



**T.C.  
HİTİT ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**KRİPTO PARA BİRİMİ: BITCOIN' İN GETİRİ  
OYNAKLIĞININ OTOREGRESİF KOŞULLU DEĞİŞEN  
VARYANS MODELLERİ İLE TAHMİNİ**

**Yüksek Lisans**

**SALİH HOŞ**

**Çorum 2019**



**KRİPTO PARA BİRİMİ: BITCOIN' İN GETİRİ OYNAKLIĞININ  
OTOREGRESİF KOŞULLU DEĞİŞEN VARYANS MODELLERİ  
İLE TAHMİNİ**

**Salih HOŞ**

**Sosyal Bilimleri Enstitüsü  
İktisat Anabilim Dalı**

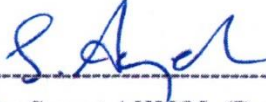
**Yüksek Lisans Tezi**

**TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Serdar VARLIK**

**ÇORUM 2019**

## KABUL VE ONAY

*Salih HOŞ* tarafından hazırlanan *Kripto Para Birimi: Bitcoin' in Getiri Oynaklığının Otoresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri İle Tahmini* başlıklı bu çalışma, 20/06/2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği / oyçokluğu ile başarılı bulunarak yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Servet AKYOL (Başkan)



Doç. Dr. Serdar VARLIK (Danışman)



Dr. Öğretim Üyesi Yusuf MURATOĞLU


Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.



Prof. Dr. MEHMET EVKURAN  
Enstitü Müdürü 4.

**T.C.**  
**HİTİT ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yaptığımı beyan ederim. (20/06/2019)

  
Salih HOŞ

## ÖZET

HOŞ, Salih. *Kripto Para Birimi: Bitcoin' in Getiri Oynaklığının Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri İle Tahmini*, (Yüksek Lisans), Çorum, 2019.

Teknolojik gelişmenin sonucunda yeni bir finansal araç olarak ortaya çıkan ve geleneksel para birimlerine alternatif olması tartışılan Kripto Para Birimleri'nin (KPB) önemi günümüzde giderek artmaktadır. KPB'ler kullanıcılarına hem aracılık işlemlerinde kolaylıklar sağlamakta hem de altyapısında oluşturduğu yenilikler ile geleneksel ödeme yöntemlerine alternatifler sunmaktadır. Buna karşın KPB'ler ödeme sistemine özgü bazı riskleri bünyesinde barındırmaktadır. KPB kullanıcılarının karşılaşılabileceği riskler; kredi riski, likidite riski, operasyonel risk, kaybedilme riski, sahtecilik riski, yasal riskler, kamu otoritelerinden kısıtlanma riski, şeffaf olmama riski, oynaklık riski ve sürdürülebilirlik riski olarak sıralanabilir.

2008 yılında Satoshi Nakamoto tarafından geliştirilen Bitcoin (BTC), KPB'ler içinde halen en çok kullanılan para birimidir. BTC her geçen gün yatırımcılar ve akademik çevreler tarafından daha fazla ilgi toplamaktadır. BTC, her ne kadar yeni bir para birimi olarak ödemeler sisteminde bir alternatif sunsa da, gerek yasal çerçevesindeki boşlukların henüz yeterince tamamlanamaması, gerekse merkezi bir otorite ya da bir merkez bankası tarafından kontrol edilememesi gibi nedenler ile ülkemizde yeterli ilgiyi bulamamıştır.

Çalışmada BTC serisinin getiri oynaklığı Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeli (GARCH) kullanılarak 31.12.2012-14.12.2017 dönemi için iş günü verileri kullanılarak tahmin edilmektedir. BTC'nin getiri serisini etkileyeceği düşünülen içsel değişkenler için; BTC serisinin gecikmeli değeri, ABD doları ve Euro paritesi, ABD doları ve İngiltere Paundu paritesi, külçe altın fiyatı ve S&P 500 endeksi kullanılmıştır. Dışsal değişken olarak ABD Etkin Federal Fon Oranı kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları tahmin edilen GARCH (2,1) modeline ait sürecin istikrarlı olduğunu göstermektedir. ARCH ve GARCH katsayılarının toplamının 1'den küçük olarak gerçekleşmesi ve istatistiksel olarak anlamlı bulunması, tahmin edilen modelde güçlü bir GARCH etkisinin olduğunu göstermektedir. BTC getiri serisinin oynaklığının büyük bir kısmının bir önceki dönemin hata terimlerinin koşullu varyansı ile açıklanması, BTC getiri serisinin oynaklığı üzerinde uzun hafıza etkisinin daha baskın

olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca varyans denkleminde yer alan FED efektif faiz oranı değişkeninin BTC getiri serisinin oynaklığını azaltması, FED'in faiz artışlarının BTC'nin oynaklığını azalttığını açıklamaktadır. Diğer taraftan BTC'nin Etkin Piyasalar Hipotezinin temel varsayımlarına uygun olmaması nedeni ile ortalama denkleminde yer alan değişkenler, külçe altın fiyatı dışında istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır. Öte yandan modelin uygunluğu için yapılan testler sonucunda GARCH (2,1) modelinde otokorelasyon probleminin giderilmesi ve hata terimleri arasında ARCH etkisinin kalmaması, tahmin edilen modelin uygunluğunu ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kripto Para Birimi, Bitcoin, GARCH



## ABSTRACT

HOŞ, Salih. *Crypto Currency: Estimation of the Return Volatility of Bitcoin by Autoregressive Conditional Variable Models*, (Master Thesis), Çorum, 2019.

The importance of Crypto Currency Units (KPBs), which emerged as a new financial instrument as a result of technological development and discussed as an alternative to traditional currencies, is increasing today. KPB provides its users with convenience in their brokerage transactions and offers alternatives to traditional payment methods with the innovations it creates in its infrastructure. On the other hand, CPBs have some risks specific to the payment system. The risks that KPB users may face; credit risk, liquidity risk, operational risk, loss risk, fraud risk, legal risks, risk of restriction from public authorities, risk of non-transparency, volatility risk and sustainability risk.

Bitcoin (BTC), developed by Satoshi Nakamoto in 2008, is still the most used currency in KPBs. BTC is getting more and more attention by investors and academic circles day by day. Although BTC offers an alternative in the system of payments as a new currency, it has not found sufficient interest in our country due to the reasons that the gaps in the legal framework have not been sufficiently completed yet or because it cannot be controlled by a central authority or a central bank.

In this study, the return volatility of the BTC series is estimated that using the Generalized Autoregressive Conditional Variable Variance Model (GARCH) for the period of 31.12.2012-14.12.2017 business day data. For internal variables thought to affect the BTC's return series; The lagged value of the BTC series, the US dollar and Euro parity, the US dollar and the UK pound parity, the gold bullion price and the S & P 500 index were used. US Effective Federal Fund Ratio was used as an external variable.

The findings of the study show that the process of GARCH (2.1) model shows that is predicted to be stable. The fact that the total of ARCH and GARCH coefficients is less than 1 and the statistical significance shows that there is a strong GARCH effect in the predicted model.



A large part of the volatility of the BTC return series is explained by the conditional variance of the error terms of the previous period. Furthermore, the FED effective interest rate variable in the variance equation reduces the volatility of the BTC return series, which explains that the FED's interest rate hikes reduce the volatility of BTC. On the other hand, the variables in the average equation were not found to be statistically significant except for the gold bullion due to the fact that BTC was not in compliance with the basic assumptions of the Effective Markets Hypothesis.

On the other hand, as a result of the tests conducted for the suitability of the model, the problem of autocorrelation in GARCH (2,1) model and the absence of ARCH effect between the error terms reveal the suitability of the predicted model.

**Keywords:** Crypto Currency, Bitcoin, GARCH

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	i
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER .....	v
TABLolar DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	ix
ÖN SÖZ .....	xi
GİRİŞ .....	1

## BİRİNCİ BÖLÜM

### KRİPTO PARA BİRİMİ: BITCOIN

1.1. KAĞIT PARADAN SANAL PARAYA.....	4
1.2. KRİPTO PARA BİRİMİ OLGUSUNUN ORTAYA ÇIKIŞI VE TANIMI .....	6
1.2.1. Merkezi Olan ve Merkezi Olmayan Kripto Para Birimi.....	7
1.2.2. Dağıtık Defter-i Kebir.....	8
1.3. KRİPTO PARA BİRİMLERİNİN AVANTAJLARI VE RİSKLERİ.....	10
1.3.1. Kripto Para Birimlerinin Avantajları .....	10
1.3.2. Kripto Para Birimlerinin Taşıdığı Riskler.....	11
1.4. BITCOIN (BTC) .....	12
1.4.1. BTC'nin Tarihçesi.....	12
1.4.2. BTC'nin Özellikleri .....	13
1.4.3. BTC'nin Üretimi .....	14
1.4.3.1. Blok Zincir .....	14
1.4.3.2. Madencilik .....	14
1.4.3.3. BTC İşlemleri.....	17
1.4.3.3.1. Sanal Cüzdan.....	17
1.4.3.3.2. İşlem Süreci.....	20

1.4.4. BTC Piyasasındaki Gelişmeler .....	20
<b>1.5. FARKLI ÜLKELERİN BTC'YE BAKIŞ AÇISI VE BTC İLE İLGİLİ YASAL DÜZENLEMELER .....</b>	<b>22</b>
<b>1.6. TÜRKİYE'NİN BTC'YE BAKIŞ AÇISI VE TÜRKİYE'DEKİ YASAL DÜZENLEMELER .....</b>	<b>23</b>

## İKİNCİ BÖLÜM

### BITCOIN'İN GETİRİ OYNAKLIĞININ TAHMİNİ

<b>2.1. LİTERATÜR İNCELEMESİ .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2. YÖNTEM: GARCH .....</b>	<b>33</b>
2.2.1. ARCH (p) Modeli .....	33
2.2.2. GARCH (p,q) Modeli .....	35
<b>2.3. VERİ SETİNİN TANIMLANMASI VE BİRİM KÖK TESTLERİ .....</b>	<b>37</b>
<b>2.4. AMPİRİK BULGULAR.....</b>	<b>39</b>
<b>SONUÇ .....</b>	<b>43</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>46</b>

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo</b>	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>Tablo 2.1.</b> BTC ile ilgili yapılan akademik çalışmaların özeti. ....	31
<b>Tablo 2.2.</b> Veri setinin tanımlanması .....	37
<b>Tablo 2.3.</b> Birim kök testleri. ....	38
<b>Tablo 2.4.</b> Betimleyici istatistikler .....	39
<b>Tablo 2.5.</b> GARCH (2,1) tahmin sonuçları .....	41
<b>Tablo 2.6.</b> GARCH (2,1) modeli için otokorelasyon ve değişken varyans testleri.....	41

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil</b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 1.1. Kripto para birimleri dağıtım şeması.....	7
Şekil 1.2. BTC iş kanıtı şeması.....	15
Şekil:1.3. Dijital imzalar .....	19
Şekil:1.4. BTC fiyat endeksi .....	21
Şekil:1.5. BTC'nin piyasa hacmi .....	21
Şekil:1.6. BTC'nin piyasa değeri .....	22
Şekil:2.1. GARH (2,1) modelinin oynaklık grafiği.....	42

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

\$	ABD Doları
=	Eşittir
<	Küçüktür
>	Büyüktür
$\varepsilon$	Hata Terimi
$\alpha, \beta$	Parametre
h	Koşullu Varyans
$\sigma$	Varyans

### Kısaltmalar

ABD	:Amerika Birleşik Devletleri
ADF	:Augmented Dickey Fuller
ARCH	:Autoregressive Conditional Heteroskedastic (Otoregresif koşullu değişen varyans modeli)
BDDK	:Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu
BTC	:Bitcoin
DE	:Dolar/Euro Döviz Kuru
DP	:Dolar/Paund Döviz Kuru
ECB	:European Central Bank (Avrupa Merkez Bankası)
EFFR	:FED Efektif Fon Oranı
EKK	:En Küçük Kareler Yöntemi
FATF	:The Financial Action Task Force (Mali Eylem Görev Gücü)
FED	:Federal Reserve Banks (Amerika Merkez Bankası)
FİNCEN	:Financial Crimes Enforcement Network (Finansal Suçları Önleme Otoritesi)

GARCH	:Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
GOLD	:Külçe altın fiyatı
IMF	:International Monetary Fund (Uluslararası Para Fonu)
KKTC	:Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti
KPB	:Kripto Para Birimi
PP	:Phillip Perron
SP	:S&P 500 Endeksi



## ÖN SÖZ

Gelecekte Kripto paraların ve özellikle de Bitcoin'in kullanımının ve işleyişinin artması tahmin edilmektedir. Ayrıca Bitcoin'in nasıl bir düzende devam edeceği ve ülkeler açısından hukuksal boyutların ne olacağı da heyecanla beklenmektedir. Bu durum iktisadi karar birimlerinin kripto para Bitcoin'e olan ilgilerinin giderek artırmasına neden olmaktadır.

Bu tez çalışmasında GARCH yöntemi kullanılarak Bitcoin serisinin getiri oynaklığı tahmin edilmektedir. Elde edilen sonuçların ikisat teorisi ile tutarlı olması ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmaları tez çalışmasında elde edilen bulguların önemini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın her aşamasında akademik bilgilerini veengin deneyimlerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Doçent Doktor Serdar Varlık'a teşekkür ederim. Son olarak her zaman beni destekleyen dostlarıma, aileme, üzerimde sonsuz hakkı ve emeği olan anneme ve babama, çalışmanın başından sonuna kadar her zaman yanımda olan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli eşime teşekkürü bir borç bilirim.



# GİRİŞ

Teknolojik gelişme sonucunda finansal piyasalar ve ödeme sistemleri gelişirken, finansal piyasa katılımcılarının ödeme sistemlerine ve ödeme araçlarına yönelik ihtiyaçları artmaktadır. 1980'li yılların ortasından itibaren, kağıt paraya alternatif bir ödeme aracı olarak kredi kartlarının kullanımı giderek yaygınlaşmıştır. Ardından 1990'lı yıllarda finansal dijitalleşme hız kazanmış ve 2009 yılına gelindiğinde, ilk Kripto Para Birimleri (KPB) geliştirilmiştir. Günümüzde KPB'ler, yeni tüketici talepleriyle şekillenen bir varlık türü ve ödeme aracı olarak ilgi toplamaya devam etmektedir.

Yeni bir finansal araç olan KPB'ler önceki finansal araçlardan farklı olan bazı temel özelliklere sahiptir. Herhangi bir merkez bankası tarafından kontrol edilemeyen yapıda olmaları, üçüncü kişiler ve kuruluşlara bağlı kalmadan işlemlerin yapılabilmesi, düşük maliyetli olmaları, güçlü şifreler aracılığı ile hesaptan hesaba aktarılabilmeleri, işlemlerin hızlı olması ve bilgi gizliliğinin olması KPB'lerin ayırt edici özellikleri arasında sıralanmaktadır. Her ne kadar işlem hacimleri diğer finansal araçlara göre sınırlı olsa da, KPB'ler kısa sürede kendilerine özgü teknolojik bir model oluşturmuşlardır.

KPB'lerin içinde piyasa hacmi bakımından en önemlisi ve ilk olarak ortaya çıkan Bitcoin (BTC)'dir. BTC günümüzde en çok kullanılan ve en çok işlem gören KPB türü olarak halen varlığını korumaktadır. BTC, Kasım 2008 yılında Satoshi Nakamoto tarafından Japonya üzerinden kapalı bir gruba atılan mail ile tanıtılmıştır. Satoshi Nakamoto'nun "kim" ya da "kimler" olduğu halen bilinmemektedir. Atılan mail, Eşler Arası Elektronik Nakit Sistemi (Peer to Peer Electronic Cash System) isimli bir çalışmadan oluşmaktadır. Nakamoto tarafından hazırlanan çalışmada BTC ile ilgili özelliklere ve nasıl çalıştığına dair bilgilere yer verilmektedir. Ayrıca bu mailde, finansal bir kuruluş olamadan, çevrimiçi taraflar arasında ödemelerin gerçekleştirilebileceği belirtilmektedir.

BTC diğer geleneksel paralar gibi alışveriş, tasarruf ve yatırım amaçlı olarak kullanılabilirken, diğer paraların aksine internet üzerinden elektronik olarak üretilip elektronik olarak yönetilmektedir. BTC'nin başlıca özellikleri; merkezi bir otoriteye bağlı kalmaksızın teknolojiyi kullanan elektronik bir para birimi olması, tamamen dijital olması, üst limitin 21 milyon BTC olması (Şuan 17 milyon civarında) ve kendisini

üreten kişilere, yani madencilerine, ödül olarak verilmesidir. BTC'nin diğer bir özelliği de çeşitli dünya ülkelerinde büyük bir hukuksal boşluğunun olmasıdır.

Bu tez çalışmasında bir KPB olan BTC'nin oynaklığı incelenmektedir. Tezin amacı, BTC'nin oynaklığını belirleyen değişkenlerin varlığını saptamaktadır. Bu çerçevede öncelikle en temel KPB olan BTC'nin tarihsel gelişim süreci, özellikleri ve BTC'yi konu alan ampirik çalışmalar geniş bir kaynak taraması ile incelenmekte, ardından BTC getiri serisinin oynaklığı tahmin edilmektedir.

Bu tez çalışmasının önemi şu şekilde sıralanabilir: (i) İktisat yazınında BTC ile ilgili akademik çalışmalar yakın döneme kadar yaygınlaşmamıştır. Bu çalışmalar özellikle 2013 yılından sonra giderek hız kazansa da, BTC'nin dünya genelindeki kullanımına bakıldığında, bu çalışmaların sınırlı sayıda kaldığı söylenebilir. Söz konusu çalışmalarda genellikle BTC serisinin oynaklığına odaklanılmaktadır. (ii) Ülkemizde de BTC kullanımı giderek yaygınlık kazanmıştır. Ne var ki; diğer ülkeler ile karşılaştırıldığında, BTC kullanımının teknolojik yatırım anlamında düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla gerek iktisat yazınında BTC ile ilgili çalışmaların yakın dönemde önem kazanması ve sınırlı sayıda olması, gerekse Türkiye'de bir finansal araç olarak BTC'nin kullanımının yakın dönemde yaygınlaşmaya başlaması, bu tez çalışmasının önemini ortaya koymakta ve güncelliğini göstermektedir. Bu bakımdan tez çalışmasının ilerleyen dönemlerde konu ile ilgili yapılacak olan diğer akademik çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

BTC'nin oynaklığının incelendiği bu tez çalışması, iki ana bölümden oluşmaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde paranın tarihçesi anlatılmaktadır. Paranın tarih boyunca nasıl kullanıldığına değinilmektedir. Kağıt paradan sanal paraya kadar olan süreç ayrıntılı bir şekilde ele alınmaktadır. KPB tanımı yapılmakta, bir KPB olan BTC'nin tarihçesi, özellikleri, avantajları ve taşıdığı riskler hakkında bilgi verilmekte, yakın dönemde BTC piyasası ile ilgili gelişmeler açıklanmakta ve BTC ile ilgili farklı ülkelerin hukuksal düzenlemelerine yer verilmektedir. Ayrıca Türkiye'nin BTC hakkında nasıl bir tutum içerisinde olduğu açıklanmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde 31.12.2012-14.12.2017 dönemi için iş günü verileri kullanılarak BTC serisinin getiri oynaklığı Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity; GARCH) modeli kullanılarak tahmin edilmektedir. Bu çerçevede öncelikle iktisat

yazınında BTC'yi konu alan farklı çalışmalar incelenmekte, ardından çalışmanın ampirik yöntemi olan GARCH modeli ayrıntılı bir şekilde açıklanmaktadır. Daha sonra çalışmada kullanılan veri seti tanımlanmakta ve çalışmanın ampirik bulguları sunulmaktadır.

Çalışmanın sonuç bölümünde ise tez çalışmasında elde edilen bulguların kısa bir özeti sunulmaktadır.



# BİRİNCİ BÖLÜM

## KRİPTO PARA BİRİMİ: BITCOIN

Çalışmanın birinci bölümünde para kavramının tarihsel gelişimi, KPB'nin ortaya çıkışı ve nasıl oluştuğu ve KPB teknolojisinde kullanılan Dağıtık Defter-i Kebir teknolojisi açıklanmaktadır. Ardından KPB'nin oluşturduğu avantaj ve risklere değinilmektedir. Daha sonra bir KPB olan Bitcoin'in (BTC) tarihçesi, özellikleri, nasıl üretildiği, üretilirken hangi adımların izlendiği, işlem adımlarında hangi yöntemlerin kullanıldığı ve BTC ile ilgili piyasa gelişmeleri ele alınmaktadır. Son olarak Dünya ülkelerinde ve Türkiye'de BTC'ye yönelik yaklaşımlar ve hukuksal düzenlemeler açıklanmaktadır.

### 1.1. KAĞIT PARADAN SANAL PARAYA

Ekonomide bir nesnenin para olarak adlandırılabilmesi için bazı fonksiyonları taşıması gerekmektedir. Bu özellikler genelden özele doğru; değer saklama, mübadele ve ölçü birimi olarak sıralanmaktadır (Milnes, 1919, s.55).

Para değer saklama aracı olarak kullanıldığında, bir mübadele aracı olarak kullanılamayabilir. Örneğin iktisadi karar birimlerinin değer saklama aracı olarak satın aldıkları arsa, arazi ve taşıt gibi varlıklar mübadele aracı olarak kullanılamazlar. Ancak bir varlığın mübadele aracı olarak adlandırılması için değer saklama özelliğine sahip olması gerekmektedir. Öte yandan bir varlığın ölçü birimi olarak algılanması için farklı işlerde ve farklı kişiler tarafından mübadele aracı olarak kullanılması ve toplumun geneli tarafından kabul edilmiş olması gerekmektedir (Ali ve diğerleri, 2014a, s.279).

Para tarih boyunca farklı şekillerde var olmuş ve paranın değeri zaman içerisinde değişiklik gösteren farklı yöntemlerle belirlenmeye çalışılmıştır. Kullanılan en eski para türü emtia paradır. Emtia para olarak adlandırılan paranın değeri üretildiği maddeden kaynaklanmaktadır. Emtia paraların değerleri öncelikle madenlerin ağırlıklarına ve saflıklarına, ardından da para olarak kullanılabilirliklerine bağlıdır. Şöyle ki; bütün madenlerin bir değeri vardır ancak her maden para olarak kullanılamaz. Madenlerin para olarak kullanılabilmesi paranın özelliklerini taşımalarına bağlıdır. Bu bakımdan, paranın özelliklerini taşıdığı ve fonksiyonlarını yerine getirdiği için, paranın kullanıldığı ilk çağlardan itibaren, başta altın ve gümüş gibi madenler olmak üzere, değerli madenler

emtia para olarak kullanılmışlardır (O’Sullivan ve Sheffrini, 2003; Baron ve diğerleri, 2015, s.6; Bernstein, 2012, s.24).

Ne var ki; insanlar zaman içinde değerli madenlerin kullanımında bazı zorluklar yaşadıkları için, kullanımı daha kolay olabilecek para arayışlarına yönelmişlerdir. Başta altın olmak üzere değerli madenlerin saklanması ve taşınması oldukça zor olduğu için, zaman içinde kuyumcular değerli madenlerin karşılığını bir “alındı fişi” olarak kayıt altına aktarmaya başlamışlardır. İşte bu kayıtlı alındı fişleri zaman içinde banknot paraya dönüşen ilk örnekler olmuştur. Daha sonra değerli metallere çevrilebilen banknotlar para olarak kullanılmaya başlanmıştır (Ali ve diğerleri, 2014b, s.264). Böylece başta altın olmak üzere değerli madenlerin kullanımına olan ilgi azalmış ve değeri değerli madenlere bağlı olan banknotlar para olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Değeri değerli madenlere bağlı olan banknot sisteminin başında, Altın Standardı (1870-1914) gelmektedir. Altın standardı uygulaması, hükümetlerin paranın karşılığını altın gibi değerli madenlere bağlaması ve rezervlerini ona göre sınırlandırmasıdır. Farklı bir ifade ile Altın Standardı sisteminde hükümetler ihraç ettikleri banknotları belirli bir miktar altın olarak tanımlamışlardır. Böylece ülke paralarının birbirine göre değerleri de saptanabilmiştir. Bu bakımdan Altın Standardı bir tür sabit kur rejimidir. Ne var ki; altın standardı çoğu ülkede 1. Dünya Savaşı sonunda çökmüştür. Altın standardının çökmesinin başlıca nedenleri; dünya tarihini etkileyecek büyük savaşlara sağlanan finansal destek ve altın rezervlerinin dünya ekonomisindeki gelişme hızını yakalayamaması olarak gösterilmektedir (Yermack, 2013, s.4).

1. ve 2. Dünya Savaşları arasındaki dönemde dünya ekonomisinde karşılıksız para basma ve korumacılık faaliyetleri artmıştır. 1926 yılında Altın Standardı yeniden başlamıştır. Ne var ki; 1929 ekonomik buhranının ardından Altın Standardı sistemi sürdürülememiş ve ikinci Altın Standardı dönemi 2. Dünya Savaşının hemen öncesinde 1931 yılında sona ermiştir. Altın standardının sona ermesinden sonra 1944 yılında Birleşmiş Milletler tarafından 45 ülkenin katılımıyla ABD’nin Bretton Woods kasabasında para ve finans konferansı gerçekleştirilmiştir. Konferansta sadece ABD Doları’nın altına ve diğer para birimlerinin de ABD Doları’na endekslediği yeni bir sistem oluşturulmuştur. Oluşturulan bu yeni sistem ile Bretton Woods dönemi başlamıştır. Buna göre 1 ons altının 35 ABD \$ şeklinde bağlanmakta olup, Avrupa ülkelerinin para birimlerinin dolara göre belirledikleri kurlarının  $\pm\%1$ ,  $\pm\%2.5$  aralığında dalgalanmasına izin verilmiştir. Böylece Bretton Woods sistemi bir sabit kur rejimi

olarak uygulanmaya başlanmıştır. Bretton Woods sistemi İngiltere Poundunun devalüe olması ve ABD’de enflasyon, işsizlik ve dış ticaret açıklarının artması gibi nedenlerle Ağustos 1971’de çökmüştür (James, 1996, s.58-84).

Öte yandan teknoloji alanındaki gelişmeler dünya ekonomisinde bazı yenilikleri beraberinde getirmiştir. Bu gelişmelere bağlı olarak 1970’li yılların sonundan itibaren kredi kartları geliştirilmiştir. 1980 yılların ortasından itibaren kağıt paraya alternatif olarak kredi kartları tüm dünyada yaygın bir ödeme aracı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle finans alanındaki gelişmeler ödemeler sisteminde kredi kartı kullanımının yaygınlaşmasını sağlamıştır (Çavuş, 2006, s.174).

Günümüz ekonomilerinde teknolojinin finansal piyasalar üzerindeki etkisi artarak devam etmektedir. Finansal piyasalarda teknoloji kullanımını gün geçtikçe artırmaktadır. Dolayısıyla teknolojik gelişmenin finansal piyasalardaki yenilikler üzerindeki etkisi dijital paralar ile sınırlı kalmamış ve günümüz ekonomilerinde yakın dönemde sanal para birimleri geliştirilmeye başlanmıştır. 1990’lı yıllardan itibaren bir dijital para birimi üretilmeye başlansa da, bu deneyim başarılı olamamıştır. Bitcoin, DigiCash ve E-gold kripto para birimleri ilk olarak 2009 yılında geliştirilmiştir. Buna göre ilk kripto para birimi BTC olduğundan kripto para birimlerinin başlangıcı da 2009 yılı olarak kabul edilmektedir (Çarkacıoğlu, 2016, s.8).

## **1.2. KRİPTO PARA BİRİMİ OLGUSUNUN ORTAYA ÇIKIŞI VE TANIMI**

Finansal piyasaları etkileyen teknolojik gelişmeler internet üzerinden yapılan finansal alışverişleri artırmaktadır. Finansal alanlarda ve internet üzerinden yapılan alışverişler güven olgusuna yönelik zayıflıkları ortaya çıkarmaktadır. Bu noktada finansal kurumların aracılık hizmetleri işlem maliyetlerini artırmakta, en küçük işlem miktarını sınırlamakta ve bunun sonucunda maliyetler artacağı için küçük ödeme işlemleri engellenmektedir. İhtiyaç olunan ise daha fazla güvene dayalı bir elektronik ödeme sistemidir (Nakamoto, 2008).

Kriptoloji, verilerin belli bir düzene göre şifrelendiği ve güvenilirlik esasının tam olarak sağlandığı bir sistemde verilerin karşı tarafa iletilip, deşifre edildiği bir şifre bilimidir. Kripto Para Birimi (KPB) ise şifreleme bilimini kullanan bir dijital para birimidir (Yılmaz, 2007, s.138).

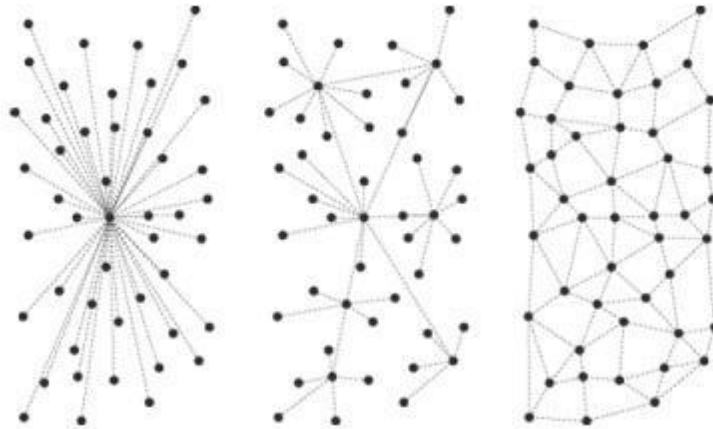
Günümüzde internet kullanımının yaygınlaşarak devam etmesi, KPB’ye yönelik ilgiyi artırmaktadır. Buna bağlı olarak çalışma sistemleri bakımından birbirine benzer

yapıda olmalarına rağmen, kendi içlerinde çeşitli farklılıklar gösteren çok sayıda KPB geliştirilmiştir. Bugün piyasada yaklaşık 1900 tane KPB çeşidi bulunmaktadır (<https://tr.investing.com/>). Bunların belli başlıları Ethereum, Ripple XRP, Litecoin, EOS olarak sıralanabilir.

İlk KPB Bitcoin (BTC)'dir. BTC, 2009 yılında Satoshi Nakamoto isimli bir Japon programcı tarafından oluşturulmuştur. BTC'nin işlem olarak hacminin artması ve değerinin ABD doları karşısında sergilediği oynaklık, finansal piyasa katılımcılarının kısa zamanda BTC'ye olan ilgilerini artırmıştır. Dolayısıyla günümüzde birçok KPB bulunmasına rağmen, BTC en çok bilinen ve en çok kullanılan KPB olarak halen unvanını korumaktadır.

### 1.2.1. Merkezi Olan ve Merkezi Olmayan Kripto Para Birimi

KPB oluşum sürecindeki her bir parça, merkezi ve özel bir kuruluş tarafından veya katılımcılar arasında dağıtık bir yöntemle yapılmaktadır (IMF, 2016, s.8-9). Bu bakımdan KPB'lerin oluşum süreci, farklı şemalar içinde sınıflandırılarak açıklanmaktadır. KPB'lerin sınıflandırılmasında kullanılan ölçüt, tamamen merkezi olandan tamamen merkezi olmayana doğru değişmektedir. Şekil 1.1'de görüldüğü gibi KPB'ler, tamamen merkeziden tamamen merkezi olmayana doğru farklı şekillerde yer almaktadır (Baron ve diğerleri, 2015, s.9).



Şekil 1.1 : Kripto para birimleri dağıtım şeması.

**Kaynak:** Baron ve diğerleri, 2015, s.9.

Merkezi KPB'ler, tamamen merkezi olan KPB olarak bilinmekte ve "saklamacı" bir kuruluş tarafından veya tamamen merkezden yönetilmesinden dolayı, merkez bankasına benzer bir şekilde çalışan şemalar olarak tanımlanmaktadır (FİNCEN, 2013,

s.4-5). Merkezi KPB’lerde yapılan bütün işlemler merkezi bir yönetici tarafından kontrol edilmekte ve kayıtların tutulduğu defter-i kebirde kontrolleri sağlamaktadır (FATF, 2014, s.5).

KPB’lerin büyük bir çoğunluğunu merkezi olmayan KPB’ler oluşturmaktadır. Merkezi olmayan KPB şemalarında herhangi bir merkezi “saklamacı” ve merkezi bir yönetici bulunmamaktadır. Merkezi olmayan KPB işlemleri herhangi bir aracıya ihtiyaç duyulmadan yapılan transferler olarak tanımlanmaktadır. Burada merkezin yerini, sistemin çalışmalarını yöneten ve doğrulayan iç protokoller almıştır. Merkezi olmayan KPB’lerin başında BTC gelmektedir. BTC’nin ortaya çıkmasından sonra, KPB geliştiricileri BTC’yi örnek alarak farklı KPB türleri geliştirmeye çalışmışlardır. Merkezi olmayan KPB sayısının gün geçtikçe arttığı görülmektedir. KPB sayısındaki artışın nedenleri; yüksek bir işlem doğrulama ve daha sağlam bir algoritma sayesinde çözülmesi zor olan şifreleme yapısının olması ile açıklanmaktadır. KPB sayısındaki bu artışlar KPB üretme çalışmalarına (madencilik) yenilikler kazandırmaktadır (ECB, 2015, s.10).

### **1.2.2. Dağıtık Defter-i Kebir**

KPB’lerin kayıt sistemi, merkezi kayıt şeklinde değil, Dağıtık Defter-i Kebir Teknolojisi ile yapılmaktadır. İşlemler normal yöntemlerden farklı olarak, yani belirli bir merkezi otorite tarafından kayıt altına alma zorunluluğu olmadan, işlemciler tarafından dağıtık bir şekilde sisteme kaydedilmektedir. İşlem süreci kullanıcıların kayıtlarındaki değişiklikleri onaylaması ile yürümektedir. Yapılan işlemler her bir kullanıcıya kopya olarak iletildiği için, her bir kullanıcı kontrollerini kendi hesaplarından yapmaktadır. Bu nedenle işlemlerin kaydedilmesinde herhangi bir merkezi otoriteye ihtiyaç ve güven duyulmamaktadır. İşlemlerin doğrulanması her zaman için kullanıcılar tarafından sağlanmaktadır (Ali ve diğerleri, 2014b, s.270).

Dağıtık Defter-i Kebir yönteminin uygulanmasında bazı unsurların yerine getirilmesi önemlidir. Bunlar; defter-i kebirdeki bilgilerin dijital ortamlarda olması ve kayıt edilebilirliği, işlem yapılabilirliği açısından birden fazla kullanıcı arasındaki dağılımı, kullanıcıların en güncel hali ile defter-i kebirleri kabul etmeleri için oy çokluğu mekanizmasının olması ve işlemler sırasındaki gizlilik ve saklanacak olan cüzdanlardır. Bu unsurlar dağıtık defter-i kebir yönteminin “şifresel” araçlarıdır.



Ne var ki; bu unsurların birleşerek düzenli bir sistemin oluşturulması, günümüze kadar pek mümkün olmamıştır. Şöyle ki; defter-i kebir en güncel hali ile kabul etmek için oy birliğine ihtiyaç duyulmaktadır. Oy birliği süreci ise genelde iki aşamadan oluşmaktadır. Bunlar doğrulama ve güncel defter-i kebirde mutabakat sağlanması aşamalarıdır. Doğrulama sürecinde, kullanıcılar sistemde geçerli gördükleri değişiklikleri tespit ederler. Bu tespitin yapılabilmesi için doğrulayıcı bütün geçmiş işlemlerin kayıtlarını bulundurmaktadır. Güncel defter-i kebirdeki mutabakatın sağlanmasında ise, kullanıcılar her bir değişikliği doğrulamaktadırlar. Bu süreçte kritik nokta, değişikliklerin sadece bir kere yapılması, kaydedilmesi ve her bir kullanıcı arasındaki güncelleme ile garanti altına alınmasıdır (Bank of International Settlements, 2017, s.10).

Blok zincir, dağıtık defter-i kebirin oluşum yöntemidir. Blok zincir ise, bir veri tabanı olup kayıtları tek tek ele alıp bir sayfaya aktarmak yerine bir bloğa uygun bir şekilde yerleştirilmesidir. Veri tabanında bulunan bloklar şifresel bir imza kullanarak bir sonraki bloğa zincirlenerek devam etmektedir. Böylece blok zincirlerin birbirlerine eklenmesi ile dağıtık defter-i kebir oluşmaktadır. Ayrıca blok zincirler defter-i kebir gibi kullanılabilen olup, herkes tarafından veri tabanında paylaşılabilen ve kabul görmektedir (England Government Office For Science, 2015, s.17).

Defter-i kebirin doğrulunun sorgulanmasının birçok yöntemi vardır. Bunların içinde en çok kullanılanları madencilik ve oy birliği yöntemleridir. İşlem doğrulama sürecinde katılımcıların önceden belirlenmesi halinde, katılımcılar izinli sayılabilecekler ve defter-i kebir izinli bir sistem olacaktır. İşlem doğrulama süreci herkese açık bir şekilde ise, defter-i kebir izinsiz olacaktır. Blok zincir teknolojisinin günümüzde kullanılan yenilikleri sadece bir veri tabanı oluşturmaktan öte, işlemlerin kendisine bağlanmış kurallar belirleyebilmesidir (England Government Office For Science, 2015, s.17).

Dağıtık defter-i kebirde işlem oluştururken bazı adımları takip etmek gerekmektedir. Şöyle ki; ödemesini zamanında yapmak isteyen bir işlemci, diğer işlemcilerin bulunduğu bir ağa ödemek istediği miktarları göndermektedir. Şifresel bir teknolojiye sahip olan bu sistemde, işlemcilerin işlemleri doğrulamasında şifresel teknikler olanak sağlamaktadır. Ağda bulunan işlemciler ve madenciler işlem bloklarını bir araya getirerek işlemlerin doğruluğunu sağlamak için birbirleriyle kıyasıya mücadele etmektedirler. Dağıtık defter-i kebir kullanıcıları tarafından iletilen işlemler, ağda

bulunan az sayıdaki katılımcılar tarafından doğrulanmaktadır. Doğrulan bu işlemler diğer kullanıcılar tarafından da gerçekleştirilmiş olup, kendilerinde bulunan kayıtları da aynı şekilde güncellemektedirler. Böylece bütün kullanıcılarda sistemin son halinin bulunması sağlanmaktadır. İşlemin doğrulanması sonucunda yeni para birimleri oluşturulmaktadır. Bir işlem bloğunun doğrulama görevi madencilerdedir. İşlemin doğrulunda görev alan ve başarılı olan madenciler, yeni oluşturulan para birimlerinden pay almaktadırlar. Ayrıca işlem maliyetleri taraflardan alınmaktadır (Üzer, 2017 s.25).

Dağıtık defter-i kebir yönteminin sağladığı avantajların başında herhangi bir merkezi otoriteye bağlı kalmadan, kayıtların bir ağa bağlı bilgisayarlar arasında tutulması gelmektedir. Tutulan kayıtlar siber saldırı ihtimalini düşürmektedir. Siber saldırıların gerçekleşmesi durumunda oluşabilecek tahribatların kısıtlı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca defter-i kebirlerdeki kayıtların otomatik bir şekilde güncellenmesi halinde, finansal kuruluşların herhangi bir maliyetleri kalmayacaktır (Pinna ve Ruttenberg, 2016, s. 15-16).

### **1.3. KRİPTO PARA BİRİMLERİNİN AVANTAJLARI VE RİSKLERİ**

Finansal piyasa katılımcıları avantajlarını ve risklerini karşılaştırarak KPB'leri tercih etmektedirler. Dolayısıyla KPB'lerin kullanımını finansal piyasa katılımcılarına bazı avantajlar sağlamakta ya da bazı riskler yüklemektedir.

#### **1.3.1. Kripto Para Birimlerinin Avantajları**

KPB'lerin en temel avantajı, diğer finansal araçların ortaya çıkış süreleri ile kıyaslandığında daha yüksek bir işlem hızının bulunmasıdır. Ortaya çıkış süresi olarak KPB'ler kendi aralarında farklılık gösterse de, merkezi olmayan KPB'ler bir saatten az, merkezi olan KPB'ler ise anlık olarak gerçekleşmektedir. Kredi transferleri ve kredi kartlarıyla sağlanan çoklu para birimi işlemleri ile KPB işlemleri karşılaştırıldığında, KPB işlemlerindeki protokolün (mutabakatın) daha hızlı bir şekilde gerçekleştiği görülmektedir. Örnek olarak bir BTC yaklaşık her 10 dakikalık süre içerisinde yeni bir işlem ağa katarak defter-i kebirde kaydedilmektedir.

KPB işlemlerinin gerçekleştiği sırada işlem bilgilerinin güvenilir bir şekilde gerçekleşmesi, KPB'nin bir diğer avantajıdır. Herhangi bir KPB işlemi gerçekleştirmek isteyen bir kullanıcı resmi bir ödeme aracı olmaksızın anonim bir hesap ile işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. Anonim olarak işlemlerin gerçekleşmesi, kullanıcı açısından

kişisel ve önemli bilgilerinin gizli tutmasını sağlamaktadır. KPB kullanımında kişisel bilgilerin verilmesi gerekmemektedir. Bundan dolayı KPB tam bir nakit paraya benzemekte ve para kimin elinde ise mülkiyeti de tamamen ona ait olmaktadır (ECB, 2015, s.18-19).

KPB kullanımının üçüncü avantajı ise işlem maliyetlerinin düşük olmasıdır. Kullanıcılar KPB kullanımında oluşturdukları sanal cüzdan için herhangi bir ücret ödememektedirler. İşlemler gerçekleşirken oluşan masraflar oldukça azdır.

### **1.3.2. Kripto Para Birimlerinin Taşıdığı Riskler**

Kullanıcılar KPB'lerin kullanımında birtakım risklerle karşılaşmaktadırlar. Bunların başında ödeme sistemlerindeki riskler gelmektedir. Merkezi ödeme sistemleri ile ilgili en önemli risk unsurları kredi riski, likidite riski ve operasyonel risktir. Kredi riski, borçlunun borcunu ödeyememesi durumunda alacaklıların karşılaştığı risk olarak bilinmektedir. Likide riski, borçlu katılımcının vadesi geldiğinde borcunu ödeyecek yeterli likiditeye sahip olmamasıdır. Operasyonel risk ise, ödeme sistemi içerisinde taraflardan herhangi birinin bilişim sorunu gibi nedenlerden dolayı faaliyetlerinin tamamının durdurulması riskidir. Bu tür riskler başta bankacılık sektörü olmak üzere aracılık yapan bütün kuruluşlar için geçerlidir (Finan ve diğerleri, 2013). Merkezi olmayan ödeme sistemlerinde işlemler herhangi bir aracıya ihtiyaç duyulmadan gerçekleştiği için likidite ve kredi riski bulunmamaktadır. Operasyonel riskin ise merkezi olmayan ödeme sistemlerinde var olduğu bilinmektedir. Merkezi ve merkezi olmayan ödeme sistemlerindeki riskler bir arada değerlendirildiğinde, ikisinde de sahtecilik riskinin varlığı göze çarpmaktadır. Merkezi olmayan sistemde kullanıcıların ödeme detaylarının ayrıntılı bir şekilde açıklanmasına gerek duyulmamaktadır. Bunun sonucunda ödeme detaylarının aracıdan çalınması riski ortadan kalkacaktır. Ancak, bu kişilerin KPB'leri bankalarda “özel anahtarlar” ile saklandığından, özel anahtarların kaybolması sonucu KPB'leri kaybolmuş olacaktır. Bunun için KPB cüzdanı daha çok fiziksel bir cüzdan gibi görülmektedir (Ali ve diğerleri, 2014b, s.270-271).

KPB'leri kullanan kullanıcılar üzerinde herhangi bir koruyucu bir sistem olmadığından kullanıcılar ayrıca birçok riskle karşı karşıya kalmaktadırlar. Bununla ilgili riskler; kamu otoritesinin herhangi bir koruyucu politika sunmaması, şeffaflığın düşük olması, yasal olarak risklerle karşı karşıya kalınması, sürekliliğin bulunmaması, oynaklığın yüksek olması şeklinde sıralanabilir.

KPB'lerde yüksek fiyat oynaklığının bulunması kullanıcıların karşılaştığı bir diğer risk türüdür. Kullanıcılar, ileride KPB'leri nakde çevirmek istediklerinde veya hizmet almak istediklerinde fiyat oynaklığından kaynaklanan kayıplarla karşılaşabilirler. Ayrıca KPB'ler ani kur değişmelerinden de etkilenmektedir. Bununla birlikte merkezi bir otoritenin olmayışı risk artırıcı bir etki ortaya çıkarmaktadır.

#### **1.4. BITCOIN (BTC)**

KPB'lerin kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. KPB'ler içinde en çok kullanılan ve ilk olarak ortaya çıkan BTC'dir. Dünya genelinde BTC kullanımının sürekli olarak arttığı görülmektedir.

##### **1.4.1. BTC'nin Tarihçesi**

BTC, belirli bir sistemin genel yönetiminde merkezi bir otorite yerine herhangi bir merkezi otoriteye ve merkezi bir yönetime gerek duyulmadan tamamen şifre bilimine dayanan bir KPB türüdür. İlk merkezi olmayan KPB olarak da tarihteki yerini almıştır (Brito ve Castillo, 2013, s. 5).

BTC ilk olarak 1998 yılında Wei Dai tarafından merkezi bir sistem yerine şifreleme bilimi kullanılarak "chyperpunks" e-posta listesinde ortaya çıkmıştır. BTC sistemi ise 2008 yılında bir iktisat çalışması olarak literatürde yerini alan ve Satoshi Nakamoto tarafından yayınlanan "Peer to Peer Elektronik Cash System"(Eşler Arası Elektronik Nakit Sistemi) isimli çalışmayla öne sürülmüştür. Nakamoto isimli kişinin veya belli bir grubun kimliğinin bilinmiyor olması bazı endişelere neden olmuştur. Ancak sistemin işleyişi, protokolü, yazılımı açık bir dil ile açıklanmakta ve geliştiriciler tarafından mevcut kodlar gözden geçirilebilmektedir. Bu durumda BTC'yi kimin icat ettiğinin herhangi bir önemi kalmamaktadır. Nakamoto, 2010 yılının sonlarına doğru kendisi hakkında pek bilgi vermeden projeden ayrılmıştır. Bu tarihten sonra birçok geliştirici BTC'nin gelişmesine katkı sağlamıştır. Geliştiriciler yazılımlara ekler yapsalar da, kullanıcılar hangi yazılımı kullanacağına kendileri karar vermektedirler. Bu sayede BTC protokolü dünyadaki bütün kullanıcılar tarafından kontrol edilebilmektedir (Koçoğlu ve Arkadaşları, 2015, s.79).

BTC'nin ağ oluşumu, ilk açık kaynak müşterisi ve ilk para biriminin ihracıyla Ocak 2009'da ortaya çıkmıştır. İlk para birimleri ise, sistemin geliştiricisi olan Satoshi Nakamoto tarafından üretilmiş ve işlemin sonunda 50 hediye BTC kazanılmıştır. BTC

kullanılarak yapılan ilk ticari işlem ise, Laszlo Hanyecz'in Mayıs 2010 tarihinde yaptığı alışverişle gerçekleşmiştir. Laszlo Hanyecz, 10.000 BTC karşılığında iki adet pizza satın alarak, BTC ile yapıldığı bilinen ilk alışveriş olarak tarihteki yerini almıştır. Pizzaların normal fiyatı 25 Dolar civarında iken, 10.000 BTC ile alınması bu pizzaların dünyanın en pahalı pizzası olarak anılmasını sağlamıştır.

BTC'nin anonim bir yapısının ve merkezi bir otorite tarafından kontrolünün bulunmaması kullanımının artarak devam etmesini teşvik etmektedir. BTC'nin ilk başlarda online olarak kullanılması ile beraber bu kullanıcıların sayısı artmış ve Bitcoin Market, MtGox gibi BTC borsaları açılmıştır. Kullanımının artmasındaki faktörler arasında 2008 yılında ortaya çıkan küresel finansal kriz ve bazı kuruluşlar tarafından kullanımının yasal olduğu söylemleri gösterilebilir. 2012 yılında yapılan büyük bir uyuşturucu ticaretinin önemli bir kısmının bir internet sitesi üzerinden yapıldığı tahmin edilmektedir. Uyuşturucu ticaretinin eBay'i olarak bilinen (Barratt, 2012, s. 683) site yaklaşık 9.5 milyon BTC satış hasılatı üzerinden 600.000 BTC komisyon geliri elde etmiştir (Ron ve Shamir, 2014, s.7). Bu durum ABD Fedaralleri tarafından fark edilmiş ve büyük bir soruşturma başlatılmıştır. Soruşturmaların sonucunda, site 2 Ekim 2013 tarihinde kapatılmıştır (Koçoğlu ve Arkadaşları, 2015, s.80). Öte yandan 2014 yılında Mt. Gox borsasının kapatılması ile BTC fiyatları düşmeye başlamış, ayrıca Çin'in BTC'nin kullanımını yasaklayacağı söylentileri, BTC'nin fiyatında büyük bir düşüşe neden olmuştur. Bu tür olaylar BTC'nin fiyatını olumsuz yönde etkilemiş ve geleceğini tehdit altına almıştır.

#### **1.4.2. BTC'nin Özellikleri**

BTC protokolünde "ilk işlem" özelliği bulunmaktadır. Oluşturulacak yeni bloğu oluşturan kullanıcı BTC'leri üretmektedir ve ödül olarak BTC kazanmaktadır. BTC'yi oluşturan bu kullanıcılara madenciler denmektedir. Bloklar yaklaşık olarak 10 dakikalık bir sürede oluşturulmaktadır. Blok zincire eklenen her bir blok için ödül kazanan kullanıcılar blok zincirin devamını sağlamaktadır. Böylece protokolün işleyişi sağlandığı gibi arzı da gerçekleşmiş olur.

Her bir bloğun oluşumunda ödül olarak 50 BTC kazanılmakta olup 210.000 blok oluşumdan sonra (yaklaşık 4 yıl) bu ödül yarıya düşmektedir. 28 Kasım 2012 tarihi itibarıyla kazanılan ödül miktarı 25 BTC olarak kabul edilmektedir. 9 Temmuz 2016 tarihinde ise blok zincire eklenen her bir blok için ödül 12,5 BTC olarak

kazanılmaktadır. Sonunda ise ödül olarak verilen BTC sıfırlanacak ve ağda oluşan BTC sayısı 21 Milyona ulaşacaktır. Böylece işleyiş protokolüne göre toplam arzın yakalanacağı tarihin 2140 yılında olacağı tahmin edilmektedir.

### **1.4.3. BTC'nin Üretimi**

BTC'nin üretiminde Blok zincir kavramı, madencilik kavramı ve BTC işlem faaliyetleri önemli rol oynamaktadır.

#### **1.4.3.1. Blok Zincir**

Blok zincir gerçekleşmiş bütün BTC işlemlerinin kaydının tutulduğu ve bütün BTC işlemlerinin yer aldığı, blokların birbirine eklenip artarak büyüdüğü elektronik bir defter-i kebirdir. Bloklar deftere işlem sırasına ve tarihine göre eklenmektedir. BTC işlemleri sırasında ağa katılan her bir kullanıcı, blok zincirin en son halini bilgisayarına otomatik olarak indirebilmektedir. Bu kullanıcı bilgisayarlarına, düğüm ismi verilmektedir. Bu düğümler işlem olduğunda işlemleri doğrulamakta ve kendi ellerinde bulunan defter-i kebir kopyasını güncelleyerek özel yazılım araçları ile işlem ağında bulunan bütün düğümlere duyurmaktadırlar. Bu işlemler ortak olarak bir ağ tarafından gerçekleştirildiğinden herhangi bir güvenilir üçüncü şahıslara veya aracılara ihtiyaç duyulmamaktadır. Defter-i kebir sisteminde kaydedilen varlıklar defter-i kebir sisteminden bağımsız olarak yer alırken, blok zincir BTC'nin harcanmamış işlem çıktıları olarak var olduğu bir ortamdır (Pinna ve Ruttenberg, 2016, s.15-17).

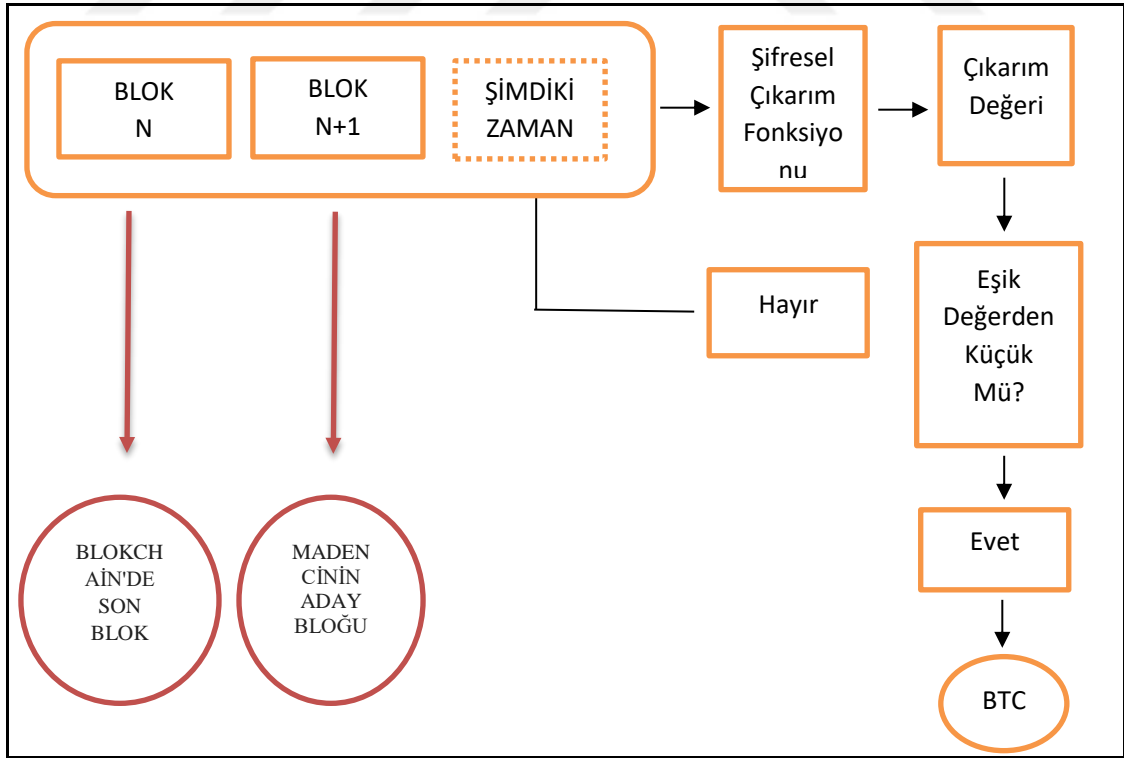
#### **1.4.3.2. Madencilik**

Madencilik BTC işlemlerindeki kayıt hizmeti olarak adlandırılmaktadır. Madenciler yeni işlemleri toplayarak blok haline getirirler. Bu oluşturulan bloklar sürekli olarak takip ederek blok zincirin doğruluğu, eksiksizliği ve değiştirilmezliği sağlanmaktadır. İşlemlerin doğrulunun sağlanmasında ise BTC ağında güçlü bilgisayarlara ihtiyaç duyulmaktadır. BTC ağındaki güçlü bilgisayarlar madenciler tarafından sağlanmaktadır. Madenciler BTC oluşum sürecinin bir parçası olan şifresel bir bulmacayı çözmektedirler. Çözülen bu şifresel bulmaca da madenciler SHA-256 çıkarım algoritmasını kullanmaktadırlar. Bu algoritma sayesinde her bir blokta bir

önceki bloğun şifresel sonuçları gözlemlenmektedir. Bunun sonucunda bloklar birbirine bağlanarak bir zincir oluşturmakta ve blok zincir adını almaktadır.

Madencilik işlemlerinde algoritma kullanmak tek başına yeterli olmadığından madenciler yaptıkları işlemleri ağa kanıtlamak durumunda kalmaktadırlar. Bu duruma, “iş kanıtı” adı verilmektedir. Ağdaki diğer düğümler tarafından kabul edilmesi için, oluşturulan her bir yeni bloğun iş kanıtı içermesi gerekmektedir. İş kanıtı oluşturmanın madenciler tarafından en zor yanı, ona ayrılacak sürenin bir hayli fazla olmasıdır. Madenciler bu süreçte güvenli bir şifresel çıkarım oluşturmakta ve amaçlarına ulaşmak için deneme yanılma yöntemini kullanarak doğru bir değeri yakalamak durumundadırlar. BTC protokolüne göre, doğrulama sürecinin sonunda yeni para birimleri oluşmakta ve işlemleri doğrulayan madencilere hediye BTC’ler verilmektedir. Bu durumda madenciler işlemleri doğrulayabilmek için birbirleriyle rekabet etmekte ve en kısa sürede doğrulamayı başaran madenci hediye para birimini almaktadır.

BTC protokolüne göre üç tane girdiyi birleştirerek çıkarım fonksiyonu kontrol edilmektedir. Bunlar sırasıyla; Önceki bloğun referansı, aday işlem bloğunun detayları ve bir defa kullanmak için özel değerlerdir (Ali ve diğerleri, 2014b, s.270).



Şekil 1.2 : BTC iş kanıtı şeması

**Kaynak:** Ali ve diğerkleri, 2014b, s.274.

Şekil 1.2' de gösterilen "BTC İş Kanıtı Şeması" çıkarım fonksiyonu, matematiksel bir fonksiyon olup belirsiz bir büyüklüğe sahiptir. BTC İş Kanıtı Şeması büyüklükleri aynı olan bir çıktı üretmekte ve hesaplanabilmesi basit bir işlem gerektirmektedir. Bir çıkarım fonksiyonu aynı zamanda şifresel ve güvenli bir işleme sahiptir. İş kanıtı yöntemine göre, madenciler doğrulama işlemi yaparken, bir işlemi blok zincire işlemekte ve böylece defter-i kebirde yeni bir durum oluşmaktadır. Ardından defter-i kebir de oluşan yeni versiyonu çıkarım fonksiyonunun bir girdisi olarak kullanılmaktadırlar. Sonuç olarak bir çıkarım fonksiyonu ortaya çıktığında bu sonucun son hali ağdaki tüm katılımcılara ulaşmaktadır. Ağdaki tüm katılımcılar bu işlemlerin doğrulunu ve meşruluğunu kontrol etmektedirler. Şartlar yerine gelip herhangi bir problem olmadığı anlaşıldığında yeni versiyon üzerinde mutabık kalmaktadır. Ardından bu durum yeni oluşacak çıktılar için bir başlangıç noktası olarak kabul görmektedir.

Bir BTC ağındaki işlem adımları şunlardır:

- 1) Yeni işlemler ağdaki bütün düğümlere bildirilmektedir.
- 2) Her bir düğüm yeni oluşan işlemleri bir blokta toplamaktadır.
- 3) Her bir düğüm kendi bloğunun içinde iş-kanıtını ortaya çıkarmak için çalışmaktadır.
- 4) İş kanıtını ortaya çıkaran düğümler bunu diğer tüm düğümlere bildirir.
- 5) Blok içerisindeki tüm işlemler geçerliyse ve düğümler tarafından daha önce harcanmamışsa, düğümler bloğu kabul ederler.
- 6) Düğümler bir sonraki bloğu çözmek için harekete geçtiklerinde bir önceki bloğun değerlerini yeni bloğa ekleyerek hareket etmek durumunda kalmaktadırlar. Böylece bloğu kabul ettiklerini göstermektedirler (Narayan ve diğerkleri, 2016 s.57).

Düğümler her zaman doğru zincirin en uzun olduğunu kabul ederek bunu daha da uzatmaya çalışırlar. Madenciler aynı anda iki düğümden farklı denklem dallarını aynı anda sonuca ulaştırıp ortaya çıkardıklarında, sistem kullanıcıları birini diğerinden önce kabul ederek ilk aldıkları bloğu doğru kabul etmektedirler. Düğümler diğer dal üzerinde ise çalışmayı bırakmayarak daha fazla uzama ihtimaline karşılık saklamaktadırlar. Beraberlik durumunda bir sonraki iş kanıtı ortaya çıktığında ve herhangi bir dal daha



uzun hale geldiğinde bozulmuş, olacak ve diğer daldakilerde hangi dal daha uzun ise o tarafa geçeceklerdir.

Yeni işlemler bazen tüm düğümlere ulaşmayabilmektedir. Yeteri kadar düğüme ulaşıldığında işlemler bir blokta yerini almaktadır. Eğer bir düğümden eksik bir blok varsa, bir sonraki bloğu aldığında, eksik olan bloğu tespit edip uyarır ve o eksik olan bloğu talep etmektedir.

İş kanıtı sisteminde gerçekleşen işlemlerden sonra önceki işlemlerle ilgili bir değişiklik yapma işlemi düğümler tarafından oldukça maliyetli olacağından, işlemlerin katılımcılar tarafından bilinmesiyle sisteme duyulan güven korunmaktadır. Bir madenci yanlış bir işlemi kayıt altına almak istediğinde, doğru işlem yapan madenciler ile yarışmak zorunda kalacaktır. BTC sisteminde doğru madencilik işlemleri, yanlış ve sahte olarak yapılacak işlemlerden daha az maliyetli olacağından, BTC sistemi giderek yaygınlaşmaktadır. Sistemdeki elektronik ağın çoğu iyi niyetli dürüst düğümlerin kontrolünde olduğu sürece, bu düğümler sistemdeki en uzun bloğu oluşturacak ve kötü niyetli madencileri sistem dışına atacaktır (Nakamoto, 2008).

#### **1.4.3.3. BTC İşlemleri**

BTC kullanıcıları günümüz teknolojisini yakından takip etmektedirler. BTC sistemi sanal bir ortamda gerçekleştiği için işlem süreçlerinin teknolojik gelişmeler ile doğru orantılı olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle çalışmamızın bu kısmında BTC işlemleri sırasında kullanılan sanal cüzdan ve dijital adresler ile ilgili bilgiler verilecektir. Ayrıca BTC işlemlerine ilişkin işlem süreçleri de açıklanacaktır.

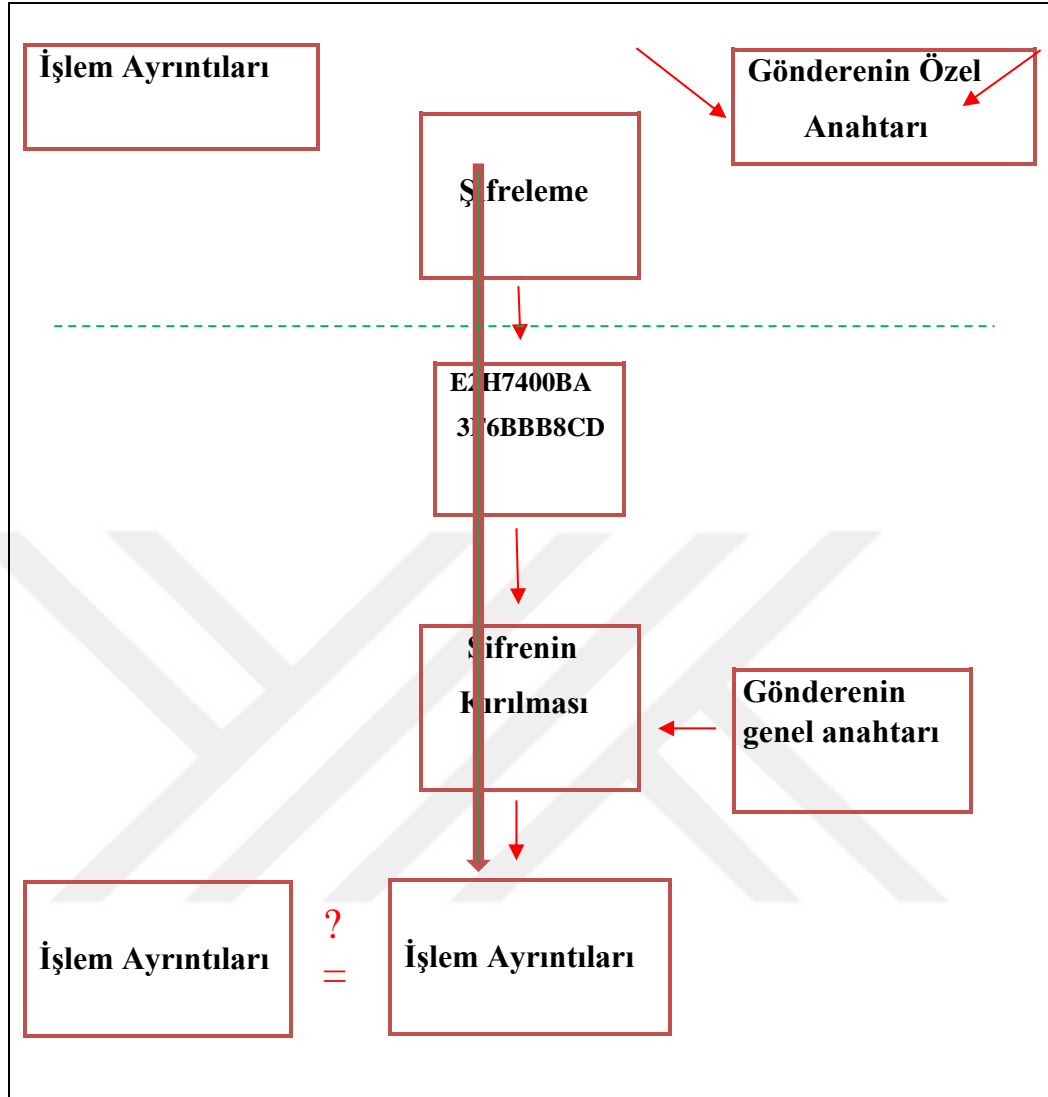
##### **1.4.3.3.1. Sanal Cüzdan**

BTC işlemi yapacak olan bir kullanıcı işlemleri yaparken sanal bir cüzdana ihtiyaç duymaktadır. Sanal cüzdan kullanımında ise dijital adres ve dijital imza kavramları oluşmaktadır.

BTC işlemi yapmak isteyen bir kullanıcının bir banka hesabıyla ilgili sanal bir adresi bulunması gerekmektedir. Bu oluşan sanal adres ile BTC alıp satabilmektedir. Bu işlemler defter-i kebirde kayıt olmaktadır. Oluşturulan bu sanal adres BTC işlemlerinin yapılabileceği, yaklaşık olarak 34 alfa sayısal karakterin rastgele sıralamasından oluşan bir adrestir (Ali ve diğerleri, 2014a, s.273).

Kullanıcıların oluşturduğu sanal cüzdanların gerçek kimliklerle doğruluğu zorunlu olmadığından, anonim bir şekilde oluşturulabilmektedir. Oluşturulan sanal cüzdan adresinin tüm ağ tarafından görülme şartı bulunmaktadır. Sanal cüzdanın temel özelliği saklama ve transfer işlemlerini sağlamaktır. Bir sanal adresten bir başka sanal adrese BTC transferi gerçekleştirmek için, bankacılık internet sistemine benzer bir şekilde transferleri kolayca gerçekleştirmek mümkündür. Bu sanal cüzdan hizmetini veren çoğu kuruluş, herhangi bir komisyon ve yıllık ücret gibi kullanıcılara maliyet oluşturmamaktadırlar.

Sanal cüzdanlar şifreleme özellikleri ile güvenliklerini sağlamaktadırlar. Kullanıcılar sanal adreslerini kullanarak işlemleri gerçekleştirmek istediğinde, bu şifresel anahtara ihtiyaç duyulmaktadır. Anahtarlar iki farklı şekilde ayrışmakta fakat matematiksel olarak birbirlerine bağlı bir şekilde kurulmaktadır. Birisi özel birisi ise genel anahtar olarak adlandırılmaktadır. Bunların birleşimine ise şifresel anahtarlar denmektedir. Dijital imza olarak işlem yapmak isteyen kullanıcılar ise özel anahtarlarını kullanmaktadırlar. Sanal adres ile özel anahtarlar arasındaki bağ genel anahtarın şifrenmesiyle sağlanmaktadır (Scholer, 2016, s.3).



**Şekil 1.3 : Dijital imzalar**

**Kaynak :** Ali ve diğerleri, 2014b, s.273.

Şekil 1.3'te BTC alımında veya satımında sistem üzerinde işlemlerin nasıl imzalandığı gösterilmektedir. Kullanıcılar işlemin bir adet kopyasını özel anahtar yardımıyla şifrelemektedir. Ayrıca kullanıcılar işlem sonrasında işlemin hem şifrelenmiş halini hem de düz versiyonunu ilan etmektedirler. Sistemde bulunan kullanıcılar, şifrelenmiş versiyonu işlemi yapan kullanıcının genel anahtarıyla eşleştirerek düz versiyonu elde edebilmektedir. Kullanıcı tarafından yayımlanan düz versiyon ile ulaşılan düz versiyon aynı ise, o kullanıcının özel anahtarının kullanıldığı anlaşılabilir.

#### **1.4.3.3.2. İşlem Süreci**

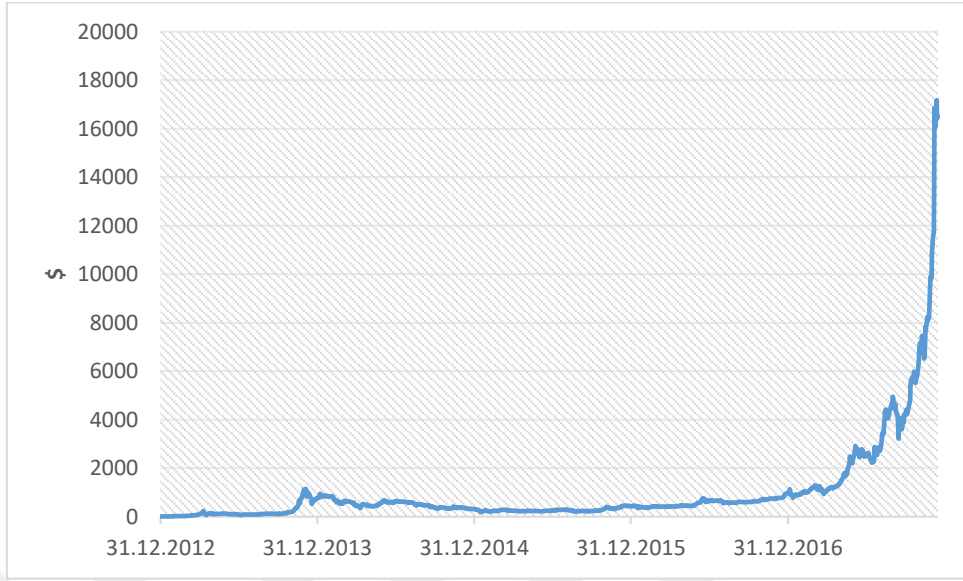
BTC ile işlem yapmak isteyen kullanıcılar, sanal cüzdanlarını kullanarak cüzdanlarında bulunan BTC'leri aşağıdaki adımları takip ederek gerçekleştirmektedirler.

- 1) BTC göndermek isteyen bir kullanıcı elinde bulundurduğu BTC'nin nasıl sağlandığını gösteren işlem, göndermek istediği adres ve göndereceği miktarı içeren bir ileti oluşturmaktadır.
- 2) Hesabın kullanıcı tarafından kontrol edildiğini gösteren dijital imza atılınca, işlemi bütün ağa iletilmektedir.
- 3) Madenciler yeni bir işlemin olduğunu fark ederek oluşan işlemi diğer işlemlerle birleştirmekte ve yeni blok adaylarını oluşturmaktadırlar. İşlem bloğunun doğrulanmasında ise doğrulama ve oy birliği olmak üzere iki temel yöntem vardır.
- 4) Madenciler işlemi doğruladıktan sonra işlemi ağa duyurmakta ve diğer kullanıcılar da bu işlemi kendilerinde bulunan blok zincirlere eklemektedirler (Ali ve diğerleri, 2014b, s.268).

#### **1.4.4. BTC Piyasasındaki Gelişmeler**

Yakın dönemde BTC fiyatlarında belirgin bir artış ve dalgalanma eğilimi görülmektedir. BTC fiyatlarındaki bu artış, BTC kullanımının yaygınlaşması ile doğru orantılıdır. BTC'nin piyasa değeri Amerikan Doları ile yakından ilişkilidir. Şekil 1.4' de BTC'nin günlük kapanış fiyatlarının zaman serisi gösterilmektedir.

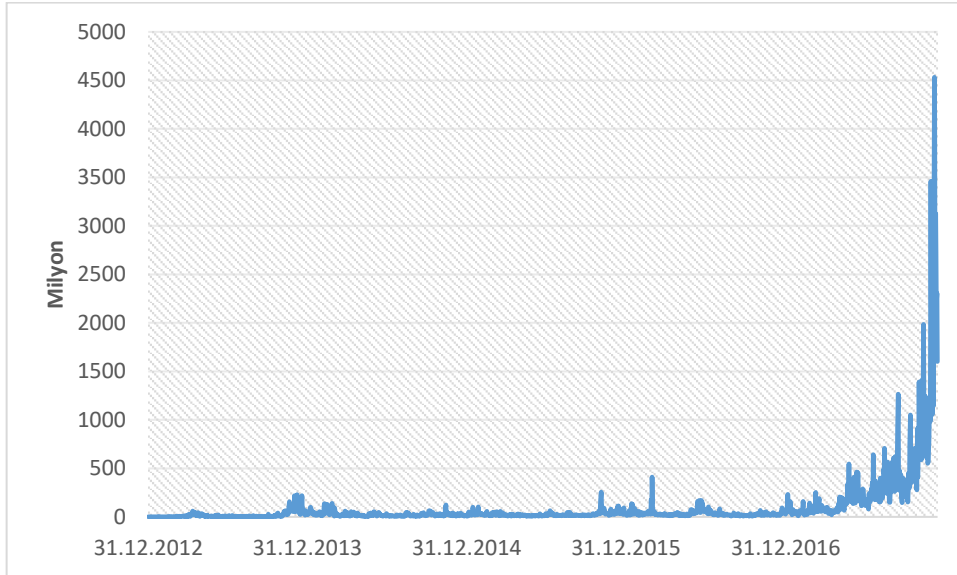
BTC fiyatlarının, 2016 yılının sonuna kadar yatay bir şekilde hareket ettiği görülmektedir. Bu tarihten itibaren yükselişe geçen BTC 11 Aralık 2017 tarihinde tarihinin en büyük fiyat artışlarından birini yaparak 17.549 Dolar düzeyine ulaşmıştır. Bu tarihten sonra düşüş eğilimine giren BTC 6.000 Dolar düzeylerine gerilemiştir. BTC'nin fiyat hareketleri günümüzde 10.000 doların üzerinde devam etmektedir. Söz konusu düşüşlerin somut olarak nedenlerini ortaya koymak zor olsa da, BTC'ye duyulan güvenin sarsılması, fiyat düşüşlerin en büyük nedeni olarak görülmektedir.



**Şekil 1.4 :** BTC fiyat endeksi (Günlük kapanış)-31.12.2012-14.12.2017

**Kaynak:** Coindesk.com, 2019.

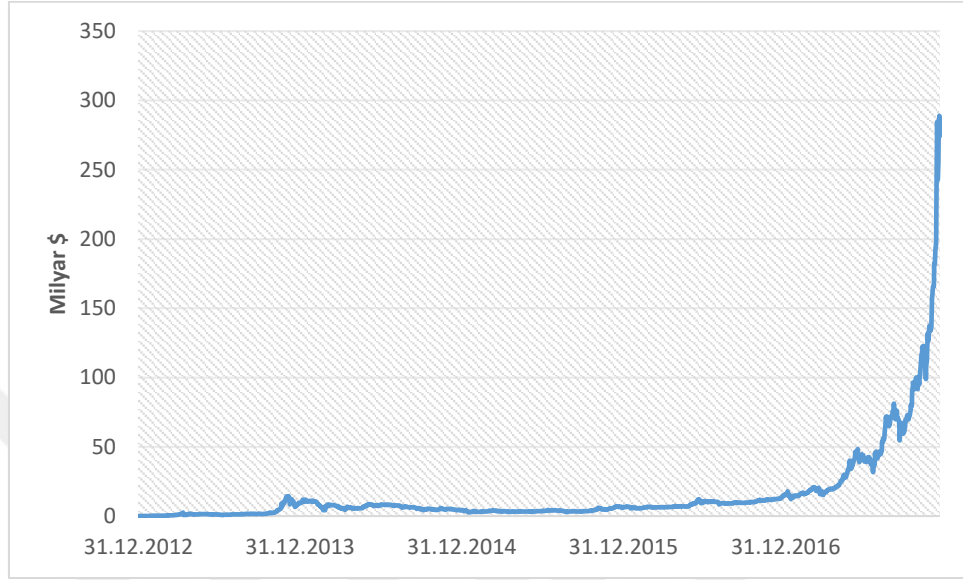
Şekil 1.5’te BTC’nin piyasa hacminin zaman serisi gösterilmektedir. BTC’nin piyasa hacmine ilişkin gelişmelerin fiyat hareketleri ile paralel bir seyir izlediği görülmektedir. Buna göre, BTC’nin piyasa hacmi 2015 yılından sonra sürekli olarak artış eğilimine girmiştir.



**Şekil 1.5 :** BTC’nin piyasa hacmi -31.12.2012-14.12.2017

**Kaynak:**Bitcoin.org, 2019.

BTC'nin piyasa değeri, fiyat hareketleri ve piyasa hacmi ile paralel bir seyir izlemektedir. BTC'nin günlük piyasa değeri ise Şekil 1.6'da gösterilmiştir. Buna göre BTC'nin piyasa 2015 yılının sonundan itibaren artış eğilimine girmiştir. Günümüzde ise BTC'nin toplam piyasa değeri 225 Milyar Dolar seviyelerindedir.



**Şekil 1.6 : BTC'nin piyasa değeri-31.12.2012-14.12.2017**

**Kaynak:**Bitcoin.org, 2019.

## **1.5. FARKLI ÜLKELERİN BTC'YE BAKIŞ AÇISI VE BTC İLE İLGİLİ YASAL DÜZENLEMELER**

BTC, KPB olarak bilinen ilk ve yaygın bir para birimi olduğundan ülkeler açısından, ülkelerin KPB'ler karşısındaki tutumu, BTC üzerinden oluşmaktadır.

Ülkelerin KPB'lere bakış açısı ve KPB'ler ile ilgili politikaları farklılıklar göstermektedir. Şöyle ki; kamu otoriteleri açısından KPB'ler güvenlik riski taşıdıkları için önlemlidir. KPB ile ilgili çıkan birçok tartışma sanal paraların yasa dışı işlerde kullanılıyor olmasıdır (Baron ve diğerleri, 2015, s.65-68). Ülkelerin yasal işleyişleri farklılık göstermekte olup, zaman geçtikçe değişimlere açıklık göstermektedir. Avrupa ülkelerinin hemen hemen hepsi KPB'ler hakkında uyarılarda bulunmuş ve KPB ile ilgili her zaman takipte kalmışlardır. Avrupa dışında ise Çin başta olmak üzere Asya ülkeleri de önemli uyarılarda bulunmuşlardır. Bazı ülkelerin merkez bankaları KPB'lerden sağlanan gelirlerin vergiye tabi olmasına karar vermişken, bazı ülkelerde ise vergiden muaf tutulmasına karar verilmiştir (IMF, 2016, s.30-31).

Avrupa Birliği Ülkelerinde KPB'ler herhangi bir mevzuat çerçevesinde düzenlenmemektedir. KPB yeni bir para birimi olduğundan ve gelişim sürecini tam anlamıyla tamamlamadığından, Avrupa Merkez Bankası'nın KPB'ler ile ilgili yaptığı açıklamalar oldukça sınırlı kalmıştır. Avrupa Merkez Bankasının 2012' de yaptığı tanıma göre: kripto para "genellikle geliştiriciler tarafından kontrol edilen, sınırlı sanal grup üyeleri tarafından benimsenip kullanılan, düzenlenmemiş veya regüle edilmemiş, dijital paradır" (ECB, 2012, s.13). Şubat 2015'te ki bir başka açıklamasında ise kripto para, "herhangi bir merkez bankası, kredi kuruluşu veya e-para kuruluşu tarafından ihraç edilmediği halde, bazı durumlarda paranın yerine kullanılabilen, bir değerin dijital temsilidir" (ECB, 2015, s.25). Genel olarak ise Avrupa Birliği ülkeleri ortak bir düzenleme yapılmasının gerekliliğini savunmuşlardır.

ABD, Fransa, Almanya, İngiltere, Japonya ve Kanada gibi gelişmiş ülkelerde KPB'ler oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle BTC için Japonya ve İrlanda da ATM'ler bulunmaktadır. Finlandiya Merkez Bankası BTC'yi bir para birimi hatta herhangi bir elektronik ödeme aracı olarak tanımlamamıştır. Almanya, Norveç ve Kore gibi ülkeler ise BTC'nin bir para birimi olmadığını açıklamışlardır (Raiborn, Sivitanides, 2015, s:26). Çin merkez bankası ise BTC'nin bir para birimi olmadığını ve yasal bir zemininin olmadığını ileri sürmüştür. 2014 yılında Çin'de BTC yasaklanmıştır. Ne var ki; daha sonra 2015 yılında BTC üretimi yeniden yapılmaya başlanmıştır. Ocak 2016'da ise Çin Merkez Bankası kendi KBP'sini üretme noktasında çalışmalarına başladığını duyurmuştur. Rusya'da da BTC yasaktır. Avusturalya'da ise 2015'te BTC ile ilgili diğer para birimleri ile eş değeri hakkında bir yasa tasarısı sunulmuştur.

## **1.6. TÜRKİYE'NİN BTC'YE BAKIŞ AÇISI VE TÜRKİYE'DEKİ YASAL DÜZENLEMELER**

Türkiye ise e para ile ilgili tanımlamayı Merkez Bankasının 6493 Sayılı Ödeme ve Menkul Kıymet Mutabakat Sistemleri, Ödeme Hizmetleri ve Elektronik Para Kuruluşları Hakkındaki Kanunda yapmıştır. Bu kanunun 3. maddesinin ç bendinde; "elektronik para, ihraç eden kuruluş tarafından kabul edilen fon karşılığı ihraç edilen, elektronik olarak saklanan, bu kanunda tanımlanan ödeme işlemlerini gerçekleştirmek için kullanılan ve elektronik para ihraç eden kuruluş dışındaki gerçek ve tüzel kişiler tarafından da kabul edilen parasal değeri" olarak ifade edilmektedir. Bu nedenle de

ülkemizde KPB'ler çoğu ülkede olduğu gibi hukuken e-para olarak adlandırılmamaktadır.

Türkiye'de KPB'lerin ödenmesi ile ilgili düzenleme Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK) tarafından yapılmaktadır. KPB'ler ile ilgili ilk resmi açıklama BDDK tarafından 25 Kasım 2013 tarihinde bir basın açıklaması ile yapılmıştır. Yapılan açıklamada BTC ve benzeri paraların, yasa dışı işlemlerde kullanılmaya uygun bir yapıda olduğu belirtilmektedir. Ayrıca bu duyuruda, KPB'lerdeki aşırı oynaklıkların neden olduğu risklere değinilmiş ve bu risklere karşı kullanıcılar uyarılmıştır (BDDK, 2013). Yasal düzenleme olarak sadece BDDK'nın açıklaması olduğundan, ülkemizde KPB'ler ile ilgili yasal bir boşluğun olduğu söylenebilir. Farklı bir ifade ile ülkemizde KPB'lerin alım-satımı ve kullanımında herhangi bir hukuksal yaptırımın olmadığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla Türkiye'de KPB'ler ile ilgili işlem yapanların hiçbir kurala uyması gerekmemektedir. KPB'lerin işleyişinin ve kullanıcılarının internet üzerinden gerçek bir isim dışında belirsiz bir isim ile işlem yapabiliyor olması ve sistemin kaynağının Türkiye'de bulunmamasından dolayı, bu konuyla ilgili sadece Türkiye'yi ilgilendiren kanuni bir düzenleme yapılması oldukça zordur. Bundan sonraki süreçte, ülkemizin henüz olgunlaşmamış bir piyasaya sahip olan KPB'ler ile ilgili nasıl bir hukuki mevzuat düzenleyeceği merakla beklenmektedir.

KPB ile ilgili kurulan ilk platform BTCTurk adlı web sitesidir ([www.btcturk.com](http://www.btcturk.com)). Bu site Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde (KKTC) kurulmuş ve ilk defa bu sitede BTC alınıp satılmıştır. BTC alış ve satış işlemlerinin yapılabilmesi için siteye üye olunduktan sonra hesaba TL cinsinden para yatırılması gerekmektedir. Yatırılan TL ile piyasa fiyatından BTC alınabilir ve hesap BTC hesabı olarak kalabilir. Kullanıcı özel bir adrese BTC satış emrini verdiğiğinde, hesap piyasa fiyatından TL cinsinden alacaklandırılmaktadır. 2016 yılında herhangi bir bankanın BTCTurk ile çalışmayı kabul etmemesinden dolayı, site TL çekme ve yatırma işlemlerini durdurduğunu açıklamıştır. Ancak bu süreçte BTC çekme işlemlerinde herhangi bir sorun yaşanmayacağı da aktarılmıştır. Daha sonra tekrardan TL çekme ve yatırma işlemleri başlamıştır. BTCTurk haricinde Türkiye'de KPB ile ilgilenen Takascoin, Koinim ve CoinTurk gibi siteler de mevcuttur (Üzer, 2017 s.115-116).

Ülkemizde KPB kullanımını ABD ve diğer Avrupa ülkeleri ile karşılaştırıldığında oldukça düşük bir düzeydedir. KPB takas sitelerinin az sayıda olması, KPB'lerin



kullanımının sınırlılığını göstermektedir. Öte yandan ülkemizde ödeme aracı olarak KPB kullanan şirketler mevcuttur, fakat az sayıdadır. Tüm dünya genelinde BTC ve blok zincir teknolojisine yapılmış olan yatırımlar ülkemiz ile karşılaştırıldığında, ülkemizdeki düşük düzeydedir. Sonuç olarak ülkemizde KPB alanı yeterince gelişme gösterememiştir.

Ülkemizde ilk BTC ATM'si 2017 yılında İstanbul Atatürk havaalanında açılmış, fakat aynı yıl içerisinde tekrardan kapanmıştır. Birçok ülkede sayıları gittikçe artan BTC ATM'sinin ülkemizde eksikliği yaşanırken, tekrardan 2018 yılının sonlarına doğru BTC ATM'si İstanbul'da City's Nişantaşı Alışveriş Merkezinde çalışır ve hazır bir şekilde kurulmuştur. Kurulan bu ATM ülkemizdeki tek BTC ATM'sidir. Bu ATM'de üst limit 500TL iken, alt limit ise 100 TL'dir.

## İKİNCİ BÖLÜM

### BITCOIN'İN GETİRİ OYNAKLIĞININ TAHMİNİ

Çalışmanın ikinci bölümünde BTC serisinin getiri oynaklığı Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity: GARCH) modeli ile tahmin edilmektedir. Bu kapsamda öncelikle BTC ile ilgili ampirik çalışmalarda elde edilen bulgulara değinilmektedir. Ardından analizde kullanacağımız yöntem olan GARCH modeli açıklanmaktadır. Daha sonra, çalışmada kullanılan veri seti tanıtılmaktadır. Ampirik bulgular kısmında en uygun modelin hangisi olduğu açıklanmakta ve uygun model oluşturularak BTC'nin getiri oynaklığı tahmin edilmektedir.

#### 2.1. LİTERATÜR İNCELEMESİ

KPB'nin kullanımının yaygınlaşmasına paralel olarak iktisat yazınında konu ile ilgili çalışmalarda artış kaydedilmiştir. Özellikle 2010 yılından sonra KPB ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır.

Dyhrberg (2016) ise GARCH modelini kullanarak BTC'nin finansal varlık yeteneklerini incelemiştir. Çalışma 19.07.2010-22.05.2015 arası dönemi kapsamaktadır. Çalışmada kullanılan değişkenler; Dolar/Euro döviz kuru paritesi, Dolar/Paund döviz kuru paritesi, külçe altın fiyatı, FTSE endeksi ve Federal fon oranıdır. GARCH modeline göre BTC'nin altın ile birlikte benzer değişkenlere tepki verdiği, benzer riskten korunma yeteneğine sahip olduğu, iyi ve kötü haberlere tepki gösterdikleri sonucuna ulaşılmaktadır. Çalışmanın sonuçları, BTC'nin kötü haber beklentisi ile riskten kaçınan yatırımcılar için kullanışlı bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Bouri ve diğerleri (2017) BTC'nin altın, petrol, genel emtia endeksi ve ABD Doları gibi diğer varlıklarla olan ilişkisini incelemişlerdir. Çalışma 18.07.2011-22.12.2015 dönemler arasındaki günlük ve haftalık veriler kullanılmıştır. Çalışmanın değişkenleri olarak BTC fiyatı, ABD borsa endeksi S&P 500, İngiltere borsa endeksi FTSE 100, Almanya borsa endeksi DAX 30, Japonya borsa endeksi Nikkei 225 ve Çin borsa endeksi ve Shanghai A-share kullanılmıştır. Modelde kullanılan diğer değişkenler ise dünya hisse senedi MSCI World, Avrupa hisse senedi MSCI Europe ve Asya hisse senedi MSCI Pacificdir. Son olarak ise ABD dolar endeksi, emtia endeksi Standart ve

Zayıf Goldman Sachs, ve tahvil endeksi Pimco Yatırım Notu Kurumsal Tahvil Endeksi, Borsa Yatırım Fonu, petrol ve altın fiyatları da model de kullanılmıştır. Çalışmada GARCH modeli kullanılmıştır. Çalışmada BTC'nin zayıf bir hedge yapısının olduğu bulgusu elde edilmiştir. Yapılan analizler BTC'nin bazı durumlarda etkili bir çeşitlendirici olarak hizmet edebileceğini göstermektedir. Çalışmada ayrıca BTC'nin Asya hisse senetlerinde haftalık aşırı yönlü dalgalanmalara karşı güvenli bir liman olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Bouri ve diğerleri (2017) BTC'nin fiyat değişiklikleri ve oynaklıkları arasındaki ilişkiyi 18.08.2011-29.04.2016 dönemi için incelemişlerdir. Çalışmanın analizinde GARCH yöntemi kullanılmakta olup, 2013 yılı öncesinde ve sonrasında BTC serisinin oynaklıkları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmanın bulguları olumlu şokların şartlı oynaklığı olumsuz şoklardan daha fazla artırdığını göstermektedir.

Bouri ve diğerleri (2017) BTC ile emtialar arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada BTC fiyatlarındaki günlük değişimlerden enerji emtialarının nasıl etkilendiği açıklanmıştır. Yapılan ampirik çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada çift yönlü dinamik koşullu korelasyonlar (DCC) kullanılmıştır. İkinci aşamada ise BTC'nin korunmalı mülkiyet özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışmada 18.07.2010-28.12.2015 dönemleri arası günlük veriler kullanılmıştır. Çalışmada BTC fiyatı yanında üç emtia endeksi değişken olarak kullanılmıştır. Bunlar; Standard & Poor's Goldman Sachs Emtiaları, S&P GSCI enerji ürünleri endeksi ve S&P GSCI enerji dışı mallardır. Çalışma da ayrıca GARCH (1,1) modeli kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları BTC'nin güvenli bir finansal araç olduğunu ve BTC ile enerji ürünleri arasında zayıf korelasyon olduğunu göstermektedir.

Chu ve diğerleri (2017) GARCH modelini kullanarak KBP'lerin oynaklığındaki döviz kurlarının etkisini analiz etmişlerdir. Çalışmada 22.06.2014-17.05.2017 dönemleri arası günlük veriler kullanılmıştır. Çalışmanın değişkenleri ABD doları ve BTC fiyat serisidir. Çalışma da KBP'lerin ve özellikle BTC'nin döviz kurları ile arasındaki ilişki farklı otoregresif değişken varyans modelleri ile incelenmiştir. Bu modeller; SGARCH (1,1), EGARCH (1,1), GJRGARCH (1,1), APARCH (1,1), IGARCH (1,1), CSGARCH (1, 1), GARCH (1, 1), TGARCH (1, 1), AVGARCH (1,1), NGARCH (1,1), NAGARCH (1,1), ALL GARCH (1, 1)'tir. Çalışmada ayrıca modellerin tek örneklem Kolmogorov-Smirnov ile uyumlulukları kontrol edilmiştir.

Çalışmanın sonucunda farklı modellemeler içerisinde kullanılabilen en uygun modeller risk tahminlerine göre açıklanmıştır.

Corbet ve diğerleri (2017) KPB'nin finansal piyasalardaki rolünü incelemişlerdir. Öncelikle KPB piyasalarının dış şoklardan nispeten izole olduğu tespit edilmiştir. VAR Granger nedensellik analizi çerçevesinde yapılmış olan tahminler, KPB piyasaları ile diğer finansal piyasalar arasında, kısa frekanslarda pazarlar arasında bağlantı bulunmadığını göstermiştir. KPB'lerin kendi aralarında birbirlerine bağlı olduğu ve özellikle BTC'nin fiyatlarındaki artış ve azalışların diğer KPB'leri etkileyeceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca çalışmada KPB piyasalarının birbirlerine bulaşıcı bir etkisinin de olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Dirican ve Canöz (2017) BTC fiyatı ile başlıca borsa endeksleri arasındaki eşbütünleşme ilişkisini ARDL Modeli yaklaşımı ile analiz etmişlerdir. Çalışmada BTC fiyatı yanında dünyada en çok işlem hacmine sahip 5 büyük borsanın hisse senedi endeksleri kullanılmıştır (DOW30, NASDAQ100, FTSE100, NIKKEI225, ve CHINNA50). Ayrıca ABD'deki en büyük 500 firmayı içeren S&P 500 endeksi ve Borsa İstanbul endeksi de analize dahil edilmiştir. Çalışma 24.05.2013-05.11.2017 dönemleri arası haftalık 206 gözlemden oluşmuştur. Tahmin edilen ARDL bulgularına göre BTC fiyatı ile ABD ve Çin borsa endeksleri arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Dulupçu ve diğerleri (2017) BTC'nin fiyat artışlarının gerçek değerinin haricinde popülerliği ile de ilişkili olduğunu açıklamışlardır. Çalışmada BTC fiyatı ile birlikte dolaşımdaki BTC miktarı, ABD doları fiyatı gösterimi ile ve Google da "Bitcoin" kelimesini içeren arama sayıları serileri kullanılmıştır. Serilerin frekansı aylık olarak ele alınmıştır. Popülerliğin spekülasyon işlemleri ile arttığı, VAR modeline dayanılarak Varyans Ayırıştırma Analizi ve Granger Nedensellik Testi ile analiz edilmiştir. Çalışma sonunda BTC fiyatı ile popülerliği arasında çok güçlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmış ve fiyatın hareketliliğinin popüleritesinin yönlendirmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Kajtazi ve Moro (2017) ortalama CVAR yaklaşımını kullanarak Çin pazarındaki BTC'nin optimal bir portföye eklenmesinin etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada 01.02.2012-31.01.2017 dönemini kapsayan günlük getiri verileri kullanılmıştır. Daha sonra BTC içeren ve BTC içermeyen portföylerin performanslarını karşılaştırmak için geriye dönük testler yapmışlardır. Portföy performansı için yapılan incelemede; bir

portföye BTC'nin eklenmesi, risk-kazanç oranı açısından 2013 yılının sonlarına kadar olumlu sonuç vermektedir. 2014 yılının başından itibaren Çin'in BTC içermeyen portföylerinin BTC içeren portföyelerine göre daha iyi performans gösterdiği bulgusu, çalışmanın bir diğer sonucudur.

Katsiampa (2017) ise BTC'nin oynaklık tahminini uygun GARCH modelleri ile karşılaştırmıştır. Çalışmada 18.07.2010- 01.10.2016 dönemleri arasındaki BTC'nin günlük kapanış değerleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda ise AR-CGARCH modelinin BTC fiyat oynaklığı tahmini için uygun bir model olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kurihara ve Fukushima (2017) ise BTC'nin piyasa verimliliğini deneysel olarak haftalık bazda ele alarak incelemişlerdir. Çalışma 17.10.2010-29.12.2016 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada BTC fiyatı kullanılmıştır. Çalışmada sıradan en küçük kareler yöntemi (OLS) kullanılmıştır. Ampirik sonuçlara göre BTC pazarının verimli olmadığı anlaşılmıştır. Yapılan deneysel sonuçlar, BTC işlemlerinin arttığını ve daha verimli olabileceğini göstermektedir. Ayrıca BTC getirilerinin ileride rastgele hareket edeceğini belirtmişlerdir.

Ağan ve Aydın (2018)'in yapmış oldukları çalışmada BTC ile seçili çapraz döviz kurları arasındaki asimetric nedensellik ilişkisi Hatemi-J (2012) yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmada dünyada önemli para birimleri olarak kabul edilen Euro, Kanada Doları, Yen, ABD Doları, İngiliz Paundu ve Yuan'ı incelemişlerdir. Çalışma 29.04.2013 tarihinden 29.06.2018 tarihine kadar geçen süredeki işgünlerini kapsamaktadır. Yazarlar, BTC ile ABD Doları, Yen, Yuan arasında tek yönlü şokların etkisine rastlandığını, fakat Euro ve İngiliz Paundu arasında tek veya çift yönlü bir nedenselliğe rastlanmadığını ortaya koymuşlardır.

Baur ve diğerleri (2018) BTC ile altın ve ABD Doları arasındaki ilişkiyi GARCH modeli kullanarak incelemişlerdir. Çalışmada Dyhrberg (2016)'in kullandığı verileri kullanmıştır (19.07.2010-22.05.2015). Çalışmanın sonucunda BTC'nin altın ve dolar dahil olmak üzere diğer varlıklarla karşılaştırıldığında çok farklı geri dönüş, oynaklık ve korelasyon özellikleri sergilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Jang ve Lee (2018) BTC'nin zaman serisindeki dalgalanmaları Bayesian Sinir Ağları (BNNs) analizini kullanarak 13.09.2011-21.07.2017 dönemi için incelemiştir. Kullanılan modelde makroekonomik değişkenler ve blok zinciri bilgileri ele alınmıştır. BNN modelinin BTC'deki dalgalanmaları açıkladığı ortaya konmuştur.

Klein ve diğerleri (2018) ilk olarak BTC ve altının koşullu varyans özelliklerini karşılaştırmışlar ve zamana bağlı koşullu koşulları tahmin etmek için bir BEKK-GARCH modeli uygulamışlardır. Çalışma 01.07.2011-31.12.2017 dönemini kapsamaktadır. Modelde kullanılan değişkenler BTC fiyatı, altın fiyatı, gümüş fiyatı, ham petrol fiyatı(WTI), S&P 500 endeksi, MSCI dünya endeksi ve MSCI gelişen piyasalar 50 endeksidir. Çalışmanın sonucunda BTC'nin aşağı yönlü piyasalarla pozitif olarak ilişkili olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. BTC ve altının varlık olarak temelde farklı özelliklere sahip olduğu ve hisse senedi piyasaları ile ilişkili oldukları görülmüştür. Çalışmanın sonucunda BTC'nin gelecekteki gelişimi belirsiz olduğundan fiyatlarında her iki yönde dalgalanmaların olacağı tahmin edilmiştir.

Zeren ve Esen (2018)'in çalışmasına bakıldığında BTC' de çoklu balonların varlığı GSADF birim kök testi ve kritik değerlerin tespiti ile araştırılmıştır. 16.07.2010-31.12.2017 dönemini kapsayan bu çalışmada BTC'nin 24 saat boyunca sürekli fiyatlandırılmasından dolayı BTC/USD kuru için 24 saatlik ortalama verileri kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda ise BTC fiyatlarında çoklu balonların varlığı tespit edilmiştir.

Peng ve diğerleri (2018) günlük ve saatlik frekans verilerini kullanarak üç KPB ve üç döviz kuru değişkeninin oynaklıklarını geleneksel GARCH modelini makine öğrenim yaklaşımı ile oynaklık tahmini yaparak birleştirmişlerdir. Çalışmada 04.07.2016- 31.07.2017 arası dönem incelenmiştir. Modelde kullanılan bağımlı değişkenler; BTC, Ethereum, Dash Markettir. Bağımsız değişkenler ise Euro/ ABD Dolar paritesi, İngiltere Paund/ABD Dolar paritesi ve Japon Yeni/ABD Doları paritesidir. Çalışmada Destek Vektör Regresyonunu (SVR) kullanılarak ortalama ve oynaklık denklemleri tahmin edilmiştir. Ampirik sonuçlar SVR-GARCH modelinin GARCH, EGARCH, ve GJR-GARCH modellerine göre daha iyi performans sergilediği ve daha olumlu sonuçlar verdiğini göstermiştir. Çalışmanın sonucunda kaydi para birimlerinin KPB ile karşılaştırılmak ve oynaklık tahmini yapılmak istendiğinde, GARCH modeline makine öğrenimine dayalı bir tekniğin dahil edilmesi durumunda daha kullanışlı olacağı sonucuna ulaşılmaktadır.

Çütçü ve Kılıç (2019) BTC fiyatı ile ABD dolar kuru arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada BTC fiyatı ve Dolar fiyatı değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmada 24.11.2013-04.03.2018 dönemi için haftalık veriler kullanılmıştır. Çalışmada yapısal kırılmaya izin veren Maki Eşbütünlüme testi uygulanmıştır. Çalışmanın

bulgularına göre değişkenler arasında yapısal kırılmalar ile birlikte, uzun dönemli bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca Hacker-Hatemi-J Bootstrap Nedensellik testi sonucuna göre ABD dolar kurundan BTC fiyatlarına doğru %1 anlamlılık düzeyinde nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

**Tablo 2.1 : BTC ile ilgili yapılan akademik çalışmaların özeti**

YAZAR	DÖNEM	YÖNTEM	VERİ SETİ	SONUÇ
Dyhrberg (2016)	19.07.2010-22.05.2015	GARCH	Dolar/Euro döviz kuru paritesi, Dolar/Paund Döviz Kuru paritesi, külçe altın fiyatı, FTSE endeksi ve Federal fon oranı	BTC'nin kötü haber beklentisi ile riskten kaçınan yatırımcılar için kullanışlı bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.
Bouri ve diğerleri (2017)	18.07.2011-22.12.2015	GARCH	BTC fiyatı, S&P 500, FTSE 100, DAX 30, Nikkei 225 ve Shanghai A-share, MSCI World, MSCI Europe, MSCI Pacific, ABD dolar endeksi, Emtia endeksi, tahvil endeksi, Borsa Yatırım Fonu, petrol ve altın fiyatları	BTC'nin zayıf bir hedge yapısının olduğu bulgusu elde edilmiştir. BTC'nin Asya hisse senetlerinde haftalık aşırı yönlü dalgalanmalara karşı güvenli bir liman olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.
Bouri ve diğerleri (2017)	18.08.2011-29.04.2016	GARCH	BTC Fiyatı	2013 yılı öncesi ve sonrası BTC'nin oynaklıklar arasındaki ilişkiyi açıklamışlardır. Çalışmanın bulguları olumlu şokların şartlı oynaklığı olumsuz şoklardan daha fazla artırdığını göstermektedir.
Bouri ve diğerleri (2017)	18.07.2010-28.12.2015	DCC ve GARCH	BTC fiyatı, Standard & Poor's Goldman Sachs Emtiaları, S&P GSCI enerji ürünleri endeksi, S&P GSCI enerji dışı mallar	BTC'nin güvenli bir finansal araç olduğunu ve BTC ile enerji ürünleri arasında zayıf korelasyon olduğunu göstermektedir.
Chu ve diğerleri (2017)	22.06.2014-17.05.2017	SGARCH EGARCH GJRGARCH APARCH IGARCH CSGARCH GARCH TGARCH AVGARCH NGARCH NAGARCH ALL GARCH	ABD doları ve BTC fiyat serisi	BTC'nin döviz kurları ile arasındaki ilişki farklı otoregresif koşullu değişen varyans modelleri ile incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda farklı modellemeler içerisinde kullanılabilecek en uygun modeller risk tahminlerine göre açıklanmıştır.
Dirican ve Canöz (2017)	24.05.2013-05.11.2017	ARDL	DOW30, NASDAQ100, FTSE100, NIKKEI225, S&P 500 endeksi, Borsa	BTC fiyatı ile ABD ve Çin borsa endeksleri arasında eşbütünleşme

			İstanbul endeksi	ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Katsiampa (2017)	18.07.2010-01.10.2016	AR-CGARCH	BTC fiyatı	BTC fiyat oynaklığı tahmini için uygun bir model olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Kurihara ve Fukushima (2017)	17.10.2010-29.12.2016	OLS	BTC fiyatı	BTC pazarının verimli olmadığı anlaşılmıştır. BTC işlemlerinin arttığını ve daha verimli olabileceğini göstermektedir
Ağan ve Aydın (2018)	29.04.2013-29.06.2018	Hatemi-J (2012)	BTC fiyatı Euro, Kanada Doları, Yen, ABD Doları, İngiliz Paundu ve Yuan'ı	BTC ile ABD Doları, Yen, Yuan arasında tek yönlü şokların etkisine rastlandığını, fakat Euro ve İngiliz Paundu arasında tek veya çift yönlü bir nedenselliğe rastlanmadığını ortaya koymuşlardır.
Baur ve diğerleri (2018)	19.07.2010-22.05.2015	GARCH	Dolar/Euro döviz kuru paritesi, Dolar/Paund Döviz Kurulu paritesi, külçe altın fiyatı, FTSE endeksi ve Federal fon oranı	BTC'nin altın ve dolar dahil olmak üzere diğer varlıklarla karşılaştırıldığında çok farklı geri dönüş, oynaklık ve korelasyon özellikleri sergilediği sonucuna ulaşılmıştır.
Klein ve diğerleri (2018)	01.07.2011-31.12.2017	BEKK-GARCH	BTC fiyatı, altın fiyatı, gümüş fiyatı, ham petrol fiyatı(WTI), S&P 500 endeksi, MSCI dünya endeksi ve MSCI gelişen piyasalar 50 endeksidir.	BTC'nin aşağı yönlü piyasalarla pozitif olarak ilişkili olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. BTC'nin gelecekteki gelişimi belirsiz olduğundan fiyatlarında her iki yönde dalgalanmaların olacağı tahmin edilmiştir.
Zeren ve Esen (2018)	16.07.2010-31.12.2017	GSADF	BTC/USD kuru için 24 saatlik ortalama verileri	BTC fiyatlarında çoklu balonların varlığı tespit edilmiştir.
Peng ve diğerleri (2018)	04.07.2016-31.07.2017	SVR GARCH	BTC, Ethereum, Dash Markettir, Euro/ ABD Dolar paritesi, İngiliz Paund/ABD Dolar paritesi ve Japon Yeni/ABD Doları paritesi.	Çalışmanın sonucunda kaydi para birimlerinin KPB ile karşılaştırılmak ve oynaklık tahmini yapılmak istendiğinde, GARCH modeline makine öğrenimine dayalı bir tekniğin dahil edilmesi durumunda daha kullanışlı olacağı sonucuna ulaşılmaktadır.
Çütçü ve Kılıç (2019)	24.11.2013-04.03.2018	Maki Eşbütünleşme Testi	BTC fiyatı ve Dolar fiyatı	Değişkenler arasında yapısal kırılmalar ile birlikte, uzun dönemli bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Literatür incelemesinin özet gösterimi tablo 2.1.' de yer almaktadır. Tablo 2.1. incelendiğinde BTC ile ilgili yapılan ampirik çalışmaların ağırlıklı olarak oynaklık modelleri ile ele alındığı görülmektedir. Söz konusu çalışmalarda genellikle BTC fiyatı ile birlikte döviz kurları, hisse senedi endeksleri ve borsa endeksleri kullanılmıştır. Ayrıca BTC'nin aşağı ve yukarı yönlü fiyat dalgalanmalarından dolayı oynaklığına olan etkisi üzerinde durulmuştur.

## **2.2. YÖNTEM: GARCH**

Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeli ilk olarak Engle (1982) tarafından geliştirilmiştir. Bu modelin yaygın hale gelmesinin nedeni; klasik ekonometrik modellerdeki sabit varyans varsayımının pek çok finansal ve iktisadi zaman serisinde geçerli olmadığı görülmüştür.

### **2.2.1.ARCH (p) Modeli**

İlk olarak Engle'nin 1982 yılında İngiltere enflasyon verilerini kullanarak yapmış olduğu çalışmada; koşulsuz varyans sabit iken, koşullu varyansın zamana bağımlı olduğu durumlarda, bu koşullu varyansın hata terimlerinin karelerinin bir fonksiyonu olduğunu öne sürmüştür. Engle'nin yapmış olduğu bu çalışma ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedastic) adıyla ekonomi ve finans dünyasındaki yerini almıştır. ARCH modeli sadece finansal varlık getirilerindeki ampirik bulguların bir kısmını dikkate aldığı için değil, aynı zamanda farklı birçok alanda kendisine uygulama alanı bulunduğu için oldukça önemlidir. ARCH modelleri varlık fiyatlamasında kullanıldığı gibi, faiz oranlarının vade yapısını ölçmede, opsiyonları fiyatlandırmada ve risk primini modellemede de kullanılmaktadır. ARCH modelleri makroekonomi alanında; enflasyon belirsizliğinin ölçülmesi, döviz kuru belirsizliği ve ticaret arasındaki ilişkinin incelenmesi ve merkez bankası müdahalelerinin araştırılması gibi konular için uygun bir modeldir.

ARCH modelinin kullanıldığı geleneksel zaman serisi modellerinde sabit varyans varsayımı bulunmaktadır. ARCH modelindeki varyans öngörüsü önceki dönemlere ait bilgileri de kapsamaktadır. Model, sabit varyans varsayımını terk ettiği

durumda, hata terimi varyansının önceki dönem hata terimlerinin karelerinin bir fonksiyonu olarak değişmesine olanak sağlamaktadır.

Basit bir ARCH modeli iki denklemden oluşmaktadır. Birinci denklem ortalamanın, ikinci denklem ise varyansın davranışını modellemektedir. Model incelenirken öncelikle koşullu varyansın açıklanması gerekmektedir (Varlık ve Varlık, 2017, s.11).

ARCH modeli (2.1) numaralı eşitlikte gösterilmektedir.

$$y_t = \alpha_0 + \alpha x_t + \varepsilon_t \quad (2.1)$$

(2.1) durağan bir otoregresif modeldir. Burada  $x_t$ ,  $y_t$  bağımlı değişkenini açıklayan gecikmeli bir dışsal değişkendir. Ayrıca;

$$\varepsilon_t = z_t h_t^{1/2} \quad (2.2)$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 \quad (2.3)$$

$z_t$  bağımsız ve aynı dağılıma sahip  $E(z_t)=0$ ,  $\text{var}(z_t)=1$  eşitlikleri ile verilmektedir.  $h_t$  zaman içinde değişen, sıfırdan büyük ve  $t-1$  zamanında mevcut oluşan bilgilerin ölçülebilir bir fonksiyonudur.  $h_t^2$  zaman değişim gösterebilir.  $\varepsilon_t$  hata terimidir. Tanım gereği, hata terimi olan  $\varepsilon_t$ 'nin koşullu ve koşulsuz ortalaması sıfırdır ve ardışık bağımlılık göstermemektedir.

Engle (1982) hata terimini şu şekilde tanımlamaktadır;

$$\varepsilon_t = z_t (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2)^{1/2} \quad (2.4)$$

(2.4) numaralı eşitlikte  $\alpha_0$  ve  $\alpha_1$  sabit olup, koşullu varyansın negatif değer almasını engellemek ve modelin istikrarlı olmasını sağlamak için  $\alpha_0 > 0$  ve  $0 < \alpha_1 < 1$  koşulları ile sınırlandırılmaktadır.  $\varepsilon_t$ 'nin koşulsuz ortalama tanımı varyansı sırasıyla;

$$E(\varepsilon_t) = 0 \quad (2.5)$$

$$\text{var}(\varepsilon_t) = \left( \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_1} \right) \quad (2.6)$$

Doğrusal bir ARCH (p) modelinde koşullu varyans önceki dönem hata terimleri karelerinin doğrusal bir fonksiyonu olarak ifade edilirse;

$$R_t = X_t \delta + \varepsilon_t \quad (2.7)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^n \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (2.8)$$

Burada (2.7) ortalama denklemi, (2.8) ise varyans denklemini göstermektedir. Bu modelin tanımlı olabilmesi ve koşullu varyansın pozitif değer alabilmesi için modeldeki  $\omega > 0$  ve  $\alpha_1 \geq 0, \dots, \alpha_p \geq 0$  koşullarının sağlanması gerekmektedir.

ARCH modelinin en önemli dezavantajı yüksek derecedeki ARCH süreçlerinin anlamlı sonuçlar verememesidir. Yani koşullu varyanstaki çok sayıdaki gecikmeli hata terimlerinin karesinin istatistiksel olarak anlamlı olması, olabilirlik fonksiyonunun düzleşmesine neden olmakta, bu da modelin tahmin edilmesini zorlaştırmaktadır. ARCH modeline alternatif olarak öne sürülen ve daha esnek bir gecikme işlemcisine sahip olan Genelleştirilmiş ARCH (GARCH) modeli bu tür sorunların üstesinden gelmek amacıyla geliştirilmiştir (Engle, 2001, s.157).

### 2.2.2. GARCH (p,q) Modeli

Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic) modeli ARCH modeline bir alternatif olarak değil, ARCH modelinin eksiklerini gidermek amacıyla öne sürülmüştür. ARCH modelinden farklı olarak, GARCH modeli, daha önceki dönemlere ait bilgi setini kullanmaktadır. Şöyle ki; GARCH modellerinde t dönemdeki koşullu varyans yalnızca hata terimlerinin geçmiş değerlerine bağlı değil, aynı zamanda geçmişteki koşullu varyanslara da bağlıdır. Dolayısıyla hata terimlerinin varyansı hem kendi geçmiş değerlerinden hem de koşullu varyans değerlerinden etkilenmektedir. Ayrıca GARCH modeli daha esnek bir gecikme yapısına sahiptir.

GARCH modelinde koşullu varyans çoğu durumda daha az sayıda parametre içermektedir. Otoregresif kısmın gecikme uzunluğu “p” ile ve hata terimlerinin gecikme uzunluğu “q” ile ifade edildiğinde, genel bir GARCH (p,q) modeli elde edilmektedir.

GARCH modeli; hata terimlerinin gecikmelerinin karelerinin  $(\varepsilon_{t-1}^2, \varepsilon_{t-2}^2, \dots, \varepsilon_{t-q}^2)$  yanı sıra, gecikmeli koşullu varyans terimlerini  $(h_{t-1}, h_{t-2}, \dots, h_{t-p})$  de içermektedir. ARCH modelinin kapsamlı bir hali olan GARCH (p,q) modeli için  $h_t$ , (2.9) ve (2.10) numaralı eşitliklerde gösterilmektedir.

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} \quad (2.9)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i (L^i) \varepsilon_t^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j L^j h_t \quad (2.10)$$

Burada modelin güvenilirliği için;  $p \geq 0, q > 0; \alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0$  ( $i=1, \dots, q$ ) ve  $\beta_j \geq 0$  ( $j=1, \dots, p$ ) koşullarının sağlanması gerekmektedir. Yukarıdaki eşitliklerden de görüleceği üzere GARCH (p,q) modeli varyansı iki ayrı gecikme ile açıklanmaktadır.

- (q) yüksek sıklıkla etkisini yakalamak için geçmiş artıkların karesidir.
- (p) ise uzun dönem etkisini yakalamak için varyansın kendi gecikmeli değerini göstermektedir.

GARCH tipi modeller içinde en fazla kullanılanı GARCH (1,1) modelidir. GARCH (1,1) modelini açıklayacak olursak;

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1} \quad (2.11)$$

ve  $\varepsilon^t$ 'nin kovaryans kararlılığı ancak ve ancak  $(\alpha_1 + \beta_1) < 1$  durumunda sağlanmaktadır. Eşitliğinin her iki tarafından  $\alpha_1 h_{t-1}$  çıkarılırsa;

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 (\varepsilon_{t-1}^2 - h_{t-1}) + (\alpha_1 + \beta_1) h_{t-1} \quad (2.12)$$

denklemini elde edilmektedir.  $(\varepsilon_{t-1}^2 - h_{t-1})$  teriminin ortalaması sıfırdır ve oynaklık üzerine şok etkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumda  $\alpha_1$  katsayısı t-1 zamanında oluşan oynaklık şokunun t zamandaki oynaklık üzerindeki etkisini ölçerken  $(\alpha_1 + \beta_1)$

katsayısı söz konusu etkinin zaman içerisindeki derecesinin bir ölçütüdür. Diğer bir ifade ile  $\alpha_1$  oynaklığın şoklara karşı anlık tepkisini gösteren bir ARCH parametresidir. Yüksek  $\alpha_1$  değeri oynaklığın piyasa içerisinde meydana gelen hareketlere oldukça sert tepki vereceğinin işaretidir.  $\beta_1$  ise oynaklık direncinin derecesini ölçen GARCH katsayısıdır ve yüksek  $\beta_1$  değeri oynaklıkta kalıcılık ve direnç olduğu anlamına gelmektedir (Bollerslev, 1986, s.307-327).

### 2.3.VERİ SETİNİN TANIMLANMASI VE BİRİM KÖK TESTLERİ

BTC serisinin getiri oynaklığının incelendiği bu çalışmada, veri setinin uygunluğu çerçevesinde, 31.12.2012-14.12.2017 dönemi için iş günü verileri kullanılarak analiz yapılmaktadır. Çalışmamızdaki verilerin 2013 yılından sonrasını kapsamasının nedeni 2008 yılından 2013 yılına kadar BTC fiyatlarında dalgalanmaların olmaması ve serinin yatay bir şekilde seyir etmesidir.

**Tablo 2.2 :** Veri setinin tanımlanması

Değişken	Değişken Simgeleri	Dönüştürme	Kaynak
Bitcoin	BTC	Log	Coindesk
Dolar/Euro Döviz Kuru	DE	Log	FRED Data
Dolar/Pound Döviz Kuru	DP	Log	FRED Data
Külçe Altın Fiyatı	GOLD	Log	FRED Data
S&P 500 Endeksi	SP	Log	FRED Data
FED Efektif Fon Oranı	EFFR	Düzye	FRED Data

Çalışmada kullanılan veri seti, veri setinin dönüştürülmesi ve veri setinin kaynakları Tablo 2.2' de sunulmuştur. Veri setinde kullanılacak olan Bitcoin değişkeni simgesi BTC olarak gösterilmektedir. Dolar/Euro Döviz Kuru Paritesi değişkeni (DE) simgesi ile, Dolar/Pound Döviz Kuru Paritesi değişkeni (DP) simgesi ile, Külçe Altın Fiyatı (GOLD) simgesi ile, S&P 500 endeksi değişkeni (SP) simgesi ile ve FED Efektif Fon Oranı değişkeni ise (EFFR) simgesi ile gösterilmektedir. BTC serisi [www.coindesk.com](http://www.coindesk.com) üzerinden alınmaktadır. Diğer seriler ise FRED DATA'dan sağlanmaktadır. Çalışmada EFFR hariç diğer tüm değişkenler logaritmik olarak kullanılmıştır. EFFR ise düzey halinde analizde yer almaktadır.

Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modellerinde kullanılan değişkenlerin durağan olması gerekmektedir. Tablo 2.2'de çalışmada kullanılan değişkenlere ait Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Phillip Perron (PP) birim kök testleri yer almaktadır. L(BTC), L(DE), L(DP), L(GOLD) ve L(SP) sırasıyla BTC fiyatının, DE

kurunun, DP kurunun, GOLD Fiyatının ve SP'nin logaritmik gösterimidir. Birim kök testi bulguları L(BTC), L(DE), L(DP), L(SP) ve EFFF değişkenlerinin düzeyde durağan olmadıklarını, ancak birinci farklarında durağan olduklarını göstermektedir. Bu nedenle, BTC fiyatı, DE, DP ve SP değişkenlerinin logaritmik farkları alınarak (getiri serisi olarak) kullanılmışlardır [sırasıyla; d(BTC), d(DE), d(DP), d(SP)]. ABD Etkin Federal Fon Oranı serisi ise birinci farkı alınarak kullanılmaktadır [d(EFFF)]. Külçe Altın Fiyatının ise düzeyde durağandır. Düzeyde durağan olan külçe altın fiyatı ise logaritmik olarak modelde kullanılmıştır [L(GOLD)].

**Tablo 2.3 : Birim kök testleri**

Değişkenler	Düzye/ Fark	ADF		PP	
		Sabit Terim	Trend Ve Sabit Terim	Sabit Terim	Trend Ve Sabit Terim
L(BTC)	Düzye	-0.9030 (0.7876)	-1.7348 (0.7353)	-0.7922 (0.8205)	-1.4075 (0.8587)
	Birinci Fark	-7.9019* (0.0000)	-7.8969* (0.0000)	-33.1849* (0.0000)	-33.1716* (0.0000)
L(DE)	Düzye	-1.3011 (0.6310)	-1.1480 (0.9191)	-1.2846 (0.6387)	-1.1059 (0.9264)
	Birinci Fark	-35.9764* (0.0000)	-35.9787* (0.0000)	-35.9734* (0.0000)	-35.9774* (0.0000)
L(DP)	Düzye	-1.0320 (0.7436)	-1.9077 (0.6498)	-1.1023 (0.7169)	-1.8458 (0.6817)
	Birinci Fark	-13.9063* (0.0000)	-13.9006* (0.0000)	-33.1060* (0.0000)	-33.0924* (0.0000)
L(GOLD)	Düzye	-3.4085** (0.0190)	-3.1853*** (0.0878)	-3.2542** (0.0173)	-2.9119 (0.1406)
	Birinci Fark	-----	-----	-----	-----
L(SP)	Düzye	-1.5541 (0.5058)	-3.3123 (0.0647)	-1.5095 (0.5286)	-3.1266 (0.1005)
	Birinci Fark	-35.9916* (0.0000)	-35.9789* (0.0000)	-36.5340* (0.0000)	-36.5229* (0.0000)
EFFF	Düzye	1.7612 (0.9997)	-0.7267 (0.9701)	2.053144 (0.9999)	-0.335544 (0.9896)
	Birinci Fark	-24.2700* (0.0000)	-24.4664* (0.0000)	-51.7283* (0.00001)	-52.8075* (0.0000)

**Açıklama:** ADF birim kök testinde uygulanan gecikme uzunluğu Akaike Bilgi Kriterine göre ilk 22 gecikme dikkate alınıp otomatik olarak belirlenmektedir. PP birim kök testinde Newey- West bant genişliği kullanılmaktadır. \*işareti ve \*\* işareti ve \*\*\* işareti sırasıyla %1, %5 ve %10'luk MacKinnon kritik değerinde serinin durağan olduğunu göstermektedir. Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir.

Çalışmada kullanılan veri setine ait betimleyici istatistikler Tablo 2.4'te sunulmaktadır. d(BTC), d(DE), d(EFFF), L(GOLD) serilerinin çarpıklık katsayıları

pozitif olduğundan, değişkenlerin sağa çarpık olduğu görülmektedir. d(DP) ve d(SP) serilerinin çarpıklık katsayıları negatif işaret alması, bu değişkenlerin sola çarpık olduğunu göstermektedir. Ayrıca tüm değişkenlerin basıklık katsayılarınının 3'ten büyük olması (aşırı basıklık), serilerin leptokurtik dağılıma sahip olduklarını yansıtmaktadır. Bu bulgu çalışmada kullanılan değişkenlere ait serilerin finansal zaman serilerinin istatistiksel özellikleri ile uyumlu olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte Jarque-Bera testi bulgularına göre değişkenlere ait serilerin normal dağılıma sahip olmadıkları sonucuna ulaşılmaktadır.

**Tablo 2.4 : Betimleyici istatistikler**

İstatistikler	d(BTC)	d(DE)	d(DP)	L(GOLD)	d(SP)	d(EFFR)
<b>Ortalama</b>	0.0058	-9.27	-0.0001	7.1422	0.0050	0.0010
<b>Medyan</b>	0.0029	-7.28	-5.98	7.1361	0.0050	0.0000
<b>Maksimum</b>	0.4996	0.0306	0.0278	7.4339	0.0382	0.2500
<b>Minimum</b>	-0.3507	-0.0267	-0.0816	6.9571	-0.0402	-0.1500
<b>Standart Sapma</b>	0.0577	0.0054	0.0059	0.0872	0.0076	0.0265
<b>Çarpıklık</b>	0.2698	0.0684	-2.1951	1.0137	-0.4667	3.0492
<b>Basıklık</b>	13.9707	5.0771	34.1488	5.1332	6.0793	36.9184
<b>Jarque-Bera</b>	6122.897	219.90	50218.33	439.9163	525.44	60273.9

## 2.4. AMPİRİK BULGULAR

Koşullu varyans modellerinin tahmin edilmesinde ilk aşama, En Küçük Kareler Yöntemi (EKK) ile tahmin edilen modelin otokorelasyon ve değişen varyans bulgularını inceleyerek modelde ARCH etkisinin varlığının belirlenmesidir. EKK artıklarının otokorelasyon içerip içermedikleri ikinci sıra Breusch-Godfrey LM testi ile sınanmıştır. Breusch-Godfrey LM testine ait F-istatistik değerinin 5.120 bulunması ve olasılık değerinin %1 düzeyinde anlamlı olması nedeniyle artıkların otokorelasyon içermediğini savunan boş hipotez reddedilmektedir. Bu bulgu modelde güçlü bir otokorelasyon olduğunu göstermektedir. Çalışmada değişen varyans sorununun varlığı ise White Testi ve ARCH-LM testi kullanılarak belirlenmiştir. White Testine ait F-istatistik değeri 43.088, ARCH-LM testine ait F-istatistik değeri ise 124.044 bulunmuştur. Her iki F-istatistik değerinin %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulgusuna ulaşılmaktadır. Buna göre modelde değişen varyans yapısının bulunması, modelin ARCH etkisi taşıdığına işaret etmektedir. Dolayısıyla bu durum BTC değişkenine ait getiri serisinin ARCH tipi modellerin kullanımına elverişli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle modelin etkin olarak tahmin edilebilmesi için koşullu varyans modellerinin Maksimum Olabilirlik Yöntemi ile tahmin edilmesi gerekmektedir.

İkinci aşamada modelin tahmini için en uygun ARCH, ARCH-M, EGARCH, EGARCH-M TARCH, TARCH-M PARARCH ve PARARCH-M modelleri denenmiştir. Varyans katsayılarının negatif olmaması, varyans katsayılarının toplamlarının birden küçük olması, artıkların sabit varyansa sahip olması ve katsayıların anlamlılığı gibi kriterler dikkate alınarak en uygun modelin GARCH (2,1) olduğu saptanmıştır.

Buna göre BTC getiri serisini etkileyeceği düşünülen içsel değişkenler için: BTC serisinin gecikmeli değeri, ABD doları ve Euro paritesi (DE), ABD doları ve İngiltere Paundu paritesi (DP), külçe altın fiyatı (GOLD) ve S&P 500 endeksi (SP) kullanılmıştır. BTC fiyatını etkileyeceği düşünülen dışsal değişkenler için: FED Efektif Fon Oranı (EFFR) değişkeni kullanılmıştır. BTC getiri serisinin oynaklığını görmek için oluşturulan ortalama ve varyans denklemleri sırasıyla (2.13) ve (2.14) numaralı eşitliklerde tanımlanmaktadır.

$$d(\ln BTC_t) = c + b_1 d(\ln BTC_{t-1}) + b_2 d(\ln BTC_{t-2}) + b_3 d(\ln DE_t) + b_4 d(\ln DE_{t-1}) + b_5 d(\ln DP_t) + b_6 d(\ln DP_{t-1}) + b_7 d(\ln GOLD_t) + b_8 d(\ln GOLD_{t-1}) + b_9 d(\ln SP_t) + b_{10} d(\ln SP_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (2.13)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \lambda d(\text{EFFR}_{t-1}) \quad (2.14)$$

Maksimum Olabilirlik Yöntemi kullanılarak  $d(\ln BTC_t)$  serisi için tahmin edilen GARCH (2,1) modelinin tahmin sonuçları Tablo 2.5'te sunulmaktadır.

Tahmin edilen koşullu varyans denkleminde yer alan katsayıların  $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \beta_1 \geq 0$  ve  $\alpha_1 + \alpha_2 + \beta_1 < 1$  olması ve bu katsayıların %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunması GARCH (2,1) sürecinin istikrarlı olduğunu göstermektedir.  $\alpha_1 + \alpha_2 + \beta_1$  katsayıların toplamı 0.78 olarak gerçekleşmesi ve istatistiksel olarak anlamlı bulunması, BTC getiri serisine yönelik şokların kalıcılığının azaldığını göstermektedir. BTC getiri serisinin oynaklığının büyük bir kısmının bir önceki dönemin hata terimlerinin koşullu varyansı ile açıklanması (0.50) çalışmada güçlü bir GARCH etkisinin varlığına işaret etmektedir. Buradan hareketle BTC getiri serisinin oynaklığı üzerinde uzun hafıza etkisinin daha baskın olduğu söylenebilir. Ayrıca varyans denkleminde yer alan EFFR değişkeninin BTC getiri serisinin oynaklığını 0.005 düzeyinde azalttığı bulgusuna ulaşılmaktadır. Diğer taraftan ortalama denkleminde yer alan değişkenlerin, külçe altın fiyatı dışında istatistiksel olarak



anlamsız bulunması beklenen bir durumdur. Çünkü bir kripto para birimi olan BTC'nin Etkin Piyasalar Hipotezinin temel varsayımlarına uygun olması beklenemez.

**Tablo 2.5 : GARCH (2,1) Tahmin sonuçları**

<b>Ortalama Denklemi</b>				
	<b>Katsayı</b>	<b>Standart Hata</b>	<b>z-istatistiği</b>	<b>p-değeri</b>
c	-0,3876	0.1241	-3.1217	0.0018
$b_1$	0.0280	0.0347	0.8080	0.4190
$b_2$	0.0025	0.0301	0.0836	0.9333
$b_3$	-0.1630	0.3004	-0.5425	0.5874
$b_4$	-0.4369	0.2929	-1.4917	0.1358
$b_5$	-0.3348	0.2969	-1.1275	0.2595
$b_6$	0.0575	0.2992	0.1922	0.8475
$b_7$	0.5958	0.1115	5.3402	0.0000
$b_8$	-0.5411	0.1131	-4.7820	0.0000
$b_9$	0.0337	0.1592	0.2120	0.8321
$b_{10}$	0.0912	0.1842	0.4951	0.6205
<b>Varyans Denklemi</b>				
	<b>Katsayı</b>	<b>Standart Hata</b>	<b>z-istatistiği</b>	<b>p-değeri</b>
$\alpha_0$	0.0006	7.17E-05	8.5766	0.0000
$\alpha_1$	0.1941	0.0347	5.5862	0.0000
$\alpha_2$	0.0982	0.0462	2.1233	0.0337
$\beta_1$	0.5068	0.0467	10.8518	0.0000
$\lambda$	-0.0050	0.0007	-7.0239	0.0000

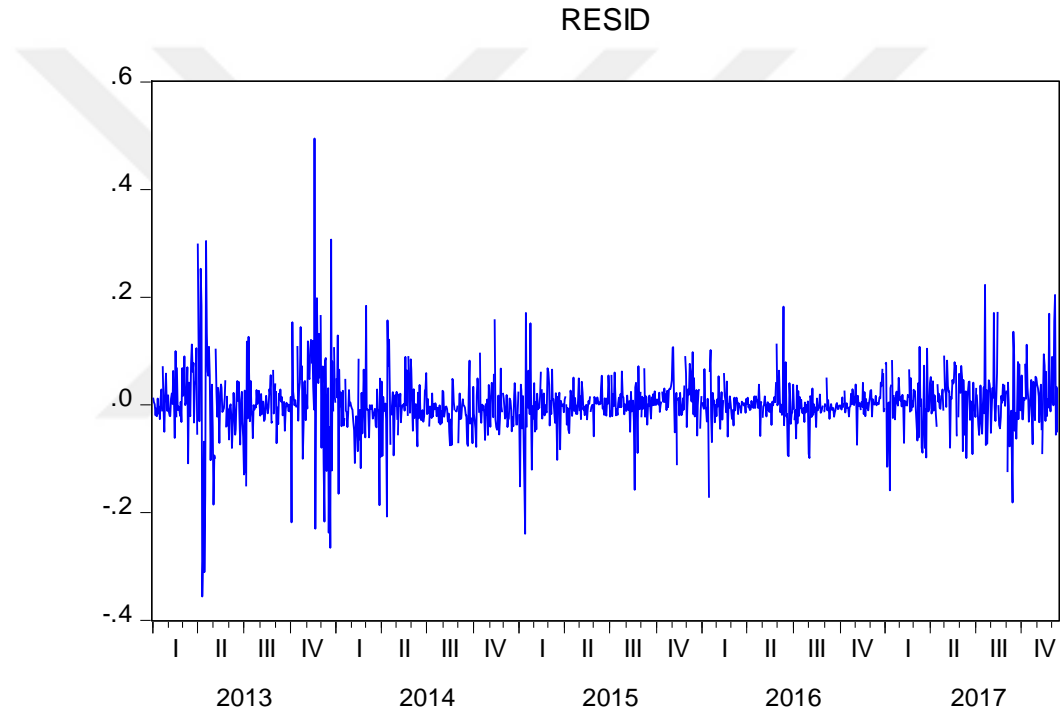
Üçüncü aşamada GARCH (2,1) modelinin kullanılan değişkenlerle uyumlu olup olmadığını değerlendirmek için hata terimlerinin ve hata terimlerinin karelerinin korelogramı incelenmiş ve sonuçlar Tablo 2.6'da gösterilmiştir.

**Tablo 2.6 : GARCH (2,1) Modeli için otokorelasyon ve değişken varyans testleri**

<b>Gecikme Sayısı</b>	<b>Hata Terimlerinin Karesi</b>		<b>ARCH-LM Testi</b>	
	<b>Q-istatistiği</b>	<b>p-değeri</b>	<b>t-değeri</b>	<b>p-değeri</b>
1	0.0000	0.983	-0.503	0.614
5	0.954	0.966	0.426	0.669
10	10.550	0.394	0.932	0.351
15	16.832	0.329	-0.516	0.605
20	29.315	0.082	-0.228	0.819
25	33.502	0.119	0.510	0.610
30	0.023	0.228	0.744	0.456

Tablo 5'e göre; tüm gecikmelerde Q istatistiklerine ait olasılık değerlerinin %5'ten büyük bulunması, çalışmada uygulanan GARCH (2,1) modelinde otokorelasyon probleminin giderildiğini göstermektedir. Ayrıca modelin uygunluğunu test etmek için ARCH-LM testi yapılmıştır. Farklı gecikme dönemleri için t istatistiğine ait p-değerinin %5'ten büyük bulunması, GARCH (2,1) modelinde hata terimleri arasında ARCH etkisinin kalmadığını göstermektedir.

Şekil 2.1'de tahmin ettiğimiz GARCH (2,1) modelinin oynaklık grafiği gösterilmektedir. Oynaklıkların 2013, 2014 ve 2017 yıllarında hızlı artışlar gösterdiği görülmektedir.



Şekil 2.1 : GARH (2,1) modelinin oynaklık grafiği

## SONUÇ

Bu tez çalışmasında, bir kripto para birimi (KPB) olan Bitcoin'in (BTC) getiri oynaklığı tahmin edilmektedir. İki bölümden oluşan tezin ilk bölümünde para kavramının tarihsel gelişimi, kripto paraların ortaya çıkışı, ilk kripto para birimi olan BTC'nin tarihçesi, özellikleri, üretimi, işleyişi ve taşıdığı riskler incelenmiştir. Tezin ikinci bölümünde ise BTC serisinin getiri oynaklığı Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeli ile tahmin edilmiştir.

Teknolojik gelişme sonucunda kullanımları artan kripto paralar, yeni bir finansal araç olarak karşımıza çıkmaktadır. KPB içerisinde ilk olarak ortaya çıkan ve halen kullanımı en yaygın olan para birimi, BTC'dir. BTC ilk olarak 2008 yılının Kasım ayında Satoshi Nakamoto tarafından bir çalışma ile açıklanmıştır. Ayrıca günümüzde, BTC'nin çalışma sistemi ve işleyişi örnek alınarak farklı alternatif KPB'ler geliştirilmektedir. Geliştirilen belli başlı KPB'ler olarak Ethereum, Ripple XRP, Litecoin, EOS gösterilebilmektedir. Finansal teknoloji yatırımları ve bazı ülkelerin kendi kripto paralarını geliştireceklerine dair söylemleri, kripto paraların yakın gelecekte daha fazla ilgi çekeceğini ortaya koymaktadır.

KPB'leri uygulama sistemleri bakımından incelediğimizde, KPB'lerin bir takım avantajları ve riskleri bünyelerinde barındırdığı görülmektedir. Kripto paraların en temel avantajları; transferlerde aracı kişilere ve kuruluşlara gerek duyulmaması ve altyapısında oluşturduğu yenilikler ile geleneksel ödeme yöntemlerine alternatifler sunması olarak sıralanabilir. KPB'leri taşıdığı riskler açısından değerlendirdiğimizde; KPB'lerin ödeme sistemine özgü kredi riskine, likidite riskine, operasyonel riske, kaybedilme riskine, sahtecilik riskine, yasal risklere, kamu otoritelerinden kısıtlanma riskine, şeffaf olmama riskine, yüksek oynaklık riskine ve sürdürülebilirlik riskine açık olduğunu söyleyebiliriz. Bununla birlikte Kripto paraların herhangi bir merkezi otoriteye sahip olmaması para politikasının yönetimi açısından bir takım riskleri de beraberinde getirmektedir.

BTC piyasasında yasal boşluklar bulunmaktadır. BTC'nin gelecekte oluşturacağı arz etkisini düşündüğümüzde, oluşabilecek risklere karşı ülkelerin önlem alması kaçınılmaz görünmektedir. Şöyle ki; KPB'lerin ekonomide daha yaygın bir şekilde kullanılması, merkez bankalarının para politikasındaki etkinliklerinin azalmasına neden olabilir. Bu durumun nedeni KPB'lerin diğer geleneksel para birimlerine alternatif

olarak kullanılmasından dolayı merkez bankalarının para ve kredi üzerindeki kontrolünün azalacak olmasıdır.

Konu ile ilgili literatürü incelediğimizde BTC ile ilgili yapılan çalışmaların çoğunda, otoregresif koşullu değişen varyans modelleri kullanılarak BTC'nin oynaklığı tahmin edilmiştir. Bu çalışmaları incelediğimizde; Dyhrberg (2016) döviz kurlarını, külçe altın fiyatını, FTSE endeksini ve Federal Fon oranını kullanarak GARCH modelini oluşturmuş ve BTC ile ilgili açıklamalarda bulunmuştur. Katsiampa (2017) ise sadece BTC fiyatını kullanarak BTC fiyat oynaklığı tahmini için en uygun modelin AR-CGARCH modeli olduğunu savunmuştur. Chu ve diğerleri (2017) ise BTC fiyatı ve ABD doları değişkenlerini kullanarak BTC'nin döviz kurları arasındaki ilişkiyi farklı otoregresif koşullu değişen varyans modelleri ile incelemiştir. Bouri ve diğerleri (2017) sadece BTC fiyatını değişken olarak kullanıp GARCH modeli oluşturmuş ve 2013 yılı öncesi ve sonrası BTC'nin oynaklığını incelemiştir. Klein ve diğerleri (2018) ise BTC fiyatının yanında ham petrol fiyatı, gümüş fiyatı, MSCI dünya endeksi MSCI gelişen piyasalar 50 endeksini ve S&P 500 endeksini kullanarak BEKK-GARCH modeli oluşturmuşlardır.

Bu çalışmada ise BTC ile ilgili oynaklık literatürü dikkate alınarak BTC getiri serisindeki oynaklıkları etkilediği düşünülen, farklı ülkelerin kur pariteleri ve hisse senetleri fiyatları analize dahil edilmiştir. Çalışmada BTC serisinin getiri oynaklığı Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeli (GARCH) kullanılarak 31.12.2012-14.12.2017 dönemi için iş günü verileri ile tahmin edilmektedir. Çalışmada kullanılan veriler sırasıyla Bitcoin (BTC), ABD doları ve Euro paritesi (DE), ABD doları ve İngiltere Paundu paritesi (DP), külçe altın fiyatı (GOLD), S&P 500 endeksi (SP) ve FED Efektif Fon Oranı değişkenidir (EFFR). BTC veri kaynağı coindeskten, diğer veriler ise FRED DATA veri tabanından alınmıştır. Çalışmada ortalama denkleminde kullanılan değişkenler BTC, DE, DP, GOLD, SP'dir. Çalışmada değişkenlerin logaritmik farkları alınarak kullanılmıştır. Varyans denkleminde ise EFFR kullanılmıştır. Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modellerinde kullanılan değişkenlerin durağan olması gerektiğinden, çalışmada kullanılan değişkenlerin durağan olup olmadığı ADF ve PP birim kök testleri ile incelenmektedir. Birim kök testi bulguları L(BTC), L(DE), L(DP), L(SP) ve EFFR değişkenlerinin düzeyde durağan olmadıklarını, ancak birinci farklarında durağan olduklarını göstermektedir. Bu nedenle, BTC fiyatı, Dolar/Euro, Dolar/Paund ve S&P 500 endeksi değişkenleri logaritmik

farkları alınarak (getiri serisi olarak) kullanılmıştır. Külçe altın fiyatının ise düzeyde durağan olduğu görülmektedir. Düzeyde durağan olan külçe altın fiyatı ise logaritmik olarak modelde kullanılmıştır [L(GOLD)]. Modelin tahmini için en uygun ARCH, ARCH-M, EGARCH, EGARCH-M TARCH, TARCH-M PARCH ve PARCH-M modelleri denenmiş ve en uygun modelin GARCH (2,1) olduğu saptanmıştır. Çalışmanın bulguları tahmin edilen GARCH (2,1) modeline ait sürecin istikrarlı olduğunu göstermektedir. ARCH ve GARCH katsayılarının toplamının 1'den küçük gerçekleşmesi ve istatistiksel olarak anlamlı bulunması, tahmin edilen modelde güçlü bir GARCH etkisinin olduğunu göstermektedir. BTC serisinin getiri oynaklığının büyük bir kısmının bir önceki dönemin hata terimlerinin koşullu varyansı ile açıklanması, BTC getiri serisinin oynaklığı üzerinde uzun hafıza etkisinin daha baskın olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca varyans denkleminde yer alan EFR değişkeninin BTC getiri serisinin oynaklığını azaltması, FED'in faiz artışlarının BTC'nin oynaklığını azalttığını açıklamaktadır. Diğer taraftan BTC'nin Etkin Piyasalar Hipotezinin temel varsayımlarına uygun olmaması nedeni ile ortalama denkleminde yer alan değişkenler, külçe altın fiyatı dışında istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Öte yandan GARCH (2,1) modelinde otokorelasyon probleminin giderilmesi ve hata terimleri arasındaki ARCH etkisinin kalmaması, tahmin edilen modelin uygunluğunu ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular çerçevesinde BTC'nin dış finansal koşullardan etkilenen oynak bir yapısının olduğu ve bir kısa dönemli yatırım aracı olarak kullanılmak istendiğinde, oynaklığının göz önünde bulundurulması gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Ağan, B., Aydın, Ü. (2018). Kripto Para Birimlerinin Küresel Etkileri: Asimetrik Nedensellik Analizi, Erişim: 10 Ocak 2019, [https://www.researchgate.net/profile/Buesra\\_Agan/publication/328278747\\_Kripto\\_Para\\_Birimlerinin\\_Kuresel\\_Etkileri\\_Asimetrik\\_Nedensellik\\_Analizi/links/5bc3c553a6fdcc2c91fbef62/Kripto-Para-Birimlerinin-Kueresel-Etkileri-Asimetrik-Nedensellik-Analizi.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Buesra_Agan/publication/328278747_Kripto_Para_Birimlerinin_Kuresel_Etkileri_Asimetrik_Nedensellik_Analizi/links/5bc3c553a6fdcc2c91fbef62/Kripto-Para-Birimlerinin-Kueresel-Etkileri-Asimetrik-Nedensellik-Analizi.pdf)
- Ali, R., Barrdear, J., Clews, R., Southgate, J. (2014a). The Economics Of Digital Currencies, *Bank of England Quarterly Bulletin*, 2014 Q3, 276-286.
- Ali, R., Barrdear, J., Clews, R., Southgate, J. (2014b). Innovations in Payment Technologies And The Emergence Of Digital Currencies, *Bank of England Quarterly Bulletin*, 2014 Q3, 262-274.
- Bank of International Settlements. (2017). Distributed Ledger Technology In Payment, Clearing And Settlement An Analytical Framework, *Committee on Payments and Market Infrastructures*.
- Baron, J., O'Mahony, A., Manheim, D.,vDion-Schwarz, C. (2015). National Security Implications Of Virtual Currency: Examining The Potential For Non-State Actor Deployment, *RAND Corporation-NDRI*, Santa Monica United States.
- Barratt, M. J. (2012). Silk Road: Ebay For Drugs, The journal Publishes Both Invited and Unsolicited Letters. *Addiction*, 107(3), 683-684.
- Baur, D. G., Dimpfl, T., Kuck, K. (2018). Bitcoin, Gold And The US Dollar—A Replication And Extension, *Finance Research Letters*, 25, 103-110.
- Bernstein, P. L. (2012). *The Power Of Gold: The History Of An Obsession*. John Wiley&Sons.
- BDDK, (2013). Basın Açıklaması, Erişim: 10 Ocak 2019, [https://www.bddk.org.tr/ContentBddk/dokuman/duyuru\\_0512\\_01.pdf](https://www.bddk.org.tr/ContentBddk/dokuman/duyuru_0512_01.pdf).
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal Of Econometrics*, 31(3), 307-327.

- Bouri, E., Azzi, G., Dyhrberg, A. H. (2016). On The Return-Volatility Relationship in The Bitcoin Market Around The Price Crash Of 2013.
- Bouri, E., Jalkh, N., Molnar, P., Roubaud, D. (2017). Bitcoin For Energy Commodities Before And After The December 2013 Crash: Diversifier, Hedge Or Safe Haven?, *Applied Economics*, 49(50), 5063-5073.
- Bouri, E., Molnar, P., Azzi, G., Roubaud, D., Hagfors, L. I. (2017). On The Hedge And Safe Haven Properties Of Bitcoin: Is It Really More Than A Diversifier?, *Finance Research Letters*, 20, 192-198.
- Brito, J., Castillo, A. (2013). *Bitcoin: A Primer For Policymakers*, Mercatus Center: George Mason University.
- Chu, J., Chan, S., Nadarajah, S., Osterrieder, J. (2017). GARCH Modelling Of Cryptocurrencies, *Journal Of Risk And Financial Management*, 10(4), 17.
- Corbet, S., Meegan, A., Larkin, C., Lucey, B., Yarovaya, L. (2018). Exploring The Dynamic Relationships Between Cryptocurrencies And Other Financial Assets, *Economics Letters*, 165, 28-34.
- Çarkacıoğlu, A. (2016). Kripto-Para Bitcoin. *Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi Araştırma Raporu*.
- Çavuş, M. F. (2006). Bireysel Finansmanın Temininde Kredi Kartları: Türkiye’de Kredi Kartı Kullanımı Üzerine Bir Araştırma, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (15), 173-187.
- Çütücü, İ., Kılıç, Y. (2019). Döviz Kurları İle Bitcoin Fiyatları Arasındaki İlişki: Yapısal Kırılmalı Zaman Serisi Analizi, *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16(4), 349-366.
- Dirican, C., Canöz, I. (2017). The Cointegration Relationship Between Bitcoin Prices And Major World Stock Indices: An Analysis With ARDL Model Approach, *Journal Of Economics, Finance And Accounting*, 4(4), 377-392.

- Dulupçu, M. A., Yiyit, M., Genç, A. G. (2017). Dijital Ekonominin Yükselen Yüzü: Bitcoin'in Değeri İle Bilinirliği Arasındaki İlişkinin Analizi The Rising Face Of The Digital Economy: The Analysis Of Relationship Between The Value Of Bitcoin And Its Popularity, *Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics And Administrative Sciences*, 22, 2241-2251.
- Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, Gold And The Dollar—A GARCH Volatility Analysis, *Finance Research Letters*, 16, 85-92.
- England Government Office For Science. (2015). Distributed Ledger Technology: Beyond Block Chain.
- Engle, R. (2001). GARCH 101: The Use Of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics, *Journal Of Economic Perspectives*, 15(4), 157-168.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity With Estimates Of The Variance Of United Kingdom Inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 987-1007.
- European Central Bank (ECB). (2012). Virtual Currency Schemes, Frankfurt, 1-55.
- European Central Bank (ECB). (2015). Virtual Currency Schemes- A Further Analysis, Frankfurt, 1-37.
- Finan, K., Lasosa, A., Sunderland, J. (2013). Tiering in CHAPS. *Bank of England Quarterly Bulletin*, 2013 Q4, 371-378.
- Financial Crimes Enforcement Network (FİNCEN). (2013). Application Of Fincen's Regulations To Persons Administering, Exchanging, Or Using Virtual Currencies, *FIN-2013-G001*, Viyana.
- International Monetary Fund (IMF). (2016). Virtual Currencies and Beyond: Initial Considerations, , Washington DC, 1-42.
- James, H. (1996). *International Monetary Cooperation Since Bretton Woods*, International Monetary Fund.
- Jang, H., Lee, J. (2018). An Empirical Study On Modeling And Prediction Of Bitcoin Prices With Bayesian Neural Networks Based On Blockchain Information, *IEEE Access*, 6, 5427-5437.



- Kajtazi, A., Moro, A. (2017). Bitcoin, Portfolio Diversification And Chinese Financial Markets, *Available At SSRN 3062064*.
- Katsiampa, P. (2017). Volatility Estimation For Bitcoin: A Comparison Of GARCH Models, *Economics Letters*, 158, 3-6.
- Klein, T., Thu, H. P., Walther, T. (2018). Bitcoin is Not The New Gold—A Comparison Of Volatility, Correlation, And Portfolio Performance, *International Review of Financial Analysis*, 59, 105-116.
- Koçoğlu, Ş., Çevik, Y. E., Tanrıöven, C. (2016). Bitcoin Piyasalarının Etkinliği, Likiditesi Ve Oynaklığı, *Journal of Business Research Türk*, 8(2), 77-97.
- Kurihara, Y., Fukushima, A. (2017). The Market Efficiency Of Bitcoin: A Weekly Anomaly Perspective, *Journal Of Applied Finance And Banking*, 7(3), 57.
- Milnes, A. (1919). *The Economic Foundations Of Reconstruction*, Macdonald and Evans.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System.
- Narayan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., Goldfeder, S. (2016). *Bitcoin And Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction*, Princeton University Press.
- O'sullivan, A., ve Sheffrin, S. M. (2003). *Economics: Principles in Action*, New Jersey.
- Peng, Y., Albuquerque, P. H. M., De Sa, J. M. C., Padula, A. J. A., Montenegro, M. R. (2018). The Best Of Two Worlds: Forecasting High Frequency Volatility For Cryptocurrencies And Traditional Currencies With Support Vector Regression, *Expert Systems With Applications*, 97, 177-192.
- Pinna, A., Ruttenberg, W. (2016). Distributed Ledger Technologies in Securities Post-Trading, *European Central Bank (ECB)*, Frankfurt.
- Raiborn, C., Sivitanides, M. (2015). Accounting Issues Related To Bitcoins, *Journal of Corporate Accounting & Finance*, 26(2), 25-34.
- Ron, D., Shamir, A. (2014). How Did Dread Pirate Roberts Acquire And Protect His Bitcoin Wealth?, *In International Conference on Financial Cryptography and Data Security*, s. 3-15. Springer, Berlin, Heidelberg.

- Scholer, K. (2016). An Introduction to Bitcoin and Blockchain Technology, *Kaye Scholer LLP*, s.3-22.
- The Financial Action Task Force (FATF). (2014). Virtual Currencies Key Definitions And Potential Aml/Cft Risk, *Fatf Report*, Paris.
- Üzer, B. (2017). *Sanal Para Birimleri*, (Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Ödeme Sistemleri Genel Müdürlüğü Uzman Yeterlilik Tezi). *Ankara*.
- Varlık, S., Varlık, N. (2017). *Türkiye'nin CDS Priminin Oynaklığı*, *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 54(632), 9-17.
- Yermack, D. (2013). *Is Bitcoin A Real Currency? An Economic Appraisal*, National Bureau of Economic Research. Erişim: 10 Ocak 2019, <https://www.nber.org/papers/w19747>.
- Yılmaz, Y., (2007), “Kriptoloji Uygulamalarında Hukuki Boyut.”, *Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi*, 13, (1-2),137-146.
- Zeren, F., Esen, S. (2018). Geleceğin Para Birimi ya da Sadece Bir Balon: Bitcoin, *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(39), 433-448.

