hacim arttıkça volatilitenin d6řt6đ6 sonucuna tutarlı bir şekilde ulaşılmıştır. Bu, piyasaların uzun vadede etkinliğinin artacağına işaret eden bir bulgudur. Uzun hafıza 6zelliği finansal zaman serilerinin ortak hastalığıdır (Kayalıdere, Aracı, & Aktaş, 2012). Kripto para serilerinde sıklıkla otokorelasyon problemi ile karşılaşılması, uzun hafıza 6zelliğinin kripto para birimleri piyasasının da karakteristik bir 6zelliği olması ihtimalini g6çlendirmektedir. İçten bilenlerin ticaretinin m6mk6n olmadığı piyasalarda da bu durumun tutarlı bir şekilde ortaya ııkıyor olması etkinsizliğin kaynağına ulaşabilmek için sıçrama analizlerine olan ihtiyağı g6çlendirmektedir.

Hacim ve volatilité arasındaki ilişkiye benzer bir etkileşimi, fiyat ve hacim arasında gözlemek mümkündür. Nedensellik açısından fiyat değişkeninden yola çıkarsak, fiyatlar dūřükken asimetrik olarak işlem hacminin artması ve fiyatlar yüksekken ise işlem hacminin azalması belirli piyasalarda kendisini gösteren bir olgudur. Bu asimetrik ilişkiyi destekleyen bulgular İMKB veri seti üzerinde (Kayalidere & Aktař, 2009) Kayalidere ve Aktař tarafından incelenmiştir.

Gelişmekte olan para birimleri analiz edildiğinde uzun hafıza varlığından söz edilemezken hacim ve volatilitesi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Fakat bu ilişki ekonomik olarak anlamlı olabilmek için oldukça zayıf bir ilişkidir.

Çalışma sonuçlarına göre, sisteme uygulanan şokların piyasa etkinliği üzerindeki etkisi olumsuz yöndedir. Ayrıca, bulgular bu etkinin yapay olabileceğini ortaya koyduğundan şoklar üzerine yeni bir araştırma yapma ihtiyacı doğmaktadır.

Öte yandan kripto para piyasalarının ulusal rezerv para birimlerinin yerini alacak seviyede kabul görmesi için piyasa volatilitésinin minimum seviyeye inmiş olması yeterli midir? Yeni bir piyasada fiyatların sürekli artış eğiliminde olması bu piyasanın kesin olarak “Balon” olduğuna mı işaret eder? Kripto para birimleri bir gün ansızın tüm değerini kaybedip tarihin en büyük “Balon” ları arasında yerini alacak başka bir aldatmaca mıdır? Bu soruların yanıtı üçüncü bölümde fiyat balonlarına dair finansal analiz başlığı altında incelenmiştir.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### KRİPTOPARA PİYASASINDA FİYAT BALONU ANALİZİ

Araştırmanın bu bölümünde kripto para birimlerinin piyasadaki fiyatlarının ekonomik bir terim olarak “Balon” olup olmadığı araştırılmaktadır. Balon, bir varlığın piyasa değerinin kısa bir süre zarfında çok hızlı bir şekilde mantıksal çerçeveye içerisinde açıklanamayacak şekilde yükseldiği ve içsel değerinin çok üzerinde fiyatlardan piyasada işlem gördüğü durumlar için kullanılan bir ekonomik tabirdir. Balonlar genellikle kısa bir dönem içerisinde ciddi artış trendi gösterdikten hemen sonra daha büyük oranda fiyat düşüşleriyle sonuçlanan süreçlerdir. En bilinen örnekler 1630 yıllarında Hollanda’da yaşanan lale balonu, 1997-2001 döneminde yaşanan dot.com balonu ve 2008 yılında Amerika’da yaşanan emlak balonudur. Balonlar karakteristik olarak belirli bir süreye yayılmış şekilde sürekli ve büyük ölçekte fiyat artışlarıyla başlamaktadır. Aşağı yönlü hareket gösterilmeyen bu dönem içerisinde varlığın değeri belirli bir yüksekliğe ulaştıktan sonra ani bir düşüş başlar ve fiyat ortalaması varlığın içsel değeri seviyelerine ulaşmaya kadar aşağı yönlü dalgalanmalar devam eder. Ayrıca fiyat balonları davranışsal finans alanında sürü davranışı kavramı altında incelenmektedir.

#### 3.1 Balon Kavramı ve Kripto Paralar

Fiyatın içsel değer ve piyasa dinamikleri ile açıklanamayacak şekilde, kısa süre içerisinde devamlı olarak arttığı ve zirveye ulaştıktan sonra aniden çakıldığı fiyat hareketleri, fiyat balonu olarak adlandırılmaktadır. Bir varlık piyasasında balon olduğunun iddia edilebilmesi için öncelikle varlığın içsel değerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Lale balonu dönemi ele alındığında, bir lalenin piyasa fiyatı yarım ev değerindeyken, bu laleyi satın almak isteyen kişinin ödemeye razı olduğu fiyat lalenin içsel değerinden kaynaklı değil, fiyata dair gelecek beklentilerinden kaynaklıdır. Bu spekülatif alımda, laleyi bu fiyattan alan kişi bunu piyasadaki fiyatı 1 tam ev fiyatı seviyesine geldiğinde satıp kar elde etmeyi amaçlayan spekülatördür. Öte yandan lalenin içsel değerini, bu lalenin son kullanıcısı olan kişinin ödemeye razı olduğu fiyat yansıtmaktadır. İçsel değer fiyat balonlarının tespitinde bir referans noktası olarak kullanılması, varlık fiyatının uzun vadede destek bulacağı seviyenin içsel değer olduğu varsayımına dayanmaktadır. Arz kıtlığından dolayı piyasa değerinin arttığı

durumların, fiyat balonu olarak nitelendirilmemesinin sebebi, bu durumdaki fiyat artışlarının piyasa dinamikleri kapsamında arz ve talep dinamikleri üzerinden açıklanabilir oluşudur. Bununla birlikte, fiyat balonu kavramı para birimleri için değil, varlıklar için kullanılan bir kavramdır. Bu analiz kapsamında kripto para birimlerinin para birimi değil varlık olduğu varsayılmıştır. Literatürde de kripto para birimlerinin fiyat balonu özelliği taşıdığını iddia eden çalışmalarda, kripto para birimleri varlık olarak kategorize edilmiştir.

Kripto paraların içsel değerini tahminlemek oldukça zordur, finansal anlamda uzun vadede işlem maliyetlerini ortadan kaldırma, uluslar ötesinde bir değer saklama birimi olma ve kitle finansmanı modeli için optimal ortamı oluşturma gibi faydalar sağlaması öngörülen kripto paraların bugün için sundukları değer sadece beklentiden ibarettir. Blockchain altyapısının sunduğu akıllı kontratlar gibi sistemlerin günümüzde de mikro ölçekte kullanılan büyük potansiyel faydaları olmasına karşın piyasada bu kripto paralar için oluşmuş olan fiyatların ne ölçüde spekülörler ne ölçüde destekçiler tarafından oluşturulduğu ölçülememektedir. İçsel değeri tahminlemeyi zorlaştıran bir başka nokta ise, piyasada bulunan geleneksel rasyonel yatırımcıların bu piyasalara sınırlı erişime sahip olmasıdır. Kripto paraların sahip oldukları potansiyel, sistemi anlayabilecek seviyede teknolojik ve finansal bilgiye sahip olan kullanıcılar tarafından en etkili şekilde değerlendirilebilir fakat bugün piyasada yatırımı bulunan kişilerin çoğunluğunun bu bilgiye sahip kişiler olduğunu söylemek mümkün değildir. Sistemin ana kullanıcıları, madencilerden ve destekçilerden oluşmaktadır. Sistemin etkin çalışabilmesi için gerekli donanım altyapısını sağlayan madencilerin piyasaya girmesi için büyük yatırımlar gerekmektedir. Destekçiler olarak tabir edilen yatırımcı grubu için ise yatırım kararlarında fiyat artış veya azalışlarının etkisi minimaldir. Temel motivasyonları destekledikleri alt yapının çalışabilmesi için gerekli likiditenin piyasaya sağlanması veya terminolojik adıyla “kickstart” (Marşa Basmak) tır. Bunlara ek olarak belirli para birimleri reel sektörde karşılığı olan hizmetlerin alımı için kullanılabilir. Örneğin IOTA dünya çapında sensör verilerini satın almak için halihazırda kullanılabilir. Tüm bunların toplamının kripto paraların içsel değerini yarattığı düşünülebilir fakat bu içsel değeri ölçmek imkansızdır. Bu nedenle fiyat balonunun varlığıyla ilgili sonuca ulaşmak için, varlık piyasasında kullanılan geleneksel analizleri uygulamanın en güvenilir yöntem olacaktır.

### 3.2 Fiyat Balonu Kavramının Tarihsel Literatürü

Balon kavramının tanımlanmasında literatürde çeşitli görüşler mevcuttur. Literatürdeki erken çalışmalar balon kavramını tanımlamaya odaklanmış ve farklı görüşler ortaya koymuşlardır. İkinci dünya savaşı sonrasında hiper-enflasyon dönemlerini konu alan çalışmalar, sadece fiyatların sürekli artışının bir balon olarak nitelendirilemeyeceğini ortaya koymuştur ve bununla birlikte nominal değerlerin ancak enflasyon gibi faktörlerden arındırıldıktan sonra reel olarak ele alınabileceğini (Bailey, 1956; Cagan, 1956) savunmuştur. Aynı dönemde Balonların tespit edilmesinde tüketim fonksiyonunun kritik rol oynadığını savunan Friedman, tüketim fonksiyonları ile açıklanamayan fiyat artışlarının Balon olarak değerlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaşmıştır (Friedman, 1957). Bazı çalışmalar balonların fiyatla değil, üretim temelli ekonomik değişkenlerle ilgili olduğunu, fiyatlar sabit kalsa bile arzı yükselen bir ürünün içsel değeri düşeceğinden bunun da balon sayılabileceğini savunmaktadır (Tirole, 1985).

Bu döneme kadar ki süreçte literatürde rasyonel ve rasyonel olmayan balonlar olarak balonların ikiye ayrılmasını öneren ve karşı çıkan çalışmalar olmuştur. Literatürde rasyonel balonların, yatırımcıların rasyonel hareket ettiği durumlarda, piyasanın yatırımcılara sunduğu girdilerin hatalı olması sebebiyle veya piyasayla hiçbir alakası olmayan tamamen rassal girdilerin varlığı sebebiyle ortaya çıktığını savunan görüşler mevcuttur. Bu görüşler bu noktadan yola çıkarak, her varlığın fiyatının bu rassal girdilere göre içsel değerinden saptığını ve balonların bu dışsal standart sapmalar sebebiyle oluşarak patladıklarını iddia etmektedir (Blanchard & Watson, 1982; B. T. Diba & Grossman, 1987, 1988b, 1988a). Bu çalışmalara tepki olarak rasyonel balonların var olmasının ekonomi teorisine göre imkansız olduğunu savunan çalışmalar ise, piyasa içerisindeki değişkenlerin yanlış değerlendirilmesinden oluşan bir balonun en fazla kısa vadeli bir şok yaratacak kapasitede olabileceğini ve aynı seans içerisinde çıktığı miktarda düşerek gün içi bir dalgalanmadan öteye gidemeyeceğini savunmuştur (B. Diba & Grossman, 1985; Evans, 1991; Flood & Hodrick, 1990).

Literatürde, piyasadaki her üretimle paralellik göstermeyen fiyat artışını balon olarak tanımlayan çalışmalara tepki olarak, makroekonomik verilerden ziyade gelecek beklentilerin de fiyatladığına vurgu yapan çalışmalar, içsel değer belirlenmesinde yatırımcıların gözlemlediği değer daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Ek olarak para politikasıyla ilgili şokların da bu fiyat algılarında ani değişimler yaratabildiğine dikkat çekmiştir (Mishkin & White, 2002, 2003). Balonların makroekonomik değişkenlerle ilişkisi üzerine yoğunlaşan çalışmalardan bazıları balonların var olduğu dönemlerde ekonomik etkinsizlik yarattığını ve ekonomik büyümeyi negatif yönde etkilediğini savunmaktadır (Grossman & Yanagawa, 1993), bu çalışmalar ekonomik büyüme ve fiyat balonları arasında negatif yönlü bir ilişki bulmuş olsa da nedensellik ilişkisi açısından birbiriyle çelişen sonuçlara ulaşmışlardır. Bu nedenle balonların ekonomik büyümenin yavaşladığı dönemlerde mi ortaya çıktığını yoksa balonların var olduğu dönemlerde mi ekonomik büyümeyi yavaşlattığı tartışmalı olarak kalmıştır (Obstfeld, Rogoff, & Wren-lewis, 1996; Rudebusch, 2005; Caballero, 2006).

Asya krizi ve hemen ardından gelen dot.com balonu literatürde fiyat balonlarına yönelik çalışmaları finansal sistem üzerinden incelemeye yöneltmiştir. Para politikaları ve finansal sisteme yoğunlaşan bu dönemde çalışmalar merkez bankasının balonları önlemek için müdahalelerde bulunmasının gerekliliği (Roubini, 2006), uluslararası borç piyasasındaki düzenlemeler, kaldıraç oranlarının kontrolü (Edison, Luangaram, & Miller, 2000) ve hatta bireylerin finansal aktivitelerinin kısıtlanması (Miller & Luangaram, 1998) gibi önerilerle literatürde yer bulmuştur. Bu dönemde ayrıca rasyonel balonlar ve rasyonel olmayan balonlar tartışmaları yeniden ortaya çıkmıştır (Meltzer, 2003) fakat aynı zamanda literatürde rasyonel balonların var olmayacağına dair görüş bildiren çalışmalar popülerlik kazanmıştır (Hunter, Kaufman, & Pomerleano, 2005). Fama'nın rasyonel balonların varlığını, finansın en güçlü teorilerinde birisi olan etkin piyasa hipoteziyle örtüşmediğine dair görüşleri de rasyonel olmayan davranışların yarattığı balonlar teorisini destekleyen etkenlerden olmuştur (Cassidy, 2010).

Davranışsal finans, rasyonel olmayan balonlar teorisini öne çıkaran akımlardan olmuştur. Davranışsal finansın öncülerinden Thaler, piyasalarda insanların verdikleri kararların ekonomik varsayımların aksine rasyonel olmadığını ve piyasayla ilgili olmayan hatta kişiden kişiye değişen birçok faktörün piyasa alım davranışlarında etkili olduğunu ortaya koydu (De Bondt & Thaler, 1995). Bu çalışmasının üzerine davranışsal etkenlerin balonların olumundaki rolüne değindiği çalışması oldukça ilgi

çektii (Mullainathan & Thaler, 2000). Bu çalışmanın ardından varlık fiyatlamalarında yatırımcıların rasyonel olmayan kararlarının etkilerini en detaylı şekilde açıklayan çalışmalardan birisi olarak “Akıldışı Çılgınlık” adını verdiği çalışmasında balonlarla ilgili olarak, insanların yükselen fiyatları gördüğünde varlığın değerinin arttığına inandığı için değil akıl dışı sebeplerle karar verdiğini ortaya koymuştur (Shiller, 2000). Daha sonraki yıllarda balonların oluşmasına yol açan akıl dışı düşünce sistemi, “Salak ile Avanak” teorisi olarak tercüme edilebilecek “The Greater Fool” teorisiyle açıklanmıştır. Spot fiyatı İçsel değerinin ne kadar üstünde olursa olsun aldığı bir varlığı her zaman daha yüksek fiyata satabileceğine inanan “Ahmak”ların kitleler halinde balonların oluşumuna zemin hazırladığını iddia eden Thaler, bunun sürü psikolojisiyle birleşerek dev balonları oluşturduğunu belirtmiştir(Thaler, 2005). Bu bağlamda davranışsal finans yaklaşımının büyük fiyat balonlarının deneye dayalı yöntemlerle açıklanamaz olduğunu savunduğu görüşüne varılabilir.

Ampirik analizlerle balon davranışlarını açıklamayı hedefleyen çalışmalar, hisse senedi getirilerini şirketlerin finansal tablolarıyla ilişkilendiren ve makroekonomik değişkenlerle açıklamayı amaçlayan çalışmalar olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır.

Ulusal literatürü incelediğimizde, balonların varlığını araştıran çalışmalarda yazının neredeyse tamamının ulusal piyasalarda balon olmadığı yönünde sonuçlara ulaştığını gözlemlemekteyiz. İMKB 100 (BİST100) verileri üzerinde balonların varlığı parametrik ve parametrik olmayan araştırma yöntemleriyle incelenmiştir. İMKB 100 için 20 yıl İMKB teknoloji endeksi için 10 yıllın veri seti kullanan çalışma analiz sonuçlarında uluslararası literatürün aksi yönde, irrasyonel fiyatlama sürecinin olmadığına ve sadece rasyonel fiyatlama süreçlerinin işlediğine dair bulgular elde etmişlerdir (Taşçı & Okuyan, 2009). Benzer yönde bulgular elde eden çalışmalar içerisinde Dow Jones Piyasasının İMKB için bir alternatif olup olamayacağını araştıran (İpekten & Aksu, 2009), süre bağımlılığı testi kullanarak balonların varlığını araştıran (Yanik & Aytürk, 2011), saklı eş bütünleşme testi kullanarak (Bozoklu & Zeren, 2013) ulaşmıştır.

Kripto para birimleri veri setlerinin analiz edilebilecek olgunluğa şuan bile ulaştığı tartışmalı bir kavramdır. Bu nedenle fiyat balonu analizini yapan çalışmalardan 2016 öncesi veri seti kullananlar, piyasanın en büyük kırılmalarını içermediğinden yorumların güncelliğini yitirdiği varsayılmaktadır. Kripto para birimlerine üzerinde gerçekleştirilen analizler konuya ve kavrama oldukça temkinli

yaklaşmaktadır. Özellikle 2013 ve 2014 yılları arasındaki çalışmaların tamamına yakını analizlerini sadece Bitcoin verilerini kullanarak gerçekleştirilmiştir. Bitcoin'in içsel değerinin sıfır olduğunu, bir dolandırıcılık aracı olduğunu, hatta kitlelerin deliliğinin bir ispatı olduğu iddia eden makaleler literatürde bulunmaktadır (Groshoff, 2014; Cheah & Fry, 2015). Güncel ve daha tarafsız çalışmalar, Bitcoin fiyatlarında oldukça büyük volatilité olduğunu, her varlıktaki gibi zaman zaman balonlar oluştuğunu fakat içsel değerinin sıfır sayılamayacağını belirtmektedir (Fry & Cheah, 2016; Hafner, 2018) . Bazı çalışmalar bununla beraber Ripple ve Bitcoin para birimlerinin birbirinin ikamesi olabileceğini çünkü aralarında anlamlı bir ters yönlü bir korelasyon bulunduğunu ortaya koymaktadır(Bianchetti, Ricci, & Scaringi, 2017). 2017 yılında yayınlanan başka bir güncel çalışma ise SADF yöntemiyle Bitcoin'in tarihsel veri setini incelemiş ve kusursuz bir spekülative enstrüman olduğunu belirtmiştir. Herhangi bir düzenleyici veya denetleyici kurumun var olmaması sebebiyle sürekli şişen bu balonun söndürülmesinin gerekliliğini vurgulamıştır (Wei, 2017).

### **3.3 Analizde Kullanılan Veriler**

Analizde 28.04.2013 ile 4.02.2018 tarihleri arasında işlem gören 8 kripto para birimi olan Bitcoin(BTC), Ethereum(ETH), Litecoin(LTC), Ripple(XRP), Bitcoin Cash(BCH), Cardano(ADA), IOTA(MIOTA) ve NEO(NEO) için 1744 ile 125 arasında değişen günlük frekansa sahip gözlem kullanılmıştır. Piyasanın kapanması söz konusu olmadığı için BTC 'nin her gün saat Greenwich (GMT +0) saatiyle 00:00 daki fiyatı baz alınmıştır. Seri halindeki çalışmalar arası tutarlılığın korunması amacıyla günlük fiyatların ortalaması kullanılmamıştır. Bu Türkiye saatiyle yatırımcıların aktif işlem yaptıkları düşünülen bir saate denk gelmemesine karşın dünyanın %70 inden fazla için aktif işlem saati olarak düşünülen saatler içerisinde.



Veri setinin tanımlayıcı istatistikleri aşağıdaki gibidir:

**Tablo 20 : Balon Analizi Verilerine dair Tanımlayıcı İstatistikler**

	<b>ADA</b>	<b>BCH</b>	<b>BTC</b>	<b>ETH</b>
<b>Ortalama</b>	-0.010166	-0.002208	-0.001027	-0.003342
<b>Medyan</b>	-0.002548	0.002163	-0.000882	0.000175
<b>Maksimum</b>	0.125374	0.193712	0.115608	0.137006
<b>Minimum</b>	-0.374163	-0.187434	-0.155239	-0.179076
<b>Std. Sapma</b>	0.067114	0.052283	0.019376	0.031812
<b>Çarpıklık</b>	-2.197.540	-0.539050	0.180477	-0.537766
<b>Basıklık</b>	1.162.690	6.012.529	1.139.056	7.371.868
<b>Jarque-Bera</b>	4.843.245***	7.934.162***	5.122.365***	7.694.154***
<b>Gözlem Sayısı</b>	<b>124</b>	<b>186</b>	<b>1743</b>	<b>911</b>
	<b>LTC</b>	<b>IOTA</b>	<b>NEO</b>	<b>XRP</b>
<b>Ortalama</b>	-0.000536	-0.001989	-0.006263	-0.001302
<b>Medyan</b>	0.000000	-0.001149	0.000771	0.001040
<b>Maksimum</b>	0.223195	0.163749	0.200190	0.267644
<b>Minimum</b>	-0.221641	-0.166751	-0.347942	-0.446175
<b>Std. Sapma</b>	0.026253	0.048929	0.049773	0.035048
<b>Çarpıklık</b>	-0.552454	-0.118593	-1.457.774	-2.049.341
<b>Basıklık</b>	1.698.010	4.976.439	1.224.343	3.023.166
<b>Jarque-Bera</b>	12291.51***	3.896.525***	1.824.030***	51979.44***
<b>Gözlem Sayısı</b>	<b>1500</b>	<b>236</b>	<b>466</b>	<b>1645</b>

Not: \*\*\*, \*\*, \*sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeylerinde anlamlılıkları ifade etmektedir.  $\Delta$  değişkenin birinci farkının alındığını göstermektedir

Tablo 18’de SADF testinde kullanılacak veri setlerine dair tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. Sekiz kripto para biriminin dahil edildiği veri setinde fiyat serilerinin logaritmik birinci farkları kullanılmıştır. Serilerin çarpıklık değerlerini incelediğimizde Bitcoin serisi hariç tüm serilerin sağa çarpık olduğunu görüyoruz. Basıklık değerlerini ele aldığımızda ise istisnasız olarak tüm serilerin leptokurtik dağılım gösterdiğini ve normal dağılımdan uzak olduklarını görüyoruz. Bu bulguyu %1 anlamlılık seviyesinde milyonlara varan değerler raporlayan Jarque-Bera istatistiği de desteklemektedir.

### 3.4 Analizde Kullanılan Yöntem

Analizi gerçekleştirmek için balonların karakteristik varlığını tanımlamakta kullanılan Sup-Augmented Dickey-Fuller testi kullanılmıştır. Serilerdeki patlamaların desenlerini çıkaran bu model balonların varlığını test etmek için ilk olarak 1990 yıllarının NASDAQ hisselerini modellemiştir ve sonrasında sıkça kullanılmaya başlanmıştır (P. C. Phillips, Wu, & Yu, 2011; P. Phillips, Shi, & Yu, 2013; P. C. Phillips, Shi, & Yu, 2014, 2015).

SADF testi ADF modelinin sıralı tekrarlanan tahminlerinin oluşturduğu dizilimlerin alt değerlerinden elde edilmektedir. 2011 yılında yayınladıkları çalışmalarına (P. C. Phillips vd., 2011) eklemeler olarak 2013 yılında yayınladıkları bir çalışma kağıdında modeli aşağıdaki gibi açıklamışlardır (P. Phillips vd., 2013):

$$x_t = \mu_x + \delta x_{t-1} + \sum_{j=1}^J \phi_j \Delta x_{t-j} + \varepsilon_{x,t}, \varepsilon_{x,t} \sim NID(0, \sigma_x^2)$$

Bu denklem için sıfır hipotezi  $\delta$  değerinin 1 e eşit olması, alternatif hipotez ise  $\delta$  değerinin 1 den büyük olması şeklindedir. Model her yürütülüşünde gözlem sayısı bir arttırılır ve buradan elde edilen alt küme kullanılarak bir sonraki yürütülüşün gözlemi tahmin edilir.

SADF ve GSADF testleri aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\sup_{r \in [r_0, 1]} ADF_r \rightarrow \sup_{r \in [r_0, 1]} \frac{\int_0^r \tilde{W} dW}{\left(\int_0^r \tilde{W}^2\right)^{1/2}},$$

Sonrasında,

$$ADF_r \rightarrow \frac{\int_0^r \tilde{W} dW}{\left(\int_0^r \tilde{W}^2\right)^{1/2}},$$

Buradaki  $\omega$  artan Brownian hareketini,  $\varpi$  ise azalan Brownian hareketini temsil etmektedir. ( $\tilde{W}(r) = W(r) - \frac{1}{r} \int_0^1 W$ )

**Tablo 21: SADF Testine Dair Bulgular**

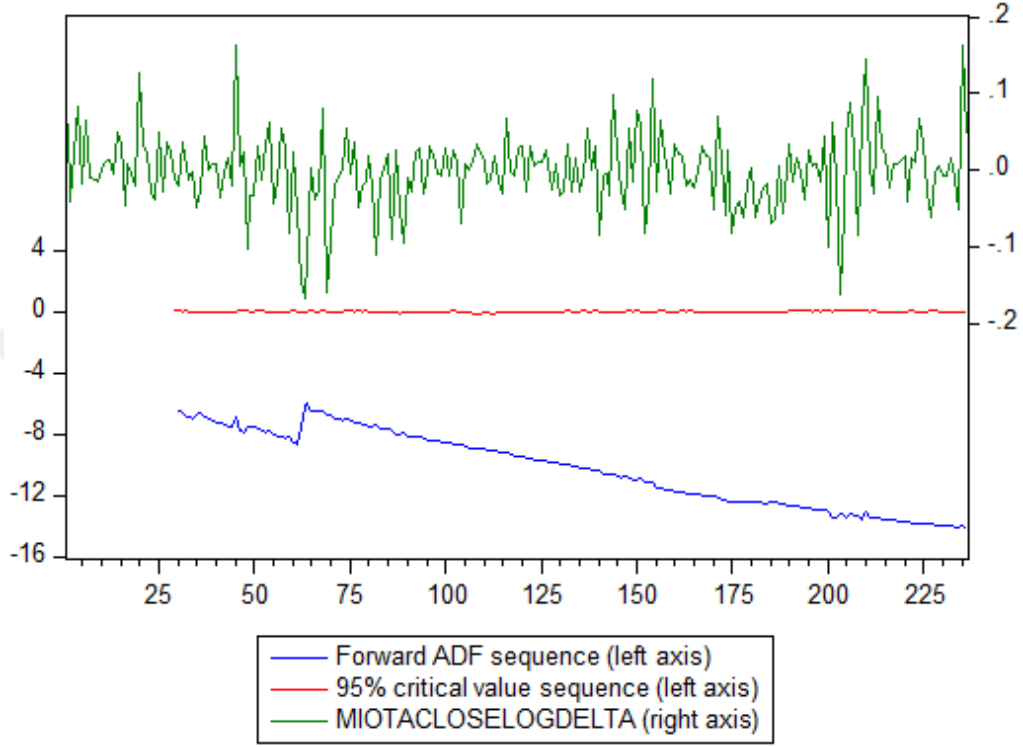
	<b>SADF</b>
<b>ADA</b>	<b>-3.777</b>
90% kritik değer	1.959
95% kritik değer	1.326
99% kritik değer	1.068
<b>BCH</b>	<b>-5.333</b>
90% kritik değer	1.936
95% kritik değer	1.352
99% kritik değer	1.097
<b>BTC</b>	<b>-9.218</b>
90% kritik değer	2.061
95% kritik değer	1.545
99% kritik değer	1.324
<b>ETH</b>	<b>-7.114</b>
90% kritik değer	2.109
95% kritik değer	1.495
99% kritik değer	1.223
<b>LTC</b>	<b>-8.031</b>
90% kritik değer	1.912
95% kritik değer	1.487
99% kritik değer	1.283
<b>IOTA</b>	<b>-6.038</b>
90% kritik değer	1.883
95% kritik değer	1.423
99% kritik değer	1.136
<b>NEO</b>	<b>-3.906</b>
90% kritik değer	2.094
95% kritik değer	1.528
99% kritik değer	1.275
<b>XRP</b>	<b>-8.490</b>
90% kritik değer	1.908
95% kritik değer	1.551
99% kritik değer	1.297

**Not:** Her iki teste ilişkin kritik değerler 1000 tekrarlı Monte Carlo simülasyonundan elde edilmiştir. Örnek hacmi tanımlayıcı istatistiklerde verildiği şekildedir. En düşük pencere hacmi 21 en büyük pencere hacmi 93 'dür.

Tablo 19 da SADF testi çıktısını incelediğimizde, 8 farklı kripto para biriminin tamamının %1 anlamlılık seviyesinin altında kaldığını ve sağ kuyruklu kritik değerleri geçemediğini görmekteyiz. Dolayısıyla “Piyasada Balon Yoktur” ifadesini temsil eden H<sub>0</sub> hipotezi reddedilememektedir.

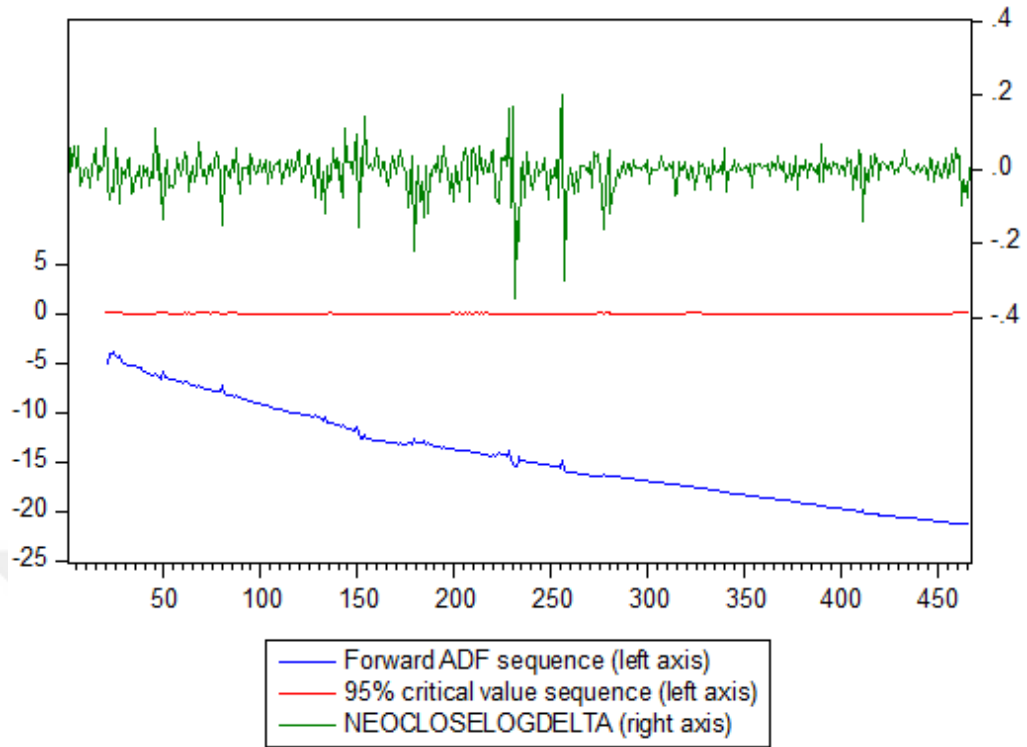
SADF testi sonuçlarına göre incelenen kripto para birimlerinde bir balon tespit edilememiştir. Sonuçları doğrulamak amacıyla 1000 tekrarlı Monte Carlo simülasyonu uygulanmıştır. %95 kritik değer seviyesinde SADF grafikleri aşağıda raporlanmıştır.

**Şekil 20: MIOTA ADF Süreci Kritik Değer Grafiği**



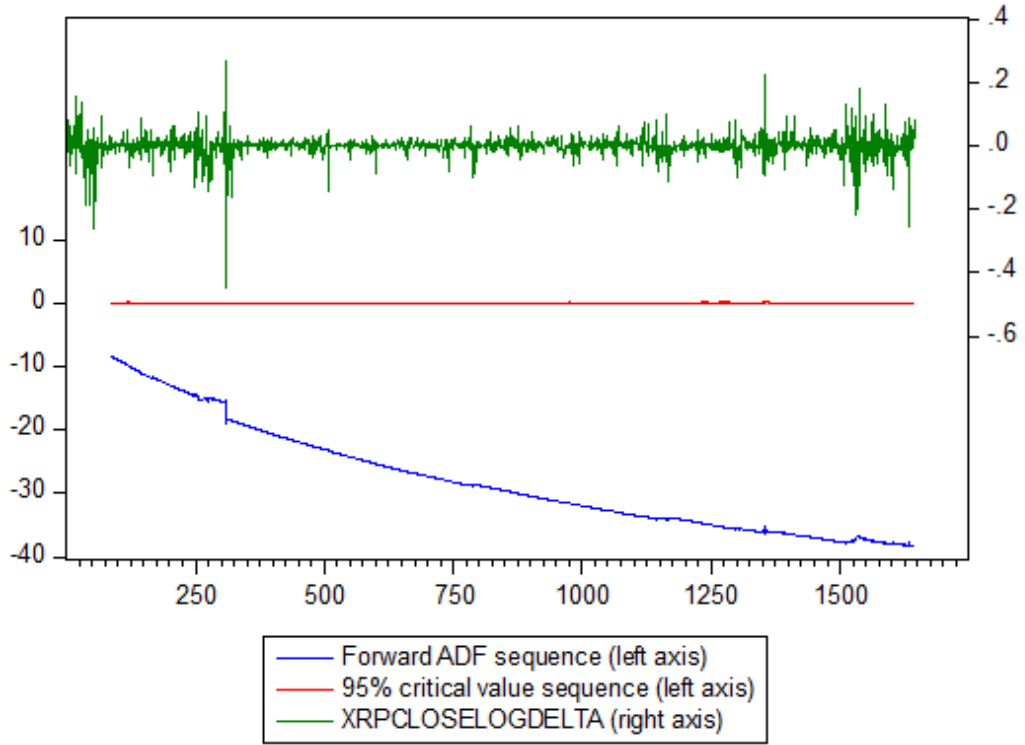
IOTA kripto para birimine ait kritik değerleri ve ADF sürecini incelediğimizde 60. Gözlem civarında kritik değere doğru bir hareketlenme gözlemliyoruz. Bu hareketin gerçekleştiği gözlem tarihlerini incelediğimizde aynı dönemde piyasa fiyatının büyük bir sıçrama yaşadığını gözlemliyoruz. Öte yandan 2 ay sonrasında bir doğrulama hareketiyle fiyat kademeli olarak ağırlıklı ortalamaya doğru doğrulanmıştır. Gözlem sayısı arttıkça fiyatın balon olmaktan uzaklaştığını doğrulamamız mümkündür.

Şekil 21: NEO ADF Süreci Kritik Değer Grafiği



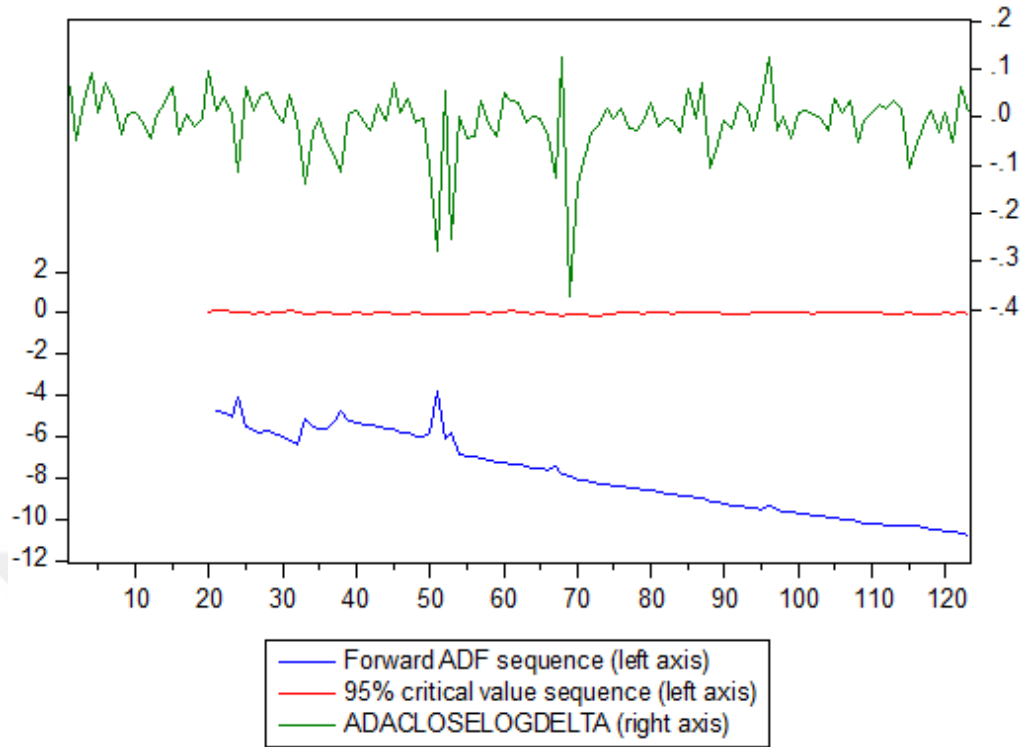
NEO için kritik değerleri incelediğimizde halka arz noktasından itibaren balon olmaktan uzak bir grafik seyri gözlemliyoruz. Buna ek olarak kapanış fiyatlarının logaritmik farklarını incelediğimizde küçük bir sapma aralığında birbirini izleyen sık dalgalanmalar gözlemlemek mümkündür. Erken dönemde piyasa fiyatında IOTA ya benzer bir sıçrama yaşamış olmasına rağmen, ADF sürecinin kritik değere doğru yaklaşma trendine hiç girmemiş olmasının sebebini her küçük sıçrayışın hemen ardından gelen doğrulama hareketlerine bağlamamız mantıklı bir açıklama olacaktır.

Şekil 22: RIPPLE ADF Süreci Kritik Değer Grafiği



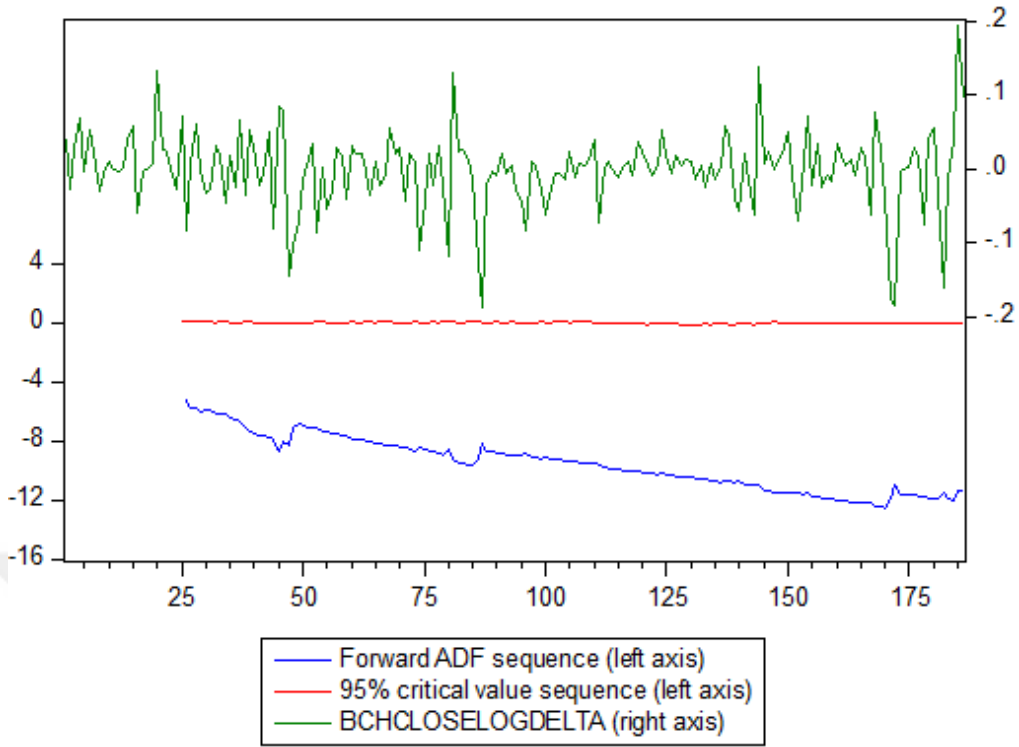
Ripple için kritik değerler grafiğini incelediğimizde kapanış fiyatlarının logaritmik farklarının karşılaştırmalı olarak daha küçük bir aralıkta dalgalandığını gözlemlemek mümkünken dönemsel olarak büyük şokların yaşandığını gözlemliyoruz. Bu büyük şoklardan en belirginini yaklaşık 325. Gözlem civarında görebiliyoruz. Bu dönemde mutlak değer olarak küçük görünen fakat yüzdesel bazda incelendiğinde % 400 seviyelerini bulabilen dalgalanmalar gözlemlemek mümkün oluyor. Yükseliş yönlü bu büyük şokun ise kritik değerlere etkisi sönümleyici nitelikte yansımaktadır. Bu şokların sönümleyici etkiler yaratmasındaki en büyük etkenin, ani artışları takip eden daha büyük ölçekteki doğrulama hareketleri olduğunu söylememiz kapanış fiyatlarının logaritmik farklarına bakarak mümkün olmaktadır.

Şekil 23: Cardano ADF Süreci Kritik Değer Grafiği



Cardano 'ya ait sonuç grafiğini incelediğimizde, seyrek ve büyük şoklar gözlemliyoruz. Bu durumun ortaya çıkmasına katkıda bulunan en büyük etken, gözlem sayısının küçüklüğüdür. ADF sürecini incelediğimizde, 23. gözlem ve 52. Gözlem noktalarında 2 adet büyük ve geçici şok gözlemlememiz mümkündür. Ek olarak 32. Gözlem noktasında oluşan 1 adet 2 kademeli ve kalıcı bir etkinin varlığından söz edebiliriz. Piyasaya çıktığı dönemdeki büyük fiyat sıçramalarının doğurduğu 23. ve 52. gözlem noktalarındaki etkiler, hemen artlarından doğrulamalarla takip edildikleri için geçici etki yaratmışlar ve kritik noktadan uzaklaşma eğilimini bozmuşlardır. Öte yandan 32. Gözlem değerindeki 2 aşamalı seyrin etkisi kalıcı olmuştur. Bunun nedeni doğrulayıcı bir negatif dalgayla takip edilmemesi ve piyasayı psikolojik olarak yeni bir fiyat seviyesine çıpalanmasıdır. İlerleyen dönemlerde ise piyasanın balon olmasını engelleyecek derece gerçekleşen doğrulamalar, trendi yeniden Balon sürecinden uzaklaştırmışlardır.

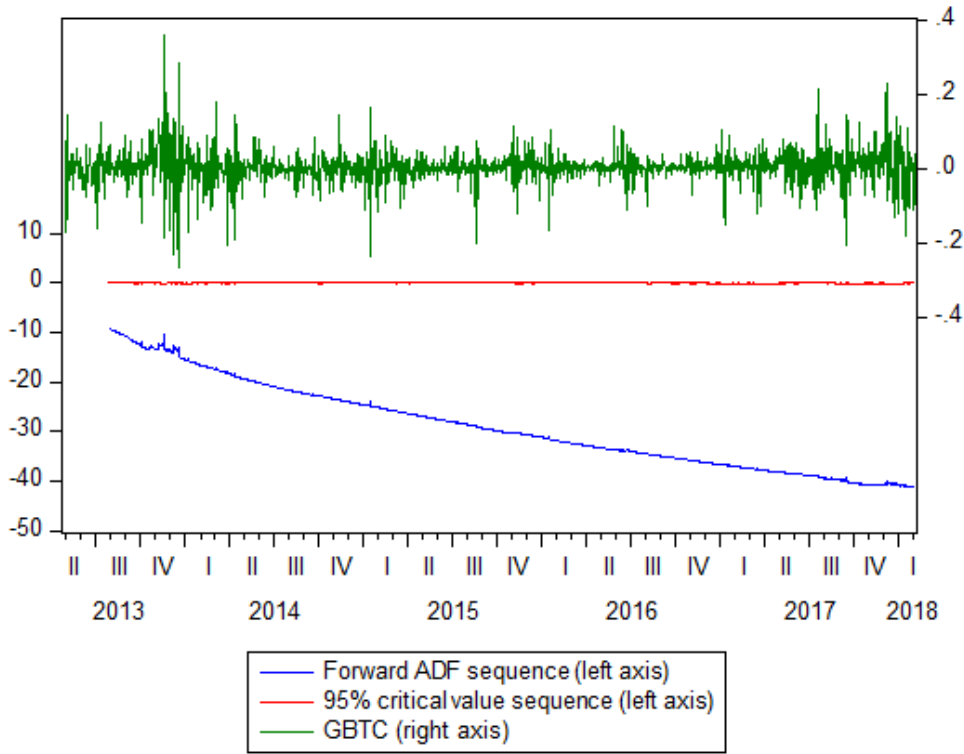
**Şekil 24: Bitcoin Cash ADF Süreci Kritik Değer Grafiği**



Bitcoin üzerindeki birkaç değişiklik ile hard fork oluşturan Bitcoin Cash serisini incelediğimizde 3 adet kalıcı etki yaratan dalga gözlemlememiz mümkün olmaktadır. Kritik değerlerde kalıcı dalgaların yeni bir psikolojik taban fiyat seviyesi belirlendiğinde meydana geldiğini düşünürsek, her şokun etkisinin pozitif yönde kalıcı olduğu bu para biriminin diğer kripto para birimlerinden farklı seyrettiğini görebiliriz. Bu farklı seyrin en büyük sebebinin kripto para biriminin bir hard fork sonucu ortaya çıkması olduğunu düşünebiliriz. Hard forklar sonucu ortaya çıkan kripto para birimlerinin kademeli bir şekilde kabul görme süreçlerinden geçtiği sonucuna varabildiğimiz grafikte kalıcı şoklara rağmen piyasanın Balon olmaktan oldukça uzak olduğunu gözlemlememiz mümkündür.

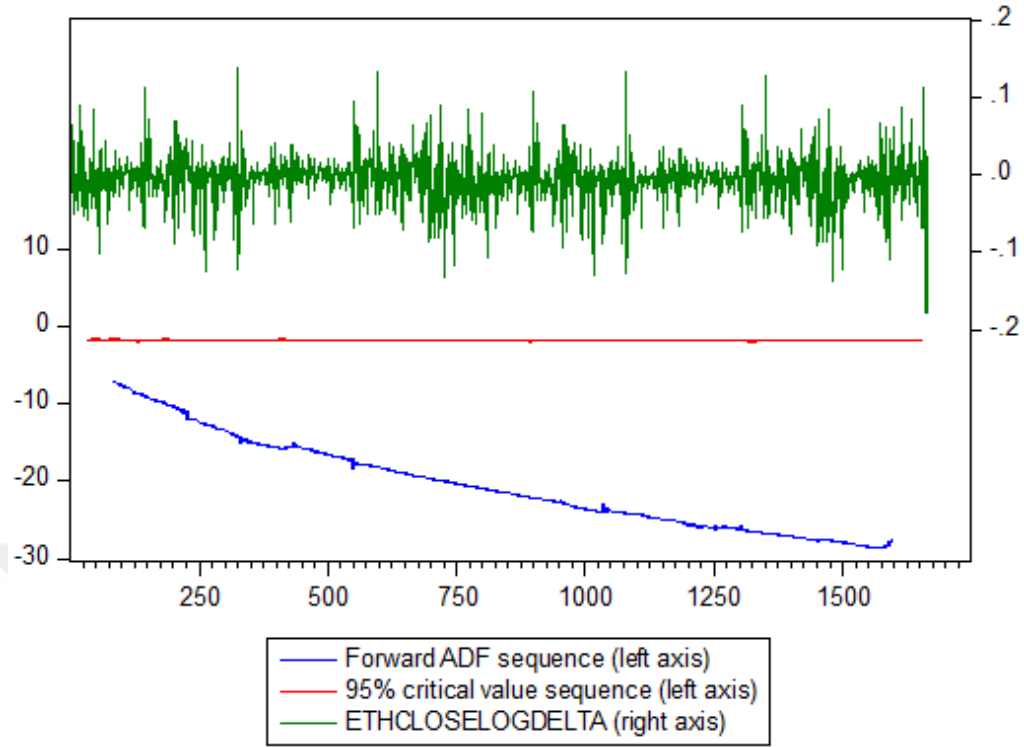


Şekil 25: Bitcoin ADF Süreci Kritik Değer Grafiği



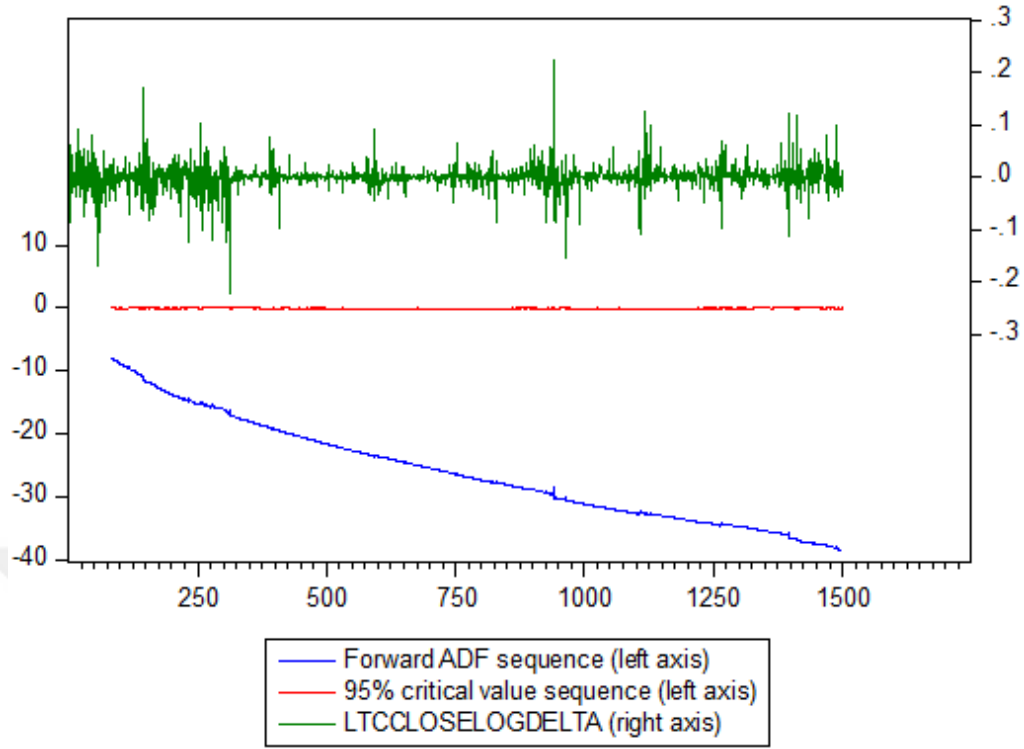
Bitcoin en eski ve en çok gözleme sahip kripto para birimi olarak dahi oldukça büyük bir sapma aralığında şoklar yaşamaktadır. Zaman ilerledikçe şokların belirgin şekilde küçüldüğünü gözlemleyebildiğimiz grafik, 2. Bölümde elde ettiğimiz bulguları doğrular niteliktedir. 2013 başlarında oldukça büyük dalgalanmalar yaşayan ilk kripto para birimi, özellikle piyasa değerinin maksimize olduğu 2017 başlarında oldukça küçük sapmalar yaşamaktadır. Bitcoin için ADF sürecini incelediğimizde ise neredeyse hiçbir geçici veya kalıcı şoka rastlamamaktayız. ADF sürecinin bu dönem içerisinde sürekli olarak sönümleniyor olması ise piyasada bir Balon olma ihtimalini ortadan kaldırır nitelikte bir bulgudur.

Şekil 26: Ethereum ADF Süreci Kritik Değer Grafiği



Piyasa değeri bakımından Bitcoin 'in en yakın takipçisi konumdaki Ethereum'a ait kapanış fiyatlarının logaritmik farklarını incelediğimizde tutarlı olarak yüksek sapmalar gözlemliyoruz. Bu bulgu, Ethereum 'un nispeten daha spekülative olarak kullanıldığına işaret edebilir olsa da sapmaların tutarlı bir aralık seyir etmesi piyasanın belirli bir hareket deseni takip ettiğini göstermektedir. ADF sürecini incelediğimizde ise ani şoklarla karşılaşmadan kritik değerlerden uzaklaşan bir tablo ile karşılaşırız. Bu kripto para biriminde de “Balon” davranışı olarak nitelendirilebilecek hareketlere rastlanmadığı sonucuna varabiliriz.

Şekil 27: Litecoin ADF Süreci Kritik Değer Grafiği



Litecoin, Bitcoin'den sonra gelen en eski kripto paralardan birisi olarak oldukça fazla gözlem sayısına sahiptir. Kapanış fiyatlarının logaritmik farklarını incelediğimizde belirli aralıklarla çok büyük şokların oluştuğunu ve bunlar haricinde oldukça stabil seyreden bir kripto para birimi olduğunu söylememiz mümkün olur. Büyük şokların gerçekleştiği tarihleri incelediğimizde hemen her birisinin LTC 'nin kurucusu olan Charlie Lee tarafından yapılmış bir açıklamaya verilmiş tepki olarak yorumlanabileceğini görmekteyiz. Bu senaryoya rağmen, ADF sürecini incelediğimizde kritik değerden tutarlı olarak uzaklaşan bir grafik karşımıza çıkmaktadır. Bu kripto para birimi de SADF testi sonuçlarına göre Balon niteliği taşımamaktadır.

### 3.5 Kripto Para Piyasalarında Fiyat Balonu

İkinci bölümdeki bulgularımız ışığında, kripto para birimlerinin fiyat hareketlerini, literatürde yaygın olarak kullanılan fiyat balonu analizi yöntemlerinden, SADF modelini kullanarak analiz ettiğimizde, incelediğimiz kripto para birimlerinin hiç birisinde “Balon” varlığına işaret eden bir bulguya rastlanmamıştır. Grafikleri de göz önünde bulundurarak bulgular incelendiğinde, bazı kripto para birimlerinin belirli dönemlerde “Balon” benzeri hareketleri olsa da bunların kısa vadede gelen düzeltme hareketleriyle nötrlendiğini ve fiyatların yeniden ortalamaya döndüğünü gözlemlemek mümkündür. Piyasadaki hızlı bir fiyat değişiminin bir balon mu yoksa manipülasyon mu olduğuna karar vermek için mantık çerçevesinde birkaç faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Öncelikle, bir hareketin balon veya manipülasyon olarak nitelendirilebilmesi için, piyasanın normal seyrini bozucu etki yaratması gerekmektedir. 10 yıldır her yıl %3 fiyat artışı gözlemlenen bir piyasada aniden 1 saat içerisinde %1 lik bir artış gerçekleşiyorsa bu hareketin manipülatif bir çaba veya bir balon olduğunu söylemek yanlış olmaz. Öte yandan, bahsi geçen ani fiyat değişimi, ani bir düşüşü takip eden bir toparlama hareketiyse, bu hareketi balon veya sıçrama olarak nitelendirmek doğru olmayacaktır. Fiyatın ani bir değişimden sonra eski seviyesine döndüğü durumlar genellikle düzeltme olarak nitelendirilmektedir

Bulgular yorumlanırken göz önünde bulundurulması gereken önemli bir nokta ise, piyasadaki fiyatların “Balon” olarak nitelendirilmemesinin fiyatların düşmeyeceği anlamına gelmiyor oluşudur. Fiyatların “Balon” olması, patlayıcı olarak tasvir edilebilecek derecede yükselme ve ardından bunu takip eden çakılma şablonunu ifade etmektedir. Dolayısıyla, ayı piyasalarında gözlemlendiği gibi kademeli olarak yaşanan düşüşler ve yükselişler “Balon” konusunun kapsamına girmemektedir. Bu analizden elde edebileceğimiz en büyük çıkarım, kripto para piyasalarının bir hafta içerisinde birden tüm değerini kaybedecek şekilde bir dalga oluşturacak olmasının bulgular doğrultusunda beklenmiyor oluşudur.

Araştırmanın bu aşamasına kadar elde edilen bulguların işaret ettiği sonuç, kripto para birimi fiyatlarının uzun vadede bugün bulunduğu seviyelerden kademeli olarak düşecek olmasıdır. Bu düşüş süreci esnasında ani düşmeleri takip eden daha küçük çaplı toparlanmalar ile dalgalanmalar oluşması olasılıklar dahilindedir. Bu sıçramaların piyasadaki işlem hacmi ve piyasa fiyatı azaldıkça artacağına dair beklentilerin kaynağı ise, piyasada varlığının birçok çalışma kapsamında (Bratspies,

2018; Chohan, 2017; Corbet, Larkin, Lucey, & Yarovaya, 2018; Guides, 2018; Shroff & Venkataraman, 2017)ispatlandığı Pump & Dump tipi manipölasyonlardır.

Hiçbir düzenleyici kurumun bulunmadığı kripto para piyasalarında, manipölasyonun önüne geçecek bir sistem bulunmadığından, kripto para piyasaları manipölatörler için adeta bir cennet haline dönüşmektedir. Kripto para birimleri piyasasında geleceği tahmin etmeyi zorlaştıran ve bir fiyatlama modeli oluşturulmasını da imkansız hale getiren bu manipölasyonlar ortadan kaldırılmadan bu piyasaların yaygınlaşması mümkün değildir. Çalışmanın bir sonraki bölümünde, kripto para piyasalarındaki Pump & Dump tipi manipölasyonların inceleyerek ve bazı uzmanların savunduğu üzere (Heid, 2013; Porter & Rouse, 2016) piyasa hacminin yeteri kadar büyümesiyle uzun vadede bu manipölasyonların ortadan kalıp kalkmayacağı sorgulanacaktır.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### PUMP&DUMP MANİPULASYONLARININ ANALİZİ

Çalışmanın bu kısmında kripto para piyasalarındaki en yaygın manipülasyon yöntemi olan Pump & Dump manipülasyonları ele alınmıştır. Kripto para piyasalarının gelişebilmesinin önündeki en büyük engellerden birisi olarak görülen bu manipülasyon tekniğinin, piyasalar belirli bir olgunluğa ulaştıktan sonra gerçekleştirilmesinin mümkün olup olmayacağını sorgulama amacıyla Bitcoin piyasası verileri üzerinde sıçrama analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla Jump-Difüzyon analizi yöntemiyle dakikalık frekansta 1.162.887 gözlem kullanılmıştır. Bitcoin piyasası üzerinde gerçekleştirilen bu analizini yanı sıra, online bir borsada bir Pump and Dump operasyonuna dahil olmak suretiyle vaka analizi yapılmış ve sonuçlar raporlanmıştır.

#### 4.1 Pump & Dump Manipülasyonları

Günümüz konvansiyonel piyasalarının düzenleyici kurumlar tarafından denetlenmesinin ve kontrol edilmesinin başlıca nedeni, yatırımcıların piyasada daha yüksek getiri elde etmek amacıyla manipülatif işlemlere başvurma eğilimidir. Manipülasyon, belirli bir çıkar grubunun piyasada uydurma bilgiler veya yapay ticari hareketler vasıtasıyla yatırımcıların yanlış yönlendirilerek haksız kazanç elde ettiği durumdur. Dünyanın hemen her ülkesinde denetçi kurumlar tarafından tespit edildiğinde adli suç kapsamına girerek cezalandırılan alan bu eylem, denetçi kurumların varlığı sayesinde çoğunlukla engellenmektedir. Öte yandan kripto para piyasalarının günümüzdeki formunda böyle bir kurum var olamamaktadır.

Kripto para birimlerini Bitcoin'in piyasaya çıkışından itibaren en iyi tanımlayan cümle, "Merkezi Olmayan Para Birimi" olmuştur. Bir para birimi veya varlığın, Merkezi olmaması, finansal açıdan 1. Bölüm kapsamında değindiğimiz üzere büyük bir finansal hizmet potansiyeli taşımasına karşın, düzenleyici kurumların varlığını imkânsız kılmaktadır. Konvansiyonel piyasalarda ciddi bir suç olan manipülasyon, kripto para piyasalarında henüz bir yaptırıma sahip değildir. Bu durum kripto para piyasalarında organize ve programlı olarak manipülasyonların gerçekleşmesine yol açmaktadır. Kripto para piyasalarında manipülasyon

gerçekleştirmeyi amaçlayan gruplar, internet üzerinde bir çok platformda kendilerine katılımcı toplamaktadırlar. Basit bir Google aramasıyla “Pump and Dump Cryptocurrency” yazdığımızda karşımıza çıkan tüm sonuçlar bizi bu adı konulmamış suç şebekelerinin medya platformlarına yönlendirmektedir.

Neredeyse hiçbir düzenleyici kurumun bulunmadığı kripto para birimleri piyasası, Adam Smith in savunduğu kapsamda “Serbest Piyasa” (Smith & McCulloch, 1838) tanımına uymaya en yakın piyasa olarak görülebilir. Sistemi tam anlamıyla serbest piyasa olmaktan uzaklaştıran en büyük etken ise piyasadaki ortak çıkar gruplarının organize olarak yarattıkları manipülasyonlardır.

Bu çalışma kapsamında süreçleri doğru yorumlayabilme amacıyla en büyük kripto borsalardan birisi olan Binance’e üyelik alınarak 6 ay boyunca Telegram uygulaması üzerinden çalışan bir Pump & Dump grubuna üye olunmuştur. Bu grup üyeleriyle birlikte hareket edilen hesapta saniyeler içerisinde elde edilen getiriler raporlanmıştır.

#### **4.2 Pump & Dump Vaka Analizi**

Kripto para piyasalarında en yaygın gerçekleşen manipülasyon tipi Türkçede “Keriz Silkeleme” terimine karşılık gelen Pump & Dump manipülasyonlarıdır. Bu manipülasyon tipinin genel olarak uygulanış şekli aşağıdaki gibi gerçekleşmektedir.

Grup yöneticileri piyasada küçük hacimde işlem gören kripto para birimlerini tespit eder. Bunların içerisinde volatilitesi yüksek ve hacmi oldukça düşük olan, genellikle piyasaya yeni çıkmış bir alt coin kurban seçilir. Kurban olarak seçilen bu kripto paranın hangisi olduğunu grup üyeleri son saniyeye kadar bilmezler. Grup yöneticileri keriz silkeleme operasyonu için tüm alt üyelere belirli bir tarih gün ve dakika belirtir. Bu dakika gelmeden saniyeler önce, yöneticiler minimum fiyattan bu kripto paraları satın alarak kendi pozisyonlarını garantiler. Bundan birkaç saniye sonra da diğer üyelere Bu kripto paranın isimi verilir. Bundan sonra toplu alım başlar. Kripto para birimini sinyalden önce satın alanlar, dakikalar içerisinde %100 ve üzerinde getiri elde edebilirler. Sosyal medyada yayınlanan kontrollü dezenformasyon yöntemleriyle desteklenen manipülasyona, kripto para biriminin değerinin yükseldiğini gören bağımsız yatırımcılar da katılır. Dakikalar ve hatta bazı durumlarda saniyeler içerisinde erken pozisyon alan manipülatörler yüksek fiyat seviyelerinde karlarını realize ederler. Bu çıkış esnasında fiyatta sert bir çakılma başlar. Piyasaya tepe fiyattan

giren bağımsız yatırımcılar saniyeler içerisinde tüm yatırımlarını kaybederken, organize suç şebekesi ve takipçileri yüksek karlar elde ederler.

Sürecin nasıl ilerlediğini uygulamalı olarak görebilmek için Binance isimli siteden açılan kullanıcı hesabı ve Telegram programı üzerinden sinyal gönderen bir Pump & Dump grubuna üye olunmuştur.

#### Şekil 28: Binance IOTA İşlemler Geçmişi

Zaman	Çift	Tip	Fiyat	Tamamlandı	Toplam
00:30:58	IOTA/BTC	Satın al	0.00020834	79.00000000	0.01645885
20:01:15	ICN/BTC	Sat	0.00040000	41.00000000	0.01640000
20:00:44	ICN/BTC	Satın al	0.00032500	42.00000000	0.01365000
19:47:46	IOTA/BTC	Sat	0.00025453	54.00000000	0.01374462
12:07:48	IOTA/BTC	Satın al	0.00025101	55.00000000	0.01380555

En alttaki işlem en eski işlem olacak şekilde sıralanmış olan işlem geçmişinde 12:07:48 zamanında gruba toplu olarak IOTA ya geçme talimatı gelmiştir. İşlemin gerçekleşmesinden 15 dakika öncesinde (19:47) ise grubun toplu şekilde IOTA biriminden BTC ya geçiş yaptığı görülmektedir. Bunun sebebi, kurban olarak seçilecek kripto para birimine dönüşüm yaparken çapraz işlemden dolayı gecikme yaşamayı engellemektir. Binance ve birçok kripto borsa dönüşüm için ortak para birimi olarak BTC veya ETH kullanımını zorunlu tutmaktadır. Buna ek olarak, alt coinler BTC cinsinden değerlendirildiği için, sinyal geldiği saniyede çarpaz kur sebebiyle fazladan 1 işlem gerçekleşmesi gerekecektir ve dolayısıyla sinyale geç tepki verilmiş olacaktır.

20:00:44 saniyesinde operasyon sinyalinin verildiği gözlenmektedir. Kurban olarak seçilmiş para birimi ICN dir. Grup toplu bir şekilde 0.000325 BTC ye aldığı ICN yi sadece 31 saniye sonra 0.0004 BTC ye satmıştır. Bu, sadece 31 saniyede %25 artışa karşılık gelmektedir. Bu karlılık oranı sinyali saniyeler sonra alan bir deneme hesabın karlılık oranıdır. Grup yöneticilerinin karları ise bunun çok üzerinde gerçekleşmektedir. Bir sonraki adımda ise, aynı gece 00:30:58 de gerçekleşen emirle yeniden IOTA para birimine dönüldüğü görülmektedir. Toplu olarak çıkışın IOTA da yarattığı etki sebebiyle IOTA saatler içerisinde 0.00025101 seviyesinden 0.00020834



seviyesine düşmüş durumdadır. Yeniden pozisyon alındığında ise satın alınan IOTA miktarı 79 adettir. Aynı günün öğlen saatinde 55 IOTA ya sahip olan portföy çiftli manipülasyon sayesinde yarım günde IOTA bazında % 43,6 büyüyerek değerini 79 IOTA ya çıkartmıştır.

Hisse senedi piyasalarında gözlenmesi imkansıza yakın olan bu karlılık oranları, belirli bir kesimin piyasada bir düzenleyici olmamasını istismar ederek faydalandığı sistemsel bir açıktan kaynaklıdır. Bu sistemsel açık sonucunda elde edilen haksız kazancın yanı sıra, kripto para piyasalarının varlığını tehdit edecek büyüklükte problemler ortaya çıkmaktadır.

#### **4.2.1 Manipülasyonun Kripto Para piyasalarına Olumsuz Etkileri**

Manipülasyonun varlığı elbette ki her piyasa açısından olumsuzdur. Fakat konu kripto para piyasalarına geldiğinde yıkıcı etkisi bütün piyasanın varlığını tehdit edecek derecede yüksektir. Kripto para piyasalarının Pump & Dump tipi manipülasyonlara karşı aşırı hassas oluşunun temel sebebi, kripto paraların varoluşunun temelinde yatan ICO ve Fork mekanizmasıdır.

Bölüm 1 de açıklandığı üzere, ICO ve Fork mekanizması bir önceki nesilden daha gelişmiş teknolojik ve ekonomik alt yapıya sahip yeni paraların doğuş sürecidir. Pump & Dump manipülasyonlarının kurban olarak hedef aldığı kripto paralar da tam olarak bu sistemin gelişmesini sağlama potansiyeline sahip, piyasaya yeni giriş yapmış, Fork veya ICO yöntemiyle arz edilen giren kripto paralardır. Manipülatif süreçlerle volatilitesi aşırı yükseltilen bu yeni para birimleri, finans bilimine ait klasik risk ve getiri ilişkisinden dolayı çoğu yatırımcı için yatırım yapılamaz seviyeye düşer. Piyasa değeri finans tarihinde görülmemiş volatilitelere sahip olan yeni kripto para birimleri, yapısal olarak ne kadar gelişmiş ve modern bir teknolojiye sahip olursa olsun, genel kitleler tarafından kabul gören bir para birimi olabilmek için fazla risklidir. Dolayısıyla sistemin içerisine yerleştirilmiş doğal seleksiyon mekanizması işlevini yitirir.

Güvenilen bir kripto para biriminde meydana gelen, manipülasyon kaynaklı ani bir çakılma, henüz spekülörlerin ağırlıkta olduğu genç ve sığ piyasalarda zincirleme çakılmaları tetikleyerek bir kartopu etkisi gösterebilir. Buna ek olarak içsel değeri oldukça yüksek olmasına rağmen, henüz algılanan değeri düşük olan, yeni arz edilmiş kripto para birimlerindeki dönemsel fiyat sıçramaları veya çakılmaları, volatilitmeyi

getiriye göre aşırı yükselterek, potansiyel yatırımları engelleyebilir. Başarı potansiyeli yüksek yeni kripto para birimlerinin piyasaya girişinin engellenmesi ise, sürekli daha iyi ve daha gelişmiş kripto para birimlerinin doğal seçilim ile birbirini elemesi ile gelişen kripto para piyasaları için kısırlaştırıcı bir etkiye sahiptir. Bu nedenle fiyat sıçramaları, hem toplu fiyat hareketlerinin modellenmesi hem de yeni kripto para birimlerinin piyasaya giriş yolunu tıkaması bakımından kripto para piyasalarının geleceği için kritik bir role sahiptir.

### **4.3 Jump Difüzyon Analizinin Amacı**

Bu bölüm kapsamında gerçekleştireceğimiz Jump analizi, Bitcoin gibi nispeten uzun ömürlü bir piyasada, piyasa derinliği arttıkça Jumpların kuvvetinin ve sıklığının nasıl değiştiğini gözlemlene amacıyla gerçekleştirilecektir. Eğer ki piyasanın derinleşmesi manipülatörlerin artık fiyatı etkileyemeyecekleri anlamına geliyor ise olgun kripto para birimleri için uzun vadede endişelenmeye gerek olmadığı sonucuna ulaşabiliriz. Bununla birlikte bu analiz, halen piyasaya ICO veya Fork yöntemiyle yeni giren kripto paralar için nasıl bir koruma yöntemi oluşturmamız gerektiğine dair fikir edinmemize de yardımcı olacaktır.

### **4.4 Jump Analizleriyle Yapılmış Benzer Çalışmalar**

Kripto para birimleri piyasasında fiyat sıçramalarını veya çakılmalarını Jump veya türevi yöntemler kullanarak tespit etmeyi hedefleyen çalışmalar içerisinde konuyu Pump & Dump manipülasyonlarının trendiyle ilişkilendiren başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu durum çalışmanın orijinalliğine katkıda bulunurken sonuçların karşılaştırılabilirliği açısından olumsuz bir tablo yaratmaktadır. Veri setinin henüz kısıtlı olması ve konunun finans bilimi kapsamında oldukça az kişi tarafından araştırılıyor olması bu durumun olası sebepleridir. Bu nedenle literatür taraması bölümünde, kripto para birimleri piyasasını Jump süreci veya türevi başka bir yöntemle analiz eden çalışmalara odaklanılmıştır.

Literatür genel olarak değerlendirildiğinde 2014 ve öncesi çalışmalar çoğunlukla Bitcoin'in her an "Çakılıp" değerini sıfırlamak üzere olan bir balon olduğuna işaret etmektedirler. 2014 sonrası çalışmalarda "Çakılma" konsepti yerine

fiyat “Sıçrama”larını modelleme amaçlı çalışmalar literatürde yerini almaya başlamışlardır. Aşırı kötümser senaryolar yerini aşırı iyimser senaryolara bırakmaya başlamıştır ve kripto para birimlerinin geleceğin ulusal rezerv para birimi olacağını dahi iddia eden çalışmalar(Darlington III, 2014; Turpin, 2014; Vigna & Casey, 2016) literatürde yer bulmuştur.

2014 ve öncesi dönemde Bitcoin fiyatlarında aşırı volatilité ve sıklıkla Sıçramalar olduğunu belirten çalışmasında Gronwald (Gronwald, 2014), otoregresif sıçramaları dikkate alan GARCH modelleri kullanarak fiyat serilerini analiz etmiştir. Çalışmasında elde ettiği bulgulardan yola çıkarak piyasanın sıklıkla sıçrama yaşadığı ve yüksek volatilitéye sahip olduğu sonucuna varmıştır. Bununla birlikte bu özelliklerin olgunlaşmamış piyasalar için normal olduğunu ve ilerleyen zamanlarda bu durumun değişebileceğini belirtmiştir.

2014 öncesi çalışmalarla paralel olarak, Bitcoin veri setinin 2011-2013 yılları arasında yüksek frekansla analiz ettikleri çalışmalarında, (Scaillet, Treccani, & Trevisan, 2017) Scaillet ve diğerleri, veri setinde sıklıkla sıçramalara denk geldikleri fakat bu sıçramaların kalıcı fiyat artışına sebep oldukları sonucuna ulaşmışlardır.

Geçiş döneminde ise bir çok çalışma 2014 ve öncesi çalışmaların sonuçlarının 2014 sonrası verilerle birlikte tekrarlandığında çok farklı sonuçlar verdiğini not ederek literatürün güncellenmesi konusunda fikirlerini beyan etmişlerdir. Bu çalışmalardan birisi Vockathaler’e ait 2015 yılında basılan çalışmadır (Vockathaler, 2015). GARCH modelleri kullanarak Bitcoin serisi içerisindeki volatilitéyi modelleyen Vockathaler, volatilité yapısının ciddi şekilde değiştiğini ve serilerin beklenmedik şoklara karşı daha dirençli olduklarını belirterek literatürdeki dönüm noktasını gözler önüne sermiştir.

Konvansiyonel finansal piyasalar için Pump & Dump manipülasyonlarını gerçekleştirmeden önce algılayabilen bir sistem tasarlama amacıyla vaka analizleri üzerinden yaptıkları çalışmalarında, (Zaki, Diaz, & Theodoulidis, 2012) Zaki ve diğerleri, bizim çalışmamız kapsamındaki benzer eş zamanlı sürü hareketlerini izleyen bir sistem önermişlerdir. Günümüzde benzer sistemlerin kripto para birimlerinde uygulanması için çalışmalar devam etmektedir.

Macdonell 2014 yılında Bitcoin’in patlamak üzere olan bir balon olduğu varsayımıyla, patlamanın ne zaman gerçekleşeceğini tahminlemek için ARMA yöntemi ile birlikte Jump sürecinin bir türevi olan, Log Periodic Power Law modellerini Bitcoin fiyatları veri seti üzerinde kullanmıştır (MacDonell, 2014).

Çalışması sonucunda Bitcoin in fiyatındaki artış sebebinin, Bitcoin'in sahip olduğu teknolojik özellikler değil, geleneksel yatırım araçlarından farklı yerlere yatırım yapan yatırımcı ve portföy yöneticilerin tutumları olduğunu iddia eden MacDonell, Bitcoin'in ne zaman çakılacağına dair isabetli bir tahminde bulunmamıştır.

Literatürde çalışmamız kapsamında en yakından örtüşen çalışma, 2018 yılında yayınlanan, kripto para piyasalarından Ripple ve Bitcoin in volatilitelerinde uzun hafıza özelliği arayan Philip ve diğerlerine, (Phillip, Chan, & Peiris, 2018) ait çalışmadır. Çalışma sonuçları da benzer şekilde olup, Bitcoin fiyat davranış deseninin ilk çıktığı kısa bir dönem haricinde sıçramalar halinde olmadığı yönündedir.

Jump difüzyonu yöntemini kullanarak kripto para birimleri üzerine çalışan en güncel makale (Chen, Hårdle, Hou, & Wang, 2018) Bitcoin piyasasının türev enstrümanları üzerine hazırlanmıştır. Çalışma kapsamında Bitcoin opsiyonları fiyat serisi ve Bitcoin spot değerleri, korelasyonla ilişkilendirilmiş stokastik volatiliteler modelleri kullanarak analiz edilmiştir. Çalışma bulgularına göre, Bitcoin piyasasının erken dönemdeki hızlı yükselişinde Sıçramalar önemli rol oynamıştır ve adeta pazarın bütünleşik bir parçası olmuştur. Bu bulguya ek olarak opsiyon fiyatları simülasyon yöntemiyle tahmin edilmeye çalışılmıştır. Sıçramalar modele dahil edilmediğinde opsiyon işlem fiyatlarının tespiti başarısız olurken, sıçramalar modele eklendiğinde istatistiksel olarak anlamlı yakınlıkta opsiyon fiyatı tahminlemesi gerçekleşmiştir. Makale, sıçramaların belirli bir desen çizerek gerçekleştiğine işaret ederken pazarda fiyatların şekillenmesinde kritik rol oynadığını belirtmektedir.

Chen ve diğerlerine ait bu çalışmanın bulguları konumuz açısından özellikle önemlidir. Bunun nedeni çalışma bulgularının, Bitcoin 'in bugünkü fiyat seviyesine sıçramalar sayesinde geldiğine işaret etmesidir. Bu bulguyu 3. bölümdeki balon analizimizde elde ettiğimiz bulgularla birleştirdiğimizde, fiyatların şuan olması gerekenin üzerinde olduğuna kanaat getirebiliriz. Öte yandan piyasada balon tipi hareketler gerçekleşmediği için, 2018 in sonuna kadar kripto para birimlerinde kademeli düşüşler gerçekleşeceğini öngörebiliriz. Bununla birlikte makale, piyasadaki sıçramaların tamamının manipülasyondan kaynaklı olmayabileceğine ve piyasanın normal hareketlerinin sıçramalar şeklinde olduğuna işaret ediyor da olabilir. Yüksek frekanslı serilerle çalışarak bu konuya kendi Jump difüzyon modelimizle açıklık getirebiliriz.

#### 4.5 Jump-Difüzyon Analizinde Kullanılan Veri Seti

Çalışmada 24.10.2015 ile 7.1.2018 tarihleri arası dakikalık frekansta veri kullanılmıştır. Jump-Difüzyon testinde kullanılabilmesi için veriler, ilgili tarihler arası günleri temsil eden 807 satıra karşılık gelen ve her birisi günün 1 dakikasını temsil eden 1440 sütun içerisinde fiyat bilgileri bulunacak şekilde dizilmiştir. Bu yöntemle oluşturulan 1.162.887 adet gözlem Jump-Difüzyon analizine tabi tutulmuştur. Jump difüzyonu analizini en isabetli şekilde gerçekleştirebilmesi amacıyla mümkün oldukça yüksek frekansta veri kullanılmıştır.

#### 4.6 Jump-Difüzyon Yöntemi

Jump-Difüzyon modeli, gözlemlerin belirli desen izleyerek veya rassal aralıklarla sıçramalar gösterdiği ve sıçrama sonunda öngörülebilir belirli bir davranış (düzeltme gibi) izlemediği stokastik bir süreçtir. Sıçramalar haricinde bir sonraki gözlemi tahmin etmek geçmiş seriler incelenerek mümkün değildir. Fizik alanında Manyetik bağların modellenmesinden, bilgisayarların desenleri tanıyarak görme yetisi kazanması süreçlerine kadar birçok bilim dalında kullanılan bir modeldir. Finans alanında en bilinen uygulaması ise opsiyon fiyatlama modellerindeki kullanımındır.

Jump-Difüzyon modeli Robert C. Merton tarafından 1976 (Merton, 1976) yılında Jump modellerinin opsiyon fiyatlama sürecinde kullanılmak üzere modifiye edilmesiyle ortaya çıkmıştır. Sıçrama veya Jump olarak isimlendirilen durum fiyatların, beklenen volatilité sınırları çerçevesinde açıklanamayacak derecede hızla değişim göstermesidir. Bu sıçramalar negatif yönlü olduğu durumlarda literatürde negatif sıçrama veya çakılma olarak ifade edilmektedir. Konvansiyonel finansal piyasalar için, Jump piyasaya yeni giren bilgiye piyasanın verdiği kısa vadeli geçici veya kalıcı tepkiyi göstermektedir. Literatürde çok sayıda çalışmanın (Scott, 1997; Kou, 2002; Kou & Wang, 2004; Cartea & Figueroa, 2005) sıçramaları bu şekilde tanımlıyor olmasının sebebi konvansiyonel piyasalarda manipülatif hareketleri engelleyen düzenleyici kurumlar olmasıdır. Bu sebeple fiyattaki ani sıçramalar yorumlanırken bir manipülasyondan kaynaklı olma ihtimali göz ardı edilebilecek kadar küçüktür.

Tankov ve diğerlerinin 2009 yılında Jump-Difüzyon modellerini açıklama ve kullanımını öğretme amaçlı hazırladıkları çalışmalarından (Tankov & Voltchkova, 2009) alıntı yaparak Jump-Difüzyon modelini aşağıdaki şekilde ifade edebiliriz:

$$dp_t = \mu_t dt + \sigma_t dW_t + k_t dq_t \quad 0 \leq t \leq T$$

Bu modelde  $\mu_t$  sınırlı varyasyon sürecini,  $W_t$  Brownian hareket sürecini ve  $q_t$  sayma sürecini temsil etmektedir. Bu modelde denklemin sonucu 1 e eşit olduğu durumda bir sıçramanın varlığından bahsedebiliriz. Aynı şekilde 0 a eşit olduğunda da jump durumunun varlığından söz etmemiz mümkün değildir.

Bu modele göre hisse senetlerinin veya hisse senetlerine dayalı türev menkul kıymetlerin sıçrama desenlerinin Poisson sürecine göre dağılmaktadır. Dolayısıyla gerçekleşen volatilité (Realized Volatility) de sürecin bir bileşenidir. Gerçekleşen volatilité modelini de daha sonra kullanmak için aşağıdaki gibi belirtelim:

$$RV_t = \sum_{j=1}^M r_{tj}^2, t = 1, \dots, T$$

Kripto para birimlerine uygun olarak Sıçrama bileşenlerini ayırabilmemiz için Jump sürecinin Bipower olarak isimlendirilen versiyonunu kullanmamız gerekmektedir. Bunu sebebi modelin Bipower versiyonunun, az rastlanır ve kuvvetli sıçramaları da tespit edebilme kapasitesine sahip bir model versiyonu olmasıdır. Bu versiyonu ilk defa 2004 yılında Barndorff-Nielsen ve Shephard (Barndorff-Nielsen & Shephard, 2004) ortaya koymuşlardır. Modelin Bipower versiyonu aşağıdaki gibidir:

$$BV_t = \mu_1^{-2} \frac{M}{M-1} \sum_{j=2}^M |r_{tj}| |r_{tj-1}|, \quad t = 1, \dots, T$$

Bu modelde  $\mu_1 = \sqrt{2/\pi}$  dir. M ise günlük getiri oranını temsil etmektedir. Bu durumda  $RV_t - BV_t$  her bir gözlem dönemi için sıçramaların karelerinin toplamını vermektedir. Çalışmamızda kullanılan analizde Jump-Difüzyon yönteminin Bipower varyans versiyonu yukarıda belirtildiği şekilde kullanılmıştır.

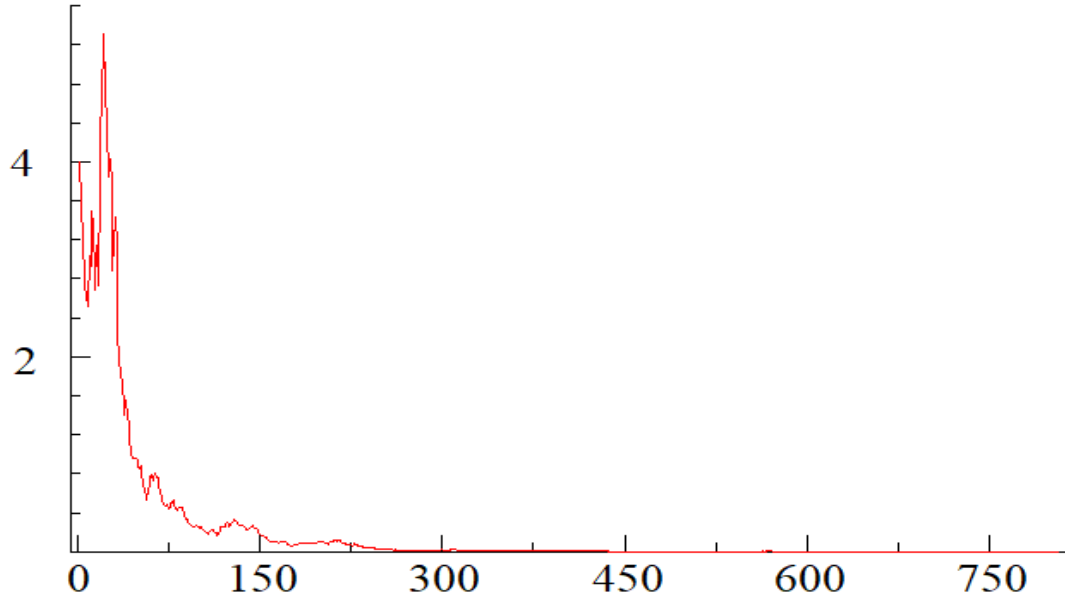
#### 4.7 Bulgulara Dair Yorumlar

Analiz bulguları aşağıdaki gibidir:

Tespit edilen Sahte sıçrama sayısı: 40.35 ( H0 Hipotezi= Sıçrama yok)
Tespit edilen Sıçrama sayısı: 1
Sıçramaların Veri seti Boyutuna Oranı: 0.00123916
Kritik Değer: 1.64485
Kritik (Prob) Değeri: 0.05

Analiz bulgularına göre Bitcoin fiyat serisi içerisinde sadece 1 sıçrama bulunmaktadır. Sıçrama istatistiksel olarak %5 seviyesinde anlamlıdır. Buna ek olarak kritik değer, sisteme gelen şokların etkisinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

**Şekil 29: Jump Difüzyon Bipower Varyansları**



Bipower varyansları grafiğini incelediğimizde sıçramanın oldukça erken bir gözlemlerde karşımıza çıktığını görmekteyiz. Sıçrama hareketlerinin, gözlem sayısı arttıkça hem sayı hem de ölçek olarak sönümlendiği gözlemlenmektedir. Bu bulgular ışığında kripto para piyasalarından en eski ve olgunu olan Bitcoin piyasası için, manipülatif müdahalelerin piyasa büyüdükçe ortadan kalkmaya başladığını söyleyebiliriz. Bunun en belirgin muhtemel sebebi manipülatörlerin piyasayı etkileyebilecek büyüklükte sermayeye sahip olamamasıdır. Araştırmadan elde ettiğimiz bulgular, kripto para piyasalarında sıçramaların etkilerinin kalıcı olduğuna işaret ettiğinden, 2015 dönemindeki hızlı yükseliş dalgasının başlangıç noktasına denk gelen gözlemlerde, bir sıçrama ortaya çıkmış olması beklenmedik değildir. Bu durum, kripto para biriminin dışsal müdahaleler sonucunda artması gerekenden daha fazla artmış olabileceğine dair yeni bir bulgu olarak değerlendirilebilir.

Her sıçrama veya çakılma bir manipülasyonun sonucu olmak zorunda değildir. Bazı enstrümanlar fiyat artışlarını sıçramalar dizisi halinde gerçekleştirebilirler. Bu durumda sıçranılan fiyat noktası yeni fiyat seviyesi olarak belirlenmiş olur. Sıçramaların kalıcı fiyat artışları yarattığı bu tür durumlar doğal sıçramalar olarak ifade edilebilir. Öte yandan, sıçrama veya çakılma ile değişen fiyat seviyesi, piyasaya yeni bir gerçek bilgi düşmeden eski konumuna geri dönüyorsa bu durumda manipülasyonun varlığından söz etmek mümkün olacaktır.

Analiz aşamasında 41 adet sıçrama tespit edilmiş, fakat bunlardan 40 tanesi izledikleri desen bakımından, SADF modeli çerçevesinde doğal sıçramalar olarak sınıflandırılmıştır ve bulgularımızda manipülatif sıçrama olarak dikkate alınmamıştır. Manipülatif sıçrama olarak kategorize edilen 1 adet sıçrama, piyasanın hızlı bir yükseliş trendinde olduğu dönemde gerçekleşmiştir. 2015 yılında henüz kripto para birimlerine ait bir türev enstrüman piyasası bulunmaması dolayısıyla, büyük çapta bir “açığa satış” manipülasyonu gerçekleştirmek mümkün olamayacaktır. Bu bilgilerden hareketle manipülasyon hareketinin, piyasanın bir önceki fiyat düşününü, ortalamaya doğru düzeltme hareketiyle birleşerek yukarı yönlü gerçekleştirilmiş olduğu gözlenmektedir.



## SONUÇ

Günümüz kripto para piyasalarında yatırımcılar, değeri geleneksel finansal yöntemlerle tahmin edilemeyen, ve potansiyel fayda veya işlevlerinin, nasıl bir ekonomik değer yaratacağı anlaşılamayan varlıklardan oluşan bir piyasa ortamında yatırım yapmaktadırlar. Çalışma kapsamında analiz edilen araştırma soruları, kripto para piyasalarının geleceğiyle ilgili tahminler yürütebilecek şekilde, piyasa katılımcılarının değer algıları ve bu algıları etkileyen faktörleri anlayabilmeye odaklı olarak hazırlanmıştır. Bu araştırma sorularına dair özet bulgular Tablo 22 deki gibidir:

**Tablo 22: Özet Araştırma Bulguları**

	<b>Araştırma Sorusu</b>	<b>Bulgular</b>
1	Kripto para piyasalarının etkinlik seviyesi, piyasa derinliği arttıkça yükselmekte midir?	Bitcoin, Ethereum ve Litecoin serilerinde piyasa hacmi arttıkça etkinliğin yükseldiği gözlemlenmiştir.
2	Kripto para piyasalarında fiyat balonu var mıdır?	Fiyat balonu bulgusuna, analiz edilen sekiz kripto para birimi içerisinde hiç birinde rastlanmamıştır.
3	Pump & Dump gruplarıyla manipülasyon yapılabilir mi?	Vaka analizi kapsamında oluşturulan portföyde manipülasyonun mümkün olduğu uygulamalı olarak gözlenmiştir.
4	Bitcoin piyasalarında, tarihsel bazda manipülatif fiyat sıçramalarının yapısı nedir?	Yüksek frekansta incelenen Bitcoin serisinde tespit edilen 41 fiyat sıçraması arasında, sadece 1 tanesinin (2014 yılı) manipülatif sıçrama olduğu bulgulanmıştır.
Mevcut piyasa koşulları, güncel ve gelişmiş kripto para birimlerinin, pazar payını olgun ve eski kripto para birimlerinden devir alması üzerine tasarlanmıştır. Öte yandan yatırımcı davranışları, olgun piyasalarda kümelenme eğilimindedir. Bu eğilim, olgun piyasalarda derinliğin artmasına ve analiz bulgularına göre volatilitenin azalmasına neden olmaktadır. Böylelikle olgun piyasalarda risk/getiri oranı yükselerek, genç kripto para piyasalarını rasyonel yatırımcı için tercih edilmez hale getirmektedir.		
Piyasanın %80 ini oluşturan başlıca kripto para birimi piyasalarında, fiyat balonu tespit edilmemesi, fiyat azalışlarının ani çakılmalar şeklinde gerçekleşme eğiliminde olmayacağına dair bir işaret olarak yorumlanabilir.		
Manipülatif fiyat sıçramalarının ve fiyat çakılmalarının, genç piyasalarda varlık gösterirken olgun piyasalarda ortadan kaybolması, olgun piyasalarda kümelenme eğilimini arttırıcı bir unsur olarak piyasayı etkilemektedir.		
Mevcut kripto para piyasaları, rasyonel piyasa dinamikleri ile çatışan bir yapıda tasarlandığından dolayı, potansiyelini gerçekleştirememektedir. Belirli bir değer üretim sistemine karşılık gelecek şekilde tasarlanmış, blockchain tabanlı varlıkların piyasaya sunulmasıyla, kripto para piyasalarının yapısının olumlu yönde değişeceği tahmin edilmektedir.		

Araştırma soruları kapsamında Bitcoin, Ethereum ve Litecoin gibi nispeten olgun para birimleri incelendiğinde, piyasa volatilitésinin derinlikle birlikte azaldığı, piyasaların ciddi manipülasyonlar için artık fazla büyük hacme sahip olduğu ve fiyat seviyelerinde fiyat balonu etkilerinin gözlemlenmediği bulgulanmıştır. Bu bulgular bir bütün olarak ele alındığında, bu piyasaların etkinlik seviyelerinin arttığını söylemek mümkün olmaktadır. Öte yandan, Bitcoin de dahil madencilik tabanlı bu kripto para

birimlerinin işlem hızları her geçen gün azalırken, işlem maliyetleri ise artmaktadır. Dolayısıyla bu kripto para birimleri, zaman içerisinde, teknik özellikleri bakımından içsel değer kaybı yaşamıştır. İçsel değer kaybının tüm piyasa tarafından gözlemlenebilir şekilde yaşandığı bu süreç boyunca fiyatlar artış trendi göstermiştir. Diğer bir deyişle, Bitcoin, Litecoin ve Ethereum kullanıcılarının sayısı arttıkça sistemlerin hantallaşacağı ve maliyetlerin artacağı herkes tarafından bilinmesine ve piyasada bu olgun kripto para birimlerinden daha teknolojik ve ekonomik bağlamda daha tutarlı para birimleri bulunmasına rağmen, yatırımcı kitleleri Olgun piyasalara yatırım yapmaya devam etmeyi tercih etmiştir. Pazar payı transferleri büyük oranda olgun kripto para birimleri piyasaları arasında gerçekleşmiştir.

Yüksek derecede belirsizliğe sahip piyasa koşullarında, piyasaların derinleştikçe volatilité seviyelerinin azalıyor olması, kripto para birimlerinin fiyatlamasında, teknolojik ve ekonomik altyapıdan ziyade kitleler tarafından “Kabul Görme” faktörünün etkili olduğuna dair bir işaret olarak yorumlanabilir. Diğer bir deyişle, belirsizlik ortamında kripto para piyasası yatırımcıları, teknolojik veya ekonomik olarak başarılı olan kripto paralardan ziyade, büyük kitleleri takip etme eğilimi göstermektedirler. Bu yargıyı destekleyen başka bir bulgu ise bahsi geçen Bitcoin, Ethereum ve Litecoin serilerinin volatilité modellerinde, spot şokların piyasaya etkisinin (Theta 1) gelecek beklentilerindeki değişimin etkisine oranla (Theta 2) daha yüksek olarak raporlanmasıdır. Yatırımcılar, olgun kripto para birimlerinin, derinlik arttıkça yavaşlayacağı ve işlem maliyetlerinin artacağına dair gelecek beklentilerini, fiyatlama sürecinde ikinci planda tutmaktadır.

Olgun piyasalara dair varılan bu yargılara ise, Ripple piyasası bir istisna oluşturmaktadır. Piyasa derinliği arttıkça volatilitesi de artan bu kripto para biriminin, fiyat sıçramalarına tepkileri, merkez bankası kontrolündeki bir para birimine benzer şekilde kısa sürede sönümlenmektedir. Karakteristik olarak davranışları diğer olgun kripto para piyasalarına hiç benzemeyen bu enstrümanın, farklı karakteristiğe sahip olma sebebinin, para biriminin kontrolünü elinde bulunduran kar amaçlı şirket tarafından piyasaya yapılan müdahaleler olduğu gözlenmiştir.

Bankalar arası blockchain tabanlı ödeme sistemleri satan aynı isimdeki bir şirketin, üzerinde tam kontrole sahip olduğu bu enstrümanın, bir kripto para birimi olarak sınıflandırılabilceği tartışmalıdır. Bunun sebebi bu enstrümanın, bağımsız olmamasıyla birlikte merkezi bir yapıya sahip oluşudur. Bu enstrümana dair başka bir önemli detay ise, Ripple isimindeki bu şirketin, blockchain tabanlı enstrüman ve

bankalara pazarladığı ödeme sistemlerinin birbirinden farklı zincirler oluşudur. Dolayısıyla içsel bir fonksiyona sahip olduğu izlenimi yaratılan Ripple'in özünde, sahibi olduğu kar amaçlı ticari şirketi fonlama dışında bir fonksiyonu yoktur. Buradan hareketle, Ripple kripto para piyasasının fiyat serilerinin, balon karakteristiği göstermemesine rağmen, kontrolü altında olduğu şirketin müdahalesiyle, aniden çökme riski taşıdığını söylemek mümkündür. Bu blockchain tabanlı enstrümanın yapısının ayrı bir araştırma konusu kapsamında ele alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Analiz bulguları kripto para piyasalarının işleyiş dinamiklerinde kritik bir çelişkinin varlığına işaret etmektedir. Bu çelişki şu şekilde açıklanabilir. Kripto para birimleri, merkezi olmayan yapıları gereği bir kere programlandıktan sonra değiştirilemez bir kod yapısına sahiptir. Bu nedenle, kripto para piyasasını geliştirmenin tek yolu, güncel ve gelişmiş kodlara sahip yeni kripto para birimlerinin, eskilerin yerini almasıdır. Öte yandan, çalışmada gerçekleştirilen analizlerden elde edilen bulgular, piyasa dinamiklerinin tam tersi yönde çalıştığına işaret etmektedir.

Rasyonel yatırımcı, aldığı bir birim risk başına maksimum getiriye elde etmeyi amaçlamaktadır. Birinci araştırma sorusu kapsamında gerçekleştirilen analiz bulguları, olgun piyasalarda artan piyasa derinliğiyle birlikte, volatilitenin azaldığına işaret etmektedir. Dolayısıyla olgun kripto para birimi piyasaları, yeni kripto para piyasalarına oranla oldukça düşük volatilitelere sahiptir. Buna ek olarak dördüncü araştırma sorusu kapsamında, genç kripto para birimlerinin, yoğun fiyat manipülasyonlarına maruz kaldığı gözlenmektedir. Bu durum yeni kripto para piyasalarının riskini yükseltmektedir. Bu durumda ortalama getiri seviyeleri arasında çok büyük farklar olmadıkça yeni kripto para birimlerinin tercih edilmesi yatırımcılar açısından rasyonel bir karar olmamaktadır.

Yeni kripto para birimlerinin eski ve olgun kripto para birimlerini yerinin alıyorsa olacağı beklentisi, bir kripto para biriminin değerlendirme sürecindeki en büyük etkenin kripto para birimlerine ait teknolojik ve ekonomik alt yapılar olduğu varsayımına dayanmaktadır. Öte yandan, birinci araştırma sorusu kapsamında elde edilen bulgular, talep üzerindeki en büyük etkenin kabul görme faktörü olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durumun, yeni kripto para birimlerine yatırım yapmayı caydırıcı yönde bir etki yaratacağı düşünülmektedir.

Blockchain sistemi, finans alanında çok büyük bir potansiyele sahiptir. Kripto para birimlerinin, belirli bir değer veya güven sistemi ile eşleştirilmeden piyasaya

sunulduğu güncel sistemin, çalışır durumda bir doğal seleksiyon mekanizmasına sahip olmaması, bu sistemle piyasaya çıkan kripto para birimlerinin kullanım potansiyelini sınırlamaktadır. Blockchain sisteminin finansal uygulamalarının, önceden hazırlanmış sistemlere göre talep oluşturmaya çalışmak yerine, ihtiyaca göre sistem oluşturma yoluyla tam kapasitesine ulaşması muhtemeldir.

Bu duruma ek olarak, Analiz bulguları ve kripto para piyasalarıyla ilgili bilgileri ışığında kripto para birimlerinin geleceğine dair genel bir değerlendirme yapıldığında, günümüzde kripto para piyasalarında bulunan, üçüncü nesil kripto paralar da dahil hiçbir kripto para biriminin tek başına ekonomik anlamda bir “para birimi” nin niteliklerini taşımadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Örneğin Bitcoin, değer depolama birimi olmak için fazla volatil, takas aracı olmak için fazla yavaş ve maliyetlidir. Üçüncü nesil IOTA, takas aracı olmak için yeteri kadar hızlı ve maliyetsiz olmasına karşın, değer depolama birimi olmak için yine fazla volatildir. Benzer şekilde Tether’i ele alırsak fiyatı her zaman 1 dolara çakılı olması bakımından, başarılı bir değer depolama aracı olmasına karşın diğer konularda eksik kalmaktadır. Farklı blockchain yapıları dayanak oldukları kripto para birimlerine farklı avantajlar sunmaktadır. Bununla birlikte, kripto para birimlerinin nesiller arası evrimi, kripto paralar arası üst ve alt katmanlar oluşturulması yönünde ilerlemektedir. Buradan hareketle orta vadede tek bir kripto para biriminin tüm kripto para birimlerini ortadan kaldırıp piyasada baskın hale gelmesinin kısa vadede söz konusu olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu durumda orta vadede birden fazla kripto para biriminin çok katmanlı ve koordineli olarak çalıştığı, bütünleşik bir kripto parasal sistemin ortaya çıkmasının daha olası olduğu düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

Adrian, T., & Shin, H. S. (2010). The changing nature of financial intermediation and the financial crisis of 2007–2009.

Ahn, J., Khandelwal, A. K., & Wei, S.-J. (2011). The role of intermediaries in facilitating trade. *Journal of International Economics*, 84(1), 73-85.

Allen, F., & Santomero, A. M. (2001). What do financial intermediaries do? *Journal of Banking & Finance*, 25(2), 271-294.

Bailey, M. J. (1956). The welfare cost of inflationary finance. *Journal of political Economy*, 64(2), 93-110.

Baillie, R. T., Bollerslev, T., & Mikkelsen, H. O. (1996). Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, 74(1), 3-30.

Baird, L. (2016). *The Swirls hashgraph consensus algorithm: Fair, fast, Byzantine fault tolerance*. Swirls Tech Report SWIRLDS-TR-2016-01, available online, <http://www.swirls.com/developer-resources/whitepapers>.

Balcilar, M., Bouri, E., Gupta, R., & Roubaud, D. (2017). Can volume predict Bitcoin returns and volatility? A quantiles-based approach. *Economic Modelling*, 64, 74-81.

Barkoulas, J. T., Baum, C. F., & Travlos, N. (2000). Long memory in the Greek stock market. *Applied Financial Economics*, 10(2), 177-184.

Barndorff-Nielsen, O. E., & Shephard, N. (2004). Power and bipower variation with stochastic volatility and jumps. *Journal of financial econometrics*, 2(1), 1-37.

Bayer, D., Haber, S., & Stornetta, W. S. (1993). Improving the efficiency and reliability of digital time-stamping. İçinde *Sequences II* (ss. 329-334). Springer.

Bianchetti, M., Ricci, C., & Scaringi, M. (2017). Are cryptocurrencies real financial bubbles? Evidence from quantitative analyses.

Blanchard, O. J., & Watson, M. W. (1982). Bubbles, rational expectations and financial markets.

Bollerslev, T., Engle, R. F., & Nelson, D. B. (1994). ARCH models. *Handbook of econometrics*, 4, 2959-3038.

Bollerslev, T., & Mikkelsen, H. O. (1996). Modeling and pricing long memory in stock market volatility. *Journal of econometrics*, 73(1), 151-184.

Boyd, J. H., & Prescott, E. C. (1986). Financial intermediary-coalitions. *Journal of Economic Theory*, 38(2), 211-232.

Bozoklu, Ş., & Zeren, F. (2013). TÜRKİYE HİSSE SENEDİ PİYASASINDA RASYONEL KÖPÜKLER: SAKLI EŞ BÜTÜNLEŞME YAKLAŞIMI. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 5(9).

Bratspies, R. M. (2018). Cryptocurrency and the Myth of the Trustless Transaction.

Burkart, M., & Ellingsen, T. (2004). In-kind finance: A theory of trade credit. *American Economic Review*, 94(3), 569-590.

Burton, J. (1987). Privatization: the thatcher case. *Managerial and Decision Economics*, 8(1), 21-29.

Caballero, R. J. (2006). *On the macroeconomics of asset shortages*. National Bureau of Economic Research.

Cagan, P. (1956). The Monetary Dynamics of Hyperinflation\* in M. Friedman (ed) *Studies in the Quantity Theory of Money*.

Cartea, A., & Figueroa, M. G. (2005). Pricing in electricity markets: a mean reverting jump diffusion model with seasonality. *Applied Mathematical Finance*, 12(4), 313-335.

Cassidy, J. (2010). Interview with Eugene Fama. *The New Yorker*, 13.

Cheah, E.-T., & Fry, J. (2015). Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. *Economics Letters*, 130, 32-36.

Chen, C. Y., Härdle, W. K., Hou, A. J., & Wang, W. (2018). Pricing Cryptocurrency options: the case of CRIX and Bitcoin.

Cheung, Y., & Lai, K. S. (1993). Finite-sample sizes of Johansen's likelihood ratio tests for cointegration. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 55(3), 313-328.

Cheung, Y.-W., & Lai, K. S. (1995). A search for long memory in international stock market returns. *Journal of International Money and Finance*, 14(4), 597-615.

Chohan, U. (2017). Initial Coin Offerings (ICOs): Risks, Regulation, and Accountability.

Corbet, S., Larkin, C. J., Lucey, B. M., & Yarovaya, L. (2018). Kodakcoin: A Blockchain Revolution or Exploiting a Potential Cryptocurrency Bubble?

Darlington III, J. K. (2014). The Future of Bitcoin: Mapping the Global Adoption of World's Largest Cryptocurrency Through Benefit Analysis.

De Bondt, W. F., & Thaler, R. H. (1995). Financial decision-making in markets and firms: A behavioral perspective. *Handbooks in operations research and management science*, 9, 385-410.

Diba, B., & Grossman, H. (1985). The impossibility of rational bubbles.

Diba, B. T., & Grossman, H. I. (1987). On the inception of rational bubbles. *The Quarterly Journal of Economics*, 102(3), 697-700.

Diba, B. T., & Grossman, H. I. (1988a). Rational inflationary bubbles. *Journal of Monetary Economics*, 21(1), 35-46.

Diba, B. T., & Grossman, H. I. (1988b). The theory of rational bubbles in stock prices. *The Economic Journal*, 98(392), 746-754.



Ding, Z., Granger, C. W., & Engle, R. F. (1993). A long memory property of stock market returns and a new model. *Journal of empirical finance*, 1(1), 83-106.

Driscoll, K., Hall, B., Paulitsch, M., Zumsteg, P., & Sivencrona, H. (2004). The real byzantine generals (C. 2, ss. 6-D). Program adi: Digital Avionics Systems Conference, 2004. DASC 04. The 23rd, IEEE.

Edison, H. J., Luangaram, P., & Miller, M. (2000). Asset bubbles, leverage and 'lifeboats': Elements of the east asian crisis. *The Economic Journal*, 110(460), 309-334.

Eichengreen, B. (2005). *Sterling's Past, Dollar's Future: Historical Perspectives on Reserve Currency Competition*. National Bureau of Economic Research.

Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 987-1007.

Evans, G. W. (1991). Pitfalls in testing for explosive bubbles in asset prices. *The American Economic Review*, 81(4), 922-930.

Fama, E. F. (1965a). Portfolio analysis in a stable Paretian market. *Management science*, 11(3), 404-419.

Fama, E. F. (1965b). The behavior of stock-market prices. *The journal of Business*, 38(1), 34-105.

Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The journal of Finance*, 25(2), 383-417.

Fama, E. F. (1998). Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance. *Journal of financial economics*, 49(3), 283-306.

Flood, R. P., & Hodrick, R. J. (1990). On testing for speculative bubbles. *Journal of economic perspectives*, 4(2), 85-101.

Friedman, M. (1957). *A Theory of the Consumption*. Prenceton Üniversity Pres.

Fry, J., & Cheah, E.-T. (2016). Negative bubbles and shocks in cryptocurrency markets. *International Review of Financial Analysis*, 47, 343-352.

Gandal, N., & Halaburda, H. (2016). Can we predict the winner in a market with network effects? Competition in cryptocurrency market. *Games*, 7(3), 16.

Granger, C. W., & Joyeux, R. (1980). An introduction to long-memory time series models and fractional differencing. *Journal of time series analysis*, 1(1), 15-29.

Gronwald, M. (2014). The Economics of Bitcoins--Market Characteristics and Price Jumps.

Groshoff, D. (2014). Kickstarter My Heart: Extraordinary Popular Delusions and the Madness of Crowdfunding Constraints and Bitcoin Bubbles. *Wm. & Mary Bus. L. Rev.*, 5, 489.

Grossman, G. M., & Yanagawa, N. (1993). Asset bubbles and endogenous growth. *Journal of Monetary Economics*, 31(1), 3-19.

Guides, T. S. (2018). Bitcoin Cash Trading Strategy–Pump and Dump Setup.

Haber, S. A., & Stornetta Jr, W. S. (1992). Digital document time-stamping with catenate certificate.

Haber, S., & Stornetta, W. S. (1990). How to time-stamp a digital document (ss. 437-455). Program adi: Conference on the Theory and Application of Cryptography, Springer.

Hafner, C. (2018). Testing for bubbles in cryptocurrencies with time-varying volatility.

Hau, H. (2006). The role of transaction costs for financial volatility: Evidence from the Paris Bourse. *Journal of the European Economic Association*, 4(4), 862-890.

Heid, A. (2013). Analysis of the Cryptocurrency Marketplace. Retrieved February, 15, 2014.

Hosking, J. R. (1981). Fractional differencing. *Biometrika*, 68(1), 165-176.

Hunter, W. C., Kaufman, G. G., & Pomerleano, M. (2005). *Asset price bubbles: The implications for monetary, regulatory, and international policies*. MIT press.

İpekten, O. B., & Aksu, H. (2009). Alternatif Yabancı Yatırım Araçlarının İMKB İndeksi Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 413-423.

Kayalidere, K., Aracı, H., & Aktaş, H. (2012). Türev ve spot piyasalar arasındaki etkileşim: VOB üzerine bir inceleme. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (56), 137-154.

Kayalidere, K., & Aktaş, H. (2009). İMKB’de fiyat-hacim ilişkisi-asimetrik etkileşim. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(2), 49-62.

Kou, S. G. (2002). A jump-diffusion model for option pricing. *Management science*, 48(8), 1086-1101.

Kou, S. G., & Wang, H. (2004). Option pricing under a double exponential jump diffusion model. *Management science*, 50(9), 1178-1192.

Lahmiri, S. (2015). Long memory in international financial markets trends and short movements during 2008 financial crisis based on variational mode decomposition and detrended fluctuation analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 437, 130-138.

Lane, P. R., & Milesi-Ferretti, G. M. (2007). The external wealth of nations mark II: Revised and extended estimates of foreign assets and liabilities, 1970–2004. *Journal of international Economics*, 73(2), 223-250.

Lee, J. (2014). Will the renminbi emerge as an international reserve currency? *The World Economy*, 37(1), 42-62.

Ma, L. F. (2018). Challenges Looming over the Petrodollar System. *Signal*.

MacDonell, A. (2014). Popping the Bitcoin bubble: An application of log-periodic power law modeling to digital currency. *University of Notre Dame working paper*.

Maurer, B., Nelms, T. C., & Swartz, L. (2013). "When perhaps the real problem is money itself!": the practical materiality of Bitcoin. *Social Semiotics*, 23(2), 261-277.

Meltzer, A. H. (2003). Rational and nonrational bubbles. *Asset Price Bubbles: The Implications for Monetary, Regulatory, and International Policies*, Cambridge, 23-33.

Mensi, W., Hammoudeh, S., & Kang, S. H. (2015). Precious metals, cereal, oil and stock market linkages and portfolio risk management: Evidence from Saudi Arabia. *Economic Modelling*, 51, 340-358.

Merton, R. C. (1976). The impact on option pricing of specification error in the underlying stock price returns. *The Journal of Finance*, 31(2), 333-350.

Miller, M., & Luangaram, P. (1998). Financial crisis in East Asia: bank runs, asset bubbles and antidotes. *National Institute Economic Review*, 165(1), 66-82.

Mishkin, F. S., & White, E. N. (2002). *US stock market crashes and their aftermath: implications for monetary policy*. National bureau of economic research.

Mishkin, F. S., & White, E. N. (2003). Stock market bubbles: When does intervention work? *Milken Institute Review*, 5, 44-52.

Mullainathan, S., & Thaler, R. H. (2000). *Behavioral economics*. National Bureau of Economic Research.

Mundell, R. A. (2003). *The international monetary system and the case for a world currency* (C. 12). Leon Koźmiński Academy of Entrepreneurship and Management.

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system.

Obstfeld, M., Rogoff, K. S., & Wren-lewis, S. (1996). *Foundations of international macroeconomics* (C. 30). MIT press Cambridge, MA.

Phillip, A., Chan, J., & Peiris, S. (2018). On long memory effects in the volatility measure of Cryptocurrencies. *Finance Research Letters*.

Phillips, P. C., Shi, S., & Yu, J. (2014). Specification sensitivity in right-tailed unit root testing for explosive behaviour. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 76(3), 315-333.

Phillips, P. C., Shi, S., & Yu, J. (2015). Testing for multiple bubbles: Historical episodes of exuberance and collapse in the S&P 500. *International Economic Review*, 56(4), 1043-1078.

Phillips, P. C., Wu, Y., & Yu, J. (2011). Explosive behavior in the 1990s Nasdaq: When did exuberance escalate asset values? *International economic review*, 52(1), 201-226.

Phillips, P., Shi, S., & Yu, J. (2013). Technical supplement to the paper: Testing for multiple bubbles: Limit theory of real time detectors. *Manuscript, available from [https://sites.google.com/site/shupingshi/TN\\_GSADF.pdf](https://sites.google.com/site/shupingshi/TN_GSADF.pdf)*.

Poon, J., & Dryja, T. (2016). The bitcoin lightning network: Scalable off-chain instant payments. *draft version 0.5*, 9, 14.

Popov, S. (2016). The tangle. *cit. on*, 131.

Porter, R. D., & Rousse, W. (2016). Reinventing Money and Lending for the Digital Age. İçinde *Banking Beyond Banks and Money* (ss. 145-180). Springer.

Roubini, N. (2006). Why central banks should burst bubbles. *International Finance*, 9(1), 87-107.

Rudebusch, G. D. (2005). Monetary policy and asset price bubbles. *FRBSF Economic Letter*.

Salameh, M. G. (2015). Has the Petrodollar Had Its Day?

Scaillet, O., Treccani, A., & Trevisan, C. (2017). High-frequency jump analysis of the bitcoin market.

Schneier, B. (2011). *Secrets and lies: digital security in a networked world*. John Wiley & Sons.

Scott, L. O. (1997). Pricing stock options in a jump-diffusion model with stochastic volatility and interest rates: Applications of Fourier inversion methods. *Mathematical Finance*, 7(4), 413-426.

Seetharaman, A., Saravanan, A., Patwa, N., & Mehta, J. (2017). Impact of Bitcoin as a World Currency. *Accounting and Finance Research*, 6(2), 230.

Shiller, R. C. (2000). Irrational exuberance. *Philosophy & Public Policy Quarterly*, 20(1), 18-23.

Shroff, N., & Venkataraman, P. (2017). Regulating ICO Tokens and Cryptocurrency in India.

Smith, A., & McCulloch, J. R. (1838). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. A. and C. Black and W. Tait.

Stoll, H. R., & Whaley, R. E. (1983). Transaction costs and the small firm effect. *Journal of Financial Economics*, 12(1), 57-79.

Tankov, P., & Voltchkova, E. (2009). Jump-diffusion models: a practitioner's guide. *Banque et Marchés*, 99(1), 24.

Taşçı, H. M., & Okuyan, H. A. (2009). İMKB'de spekülative şişkinlerin test edilmesi.



Thaler, R. H. (2005). *Advances in behavioral finance* (C. 2). Princeton University Press.

Tirole, J. (1985). Asset bubbles and overlapping generations. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1499-1528.

Tse, Y. K. (1998). The conditional heteroscedasticity of the yen-dollar exchange rate. *Journal of Applied Econometrics*, 49-55.

Turgutlu, E. (2004). Fisher hipotezinin tutarlılığının testi: parçalı durağanlık ve parçalı koentegrasyon analizi. *DEÜ İİBF Dergisi*, 19(2), 55-74.

Turpin, J. B. (2014). Bitcoin: The economic case for a global, virtual currency operating in an unexplored legal framework. *Indiana Journal of Global Legal Studies*, 21(1), 335-368.

Vigna, P., & Casey, M. J. (2016). *The age of cryptocurrency: how bitcoin and the blockchain are challenging the global economic order*. Macmillan.

Vockathaler, B. (2015). *The Bitcoin Boom: An In Depth Analysis Of The Price Of Bitcoins*.

Vovchenko, G., Tishchenko, N., Epifanova, V., & Gontmacher, B. (2017). Electronic Currency: The Potential Risks to National Security and Methods to Minimize Them. *European Research Studies Journal*, 20(1), 36-48.

Wei, D. (2017). Price Bubbles in Bitcoin: Evidence, Causes and Implications. *Journal of Shanghai University of Finance and Economics*, 50-62.

Yanik, S., & Aytürk, Y. (2011). Rational speculative bubbles in Istanbul stock exchange. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (51).

Zaki, M., Diaz, D., & Theodoulidis, B. (2012). Financial Market Service Architectures: A " Pump and Dump" Case Study (ss. 554-563). Program adı: SRII Global Conference (SRII), 2012 Annual, IEEE.

