



T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

MUHASEBE VE FİNANSMAN BİLİM DALI

**BİTCOİN VE GELENEKSEL FİNANSAL VARLIKLAR ARASINDA
VOLATİLİTE YAYILIMI: TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

(DOKTORA TEZİ)

Ebru AYDOĞAN

BURSA – 2023



T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

MUHASEBE VE FİNANSMAN BİLİM DALI

**BİTCOİN VE GELENEKSEL FİNANSAL VARLIKLAR ARASINDA
VOLATİLİTE YAYILIMI: TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

(DOKTORA TEZİ)

Ebru AYDOĞAN

**Danışman:
Prof. Dr. Değer ALPER**

BURSA – 2023

Yemin Metni

Yüksek Lisans / Doktora tezi olarak sunduğum “Bitcoin ve Geleneksel Finansal Varlıklar Arasında Volatilite Yayılımı: Türkiye Örneği” başlıklı çalışmanın bilimsel araştırma, yazma ve etik kurallarına uygun olarak tarafımdan yazıldığına ve tezde yapılan bütün alıntılarının kaynaklarının usulüne uygun olarak gösterildiğine, tezimde intihal ürünü cümle veya paragraflar bulunmadığına şerefim üzerine yemin ederim.

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Ebru AYDOĞAN

Öğrenci No: 711314005

Anabilim Dalı: İşletme

Programı: İşletme Doktora Programı

Tezin Türü: Yüksek Lisans / ☐ Doktora / ☒ Sanatta Yeterlilik ☐



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA İNTİHAL YAZILIM RAPORU
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tez Başlığı / Konusu: Bitcoin ve Geleneksel Finansal Varlıklar Arasında Volatilite Yayılımı: Türkiye Örneği

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam xviii+226 sayfalık kısmına ilişkin, 17/01/2023 tarihinde şahsım tarafından *Turnitin** adlı intihal tespit programından (*Turnitin*)* aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 7 'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/dahil
- 3- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Özgünlük Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza

Adı Soyadı:	Ebru AYDOĞAN
Öğrenci No:	711314005
Anabilim Dalı:	İşletme
Programı:	İşletme Doktora
Statüsü:	Doktora

Danışman

* Turnitin programına Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane web sayfasından ulaşılabilir.

T. C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İşletme Anabilim / Ana sanat Dalı, Bilim Dalı'nda 711314005 numaralı Ebru AYDOĞAN'ın hazırladığı “Bitcoin ve Geleneksel Finansal Varlıklar Arasında Volatilite Yayılımı: Türkiye Örneği” başlıklı doktora tezi ile ilgili savunma sınavı, 01/02/2023 günü 13:00 – 14:30 saatleri arasında yapılmıştır. Alınan cevaplar sonunda adayın başarılı olduğuna oybirliği ile karar verilmiştir.

Üye(Tez Danışmanı ve Sınav Komisyonu
Başkanı)
Prof. Dr. Değer ALPER
Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Adem ANBAR
Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Özer ARABACI
Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Mehmet Yazıcı
Maltepe Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Hasan Aydın OKUYAN
Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi

01/02/ 2023

ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı : Ebru AYDOĞAN
Üniversite : Bursa Uludağ Üniversitesi
Enstitüsü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim/Anasanat Dalı : İşletme
Bilim/Sanat Dalı : Muhasebe ve Finansman
Tezin Niteliği : Doktora Tezi
Sayfa Sayısı : 226
Mezuniyet Tarihi : 01/02/2023
Tez Danışman(lar)ı : Prof. Dr. Değer ALPER

BİTCOİN VE GELENEKSEL FİNANSAL VARLIKLAR ARASINDA VOLATİLİTE YAYILIMI: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Türkiye’de de özellikle son yıllarda Türk Lirası’nda yaşanan değer düşüklüğü ve yüksek enflasyon gibi ekonomik sıkıntılar birçok Türk yatırımcının kripto varlıklara daha fazla yatırım yapmasına neden olmuştur. Ancak Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkede kripto varlıkların sahip olduğu kırılganlıkların ülkedeki mevcut ekonomik sıkıntıları artırma riski bulunmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmada Bitcoin’den Türkiye finansal piyasalarına volatilité yayılım etkisi 15.03.2015 ile 02.12.2022 tarihlerinde ki günlük veriler kullanılarak araştırılmıştır. Çalışmada VAR modeline dayalı DCC-GJR-GARCH yöntemi ile asimetrik şokların volatilité üzerindeki etkisi yanında değişkenler arasındaki volatilité yayılımı incelenmiştir. İlk olarak VAR modeli ile elde edilen analiz sonuçlarına göre Bitcoin’in ve diğer değişkenlerin hem kendi gecikmeli değerlerinden hem de Bitcoin’in diğer değişkenlerin ve diğer değişkenlerin Bitcoin’in gecikmeli değerlerinden etkilendiği görülmüştür. DCC-GJR-GARCH sonuçlarına göre Bitcoin’in BİST100 ile bağlantılılığının olmadığı altın, Dolar ve Euro ile arasındaki bağlantılılığın ise düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle Bitcoin’in Türkiye altın ve forex piyasası ile bağlantılılığı düşük düzeydedir ancak iki piyasadan da tamamen izole değildir.

Anahtar Sözcükler: Volatilité Yayılımı, Bitcoin, Türkiye, DCC-GJR-GARCH

ABSTRACT

Name & surname : Ebru AYDOĞAN
University : Uludag University
Institute : Institute of Social Sciences
Field : Business Administration
Subfield : Accounting and Finance
Degree Awarded : PhD.
Page Number : 226
Date of Degree Awarded : 01/02/2023
Supervisor(s) : Prof. Dr. Değer ALPER

VOLATILITY SPILLOVER BETWEEN BITCOIN AND TRADITIONAL FINANCIAL ASSETS: THE CASE OF TÜRKİYE

In Turkey, especially in recent years, the depreciation of the Turkish Lira and economic problems such as high inflation have caused many Turkish investors to invest more in crypto assets. However, in Turkey as a developing country, there is a risk that the vulnerabilities of crypto assets could increase the current financial stress in the local economy. In this study, the volatility spillover effect from Bitcoin to Turkish financial markets is investigated using daily data between 15.03.2015 and 02.12.2022. For this purpose, the effect of asymmetric shocks on volatility as well as the volatility spillover among the variables were investigated using the DCC-GJR-GARCH method based on the VAR model. Firstly, according to the analysis results obtained with the VAR model, it is concluded that Bitcoin and other variables are affected by their own lagged values. In addition, it is concluded that Bitcoin is affected by the lagged values of other variables and vice versa. According to the DCC-GJR-GARCH results, it has been determined that Bitcoin has no connection with BIST100, but the connection between gold, Dollar and Euro is at a low level. According to the DCC-GJR-GARCH results, it is determined that there is no connectedness between Bitcoin and BIST100, but there is a low connectedness between Bitcoin and the rest of the variables. Put it differently, Bitcoin's connectedness with the Turkish gold and forex market is low, but it is not completely isolated from either market.

Key Words: Volatility Spillover, Bitcoin, Türkiye, DCC-GJR-GARCH

ÖNSÖZ

Doktora tez dönemini uzun ve yorucu bir süreç olarak hatırlayacağım her zaman... Herşey yolunda gitse dahi zorlu olacak bu süreç birçok şeyin daha yolunda gitmemesi nedeniyle daha da zorlaştı. Çok fazla yeni şey öğrendim bu süreçte. En çok da kendime dair sanırım... Bu nedenle ilk teşekkürüm, hayata bakış açımı değiştiren ve bugünkü ben olmama vesile olan karşılaştığım tüm zorluklara.

Akademik hayatımın en büyük şansı şüphesiz değerli danışmanım Prof. Dr. Değer ALPER'dir. Yaklaşık 10 yıllık çalışma dönemimiz boyunca bana her zaman bilgisiyle, tecrübesiyle yol gösteren, akademik çalışmalarda beni destekleyen, en umutsuz olduğum anlarda elimden tutan canım hocama çok teşekkür ederim.

Çalışmanın özellikle uygulama kısmında, beni büyük bir sabırla dinleyen, sorularımı cevaplayan, değerli vaktini ayıran ve her zaman sözleri ile beni motive eden Prof. Dr. Özer ARABACI'ya çok teşekkür ederim. Ayrıca getirdikleri öneriler ile çalışmanın son halini almasını sağlayan değerli jüri üyeleri Prof. Dr. Adem ANBAR'a, Prof. Dr. Mehmet YAZICI'ya ve Prof. Dr. Hasan Aydın OKUYAN'a da teşekkürü bir borç bilirim.

Araştırma görevlisi olduğum günden itibaren hayatıma değer katan ve iş yerinde aile gibi olduğum tüm arkadaşlarıma çok teşekkür ederim. Yolumuz iyi ki kesişmiş. Ayrıca öğrenciliğimden bu yana beni her zaman destekleyen Doç. Dr. Elif YÜCEL'e, Dr. Öğr. Üyesi Esen KARA'ya ve Prof. Dr. Başak Aydem ÇİFTÇİOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Her zaman bana güvenen, tüm zorluklarda yanımda olan ve bana güç veren canım annem Leyla AYDOĞAN ve canım babam Necdet AYDOĞAN'a, hayatımın en büyük şansı canım kardeşlerim Elif, Emel ve Ezgi'ye çok teşekkür ederim. Onlar olmadan hayatın hiç tadı olmazdı eminim. Ailemize sonradan katılan bana her zaman destek olan Çetin, Serdar ve kardeşim Enes'e ayrıca teşekkür ederim. İyi ki varsınız. Ayrıca İsmail'e, canım Enver'e ve canım Cemil'e de bu süreçteki unutulmaz desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Son olarak en büyük teşekkürüm en güzel isimlerin sahibine...

Şimdi tezin bittiği yerde yeni ve belirsiz bir sürecin başındayım... "Sabırdan ve zamandan daha güçlü bir savaşçı yoktur" demiş Tolstoy "Savaş ve Barış" kitabında. Bundan sonrası sabır ve zaman...

Şubat 2023

Bursa

Ebru...

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YEMİN METNİ	iv
DOKTORA İNTİHAL YAZILIM RAPORU	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
ÖNSÖZ	ix
İÇİNDEKİLER	x
TABLolar LİSTESİ	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
KISALTMALAR	xvi
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

PARANIN TARİHİ VE KRİPTOPARANIN ORTAYA ÇIKIŞI

1.1. Para Kavramı.....	6
1.2. Paranın Tarihi.....	7
1.2.1. İlkel Paralar.....	7
1.2.2. Mal Para Dönemi.....	9
1.2.2.1. Mısır ve Mezopotamya.....	9
1.2.2.2. Roma Krallığı.....	10
1.2.2.3. Bizans İmparatorluğu.....	11
1.2.2.4. İslam Ülkeleri ve Osmanlı İmparatorluğu.....	11
1.2.2.5. Orta Çağ Avrupası ve Rönesans.....	12
1.2.3. Kağıt Para Dönemi.....	13
1.2.4. Dijital Para Dönemi.....	16
1.2.4.1. Elektronik Para.....	18
1.2.4.2. Dijital Para.....	18
1.2.4.3. Sanal Para.....	19
1.3. Kripto Para Kavramı.....	22
1.3.1. Kripto Para Birimlerinin Tarihsel Gelişimi.....	24
1.3.1.1. eCash.....	24
1.3.1.2. Cypherpunk Hareketi.....	25

1.3.1.3. B-Money.....	26
1.3.1.4. Hashcash.....	26
1.3.1.5. RPOW.....	27
1.3.1.6. Bit Gold.....	27
1.3.2. Bitcoinin Ortaya Çıkışı.....	29
1.4. Blockchain.....	30
1.4.1. Blockchain Teknolojisinin Gelişimi.....	33
1.4.2. Blockchain Teknolojisinin Teknik Yapısı.....	36
1.4.2.1. Blok.....	36
1.4.2.2. Hash Fonksiyonu.....	38
1.4.2.3. Dijital İmzalama.....	39
1.4.2.4. Dağıtık Ağ.....	40
1.4.2.5. Konsensüs Mekanizması.....	41
1.4.2.6. Madencilik.....	43
1.4.2.7. En Uzun Zincir.....	46
1.4.2.8. Çatallanma (Fork).....	47

2. BÖLÜM BİTCOİN

2.1. Kripto Varlıkların Sınıflandırılması.....	48
2.2. Kripto Varlık Türleri.....	51
2.2.1. Coinler.....	52
2.2.2. Tokenlar.....	52
2.3. Bitcoin.....	55
2.4. Bitcoin Sistemi.....	58
2.4.1. Bitcoinlerin Muhafaza Edilmesi.....	59
2.4.2. Bitcoinlerin Transfer Edilmesi.....	59
2.4.3. Kripto Borsaları.....	61
2.4.4. Bitcoin Kullanım Amaçları.....	62
2.4.5. Para Birimi Olarak Bitcoin.....	65
2.4.5.1. Değişim Aracı Olma.....	66
2.4.5.2. Hesap Birimi Olma.....	67
2.4.5.3. Tasarruf Aracı Olma.....	67
2.4.6. Yatırım Aracı Olarak Bitcoin.....	69

2.4.7. Emtia Olarak Bitcoin.....	71
2.4.8. Bitcoinin Fiyat Dinamikleri.....	72
2.4.9. Bitcoinle İlgili En Fazla Çalışılan Konular.....	76
2.4.10. Türkiye’de Kripto Para Piyasası.....	78

3. BÖLÜM

FİNANSAL ENTEGRASYON VE VOLATİLİTE YAYILIMI

3.1. Finansal Entegrasyon.....	80
3.1.1. Tek Fiyat Kanunu.....	83
3.1.2. Portföy Çeşitlendirme.....	84
3.1.3. Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli.....	87
3.1.4. Arbitraj Fiyatlama Teorisi.....	92
3.2. Finansal Entegrasyonun Avantajları ve Dezavantajları.....	94
3.2.1. Finansal Entegrasyonun Sağladığı Kazanımlar.....	94
3.2.2. Finansal Entegrasyonun Yol Açtığı Problemler.....	96
3.3. Volatilite Kavramı.....	97
3.3.1. Volatilitenin Karakteristik Özellikleri.....	99
3.3.2. Bitcoin Volatilitesinin Karakteristik Özellikleri.....	101
3.4. Volatilitenin Ölçümü.....	103
3.4.1. Tarihi Volatilite Modelleri.....	103
3.4.1.1. Rassal Yürüyüş Modeli.....	103
3.4.1.2. Tarihi Ortalama Modeli.....	104
3.4.1.3. Hareketli Ortalama Modeli.....	104
3.4.1.4. Üstel Düzeltme Modeli.....	104
3.4.1.5. Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama Modeli.....	105
3.4.2. Stokastik Volatilite Modelleri.....	105
3.4.3. Zımnı Volatilite Modeli.....	106
3.4.4. ARCH Tipi Modeller.....	107
3.4.4.1. ARCH Modeli.....	107
3.4.4.2. GARCH Modeli.....	108
3.5. Volatilite Yayılımı ve Finansal Bulaşma.....	109
3.6. Kripto Para Piyasası ve Diğer Piyasalar Arasında Volatilite Yayılımı.....	115
3.7. Bitcoinin Diğer Varlıklarla İlişkisi Üzerine Literatür.....	119
3.8. Kripto Para Piyasası İçindeki Volatilite Yayılımı Üzerine Literatür.....	123

3.9. Kripto Para Piyasası ve Diğer Piyasalar Arasındaki Volatilite Yayılmı Üzerine Literatür.....	127
---	-----

4. BÖLÜM

BİTCOİN İLE ALTIN, DOLAR, EURO VE BİST100 ARASINDAKİ VOLATİLİTE YAYILIMININ ANALİZİ

4.1. Çalışmanın Amacı.....	132
4.2. Çalışmanın Veri Seti.....	133
4.3. Çalışmanın Yöntemi.....	134
4.3.1. Durağanlık ve Birim Kök Testleri.....	134
4.3.1.1. Dickey-Fuller Birim Kök Testi.....	136
4.3.1.2. Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testi.....	137
4.3.1.3. Phillips-Perron (PP) Birim Kök Testi.....	137
4.3.2. Vektör Otoregresyon Modeli.....	138
4.3.3. Granger Nedensellik Analizi.....	141
4.3.4. GJR-GARCH.....	143
4.3.5. DCC-GARCH.....	144
4.4. Analiz Sonuçları.....	148
4.4.1. Serilerin Getiri Grafikleri ve Birim Kök Testi.....	148
4.4.2. Vektör Otoregresyon Modeli Sonuçları.....	150
4.4.3. Granger Nedensellik Analizi.....	155
4.4.4. ARCH Etkisi.....	157
4.4.5. DCC-GJR-GARCH.....	158
SONUÇ.....	170
KAYNAKÇA.....	177
ÖZGEÇMİŞ.....	226

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1: Blockchain Teknolojisinin Gelişimi	41
Tablo 2.1: Bitcoin Fiyat Dinamikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	84
Tablo 2.2: Bitcoin Volatilitésinin Karakteristik Özellikleri.....	114
Tablo 3.1: Çeşitlendirme, riskten korunma ve güvenli liman üzerine literatürün bir kısmı.....	136
Tablo 4.1: ADF Birim Kök Testi Sonuçları.....	168
Tablo 4.2: Bitcoin-Altın VAR Modeli Gecikme Yapısı Seçim Kriterleri	169
Tablo 4.3: Bitcoin-BIST 100 VAR Modeli Gecikme Yapısı Seçim Kriterleri.....	170
Tablo 4.4: Bitcoin-Dolar VAR Modeli Gecikme Yapısı Seçim Kriterleri	171
Tablo 4.5: Bitcoin-Euro VAR Modeli Gecikme Yapısı Seçim Kriterleri	172
Tablo 4.6: Bitcoin-Altın VAR Modeli.....	172
Tablo 4.7: Bitcoin-BIST100 VAR Modeli.....	172
Tablo 4.8: Bitcoin-Dolar VAR Modeli.....	172
Tablo 4.9: Bitcoin-Euro VAR Modeli.....	173
Tablo 4.10: Bitcoin-Altın VAR Granger Nedensellik Sonuçları.....	174
Tablo 4.11: Bitcoin-BIST100 VAR Granger Nedensellik Sonuçları	174
Tablo 4.12: Bitcoin-Dolar VAR Granger Nedensellik Sonuçları.....	174
Tablo 4.13: Bitcoin-Euro VAR Granger Nedensellik Sonuçları	175
Tablo 4.14: Tüm Değişkenler Granger Nedensellik Testi Sonuçları.....	175
Tablo 4.15: Bitcoin-Altın ARCH-LM ve Ljung-Box Q Test Sonuçları.....	176
Tablo 4.16: Bitcoin-BIST100 ARCH-LM ve Ljung-Box Q Test Sonuçları	176
Tablo 4.17: Bitcoin-Dolar ARCH-LM ve Ljung-Box Q Test Sonuçları.....	177
Tablo 4.18: Bitcoin-Euro ARCH-LM ve Ljung-Box Q Test Sonuçları	177
Tablo 4.19: Bitcoin-Altın DCC-GJR-GARCH Modeli Tahmin Sonuçları	178
Tablo 4.20: Bitcoin-BIST100 DCC-GJR-GARCH Modeli Tahmin Sonuçları.....	180
Tablo 4.21: Bitcoin-Dolar DCC-GJR-GARCH Modeli Tahmin Sonuçları.....	181
Tablo 4.22: Bitcoin-Euro DCC-GJR-GARCH Modeli Tahmin Sonuçları.....	182

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Para Türleri ve Değişim/Takas Mekanizmaları.....	22
Şekil 1.2: Elektronik Para, Dijital Para, Sanal Para ve Kripto Para Sınıflandırması	29
Şekil 1.3: TCP/IP İnternet Yığını ve Blockchain Yığını	38
Şekil 1.4: Blockchainin Farklı Kullanım Alanları	41
Şekil 1.5: Bitcoin Blok Yapısı	45
Şekil 1.6: Hash Fonksiyonu.....	46
Şekil 1.7: Merkezi, Merkezi olmayan ve Dağıtılmış Sistemler	48
Şekil 1.8: Blok Yapısı.....	49
Şekil 2.1: Dijital Varlıklar.....	57
Şekil 2.2: Kripto Varlıkların PiyasaDeğerleri.....	63
Şekil 2.3: Bitcoin Fiyatını Etkileyen Değişkenler	84
Şekil 3.1: Kripto Para Ekosisteminin Görünümü.....	131
Şekil 4.1: Bitcoin Getiri Grafiği	167
Şekil 4.2: BIST-100 Getiri Grafiği.....	167
Şekil 4.3: Dolar Getiri Grafiği.....	167
Şekil 4.4: Euro Getiri Grafiği	167
Şekil 4.5: Altın Getiri Grafiği.....	167
Şekil 4.6: Bitcoin-Altın DCC Grafiği.....	184
Şekil 4.7: Bitcoin-BIST100 DCC Grafiği.....	184
Şekil 4.8: Bitcoin-Dolar DCC Grafiği.....	184
Şekil 4.9: Bitcoin-Euro DCC Grafiği	184
Şekil 4.10: Bitcoin-Altın Korelasyonunda Kırılma Tarihlerindeki Olaylar.....	185
Şekil 4.11: Bitcoin-BIST100 Korelasyonunda Kırılma Tarihlerindeki Olaylar	186
Şekil 4.12: Bitcoin-Dolar Korelasyonunda Kırılma Tarihlerindeki Olaylar	187
Şekil 4.13: Bitcoin-Euro Korelasyonunda Kırılma Tarihlerindeki Olaylar	187

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

ADF: Genişletilmiş Dickey Fuller

AFT: Arbitraj Fiyatlama Teorisi

AMEX: Amerikan Menkul Kıymetler Borsası

AR: Otoregresif

ARCH: Otoregresif koşullu değişen varyans

ARMA: Otoregresif hareketli ortalamalar

BEKK: Baba-Engle-Kraft-Kroner

BIS: Uluslararası Ödemeler Bankası

BİST 100: Borsa İstanbul 100 Endeksi

CBOE: Şikago Opsiyon Borsası Kurulu

CCC: Sabit koşullu korelasyon

CFTC: ABD Emtia ve Vadeli İşlemler Komisyonu

CME: Şikago Ticaret Borsası

CPUs: Merkezi işlem birimleri

DAC: Merkezi olmayan otonom şirketler

DAO: Merkezi olmayan kuruluşlar

Dapp: Merkezi olmayan uygulamalar

DCC: Dinamik koşullu korelasyon

DLT: Dağıtılmış defter teknolojisi

DoS: Hizmeti engelleme saldırısı

e-para: Elektronik para

EBA: Avrupa Bankacılık Otoritesi

ECB: Avrupa Merkez Bankası

ECON: Avrupa Parlamentosu Ekonomik ve Parasal İşler Komitesi

EKK: En Küçük Kareler

EMU: Hisse senedi piyasa belirsizliği

EPU: Amerika Birleşik Devletleri Ekonomik Politika Belirsizliği

ESMA: Avrupa Menkul Kıymetler ve Piyasalar Otoritesi

EWMA: Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama

Euronext 100 : Paris, brüksel ve amsterdam borsalarının birleşmesi ile kurulan bir Avrupa finans kurumu endeksi

FATF: Mali Eylem Görev Gücü

FPGAs: Alanda programlanabilir kapı dizisi

FSB: Finansal İstikrar Kurulu

FTSE 100: İngiltere hisse senedi piyasası temel endeksi

GARCH: Genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans

GFSI: Küresel finansal stres endeksi

GPUs: Grafik işlem birimleri

IMF: Uluslararası Para Fonu

IOSCO: Uluslararası Menkul Kıymet Düzenleyicileri Platformu

LAN: Yerel erişim ağı

MBDP: Merkez Bankası Dijital Parası

MGARCH: Çok değişkenli genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans

MIT: Massachusetts Institute of Technology

MPT: Modern Portföy Teorisi

MSCIWE: MSCI Dünya Enerji Endeksi

MSCIWIT: MSCI Dünya Bilgi Teknolojileri Endeksi

NASDAQ: Menkul Kıymet Borsası

NFT: Non-Fungible Token/Nitelikli Fikri Tapu

Nikkei 225: Japonya hisse senedi piyasası temel endeksi

NYSE: New York Menkul Kıymetler Borsası

OECD: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü

POC: Kapasite kanıtı

POT: Zaman kanıtı

POW: İş kanıtı

PP: Phillips-Perron

RPOW: Yeniden kullanılabilir iş kanıtı

SEC: ABD Menkul Kıymetler ve Borsalar Komisyonu

SHA: Güvenli hash algoritması

SPGCE: Standart & Poor Küresel Temiz Enerji Endeksi

SV: Stokastik Volatilité

SVFM: Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli

S&P: Standart & Poor

S&P GSCI: Standart & Poor Endeksi

S&P 500: Standart & Poor 500 Endeksi

TCMB: Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası

USVFM: Uluslararası Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli

M.S: Milattan sonra

VAR: Vektör Otoregresyon

VIX: Küresel belirsizlik endeksi

yy: Yüzyıl

ZSVFM: Zamanlararası Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli

www: World Wide Web

GİRİŞ

Uzun bir dönem ticari işlemlerde kullanılan takas sistemi, mal ve hizmet sayısındaki artış ve benzeri nedenlerle, (süreç içinde) değişim aracı özelliğini tam olarak yerine getirememeye başlamış ve ticarete kullanılacak ortak bir değişim aracı ihtiyacı ortaya çıkmıştır. İlkel topluluklarda tuz, ağır taşlar, tüyler, deniz kabukları gibi nesneler (varlıklar); ticari ve ekonomik hayatın kesintiye uğradığı modern toplumlarda ise sigara, çikolata gibi arzı kolaylıkla arttırılamayan birçok farklı nesne geçici süre ile değişim aracı olarak kullanılmıştır. Ancak teknolojinin ilerlemesi veya ekonomik hayatın normal seyrine dönmesi ile üretim maliyeti düşen ve üretim miktarı artan bu nesneler sahip oldukları değeri yitirerek değişim aracı olma özelliklerini de kaybetmişlerdir.

Tarihte en uzun süre para olarak kullanılan nesneler, arzlarının kısıtlı olması, kolay şekil alabilmeleri ve ticarete getirdikleri standardizasyon gibi nedenlerle değerli madenler olmuştur. Farklı alanlarda sağladıkları faydalardan kaynaklı bir değere de sahip olan değerli metaller, dünyanın birçok coğrafyasında, günümüzde “mal para dönemi” olarak adlandırılan yüzyıllar boyunca para olarak kullanılmışlardır. Bu dönemde değerli metal arzı kolaylıkla arttırılamadığı için, yeni finansman kaynağı ihtiyacı genellikle para biriminin devalüe edilmesi diğer bir deyişle para bileşiminde bulunan değerli metal miktarının düşürülmesi yoluyla giderilmiştir. Bu durum çoğunlukla para birimine olan uluslararası güveni sarsarak söz konusu uygarlıkların ekonomik ve buna paralel olarak askeri ve siyasi gücünü kaybetmesi ile sonuçlanmıştır.

Mal para sisteminde, değerli metal arzının kolaylıkla arttırılamaması, paranın nakliyesinin zaman alması gibi yaşanan problemler, arzı kolaylıkla arttırılabilen, hafif olması nedeniyle kolayca taşınabilen kağıt paraya geçiş sürecini hızlandırmıştır. Özellikle ekonomik kargaşa dönemlerinde yaşanan sikke sıkıntısı, savaşlar için gerekli finansman ihtiyacı ve kağıt paranın ticareti arttıran etkisi farklı bölgelerde kendi kağıt paralarını basan bankaların kurulmasına neden olmuş ve kağıt para kullanımı yaygınlaşmıştır. Başlangıçta kağıt paralar, değerli metalle desteklendikleri oranlarda basılmıştır. Ancak kağıt para basmanın değerli maden keşfine ya da vergilerin yükseltilmesine nispetle sağladığı kolaylıklar, mevcutta bulunan değerli madenle karşılanamayacak oranda kağıt para basılmasına neden olmuştur.

I. Dünya Savaşı sırasında piyasanın likidite ihtiyacının önem kazanması nedeniyle altın standardı askıya alınmıştır. Ardından yaşanan Büyük Buhran ve çok geçmeden başlayan II. Dünya Savaşı, 1944 yılında 44 ülkenin, ABD dolarının altına ve ulusal paraların dolara endekslendiği Bretton Woods sistemini kabul etmesine yol açmıştır. 1971 yılına kadar devam eden Bretton Woods sistemi, ABD’nin sistemi terk etmesi ile sona ermiştir. O tarihten itibaren

günümüzde de geçerli olan ve değerini ihraç eden ülkenin kredibilitesinden alan itibari para, dünyada yaygın olarak kullanılan para sistemi haline gelmiştir.

Tarihin farklı dönemlerinde ve dünyanın farklı coğrafyalarında para her zaman siyasi güçle de ilgili olmuştur. Özellikle değerli metallerin keşfinden ve para olarak kullanılmaya başlamasından sonra, söz konusu metalleri elinde bulunduran uygarlıklar diğer toplumlar üzerinde egemenlik kurmuşlardır. Paranın toplumları değiştirmedeki yeteneği sayesinde söz konusu uygarlıklar, kendi dönemlerinde askeri, siyasi, kültürel ve sosyal anlamda dünyaya yön vermiştir. Ancak para ile ortaya çıkan güç ve servet tarih boyunca belirli kesimlerin elinde toplanmıştır. Ayrıca söz konusu gücü ve serveti korumaya ve arttırmaya yönelik girişimler için her zaman yeni finansman bulunamaması, genellikle paranın değerinin düşürülmesine, ekonomik sorunlara, yüksek enflasyona sebep olmuştur.

İnternet kullanımının yaygınlaşmasından sonra hızlanan teknolojik gelişmeler özellikle son 30 yılda insanların sosyal hayatını, bilgiye erişimini, alışveriş ve ödeme sistemlerini değiştirmiştir. Söz konusu bu değişime paranın şekli, ihraç biçimi ve takas mekanizmalarıda eşlik etmiştir. 1980'li yıllarda kriptografinin herkesin ulaşabileceği bir teknolojiye dönüşmesi ile “gücün büyük ve merkezi kurumlardan bireylere kaydırılması” gibi konularda kriptografinin araç olacağı görüşü belirli kesimlerce kabul edilmeye başlamıştır. Kişisel mahremiyetin geliştirilmesi ile toplumların özgürleşeceğine inanan bu görüş, dijital parayı vizyonlarının temel bileşeni olarak belirlemiştir. Kriptografi ve internet alanlarındaki söz konusu gelişmeler 1980'li yıllardan itibaren kripto para birimi konusundaki girişimlerin başlamasına yol açmıştır.

1980'li yıllardan itibaren yapılan kripto para girişimlerinin sonucunda, 2008 yılında Satoshi Nakamoto adında anonim bir kişi ya da grup tarafından ilk başarılı merkezi olmayan kripto para birimi Bitcoin tanıtılmıştır. 2008 yılı bilindiği üzere aynı zamanda hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde küresel finansal sistemleri ve finansal piyasaları sarsan, dünyanın her yerinde finansal ve ekonomik belirsizliklere yol açan küresel finansal krizin başlangıç yılıdır. Nakamoto, Bitcoinin tanıtım yazısında doğrudan krizden bahsetmesede çeşitli yerlerde mevcut finansal sistemi eleştiren göndermelerde bulunmuştur. Bu eleştirilerin temeli, mevcut sistemin işlemesi için gerekli olan güvenin para birimlerinin değerinin düşürülmesi, bankalara yatırılan paraların küçük bir kısmının rezerv olarak tutulup büyük kısmı ile kredi balonları oluşturulması vasıtasıyla ihlal edilmesine dayanmaktadır. Ayrıca Nakamoto mevcut sistemde, kimlik hırsızlarına karşı kişisel gizliliğin de sağlanamadığını ifade etmiş ve tüm bu problemlere karşı Bitcoinin çözüm olabileceğini öne sürmüştür.

Bitcoin, çevrimiçi ödemelerin herhangi bir üçüncü taraf aracıya ihtiyaç duyulmaksızın doğrudan taraflar arasında gönderilmesine olanak sağlayan hem sanal para hem de ödeme sistemidir. Bitcoin'i öncüllerinden ayıran temel özelliği çifte harcama problemine getirdiği çözümdür. Aynı dijital paranın birden fazla kez harcanabilme olasılığını ifade eden çifte harcama problemi geleneksel dijital ödeme ağlarında üçüncü taraf araçlar vasıtasıyla çözülmektedir. Bitcoin, blockchaine dayalı merkezi olmayan eşler arası sistem ile çifte harcama problemine ve taraflar arasında gerekli olan güven sorununa yenilikçi bir yaklaşım ile çözüm sunmuştur. Blockchain, kripto para birimlerinin üretilmesi, kaydedilmesi ve temsil ettikleri değer transfer edilmesi amacıyla kullanılan, dağıtılmış bir veri tabanı sistemidir.

Ortaya çıktığı ilk zamanlar bilgisayar programcılığı, kriptografi ve yasadışı faaliyetlerle ilgilenen belirli bir kesimin ilgisini çeken Bitcoin, zaman içerisinde devletler, merkez bankaları, politika yapıcılar, akademisyenler, medya ve daha önce borsa yatırımı yapmış ya da yapmamış legal ya da illegal birçok kişinin ve tarafın ilgisini çekerek dünya genelinde hem olumlu hem de olumsuz yönde popülerlik kazanmıştır. Bu durum, Bitcoin fiyatlarında yaşanan yükselişler, sağladığı yüksek getiri oranları, anonimlik gerektiren illegal faaliyetler, eşler arası ağın yenilikçi kullanımı, herhangi bir otoriteden bağımsız dağıtık ağ tasarımı, düşük işlem maliyetleri gibi Bitcoinin sunduğu özellikler yanında dünya genelinde finansal ve ekonomik belirsizliğin arttığı bir dönemde ortaya çıkması gibi faktörlere dayandırılmıştır.

Bitcoinin 2008 yılında ortaya çıkması ile yaygınlaşan kripto para birimleri son 14 yıl içerisinde piyasaya dahil olan yeni tür varlıklarla her geçen gün artan bir rekabet yaşamaktadır. Blockchain teknolojisinde yaşanan gelişmelerle birlikte ortaya çıkan bu meşru rakipler, kripto varlıklar olarak adlandırılan yeni bir varlık sınıfının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Özellikle 2015 yılında Ethereumun akıllı sözleşmelere işlerlik kazandırması ile 2017 yılından itibaren kripto varlık piyasası, her geçen gün daha da büyümeye başlamış ve kripto borsalar, dijital cüzdan hizmetleri, birbirinden farklı görevleri bulunan kullanıcı tipleri gibi özellikleri ile kendi içinde bir ekosistem oluşturmuştur. Kripto varlık sayısı Şubat 2022'de 10.397'ye ulaşmıştır. Ayrıca kripto varlıkların toplam piyasa değeri 2022 Eylül ayı itibari ile yaklaşık olarak 990 milyar dolar iken Bitcoinin piyasa değeri yaklaşık olarak 390 milyar dolardır.

Kripto para piyasasında yaşanan bu gelişmeler, Bitcoinin para birimi, yatırım aracı ve emtia olarak finansal yapısını anlamaya yönelik akademik çalışmalarda artışa neden olmuştur. Bitcoinin para birimi olarak kabul edilebilmesi için yerine getirmesi gereken, değişim aracı olma, hesap birimi olma ve tasarruf aracı olma fonksiyonlarının önündeki en büyük engel fiyatlarında görülen yüksek volatilitedir. Buna rağmen Bitcoin her geçen gün daha fazla sayıda

işletme tarafından ödeme aracı olarak kabul edilmektedir. Ancak yine de henüz para birimi olarak yaygın kullanıma ulaşamamıştır.

Günümüzde Bitcoin ve diğer kripto varlıklar yatırım aracı olarak daha fazla ilgi ve talep görmektedir. Özellikle 2017 yılında Bitcoin vadeli işlem sözleşmelerinin piyasaya sürülmesi, büyük finansal kurumların kripto varlıkları destekleyen altyapı çalışmaları, fon yöneticilerinin kripto varlıkları yatırım yapılabilir varlıklar olarak görmeye başlaması gibi birçok gelişme, kripto varlıklara yatırım varlığı olarak meşruiyet kazandırırken kurumsal yatırımcıların da güvenini arttırmıştır. Bu gelişmeler doğrultusunda artan sayıda uluslararası yatırımcının kripto varlık piyasasına dahil olması, bir yandan kripto varlıkların finansallaşma sürecini hızlandırırken diğer yandan kripto varlıkların volatil yapısının geleneksel finansal piyasalar üzerindeki olası etkileri ile ilgili endişeleri arttırmıştır.

Kripto varlıkların özellikle son beş yıl içerisinde önemli bir yatırım varlığı haline gelmesi kripto varlık piyasası ile geleneksel finansal piyasalar ve finansal kurumlar arasındaki bağlantıların her geçen gün artmasına neden olmaktadır. Finansal piyasalarda işlem yapan geleneksel yatırımcılar kripto varlık piyasasında da aktif oldukları sürece, finansal kurumların kendilerini kripto piyasalarından tamamen soyutlaması mümkün değildir. Her ne kadar iki piyasa arasındaki bağlantıların günümüzde sınırlı olduğu düşünülse de kripto varlık piyasasının sahip olduğu risklerden kaynaklanan kırılganlıklarının, belirli aktarım kanalları ile finansal sisteme aktarılma olasılığı bulunmaktadır. Özellikle kripto varlıkların sahip olduğu risklerin küresel etkileri göz önüne alındığında kripto varlık piyasalarının büyümesinin ve küresel ekonomiye entegrasyonunun yakından izlenmesi gerekliliği politika yapıcılar tarafından yayınlanan birçok raporda yer almıştır.

Kripto varlıklar Türkiye’de de en çok yatırım yapılan varlıklar arasındadır. Özellikle son yıllarda Türk Lirasında yaşanan değer düşüklüğü ve yüksek enflasyon nedeni ile kripto varlıklara yatırım yapan kişi sayısında önemli artışlar olmuştur. Günümüzde Türkiye, kripto varlıklarla en çok işlem yapılan ülkelerden birisi konumundadır ve Türk Lirası Bitcoinle en çok işlem gören ulusal para birimleri arasında altıncı sıradadır. Ayrıca Türkiye, büyük kripto borsalarının web sitelerini en çok ziyaret eden beş ülke arasında yer almaktadır. Ocak 2023 itibari ile Türk kripto borsalarında işlem hacmi ise yaklaşık olarak günlük 10 milyar TL’ye ulaşmıştır. Kripto varlıkların finansal sıkıntı dönemlerinde riskten korunma ve güvenli liman özelliği gösterdiği yapılan birçok ampirik çalışma ile kanıtlanmıştır. Ayrıca geçmişte Avrupa Borç Krizi, Güney Kıbrıs bankacılık krizi gibi bölgesel krizlerde yatırımcıların Bitcoinini sistematik riskten korunma aracı olarak kullandığı da ampirik olarak kanıtlanmıştır. Bu

doğrultuda Türkiye’deki mevcut finansal sıkıntılarının devam etmesi durumunda kripto varlıklara yapılan yatırımların daha da artacağı söylenebilir. Öte yandan, kripto varlıklar ile geleneksel finansal piyasalar arasındaki bağlantının artması, kripto varlık piyasasındaki kırılganlıkların da diğer finansal varlıklara ve piyasalara aktarılması riskini ortaya çıkartmaktadır. Ülkemiz piyasaları açısından değerlendirildiğinde, Bitcoinin Türkiye finansal piyasalarında işlem gören diğer varlıklarla entegrasyonuna ve aralarındaki volatilité yayılımına ilişkin herhangi bir bulgunun, finansal istikrarın korunmasına yönelik ulusal politikaların geliştirilebilmesi yanında risk yönetimi ile ilgili yatırımcı kararlarında da önemli etkilere sahip olması muhtemeldir.

Bu doğrultuda, bu çalışmada Bitcoinin Türkiye finansal piyasalarına volatilité yayılım etkisinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde kısaca paranın tarihine değinildikten sonra kripto para birimleri ortaya çıkana kadar yaşanan gelişmelerden bahsedilmiştir. Ardından Bitcoinin üzerine inşa edildiğı ve Bitcoin’e işlerlik kazandıran blockchain teknolojisi incelenmiştir. İkinci bölümde, günümüzde ayrı bir varlık sınıfı olarak değerlendirilen kripto varlık piyasalarına değinilerek Bitcoinin ortaya çıktığı dönemin koşulları üzerinde durulmuştur. Ardından Bitcoinin finansal yapısını anlamaya yönelik literatürde sıkça üzerinde durulan tartışmalar özetlendikten sonra Türkiye’de kripto varlık piyasasının gelişimi açıklanmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde finansal entegrasyon konusu, volatilité ve volatilité yayılımı konularına değinilmiştir. Ardından kripto varlık piyasasında volatilité yayılımı konusu incelenerek bu alanda yapılmış çalışmalar özetlenmiştir. Dördüncü bölümde ise, Bitcoin, BİST100, Dolar, Euro ve altın arasındaki volatilité yayılım ilişkisi ampirik olarak analiz edildikten sonra sonuç kısmında bulgular yorumlanmıştır.

1. BÖLÜM

PARANIN TARİHİ VE KRİPTOPARARIN ORTAYA ÇIKIŞI

Bu bölümde para kavramı ve paranın tarihi gelişimine değinilerek, kripto paraların ortaya çıkışı açıklanmış ardından kripto paraların üzerine inşa edildiği blockchain teknolojisine değinilmiştir.

1.1 Para Kavramı

Para, mal ve hizmet karşılığı yapılan ödemelerde veya borçların geri ödenmesinde kullanılan genel kabul görmüş herhangi bir varlıktır. Diğer bir deyişle para, ticari faaliyetlerin gerçekleştirilmesini sağlayan mübadele aracıdır. M.Ö 3000’li yıllarda antik Mezopotamya’da toplumun temelini oluşturmuş olan para kavramı, günümüzde değerli metallerle ya da başka herhangi bir varlıkla fiziksel bir ilişkinin ötesinde, soyut bir kavram haline gelmiştir (Ingham, 2004; Orrell & Chlupaty, 2016). Herhangi bir şeyin para olarak kabul edilebilmesi, kullanıldığı toplulukta ortak bir kabul ve güven oluşturabilmesine bağlıdır (Swartz, 2018). Bu gerekliliği sağlayan çok sayıda farklı nesne tarih boyunca para olarak kullanılmıştır.

İktisadi açıdan herhangi bir nesnenin para olarak kabul edilebilmesi için değişim aracı olma, tasarruf aracı olma ve hesap birimi olma şeklinde üç temel fonksiyonu yerine getirmesi gerekmektedir. Değişim aracı özelliği, işbölümünün ve ürün mübadelesinin etkin işleyişini sağlamakta, mal ve hizmet değişiminde harcanan zamanı minimize ederek ekonomik etkinliği arttırmaktadır. Değer depolama fonksiyonu, zaman içindeki alım gücünün muhafaza edilmesidir. Bu özellik finansal kararların ertelenebilmesini, revize edilebilmesini, yeniden etkinleştirilebilmesini ve satın alma gücünün muhafaza edilebilmesini sağlamaktadır (Ingham, 2004; Mishkin, 2011). Paranın hesap birimi olması, ekonomik değerleri ölçmek için kullanılmasıdır. Bu üçüncü fonksiyon, ekonomideki fiili ve potansiyel maliyetlerin ve faydaların, karların ve zararların, borçların ve fiyatların hesaplanmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte Parasız (2009), günümüzde para ekonomisinin boyutlarının değişmesiyle geleneksel fonksiyonlara; (1) ekonomik faaliyetleri teşvik etme ya da köstekleme aracı (2) geliri yeniden dağıtma aracı (3) nüfuz aracı olarak kullanılma şeklindeki üç yeni fonksiyonun eklendiğini belirtmiştir. İlk fonksiyon paranın ekonomideki işlemleri kolaylaştırma, üretimi teşvik etme ve yatırımları finanse etme özelliğidir. İkinci fonksiyon, paranın gelir yaratma etkisiyle ilgilidir. Bankalar kredi politikaları aracılığıyla bir yandan işletmelerin iş hacimlerini dolayısıyla karlarını arttırma olanağı sağlarken diğer yandan bazı sektörlerle kredi verilmesinin

reddedilmesi ile söz konusu sektörlerin gelişimi engellenmektedir. Diğer bir deyişle bankalar kredi politikaları aracılığıyla bir yandan doğrudan kredi hacmine diğer yandan dolaylı olarak işletmelerin kar hacmine müdahale etmektedir. Üçüncü fonksiyon ise parasal dengesizlik dönemlerinde paranın nüfuz aracı olarak kullanılmasıdır. Günümüzde ekonomistler bazı ekonomik birimlerin arzularını paradan aldıkları güçle diğer birimlere benimsetmeye çalışmaktadır. Örneğin bankalar kredi ile bazı ekonomik faaliyetleri destekleme ya da desteklememe tutumları ile ekonomiye yön verebilirler. Bu yeni işlevler paranın ikili doğasını açığa çıkartmaktadır. Diğer bir deyişle, para bir yandan ekonomik sistem, bireyler ve sosyal sistem için fayda yaratırken diğer yandan sağladığı gücün belirli çıkarlar doğrultusunda kullanılabilmesi de mümkündür. Mann (1986), paranın bu ikili özelliğini, hem “altyapı gücü” hem de “despotik güç” olarak açıklamıştır (Ingham, 2004).

1.2 Paranın Tarihi

Paranın icadından önce insanlar arasında ticaret, değerli malların takası vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Takas sistemi mal ve hizmet sayısının az olduğu küçük ekonomilerde uygulanabilir olmasına rağmen, ekonomiler daha karmaşık hale geldikçe problemler doğmaya başlamış ve takas sistemi ticaretin gelişmesinin önünde bir engel olarak görülmüştür. Bu şekilde süreç, tüm mal ve hizmetleri fiyatlandırarak bir nesne arayışı ve istenilen herhangi bir şeklin verilebilmesi konusunda esnek olmaları nedeniyle, altın ve gümüş gibi metallerin para olarak kullanılmasıyla sonuçlanmıştır (Orrell & Chlupaty, 2016).

1.2.1 İlk Paralar

Tarihte ilkel topluluklar çok farklı nesneleri değişim aracı olarak kullanmıştır. Hatta günümüzde de bölgesel para sistemlerine rastlanmaktadır. Avrupalı gezginler Afrika, Amerika, Asya gibi bölgelerde ilkel topluluklarla karşılaştıklarında tuz, ağır taşlar, kereste parçaları, tüyler, boncuklar, deniz kabukları ve hatta insan kafatasları gibi birçok nesnenin para yerine kullanıldığını görmüşlerdir (Eagleton & Williams, 2011). Bunlar arasında en bilinenlerden birisi, tuzdur. 16. yy ve 18. yy.da, Etiyopya’da (Habeşistan) 13. yy.da Çin’de, 14. yy Sahra Afrika’sında para olarak tuz kullanıldığına dair kanıtlara ulaşılmıştır. Diğer yandan 15. yy sonlarında Afrika ile doğrudan ilişki kurmuş olan Portekizli denizciler Batı Afrika’da kumaş, kereste ve deniz kabuğu parçalarının para olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. Yine Çinli kaynaklarda M.Ö. 2000’li yıllarda değeri dekoratif özelliklerinden gelen *Kauri* adı verilen deniz kabuklarının kullanıldığı belirtilmiştir. Kuzey Amerika’nın pek çok kısmında Kızılderililer,

elde edilmesi oldukça zor olan ve bu nedenle arzı kolaylıkla arttırılamayan *Wampum* adı verilen istiridye kabuğundan yapılma boncukları para olarak kullanmıştır. Avrupalı tüccarlar Kuzey Amerika'ya ulaştıklarında ticareti *Wampum* vasıtasıyla yapmışlardır. Ayrıca 1637 yılından 1661 yılına kadar *Wampum* Avrupalılar tarafından da yasal ödeme aracı olarak kabul edilmiştir (Conaghan & Smith, 2014; Eagleton & Williams, 2011; Kelly, 2015).

Para yerine kullanılan bir diğer nesne ise Pasifik Okyanusu'nda Mikronezya Federal Devletleri'nin bir parçası olan Yap Adası'nda 1800'lere kadar kullanılan Rai taşlarıdır. Komşu adalardan hindistancevizi ve boncuk takası karşılığında getirilen taşların değerini, taşıma mesafesi, taşların büyüklüğü ve ağırlığı, adaya getirilirken yaşanan zorluklar belirlemekteydi. Rai taşları adaya getirildiğinde, taşmanın oluşturacağı hasar riski ve taşıma maliyeti nedeniyle herkesin görebileceği yerlere konurdu. Taşın mülkiyeti değiştiğinde ise sadece herkese duyurulması sağlanırdı. Rai taşlarının hareket ettirilmeden adanın herhangi bir yerinde ödeme amaçlı kullanılabilmesi konumlar arası satılabilirliği; değişik boyutlardaki farklı taşlar ve bir taşın parçalarıyla ödeme imkanı ölçekler arası satılabilirliği; yeni taşların elde edilme zorluğu ve yüksek maliyetler ise zamanlar arası satılabilirliği sağlamıştır. Yeni Rai taşlarının Yap adasına getirilmesindeki yüksek maliyetler, mevcut taş arzının belirli bir zamanda üretilebilecek herhangi bir yeni arzdan daha yüksek olmasını sağlamış ve sistemin ödeme biçimi olarak kabul görmesine neden olmuştur. Zaman içinde modern araçların bölgeye ulaşarak taşların üretim maliyetini düşürüp arzını yükseltmesi taşları devalüe etmiş ve Rai taşları değişim aracı olma özelliklerini kaybetmiştir (Ammous, 2018).

Farklı dönemler ve farklı bölgelerde değişim aracı olarak kullanılan ve birkaçına değinilen nesneler, kullanıldıkları dönemde arzlarının kolaylıkla arttırılamaması veya miktar olarak az olmaları nedeniyle talep edilmişlerdir. Ancak teknolojinin ilerlemesi ile üretim maliyeti düşen ve üretim miktarı artan bu nesneler sahip oldukları değeri yitirerek değişim aracı olma özelliklerini de kaybetmişlerdir. Bununla birlikte farklı nesnelerin değişim aracı olarak kullanılması hiçbir zaman ortadan kalkmamıştır. Modern toplumlarda dahi, ticari ve ekonomik hayatın kesintiye uğraması ile farklı şekillerde ortaya çıkmaktadır. Buna örnek olarak İkinci Dünya Savaşı sırasında Avrupa'da sigara, çikolata ve hatta sakız gibi nesnelerin değişim aracı olarak kullanılması gösterilebilir. Savaş sırasında esirler kağıt paraları olmaması nedeniyle, Kızıl Haç'ın bağışladığı sigaraları para olarak kullanmış ve kendi mikro ekonomilerini yaratmışlardır. Bu tür nesneler paranın tüm işlevlerini yerine getirmeseler de değişim aracı olarak oldukça talep görmüşlerdir (Conaghan & Smith, 2014; Weatherford, 1997).

1.2.2 *Mal Para Dönemi*

Mal para sistemi, para olarak kullanılan nesnenin, bir “mal” olarak da kullanım değerinin olması durumunda geçerlidir. Tarih boyunca kullanılan “mal paralardan” en bilinenleri altın, gümüş, bronz gibi değerli metaller olsa da tuz, tuğla, sigara, arpa, buğday vb. gibi birçok üründe para olarak kullanılmıştır. Ancak gerçek “mal para sistemi” olarak altın standardı kabul edilmektedir (Parasız, 2009).

Tarihin farklı dönemlerinde ve dünyanın farklı coğrafyalarında para her zaman siyasi güçle de ilgili olmuştur. Özellikle değerli metallerin keşfinden ve para olarak kullanılmaya başlamasından sonra, söz konusu metalleri elinde bulunduran uygarlıklar diğer toplumlar üzerinde egemenlik kurmuşlardır. Paranın toplumları dönüştürmedeki güçlü yeteneği sayesinde söz konusu uygarlıklar, kendi dönemlerinde askeri, siyasi, kültürel ve sosyal anlamda dünyaya yön vermiştir. Tarihsel süreç içerisinde farklı uygarlıklar farklı zamanlarda ve farklı bölgelerde parasal sistemlerin gelişiminde önemli rol oynamışlardır.

1.2.2.1 *Mısır ve Mezopotamya*

Tarihi olarak kayda geçen ilk para sisteminin M.Ö 3000’li yıllarda Mezopotamya’da ilk kurulan şehir uygarlığı olan Sümer medeniyeti tarafından kullanıldığı kabul edilmektedir. Mezopotamya’da ticarete kullanılan takas sistemi zamanla yerini “mal para” ya bırakmıştır. Ticarete, değerini yapıldığı metalden alan ve belirli bir miktar arpayı temsil eden *Şekel*, hem para hem de ağırlık birimi olarak kullanılmıştır. Benzer şekilde Antik Mısır’da da, standart ağırlıklı tahıl ve belirli bir ağırlık ölçüsünde bakır veya gümüşe karşılık gelen *Deben* çuvaları takas sistemi olarak kullanılmıştır. Ancak buradaki önemli nokta, hem Mezopotamya da hem de Mısır’da, mübadelede sikkeler kullanılmamakta bunun yerine tartılmış külçeler bulunmakta ve ödeme yapılacağı zaman külçelerin ağırlıkları her seferinde teraziler vasıtasıyla saptanmaktadır. Genellikle “merkeziyetçi yeniden dağıtım” olarak adlandırılan sistem, üretilmiş mallar ile tarımsal ürünlerin krallar ve tapınaklar tarafından halktan toplanıp statü ve mesleğe göre yeniden dağıtılmasına dayanmaktaydı.

M.Ö 500’lü yıllara gelindiğinde, Lidya Kralı olarak tahta geçen Krezüs altın ve gümüş alaşımı elektrondan ilk sikkeleri yaptırmıştır. Standart boyut ve ağırlıktaki bu sikkeler ile ticarete en çok zaman alan altının tartılması işlemi ortadan kaldırılmış, değerlerini tanımlayan amblemleri ile herkese ticari girişim olanağı sağlanmıştır. Ayrıca sağlanan standardizasyon ile ticari hilelerin önüne geçilerek daha hızlı ve dürüst ticaretin önü açılmıştır. O dönemde Lidya

halkı büyük refaha fetihlerle değil, ticaret vasıtasıyla kavuşmuştur. Altın ve gümüş gibi değerli metaller, kısa dönemde çürüyüp bozulmamaları, tahıl gibi arzlarının yıllık dalgalanmalara maruz kalmaması gibi nedenlerle uzak mesafe ticaretinin gelişmesinde de önemli rol oynamışlardır. Değeri kendilerinden gelen bu metallerin arzlarının kısıtlılığı ve kolaylıkla arttırılamaması değerlerini oluşturan temel etkenlerden birisi olmuştur. 6. yy'a gelindiğinde elektron sikkelerin yerini gümüş ve bazı bölgelerde de altın sikkeler almıştır. Gümüş sikkeler elektrona göre çok daha geniş bir coğrafyada darb edilmiş, daha büyük ölçeklerde üretilmiştir. Sikkelerin çoğunluğu Yunan kentleri tarafından çıkarılmış ve askeri harcamalarda kullanılmıştır. Altın ve gümüş kaynaklarının mülkiyetine sahip bölgelerin siyasi güce erişme ayrıcalığı, sikkelerin Yunan siyasi yaşamında devletin ve hukukun giderek artan rolüyle bağlantılı hale gelmesini sağlamıştır. Ayrıca Atina bankaları da (daha çok günümüzün döviz büroları gibi), Atina'ya gelen tüccarlara para değiş tokuşu ve kiralık kasa hizmetleri vererek sikke kullanımının daha da gelişmesini sağlamışlardır (Conaghan & Smith, 2014; Eagleton & Williams, 2011; Weatherford, 1997).

1.2.2.2 Roma Krallığı

Roma Krallığı, Akdeniz dünyasında önemli bir güç olarak belirmeye başladıktan sonra Yunan sikke düşüncesini benimsemiş ve Yunan modeline dayalı, yalnızca gümüş *Denarius* ve bronz *As*'dan oluşan sikke sistemi getirilmiştir. Roma Krallığı, ele geçirdiği yerlerde yürürlükteki parasal sistemin ve sikkelerin sürdürülmesine ve Roma sikkeleri ile birlikte var olmasına izin vererek, fetih edilen yerlerden büyük miktarlarda değerli metalin Roma kentine çekilmesine neden olmuştur.

Roma İmparatorluğu para sisteminin başlangıcı olarak kabul edilen Augustus (Milattan önce 27) döneminde, temel para birimi gümüş *Denarius* olmak üzere altın ve bakır sikkelerin de dolaşımda olduğu bir para sistemi kullanılmıştır. Bu dönemin sikke darbını önceki dönemlerden ayıran özellik ise basılan sikke ölçeğidir. Ayrıca fethedilen topraklardan alınan ganimetler ve vergiler vasıtasıyla imparatorluğun serveti artarken orduya, sivil hizmetlere, inşaat projelerine vb. harcanan tutarlarla da masraflar yükselmiş ve yeni finansman kaynağı arayışını tetiklemiştir. Milattan sonra (M.S.) 54-68 yılları arasında başa geçen Nero, para biriminin değerini devalüe ederek çalışanların ücretlerini düşürmeyi ve böylece devletin yükünü hafifleterek kaynak sağlamayı amaçlamıştır. Bu önlem geçici bir rahatlamanın ardından fiyat kontrollerini, zamları ve sikkelerin süregelen değer düşüşünü ortaya çıkarmıştır. Sikkelerin değerinin düşürülmesi yaklaşık 200 yıl devam eden bir sürece yayılmıştır. Büyük

Konstantin (M.S 306-337) birçok iç savaşın ardından Roma İmparatorluğunun başına geçmiş ve altın sikke olan *Solidus*'u piyasaya sürmüştür. Batı Roma İmparatorluğu ekonomik sorunlar, yoğunlaşan enflasyon politikaları ve fiyat ayarlamaları ile enflasyonu gizleme teşebbüslerinden de sonuç alamamış ve imparatorluk M.S. 476 yılında sona ermiştir (Ammous, 2018; Eagleton & Williams, 2011; Sussman, 1999).

1.2.2.3 Bizans İmparatorluğu

Doğu Roma İmparatorluğu olarak da bilinen Bizans İmparatorluğu M.S. 395 yılında kurulmuş 1453 yılında Fatih Sultan Mehmet tarafından fethedilene dek varlığını sürdürmüştür. Bizans para sistemindeki ikinci büyük reform Anastasius (491-518) tarafından yapılmıştır. Anastasius, vergi sistemini yenilemiş, altın *Solidus*'un yanında gümüş ve bronz paraları da para sistemine eklemiştir. Daha sonra bu sistem, 11. yy. Michael IV (1034-41) döneminde para sistemi bozulana kadar devam etmiştir. Bu dönemden başlayarak para biriminin değerinin düşürülmeye başlaması özellikle altın sikkelerde *Bizans Solidus*'una olan uluslararası güvenin sarsılmasına neden olmuştur. Bizans imparatorluğunun yaşadığı para sistemindeki bozulmaya mali, askeri, kültürel düşüşünde eşlik etmesi ile imparatorluk 1453 yılında son bulmuştur (Ammous, 2018; Sussman, 1999; Tek & Gökalp, 2007).

1.2.2.4 İslam Ülkeleri ve Osmanlı İmparatorluğu

İslamiyet'ten önce 7. yy. başlarında, Sasani İmparatorluğu'nun İran ve Irak'a, Bizans İmparatorluğu'nun ise Akdeniz ülkelerine hükmetmesi nedeniyle Araplar, Doğu'da *Drahmi* (metali gümüş), Batı'da ise *Solidus* (metali altın) olmak üzere iki parasal sistemi temel almışlardır. İslamiyet'ten sonra fethedilen topraklarda Müslümanlardan daha fazla olan Hristiyan halkın alışkanlıkları da gözetilerek İslam Halifeliği sikkelerine aşamalı olarak geçilmiş, haç gibi Hristiyan sembolleri çıkartılmıştır. Ancak *Bizans Solidus*'un sahip olduğu altın ağırlığı korunmuştur. Emeviler zamanında altının temel kaynağı Bizans sikkeleri ve el konulan hazinelerken Müslümanlar için altının temel kaynağı Afrika olmuştur. Bunun yanında gümüş ve bakır da para biriminde kullanılan metallerdir. Sikkelerin temel fonksiyonu değişim aracı olmakla birlikte, güç ve iktidarı temsil etmeleri yanında İslam devletlerinde dinsel belge niteliği de taşımışlardır (Eagleton & Williams, 2011; Sivrioğlu, 2014).

1071 Malazgirt Savaşı'ndan sonra Selçukluların Anadolu'ya girmeleri ile kurulan beylikler Bizans etkisinde sikke bastırmışlardır. Bu beyliklerden birisi olan ve daha sonra Osmanlı İmparatorluğu'nu kuran Osmanlı beyliği ilk parayı, gümüş sikke olarak Orhan

Bey zamanında bastırmıştır. Bu tarihten sonra uygulanmaya başlayan tek gümüş sistemine I. Murat zamanında bozuk para ihtiyacını karşılamak amacıyla bakır paralar dahil edilmiştir. Fatih Sultan Mehmet'in Doğu Akdeniz Havzası'nda kara ve deniz ticaretini geliştirmek amacıyla altın para bastırmasına kadar, gümüş sistemi istikrarlı bir para sistemi olarak sürdürülmüştür. 16. yy.dan itibaren ise, tüccar ve bürokratların altın sikke, halk kitlelerinin gümüş sikke kullandığı ve yine bozuk para ihtiyacını karşılamak için bakır mangırların olduğu üçlü para sistemi kullanılmıştır. Osmanlı İmparatorluğu 17. yy.ın sonlarından 19. yy.ın ortalarına kadar para sistemindeki nisbi rahatlamadan dolayı, dünya genelinde kendini hissettiren fiyat artışları, nüfus artışı, süregelen savaşlar vb. nedenlerle para biriminde devalüasyona gitmiştir. 1839 yılında ilan edilen Tanzimat Fermanı ile ortaya çıkan batılılaşma hareketi devletin para, bankacılık ve faiz konularında daha serbest davranmasını sağlamıştır. Osmanlı İmparatorluğu'nun *Kaime* adıyla ilk kağıt parası 1840 yılında basılmış ancak ortaya çıkan güvensizlik ve kalpazanlık nedeniyle madeni paraya geri dönülmüştür. İkinci *Kaime* basımı 1877-1878 Osmanlı-Rus Savaşı'nın da finansmanı için 1876 yılında, son *Kaime* basımı Birinci Dünya Savaşı döneminde uygulanmıştır (Erdem, 2006; Tek & Gökalp, 2007).

1.2.2.5 Orta Çağ Avrupası ve Rönesans

Batı Roma İmparatorluğu'nun yıkılmasından sonra Rönesans'a kadar geçen süre boyunca Orta Çağ Avrupası'na hakim olan yapı feodalizm, klasik Akdeniz kültüründen ayrılarak şehir yerine kırsal kesim malikanelerine, para yerine aynı ödemelere odaklanmıştır (Kemmerer, 1944; Weatherford, 1997). Orta Çağ'da basılan paralar geçici bir dönem altın dışında gümüş ve bakırla sınırlı kalmış, altın derebeylerin elinde toplanırken köylüler bakır ve bronz sikkelere ulaşabilmiştir (Ammous, 2018). 12. ve 13. yy.da kasaba ve kentlerin büyümesi, yerel ve uluslararası ticaretin genişlemesi ve keşfedilen yeni madenlerle artan gümüş arzı, Avrupa'nın çoğu yerinde sikke basımını arttırmış, gümüş sikkenin itibarı yükselmiş ve para basma işi daha merkezi bir yapıya bürünmüştür. 1202 yılında Venedik ve Floransa *Grosso*'su piyasaya sürülmüştür. Bunun yanında 13. yy.da İtalya ticari kentlerinin Kuzey Afrika altın ticaretini ele geçirmesiyle altın sikke canlanmıştır. Öte yandan İngiltere'nin para sistemi 18. yy.'ın başlarına kadar gümüş olarak devam etmiştir.

1251-1252 yıllarında, Cenova ve Floransa'da *Genovino* ve *Florin* adlarıyla altın sikkeler piyasaya sürülmüş ve *Florin* 14. yy.da uluslararası ticarete önemli rol oynamıştır. Ayrıca bu dönemde Avrupa ekonomik tarihi, İtalya'da kilise ve devletin kontrolü dışında ancak her ikisi ile de bağlantılı, bankacılık sisteminin gelişimini sağlayan yeni kurumlara tanıklık etmiştir.

Paranın belirli bir faiz oranı üzerinden borç verilmesi o dönem de yeni olmamasına rağmen bankalar altın ve gümüşten çok altın ve gümüşü temsil eden kağıtlarla ilgilenmişler ve İtalyanlar kambiyo senetlerinin daha karlı bir şekilde kullanılmasını sağlamışlardır. Ayrıca *Florin*'in uluslararası ticaretteki büyük rolü İtalyan bankalarının tüm Avrupa'ya yayılmasını sağlamış ve 18. yy.a kadar Avrupa'da birçok şehir ve devlet *Florin* ile aynı özelliklerde kendi parasını bastırmıştır. Bunun yanında o dönemde altın uzun vadeli değer saklama aracı olarak kullanılırken gümüş iki yüzyıl boyunca altına baskın gelmiştir (Ammous, 2018; Eagleton & Williams, 2011; Weatherford, 1997).

17. yy sonlarında gümüş sisteminin, altının baskın olduğu bir parasal sisteme dönüşmesi ile İngiltere 1717 yılında altın standardını benimseyen ilk ülke olmuş ve 1914 yılına kadar altın standardını kullanmayı sürdürmüştür. İngiltere'nin ardından birçok ülke altın standardını benimsemeye başlamış ve altının pazarlanabilirliği artmıştır (Ammous, 2018; Kemmerer, 1944).

1.2.3 Kağıt Para Dönemi

Tarihte ilk kağıt paranın, M.S 9. yy.da bronz konusunda sıkıntı yaşayan Çin'de ki Song Hanedanlığı tarafından basıldığı kabul edilmektedir. Başlangıçta para basımı, imparatorun yetki verdiği tüccarlar tarafından yerine getirilmişse de yaşanan başarısızlıklar ve güven kaybı nedeniyle bu görevi daha sonra hükümet üstlenmiştir. Çin Hanedanlığı, varlıkları korumanın ve üretimdeki eylemleri düzenlemenin bir aracı olarak gördüğü parayı hükümet mekanizmasının bir parçası kabul ederek, modern dönemde merkez bankalarının para arzı yönetimine benzer bir yaklaşımı benimsemiştir (Eagleton & Williams, 2011; Vigna & Casey, 2017).

Avrupa'da ilk kağıt para/banknot basma girişimi 1661 yılında İsveç Stockholm Banco tarafından yapılmıştır. Kraliyet tarafından desteklenen, denetlenen ve ortak olunan özel girişimler tarafından çıkarılan banknotlar, hafif olmaları ve kolay taşınmaları sayesinde altın ve gümüşün yerini almışlardır. Başlangıçta başarılı olan bu girişim, karşılığının ödenmesi mümkün olmayan tutarda banknot basarak borç verilmesi nedeniyle kısa sürede sona ermiştir. Benzer bir girişim yaklaşık 50 yıl sonra Fransa'da John Law adında bir girişimcinin kredi ve bankacılık sistemleri geliştirmesi ile olmuş ancak bu girişimde çok kısa sürede başarısızlığa uğramıştır. Ancak bu başarısız girişimler 18. yy.da kurulan ve bazıları günümüze kadar varlığını sürdüren finansal kurumların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bunun yanında 1690

yılında ABD’de, Massachusetts Körfezi Sömürgesi, Kanada’ya yapılan askeri hareketin finansmanı için ilk kağıt tahvili çıkartmıştır (Eagleton & Williams, 2011; Vigna & Casey, 2017; Weatherford, 1997).

Kağıt para basma girişimlerinin çoğu siyasi ve ekonomik kargaşa koşulları altında sikke sıkıntısı nedeniyle ve genellikle savaşları finanse etmek amacıyla yapılmıştır. Günümüzde İngiltere Merkez Bankası olan ve 1694 yılında kurulan Bank of England’da Fransa ile savaşın olduğu bir dönemde kralın emri ile kurulmuştur. II. Dünya Savaşı’ndan sonra kamulaştırılan bu banka kurulduğu dönemde kraliyete borç vererek, bu borç karşılığında banknot basmış ve ardından basılan bu banknotları yeniden borç olarak dağıtmıştır. 1695 yılında kurulan Bank of Scotland’da kısa bir süre sonra kendi parasını basmış ancak hükümete borç vermesi yasaklanmıştır.

18. yy’da, Avrupa’da tüccarlar, toprak sahipleri ve hükümetler, kağıt para basmanın rahatlığı, güvenliği ve ticareti arttıran etkisini gözlemleyerek değerli metalle veya toprakla desteklenen kendi kağıt paralarını basan bankalar açmıştır. Kağıt para ihraç etmek yeni bir maden keşfinden ya da vergilerin yükseltilmesinden daha kolay olduğu için bazı hükümetler ve bankalar dolaşımdaki banknotların tamamı geri ödenemeyecek olsa da, hazinelerindeki altın ve gümüşü aşan oranlarda banknot ihracına girişmişlerdir. Ayrıca ihtiyaç duyduklarında para ihracını daha da arttırmaları, para birimlerinin devalüasyonuna ya da para biriminin değersiz hale gelmesine neden olmuştur (Eagleton & Williams, 2011).

Bank of England’ın kuruluşu bir nevi modern bankacılığı başlatmıştır. Sermayenin tarımsal alandan sanayileşmiş alanlara transferini sağlayan bu gelişme Sanayi Devrimi’nin başlamasına kaynak sağlamış ve sanayi, ticaret, ulaşım gibi alanların finansmanı için kredinin yaygınlaşmasına neden olmuştur. Banka kredilerinin arkasında kraliyet ailesinin olması, bankaların garantör olarak görülmesine neden olmuştur. Yaşanan bu gelişmelerde altın standardının da parasal bir rolü bulunmaktadır. O dönemde global finansal sistemdeki farklı para birimleri aslında farklı gramajlardaki fiziksel altını temsil etmektedir. Dünya genelinde ülkelerin çoğunun altın standardını benimsemesi küresel ticaretin gelişimini ve sermaye birikimini hızlandırmıştır. Bunun yanında telgrafın ve ardından telefonun icat edilmesiyle telekomünikasyon ve ulaşımda yaşanan teknolojik gelişmeler fon transferlerinin ve ulaşımın uluslararası alana yayılmasını sağlamış ve finansal sistemin gelişimini hızlandırmıştır (Ammous, 2018; Eagleton & Williams, 2011; Vigna & Casey, 2017). Ancak bu gelişmeler ekonomide likidite artışı sağlarken sürekli genişleyen finansal ilişkiler ağı bir kurumdaki

başarısızlığın diğer kurumları da etkilemesine neden olan sistemik risk olgusunu ortaya çıkarmıştır. Diğer yandan hükümetlerin ve bankaların her zaman rezervlerindeki altın miktarından daha fazla para basması yanında birçok ülkenin altın yanında başka ülkelerin paralarını da rezerv olarak tutması, talebin çok olması halinde kağıt paraların tekrar altına çevrilmesini birçok zaman olanaksız kılmıştır. Bu durum ödemelerde kağıt para kullanımının fiziksel altın kullanımına göre daha kullanışlı olmasından kaynaklanmış ve altının merkezileşmesine (bankalar ve merkez bankalarında) neden olmuştur (Ammous, 2018; Vigna & Casey, 2017). Finansal sistemin riskleri ve parasal sistemde yaşanan sıkıntılar, para arzı konusunu gündeme getirmiş ve hükümetlerin bankacılık sektörünü devralmasıyla modern merkez bankaları gelişmiştir.

Merkez bankaları ve büyük finansal kurumların küresel finansal piyasa koşulları üzerindeki etkisi, altın rezervleri ve borç verme davranışları nedeniyle I. Dünya Savaşı'ndan önce oldukça artmıştır. O dönemde merkez bankaları kriz durumunda iki alternatif arasında tercih yapmak durumunda kalmışlardır. İlki, altın standardını da desteklemek niteliğinde olan toplam para ve kredi hacminin kontrol altında tutulduğu ve faiz oranlarının yükseldiği daraltıcı para politikası iken diğeri kredi hacminin genişlemesini ve faiz oranlarının düşmesini gerektiren piyasaya likidite sağlama alternatifidir (Mulder, 2018). Ancak I. Dünya Savaşı döneminde piyasanın likidite ihtiyacı daha fazla önem kazandığı için savaş süresince altın standardı askıya alınmıştır. Savaştan önce dünya ticaretinde İngiltere'nin sahip olduğu güç savaş sonrası dönemde ABD'ye geçmiş ve ABD dünya altın stokunun büyük bir bölümüne sahip ülke konumuna gelmiştir. Savaşta taraf olan ülkeler ise, ekonomik ve mali açıdan son derece zor bir durumda kalmışlardır. 1924 yılında savaş sonrası psikoloji yatışmaya başlarken 1925 yılında İngiltere ve 1928 yılı itibariyle birçok ülke altın standardına geri dönmüştür. Bu dönemde dünya ticaretinde önemli rol oynayan ABD mallarına olan talebin arzın çok gerisinde kalması, Amerika ve Avrupa'da fiyatların düşmesine neden olmuştur. Ardından 1929 yılında New York Menkul Kıymetler Borsası'nın çökmesi I. Dünya Savaşı sonrası istikrarsızlığa geri dönülmesine neden olmuştur. 1929 Büyük Buhran'ı kitlesel işsizliklere ve yolsuzluklara yol açmıştır. İngiltere'de 1931 yılında altın sıkıntısının körüklediği finansal kriz ve aynı yıl Avusturya'nın en büyük bankasının başarısızlıkları hem piyasalara hem de bankalara olan güveni sarsmıştır. Tüm bu yaşananlar sonrası 1931-1936 yılları arasında birçok ülke altın standardını tekrar terk etmiştir (Eagleton & Williams, 2011; Şahin & Bakırtaş, 2000; Sussman, 1999).

II. Dünya Savaşı devam ederken Temmuz 1944'de, ABD'nin New Hampshire eyaletinin Bretton Woods kasabasında 44 ülkenin katılımıyla "Birleşmiş Milletler Para ve

Finans Konferansı” düzenlenmiştir. Konferans sonucunda ABD doları altına endekslenirken sisteme dahil olan ülkelerin ulusal paraları dolara endekslenmiş ve sabit döviz kuruna dayalı bir küresel sistem yaratılmıştır. Sistem de 1 Ons altın 35 \$’a sabitlenmiştir. Ulusal paraların ise dolar karşısında %1’lik bir bantta dalgalanmasına izin verilmiştir. Ayrıca konferansta, Dünya Bankası ve Uluslararası Para Fonu’nda (IMF) kurulması kararlaştırılmıştır. Bretton Woods, 19. yy.daki altın standardı sistemini merkezi planlama vasıtasıyla kurmaya çalışmıştır(Ammous, 2018; Eagleton & Williams, 2011). Sistemin sağladığı küresel döviz istikrarı 1960’ların sonuna dek, İngiltere ve diğer Batılı ülkelerin refahına ve istihdamına önemli katkılar sağlamıştır. Ancak sistemin başarısı aynı zamanda çöküşünü de beraberinde getirmiştir. 1960’ların sonunda ABD dolarına olan aşırı talep sonucunda para birimi değer kazanmış ve ABD daha az rekabetçi bir konuma gelmiştir. Bunun yanında 1971 yılında Batı Almanya’nın sabit döviz kuru sisteminden ayrılışı ile ABD dolarının değeri iki ay içinde %7,5 oranında azalmıştır. Dolarda yaşanan bu değer düşüklüğü ülkelerin ellerindeki dolarları altına çevirmek istemelerine neden olmuş ve dolar üzerindeki devalüasyon baskısı artmıştır (Kelly, 2015). Ayrıca ABD’de yaşanan stagflasyonun da etkisiyle 1971’in Ağustos ayında ABD, dolar cinsinden altına çevrilebilirliği tek taraflı olarak askıya almıştır. Nixon Şoku olarak da adlandırılan bu olay sonrasında Bretton Woods sistemi çökmüştür.

Günümüz ekonomileri itibari paraya dayanmaktadır. İtibari para 1970’lerden beri dünya genelinde en yaygın kabul edilen ve değeri ihraç eden devletin kredibilitesi ile belirlenen para sistemidir. Tanım olarak itibari para, ihraç eden ülke tarafından resmi para birimi olarak belirlenen ve değişim aracı olarak kullanılan madeni ve kağıt paralardır (FATF, 2014). Parayı ihraç eden otoritenin, yeni banknot arzını çok hızlı arttırmayacağına dair kamuoyu inancı, insanların mal ve hizmet karşılığında itibari parayı kabul etmesini sağlamaktadır. Bu nedenle güven herhangi bir parasal sistemin en önemli unsurunu oluşturmaktadır (ECB, 2012).

1.2.4 Dijital Para Dönemi

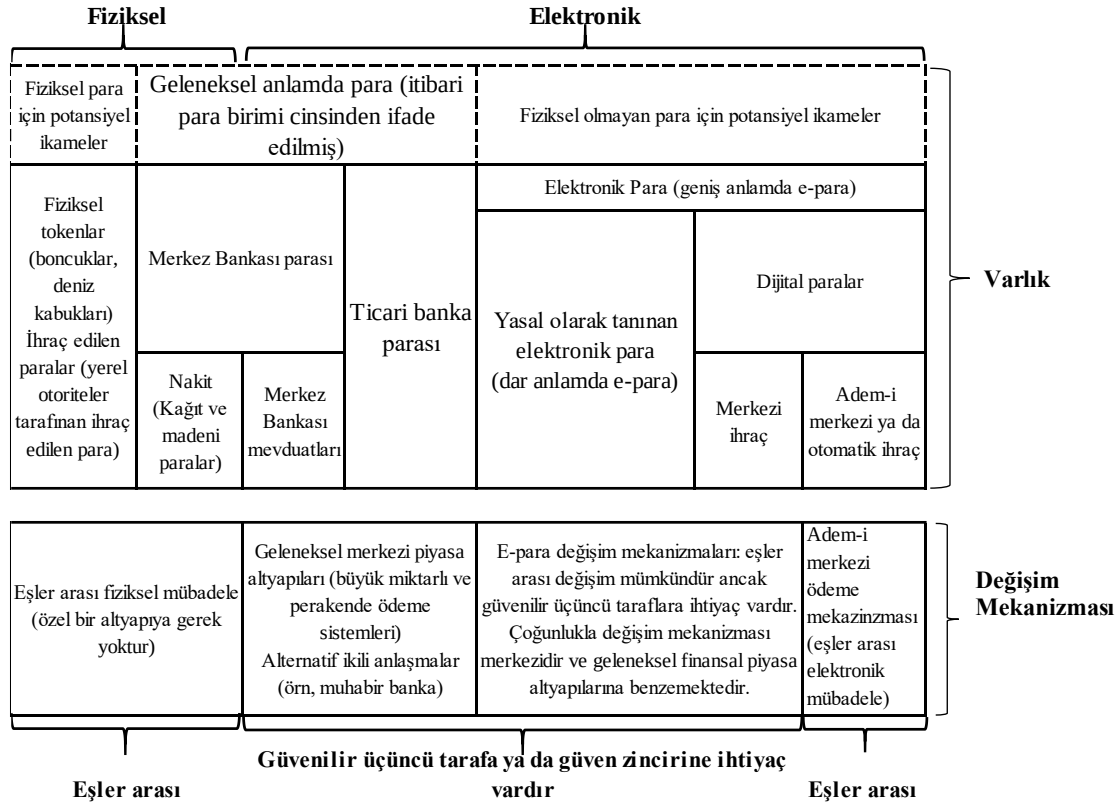
İnternet, 1962 yılında J.C.R. Licklider’in, “herkesin herhangi bir yerden hızlıca verilere ve programlara erişebileceği, küresel olarak birbirine bağlanmış bilgisayar ağı” olarak tanımladığı “Galaktik Ağ” kavramı ile ortaya çıkmıştır (Leiner et al., 1997). 1990’ların ortalarında Web uygulamaları ile herkesin ulaşabileceği şekilde dünyaya yayılan internet (Giungato et al., 2017), son 20 yılda insanların sosyal hayatını, iletişimini, bilgiye erişimini, alışveriş ve ödeme sistemlerini değiştirmiş ve değiştirmeye de devam etmektedir. Bu

doğrultuda internette yaşanan değişme ve gelişmelere uyum sağlayarak para kavramı da yepyeni bir forma bürünmüştür (ECB, 2012).

Şekil 1.1, geçmişten günümüze kadar kullanılan para türlerinin ve değişim mekanizmalarının sınıflandırılmasını göstermektedir. Şekil 1.1’den de görüleceği üzere, gelişen teknoloji ile birlikte, paranın şekli, ihraç biçimi ve takas mekanizmaları değişmiştir. Bunun yanında ulusal ve uluslararası ticaretin gelişmesi, nüfusun artması gibi nedenlerle ihtiyaç duyulan banka, takas odası vb. güvenilir üçüncü taraflar da değişime uğramış ve daha teknoloji merkezli bir yapıya doğru evrilmiştir.

Günümüzde PayPal, Google Cüzdan, Alipay, M-Pesa vb. birçoğu cep telefonu, internet, dijital depolama kartları gibi platformlar üzerine inşa edilmiş inovatif para ödeme sistemleri geliştirilmiştir (Nian & Kuo Chuen, 2015). Tüm bu gelişmelerin yanında para kavramı da teknolojik gelişmelerden, yaygınlaşan internet kullanımından etkilenmiş ve kripto para kavramı ortaya çıkmıştır.

Şekil 1.1: Para Türleri ve Değişim/Takas Mekanizmaları



Kaynak: (CPMI, 2015)

Kripto para kavramı genellikle dijital para, sanal para ya da elektronik para gibi kavramlarla tam olarak örtüşmese de eşanlamlı olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle söz konusu

kavramlarla ilgili yapılan tanımlamaların ve aralarındaki farklılıkların ifade edilmesi oldukça önemlidir.

1.2.4.1 Elektronik Para

Elektronik para (e-para), fiziksel biçimde elde tutulmayan herhangi bir para, para birimi veya varlık için kullanılan kapsamlı bir terimdir. E-para, parasal bir değerin e-para üreticisi dışındaki kuruluşlara ödeme yapmak üzere teknik bir cihaz üzerinde elektronik olarak depolanmasıdır (ECB, 2018; Pieters, 2016). Elektronik para itibari para tarafından desteklenmektedir. Diğer bir deyişle itibari para birimi cinsinden ifade edilen değerin elektronik olarak aktarılmasını sağlayan dijital temsildir. Bu nedenle elektronik para için, fiziki formda olmayan, yasal olarak düzenlenmiş dijital para birimi tanımı yapılabilir. Ancak e-paranın somut, fiziki forma değişimi yapılabilmektedir (FATF, 2014).

Uluslararası Ödemeler Bankası (BIS- Bank of International Settlement) 1996 tarihli raporunda elektronik parayı, *“tüketicinin sahipliğindeki elektronik cihazda elektronik şekilde depolanan para birimi cinsinden ölçülen iktisadi değerler”* şeklinde tanımlamıştır (BIS, 1996). 27 Haziran 2013’de Resmi Gazete’de yayımlanan 6493 sayılı Ödeme ve Menkul Kıymet Mutakabat Sistemleri, Ödeme Hizmetleri ve Elektronik Para Kuruluşları Hakkında Kanun’un 3. Maddesine göre elektronik para, *“İhraç 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 ödeme aracı olarak kabul edilen parasal değer”*, olarak tanımlanmıştır.

Elektronik para ile ilgili yapılan tanımlarda ortak olan husus, iktisadi değerin elektronik olarak depolanmasıdır. Söz konusu bu depolama işlemi, ön ödemeli kartlar, PayPal gibi digital cüzdanlar, bilgisayarlar vb. vasıtasıyla yapılmaktadır.

1.2.4.2 Dijital Para

Dijital para birimi, elektronik paranın bir alt kümesidir (Pieters, 2016). Dijital para kavramı ile ilgili yapılan net bir tanımlama olmamakla birlikte genellikle sanal para ya da kripto para birimlerini tanımlarken bu paralara ait değerin temsili olarak değerlendirilmektedir. Diğer bir deyişle dijital para ayrı bir para türü olmaktan çok bir kavram niteliği taşımaktadır. Bununla birlikte farklı kuruluşların hazırladıkları raporlarda hem benzer hem farklı sınıflandırmalara da rastlamak mümkündür.

Mali Eylem Görev Gücü (FATF-Financial Action Task Force) dijital parayı, gerek sanal paranın gerekse elektronik paranın dijital veya bilgisayarla işlenmiş veri biçiminde gösterimi olarak tanımlamıştır (FATF, 2014). Bunun yanında “dijital” kelimesi, Avrupa Bankacılık Otoritesi’nin (EBA- European Banking Authority) 2014 tarihli raporunda “*değerin bir temsili*” olarak, Avrupa Parlamentosu Ekonomik ve Parasal İşler Komitesi’nin (ECON-European Parliament's Committee on Economic and Monetary Affairs) 2018 tarihli raporunda da “*paranın bir formu*” olarak dikkate alınan bir kavramdır. Bununla birlikte Avrupa Merkez Bankası (ECB-European Central Bank) 2012 tarihli raporunda dijital parayı, “*elektronik para, sanal para ve ticari banka mevduatlarını içine alan paranın formu olarak*” dikkate alırken, BIS 2015 tarihli raporunda, Şekil 1.1’de de görüldüğü üzere elektronik para kavramını dijital parayı da içine alan bir kavram olarak sınıflandırmıştır (CPMI, 2015; Dabrowski & Janikowski, 2018; EBA, 2014; ECB, 2012).

1.2.4.3 Sanal Para

Sanal para, hem dijital hem de dijital olmayan ürünleri satın almak amacıyla tasarlanarak oluşturulan, dijital para biriminin bir alt kümesidir. Sanal para ile ilgili farklı kuruluşlar farklı tanımlamalar yapmıştır.

ECB’nin 2012 yılında yayımladığı raporda sanal para birimi, “*geliştiricileri tarafından ihraç edilen ve genellikle kontrol edilen ve belirli bir sanal topluluğun üyeleri arasında kullanılan ve kabul edilen düzenlenmemiş dijital para türü*” olarak tanımlanmıştır. Ayrıca raporda sanal paranın temel özelliklerinin değişmesi durumunda tanımın yeniden uyarlanabileceği belirtilmiştir (ECB, 2012). Nitekim 2015 yılında yayımladığı yeni bir raporla ECB sanal paranın yeni bir tanımını yapmıştır. Bu yeni tanıma göre sanal para birimi, “*Merkez bankası, kredi kurumu ya da e-para kurumu tarafından ihraç edilmeyen, bazı durumlarda paraya alternatif olarak kullanılabilen değer dijital temsili*”dir. ECB üç yıl sonra yaptığı bu yeni tanımlamada, sanal para birimlerinin yeterince likit varlıklar olmamaları ve para olarak sayılabilecek yaygın kabule ulaşamamaları nedeniyle “para” kelimesine yer vermemiştir. İkinci olarak, bazı mevzuat ve yönetmeliklerde sanal paraya yer verilmesi nedeniyle raporda “yasal olarak düzenlenmemiş” ifadesine de yer verilmemiştir. Son olarak eşler arası ağlar ve internet platformlarının da sanal topluluk olarak kabul edileceği gerekçesiyle “belirli bir sanal topluluğun üyeleri arasında kullanılan ve kabul edilen” ifadesi de tanımdan çıkarılmıştır (ECB, 2015).

EBA'nın 2014 tarihli raporunda “*sanal para birimi, bir merkez bankası ya da kamu otoritesi tarafından ihraç edilmeyen, zorunlu olarak itibari paraya bağlı olmayan ancak gerçek ya da tüzel kişiler tarafından ödeme aracı olarak kabul edilen ve elektronik olarak transfer edilebilen, depolanabilen ve alınıp satılabilen değerin dijital temsidir*” şeklinde tanımlanmıştır (EBA, 2014). FATF'ın 2014 tarihinde yayımladığı raporuna göre “*sanal para birimi, dijital olarak alınıp satılabilen, değişim aracı ve/veya hesap birimi ve/veya tasarruf aracı olarak işlev gören ancak herhangi bir ülkede yasal ödeme aracı statüsüne sahip olmayan bir değerin dijital gösterimidir.*” Yukarıda sayılan fonksiyonlar sadece sanal para birimi kullanıcı topluluğu içinde ki anlaşma ile yerine getirilmektedir (FATF, 2014).

Sanal para birimlerinin içsel değeri bulunmamaktadır. Sahip oldukları değer, belirli bir sanal paranın elektronik ekosistem içerisinde transfer edilebilme yeteneğinden ortaya çıkmaktadır. Ayrıca herhangi birine ya da kuruma ödeme aracı olarak kabul ettirilmesinin yasal bir yolu olmamasından dolayı tamamen güvene dayalı bir sistemdir (FATF, 2014). Sanal para ve elektronik para benzer özelliklere sahip olmalarına rağmen birtakım farklılıkları bulunmaktadır. ECB'nin 2012 yılında yayımladığı raporda iki para biriminin sahip olduğu farklılıklar şu şekilde belirtilmiştir (ECB, 2012):

- Elektronik paranın hesap birimi, Dolar, Euro, Pound, Türk Lirası gibi tedavülü zorunlu ulusal para birimleri iken, sanal para birimlerinin hesap birimi yasal tedavülü olmayan Bitcoin, Linden Dolar gibi sonradan geliştirilmiş para birimleridir.
- Elektronik para yasal olarak düzenlenmiştir ve ihraç eden kurumlar ihtiyati denetim şartlarına tabiidir. Ancak sanal para ve ihraç edenler (geliştirenler) için böyle bir durum bulunmamaktadır.
- Elektronik para, depolandığı sistemdeki olası aksaklıklar ile bağlantılı operasyonel riske tabidir. Buna karşın sanal para birimleri, kredi, likidite ve operasyonel risk yanında düzenleme ve kamu gözetimi yetersizliği nedeniyle yasal belirsizlik ve dolandırıcılık riski de taşımaktadır.
- Elektronik para yasal olarak kurulmuş elektronik para kurumları tarafından ihraç edilirken sanal paralar finansal olmayan özel şirketler/girişimler tarafından geliştirilmektedir.
- Elektronik paranın ihracı sabitken sanal para da durum geliştirenlerin kararına bağlıdır.

FATF (2014) sanal para birimlerini, konvertibl - konvertibl olmayan ve merkezi – merkezi olmayan (ademi merkezi) şeklinde sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre;

- Konvertibl ya da açık sistem sanal para birimleri, gerçek para birimi karşılığında bir değere sahiptir ve gerçek para birimi ile çift yönlü dönüştürülebilmektedir. Linden Dollars, kripto para (Bitcoin) bu sınıflandırmaya dahildir.
- Konvertibl olmayan ya da kapalı sanal para birimleri WoW Gold, Project Entropia Dollars, Q Coins gibi belirli bir sanal dünyaya ait olan paralardır.
- Merkezi sanal para birimleri, kullanımı için kuralları belirleyen, merkezi bir ödeme defteri tutan ve para birimini dolaşımdan çekme yetkisine sahip tek bir yönetici (otorite) tarafından kontrol edilmektedir. Diğer bir deyişle sistemde üçüncü bir taraf bulunmaktadır. WoW Gold, Linden Dollars vb., bu kapsamdaki sanal para birimleridir.
- Merkezi olmayan sanal para birimleri, merkezi yönetim otoritesi, izleme veya gözetimin olmadığı, dağıtılmış, açık kaynak kodlu, matematik tabanlı eşler arası para birimleridir. Bitcoin, Litecoin ve Ripple gibi kripto para birimleri bu kapsamda bulunmaktadır.

Özel amaçlarla merkezi olarak ticari kuruluşlarca geliştirilen bu sanal alternatif para birimlerinin reel anlamda bazı kuruluşlar ve hükümetlerce geliştirilen ve gerçek hayatta kullanılan somut örnekleri daha eskiye dayanmaktadır. Kumarhane jetonları (casino chips), Monopoly parası gibi belirli çevrelerde kullanılanlar yanında, ABD'nin farklı bölgelerinde kullanılan Ithaca Hours ve BerkShares gibi yerel para birimleri de alternatif para birimleri arasında sayılmaktadır (Halaburda & Sarvary, 2016). Geçmişte olduğu gibi günümüzde de, egemen para birimlerine alternatif paralar, kullanım süreleri ve kalıcılıkları farklı olmakla birlikte toplumun farklı kesimleri tarafından ve farklı nedenlerle talep ve kabul görmüştür. Hileman (2014) ve Nian ve Chuen (2015), alternatif para birimlerinin talebini arttıran sosyoekonomik faktörleri şu şekilde sıralamıştır:

- Yerelcilik: Bağımsız perakendecilerin korunması, topluluk ticaretinin teşvik edilmesi amacıyla coğrafi bir alandaki tüketimin korunması
- Teknoloji: Geliştirilmiş açık kaynak kodlu yazılımlar, mobil cihazlar ve kriptografide yaşanan gelişmeler
- Politik ekonomi: Geleneksel bankaların başarısız olamayacak kadar büyük olduğu algısının yıkılması, yüksek borç oranları ve parasal genişlemeler ile birlikte yaşanan ekonomik belirsizlikler ve yaşanan küresel krizler.
- Çevrecilik: Ekolojik kaygıların yanı sıra petrol gibi doğal kaynaklarda maksimum çıkarma noktasına ulaşıp ulaşılmadığı ile ilgili sorgulamalar

- Verimsizlik: Kredi kartı ve banka havale masraflarının yüksek olması yanında uzun bekleme süreleri
- Finansal bağımsızlık: Kripto para gibi bazı dijital paraların sermaye kontrollerine maruz kalmaması ve döviz kuru krizleri sırasında güvenli liman özelliği göstermesi
- Spekülasyon: Paranın daha geniş kesimlerce kabul görmesi ile değer kazanacağına dair beklentiler

1.3 Kripto Para Kavramı

Kripto para birimi ile ilgili genel kabul görmüş bir tanım bulunmamaktadır. FATF (2015) kripto para birimlerini “Merkezi Olmayan Sanal Para Birimleri (diğer adıyla kripto para birimleri), merkezi yönetim yetkisi ve merkezi izleme veya gözetimi olmayan dağıtılmış, açık kaynaklı, matematik tabanlı eşler arası sanal para birimleridir” şeklinde tanımlamıştır. Houben ve Snyers(2018) tarafından Avrupa Parlamentosu’na sunulan raporda “Kripto para birimi, (i) devlet tarafından verilen resmi para birimine eşler arası bir alternatif oluşturması amaçlanan (ii) herhangi bir merkez bankasından bağımsız olarak genel amaçlı bir değişim aracı olarak kullanılan (iii) kriptografi ile güvence altına alınan (iv) resmi para birimine ve tersine dönüştürülebilen değer dijital bir temsildir” şeklinde tanımlanmıştır.

Hoy (2017) kripto para birimlerini “eşler arası ağ teknolojisine ve açık anahtar şifrelemesine dayalı çevrimiçi dijital ödeme sistemleri” olarak tanımlamıştır. Wang ve Vergne (2017) ’ye göre kripto para birimleri, “işlemleri doğrulamak ve aynı tokenın çifte harcanmasını önlemek amacıyla kriptografik hash ve dijital imza kullanan, çevrimiçi olarak değiştirilebilen dijital tokenlardır”. Corbet vd. (2019) kripto para birimlerini “çevrimiçi ödemelerin bir finansal kurumdan geçmeden doğrudan bir taraftan diğerine gönderilmesine izin veren eşler arası elektronik nakit sistemleri” olarak tanımlamışlardır. Kripto para birimi, ihracında (geliştirilmesinde), güvenliğinin sağlanmasında ve işlemlerin doğrulanmasında kriptografi¹ kullanan bir tür sanal para birimidir. Kripto para birimi en temel haliyle, elektronik paranın eşler arası türüdür ve çevrimiçi ödemelerin bir finansal kuruma ihtiyaç duymadan doğrudan taraflar arasında gönderilmesine olanak sağlamaktadır (Hileman, 2014).

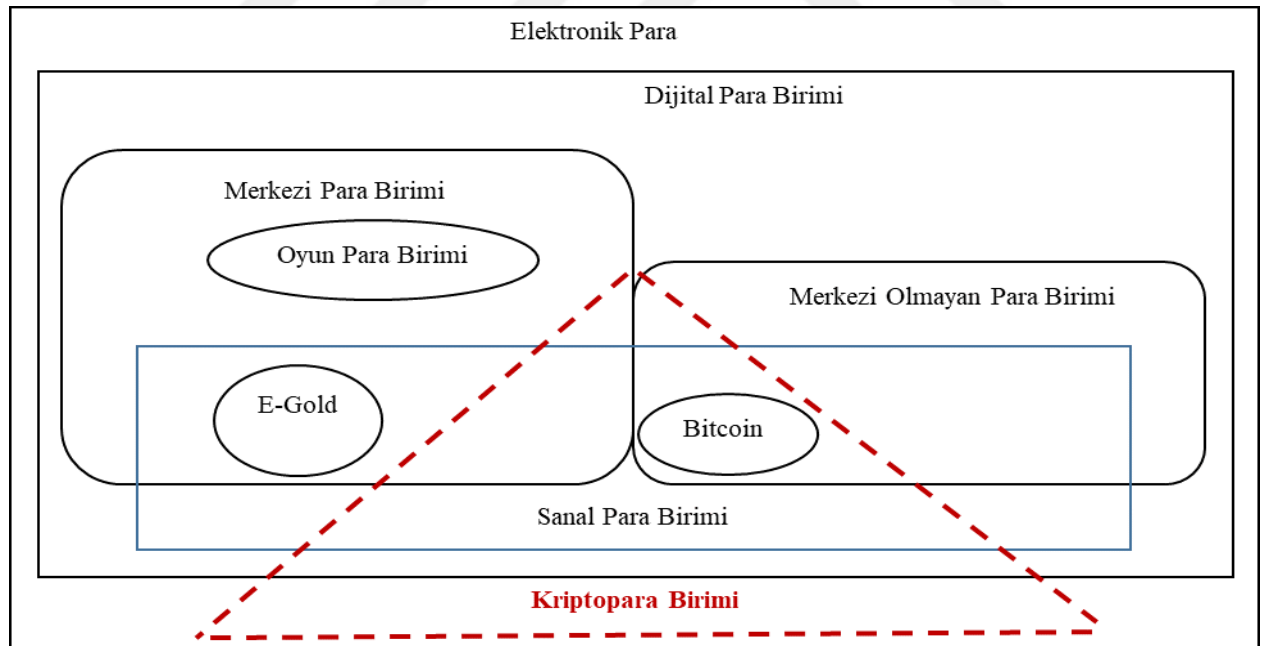
¹Kriptografi, belirli bir algoritma kullanarak bir mesajın, mesajı çözmek için gerekli anahtara sahip olmayanlar için okunamaz hale getirilmesi amacıyla şifrelenmesidir (Dabrowski, Janikowski (2018)).

ECON'un talebi üzerine Dabrowski ve Janikowski (2018) tarafından hazırlanan raporda, kripto para birimlerinin² sahip olduğu genel özellikler şu şekilde sıralanmıştır:

- Genellikle adem-i merkeziyetçi biçimde oluşturulan özel para şekilleridir.
- Sadece dijital formda bulunmaktadır.
- Çoğu blockchain teknolojisine dayanmaktadır. Ancak gelecekte farklı teknolojiler de kullanılması olasıdır.
- Birçoğu ulusal sınırların ötesinde küresel özelliktedir.

ECB, BIS ve Bitcoin Magazin tarafından önerilen tanımlar doğrultusunda Pieters (2016) kripto parayı, elektronik para kapsamında merkezi olmayan sanal para birimi olarak Şekil 1.2'de görüldüğü gibi sınıflandırmıştır. Kripto para birimlerini, elektronik para veya sanal para birimlerinden farklı kılan temel özellik tamamen merkezi olmayan ilk para birimi olmasıdır. Ayrıca, tasarımında eşler arası ağların ve siber güvenliğin kullanılması ile yeni bir alt kategori oluşturulmuştur (Polasik et al., 2015).

Şekil 1.2: Elektronik Para, Dijital Para, Sanal Para ve Kripto Para Sınıflandırması



Kaynak:(Pieters, 2016)

Kripto para kavramı dünya genelinde bugünkü bilinirliğine Bitcoin ile ulaşmış olsa da, Bitcoinin ortaya çıkması kriptografik para konusunda yapılan bir dizi girişimin sonucunda olmuştur. Bu girişimler sosyal ve politik değişim için kriptografinin ve ilgili teknolojilerin

²Raporda yazarlar, kripto para birimi yerine sanal para birimi ismini kullanmayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir.

potansiyeliyle ilgilenenlerin, özellikle 1992 yılında kurulan Cypherpunks mail listesindeki³ e-posta üzerinden çevrimiçi ve çevrimdışı olarak bir araya geldiği 1990’lı yıllarda başlamıştır. David Kahn’ın 1967 tarihli “The Codebreakers –The Story of Secret Writing” kitabı; 1975’te ABD Ticaret Bakanlığı Veri Şifreleme Standardı’nın yayınlanması; 1976’da açık anahtarlı şifrelemenin ve ardından 1977’de RSA asimetrik şifrelemenin piyasaya sürülmesi gibi gelişmeler, öncesinde sadece devletlerin kullandığı kriptografiye erişimi demokratikleştirerek söz konusu girişimleri teşvik etmiştir (Swartz, 2018). Kriptografi işlem güvenliğini garanti etmenin yanında para biriminin temel felsefesini de oluşturmaktadır (Polasik et al., 2015).

1.3.1 Kripto Para Birimlerinin Tarihsel Gelişimi

Kriptografik para birimlerinin geçmişi, dağıtılmış sistemler ve elektronik para sistemleri temeline dayanmaktadır. Bu iki alanda, kriptografideki araştırma ve ilerlemelerle ilgili olmalarına rağmen, geçmişte birbirleri ile çok az bağlantıları olmuştur. Bitcoin bu alanlar arasındaki bağlantıyı kurarak, merkezi olmayan kripto para biriminin geliştirilmesini sağlamıştır (Judmayer et al., 2017). 2008 yılında Bitcoinin ortaya çıkmasına kadar yapılan çalışmalar ve dijital para girişimleri sırasıyla aşağıda özetlenmiştir.

1.3.1.1 eCash

Kripto para birimlerinin tarihi 1980’li yıllarda David Chaum’un yaptığı çalışmalara dayanmaktadır. Anonim iletişim, oy kullanma sistemleri, dijital para birimleri gibi alanlarda önemli çalışmalar yapmış olan Chaum, aynı zamanda Uluslararası Kriptolojik Araştırmalar Enstitüsü’nün de kurucusu eski öğretim elemanı bir kriptografi uzmanıdır. Chaum, dijital teknoloji ve kriptografinin kullanımı üzerine birçok patent başvurusunda bulunmuş ve makaleler yazmıştır. Dijital paranın ilk tanımını içeren “*Blind Signatures for Untraceable Payments*” adlı makalesi ile kişisel gizliliğin artırılması yanında mevcut ödeme sistemlerine kıyasla gelişmiş denetlenebilirlik ve kontrol imkanı sunan takip edilemez ödeme sistemini ortaya koymuştur. Bu ödeme sisteminde, bankaların kriptografik imzalı ihraç edeceği dijital parayı kullanıcıların başka bir tarafın takip edemeyeceği şekilde harcaması mümkün kılınmıştır. Sistem yolsuzluğu ve organize suç su sona erdirmeye amacıyla, kullanıcılara asimetrik özellikte bir anonimlik sunmuştur. Diğer bir deyişle, ödemeyi yapan taraf anonim kalırken, ödemeyi alan

³Cypherpunks mail listesi üyeleri farklı siyasi ideolojilere sahip kişilerden oluşmuştur. Cypherpunkların vizyonu, kripto ile hükümetlerin ve yerleşik kurumların gücünün zayıflatılarak kapsamlı bir sosyal ve politik değişimin yapılmasını içeriyordu. Diğer yandan kripto anarşistler ise, matematikle tanımlanabilen ve kodla uygulanabilenler dışında hiçbir yasayı tanımayan bir felsefeye sahiptiler(Swartz, 2018).

taraf gerektiğinde tanımlanmıştır. Sistemin getirdiği yenilik ise, bilginin kablosuz olarak taşınmasına olanak sağlamasıdır. Chaum geliştirdiği sistem ile;

- Bir bireyin yaptığı ödemeye ilişkin ödeme zamanının veya miktarının üçüncü taraflarca belirlenememesi
- İstisnai durumlarda bireylerin ödeme kanıtı sağlayabilmesi veya alacaklının kimliğini belirleyebilmesi
- Çalındığı bildirilen ödeme araçlarının kullanımının durdurulabilmesi

gibi özellikleri ile otomatik bir ödeme sistemini ortaya koymuştur.

1990 yılına gelindiğinde Chaum, çevrimdışı işlemleri mümkün kılmak ve çifte harcama problemini çözmek için eCash'i geliştirmiş ve fikri ticarileştirmek için de DigiCash şirketini kurmuştur. Hatta büyük ticari bankalar, şirketler, hükümetler ve merkez bankaları ile görüşmelerde bulunup anlaşmalar imzalasada ilk nesil kripto para birimi, şirketin InfoSpace tarafından satın alınmasından sonra 1999 yılında başarısızlığa uğramıştır. Bunun yanında güvenilir üçüncü tarafları gerektirmesi (bankalar), tüm dijital paraların sabit miktarda bir parayı temsil etmesi, çifte harcama probleminin çözülememesi vb. eCash'in sahip olduğu kısıtlar arasındadır (Chaum, 1983; Franco, 2015; Halaburda & Sarvary, 2016; Judmayer et al., 2017; Vigna & Casey, 2017).

1.3.1.2 Cypherpunk Hareketi

Cypherpunk hareketi, David Chaum'un çalışmalarını da referans alarak, güçlü kriptografi ve teknoloji yoluyla mahremiyetin sağlanabileceğini savunan ve bu amaçla kendilerini anonim sistemler inşa etmeye adanmışları öne süren bir gruptur (E. Hughes, 1993). Bundan önce kriptografi yalnızca askeri ve istihbarat teşkilatları tarafından kullanılırken, Cypherpunk hareketi toplumun sosyal politik değişikliğinde, kişisel mahremiyetin geliştirilmesinde ve gücün büyük ve merkezi kurumlardan bireylere kaydırılmasında kriptografinin bir araç olacağını savunmuştur. Grup üyeleri, teknolojinin gelecekteki özgür toplumun anahtarı olduğuna inanmışlar, dijital parayı da bu vizyonun temel bileşeni olarak görmüşlerdir. Cypherpunklar için kişisel finansal ve işlemsel bilgilerin isteğe bağlı olarak verilmesi en güçlü mahremiyet formlarından biridir (Swartz, 2018). Bunun yanında bilgisayar yazılım programlarının yok edilemeyeceğini ve yaygın şekilde dağıtılmış bir sistemin kapatılamayacağını öne sürerek merkezi olmayan sistemleri desteklemişlerdir. 1990'ların başında ortaya çıkan bu hareket ilk toplantı için Cypherpunks e-posta listesinin kurucularından

Eric Hughes tarafından yazılan 1993 tarihli “*Crypto Anarchist Manifesto*” şeklinde bir belge yayınlamıştır. Cypherpunklar kod yazma yetenekleri olan ayrıcalıklı bir grup olsalar da, amaçları hem bireysel hem de popülist düzeydeydi. İletişim mahremiyetinin birey düzeyinde işlemediğini, herkes sahip olmadıkça kimsenin sahip olamayacağını kabul etmişlerdir (Swartz, 2018). Oluşturulduktan birkaç yıl sonra, tüketicilerin kriptografik teknolojileri kavrama güçlükleri gibi nedenlerle ivme kaybetmişler ancak Bitcoinin geliştirilmesinde önemli sayılabilecek altyapıyı oluşturmuşlardır (Franco, 2015).

1.3.1.3 B-Money

B-money, anonim, eşler arası transfer edilen ve dağıtılmış elektronik para sistemi olarak 1998 yılında Cypherpunks e-mail listesinin bir üyesi olan Wei Dai tarafından geliştirilmiştir.

Dai'nin geliştirdiği sistemde, göndericilerin ve alıcıların dijital takma adlarla tanımlandığı, izlenemeyen bir ağda her mesajın gönderen tarafından imzalandığı ve alıcıya şifrelendiği varsayımına dayanan iki protokol tanımlanmıştır. İşlemler üyeler tarafından, her katılımcıda bir kopyası bulunan büyük deftere kaydedilmektedir. Sistemde gerçekleşmeyen işlemlerin kaydedilmesi gibi suistimallerin önlenmesi için ceza ve ödül mekanizması geliştirilmiştir. Bunun yanında B-money, hesaba dayalı zor bir problemin sisteme kayıtlı herhangi bir üye tarafından çözülmesiyle yaratılmaktadır. İş kanıtının (POW-proof of work) zorluğunun nasıl belirleneceğine oylama yoluyla ağ tarafından karar verilirken, yaratılan para miktarı ise sorunun zorluğu ile orantılıdır. Wei Dai, hükümet müdahalesinin gereksiz olduğu ve kalıcı olarak yasaklandığı bir para birimi ortaya koymayı amaçlamıştır. B-Money sistemi ile ortaya konan büyük defter, iş kanıtı ve ödül sistemi gibi kavramlar Bitcoinin geliştirilmesinde de uygulanmıştır (Dai, 1998; Franco, 2015; Halaburda & Sarvary, 2016; Kaplanov, 2012).

1.3.1.4 Hashcash

Hashcash, istenmeyen e-postaların ve DoS saldırılarının (Denial of service attack) sistematik suistimallerini azaltma mekanizması olarak 1997 yılında Adam Back tarafından geliştirilmiş kriptografik hash fonksiyonlarına dayalı bir iş kanıtı sistemidir. Sistem e-posta iletilerinin başlığına, oluşturulması için bir maliyete katlanmayı gerektiren ve hashcash olarak adlandırılan bir simgenin eklenmesine dayanmaktadır. Her hashcash bir alıcıya özgü olduğundan, alıcı güvenilir üçüncü bir taraf olmadan, güvenilirliği doğrulayabilmektedir. Back, e-mail gönderen bilgisayarın e-maili göndermeden önce hesaba dayalı ve hesaplaması zor bir problemi çözmesini sağlayarak, istenmeyen e-maillerin engellenmesini amaçlamıştır. Binlerce

istenmeyen e-mail gönderilmesi durumunda kullanılan işlemci gücü nedeniyle problemin çözümü için harcanan kaynak ve zaman maliyetleri artmakta ve e-mail gönderiminin ekonomik olmamasına neden olmaktadır. Hashcash'ın sunduğu en temel yenilik iş kanıtı fonksiyonudur. Bitcoin sisteminde hashcash, Bitcoin madenciliğinde sahte blockchain yaratılmasının maliyetini arttırmak için kullanılmıştır.

1.3.1.5 RPOW

RPOW (Reusable Proof of Work / Yeniden Kullanılabilir İş Kanıtı), 2004 yılında Hal Finney tarafından geliştirilmiştir. Nick Szabo'nun altını referans alarak geliştirdiği Bit Gold'un anlayış olarak uygulanabilir ancak karmaşık bir sistem olduğunu belirten Finney, daha basit olan RPOW'u geliştirmiştir. Sistem, dijital bir para birimi değerinin yaratılıp sabitlenmesinde gerekli olan işlem gücünün belirlenmesi ve onaylanması için iş kanıtı fonksiyonunu kullanmaktadır. Diğer bir deyişle para birimi iş kanıtı cinsinden ifade edilmiş, iş kanıtı sistemi olarak da hashcash kullanılmıştır. Hashcash para biriminin yaratılmasında katlanılan çaba ve maliyetin kanıtı olarak hizmet etmekte ve bu da aynı fiziki altında olduğu gibi yaratılan para birimine değer katmaktadır. Sistemde hashcash parçaları şeklinde POW ve RPOW olmak üzere iki tip para birimi vardır. Normal şartlarda çifte harcama probleminden dolayı para birimlerinin tekrar kullanılması mümkün değildir. Ancak bu sistemde RPOW para birimi, iş kanıtı probleminin çözümü ile yaratılan POW para biriminin sıralı yeniden kullanım adı verilen sınırlı yeniden kullanımını sağlamaktadır. Diğer bir deyişle, POW para birimi yaratıldıktan sonra bir RPOW sunucusunda eşit değerli bir RPOW para birimi ile değiştirilebilmektedir. Bu nedenle Finney sisteminin getirdiği yenilik, POW para biriminin yeniden üretilmesine gerek kalmadan değiştirilmesine olanak sağlamasıdır (Finney, 2004; Franco, 2015; Vigna & Casey, 2017).

1.3.1.6 Bit Gold

Bit Gold, 1998 yılında B-money'den bağımsız olarak Nick Szabo tarafından geliştirilmiş ve 2005 yılında kamuoyu ile paylaşılmış merkezi olmayan çevrimiçi ödeme sistemi ve dijital para birimidir. Nick Szabo, 29 Aralık 2005 tarihinde internette yayınladığı yazıda şunları yazmıştır (Szabo, 2005):

“Özetle sorun şu ki, paramız şu anda değeri için üçüncü bir tarafa duyulan güvene bağlıdır. 20. yüzyılda ki birçok enflasyonist ve hiperenflasyonist dönemin gösterdiği gibi, bu ideal bir durum değildir..... İnsanlığın şimdiye kadar kullandığı tüm para şu veya bu şekilde güvensiz olmuştur. Bu güvensizlik, kalpazanlıktan hırsızlığa kadar çok çeşitli şekillerde kendini göstermiştir, ancak

bunların en tehlikelisi muhtemelen enflasyondur. Bit altın bize bu tehlikelerden eşi görülmemiş bir güvenlik sağlayabilir.”

Szabo, değerinin belirlenmesinde üçüncü taraflara güveni gerektiren ve 20. yy’da yaşanan enflasyon sorunları nedeniyle de kusursuz olmayan mevcut para sistemine ve üçüncü taraflara güveni gerektirmeyen ancak mübadele aracı olarak kullanmada dezavantajları bulunan değerli metallere alternatif para sistemi olarak, güvenilir şekilde saklanabilecek ve transfer edilebilecek Bit Gold’u geliştirmiştir. Bu özelliği ile Bit Gold bir ödeme sistemi olmanın yanında uzun vadeli değer saklama aracı olarak da planlanmıştır. Bit Gold, altının çaba gerektiren madenciliği nedeniyle doğal olarak arttırılması zor olan arzı ve sahteciliğe karşı güvende olan ekonomik değeri referans alınarak geliştirilmiştir. Bit Gold’u daha önceki dijital para birimlerinden ayıran özelliği, protokolün dağıtılmış olmasıdır (Nian & Kuo Chuen, 2015; Szabo, 2005).

Bit Gold’da da para iş kanıtı problemi çözülerek yaratılmaktadır. Çözülen problem, harcanan çaba nedeniyle bir nevi altın gibi yaratılan paraya değer katmaktadır. Problemin çözümünün, Bit Gold ağına gönderilerek topluluk tarafından onaylanması sağlanmakta, aynı zamanda çözümü bulan kişi de bit kazanmaktadır. Ancak B-money’den farklı olarak Bit Gold’da her problemin iş kanıtı bir önceki çözüme bağlanmış ve para yaratma sıralı hale getirilmiştir. Diğer bir deyişle her problem bir önceki çözüme bağlanarak Bitcoindeki blockchaine benzer bir kriptografik hash zinciri oluşturulmuştur. Bu şekilde sistem, çözüm topluluğun çoğunluğu tarafından onaylanmadıkça yeni probleme geçilmesine izin vermeyerek, yeni yaratılan paraların onaylanması ve zaman damgası⁴ için rasyonel bir yol sunmuştur (Franco, 2015; Moskov, 2018). Bit Gold’un sahip olduğu; iş kanıtı konsensüs algoritması, kriptografik hash zinciri ve yaratılan paranın çözümü yapan kişiye verilmesi gibi özellikleri Bitcoinde de kullanılmaktadır. Bunun yanında Bitcoin ve Bit Gold, çifte harcama probleminin çözümünde birbirinden ayrılmaktadırlar. Bit Gold, çifte harcama problemini, işlem gücü (hash) çoğunluğundan çok ağ adresleri çoğunluğuna dayanan Bizans hata toleransı/Bizanslı generaller

⁴ 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre Zaman Damgası: Bir elektronik verinin, üretildiği, değiştirildiği, gönderildiği, alındığı ve / veya kaydedildiği zamanın tespit edilmesi amacıyla, elektronik sertifika hizmet sağlayıcısı tarafından elektronik imzayla doğrulanan kayıt, ifade eder. Diğer bir ifadeyle, kaydın tarihinin belirlenmesini sağlamaktadır (Tübitak Bilgem, 2019).

problemi⁵ yöntemi ile çözmeye çalışmıştır. Ancak bu durum Bit Gold'un Sybil saldırılara⁶ karşı savunmasız kalmasına neden olmuştur. B-money ve Bit Gold hiçbir zaman uygulamaya konmayan teorik öneriler olarak kalmıştır (Franco, 2015; Szabo, 2005).

1.3.2 Bitcoinin Ortaya Çıkışı

Bitcoin, 1980'lerden sonra kriptografi ve dağıtılmış sistemler konusunda yaşanan bir dizi gelişmenin sonucu olarak ve yapılan kriptografik para birimi girişimlerinin eksiklerini tamamlayıcı özellikleriyle Satoshi Nakamoto⁷ adındaki anonim bir kişi ya da grup tarafından ortaya konan ilk başarılı merkezi olmayan kripto para birimidir. Satoshi Nakamoto Bitcoin'i ilk olarak sadece kriptografi ile ilgilenenlerin olduğu bir e-mail listesi ile paylaşmıştır. Nakamoto'nun 31 Ekim 2008 tarihinde gönderdiği e-mail de, *"Tamamen eşler arası ve güvenilir üçüncü taraf olmayan yeni bir elektronik para sistemi üzerinde çalışıyorum"* şeklinde bir yazı ve *"Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System"* adlı tanıtım belgesinin (white paper) linki bulunmaktadır (Nakamoto, 2008). E-mail listesinde yer alanların çoğu duruma şüpheli yaklaşıp da Nakamoto projeden vazgeçmemiş ve Bitcoin projesi 9 Kasım 2008 tarihinde, açık kaynak kodlu yazılımın geliştirilmesi ve dağıtılmasına odaklanan bir topluluk işbirliği web sitesi olan *"SourceForge.net"* e kaydedilmiştir (History of Bitcoin, 2022).

Tanıtım belgesinin yayınlanmasından sonra Nakamoto ve e-mail listesi üyeleri, önerilen sistemi uygulamak amacıyla *"Ücretsiz ve Açık Kaynaklı"* bir yazılım projesi başlatmışlardır (Swartz, 2018). 3 Ocak 2009 tarihinde ilk Bitcoin madenciliği ile 50 Bitcoinlik bloklardan ilki olan *"Genesis Bloğu"* Nakamoto tarafından oluşturulmuştur. Ardından eşler arası olan sistemin işlerlik kazanması ve kabul görmesi için iki numaralı düğüm olarak Hal Finney'de yazılımı yüklemiş ve madencilik ile bine yakın Bitcoin elde etmiştir. Bunun yanında Bitcoin

⁵ Bizans ordusu her biri kendi generali tarafından yönetilen birkaç bölük ile bir düşman şehrin dışında kamp kurmuştur. Generaller birbiri ile sadece elçi vasıtasıyla iletişim kurabilmektir ve şehri ele geçirmek için ortak bir hareket planına karar vermek durumundadır. Ancak generallerin bazıları, sadık generallerin anlaşmaya varmalarını engellemeye çalışan hain olabilir. Generallerin şu durumları garanti altına alacak bir algoritmasının olması gerekmektedir; a) Bütün sadık generaller aynı hareket planına karar verir b) Az sayıda ki hain general, sadık generallerin kötü bir plan benimsemesine neden olamaz (Lambert et al., 1982).

⁶ Sybil saldırı, bir kişinin birden fazla hesap, node ya da bilgisayar aracılığı ile bir ağı ele geçirmeye çalışması sonucunda oluşan bir güvenlik tehdidir (Binance Academy, 2018).

⁷ Satoshi Japonya'da "bilge", Çince'de ise "Çinliler zekidir." anlamlarına gelmektedir. Bitcoinin ortaya çıkmasından bu yana geçen süre içerisinde Satoshi Nakamoto'nun kimliği ile ilgili birçok iddia ortaya atılmasına rağmen kim ya da kimler olduğu hala bilinmemektedir. ABD'de ki Ulusal Güvenlik Ajansı'ndan bir ekip bir e-Ticaret Şirketi, David Chaum, Hal Finney, Nick Szabo, Wei Dai, Gavin Andresen, aynı soyadını taşıyan ve Finney'in komşusu Japon Dorian Nakamoto, Vili Lehdonvirta, Michael Clear, Neal King, Vladimir Oksman, Charles Bry, Shinichi Mochizuki, Jed McCaleb ve Dustin Trammell gibi kişi ve gruplar Satoshi Nakamoto oldukları iddiaları ile karşı karşıya kalmış ancak birçoğu halka açık şekilde bu iddiaları red etmiştir (Kuo Chuen & Low, 2018).

sistemindeki ilk işlem 12 Ocak 2009 tarihinde Satoshi Nakamoto'nun Hal Finney'e 10 Bitcoin göndermesi ile gerçekleştirilmiştir (History of Bitcoin, 2022; Vigna & Casey, 2017).

Bitcoin daha önce yapılan kripto para girişimlerinden ayıran temel özelliği çifte-harcama problemine getirdiği çözümdür. Dijital para birimi aslında, manyetik bir şerit veya bir çip üzerinde şifrelenmiş veya bulutta bir yerde kayıtlı sıfırlar ve birler dizisidir. Bu nedenle orijinaline zarar vermeden bu veri parçasının sonsuz sayıda ve ihmal edilebilir bir maliyetle kopyalanması mümkündür. Ancak bu durum para için oldukça sakıncalı bir durumdur. Nakit dosyalarının kopyalanabilmesi ve bu kopyaların para birimi olarak tekrar tekrar kullanılabilmesi, ödeme aracı olarak işlev görememesine neden olmaktadır. Bu durum bilgisayar bilimlerinde çifte harcama problemi diğer bir deyişle aynı dijital paranın birden fazla kez harcanabilmesi problemini ifade etmektedir. Geleneksel dijital ödeme ağlarında çifte harcama probleminin çözülebilmesi için ödemelerin meşruiyetini doğrulayan ve mevcut mülkiyet durumunu takip eden üçüncü taraf bir aracıya (genellikle banka) ihtiyaç vardır. Sistemin sağlıklı işlemesi için ise, işlemin tüm tarafları arasında güvenin olması gereklidir (Berentsen & Schar, 2018; Halaburda & Sarvary, 2016; Nian & Kuo Chuen, 2015).

Çifte harcama ve taraflar arasında gerekli güvenin inşa edilebilmesi problemleri daha önceki merkezi olmayan dijital para birimi girişimlerinin (David Chaum; eCash, Wei Dai; B-Money, Nick Szabo; Bit Gold) önünde ki en büyük engeli oluşturmuştur (Halaburda & Sarvary, 2016). Bitcoin öncülerinden ayıran en önemli özelliği, blockchaine dayalı merkezi olmayan eşler arası elektronik nakit sistemi ile çifte harcama problemine ve güven sorununa çözüm bulan yenilikçi yaklaşımıdır (Daskalakis & Georgitseas, 2020; K. V. Tu & Meredith, 2015).

1.4 Blockchain

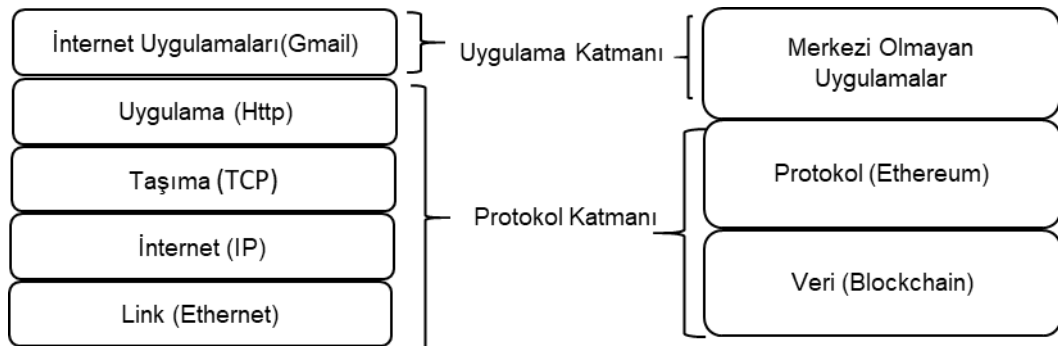
Kısaca dağıtılmış bir veri tabanı sistemi olan blockchain, şirketler ve hükümetler için kimlik doğrulama ve güven gerektiren her türlü ticari faaliyeti etkileme potansiyeline sahip olduğu düşünülen, genel amaçlı bir teknolojidir (A. Hughes et al., 2019; Ølnes et al., 2017). Computer Fraud & Security dergisinin editörü Steve Mansfield-Devine tarafından, "Bitcoin uygulanabilir kılan anahtar kavram" (Mansfield-Devine, 2017) olarak ifade edilen blockchainle ilgili farklı tanımlamalar yapılmıştır. Pinna vd. (2018) "Blockchain adresler arasındaki kripto para işlemlerinin kaydedildiği ve eşler arası bir ağda herkese açık hale getirildiği küresel olarak paylaşılan bir altyapıdır" şeklinde tanımlamıştır. Reijers, O'Brolchain ve Haynes (2016) blockchaini, "merkezi olmayan 'madenciler' ağının hesaplama çabalarıyla desteklenen zaman

damgalı işlemlerin halka açık bir kaydı” olarak tanımlamıştır. Crosby vd. (2016)’e göre blockchain “katılımcı taraflar arasında yürütülen ve paylaşılan tüm işlemlerin veya dijital olayların halka açık defteri veya kayıtların dağıtılmış bir veritabanı” dır. Beck vd. (2017) ise blockchaini, “kriptografi ile güvence altına alınan ve bir konsensüs mekanizması tarafından yönetilen dağıtılmış bir işlem veritabanı şeklindeki kayıt teknolojisi” olarak tanımlamıştır. Son olarak Lee (2019)’e göre blockchain, “işlem detayları hakkındaki bilgilerin eşler arası ağ katılımcıları tarafından paylaşıldığı ve doğrulandığı dağıtılmış bir kayıt sistemidir”. Blockchain, hem belirli bir işlem defterini hem de teknolojik altyapıyı sağlayan yazılım, ağ ve protokolleri ifade etmektedir (Legal Issues, 2017). Birkaçına değinilen tanımlardaki ortak nokta blockchainin merkezi olmayan eşler arası bir ağa dayalı dağıtılmış halka açık bir defter sistemi olduğu yönündedir. Evans (2014), merkezi olmayan halka açık defter platformlarının özelliklerini şu şekilde sıralamıştır:

1. İnternet Tabanlı: Platformlar, genellikle özel güvenli iletişim ağlarına dayanan Visa gibi çoğu ödeme platformundan farklı olarak para transferinde fiziksel ağ şeklinde internete dayanmaktadır.

2. Halka Açık Defter Protokolü: Platformlar değerin gönderilmesi, alınması ve kaydedilmesi için bir protokole sahiptirler. Protokol, ağlar arasında veri aktarımını yöneten bir dizi kuraldır. Örneğin, internet iletişimini sağlayan ve tanımlayan protokol katmanları, topluca internet protokol yığınıdır. Ethernet gibi donanım protokolleri, LAN'lar (yerel erişim ağları) üzerinden veri aktarımına izin verir, ancak TCP/IP protokolü hemen hemen her donanımın üzerine uygulanabilir. Uygulama katmanı, bildiğimiz şekliyle interneti oluşturan (Gmail, Facebook ve Airbnb gibi) merkezi web uygulamalarından oluşmaktadır (Corbet et al., 2020).

Şekil 1.3: TCP/IP İnternet Yığını ve Blokchain Yığını



Kaynak:(Corbet et al., 2020)

Şekil 1.3 Corbet vd. (2020) tarafından önerilen blockchain yığınının bir örneğidir. Corbet vd. (2020) blockchainlerin, blockchain yığınının alt katmanı olarak HTTP ve TCP gibi

görülmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Kamuoyunda oluşan fikrin aksine blockchain sadece kripto para birimi işlemlerini ve transferlerini kolaylaştırmak amacıyla kullanılmamaktadır. Blockchainler dosya ve veri paylaşımı (IPFS, Filecoin), merkezi olmayan süper bilgisayarlar (Golem) ve akıllı sözleşmeler gibi birçok olası kullanıma izin vermektedir. Bheemaiah (2015), TCP/IP gibi erken ağ protokollerinin bilginin anında iletilmesine izin verirken blockchain protokolünün değeri anında aktarılmasına izin verdiğini belirtmiştir. Diğer yandan Evans (2014), iki protokol tipi arasında benzerlikler olsa da merkezi olmayan halka açık defter protokolü oluşturmanın, üçüncü tarafların katılımını gerektirmesi nedeniyle daha zor olduğunu belirtmiştir (Bheemaiah, 2015).

3. Değer Taşıyıcısı: Halka açık defterde değeri almak ve göndermek için kullanılan ve genellikle, zorunlu olmasa da para birimi olması amaçlanan bir değer taşıyıcı bulunmaktadır.

4. İşgücüne Yönelik Teşvik Programı: Bu program ile insanlar emek, bilgi işlem gücü ve diğer kaynakları sağlamaları için teşvik edilmektedir.

5. Açık Kaynak Lisanslama Modeli: Tipik olarak, halka açık defter platformları, standart açık kaynak lisanslarından birini kullanmaktadır. Böylece insanlar halka açık defterin altında yatan yazılımı kullanabilmekte ve üzerinde değişiklik yapabilmektedir. Bitcoin protokolü, açık kaynak kodlu olarak sunulmuştur. Kod, isteyen herkesin üzerinde değişiklik yapmasına olanak sağlayacak şekilde MIT (Massachusetts Institute of Technology) lisansı altında ücretsiz olarak mevcuttur (Antonopoulos, 2017).

6. Platform Yönetim Sistemi: Halka açık defter platformunun temel çalışma ilkelerini belirlemek, protokolde ve yazılımın diğer özelliklerinde ki değişiklikleri benimsemek ve platformun gelişimini yönlendirmek için bir yönetim sistemi bulunmaktadır. Android'de olduğu gibi projeyi yöneten kar amacı gütmeyen bir şirketle veya birçok küçük açık kaynak projesinde olduğu gibi konsensüse dayalı yönetim ile.

Bitcoin, görevlerini Bitcoin sisteminin standardizasyonu (örneğin, bir çekirdek geliştirme ekibi dahil olmak üzere Bitcoin altyapısının finanse edilmesi), korunması (örn. Bitcoinin işleyişinin altında yatan teknik protokolün bütünlüğünün sürdürülmesi, iyileştirilmesi ve yasal olarak korunması) ve tanıtılması olarak tanımlayan ancak para birimini ihraç eden temsil etmeyen ve kar amacı gütmeyen Bitcoin Vakfı tarafından yönetilmektedir. Bitcoin Vakfı, para birimi ihraç etme yeteneğinden yoksun olduğu için merkez bankası rolünü yerine getirememektedir (Beer & Weber, 2015). Vakıf, düzenleyiciler, yasa koyucular ve genel halkla

diyalog için bir arayüz oluşturma yanısıra, Bitcoin protokolünün (ve müşterilerin) geliştirilmesini koordine etmekten ve yönlendirmekten sorumlu özel bir düzenleyici kurum olarak hareket etmektedir (De Filippi, 2014). Kroll, Davey ve Felten (2013), vakfın Bitcoin kuralları hakkında karar vermekten daha çok tanıtım faaliyetlerine dahil olduğunu bu nedenle geliştiricilerin uzun vadede kurallarla ilgili daha etkili olacağını belirtmişlerdir. Diğer yandan önde gelen geliştiricilerden bazıları vakfa bağlı olduğu için geliştiricilerin ve vakfın faaliyetlerini birbirinden ayırmak zor olmaktadır.

1.4.1 Blockchain Teknolojisinin Gelişimi

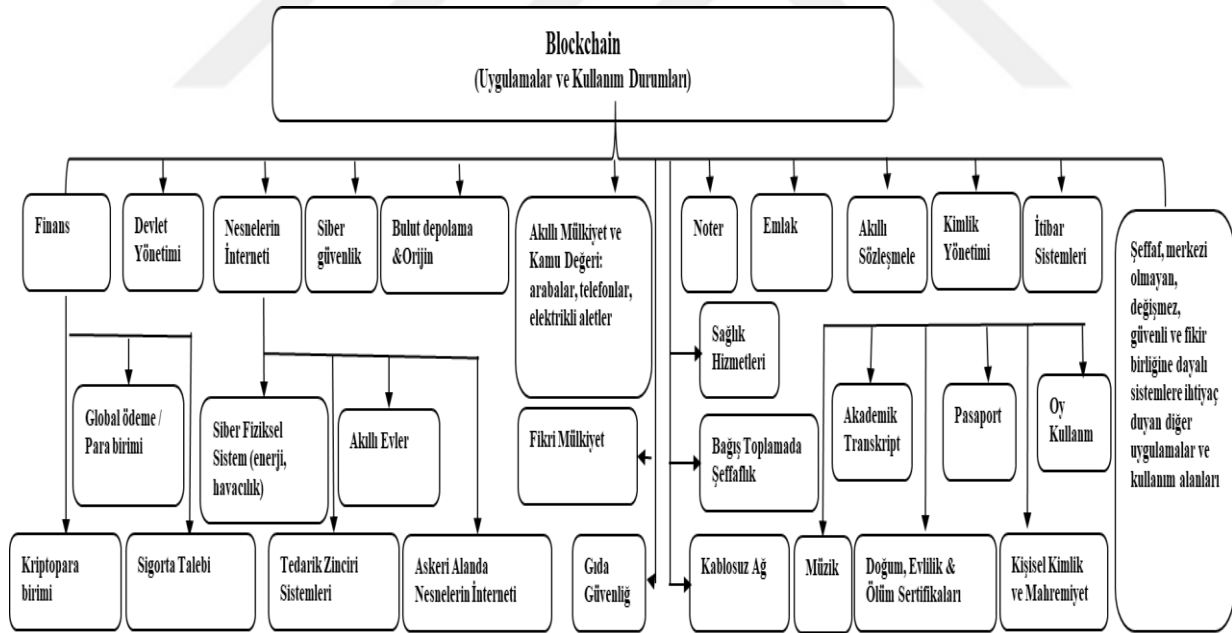
Blokchain teknolojisinin temeli, 1990 yılında Stuart Haber ve Scott Stornetta'nın, kişisel bilgisayarların yaygınlaşması ile artan sayıda dijital dosyanın kolayca değiştirilebileceği yönündeki fikirlerine dayanmaktadır. Haber ve Stornetta, sistemin, merkezi bir kayıt tutucu yerine, paylaşılan bir defterin dağınık ama birbirine bağlı birçok kopyasına sahip olabileceğini fark etmişlerdir. 1991 yılında yayınladıkları "*How to Time-Stamp a Digital Document*" ile verilerin güvenilir bir üçüncü taraf aracılığıyla gizlenmesini ve sıkı bir şekilde kontrol edilmesini gerektiren siber güvenlik hakkındaki klasik fikirleri tamamen tersine çevirmişlerdir (Mueller, 2018; Whitaker, 2018; Yermack, 2019).

Blockchain teknolojisi Nakamoto (2008) tarafından kripto para birimlerinin kaydedildiği ve temsil ettikleri değerlerin transfer edildiği halka açık bir defter olarak kullanılmıştır. Teknolojinin temel işlevi, eşler arası ağına paylaşılan verilerin gerçek durumu hakkında düzenli aralıklarla anlaşmaya varmasını sağlamaktır. Paylaşılan bu verilerin para birimi, fikri mülkiyet, bilgi, sözleşme, finansal ve fiziksel varlıklar olabilmesi blockchaini genel amaçlı bir teknoloji haline getirmektedir (Catalini & Gans, 2016). Blockchain teknolojisi herhangi bir mülkiyet değişikliği yanında sertifika, lisans, hükümet kararı, mevzuat gibi önemli bilgi ve belgelerin saklanması için de kullanılabilir. Bitcoin, blockchain veri depolama yapısını içeren ilk sistem olarak tüm blockchain uygulamalarının temelini oluşturmuştur (Ølne et al., 2017). Hoy (2017), blockchainin kurcalamaya dayanıklı belgeler, dağıtılmış sahiplik kayıtları ve evrensel tıbbi kayıtlar oluşturma dahil olmak üzere para piyasalarından farklı birçok başka potansiyele de sahip olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Hughes vd. (2019) maliyetleri düşürme, süreç verimliliğini artırma ve araçlara olan ihtiyacı ortadan kaldırma gibi özellikleriyle blockchainin her türlü ticari faaliyeti değiştirme potansiyeline sahip olduğunu öne sürmüşlerdir. Günümüzde blockchainin, tedarik zinciri ve lojistik, sağlık hizmetleri, perakende ve e-ticaret, finans, emlak, medya, non-fungible token (NFT), pazar alanları, ağır sanayi ve

imalat, müzik, sınır-ötesi ödemeler, nesnelerin interneti, oyun, kişisel kimlik güvenliği, oylama, kara para aklamayı önleme, reklamcılık, orijinal içerik üretme, otomotiv, akıllı sözleşmeler gibi birçok kullanım alanı bulunmaktadır (Bailey, 2022).

“Blockchain: Blueprint for a New Economy” kitabının yazarı ve “Blockchain Bilim Enstitüsü”’nün kurucusu Melanie Swan blockchain teknolojisinin gelişimini, Blockchain 1.0, 2.0 ve 3.0 şeklinde üç aşamaya ayırmıştır. Blockchain 1.0 kripto para birimlerinin, para birimi transferi, havale ve dijital ödeme sistemleri gibi finansal uygulamalarda yayılması aşamasıdır. Blockchain 2.0, daha genel olarak piyasaların adem-i merkeziyetçiliği ve para biriminin ötesinde birçok başka tür varlığın transferinin tasarlandığı aşamadır. Bu aşamada blockchain, her türlü sözleşmeyi ve mülkü kaydetmek, onaylamak ve aktarmak için kullanılabilecektir. Blockchain 2.0, akıllı sözleşme, akıllı mülk, merkezi olmayan uygulamalar (Dapp), merkezi olmayan kuruluşlar (DAO) ve merkezi olmayan otonom şirketleri (DAC) içermektedir. Blockchain 3.0 ise, özellikle sağlık, bilim, hükümet, okuryazarlık, kültür ve sanat alanlarındaki blockchain uygulamalarını kapsamaktadır (Swan, 2015).

Şekil 1.4: Blockchainin Farklı Kullanım Alanları



Kaynak:(B. Rawat et al., 2021)

Blockchainin gelişimine yönelik diğer bir sınıflandırma Hameed vd. (2022) tarafından yapılmıştır. Bu yeni sınıflandırmada teknolojinin gelişimi beş farklı evreye ayrılmıştır. Blockchain 1.0 evresi genel olarak kripto para birimleri ve dijital ödeme sistemlerini

kapsamaktadır. Bu evrede, her biri Bitcoinin bazı özelliklerini geliştirmeyi veya düzeltmeyi amaçlayan birçok yeni kripto para birimi ortaya çıkmıştır (Halaburda et al., 2022). Blockchain 2.0 evresi Ethereum, Hyperledger⁸ ve Codius⁹ projelerinin ve akıllı sözleşmelerin¹⁰ blockchain ekosistemine dahil olduğu evredir. Bu iki evre blockchainlerinin, genel ağlara güvenmeyi gerektirmesi ve büyük miktarda veri depolayamaması gibi dezavantajları üçüncü evreye geçişi sağlamıştır.

Tablo 1.1: Blockchain Teknolojisinin Gelişimi

Nesiller	Uygulamalar	Özgün Özellikler
Blockchain 1.0	Dijital para birimleri (Bitcoin, Bitcoin Cash, Ripple vb.) Küçük değer ödemeler Döviz işlemleri Kumar/Bahis Kara para aklama	Çoğunlukla kripto para birimleri için tasarlanmıştır Basit defterler Halka açık blockchain
Blockchain 2.0	Ethereum Hyperledger Codius	Akıllı sözleşmelerin kullanımı Küçük ölçekli işlemler Dijital varlıklar Mahremiyet Merkezi olmayan otonom kuruluşlar (DAO) Merkezi olmayan şirketler (DACs) Kendine özgü iletişim odaklı dil Halka çık blockchain

⁸ Linux Vakfı'nın bir parçası olarak 2015 yılında kurulan Hyperledger Vakfı, kurumsal düzeyde açık kaynak blok zinciri, dağıtılmış defter ve ilgili teknolojilerin topluluk gelişimini desteklemeyi ve bu teknolojilerin geniş çapta benimsenmesini sağlamayı amaçlayan küresel bir işbirliğidir. Bunun yerine işletmeler, konsorsiyumlar ve diğer kuruluşlar ihtiyaçlarını destekleyen ağlar oluşturmak için Hyperledger teknolojilerini kullanır. Kuruluşlar, teknik liderliklerini göstermek, başkalarıyla işbirliği yapmak ve ağ kurmak ve kurumsal blok zinciri topluluğundaki çabaları hakkında farkındalık yaratmak için Hyperledger Vakfı'na katılır. Hyperledger, farklı sektörlerden blockchain tabanlı projelerin etkileşime girmesini sağlamaktadır. Üyeler arasında finans, bankacılık, sağlık, tedarik zincirleri, üretim, teknoloji ve ötesinde endüstri lideri kuruluşlar yer almaktadır (Hyperledger Foundation, 2021).

⁹ Codius, merkezi olmayan hizmetleri, merkezi olmayan uygulamaları ve akıllı sözleşmeleri barındıran açık kaynaklı bir platformdur. "Akıllı programların yaşadığı yer" [12] olan Codius, Ripple laboratuvarları tarafından oluşturulan bir projedir. Kod açık kaynaklı ve kullanılabilir olmasına rağmen, talep eksikliği nedeniyle Ripple artık bu platforma katkıda bulunmamaktadır (Baliga, 2018).

¹⁰ Akıllı sözleşme terimi ilk olarak Nick Szabo tarafından "ipotek, haciz, mülkiyet haklarının sınırlandırılması vb. gibi birçok türde sözleşme maddesinin donanım ve yazılıma yerleştirilebilmesidir" şeklinde ifade edilmiştir. Akıllı sözleşmelerin uygulanması blockchaini gerektirmezken, Ethereum bir dizi akıllı sözleşmeyi uygulama imkanı sunan ilk blockchain'dir. Ethereum'un kurucularından biri olan Vitalik Buterin akıllı sözleşmeyi, "dijital varlıkları isteğe bağlı kurallara göre otomatik olarak hareket ettiren sistemler" olarak tanımlamıştır. Akıllı bir sözleşme bir anlaşma hakkında bilgi içerir ve yalnızca koşullar ağıdaki tüm düğümler tarafından doğrulandığında uygulanır. Diğer bir deyişle akıllı sözleşmenin doğru bir şekilde uygulanması konsensüs protokolü ile sağlanmaktadır (Buterin, 2014; Szabo, 1996)

Blockchain 3.0	Kurumsal Blockchain uygulamaları Elektronik oylama (E-oylama) Elektronik sağlık hizmetleri Kimlik ve erişim kontrol sistemleri Noter sistemleri Tedarik zinciri	Anlık İşlemler Yüksek ölçeklenebilirlik Müşterek/karşılıklı kullanılabilirlik Sürdürülebilirlik Denetim Bulut hizmeti Çok katmanlı aracı yazılım
Blockchain 4.0	Endüstriyel bakış açısı Siber fiziksel sistemler (CPS) Akıllı üretim Endüstriyel nesnelerin interneti (IIoT) Tarım Enerji ticareti Akıllı ürün Akıllı şehir	Endüstri konsorsiyumu Konsensüs mekanizması verimliliği Şeffaflık Ölçeklenebilirliğin gelişimi Enerji verimliliği
Blockchain 5.0	Web 3.0 Uygulamaları	Yapay zeka ve Dağıtılmış defter teknolojisi (DLT) kombinasyonu Veri gizliliği Güvenlik Müşterek/karşılıklı kullanılabilirlik

Kaynak:(Hameed et al., 2022)

1.4.2 Blockchain Teknolojisinin Teknik Yapısı

Blockchain teknolojisi ve kripto para birimleri, öncesinde sadece yazılımcılar, bilgisayar programcıları veya kriptografi ile ilgilenen belirli bir kesimin aşına olduğu kavramların yaygınlaşmasını sağlamıştır. Blockchainin çalışma prensibinin daha iyi anlaşılabilmesi için öncelikle bu kavramlardan bazılarına değinilecektir.

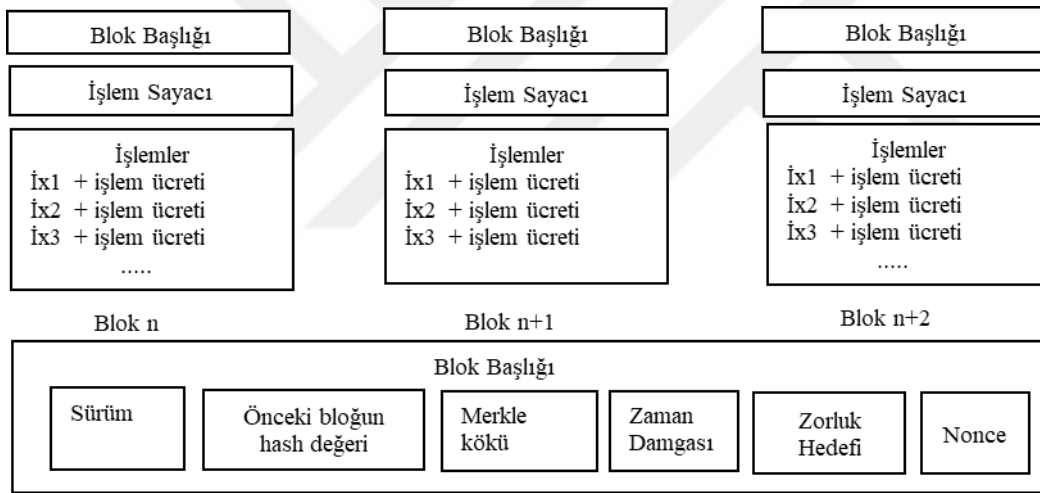
1.4.2.1 Blok

Blockchain, şimdiye kadar yapılmış tüm işlemlerin sistematik, doğrusal bir zincirini elde etmek için oluşturulan, blokların veya işlemlerin defteridir. Blockchain ağında işlemler ve bloklar olmak üzere iki tür bilgi yayılmaktadır. İşlemler değer aktarımını sağlarken, bloklar belirlenmiş bir zaman içerisinde (Bitcoinde yaklaşık olarak her 10 dakikada bir) sistemde doğrulanmış işlemlerin toplandığı yerdir. Bir blokta toplanan işlem sayısı blok boyutu ile ilgili bir sınıra sahiptir. Bitcoin için blok boyutu 1 Mb ya da ortalama 1500 işlem iken farklı kripto para birimleri için değişiklik gösterebilmektedir. Yeni bir bloğun madenciliği için gerekli olan ortalama süre göz önüne alındığında, Bitcoin ağının teorik sınırı 7 işlem veya günde yaklaşık 600 bin işlem olarak hesaplanmaktadır. Blok boyutu saniyede işlenebilecek işlem sayısına sınır

getirdiği için blok boyutunun küçük olduğu projelerde (Bitcoin gibi¹¹) ölçeklenebilirlik problemi ortaya çıkmaktadır (Fantazzini et al., 2016; Haig, 2019; A. Hughes et al., 2019).

Şekil 1.5’den de görüldüğü gibi Bitcoin blok yapısı, işlem sayacı ve blok başlığı olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Blok başlığı içerisindeki sürüm numarası, bloğu oluşturmak için kullanılan yazılımın sürümünü belirtmektedir. Önceki bloğun hash değeri, mevcut bloğu bir önceki bloğa bağlama görevi gören 256 bitlik bir hash değeridir. Bu şekilde bloklar bir hash zinciri oluşturmaktadır. Böylece her yeni blok önceki bloklardan hiçbirinin içeriğinin değiştirilmediğini doğrulamaktadır. Merkle kökü, bir bloktaki tüm işlemleri ilgili blok başlığına kriptografik olarak bağlamaktadır. Zaman damgası bloğun yaklaşık olarak oluşturulma süresini göstermektedir. Zaman damgası, ağın her 2016 blokta bir (yaklaşık olarak 2 hafta) zorluğu ayarlanabilmesi için blokların ne kadar hızlı onaylandığının belirlenmesini sağlamaktadır.

Şekil 1.5: Bitcoin Blok Yapısı



Kaynak:(Zhao & O'Mahony, 2020)

Zorluk hedefi, bloğun ağ tarafından kabul edilebilmesi için bloğun başlık hash değerinin daha düşük veya eşit olacağı değeri tanımlamaktadır. Hash oranına diğer bir ifade ile ağda madencilik yapan işlemci miktarına bağlı olarak güncellenen zorluk hedefi, her bloğun oluşturulma süresi 10 dk olacak şekilde ayarlanmaktadır. Zorluk hedefi ve nonce birlikte çalışmaktadır. Madencilerin bloğun hash değeri zorluk hedefinin altında olacak şekilde bir nonce bulmaları gerekmektedir. Yalnızca bir kez kullanılabilecek sayı anlamına gelen “nonce”, bloğu geçerli hale getirebilmek için kullanılan rastgele bir sayıdır. Hashing tek yönlü bir

¹¹Segregated Witness güncellemesi ile blok boyutu kavramı blok ağırlığı ile değiştirilerek Bitcoinin blok boyutu, en azından teoride 4 Mb'a yükseltilmiştir. Segregated Witness, Bitcoin sisteminde gerçekleşen yumuşak çatallanmaya (soft fork) örnektir(Bitstamp, 2022).

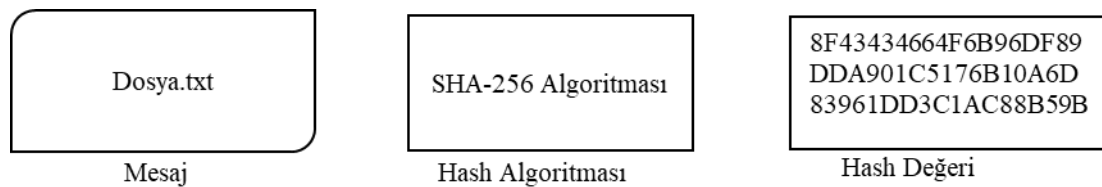
fonksiyon olduğundan¹², zorluk hedefinin altında hash veren nonce değeri sadece deneme yanılma ile bulunabilmektedir. Zorluk hedefi ne kadar düşükse, geçerli bir nonce bulmak o kadar zorlaşmaktadır (Bhaskar & Kuo Chuen, 2015; Frankenfield, 2021; Furneaux, 2018; Halaburda et al., 2022; Kroll et al., 2013; Rybarczyk, 2020).

Bloklar blockchaine doğrusal kronolojik bir sırayla eklenmektedir. Her blok bir önceki bloğun hashini içerdiğinden, blockchain geriye doğru bağlantılar içerir ve her bloktan genesis bloğuna kadar benzersiz bir yol bulunmaktadır. Bu nedenle blockchain herhangi bir bloktan genesis bloğuna giden en uzun yol olarak tanımlanmaktadır (Decker & Wattenhofer, 2013; Kroll et al., 2013). Bir blok oluşturulduktan sonra bloğun içeriğinin değiştirilmesi neredeyse imkansızdır. Bu şekilde işlemler ve veriler çevrimiçi olarak depolanırken, kullanıcılar da verilerin daha sonraki bir tarihte kurcalanamayacağı ya da değiştirilemeyeceği konusunda güven duymaktadır. Bunun nedeni ağda kabul edilmiş bir işlemin kötü niyetli bir düğüm tarafından yenilenmesi, değiştirilmesi veya bloğa yeni bir işlem eklenmesi, aynı blok hash değerini verecek yeni bir nonce değerinin bulunmasını gerektirmektedir (Vranken, 2017). Halaburda, Sarvary ve Haeringer (2022), tüm dünyada belirli bir kum tanesini bulmanın böyle bir nonce değeri bulmaktan daha kolay olduğunu belirtmişlerdir. Diğer yandan bloklar yüksek düzeyde şifrelenmiş ve anonimleştirilmiş olsa da işlem başlıkları, işlemleri incelemek isteyenler için halka açıktır (Corbet et al., 2020; A. Hughes et al., 2019).

1.4.2.2 Hash Fonksiyonu

Hashing, rasgele uzunluktaki herhangi bir veriyi teorik olarak geri döndürülemez sabit uzunlukta bir sayı ve harf dizisine (“hash”) dönüştürmenin kriptografik sürecini ifade etmektedir. Hash değeri, verileri daha özetlenebilir bir forma yoğunlaştırdığı için genellikle mesaj özeti olarak adlandırılmaktadır.

Şekil 1.6: Hash Fonksiyonu



Kaynak:(Gururaj et al., 2020)

¹² Hash fonksiyonunda girdi verildiğinde çıktıyı hesaplamak kolayken, çıktıyı bilerek girdiyi bulmanın bir yolu bulunmamaktadır(Halaburda et al., 2022).

Hash fonksiyonunun temel özelliği, çıktının herhangi bir girdi değişikliğine karşı son derece hassas olmasıdır. Örneğin, “hello” kelimesinin hash değeri ile “hello” kelimesinin hash değerleri birbirinden farklıdır. Bunun yanında hash fonksiyonunun tek yönlü olması, hash değerini bilerek mesajın içeriğine ulaşılmaması anlamına gelmektedir (Halaburda et al., 2022). Bitcoin, ABD Ulusal Güvenlik Ajansı tarafından tasarlanan bir şifreleme protokolü olan güvenli hash algoritmasının (Secure Hash Algorithm-SHA) 256 bit sürümünü kullanmaktadır. SHA-256¹³, Bitcoinde işlemleri ve blockchaini güvence altına alan dijital imzalar için kullanılmaktadır ve POW’un matematiksel probleminin temelini oluşturmaktadır (Guadamuz & Marsden, 2015; Nian & Kuo Chuen, 2015). SHA-256’nın enerji açısından verimsiz olması farklı kripto para birimlerinin farklı hash algoritmaları kullanmalarına neden olmuştur.

1.4.2.3 Dijital İmzalama

Bitcoin, kriptografik hash fonksiyonu ve dijital imzalar olmak üzere iki kriptografik tasarıma dayanmaktadır. Kriptografik hash fonksiyonu işlem verilerini güvence altına alırken dijital imzalar ilgili taraflar arasında ödeme talimatlarının değişimini sağlamaktadır. Dijital imzalar, alınan bir verinin gerçekten gönderildiği iddia edilen kaynaktan gelip gelmediği ve transfer sırasında herhangi bir dış müdahalenin olup olmadığını doğrulamak amacıyla kullanılmaktadır. Diğer bir deyişle verinin sahipliğini kanıtlamaktadır. Dijital imzaların kullanımı belirli özelliklere sahip kriptografik anahtarların oluşturulduğu (açık/genel/ortak ve özel) açık anahtar şifrelemesini (asimetrik şifreleme) içermektedir (Fantazzini et al., 2016; Usta & Doğantekin, 2019).

Bitcoinleri göndermek ve almak için kullanıcıların adres adı verilen alfanumerik bir koda ihtiyaçları bulunmaktadır. Diğer Bitcoin adreslerine ödeme gönderme yeteneği, bir açık ve bir özel anahtar içeren dijital imza tarafından kontrol edilmektedir (Fantazzini et al., 2016; Pinna et al., 2018). Standart açık-özel anahtar şifrelemesi, herkesin bir açık ve bununla ilişkili bir özel anahtar oluşturmasını sağlamaktadır. Açık anahtarla şifrelenen bir mesaj sadece ilgili özel anahtara sahip olan kişi tarafından çözülebilmektedir (Böhme et al., 2015). Ödeme yapan kişi, ödeme yapacağı bakiyeye ilişkin sahipliğini özel anahtar ile doğrularken ödeme yapılacak kişiyi, o kişinin açık anahtarı ile tanımlamaktadır. Açık anahtar e-posta adresine özel anahtar

¹³ SHA-256’dan başka, Scrypt, CryptoNight, HEFTY1, Quark ve Blake-256 gibi POW hashing algoritmaları da bulunmaktadır (Bhaskar & Kuo Chuen, 2015)

ise e-posta hesabına girebilmek için kullanılan şifreye benzetilebilir (Kaplanov, 2012; Luther & Olson, 2015).

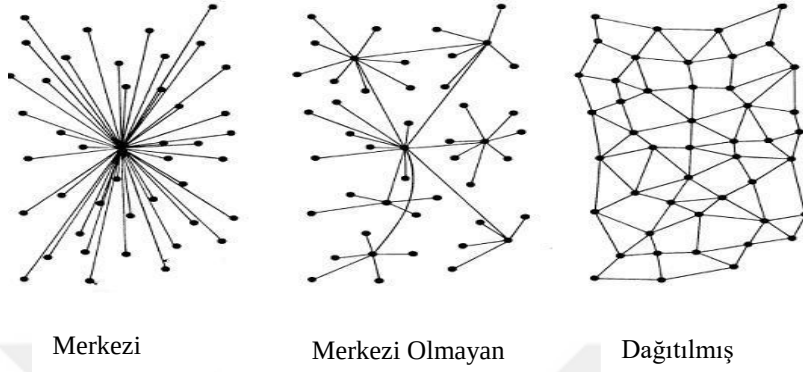
Dijital imzalar iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm özel anahtar kullanılarak bir işlemi/mesajı imzalamaya yönelik bir algoritmadır. İkinci bölüm ise herhangi birinin imzayı doğrulamasını sağlayan bir algoritmadır. Diğer bir deyişle dijital imza, imzalama ve doğrulama olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır (Antonopoulos, 2017). A kişisi B kişisine bir mesaj/ödeme göndermek istediğinde, hashing algoritması ile oluşturulan mesajın hash değerini özel anahtar ile şifreleyerek ek bilgi olarak mesaja ekler (bir dökümanın imzalanması gibi) ve mesajı B kişisine gönderir. B mesajı aldığı anda mesajın hash değerini oluşturur ve mesaja A tarafından eklenmiş şifreli hash değerini A'nın açık anahtarı ile çözümler. Kendi oluşturduğu hash değeri ve A'nın hash değeri aynı içeriğe sahipse ödeme tamamlanır. Hash değerleri farklılık gösteriyorsa, mesajı imzalayanın A kişisi olmadığı ya da transfer sırasında mesaja müdahale edildiği anlaşılır (Usta & Doğantekin, 2019). Dijital imzalar Bitcoinde üç amaca hizmet etmektedir; (i) kimlik doğrulama; alıcı mesajın özel anahtarın sahibi olan gönderenden geldiğini kanıtlayabilir, (ii) inkar edilemezlik; gönderen mesajı gönderdiğini inkar edemez (iii) bütünlük; işlemin imzalandıktan sonra hiç kimse tarafından değiştirilmediğini ve değiştirilemeyeceğini kanıtlar (Antonopoulos, 2017; Fantazzini et al., 2016).

1.4.2.4 Dağıtık Ağ

Blockchain merkezi olmayan eşler arası bir ağa dayalı dağıtılmış halka açık bir defter sistemidir. Şekil 1.7'den görüleceği üzere dağıtık ve merkezi olmayan kavramları birbirine yakın olmakla birlikte temelde farklı anlamlara sahiptir ve Bitcoinden önce de kullanılan sistemlerdir. Dağıtık ağ, işlevselliğin yayılmasıdır (Bitcoinde madencilik faaliyetinin birçok düğüm tarafından yerine getirilmesi gibi) ve tamamen merkezi olmayan bir yapıdadır. Bunun yanında merkezi olmayan sistem işlevlerin tek bir düğüme bağlı olmamasıdır ve ağın tamamen dağıtıldığı anlamına gelmemektedir. Diğer bir deyişle, dağıtık ağ aynı zamanda merkezi olmayan sistemi tanımlarken, merkezi olmayan sistem ağın tamamen dağıtılmış olduğunu göstermemektedir. Sadece merkezi olmayan bir yapıda birkaç düğümün havuz oluşturması ile işlevsellik yerine getirilebilirken, işlevlerin düğümlere tam olarak dağıtılması gerekmemektedir. Bu durumda ise havuz oluşturan birkaç düğümün bir araya gelerek ağa hükmetmesi ve merkezi bir yapıya benzer yapının ortaya çıkması riski bulunmaktadır. Hem dağıtık hem merkezi olmayan en eski uygulamalardan birisi *World Wide Web (www)* uygulamasıdır. Bu uygulamada kayıtlar birçok sunucuda tutulurken bu sunucuların bir merkezi

bulunmamaktadır. Böylece sunucuların küresel ağı yayılması nedeni ile herhangi bir sunucunun kapatılması durumunda sistem etkilenmemekte veya sunucuların sistemi ele geçirmesi mümkün olmamaktadır (Bhaskar & Kuo Chuen, 2015; Türün, 2016).

Şekil 1.7: Merkezi, Merkezi olmayan ve Dağıtılmış Sistemler



Blockchain sisteminde de hem merkezi olmayan hem de eşler arası dağıtık ağ yapısı transferlerin ve işlemlerin gerçekleştirilmesinde ve onaylanmasında üçüncü taraflara olan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır. Eşler arası ağda “eşler”, internet üzerinden birbirine bağlı bilgisayar sistemleridir. Ağda herhangi bir sunucu, merkezi servis veya hiyerarşi bulunmamakta, tüm eşler birbiri ile eşit ayrıcalığa sahip şekilde merkezi bir bilgisayardan koordinasyon gerekli olmadan ağ servisi sağlama yükünü paylaşmaktadır. Eşler arası ağ uygulamasını kullanan en bilinen ve başarılı uygulamalardan ikisi Napster ve BitTorrent’tir. Bu ağ sisteminde bir eş, bağlanacak diğer eşleri bulabildiği sürece herhangi bir merkezi başarısızlık olmadan ağ var olmaya devam etmektedir. Bu nedenle herhangi bir hükümetin, kuruluşun, işletmenin blockchain ağ yapısını kullanan Bitcoin’i tamamen durdurması ya da ortadan kaldırması mümkün olmamaktadır. Bununla birlikte bazı hükümetler değerini etkileyecek şekilde Bitcoin kullanımını yasadışı ilan etmişlersedeyse, küresel ölçekte internet tamamen kapatılmadığı sürece, doğası gereği küresel özellik gösteren Bitcoin’in değerinin, faydasının veya varlığının ortadan kaldırılması mümkün değildir (Antonopoulos, 2017; Barski & Wilmer, 2015).

1.4.2.5 Konsensüs Mekanizması

Blockchain’de işlemlerin aktarımı, doğrulanması ve depolanması, merkezi bir ağ yerine düğümlerden oluşan bir ağ aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Düğümlerin her biri her zaman birbiriyle tutarlı olması gereken blockchain’in (tam veya kısmi) bir kopyasını tutmaktadır (Vranken, 2017). Bu şekilde bilgisayar korsanlarının yararlanabileceği merkezi bir güvenlik

açığının önüne geçilirken, işlemlerin güvenliği ve değişmezliğine katkı sağlanmaktadır (Ølnes et al., 2017). Tüm düğümlerin tek bir defter üzerinde konsensüse varmaları için Bitcoin, Adam Back (Back, 2002)'in Hashcash POW algoritmasını kullanmaktadır. POW, çoğunluğun karar vermesi gerektiğinde temsilciyi belirleme sorununu çözmektedir (Nakamoto, 2008).

Şekil 1.8: Blok Yapısı

Sürüm	2000000
Önceki Bloğun Hash Değeri	17975b97c18ed1f7e255adf297599b55330edab87803c8170100000000000
Merkle Kökü	8a97295a2747b4f1a0b3948df3990344C0e19fa6b2b92b3a19c8e6badc1417
Zaman Damgası	358b0553
Zorluk Hedefi	535f0119
Nonce	48750833
İşlem Sayacı	63
İşlemler	

Kaynak:(Bhaskar & Kuo Chuen, 2015)

Dwork ve Naor (1992) tarafından, spam maillerin durdurulması amacıyla geliştirilen POW kısaca ağ düğümlerinin ağı güvenceye almak ve blockchaine yalnızca geçerli işlemleri eklemek için önceden tanımlanmış belirli koşulları karşılayacak matematiksel bir problemi çözmesi sürecidir. Diğer bir deyişle ağ düğümlerinin POW bulmaları gerekmektedir. POW algoritması ile düğümler blok içerisindeki bilgileri SHA-256 formatında hash çıktısına dönüştürmektedir. Yapılması normal şartlarda kolay olan bu işlem, oluşturulacak hash kodunun belirli standartları karşılaması ön koşulu nedeniyle zor ve maliyetli bir sürece dönüşmektedir. İstenen bu önkoşul üretilecek hash kodunun başında ağın zorluk hedefine göre değişen “n” sayıda 0 olması gerekliliğidir. POW’da çözülmesi gereken karmaşık matematik problemi olarak adlandırılan süreç, başında “n” sayıda 0 olan hash kodunun bulunmasıdır. Blok içerisindeki nonce hariç tüm veriler sabit olduğu için, hash kodu nonce adındaki farklı sayıların denenmesi yoluyla bulunmaktadır. Doğru hash kodu bulunduğunda, işlemin aynı kullanıcı tarafından daha önce harcanmamış Bitcoine dayalı olduğunun kanıtı olarak, bloğa bir zaman damgası eklenmektedir (Cocco et al., 2017; Crosby et al., 2016; Günen, 2021; B. Weber, 2016). Doğru hash kodunu ilk bulan madenci çözümü doğrulanması için ağa yayınlamaktadır. Hash kodu diğer düğümlerin çoğunluğu tarafından doğrulanmış işlemlerin bloğu ile birlikte blockchaine eklenmektedir. Doğrulanmış işlemlerle oluşturulan her bloğun blockchaine eklenmesi için gerçekleştirilen bu işlemler madencilik olarak adlandırılmaktadır. Bu şekilde güncellenen blockchain, tüm ağ üyeleri tarafından kopyalanarak ağdaki tüm işlem geçmişinin merkezi

olmayan bir kaydı şeklinde tutulmakta ve dağıtılmış konsensüs mekanizması ile veri bütünlüğü sağlanmaktadır (Ølnes et al., 2017; B. Weber, 2016).

1.4.2.6 Madencilik

Madencilik faaliyeti, yeni kripto paraların üretildiği ve yeni işlemlerin doğrulanarak tüm işlem geçmişini saklayan blockchaine eklendiği süreçtir. Bitcoin ağına bağlı ve uygun donanımına sahip her düğümün madencilik sürecine katılma hakkı bulunmaktadır. Madencilik faaliyetini yerine getiren düğümlere “madenci” adı verilmektedir. Madencilik faaliyeti, sistemin dağıtılmış günlük veri yapısındaki tutarsızlıklar gibi teknik sorunlara karşı korunmasını sağlamaktadır (Cocco et al., 2017; Kroll et al., 2013).

Kullanıcıların yaptığı her işlemin daha önce harcanmamış bir Bitcoine dayalı olduğu düğümler tarafından doğrulanmakta ve geçerli işlem ağı yayılarak blok oluşturulmaktadır. Bloğun geçerliliğinin ağ tarafından kabul edilebilmesi için madenciler zor ve önemli miktarda zaman ve hesaplama gücü gerektiren problemin çözümünü mümkün olan en kısa sürede bulmak için rekabet etmektedir. Problemi çözen ilk madenci, çözümü doğrulanması için ağı yayınlamaktadır. Problemin çözümü her ne kadar maliyetli olsa da (bilgisayar donanımı, elektrik ve zaman açısından), bloğun geçerliliğinin doğrulanması kolaydır. Doğrulanmış blok Blockchaine eklenmekte ve çözümü bulan madenci yeni çıkarılan sabit miktarda Bitcoin ve bloktaki işlemlere ait işlem ücretini kazanmaktadır. Madencilerin aldığı blok ödülü her dört yılda bir veya 210.000 blokta bir yarılanmaktadır. İlk aşamada 50 Bitcoin olan ödül, 28 Kasım 2012’de 25, 9 Temmuz 2016’da 12.5 ve 11 Mayıs 2020’de 6.25 Bitcoine düşmüştür. Nihai arzın %99’unun 2032’ye kadar çıkarılacağı ve 2140 da %100’e ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle Bitcoin madenciliği sırasında Bitcoin ihracı da yapılmaktadır. Maksimum çıkarılacak Bitcoin sayısı 21 milyona ayarlanmış olup, ödülün değeri para arzını kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bitcoin, değerini ve değeri için gerekli olan kıtlığını madencilik süreci ile elde etmektedir (Corbet et al., 2020; Polasik et al., 2015; Vranken, 2017). Bitcoin protokolü, Bitcoin ihracını düzenlemek ve blok oluşturma süresini sabit tutmak için (yaklaşık olarak 10 dk), çözülmesi gereken problemi zamanla daha da zorlaştırmaktadır. Bu durum, yeni madenciler ağı katıldıklarında veya madenciler bilgi işlem gücüne yatırım yaptıklarında ortaya çıkmaktadır (Ciaian et al., 2018; Cocco et al., 2017).

POW’un tamamlanması rastlantısal olduğundan, düğümleri madencilik için bilgi işlem gücüne yatırım yapmaya motive eden bir teşvik mekanizması bulunmaktadır. Madencilerin

ödülü kazanma olasılıkları sahip oldukları hesaplama gücü ile doğru orantılıdır. Bu nedenle madenciler, madencilik donanımının performansındaki gelişmelere ayak uydurmak zorunda kalmaktadır (Ciaian et al., 2018; Cocco et al., 2017; Vranken, 2017). Bitcoin madencilik ekipmanları hash oranı ve güç kullanımı olmak üzere iki faktör ile tanımlanmaktadır. Hashrate olarak gösterilen hash oranı, ekipmanın hızına atıf yaparken güç kullanımı donanımın verimliliği ile yakından ilgili olan işlem maliyetini belirlemektedir (Delgado-Mohatar et al., 2019). Bitcoinin ortaya çıkışından bu yana her biri belirli bir hash hızı ve güç tüketimi ile karakterize edilen, Merkezi İşlem Birimleri (CPUs), Grafik İşlem Birimleri (GPUs), Alanda Programlanabilir Kapı Dizisi (FPGAs) ve Uygulamaya Özel Tümlü Devre olmak üzere dört nesil madencilik donanımı ortaya çıkmıştır (Li & Wang, 2017). Madenciler arasındaki rekabet ve madencilik sürecinin artan zorluğu, bilgi işlem gücünün yükseltilmesi yanında madencilerin elektrik kullanımını ve dolaylı olarak maliyetlerini arttırmakta ve yeni madenciler için giriş engellerini de yükseltmektedir (Beer & Weber, 2015). Robleh vd. (2014), ek bir kişinin madencilik yapmasından ve blok başına işlem sayısında ki artıştan bağımsız olarak, madencilerin beklenen marjinal geliri beklenen marjinal maliyetlerini aştığı ölçüde, madencilik maliyetlerinin artabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bunun sebebi, dağıtılmış sistemlerin bilgisayar donanımına aşırı yatırım yapılmasını gerektiren negatif dışsallık içermesidir. Madencilerin marjinal gelirleri kullandıkları bilgi işlem gücü miktarında artarken, marjinal maliyetlerinin tüm ağdaki toplam hesaplama gücü miktarında artması negatif dışsallığı ortaya çıkartmaktadır.

Bitcoinin tasarım gereği sınırlı arza sahip olması nedeniyle uzun vadede madenciler için blok ödülü olarak teşvik sağlamak mümkün olmayacaktır. Ancak sistemin başarılı şekilde çalışması sistemdeki katılımcıların belirli şekillerde işbirliği yapacakları varsayımına dayanmaktadır. Bu varsayımın güvenli olup olmadığı ise katılımcılara sağlanacak teşviklerin onları işbirliğine ikna edip etmemesine bağlıdır (Kroll et al., 2013). Bu durumda işlem ücretlerinin madencilğin devam etmesi için teşvik oluşturması beklenmektedir. Şu anda madencilerin marjinal maliyeti merkezi ödeme sistemlerinin katlandığı maliyetlerden daha yüksek olmasına rağmen, ödül mekanizması nedeniyle transfer ücretleri daha düşüktür. Ancak madencilerin zaman içerisinde marjinal maliyetlerinde ki artış, madenci sayısında herhangi bir düşüş yaşanmazsa Bitcoinin düşük transfer ücreti avantajını yok edebilecektir (Robleh et al., 2014; Vranken, 2017). Bu durum madencilik yapacak düğümleri bulmayı zorlaştırarak, ödeme sistemi olarak Bitcoinin rekabet avantajını yitirmesine ve piyasa fiyatının düşmesine neden olabilecektir. Hayes (2017), madencilik yapıp yapmama kararını oluşturan değişkenleri şu şekilde dörde ayırmıştır; 1) Elektrik maliyeti 2) Elektrik maliyetinin ve enerji verimliliğinin bir

fonksiyonu olarak madencilik çabası başına enerji tüketimi 3) Bitcoinin fiyatı 4) Bitcoin algoritmasının zorluğu. Blok ödülü her dört yılda bir değiştiği için Hayes (2017) bu değişkeni listeye almamıştır.

POW konsensüs mekanizması yüksek enerji tüketimi nedeniyle çevresel sürdürülebilirliğine ilişkin endişeleri arttırmıştır. Guadamuz ve Marsden (2015), Bitcoinin enerji tüketiminin, karbon ayak izi ve diğer çevre sorunları hakkında soru işaretleri ortaya çıkardığını belirtmiştir. O'Dwyer ve Malone (2014), Bitcoin madenciliği için 2014 yılında kullanılan gücün İrlanda'nın elektrik tüketimi ile karşılaştırılabilir olduğunu öne sürmüşlerdir. Yine 2019 yılı ABD Enerji Bilgi İdaresi'nin (U.S. Energy Information Administration) ülke verilerine dayanarak Cambridge Üniversitesi tarafından yapılan karşılaştırmaya göre; Bitcoinin enerji tüketimi Finlandiya ve Belçika'dan yüksekken, Filipinler ve Kazakistan'a çok yakındır (University of Cambridge, 2020). POW konsensüs mekanizmasının, enerji verimsizliği, sürekli artan maliyetleri ve yavaş olan işlem hızı PoS (proof of stake-hisse kanıtı), PoC (proof of capacity – kapasite kanıtı), PoT (proof of time – zaman kanıtı) gibi yeni konsensüs mekanizmalarının geliştirilmesine neden olmuştur. Hala devam eden bir tartışma olsa da çoğu kişi PoS mekanizmasının uzun vadeli bir sürdürülebilirlik sağlayacağına inanmaktadır. Örneğin Czarnek (2014), PoS konsensüs mekanizması kullanan Nxt ağı ile POW kullanan Bitcoin ağını enerji ve maliyet verimliliği açısından karşılaştırmış ve Nxt ağının çok daha yüksek bir verimliliğe sahip olduğunu belirtmiştir (Cocco et al., 2017). Diğer yandan Gandotra, Racicot ve Rahimzadeh (2019), alternatif konsensüs mekanizmaları daha az enerji tüketse de güvenlik protokolleriyle ilgili bazı endişelerin olduğunu ve POW'un asıl avantajının çifte harcama problemi ile ilgili sağladığı güvenlik olduğunu belirtmişlerdir.

POW mekanizması zaman, elektrik ve donanım açısından madencilere yüklediği yüksek maliyetleri ile blokların içeriğini güvenceye alırken blockchainin değişmezliğini sağlamaktadır. Herhangi bir bloğun içeriğinin değiştirilmesi, bloğun hash kodunu değiştireceğinden sonraki bloklarla sahip olduğu hash zinciri kırılacaktır. Bloğun içeriğinin değiştirildiğinin düğümler tarafından fark edilmemesi için, kötü niyetli düğümün ya aynı hash kodunu veren yeni bir nonce değeri hesaplaması ya da sonraki tüm blokların POW'unu yeniden yaparak dürüst düğümleri aşması gerekmektedir. Yeni bir nonce değeri hesaplamak neredeyse imkansız iken sonraki blokların içeriğini değiştirmek çok yüksek maliyetlere katlanmayı gerektirmektedir. Madenciliğin maliyeti blok ödülü ile doğru orantılı arttığından Bitcoinin fiyatının yükselmesi blockchaini daha güvenli hale getirmektedir (Halaburda et al., 2022). Bu durum blockchainin kurcalamaya karşı dayanıklı olmasını sağlamaktadır.

Bitcoin, ağıın bilgi işlem gücü çoğunluğunun, dürüst düğümler tarafından kontrol edildiği varsayımına dayanmaktadır. Dürüst düğümler çoğunluğu sağladığı sürece en uzun zinciri oluşturarak saldırganları geride bırakabilecektir (Nakamoto, 2008). Diğer bir deyişle kötü niyetli bir saldırgan, ağıın %50 hesaplama gücünü aşmadığı sürece blockchain kurcalamaya karşı dayanıklı yapısını koruyacaktır. Nakamoto (2008), saldırganın başarılı olması durumunda eline geçen fırsatı ya yaptığı ödemeleri geri alarak ya da yeni Bitcoin üreterek değerlendireceğini belirtmiştir. Bunun yanında Becker vd. (2013), %51’lik saldırının kazanç sağlamak yanında sistemi yok etmek amacıyla da olabileceğini belirtmişlerdir. Saldırganın sistemi manipüle ederek kullanıcıların güvenini sarsmasının Bitcoinin fiyatlarını devalüe edebileceğini öne sürmüşlerdir.

1.4.2.7 En Uzun Zincir

Blockchainin dağıtık eşler arası ağ yapısı, nadiren de olsa iki veya daha fazla madencinin hemen hemen aynı anda geçerli iki veya daha fazla blok oluşturmaya neden olmaktadır. Bu durumda farklı madencilerin farklı blokları doğrulaması ile farklı blockchain sürümleri ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan, bloğun ağ üzerinde paylaşılması için geçen süre bloğun boyutuna göre değişiklik gösterdiğinden, bazen daha çok işlem içeren bloklar ağda daha yavaş yayıldığı için de iki farklı sürüm ortaya çıkabilmektedir (Robleh et al., 2014). Bu durum çatallanma (fork) olarak adlandırılmaktadır. Bu iki sürümden hangisinin geçerli olacağı, zincirlerin uzama hızına göre belirlenmektedir. Bir sonraki blok için POW bulunduğunda, sürümlerden biri bozulmakta ve diğer sürümü kabul eden madencilerde en uzun sürüme geçmektedir. En uzun zincir, geçerli sürüm olmanın yanında en büyük bilgi işlem gücüne sahip düğümler tarafından oluşturulduğunu da kanıtlamaktadır (Nakamoto, 2008). Bitcoin ağıında, POW’u bulunan bloklar ağa yayılıp doğrulandığında aşağıdaki üç durumdan birisi ortaya çıkmaktadır (Usta & Doğanekin, 2019);

1. Blok en uzun blockchain sürümüne eklenir.
2. Çatallaşma meydana gelir.
3. Yetim (orphan) blok ortaya çıkar.

Söz konusu üç olasılıktan birincisi madencilik sürecinin olağan işleyiştir. Üçüncü olasılık olan yetim bloklar, iki blockchain sürümü ortaya çıktığında kısa kalan zincir sürümündeki diğer bir deyişle düğümler tarafından terkedilen blockchain sürümündeki bloklara verilen addır. Bu durumda kazara oluşan çatallanma sona ermiş ve ağ tek bir blockchain sürümü

üzerinde konsensüse varmıştır. Blockchain yapılarında çatallanma görülme sıklığı blok oluşturma zamanına göre farklılık göstermektedir. Örneğin, Bitcoin blockchaininde haftada bir tek blokluk çatallanma görülürken blok oluşturma süresi daha az olan Litecoininde daha sık çatallanmaya rastlanmaktadır (Usta & Doğantekin, 2019).

1.4.2.8 Çatallanma (Fork)

Blockchain de iki farklı sürüm oluştuğunda, iki sürüm de ayrı blockchainler olarak yoluna devam edebilmektedir. Bu durum kasıtlı olarak yapılan çatallanmadır. Bu tür çatallanma blockchain topluluğunda kurallarla ilgili ortaya çıkan anlaşmazlıklar nedeniyle olmaktadır. Çatallanma, geçici ve kalıcı olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir (Islam et al., 2019).

Yumuşak çatallanma (soft fork) geçici çatallanmadır. Bu tür çatallanma blockchain protokolünün geliştirilmesine, iyileştirilmesine yönelik yapılan güncelleştirmelerdir. Yapılan güncelleştirme geriye dönük uyumluluk sağlamaktadır. Bu durumda kullanıcıların yapılan güncelleştirmeyi kabul edip etmeyecekleri konusunda herhangi bir zorunluluk bulunmamaktadır. Yumuşak çatallanma sırasında iki zincirden orijinal olanı, hem güncellemeyi yükleyen hem de yüklemeyen düğümlerden gelen blokları kabul ederken diğeri sadece güncelleme yapan düğümlerin bloklarını kabul etmektedir (Islam et al., 2019). Yumuşak çatallanmaya en iyi örnek, Bitcoin blok boyutunun yükseltilmesi amacıyla yapılan Segregated Witness güncellemesidir.

Sert çatallanma (hard fork) kalıcı çatallanmadır. Bu tür çatallanma blockchaininde geriye dönük uyumsuzdur ve iki farklı blockchainin oluşmasına neden olmaktadır. Sert çatallanma kısaca, protokolde meydana gelen radikal değişimlerdir. Bu durumda çatallanma tarihinden itibaren önceki sürümden farklı bir blockchain sürümünü tüm katılımcı düğümlerin yükseltmesi gerekmektedir. Bu durumda iki farklı blockchain ağı farklı kurallarla çalışmaya devam etmektedir (Chohan, 2019). Örneğin 2017 yılında Bitcoinin hızını ve ödül mekanizmasını iyileştirmek amacıyla gerçekleşen sert çatallanma sonucunda Bitcoin Cash ortaya çıkmıştır.

2. BÖLÜM

BİTCOİN

Çalışmanın bu bölümünde, genel olarak kripto varlık piyasası açıklandıktan sonra Bitcoin ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu amaçla Bitcoin sistemi, para olarak, yatırım aracı olarak, emtia olarak Bitcoin üzerine literatürde öne sürülen görüşler ve Türkiye’de kripto varlıkların durumuna değinilmiştir.

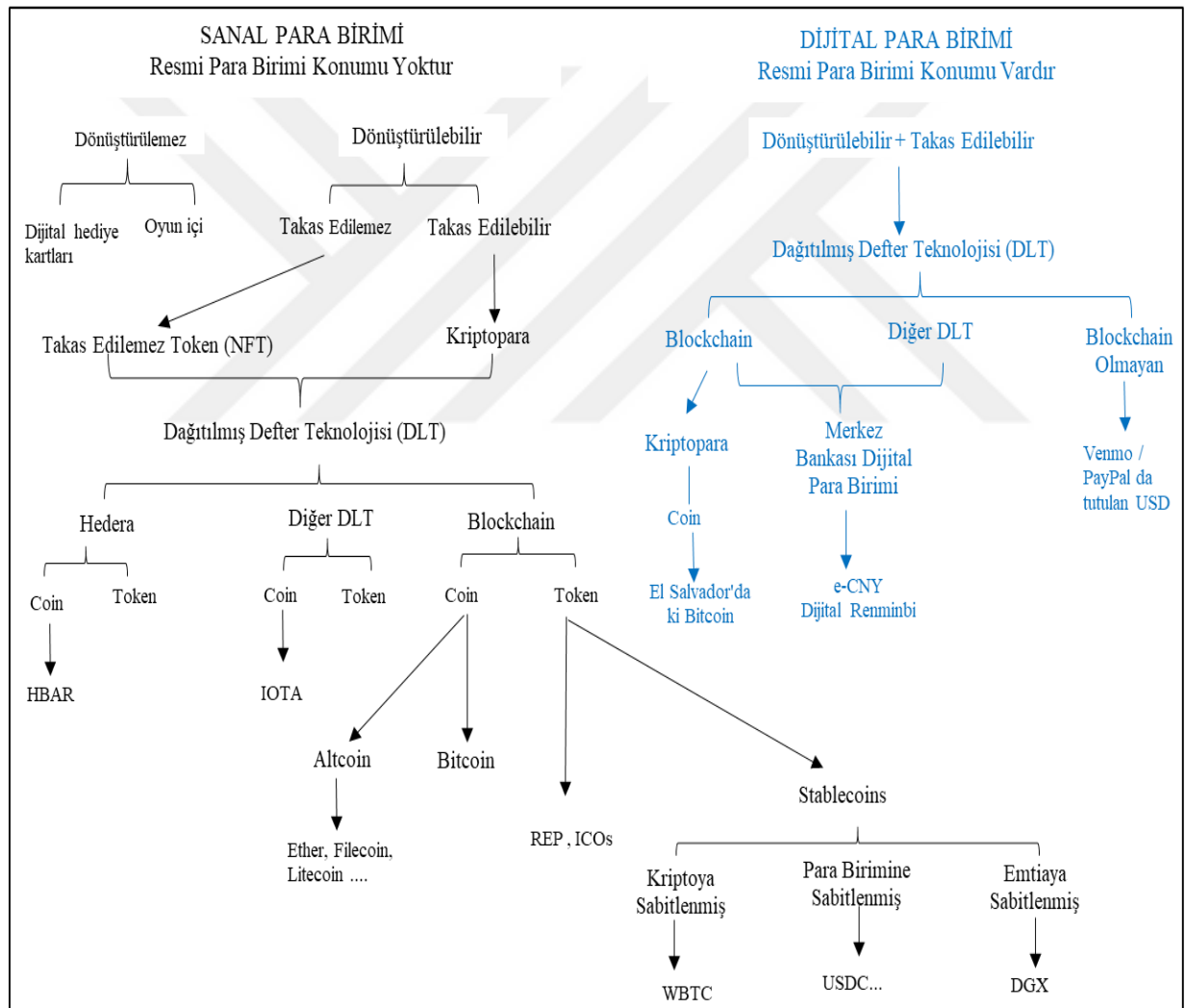
2.1 Kripto Varlıkların Sınıflandırılması

Bitcoinin 2008 yılında ortaya çıkması ile yaygınlaşan kripto para birimleri Corbet vd. (2020)’nin öngördüğü ve Fry ve Cheah (2016)’nın ampirik olarak kanıtladığı gibi son 14 yıl içerisinde piyasaya dahil olan yeni tür varlıklarla her geçen gün artan bir rekabet yaşamaktadır. Blockchain teknolojisinde yaşanan gelişmelerle birlikte ortaya çıkan bu meşru rakipler, kripto varlıklar olarak adlandırılan yeni bir varlık sınıfının ortaya çıkmasını sağlamış ve kripto varlıklar niş bir piyasadan uluslararası finans topluluğunun ve düzenleyicilerin ilgilendiği bir platforma taşınmıştır (A. Ferreira & Sandner, 2021). Şubat 2022 itibariyle sayısı 10.397’ye ulaşan (Best, 2022) kripto varlıklarla ilgili halen ortak bir tanım bulunmasada karar vericiler birbirine yakın tanımlar yapmıştır.

Avrupa Menkul Kıymetler ve Piyasalar Otoritesi’ne (ESMA-European Securities and Markets Authority) göre kripto varlıklar, *“temelde kriptografiye ve dağıtılmış defter teknolojisine (DLT) dayanan bir tür özel varlıktır”* (ESMA, 2019). EBA ve Uluslararası Menkul Kıymet Düzenleyicileri Platformu (IOSCO-International Organization of Securities Commissions) kripto varlığı, *“algılanan değerinin veya içsel değerinin bir parçası olarak temelde kriptografiye ve DLT’ye dayanan bir tür özel varlıktır”* şeklinde tanımlamışlardır (EBA, 2019; OICV-IOSCO, 2020). ECB’ye göre kripto varlık, *“dijital biçimde kaydedilen ve herhangi bir tanımlanabilir varlık üzerinde bir malik hak talebini veya yükümlülüğü temsil etmeyen kriptografi kullanımıyla etkinleştirilen yeni bir varlık türüdür”* (ECB, 2019). Son olarak ECON’a göre ise kripto varlık *“kriptografi ile güvence altına alınmış bir tür dijital dağıtılmış deftere kaydedilen, bir merkez bankası veya kamu otoritesi tarafından ihraç edilmeyen veya teminat verilmeyen, değişim aracı olarak ve/veya yatırım amacıyla ve/veya bir mal ve hizmete erişmek için kullanılabilecek özel bir dijital varlıktır”* (Houben & Snyers, 2020).

Kripto varlık piyasası birbirinden farklı türde ve özellikte varlıklar içermesine rağmen bu varlıklar genellikle “kripto para” kavramı altında incelenmektedir. 2015 yılında Ethereum blockchaininin “akıllı sözleşme” kavramına işlerlik kazandırması sonucunda özellikle 2017 yılından itibaren kripto varlık piyasası yeni tür varlıklarla hızla büyümüştür. Houben ve Snyers (2020) ECON komitesi tarafından talep edilen raporda, mevcut platformlarda ihraç edilen “token” sayısındaki artışın yanında “stablecoin”lerin ve “merkez bankası dijital para birimleri”nin ortaya çıkması ile “kripto para birimi” teriminin “kripto varlıklar”¹⁴ terimine dönüştüğünü belirtmişlerdir (Houben & Snyers, 2020).

Şekil 2.1: Dijital Varlıklar



Kaynak:(Goldman & Kumar, 2021)

¹⁴“Kripto Varlıklar” teriminin her geçen gün yaygınlaşan kullanımına rağmen, bazı veya tüm kripto varlık türlerini, sanal para birimleri, coinler, dijital para birimleri ya da dijital varlıklar olarak adlandıran yasal metinler ve politika belgeleri bulunmaktadır (Houben & Snyers, 2020).

Şekil 2.1’den de görüldüğü gibi Goldman ve Kumar (2021) dijital varlıkları, dijital para birimleri ve sanal para birimleri olarak ikiye ayırmıştır. Bitcoin gibi merkezi olmayan DLT’ye dayanan varlıklar sanal para birimi, merkezi DLT’ye dayanan varlıklar ise dijital para birimi altında sınıflandırılmıştır. Konvertibl sanal para birimleri, takas edilemez NFT ve takas edilebilir kripto paralar olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

Takas edilebilirlik, bir varlığın bir biriminin aynı varlığın diğer birimleri ile değiştirilebilir olmasıdır. Bu tür varlıkların iki temel özelliği; (i) yalnızca miktar önemli olduğundan aynı türden değiştirilebilir varlıkların birimlerinin ayırt edilemez olmasıdır (ii) herhangi bir miktar değiştirilebileceğinden ve daha büyük veya küçük miktara bölünebileceğinden, diğerlerinden ayırt edilemez olmasıdır. Örneğin, verilen 100 TL’lik borcu aynı 100 TL’lik banknot ile veya başka bir 100 TL’lik banknot veya 100 TL değerinde çeşitli banknotlar halinde geri almak önemli değildir (Voshmgir, 2020). Takas edilemezlik ise, her birimin eşsiz ve diğer birimlerden farklı olması durumudur. Örneğin herhangi bir müsabakayı izlemek için alınan bilet belirli bir lokasyonu belirttiği için takas edilemezdir. Bu nedenle takas edilemez varlıklar, daha küçük veya büyük miktarlara bölünemeyen, sahibine aynı hakları vermeyen ve birbirinden ayırt edilebilen varlıklardır.

Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi ve Türk Dil Kurumu’nun ortak çalışmaları sonucunda “Nitelikli Fikri Tapu” (Dijital Dönüşüm Ofisi, 2022) olarak türkçeleştirilen NFT, Ethereum blockchaini üzerinde geliştirilen ve birbirine benzemeyen eşsiz özellikteki varlıklardır. Örneğin, gerçek dünyada ünlü bir ressamın orijinal tablosu ile kopyalarının aynı özellikte olmaması gibi NFT’ler de benzersiz özelliktedir. Bir devlet tarafından “sanat eseri” olarak tescil edilen ilk ve tek NFT, Mustafa Kemal Atatürk’ün imzalı bir fotoğrafı olmuştur (Karaman, 2022a).

DLT’nin en bilinen örneği olan blockchainin sahip olduğu kısıtlar (ölçeklenebilirlik, işlem süreleri gibi) geliştirilmiş yeni özelliklere sahip, yeni defter teknolojilerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu teknolojilerden biri olan Hedera hızlı, adil ve güvenli hashgraph konsensüs mekanizmasını kullanan tamamen açık kaynaklı¹⁵, halka açık dağıtılmış bir defterdir (Hedera, 2017). HBAR, Hedera platformunda uygulamalara erişim sağlamak, uygulama geliştirmek gibi amaçlarla kullanılan ağın kripto para birimidir.

¹⁵Leemon Baird tarafından geliştirilen hashgraph konsensüs mekanizması, Hedera’nın haklarını satın alması ile açık kaynak kodlu hale getirilmiştir (Thibaud, 2022)

IOTA, kurcalamaya dayanıklı veriler, hassas mikro işlemler ve düşük kaynak ihtiyacı ile “nesnelerin interneti” için oluşturulmuş ilk dağıtılmış defterdir. IOTA aynı zamanda MIOTA ismi ile de adlandırılan kripto para birimidir. Madenciliğin ve blokların olmadığı IOTA platformu, blockchainin ölçeklenebilirlik ve yüksek maliyet kısıtlarına çözüm sunmaktadır. IOTA, verilerin değiştirilemez ve tahrif edilemez şekilde kaydedilmesini sağlayan Tangle ağına dayanmaktadır. Tangle, sorunsuz veri ve değer aktarımı için tasarlanmış, açık, ücretsiz ve ölçeklenebilir dağıtılmış defterdir (IOTA, 2016).

2.2 Kripto Varlık Türleri

Genel olarak sanal para birimlerinin bir alt kategorisi olarak sınıflandırılan kripto para birimlerinin ilk başarılı örneği Bitcoin'dir. Bitcoin yazılımı, isteyen herkesin üzerinde değişiklik yapabilmesi ve kodu geliştirebilmesi amacıyla açık kaynak kodlu olarak sunulmuştur. Bu durum, bir yandan orijinal kodun geliştirilmesi ile kripto para teknolojisinde daha fazla yeniliğe yol açarken (Ong et al., 2015) diğer yandan birçok alternatif kripto paranın ortaya çıkmasını sağlamıştır. Özellikle 2013 yılı sonlarında Bitcoin fiyatında yaşanan yükseliş sonrası 2017 yılına kadar kripto para sayısında önemli bir artış gerçekleşmiştir (Halaburda et al., 2022). 2017 yılından günümüze varan süreçte ise token olarak adlandırılan yeni tür varlıklar piyasaya sürülmüş ve sürülmeye devam etmektedir. Cong ve Xiao (2021)'a göre, kripto para birimlerinde ve token tabanlı finansmanda yaşanan olağanüstü büyüme (ve gerileme), SEC'in (ABD Menkul Değerler ve Döviz Komisyonu) KIN Vakfı ve Telegram'a açtığı davalar, Temsilciler Meclisi'nde (House of Representatives) Libra ile ilgili ifade verilmesi ve Çin'in blockchain tabanlı ulusal dijital para birimi DCPE'yi (Digital Currency Electronic Payment) tanıtmaya gibi kripto varlık piyasasında yaşanan önemli gelişmelerden etkilenmektedir.

Kripto varlık piyasasının gelişmesine paralel olarak piyasaya dahil olan yeni tür varlıklar, genel kabul görmüş bir varlık sınıflandırmasının yapılamamasına, yapılan sınıflandırmaların da zaman içerisinde geçersiz hale gelmesine neden olmaktadır. Bu durum ise kavram karmaşası doğururken farklı varlıkların aynı isimle anılmasına yol açmaktadır. Günümüzde kripto varlıklar genel olarak aşağıdaki iki kategoriden birisi kapsamında değerlendirilmektedir.

1. Coinler
2. Tokenlar

2.2.1 Coinler

Coinler, Bitcoin ve alternatif coinler'den (altcoin) oluşmaktadır. Bitcoin ortaya çıktıktan yaklaşık olarak üç yıl sonra 18 Nisan 2011 tarihinde ilk altcoin olan Namecoin piyasaya sürülmüş ve özellikle 2013 yılında 66 olan altcoin sayısı, 2017 yılında 1335'e yükselmiştir (Best, 2022). Merwe (2021), alternatif kripto paraların ortaya çıkma nedenlerini şu şekilde açıklamıştır:

- (i) Bitcoin yazılımının açık kaynak kodlu olması,
- (ii) Kripto piyasasının nispeten düzensiz olması nedeniyle giriş engellerinin düşük olması,
- (iii) Bitcoinin yapısından kaynaklanan, ölçeklenebilirlik, madencilik maliyeti, iyileştirmeleri zorlaştıran yönetim yapısı gibi kısıtların ortadan kaldırılmasının istenmesidir.

Bu doğrultuda yapılan çalışmaların sonucunda Litecoin, Dash, Ethereum gibi Bitcoinin sahip olduğu özellikleri geliştiren ya da yeni özellikler sunan altcoinler geliştirilmiştir. Örneğin Litecoin daha kısa işlem süresi, Dash daha iyi mahremiyet koruması sunarken Ethereum akıllı sözleşmelerin yürütülmesini sağlayan bir platform olmuştur (Ciaian et al., 2018). Bununla birlikte farklı özellikler geliştiremeyen çoğu altcoin piyasada tutunamamıştır. ElBahrawy vd. (2017), 2014 yılından itibaren altcoinlerin aylık piyasaya çıkma ve piyasadaki silinme oranlarının çok benzer olduğunu ve bunun her hafta 7 altcoinin piyasaya sürülmesi ve aynı sayıda altcoinin yok olması anlamına geldiğini belirtmişlerdir. Diğer yandan piyasaya sürüldüğü dönemde beklenen talebi göremeyip daha sonra tekrar piyasa değeri yükselen Dogecoin örneği de bulunmaktadır. 2022 Eylül ayı itibari ile Dogecoin, piyasa değeri en yüksek ilk 10 kripto varlık arasında yer almaktadır (Coinmarketcap, 2022).

2.2.2 Tokenlar

Genellikle birbiri yerine kullanılan coin ve token kavramları, farklı tür varlıkları ifade etmektedir. En temel ifade ile coin, Bitcoin veya Ethereum (Ether) gibi bağımsız blockchaine sahip kripto para birimi iken token başka bir coinin blockchaini üzerinde çalışan varlıklardır. Örneğin Ether, Ethereum blockchaininin coin iken AXS, SAND, USDT gibi tokenlar Ethereum blockchaini üzerine inşa edilen tokenlardır.

Tokenlar, akıllı sözleşmeler aracılığı ile çok çeşitli özellikte işlevi destekleyen Ethereum blockchaini üzerinde 2017 yılında yaygınlaşmaya başlamıştır. Tokenlar, Bitcoinin teknik

yönlerini geliştirme amacıyla piyasaya sürülen altcoinlerin aksine işlem ücretleri (Binance coin), sürdürülebilir enerji projeleri için para toplama (Sustainable Energy Token) gibi daha spesifik amaçlarla çıkarılmaktadır. Herhangi bir coin bağımsız bir blockchaini gerektirirken token Ethereum, Neo gibi var olan bir blockchain üzerine inşa edilmektedir. Diğer bir deyişle sistemin işleyişi, güvenliği gibi konularla coin ağı ilgilenirken token geliştiriciler sadece token projesine odaklanabilmektedir. Bunun karşılığında token geliştiriciler tokenın işlevselliğine olanak sağlayan akıllı sözleşmenin yürütülebilmesi için inşa edildiği blockchainin coinine ihtiyaç duymaktadır. Bu şekilde tokenın büyümesi ile elde edilen kazanç sadece token sahiplerine değil, blockchainin işleyişinden sorumlu coin sahiplerine de dağıtılmaktadır. Bu nedenle coinin oluşturulması önemli düzeyde kaynak ve beceri gerektirirken tokenlar nispeten daha kolay oluşturulmaktadır (Corbet et al., 2019; Halaburda et al., 2022; H. Kumar, 2022).

Şekil 2.1’de görülen farklı kripto varlıklar kısaca açıklanacak olursa;

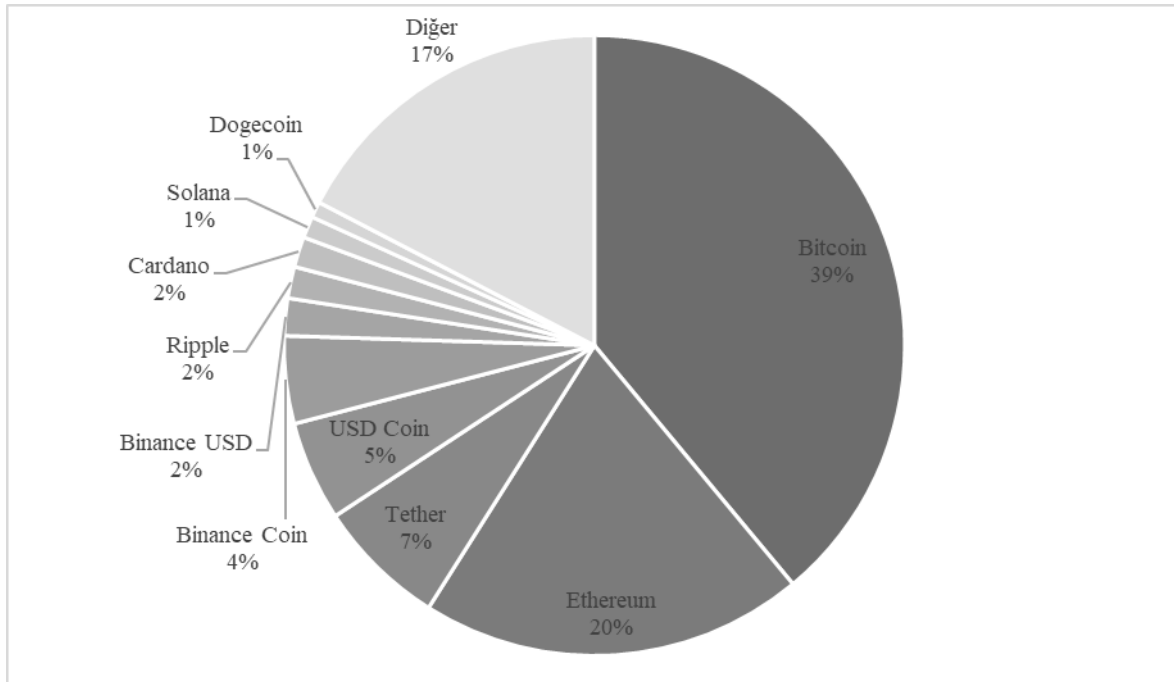
Rep (Augur): Augur, Ethereum üzerinde inşa edilen, 2018 yılında piyasaya sürülen güvenilir, merkezi olmayan bir tahmin piyasası platformudur. Augur protokolü, mevcut merkezi tahmin piyasalarının içerdiği risk ve sınırlamaları, güvenilir üçüncü taraf bir aracıya ihtiyaç duymadan çözmeyi amaçlamaktadır. Augur gerçek dünya bilgilerinin blockchaine taşınmasına öncülük eden dünyanın merkezi olmayan ilk tahmin platformudur. REP, augur sisteminin tokenıdır (Peterson et al., 2018).

ICO: Kripto varlıklar için ilk halka arz (IPO) anlamına gelen ilk coin arzı (ICO – Initial Coin Offerings) kısaca piyasaya sürülecek yeni projeleri fonlama yöntemidir. Adhami, Giudici ve Martinazzi (2018) ICO’yu, “Kuruluşlar, şirketler ve girişimciler tarafından internette satılabilecek veya gelecekte ürün veya hizmet ve zaman zaman kar elde etmek için kullanılabilecek bir “token” karşılığında kripto para birimleri aracılığıyla para toplamak için organize edilen açık fon çağrıları” olarak tanımlamışlardır. Yöntem için ilk kullanılan terim ICO olmasına rağmen “token” kavramı yaygınlaştıkça ITOs (Initial Token Offerings) ve daha spesifik durumlar için STOs (Security Token Offerings) terimleri de kullanılmaya başlamıştır (Adhami et al., 2018). ICO genellikle herhangi bir borsada işlem görmeye başlamadan önce, yatırımcılara token satın alma olanağı tanıyan erken aşama finansmanıdır. Tokenlar sadece Bitcoin, Ether gibi kripto para birimleri ile alınabilmekte ve yine bu coinler aracılığı ile itibari paraya dönüştürülebilmektedir. ICO’lar yazılım mühendisleri, bilgisayar uzmanları gibi proje ekibine finansman sağlamak, hızlı bir şekilde para toplamak ve proje için talep tahmini yapmak gibi amaçlarla kullanılmaktadır (Daskalakis & Georgitseas, 2020; Halaburda et al., 2022).

Stablecoin: Stablecoinler, değeri belirli bir varlığın değerine bağlanmış bir token türüdür. Finansal İstikrar Kurulu (2022) (FSB-Financial Stability Board) stablecoinleri, “belirli bir varlığa veya varlık sepetine göre istikrarlı bir değer sağlamayı ve desteklenmeyen kripto varlıkların yüksek volatilitesine kıyasla istikrar sağlamayı amaçlayan bir kripto varlık kategorisi” olarak tanımlamıştır. Bu token türü, diğer kripto varlıkların yüksek volatilitesine çözüm olması amacıyla piyasaya sürülmüştür. Bu nedenle stablecoinlerin günlük işlemler için ödeme aracı, değer depolama aracı veya kripto para piyasalarının değeri düştüğünde bir güvenlik aracı olarak kullanılabileceği düşünülmektedir (Daskalakis & Georgitseas, 2020). Değeri itibari para birimine, emtiaya ve görece daha istikrarlı olan kripto para birimine sabitlenmiş üç tür stablecoin bulunmaktadır.

Bir kripto varlığın ve bu kripto varlık ile ilişkili blockchainin başarısı, kripto varlığı kullanan katılımcılardan ve diğer aktif katılımcılardan (madenciler gibi blockchainin işlerliğini devam ettirmek amacıyla gerekli maliyetleri yüklenen) yeterli talebin oluşturulabilmesine bağlıdır. Bununla birlikte piyasa değeri, işlem hacmi, büyük borsalara kote olabilmesi gibi etkenlerde kripto varlığın başarı düzeyi hakkında bilgi vermektedir (Halaburda et al., 2022; Merwe, 2021).

Şekil 2.2: Kripto Varlıkların Piyasa Değerleri



Kaynak:(Coinmarketcap, 2022)

Şekil 2.2, Eylül 2022 itibari ile kripto varlıkların piyasa değerlerini göstermektedir. Şekil 2.2’den de görüldüğü gibi Bitcoin hala tüm kripto varlıklar arasında en yüksek piyasa değerine sahip kripto para birimidir.

2.3 Bitcoin

Bitcoin, çevrimiçi ödemelerin herhangi bir finansal kuruluşa gerek olmaksızın doğrudan bir taraftan diğerine gönderilmesine olanak sağlayan, güven yerine kriptografik kanıta dayanan, tamamıyla eşler arası ve birbirinden ayrılmaz özellikte hem elektronik para hem de ödeme sistemidir (Balcılar et al., 2017; Nakamoto, 2008; Polasik et al., 2015). Eşler arası özellik Bitcoinin, yeni para birimlerinin ihracında/yaratılmasında, işlemlerinin onaylanmasında herhangi bir merkezi kişi ya da kuruma bağlı olmamasını sağlamaktadır. Bitcoinin değeri herhangi bir ülke ekonomisi, değerli metal veya fiziksel ürün yerine algoritmanın güvenliğine ve işlemlerin izlenebilirliğine dayanmaktadır (Platanakis & Urquhart, 2019). Dağıtık ağ yapısı yanında işlemlerin geri döndürülemez ve anonim olması, Bitcoinin genellikle nakit para ile kıyaslanmasına ve nakite alternatif olarak değerlendirilmesine neden olmaktadır (Decker & Wattenhofer, 2013; B. Weber, 2016).

Bitcoin, fiziksel ya da somut bir temsili olmayan, bir tarafın sadece belirli bir miktarda Bitcoine sahip olduğunu kanıtlayan mülkiyetin bir temsilidir (Walch, 2015). Ayrıca Bitcoin dijital para ekosisteminin temelini oluşturan kavram ve teknolojiler topluluğunu da temsil etmektedir (Antonopoulos, 2017). Bu nedenle Bitcoin kelimesi bağlama göre Bitcoin ekosistemindeki;

- Dağıtılmış veri tabanının oluşturulması, işlemlerin birleştirilmesi, geçerli bir işlemi nelerin meydana getirdiği gibi prosedürleri tanımlayan protokole
- Düğümlerin bağlandığı eşler arası ağa (network)
- BTC ya da XBT olarak gösterilen hesap birimi / para birimine karşılık gelebilmektedir (Decker & Wattenhofer, 2013; Franco, 2015).

Tüm bu özellikleri ile Bitcoin, para birimini, işleyişinden sorumlu matematiksel mekanizmaları ve eşler arası ağı bütünleştirmektedir (Polasik et al., 2015). Eşler arası ağ, transferlerin kullanıcılar arasında herhangi bir aracıya gerek olmadan doğrudan aktarılması yanında kullanıcıların işlemleri anonim olarak gerçekleştirmesini sağlamakta ve işlem maliyetlerini de azaltmaktadır.

Finansal sistem, para birimleri, ödeme sistemleri 1600'lü yıllarda kurulan İsveç Stockholm Banco ve Bank of England'dan beri yaklaşık 350 yıldır ulusal hükümetler ve merkez bankaları aracılığı ile merkezi olarak yönetilmektedir (Kelly, 2015). Her ne kadar günümüzde işlemlerin büyük çoğunluğu kredi kartı, internet bankacılığı vb. gibi hizmetlerle internet üzerinden ve nakit taşımaya gerek olmadan yapılsa da, temelde bütün hizmetler üçüncü taraflar aracılığı ile merkezi olarak yürütülmektedir. Bu durum işleme dahil olan tüm araçlara ödenen ücretler ile maliyetleri arttırırken paylaşılan bilgiler nedeniyle de kişisel gizliliği ortadan kaldırmaktadır. Özellikle işlemlerin uluslararası olarak yapılması sözü geçen araçları ve dolaylı olarak da maliyetleri daha da arttırmaktadır. Örneğin bir kişinin alacağı kahveyi kredi kartı ile ödemesi durumunda satın alma işlemine kahvenin alındığı cafe ile birlikte 8 farklı kuruluş dahil olmakta ve bu kuruluşlardan 5'i karttaki kimlik bilgilerine erişim hakkına sahip olmaktadır. Böyle bir işlemde en büyük pay bankaların olmak üzere her kuruluşun talep ettiği pay ile yaklaşık olarak %1 ile %3 arasında değişen işlem ücreti ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında kahve alım işlemi başka bir ülkede yapıldığında döviz araçlarının da işleme katılması ile aracı kuruluş sayısı artarken işlem ücreti de yükselmektedir. Tek bir işlem bazında bakıldığında düşük görünen bu rakamlar, küresel ekonomi açısından değerlendirildiğinde çok yüksek tutarlara ulaşmaktadır. Örneğin 2013 yılında Visa ve MasterCard'ın yapmış olduğu 11 trilyon dolarlık işlemlerin %2 işlem ücreti üzerinden o yıl için masrafları toplamı 250 milyar doları bulmaktadır (Vigna & Casey, 2017).

2008 yılı bilindiği üzere hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde küresel finansal sistemleri ve hisse senedi piyasalarını sarsan, dünyanın her yerinde finansal ve ekonomik belirsizliklere yol açan küresel finansal krizin başlangıç yılı olmuştur (Bouri, Gupta, et al., 2017). Yaşanan finansal kriz ile bankalar iflas etmiş, borsalar çökmüş, kredi derecelendirme kuruluşları itibar kaybetmiş ve mevcut finansal sisteme olan güven sarsılmıştır. Merkezi olmayan ilk kripto para birimi Bitcoin ise tam da bu ortamda tanıtılmıştır. Aslında Nakamoto (2008)'nun makalesinde sunulan en önemli inovasyon kriptografi ve bilgisayar bilimi olsa da (Halaburda et al., 2022), Nakamoto doğrudan krizden söz etmeden makalesinde ve çeşitli yerlerde, mevcut sisteme bazı göndermelerde bulunmuş ve Bitcoinin mevcut finansal sistemin bazı sorunlarına çözüm olabileceğini öne sürmüştür.

Nakamoto makalesinde; internet üzerinden yapılan alım satım işlemlerinde üçüncü taraflara güven temeline dayalı mevcut sistemin yeterince iyi çalışsa da içsel zayıflıklarının olduğunu; finansal kuruluşların işlem maliyetlerinin giderek arttığını ve hatta küçük işlemlerin gerçekleştirilme ihtimalinin ortadan kalktığını; tüm bunlara çözüm olacak itibari para

birimleriyle güvenilir üçüncü taraf olmaksızın ödeme yapmayı sağlayan mekanizmanın olmadığını belirtmiştir (Nakamoto, 2008). Bir diğer gönderme, Genesis Bloğu'na *The Times*'in “*Bakan, bankaları ikinci kez kurtarmanın eşiğinde*” şeklindeki haber başlığını mesaj olarak eklemesidir. Bu mesaj, bloğun Blockchaine eklendiği tarihi kanıtlarken diğer bir deyişle zaman damgası görevi görürken, mevcut sisteme de bir gönderme olarak yorumlanmıştır. Yine 11 Şubat 2009 tarihinde Nakamoto, P2P Foundation internet sitesinin forumunda şunları yazmıştır (Nakamoto, 2009; Vigna & Casey, 2017):

“Geleneksel para birimlerinin temel sorunu, sistemin işlemesi için gerekli olan güvendir. Merkez bankalarına para biriminin değerini düşürmeyecekleri konusunda güvenilmesi gerekirken, itibari para birimi tarihinde bu güven birçok kez ihlal edilmiştir. Bankalara paramızı muhafaza etmeleri ve elektronik olarak transfer etmeleri konusunda güvenilmelidir fakat bankalar paranın çok az bir kısmını rezerv olarak tutarken büyük kısmını kredi balonları halinde borç olarak vermektedirler. Gizliliğimizi ve kimlik hırsızlarına karşı hesaplarımızın güvenliğini sağlamaları konusunda bankalara güvenmek zorundayız.”

Merkezi otoritelerin ve merkez bankalarının itibari para birimleri üzerindeki kontrolüne karşılık Bitcoin, işlemleri kontrol etmek, ihracını yönetmek ve sistemi tehlikeye atabilecek zararlı faaliyetleri engellemek için merkezi olmayan, sadece kriptografi kullanan merikotratik (liyakata dayalı) piyasa yönetim sürecine dayanmaktadır (Balcılar et al., 2017; B. Weber, 2016). Dağıtık ağ, tek bir merkezin veya kuruluşun kontrolü ele geçirmesine izin verecek güç konsantrasyonlarını engelleme; bilgisayar sisteminin esnekliğini arttırarak merkezi bir arıza noktasını önleme; kullanıcılar için daha fazla mahremiyet sunma gibi faydalara sahiptir (Böhme et al., 2015). Bunun yanında işlemlerin doğrulanması, katılımcıların izlenmesi, sözleşme maddelerinden doğan ödeme ve teslimat gibi sorumlulukların uygulanması gibi faaliyetler nedeniyle üçüncü taraf aracılara olan ihtiyacı ortadan kaldırdığı için, işlemler daha düşük maliyetle gerçekleştirilebilmektedir (Catalini & Gans, 2016).

Bitcoin sahip olduğu yenilikçi yaklaşımı ile tarihte ilk kez üçüncü taraf bir aracıya ihtiyaç duyulmadan birbirine uzak, güvenilirliği bilinmeyen/belirlenemeyen iki taraf arasında değerlin güvenilir şekilde aktarılmasını sağlamıştır (Catalini & Gans, 2016). Ortaya çıktığı ilk zamanlar bilgisayar programcılığı, kriptografi ve yasadışı faaliyetlerle ilgilenen belirli bir kesimin ilgisini çeken Bitcoin, zaman içerisinde devletler, merkez bankaları, politika yapıcılar, akademisyenler, medya ve daha önce borsa yatırımı yapmış ya da yapmamış legal ya da illegal birçok kişinin ve tarafın ilgisini çekerek dünya genelinde hem olumlu hem de olumsuz yönde popülerlik kazanmıştır. Aralık 2010'dan Temmuz 2022'ye kadar 461 kez sonunun geldiği iddia edilen Bitcoin (99Bitcoins, 2022), piyasa değeri kripto varlıkların toplam piyasa değerinin

yarısından daha az olmasına rağmen (Şekil 2.2) çevrimiçi borsalarda en fazla sayıda kullanıcıya sahip olan ve hala dünya genelinde en yaygın olarak bilinen ve en başarılı kripto varlıktır (Baçao et al., 2018; Reuters Graphics, 2022). Bu durum farklı çalışmalar tarafından, Bitcoin fiyatlarında yaşanan yükselişler, sağladığı yüksek getiri oranları, anonimlik gerektiren illegal faaliyetler, eşler arası ağın yenilikçi kullanımı, herhangi bir otoriteden bağımsız dağıtık ağ tasarımı, düşük işlem maliyetleri gibi Bitcoinin sunduğu özellikler yanında dünya genelinde finansal ve ekonomik belirsizliğin arttığı bir dönemde ortaya çıkması gibi faktörlere dayandırılmıştır (Baçao et al., 2018; Beer & Weber, 2015; Decker & Wattenhofer, 2013; Hoy, 2017; Polasik et al., 2015; Trabelsi, 2018; B. Weber, 2016).

Nakamoto'nun makalesinde ve çeşitli yerlerde mevcut sisteme yaptığı atıflar, Bitcoinin ortaya çıkış tarihinin tesadüfen seçilmediğini göstermektedir. Bununla birlikte finansal belirsizliklerin arttığı söz konusu bu ortam Bitcoin'e yönelik bilinirliğin ve ilginin artmasını kolaylaştırmıştır. Daha da önemlisi, 2010-2013 Avrupa borç krizi, 2012-2013 Güney Kıbrıs bankacılık krizi ve Türk Lirası'nın değer kaybetmesi gibi daha bölgesel krizler de Bitcoinin egemen ve sistematik riske karşı bir sığınak olarak kullanılmasına büyük katkı sağlamıştır (Balcılar et al., 2017; Bouri, Gupta, et al., 2018; Sharma, 2018). Bouoiyour ve Selmi (2015a) Güney Kıbrıs'ı kurtarma paketi kapsamında, yetkililerin banka mevduatlarının vergilendirileceği yönündeki bilgilendirmesinden sonra, Güney Kıbrıslıların Bitcoin'e ilgisinin arttığını belirtmişlerdir. Yine Luther ve Salter (2017), 2013 yılında Güney Kıbrıs'ın kurtarma paketini kabul edeceğini açıklamasının ardından Bitcoin'e olan ilginin önemli düzeyde arttığını ileri sürmüşlerdir. Hatta o dönemde, özellikle Yunanistan, Güney Kıbrıs ve İspanya gibi Avrupa Borç Krizi ve Güney Kıbrıs krizinden en çok etkilenen coğrafi bölgelerde itibari para birimlerinden ve banka mevduatlarından Bitcoin'e kaçış olduğuna dair birçok basın makalesi yayınlanmıştır (Bouri, Gupta, et al., 2018). Bu durum Bitcoinin, bir yandan finansal kurumların yerini alacak her derde deva bir araç, nakde alternatif para ve enflasyonun yüksek olduğu ülkelerde bir korunma aracı olarak değerlendirilmesine yol açarken diğer yandan kara para aklama kanalı ve ekonomik istikrarsızlaştırma için önemli bir güç olduğu yönünde değerlendirilmesine de neden olmuştur (Baek & Elbeck, 2015).

2.4 Bitcoin Sistemi

Bitcoin, hem kripto para birimi hem de eşler arası ağa dayalı ödeme sistemi özelliği ile mevcut sistemlerden farklı özel bir finansal sistem olarak karakterize edilmiştir. Sistem

içerisinde yer alan kripto para borsaları, dijital cüzdan hizmetleri, birbirinden farklı görevleri bulunan kullanıcı tipleri gibi özellikleri ile Bitcoin, kendi içinde bir ekosistem oluşturmuştur.

2.4.1 Bitcoinlerin Muhafaza Edilmesi

Bitcoinler herhangi bir fiziksel forma sahip olmadıkları için cüzdan adı verilen özel yazılımlar veya üçüncü taraf cüzdan sağlayıcılar aracılığı ile muhafaza edilmektedir. Bitcoin cüzdanları, Bitcoin hesaplarını, kayıtlı işlemleri ve muhafaza edilen değeri harcamak veya aktarmak için gerekli özel ve açık anahtarları içeren veri dosyalarıdır. Cüzdanlar doğrudan Bitcoinleri tutmak yerine, Bitcoin hesabına erişmek için gerekli olan özel ve açık anahtarları depolamaktadır. Her kripto para biriminin kendi dijital cüzdanı ve kendi anahtarları bulunmaktadır. Diğer bir deyişle, üç farklı türde kripto para birimine sahip bir kullanıcının kendi anahtarlarına sahip üç farklı dijital cüzdanı bulunmaktadır. Bununla birlikte farklı açık anahtarlar ile, birden fazla kripto para birimini muhafaza edebilen karma cüzdanlarda bulunmaktadır. Bitcoin cüzdanı, günlük hayatta kullanılan cüzdanları çağrışırsa da daha çok cüzdanların içinde tutulan banka kartlarına benzetilebilir. Bu benzetmeden yola çıkarak, cüzdan banka kartı, açık anahtar banka hesabı ve özel anahtarda hesaba ulaşmak için gerekli olan şifreye karşılık gelmektedir. Kullanıcının tercihinine bağlı olarak farklı tipte cüzdan çeşitleri bulunmaktadır. Bazı kullanıcılar sahip oldukları Bitcoinlerinin üzerindeki kontrolü üçüncü taraflara bırakmamak amacıyla, bilgisayarlarına cüzdan yazılımı yüklerken (Armory, Electrum gibi) bazı kullanıcılar da dijital cüzdan servislerinden faydalanmaktadır. Diğer yandan süreçte üçüncü taraf bir hizmet sağlayıcının dahil olmasını gerektiren dijital cüzdan servisleri de, kullanıcıların özel anahtar bilgilerini istemeyen (Blockchain.info, StronCoin gibi) ve isteyen (Coinbase, Xapo gibi) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Her cüzdan tipi kendi içinde belirli riskler barındırmaktadır. Üçüncü taraf hizmet sağlayıcıları hacklenme riski içerirken, varlıklar üzerindeki kontrolün kullanıcıda olduğu diğer cüzdan tipleri, bilgilerin kaybedilmesi, yüksek düzeyde depolama alanına ihtiyaç duyulması veya kişisel bilgisayarın çökmesi gibi risklere sahiptir (Bitcoin.com, 2022; Böhme et al., 2015; Daskalakis & Georgitseas, 2020; World Economic Forum, 2021).

2.4.2 Bitcoinlerin Transfer Edilmesi

Bitcoin transferleri üçüncü bir taraf aracı yerine işlemleri onaylamaktan ve ağın güvenliğini sağlamaktan sorumlu kullanıcılar tarafından madencilik süreci vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Herhangi bir Bitcoin transferinin nasıl işlediğini basit bir örnekle

açıklayacak olursak; X kişinin Y'ye göndermek istediği beş Bitcoin olduğunu varsayalım. X, sahip olduğu Bitcoinlerinden beşini, bu beş Bitcoin aldığı işleme referansla birlikte, transfer ettiğine dair mesajı Bitcoin ağına yayımlar. Mesaj, transfer talimatının X'ten geldiğini kanıtlamak amacıyla X'in özel anahtarı ve Y'nin açık anahtarı ile şifrelenir. Daha sonra Y aldığı bu Bitcoinleri Z'ye göndermek istediğinde, Bitcoinleri, X'ten aldığına dair işleme referansla birlikte, Z'ye transfer ettiğine dair mesajı Bitcoin ağına yayımlar (Böhme et al., 2015). Ağda doğrulanan herhangi bir transfer blockchaine eklendiğinde geri döndürülemez hale gelmektedir. Bununla birlikte Bitcoinin herhangi bir coğrafyaya ait olmayan küresel özelliği, uluslararası transferlerin de aynı süreçle gerçekleştirilmesini sağlamaktadır.

Bitcoin ağı, X, Y ve Z gibi tüm kullanıcıları yalnızca hesap numaraları olarak hizmet eden genel anahtarları ile tanımlamaktadır (Böhme et al., 2015). Diğer bir deyişle kullanıcılardan adres oluştururken kullanıcı adı dahil herhangi bir kimlik bilgisi istenmemektedir. Ayrıca adresler ücretsiz bir şekilde herhangi bir merkezi inceleme prosedürü olmadan oluşturulabildiğinden kullanıcılar birden fazla adrese sahip olabilmektedir. Buna ek olarak sistemde kullanıcıların mahremiyetini ve anonimliğini korumak amacıyla zaman içinde mikser hizmeti veren araçlar da ortaya çıkmıştır. Kullanıcıların gizliliğini arttıran bu gibi kural ve araçlar, bazı kesimlerin Bitcoinin kara para aklama, vergi kaçakçılığı, yasa dışı mal ve hizmet alımı gibi faaliyetlerde kullanılabileceği yönünde eleştirilerde bulunmasına neden olmuştur (Bhosale & Mavale, 2018; Ciaian et al., 2016b; Ju et al., 2015). Ancak Bitcoinde ilgili taraflar halka açık deftere kaydedilen tüm işlemleri görüntüleyebildiğinden, sistem yarı-anonim özelliktedir. Polasik vd. (2015), Bitcoinde çoğu kullanıcının işlemlerinin geleneksel bankacılık işlemlerinden daha şeffaf olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanında geleneksel bankacılığın kamu kurumlarının bilgiye erişimini kısıtladığını ancak Bitcoin sisteminin sunduğu şeffaflığın vatandaşları bilgisel olarak güçlendirdiğini öne sürmüşlerdir. Diğer yandan ilgili işlem için bazı ek bilgilerin mevcut olması durumunda, Bitcoin hesaplarının kullanıcıların kimlikleri ile ilişkilendirilmesi yoluyla Bitcoin işlem geçmişinin analiz edilebildiğini gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Böhme et al., 2015). Örneğin, Reid ve Harrigan (2013), Bitcoin kabul eden birçok kuruluşun, e-posta adresi, sevkiyat adresi, banka hesap bilgileri, IP adresleri gibi kullanıcıların birçok tanımlayıcı bilgisine sahip olabileceğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca yaptıkları ağ analizi yoluyla birçok açık anahtarı birbirleri ile ve tanımlayıcı bilgilerle ilişkilendirmenin mümkün olduğunu göstermişlerdir.

2.4.3 Kripto Borsaları

Günümüzde madencilik faaliyeti oldukça yüksek yatırım tutarları ve maliyetler gerektirdiği için kullanıcılar genellikle kripto borsaları vasıtasıyla itibari para birimlerini kullanarak Bitcoin ya da herhangi bir kripto para birimi sahibi olabilmektedir. Kullanıcıların itibari para birimleri ile veya diğer kripto varlıklarla işlem yapabildiği borsalar, kripto varlık ekosisteminin önemli bir bileşeni olarak perakende ticaretten sonra kripto varlık sistemi ile reel ekonominin en önemli bağlantısını oluşturmaktadır (Li & Wang, 2017; Polasik et al., 2015). Kripto borsalar, herhangi bir coğrafyadan bağımsız olarak, haftanın her günü ve günün 24 saati işlem yapma olanağı sunmaktadır. Bunun yanında hisse senedi piyasalarına göre işlem ücretleri oldukça düşük düzeydedir. Dünya genelindeki kripto borsalar temelde benzer özelliklere sahip olsalar da, bazı konularda farklılık göstermektedir. Günümüzde merkezi kripto borsalar (Binance, Coinbase gibi) yanında akıllı sözleşmelere dayanan merkezi olmayan eşler arası kripto borsaları da (Uniswap, PancakeSwap gibi) bulunmaktadır. Bu borsalar, madencilik dışında Bitcoin sahibi olmayı ve alım-satım yapmayı tüm kullanıcılar için oldukça kolay hale getirmiştir.

Eylül 2022 itibari ile dünya genelinde sayıları yaklaşık olarak 500'e ulaşan (Powell, 2022) kripto borsalarının ilk örneklerinden biri Temmuz 2010'da Japonya'da açılan Mt. Gox borsasıdır. Borsa açılmadan önce Bitcoine sahip olmanın tek yolu madencilik faaliyeti iken Mt. Gox itibari para birimleri ile Bitcoin alabilmenin yolunu açmıştır. İşlemlerin ilk gününde bir Bitcoin 4,96 cent olacak şekilde kullanıcılar 20 Bitcoin satın almıştır (Cermak, 2017). İlk olarak oyun kartlarının takas edilmesi amacıyla yola çıkan Mt. Gox, o dönemde tüm Bitcoin işlemlerinin %90'nını yönettiği iddia edilen (Wallace, 2011) en büyük ve en önemli borsa haline gelmiştir. Ancak Şubat 2014'te Mt. Gox siber saldırıya uğrayarak iflasını istemiş ve o sırada 500 milyon dolar (bugün yaklaşık 18 milyar dolar) değerinde olan 850.000 Bitcoin birden yok olmuştur. Sonuç olarak Bitcoin fiyatında yaklaşık olarak 800 dolarlık önemli düzeyde bir düşüş yaşanmıştır. Mt. Gox olayı, o dönemde kripto borsaları ile ilgili yasal mevzuat eksikliğini ve bu durumun kullanıcılar için ortaya çıkardığı riskleri gündeme getirmiştir (Dibrova, 2016; Polasik et al., 2015). Günümüzde kripto borsalar birçok ülkede (Japonya, Avustralya, Singapur, Kanada gibi) faaliyetlerini yasal olarak sürdürmektedirler (Hammond & Ehret, 2022). Bunun yanında Dimpf (2017), kripto borsalarıyla yaptığı çalışma sonucunda Bitcoinin geniş kabulü ile birleşen kurumsal özelliklerin borsaları riskli varlıklar için güvenilir işlem platformları haline getirdiğini belirtmiştir.

2.4.4 Bitcoin Kullanım Amaçları

Bitcoin kullanılarak ilk satın alma işleminin 22 Mayıs 2010 tarihinde iki pizza için 10.000 Bitcoin ödeyen bir bilgisayar programcısı tarafından Florida'da yapıldığı birçok kaynakta yer almaktadır. Ancak Bitcoinin bir ödeme aracı olarak işlevsellik kazanması, özellikle anonimlik gerektiren, dolandırıcılığa açık veya yasal olarak sorgulanabilir (esrar, reçeteli ilaçlar, silah, kumar gibi) işlemler için bir çevrimiçi ödeme sistemi olarak kullanılmasıyla olmuştur (Hoy, 2017). Bu dönemde PayPal ya da kredi kartları izlenebileceği veya bloke edilebileceği için ödemeleri sadece Bitcoin olarak kabul eden kumar siteleri ve uyuşturucu, silah gibi yasadışı ürünler satan internet siteleri açılmıştır (Kaplanov, 2012). 2012 yılında açılan bahis sitesi Satoshi Dice ve yasadışı ürünler de satan ve Şubat 2011'de açılan Silk Road bunlardan en önemlileridir. Christin (2012), Silk Road'un herhangi bir reklam yapmadan bir yıl içerisinde 15 milyon ABD doları işlem hacmine ulaştığını ve ortalama 1.1 milyon dolar komisyon geliri elde ettiğini öne sürmüştür. Bu durum, Bitcoinin yasa dışı faaliyetlerle ilişkilendirilmesi, FBI'ın soruşturma başlatarak 2013 yılında Silk Road'u kapatması ve kurucusunu yargılaması ile sonuçlanmıştır. Ancak Silk Road kapatıldıktan sonra yaklaşık bir ay içerisinde Silk Road 2.0 açılmış ve bir yıl sonra onun da kapatılmasından birkaç saat sonra Silk Road 3.0 piyasaya çıkmış ve bu şekilde yasa dışı faaliyetlerin önlenmesinde pek başarılı olunamamıştır. Bunun yanında yine Ekim 2013'de ilk Bitcoin ATM'si Vancouver şehrinde kullanıma girerken (Hendrickson et al., 2016; Yermack, 2013) Aralık ayında, Çin Merkez Bankası, Çin bankalarının Bitcoin borsalarıyla ilişkilerini yasaklamıştır (Böhme et al., 2015).

O dönemde Silk Road pazarının diğer bir deyişle yasadışı faaliyetlerin Bitcoin işlem hacminin yarısını oluşturduğu öne sürülmüş (Ciaian et al., 2016b) ancak Tasca, Hayes ve Liu (2018), yaptıkları analiz sonucunda yasa dışı faaliyetlerin tüm Bitcoin etkinliğinin sadece küçük bir bölümünü oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte Bitcoine ve kripto para birimlerine getirilen en büyük eleştirilerden birisi hala yasadışı faaliyetlerle ilgilidir. Ancak kripto para birimleri ile yasadışı faaliyetler 2021 yılında en yüksek seviyesine ulaşmış olsa da tüm kripto para birimi işlemleri içerisindeki payı tüm zamanların en düşük seviyesinde (%0,15) kalmıştır (Chainalysis Team, 2022). Bu durum yasadışı faaliyet amacıyla yapılan kripto para işlemlerinin zamanla daha da azaldığını göstermektedir. Ayrıca Silk Road olayı ile Bitcoinin çok fazla eleştirilen diğer bir özelliği olan anonimliğin sanıldığı kadar katı olmadığı ve illegal faaliyetlere bulaşanların tespitinin mümkün olduğu kanıtlanmıştır (Polasik et al., 2015).

2013'ün sonu ve 2014'ün başında yaşanan tüm bu olaylar, Bitcoin'e zarar vermekten çok popülerliğine katkı sağlamıştır. Hatta Mt. Gox borsasının çöküşünden sonra The Guardian, "Mt Gox Bitcoin skandalı, yıllardır Bitcoin'in başına gelen en iyi şey" başlıklı bir makale yayınlamıştır (Moore, 2014; Yermack, 2013). Nitekim 2013 yılı sonunda Bitcoin fiyatının 700 doları aşması ile Overstock.com, OkCupid, Virgin Galactic gibi birkaç çevrimiçi büyük perakendeci ve işletme Bitcoin'i ödeme aracı olarak kabul etmeyi planladıklarını açıklamıştır (Hazlett & Luther, 2020).

Bitcoin'i ödeme aracı olarak kabul eden ilk büyük şirket, WordPress çevrimiçi yayıncılık platformu iken Overstock.com, Zynga ve TigerDirect, Çin'in arama motoru Baidu bu şirketi takip etmiştir. Overstock.com, ilk gün 125.000 dolardan fazla kazanmanın yanında Facebook ve Twitter da önemli sayıda insanın desteğini de almıştır. Diğer yandan bir tür blockchain Silikon Vadisi teşvik etmeye çalışan İsviçre, (devlet kurumları tarafından genel kabulün sağlanması üzerinde sınırlı etkisi olsa da) vatandaşların Zug şehrinde 200 İsviçre Frangı'na kadar devlet hizmetlerini Bitcoin ile ödemesine izin vermiştir (Adhami et al., 2018; Hütten & Thiemann, 2019). Haziran 2014 tüccar sayısı, her ay yaklaşık %31 oranında artış göstermiştir. Bu durum, Bitcoin'e saygın işletmeler tarafından verilen meşru destekleri arttırırken, Bitcoinin illegal faaliyetlerle kurulan ilişkisinin geri planda kalmasını sağlamıştır (Bogle, 2014; Van Alstyne, 2014). Bitcoinin çevrimiçi alışverişlerde kullanılmasının yanı sıra fiziksel mağazalarda Bitcoin kabul etmeye başlamıştır. Bu aşamada Bitcoinin, çizgi romanlardan hukuk hizmetlerine kadar çok geniş yelpazede ürün ve hizmete erişim amacıyla kullanılabilmesini Tu ve Meredith (2015), Bitcoinin giderek daha yaygın bir alternatif ödeme yöntemi olacağının bir göstergesi olarak yorumlamışlardır. Günümüzde tüketiciler, seyahatten maç biletlerine, mobil telefon servislerine kadar her alanda kripto para birimi ile ödeme yapabilmektedir (Deloitte, 2022).

Geleneksel ödeme yöntemlerine kıyasla Bitcoinin daha düşük işlem ücretlerine sahip olması, perakendeciler tarafından kabul edilmesinin en önemli sebebi olarak düşünülmektedir. Bitcoin piyasası daha basit altyapısı nedeniyle perakende döviz piyasalarına göre daha düşük işlem maliyetlerine sahiptir (T. Kim, 2017). Bunun yanında, tüketicilerin ürünün teslimatı ile ilgili yanlış iddialara dayalı olarak yapabileceği ödeme iptallerini engellemesi; kredi kartı kullanıldığında 2-3 gün arasında ulaşılabilen müşteri ödemelerine ulaşma süresini 1 güne indirmesi; işletmeye yeni müşteriler kazandırması gibi sebeplerle de işletmeler, Bitcoin'i tercih edebilmektedir. Örneğin, New York'ta bir gece kulübü işletmecisi ve Kuzey Carolina da ilk kez Bitcoinle ödeme kabul eden başka bir işletmeci, Bitcoin'i kabul etmelerinin temel nedeninin

düşük işlem ücretleri olduğunu belirtmişlerdir (Deloitte, 2022; K. V. Tu & Meredith, 2015). Son olarak Deloitte (2022) 2021 yılı Aralık ayında ABD’de tüketim malları ve hizmetleri sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin üst düzey yöneticileri ile bir anket yapmıştır. Ankete katılan 2000 yöneticiden %75’i önümüzdeki iki yıl içerisinde kripto para birimleri veya stablecoinler ile ödeme kabul etmeyi planladıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca katılımcıların çok büyük çoğunluğu (%87) kripto para birimi ile ödeme kabul eden kuruluşların rekabet avantajı kazandığını düşünmektedir. Öte yandan kripto para birimi kullanan şirketlerin %93’ü, müşteri tabanında büyüme yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Bitcoin kabul eden işletmelerin yüksek volatilité karşısında üstlendikleri riskler ve gereken düzenlemelerin karmaşıklığı, BitPay ve Coinbase gibi ödeme araçlarının vasıtasıyla ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır. Bitcoinle ödeme kabul eden işletme sayısındaki artışın en önemli sebeplerinden birisi de bu araçlardır. Bu araçlar kredi kartları gibi diğer elektronik ödemelerle ilişkili ücretlerden daha düşük belirli bir komisyon karşılığında, tüketicilerden Bitcoin alarak işletmenin hesabına itibari para birimi aktarma görevi görmektedir. Bu durumda işlemten kaynaklanan riski ödemeye aracılık eden Coinbase gibi kurumlar üstlenmektedir (Brito et al., 2014; Polasik et al., 2015; Swartz, 2018). Tüketiciler ise Bitcoin ile ödeme yaparak işletmenin sunduğu ekstra avantajlardan (indirim gibi) faydalanmaktadır (Böhme et al., 2015).

Bitcoin bir yandan daha fazla işletme tarafından ödeme aracı olarak kabul edilirken diğer yandan Bitcoin alım satımı üzerinden yatırım getirisi elde eden yatırımcı sayısında her geçen gün artış göstermiştir. Özellikle finans kurumları, bankalar ve teknoloji firmaları tarafından blockchain tabanlı projelere gösterilen ilginin 2015 yılında artış göstermesi dolaylı olarak Bitcoine olan ilginin de daha kurumsal düzeye taşınmasını sağlamıştır. Nasdaq’ın blockchain tabanlı projesi, yaklaşık olarak 42 büyük bankanın desteğini toplayan R3CEV firmasının dağıtılmış defter girişimi vb. yanında ABD’nin BitLicense’i tanınması gibi gelişmeler, Mt. Gox olayının ardından kripto borsalarına güvenin yeniden inşa edilmesini sağlamıştır (Bajpai, 2015). Bu gelişmelerin yanında 2017 Aralık ayında, Şikago Ticaret Borsası (CME) ve Şikago Opsiyon Borsası Kurulu (CBOE) tarafından, Bitcoin vadeli işlem sözleşmeleri piyasaya sürülmüştür. Bu durum Bitcoin yüksek volatilitésine rağmen üstel getirisi olan meşru bir yatırım varlığı haline getirirken Bitcoin ürünleri ile işlemler için organize ve şeffaf bir piyasa oluşturulmasını sağlamıştır (Sebastião & Godinho, 2020; Shahzad et al., 2019).

Kripto para piyasasında süregelen tüm bu gelişmeler yanında Bitcoinin yenilikçi tasarımı finansal yapısı konusunda fikir birliğine varılamamasına neden olmuştur (de la Horra et al., 2019). Bu tür tartışmaların sonucu bir yandan Bitcoinin risk yönetimi ve portföy analizi yetenekleri ile ilgili bilgi vermesi (Dyhrberg, 2016) diğer yandan kripto varlıklarla ilgili yasal çerçevenin oluşturulabilmesi açısından önemlidir. Baur, Hong ve Lee (2018), daha yaygın bir para birimi olarak kullanılması durumunda Bitcoinin diğer itibari para birimleri ile rekabet edeceğini, itibari para biriminin değerini ve nihayetinde merkez bankası para politikalarını etkileyeceğini; diğer yandan yatırım olarak kullanılması durumunda devlet tahvili, hisse senedi ve emtia gibi çok sayıda diğer varlık ile rekabet edebileceğini belirtmişlerdir.

2.4.5 Para Birimi Olarak Bitcoin

Bitcoinin para birimi olarak gerekli yeterliliklere sahip olup olmadığının değerlendirmesi genellikle, tarih boyunca kullanılan para sistemleri ile olan benzerlikleri ve farklılıkları ortaya konarak yapılmaktadır. Bu açıdan Bitcoin, para sistemlerinin bazı yerleşik özelliklerini benimsemek yanında, nispeten yeni olan birçok kavramı da beraberinde getirmiştir. Bu kavramlardan bazıları Bitcoinin içsel zayıflıkları olarak yorumlanırken bazıları diğer alternatiflere göre avantaj olarak değerlendirilmektedir. Bitcoinin sahip olduğu avantajlar; (1) paranın ihraç edilmesinde ve işlemlerin denetlenmesinde herhangi bir merkezi otoriteye bağlı olmaması (2) kullanıcılara kişisel bilgileri ile ilgili daha fazla mahremiyet sunması (3) ihraç maliyetlerinin daha düşük olması (4) işlem maliyetlerinin daha düşük olması (5) kişisel bilgilerle ilgili güvenlik risklerinin daha az olması ve (6) ekonomik ve politik belirsizlikten daha az etkilenmesi şeklinde özetlenebilir (Ciaian et al., 2016b; Karlström, 2014; Kethineni et al., 2018). Diğer yandan geleneksel para birimlerine kıyasla Bitcoin tipi kripto para birimlerinin sahip olduğu kısıtlar (1) sistemin yüksek maliyetli olması (2) fiyat istikrarının ve likiditenin ayarlanabilmesi için para politikası araçlarının olmaması (3) banknotlara göre DoS gibi güvenlik risklerine daha yatkın olması (4) yaygın bir değişim aracı özelliği göstermemesi (5) işlem hızının düşük olması ve (6) yüksek volatilite şeklindedir (Ciaian et al., 2016b; Iwamura et al., 2014).

Bitcoin sisteminin maliyet avantajına sahip olduğunu öne süren görüşe göre, mevcut finansal sistemin etkin işlemesi ve altyapı oluşturulması uzun zamana yayılmış yüksek tutarlı yatırımlar yapılmasını gerektirmektedir. Ayrıca sistemin sürdürülebilirliği için katlanılan işletme maliyetleri yanında madeni para ve banknotların üretilmesi ve parçalanması gibi faaliyetlerde yüksek maliyetlere yol açmaktadır. Bunun yanında kripto paralar dağıtılmış

yapıları nedeniyle herhangi bir altyapı oluşturulmasını, işletme maliyetlerine katlanılmasını gerektirmediği gibi kullanılan paranın fiziksel temsili olmaması nedeniyle sistemde paranın üretimi ve dağıtımı gibi maliyetlerde bulunmamaktadır. Buna karşılık Bitcoinin maliyetli bir sistem olduğunu savunan görüşe göre ise, mevcut finansal sistemde para basmanın belirli düzeyde maliyetleri olsa da kripto para sistemi daha maliyetlidir. Bitcoinin kullanıcılardan alınmayan ancak madencilere yansıtılan üretim maliyeti temel olarak madencilik ekipmanı ve elektriğin değişken maliyetidir. Bu nedenle kripto paralar dışsallıktan yararlanan ve mevcut finansal sisteme kıyasla daha maliyetli olan bir sistemdir (Cocco et al., 2017; Iwamura et al., 2014).

2.4.5.1 Değişim Aracı Olma

Bir para biriminin değişim aracı olarak kabul edilip edilemeyeceğinin bir ölçüsü, onu ödemelerde kabul eden işletme sayısı iken daha belirleyici olan diğer bir ölçü kullanıcıların gerçekleştirdiği işlem sayısıdır (Robleh et al., 2014). Bitcoin özellikle 2014 yılından sonra artan sayıda işletme tarafından ödeme aracı olarak kabul edilse de Bitcoin işlemlerinin küçük bir kısmı mal ve hizmet alımlarını kapsamaktadır. Örneğin 2018 yılında toplam Bitcoin işlemlerinin sadece %33'ü mal ve hizmet alımı amacıyla gerçekleştirilmiştir (Petersen, 2018). Bitcoin işlem sayısının 2018 yılına göre yaklaşık %50 oranında düştüğü 2022 yılı itibari ile (Blockchain.com, 2022) oransal olarak bilinmese de miktar olarak işlem sayısının en fazla 2018 seviyelerinde olduğu söylenebilir.

Mal ve hizmet alımında kullanılan işlem sayısının çok düşük düzeylerde kalması yanında fiyatlarında görülen yüksek volatilité de Bitcoinin değişim aracı olma özelliğini zayıflatmaktadır. Üretim girdileri itibari para birimi cinsinden olan işletmeler için ürünleri Bitcoin cinsinden fiyatlandırmak ve Bitcoin'i ödeme aracı olarak kabul etmek bir yandan döviz kuru riskini diğer yandan dönüşüm maliyetlerini arttıracaktır (B. Weber, 2014). Bununla birlikte kripto paraların farklı kripto borsalarda farklı fiyattan işlem görmesi nedeniyle borsalar arası transferide ek riskler doğurmaktadır (Baur & Dimpfl, 2018a). İşletmelerin maruz kaldığı bu riskleri yönetmek amacıyla kripto para sisteminde BitPay ve Coinbase gibi ödeme araçları ortaya çıkmıştır. Bu şekilde işletmeler Bitcoinleri hemen itibari para birimine dönüştürerek söz konusu risklerden korunabilmektedir (Brito et al., 2014). Ancak bu araçlar, bir yandan araçların olmadığı merkeziyetsiz bir sistem olarak ortaya çıkan Bitcoinin temel felsefesi ile çelişirken diğer yandan Bitcoinin gerçek bir değişim aracı olarak hizmet edemediği yönünde eleştirilmesine neden olmaktadır (Evans, 2014).

2.4.5.2 Hesap Birimi Olma

Paranın ikinci fonksiyonu hesap birimi olması yani ekonomideki değeri ölçmek için kullanılmasıdır. Takasın en büyük kısıtlarından birisi olan bu özellik piyasadaki farklı malların aynı birim üzerinden fiyatlanarak karşılaştırılabilmesine olanak vermektedir (Mishkin, 2011). Bir hesap birimi olarak paranın bölünebilirlik, takas edilebilirlik ve sayılabilirlik (matematiksel işlemlere tabi olma) özelliklerini yerine getirebilmesi gerekmektedir. Bitcoin, sekiz ondalık basamağa bölünebilmesi, eşit olan her biriminin birbiri ile takas edilebilmesi ve toplama, çıkarma gibi matematiksel işlemlere tabi olabilmesi ile bu özellikleri yerine getirmektedir. Ancak Bitcoinin yaygın kullanıma ulaşması ve tüm para birimlerinin yerini alması gibi bir senaryoda, gelecek 30-40 yıl içerisinde bölünebilirlikle ilgili problemler yaşaması olasıdır (Giungato et al., 2017). Diğer yandan Bitcoin hesap birimi olarak kullanışlılığı konusunda birtakım engellere sahiptir. Bunlardan ilki, bir Bitcoinin fiyatı düşünüldüğünde satıcıların ürünlerini ondalık sayı şeklinde fiyatlandırması (0,0187 BTC gibi) gerekmektedir. Böyle bir fiyatlandırmanın, ürün fiyatlarını anlama ve karşılaştırma konusunda tüketiciler için sorun yaratma olasılığı çok yüksektir. Bir diğer engel ise Bitcoin fiyatlarında görülen yüksek volatilité ve tek fiyat kanununun açık ihlali olan farklı borsalarda farklı fiyatlarla işlem görmesidir (Yermack, 2013). Herhangi bir para biriminin değişim aracı ve hesap birimi olma özellikleri birbirinden ayıramayacağı için, yüksek volatilité Bitcoinin değişim aracı olma özelliğini zayıflatmanın yanında ürün fiyatlarının karşılatırılabilirliğini engellerken işletmeler için menü maliyetlerini de yükseltmektedir (Baur & Dimpfl, 2018a; de la Horra et al., 2019).

2.4.5.3 Tasarruf Aracı Olma

Paranın tasarruf aracı olma özelliği, kazanıldığı tarihten harcanacağı tarihe kadarki satın alma gücünün muhafaza edilmesidir. Bu nedenle paranın değeri farklı zaman noktalarında değişim aracı olarak kullanılmasına izin verecek şekilde istikrarlı olmalıdır. İtibari para birimlerinin enflasyonist özellikleri zamanla değerlerinin düşmesine ve tasarruf aracı olma yeteneklerinin azalmasına yol açmaktadır. Bitcoin, belirlenmiş 21 milyonluk sabit arzı ve herhangi bir hükümet veya merkez bankası müdahalesine izin vermeyen yapısı ile deflasyonist özellik göstermektedir. Bu durum bir yandan Bitcoinin tasarruf aracı olma fonksiyonuna hizmet ederken diğer yandan biriktirmeyi arttırarak Bitcoinin değişim aracı ve hesap birimi olma fonksiyonlarını olumsuz etkilemektedir (Ciaian et al., 2016b; Mishkin, 2011). Parasal bir sistemin, insanlar yerine bir bütün olarak ekonomiyi zenginleştirilmesi ve işlemleri kolaylaştırması gerekmektedir. Biriktirme, tasarrufun temel özelliği olsa da Bitcoin

fiyatlarındaki oynaklık gelecekteki değerin belirsizliğini arttırmakta ve yatırıma spekülâtif özellik kazandırmaktadır (Baur, Hong, et al., 2018; Krugman, 2011; B. Weber, 2014).

Bitcoinin tasarruf aracı olma yeteneğini olumsuz etkileyen bir diğer unsur hırsızlıklar ve güvenlik sorunlarıdır (Yermack, 2013). İşlemlerinin sadece internet üzerinden gerçekleşmesi nedeniyle Bitcoin sistemi siber saldırılara karşı savunmasız kalmaktadır. Siber saldırılar özellikle kripto borsaları ve dijital cüzdanları hedef almaktadır (Böhme et al., 2015; Bouoiyour et al., 2014). Aslında son yıllarda kripto paralar dışında dijitalleşmenin arttığı birçok sektörde de siber saldırılar artış göstermiştir. Örneğin 2021 yılında sırasıyla sağlık, finansal hizmetler ve üretim en çok siber saldırıya uğrayan sektörlerdir (Statista, 2022). Ancak kripto borsalarıyla benzer siber saldırılara maruz kalan finansal hizmetler sektöründe genellikle fonlar yerine kişisel bilgiler hedef alınmaktadır. Her ne kadar 2019 yılından itibaren dünyanın birçok bölgesinde kripto borsaların uyması gereken yönetmelikler siber güvenliği arttırsa da hala düzenleyici gözetim eksikliği devam etmektedir. Bu nedenle kripto para kullanıcılarının tasarruflarını riske eden bu gibi güvenlik açıkları nedeniyle, Bitcoinin tasarruf aracı olma özelliğini tam olarak yerine getiremediği söylenebilir. Diğer yandan kripto borsaların karşılaştığı tüm siber saldırılar merkezileşme nedeniyle meydana geldiğinden merkezi olmayan borsaların bu gibi riskler taşımadığı ileri sürülmektedir (Oosthoek & Doerr, 2020).

Bitcoinin para birimi olarak kabul edilemeyeceğine yönelik yukarıdaki açıklamaların yanında literatürde Bitcoinin para birimi özelliği gösterdiğini iddia eden çalışmalarda (Blau, 2018; Lo & Wang, 2014) bulunmaktadır. Bu görüşe göre, Bitcoinin kabul eden kuruluş ağının hızla genişlemesi ve volatilitiyi dengeleyebilecek teknik altyapının ve iş altyapısının gelişmesi Bitcoinin para birimi olarak kullanılma düzeyinde artışa sebep olmuştur (Polasik et al., 2015). Özellikle Birleşik Krallık hükümeti tarafından araştırma hibeleri için ödeme aracı olarak kullanılmaları; bilgi teknolojisi şirketleri tarafından fidye yazılımlarına karşı kripto para biriktirilmesi; Bank of Canada, Monetary Authority of Singapore gibi birçok banka tarafından bankalar arası işlemlerde kullanılmaları, yatırım veya riskten korunma veya çeşitlendirme fırsatları sunmaları gibi geniş kullanım alanları ile kripto para birimlerinin giderek daha fazla itibari para birimleri gibi davranmaya başladıkları ileri sürülmektedir (Yaya et al., 2019). Bununla birlikte Hazlett ve Luther (2020) ve de la Horra, de la Fuente ve Perote (2019) Bitcoinin parasal olmayan hiçbir amaca hizmet etmediğini ve Bitcoine olan yüksek talebin (1) Bitcoinin yaygın bir değişim aracı olarak kullanıldığı (2) gelecekte yaygın bir değişim aracı olarak kullanılacağı veya (3) herhangi bir spekülâtif talep gelecekteki işlem talebinin bir tahmini olduğundan ilk iki sonucun kombinasyonu anlamına geldiğini öne sürmüşlerdir.

Yukarıdaki açıklamalardan da görüldüğü üzere Bitcoinin para birimi olarak kabul edilebilmesi için yerine getirmesi gereken üç temel fonksiyonun önündeki en önemli engel fiyatlarında görülen yüksek volatilitedir (Evans, 2014; Peng et al., 2018; B. Weber, 2014). Literatürde Bitcoin fiyatlarında görülen yüksek volatilitayı altının parasallaşma süreci ile kıyaslayarak evrimsel para teorisine dayandıran bir görüşte bulunmaktadır. Bu görüşe göre, altının parasallaşma sürecinde mal ve hizmet elde etme faydası piyasa talebini arttırdığı için altın, yeni bir para biçimi haline gelip istikrar kazanana kadar fiyatı kademeli olarak artmıştır. Bu doğrultuda rakip para birimlerinin gelişmesi, platformdaki diğer problemler ve gelecekte yaygın olarak kullanılan bir değişim aracı olma olasılığı nedeniyle altınla benzer bir parasallaşma sürecinden geçen Bitcoin fiyatlarının da istikrar kazanana kadar dalgalanma olasılığı yüksektir. Kullanım düzeyinin artması ile birlikte yeni bir para biçimi olarak genel kabule ulaşacağı düşünülen Bitcoinin volatilitesi de kademeli olarak azalarak fiyatı istikrara kavuşacaktır (Baek & Elbeck, 2015; de la Horra et al., 2019; Evans, 2014). Buna paralel olarak Van Alstyne (2014) volatilitenin tek başına bir emtianın para birimi olarak işlev görüp görmemesinin nedeni olamayacağını sadece riskten kaçanların kullanmaması için bir neden olabileceğini belirtmiştir. Ayrıca, teknolojinin kullanıcı tabanı genişledikçe, kullanıcıların fiyatları etkileme olasılığının azalacağını ve volatilitenin zamanla düşeceğini ileri sürmüştür. Bununla birlikte Bitcoinin itibari para birimlerine rakip olmaktan ziyade, itibari para birimlerinin tamamlayıcısı olarak hareket edebileceğini öne süren bir başka görüşte bulunmaktadır (Carrick, 2016).

2.4.6 Yatırım Aracı Olarak Bitcoin

Keynesyen ekonomiye göre para talebi, işlem talebi, ihtiyati talep ve spekülasyon talebi olmak üzere üç güdü tarafından yönlendirilmektedir (Kajtazi & Moro, 2019; Keynes, 1936). Bu güdüler insanların günlük işlemlerini yerine getirme, gelecekteki kötü günlere hazırlıklı olma ve yatırım fırsatlarından kar elde etme amaçlarından kaynaklanmaktadır. İşlem talebi paranın değişim aracı olma fonksiyonuna, ihtiyati talep ise tasarruf aracı olma fonksiyonuna hizmet etmektedir. Bitcoin yüksek volatilitesi nedeniyle tasarruf aracı olarak kullanılamayacağı için, talebinin yönlendirilmesinde ihtiyati talep yer alamayacaktır (Ciaian et al., 2018; Kajtazi & Moro, 2019). Bu durumda Bitcoine olan talebin, işlem talebi ve spekülasyon talebi tarafından yönlendirildiği kabul edilebilir. Spekülasyon talebi, gelecekte varlığın fiyatının yükseleceğine dair beklentiler tarafından yönlendirilmektedir. Varlığın fiyatı düşükken alıp yükselince satan yatırımcıların aksine spekülasyoncular daha kısa vadeli fiyat dalgalanmalarından kar elde etmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle spekülasyon işlemleri, fiyat volatilitesi yanında volatilitenin

seviyesindeki değişikliklere özellikle duyarlı riski seven yatırımcılar tarafından gerçekleştirilmektedir (de la Horra et al., 2019).

Bitcoin, ABD doları karşısında işlem görmeye başladığı Temmuz 2010'dan bu yana, yüksek işlem hacimleri ile birlikte yukarı ve aşağı yönlü keskin fiyat hareketleri göstermektedir (Balcılar et al., 2017; Polasik et al., 2015). Yüksek volatilité özelliği Bitcoinin para birimi olarak işlevselliğini sorgulatırken birçok çalışma tarafından spekülatif bir varlık olarak kabul edilmesine yol açmıştır. Özellikle yapılan çalışmalarda sisteme yeni giren kullanıcıların alım satım hacminden daha fazla Bitcoin hacmini etkilediği ve piyasa getirilerinin dahili piyasa katılımcıları tarafından yönlendirildiği yönündeki bulgular (Baek & Elbeck, 2015; Glaser et al., 2014) Bitcoinin daha fazla araştırmacı tarafından spekülatif bir varlık olarak kabul edilmesine yol açmıştır. Bu görüşe sahip araştırmacılar genel olarak Bitcoinin hesap birimi ve tasarruf aracı olarak kullanımının çok yaygın olmadığını buna karşılık daha çok spekülatif amaçlı kullanıldığını ve bu nedenle yüksek riskli bir varlık olarak kabul edilmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir (Baur, Hong, et al., 2018; Baur & Dimpfl, 2018a; Bouoiyour & Selmi, 2015b; Conlon & McGee, 2020; Matkovskyy, 2019; Yermack, 2013; Zhu et al., 2017; Zięba et al., 2019).

Spekülatörler piyasadaki aşırı riski üstlendikleri için spekülatif işlemler mutlaka istenmeyen faaliyetler değildir. Özellikle yüksek piyasa belirsizliği dönemlerinde piyasaya likidite sağlama ve piyasa etkinliğini artırma gibi önemli fonksiyonları yerine getiren spekülatif işlemler piyasa katılımcıları arasındaki işlemleri teşvik etme gibi etkilerle borsalara önemli düzeyde katkı sağlamaktadır. Ancak alım satımın seyrek olduğu ve varlık değerlemesi konusunda belirsizliklerin yaşandığı Bitcoin gibi yeni piyasalarda spekülasyonun fiyat üzerinde kalıcı etkileri olabilmektedir. Spekülasyonun, kısa vadede volatilitéyi artırma ve fiyat balonları oluşturma, uzun vadede ise Bitcoinin işlemlerde kullanılmak yerine biriktirilmesine sebep olma tehlikesi bulunmaktadır. Bu nedenle Bitcoinin ticarete ve işlemlerde kullanım oranının artması ve spekülatif işlemlerin olumsuz etkilerini azaltabilme yeteneği gelecekteki başarısında önemli rol oynayacaktır (Ciaian et al., 2016b; Li & Wang, 2017).

Sözü geçen çalışmalarda da açıkça görülebileceği gibi, para birimi fonksiyonlarını yerine getirip getirmemesinden bağımsız olarak Bitcoin, bir yatırım aracı olarak oldukça fazla ilgi görmüş ve giderek artan sayıda uluslararası Bitcoin yatırımcısı piyasaya dahil olmuştur. Hatta uluslararası yatırımcılar arasında değerli metalleri satarak Bitcoin ve diğer kripto para birimlerine yatırım yapma eğilimi ortaya çıkmıştır (Rehman & Apergis, 2019). 2017 Aralık

ayında Şikago Ticaret Borsası (CME) ve Şikago Opsiyon Borsası Kurulu (CBOE) tarafından, Bitcoin vadeli işlem sözleşmelerinin piyasaya sürülmesi; Fidelity, ICE ve Nasdaq gibi büyük finans kurumlarından bazılarının bir varlık sınıfı olarak kripto paraları destekleyen altyapı çalışmaları; küresel yatırım bankaları tarafından Bitcoin bağlantılı fonların piyasaya sürülmesi; fon yöneticilerinin kripto varlıkları yatırım yapılabilir varlıklar olarak görmeye başlamaları ve Şubat 2019’da kamu emeklilik fonlarının kripto para sektörüne girişi gibi gelişmeler bir yandan Bitcoine yatırım varlığı olarak meşruiyet kazandırırken diğer yandan finans sektöründeki diğer kurumsal yatırımcıların da güvenini arttırmıştır (Ji et al., 2018; J. Liu & Serletis, 2019; Shahzad et al., 2019).

2.4.7 Emtia Olarak Bitcoin

Bitcoinin özellikleri para birimleri ve varlıklar yanında kıymetli madenlerle de sıklıkla karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma yapısal benzerlikleri dolayısıyla genellikle Bitcoin ve altın arasında yapılmaktadır. ABD Menkul Kıymetler ve Borsalar Komisyonu (SEC) kripto para birimlerinden, satın alma, satış ve diğer finansal işlemleri mümkün kılmak için tasarlanmış doğal değeri olan, nakit veya altına benzer öğeler olarak bahsetmiştir (Clayton, 2017). Yine ABD Emtia ve Vadeli İşlemler Komisyonu (CFTC), Bitcoinini altın ve petrol ile birlikte emtia olarak sınıflandırmıştır (CFTC, 2019). Bununla birlikte Bloomberg, Forbes ve CNN gibi birçok ünlü finansal medya yayın organı da Bitcoinini “Yeni Altın” olarak yayınlamıştır (Sheng Zeng et al., 2019). Altın ve Bitcoin arasındaki sözü geçen ortak benzerlikler şu şekildedir: (1) ikisinin de arzı sınırlıdır, (2) ikisinde küreseldir ve arzları herhangi bir devlet ya da kurum tarafından kontrol edilmemektedir, (3) ikisinde bağımsız taraflarca “madencilik” adı verilen süreç ile arz edilmektedir ve (4) ikisinde nakit akışı oluşturmazlar ve değerleri arz ve talebe bağlıdır (Charfeddine et al., 2020; Dyhrberg, 2016; Shahzad et al., 2019; W. E. Weber, 2016). Diğer yandan Bitcoin somutluk, tarih, içsel değer, volatilité gibi özellikleri ile altından farklılaşmaktadır (Al-Khazali et al., 2018; Baur, Hong, et al., 2018; Hussain Shahzad et al., 2020).

Bitcoinin hangi finansal varlık sınıfı altında sınıflandırılması gerektiğini anlamaya yönelik süregelen ve yukarıda değinilen tartışmalar yanında, Bitcoinin standart finansal varlıklardan ve araçlardan farklı özelliklere sahip olan benzersiz bir varlık sınıfı olduğunu, bu nedenle alternatif bir ekonominin parçası olarak yeni bir varlık sınıfı olarak değerlendirilmesi gerektiğini düşünen araştırmacılarda bulunmaktadır (Bouri, Molnár, et al., 2017; Hussain Shahzad et al., 2020; W. Liu et al., 2020).

2.4.8 Bitcoinin Fiyat Dinamikleri

Bitcoinle ilgili süregelen tartışmalardan bir diğeri içsel ya da temel değerinin olup olmaması ile ilgilidir. Bitcoinin içsel bir değeri olmadığını savunanlar, gelecekte herhangi bir nakit akışı yaratmadığından bu özelliğe sahip olan hisse senedi ve tahvil gibi temel bir değere sahip olamayacağını öne sürmüşlerdir. İtibari para birimlerine benzer şekilde herhangi bir içsel değeri bulunmayan Bitcoinin değeri, gelecekte değerli olacağına ve değişim aracı olarak kabul edileceğine dair beklentilere dayanmaktadır (Carbó & Gorjon, 2022; Cheah & Fry, 2015; Ciaian et al., 2016a; Härdle et al., 2019; Kaplanov, 2012; Luu Duc Huynh, 2019; Malone & O'Dwyer, 2014; Robleh et al., 2014; Selgin, 2015; Velde, 2013).

Diğer yandan literatürde çeşitli sebeplerle Bitcoinin temel bir değere sahip olduğunu öne süren araştırmacılar da bulunmaktadır. Söz konusu görüşler şu şekilde sıralanabilir; (1) Altın içsel değerini üretiminin maliyetli ve zor olması dolayısıyla kıt olmasından almaktadır. Bitcoinin de altına benzer madencilik süreci ile üretilmesi ona içsel bir değer kazandırmaktadır (Plassaras, 2013). (2) Temelde bir içsel değere sahip olmayan itibari para birimleri de hisse senedi ve tahvil gibi nakit akışı yaratmamasına rağmen vergilerin ödenmesini kolaylaştırma, ekonomik birimlere likidite sağlama gibi ortaya koydukları gelir dışı faydalar nedeniyle belirli düzeyde bir içsel değere sahiptir. Her ne kadar legal sınırlar içerisinde olmasada Bitcoin de karaborsa işlemlerine ve vergi kaçakçılığına olanak sağlayarak ödeme sistemi özelliği ile yasadışı ticareti kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle Bitcoinin sunduğu bu gelir dışı faydalarda Bitcoine belirli düzeyde bir içsel değer kazandırmaktadır (de la Horra et al., 2019; Foley et al., 2019). (3) Blockchain teknolojisine dayanan Bitcoinin ağa sağlanan bilgi işlem gücü ve kullanıcıların ağı benimsemesi yanında tüm işlemleri izleyebilen algoritmanın sunduğu güvenlik nedeniyle içsel bir değeri bulunmaktadır (Bhambhwani et al., 2019; Ciaian et al., 2016a; Corbet et al., 2019). Son olarak Van Alstyne (2014) Bitcoinin dört sebeple değere sahip olduğunu ifade etmiştir: (1) çifte harcama problemine getirdiği çözüm (2) işlem ücretlerinin olmaması (3) dolandırıcılığın kolay tespit edilmesi (4) insanların ödeme aracı olarak kabul etmesi ve kullanmasıdır.

Bitcoinin doğası gereği kar payı, nakit akışı veya gelir oluşturmaması nedeniyle nasıl fiyatlandırılması gerektiğini açıklayan açık bir teori bulunmamaktadır (Polasik et al., 2015). Bu durum Bitcoin fiyatlarını ve volatilitelerini etkileyen potansiyel değişkenlerin neler olabileceğine yönelik çok sayıda çalışma yapılmasına neden olmuştur (Ciaian et al., 2016b; Kayal & Rohilla, 2021). İlk çalışmalar talep ve arz değişkenlerinin fiyat üzerindeki etkisine odaklanmışlardır.

Buna göre parasal tabandaki değişikliklerin döviz kurunu etkilediği geleneksel para birimlerinin aksine önceden belirlenmiş bir yol boyunca büyümeye programlanan sabit arz bilgileri cari fiyatlara yansıdığı için, arz yönlü değişkenlerin Bitcoin fiyatları üzerinde etkisi bulunmamaktadır. Ancak Bitcoinin piyasa talebi değişiklik göstermekte serbesttir. Bu nedenle talepteki bir artış (azalış) Bitcoinin dolar fiyatındaki bir artışla (azalışla) karşılanabilecektir (Ciaian et al., 2016b; Glaser et al., 2014; Gronwald, 2019; Luther & White, 2014; Polasik et al., 2015).

Ciaian, Miroslava ve Kancs (2016b), Liu vd. (2021) ve Ahmed (2022), Bitcoin fiyatlarını etkileyen potansiyel değişkenleri üç geniş kapsamlı gruba ayırarak incelemişlerdir. Bunun yanında Poyser (2019) Bitcoin fiyatını etkileyen değişkenleri içsel faktörler ve dışsal faktörler olarak ikiye ayırmıştır. Söz konusu kaynaklara dayanarak hazırlanan Şekil 2.3 değişkenlerin bir özetini sunmaktadır.

Şekil 2.3: Bitcoin Fiyatını Etkileyen Değişkenler

İçsel Faktörler		Dışsal Faktörler
	Artan Bilinirlik ve İlgi	Makroekonomik Değişkenler
Talep ve Arz	Baidu endeksi	Brent Petrol, bakır, altın vadeli işlemleri
Ağın hash oranı	Google trend endeksi	Finansal belirsizlik- Korku endeksi vb.
İşlem hacmi	Twitter	Borsa endeksleri
Getiri momentumu	Reddit	Döviz kurları
Fiyat volatilitesi	Vikipedi aramaları	Hisse senedi piyasaları
Madencilikle ilgili değişkenler	Uzman medya haberleri	Tahvil piyasaları
Piyasa değeri		Covid-19 pandemisi
Diğer kripto para birimleri değişkenleri		Para politikası- Hazine Bonosu faizleri vb.
Adres sayısı		Altın
Blok hacmi		Enflasyon
		Politika belirsizliği

Tablo 2.1, Bitcoinin fiyat dinamikleri üzerine yapılan çalışmalardan bir kısmını sonuçları ile birlikte göstermektedir.

Tablo 2.1: Bitcoin Fiyat Dinamikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar

Çalışma	Değişkenler	Sonuç
Kristoufek (2013)	Google trendleri ve vikipedi aramaları	Fiyatlar trendin üzerinde olduğunda yukarı yönlü trendin altında olduğunda aşağı yönlü etki etkisi vardır.
Philippas et al. (2019)	Google trendleri ve Twitterdaki ilgi	İki değişkenin de yukarı yönlü etkisi vardır.
Polasik et al. (2015)	Google aramaları ve haberler	Olumlu haberler fiyatı arttırırken olumsuz haberler düşürür.
Ciaian, Rajcaniova ve Kancs (2016a)	Vikipedi	Bitcoinin bilinirliğinin artması ile etkisi zayıflamıştır.
Flori (2019)	Haberler ve medya ilgisi	Bitcoin talebini ve fiyat hareketlerini etkilemektedir.
Shanaev vd. (2020)	Haberler	Düzenlemelerin sıkılaştırılması ve devlet destekli kripto para birimi haberlerinin anlamı etkisi bulunmaktadır.
Zhu, Dickinson ve Li (2017)	Tüketici Fiyat Endeksinin (CPI), Dow Jones Endüstri Endeksinin, Efektif Federal Fon Oranlarının (FFR) ve ABD dolar Endeksinin (USDI) ve altın	Altın haricindeki diğer bütün değişkenlerin Bitcoin fiyatları üzerinde uzun dönemli negatif etkisi bulunmaktadır. Altının uzun vadede etkisi bulunmamaktadır.
İçellioğlu ve Öner (2019)	Altın fiyatı, petrol fiyatı ve S&P 500 endeksi, 2 yıllık ABD faiz oranı, ABD dolar endeksi	Altın fiyatı, petrol fiyatı ve S&P 500 endeksindeki artışlar kripto para fiyatlarını pozitif yönde faiz oranı ve dolar endeksinde ki artışlar ise negatif yönde etkilemektedir.
Kjærland vd. (2018)	Google trendleri, Bitcoinin bir önceki hafta getirileri, S&P 500 endeksi, petrol fiyatları, altın fiyatları	Petrol fiyatları ve altın fiyatlarının bir etkisi bulunmazken diğer değişkenlerin pozitif yönlü etkisi bulunmaktadır.
Al-Yahyaee vd. (2019)	Korku endeksi (VIX)	Bitcoin ve korku endeksi zamanla ve yüksek-düşük frekanslarda birlikte hareket etmektedir. Korku endeksinin Bitcoin fiyatlarını tahmin gücü bulunmaktadır.
Demir vd. (2018)	Ekonomik politika belirsizliği	Negatif yönde etkilemektedir.
Panagiotidis, Stengos ve Vravosinos (2018)	Google ve Vikipedi aramaları, altın fiyatları, politika belirsizliği	Google ve Vikipedi aramaları ve altın fiyatları pozitif yönde politika belirsizliği negatif yönde etkilemektedir.
Nguyen vd. (2019)	ABD ve Çin politika faizi	ABD para politikalarının bir etkisi yokken Çin'in daraltıcı para politikaları fiyatları arttırmaktadır.

Baek ve Elbeck (2015)	Tüketici fiyat endeksi, , sanayi üretimi, reel kişisel tüketim harcamaları, S&P 500 endeksi, 10 yıllık hazine bonosu faiz oranı, euro döviz kuru ve ulusal ortalama işsizlik oranı	Söz konusu değişkenlerin Bitcoin getirileri üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır.
Ciaian, Rajcaniova ve Kancs (2016a)	Dow Jones Endeksi, döviz kuru ve petrol fiyatı	Üç değişkeninde fiyat üzerinde kısa vadede önemli bir etkisi varken uzun vadede etkileri bulunmamaktadır.
Balcılar vd. (2017)	İşlem hacmi	Normal piyasa koşullarında işlem hacminin getiriler üzerinde bir etkisi bulunurken volatilité üzerinde etkisi bulunmamaktadır.
Matkovskyy (2019)	İşlem hacmi	İşlem hacmi ve Bitcoin fiyatları arasında ter yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Bu durum piyasa yatırımcılarının aşırı reaksiyon davranışından kaynaklanmaktadır.
Sabah (2020)	Kripto para birimlerini alternatif ödeme yöntemi olarak kabul eden yeni işletmeler	Bu tür işletmeler piyasaya likidite sağlamaktadır ve volatilitenin önemli bir göstergesidir.

Bitcoin fiyatını etkileyen değişkenlerin belirlenmesine yönelik çok sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen, Tablo 2.1’den de görüldüğü üzere çalışmaların sonuçları katsayıların büyüklüğü, ilişkinin yönü vb. açılardan birbirleri ile tutarlılık göstermemektedir. Ahmed (2022), 29 Haziran 2015 ve 31 Temmuz 2021 tarihleri arasında günlük verileri kullanarak Bitcoin fiyatını etkileyen en güçlü değişkenleri belirlemeye çalışmıştır. Analize Şekil 2.3’deki üç kategoriye de kapsayan işlem sayısı, ihraç edilen Bitcoin sayısı, hash oranı, işlem hacmi, vikipedi aramaları, Bitcoin fiyatlarının gerçekleşen volatilitesi, S&P küresel geniş pazar endeksi, S&P GSCI enerji endeksi, S&P GSCI altın endeksi, CBOE volatilité endeksi (VIX), ticaret ağırlıklı ABD doları endeksi, ekonomik politika belirsizliği endeksi, efektif federal fon oranı şeklindeki 13 değişkeni dahil etmiştir. Çalışmanın sonucunda, arz ve talep yönlü faktörlerin, kripto paralara gösterilen ilginin ve ekonomik politika belirsizliğinin Bitcoin fiyatlarını etkileyen en önemli değişkenler olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca, Bitcoin fiyat hareketlerini küresel makroekonomik ve finansal değişkenlerden ziyade kripto para birimi ile ilgili değişkenlerin daha iyi açıkladığını öne sürmüştür. Bu çalışmanın içsel değişkenlere yönelik sonucu, yukarıda sonuçları özetlenen çalışmalarla da uyumlu gözükmemektedir.

2.4.9 Bitcoin İle İlgili En Fazla Çalışılan Konular

Bitcoin ve Blockchain teknolojisinin tanıtıldığı 2008 yılında Nakamoto (2008) tarafından yayınlanan “*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*” isimli tanıtım yazısı Bitcoinle ilgili yapılan ilk çalışma olarak kabul edilebilir. Bu çalışmadan sonra geçen 14 yıl içerisinde kripto varlıklar ve blockchain teknolojisi, politika yapıcılar, portföy yöneticileri, yatırımcılar, madenciler, düzenleyiciler, basın ve akademisyenlerden oldukça fazla ilgi görmüş ve iki konuyuda içeren çok sayıda çalışmanın olduğu büyük bir literatür oluşmuştur. Bu alanda yapılan ilk çalışmalar daha çok teknik (Becker vd. (2013), Bryans (2014), Böhme vd. (2015), Cook (2015), Yoo (2017), Lánsky(2017)), düzenleme (De Filippi (2014), Brito, Shadab ve Castillo(2014), Guadamuz ve Marsden (2015), Tu ve Meredith (2015)) ve siber suçlar (Trautman (2014), Cao ve Dodge (2018)) üzerine yoğunlaşmıştır.

Ekonomi ve finans alanında Bitcoine olan akademik ilgi 2013 yılından itibaren artış göstermiştir. 2013 yılında; Bitcoin fiyatının öngörülemez şekilde yükselmesi (yılbaşı 13,41 \$’dan yılsonu 817,12 \$’a), Mt. Gox borsasının hacklenmesi, Çin’in Bitcoin yasaklaması ve FBI’nın Silk Road’u kapatması gibi birçok olay yaşanmıştır. Bu durum Bitcoinin diğer varlıklarla ve piyasalarla olan ilişkisinin ve Bitcoinin ekonomik bağlamda ne olduğunun sorgulanmasına (Dyhrberg, 2016) ve araştırılmasına neden olmuştur. Bu nedenle geniş bir literatür para birimi olarak, yatırım aracı olarak ve emtia olarak özelliklerini belirlemeye odaklanmıştır. Yine bu amaçla birçok çalışma Bitcoinin fiyat dinamiklerini incelemiştir.

Diğer yandan 2017 Aralık ayında CME’nin ve CBOE’nin Bitcoin vadeli işlemlerini piyasaya sürmesi ile akademik çalışmalardan bir kısmı Bitcoin fiyat keşfine odaklanmıştır. Örneğin, Qu (2017), Bitcoinin Çin ve ABD piyasası arasındaki fiyat keşfini ve volatilité aktarımını analiz ettiği çalışması sonucunda, Çin piyasasındaki Bitcoin fiyatının ABD piyasası üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ve ABD piyasasının ise volatilité yoluyla Çin piyasasını etkilediğini belirtmiştir. Alexander vd. (2020), kripto borsası ve türev ürün işlem platformu olan BitMEX ile üç büyük Bitcoin spot piyasası (Bitstamp, Coinbase ve Kraken) arasındaki bilgi akışını incelemiştir. Analizleri sonucunda, BitMEX’de ki türev ürünlerin, Bitcoin spot fiyatlarına öncülük ettiğini ve spot piyasa volatilitésine karşı etkili bir riskten korunma aracı olduklarını belirtmişlerdir. Akyıldırım vd. (2019), bilgi akışlarının ve fiyat keşfinin vadeli piyasadan spot piyasaya doğru olduğunu ve CBOE vadeli işlemlerinin CME’ye göre, bilgi akışında öncü olduğunu ileri sürmüşlerdir. Benzer şekilde Fassas, Papadamou ve Koulis (2020), fiyat keşfinin vadeli işlem piyasasına odaklandığı görüşünü destekleyerek, Bitcoin fiyatlarının

vadeli işlem piyasasında oluştuğunu belirtmişlerdir. Ayrıca vadeli işlem piyasasının merkezileşmesinin ve görece şeffaflığının fiyat keşfindeki baskın rolüne katkı sağladığı sonucuna ulaşmışlardır.

Bitcoinin işlem görmeye başladığı tarihten bu yana fiyatlarında görülen aşağı ve yukarı yönlü keskin hareketler birçok bilim insanı tarafından (Glaser vd. (2014), Baek ve Elbeck (2015), Conlon ve Mcgee (2020)) spekülasyon bir varlık olarak kabul edilmesine yol açmıştır. Bitcoinin spekülasyon özelliğinin potansiyel olarak balonlara işaret edebilme olasılığı (Dale et al., 2005) ise bu alanda çalışmaların yapılmasına neden olmuştur. Örneğin Cheung, Roca ve Su (2015), 2010-2014 dönemi boyunca bir dizi kısa süreli baloncuk tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, analiz döneminin ikinci bölümünde (2011-2013), 66 ile 106 gün arasında süren üç büyük balon bulunduğunu ve bu balonların patlamasının Bitcoin piyasasındaki önemli olaylarla çakıştığını ileri sürmüşlerdir. Corbet, Lucey ve Yarovaya (2018), Bitcoin ve Ethereumda ki fiyat balonlarını inceledikleri çalışmaları sonucunda, iki kripto para birimi içinde kalıcı bir balon olmadığını ancak net balon davranışı dönemleriyle birlikte Bitcoinin analizin yapıldığı dönemde bir balon sürecinde olduğunu belirtmişlerdir. Geuder, Kinatader ve Wagner (2019), balon davranışının Bitcoin fiyatlarının ortak ve tekrarlayan bir özelliği olduğunu ve 6 Aralık 2017 tarihinde Bitcoinin fiyat büyüme oranının değiştiğini ve balonun Ocak 2018’de sona eren en son balon döneminin bir parçası olarak söndüğünü ileri sürmüşlerdir. Yine Cagli (2019), Bitcoin ve 7 altcoinle yaptığı çalışma sonucunda, bir altcoin dışındaki tüm kripto para birimlerinin patlayıcı baloncuk davranışı sergilediğini öne sürmüştür. Diğer yandan Blau (2018), Bitcoin herhangi bir nakit akışı yaratmadığı için temel değerini belirlemenin herhangi bir yolu olmadığını ve bu nedenle fiyatlardaki herhangi bir ani artışın spekülasyon bir balon olarak adlandırılmayacağını öne sürmüştür. Bunun yerine yatırımcıların davranışlarının “Büyük Aptal Kuramı”na¹⁶ uyduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Kaiser ve Stöckl (2019), irrasyonel yatırımcıların hiçbir temel dayanağı olmayan ve bilgi kaskadına dayanan getiri takip etme davranışının, piyasa getirisi şoklarına ve yüksek düzeyde volatiliteye neden olduğunu ve bu durumun kripto para birimi piyasasında oldukça fazla gözlemlenen bir davranış kalıbı olduğunu belirtmişlerdir.

¹⁶Yatırımcıların fiyatı temel değerinin üstünde olan varlıkları, ileride daha yüksek fiyata satabilecekleri inancı ile satın almalarına dayanan kuramdır.

2.4.10 Türkiye’de Kripto Para Piyasası

Bitcoinin 2008 yılında ortaya çıkması ile yaygınlaşan kripto para kavramı, günümüzde dünya genelinde birçok kesim tarafından en çok tartışılan konulardan birisi haline gelmiştir. Devletler, denetleyici ve düzenleyici kuruluşlar, politika yapıcılar finansal kuruluşlar ve profesyonel yatırımcılar yanında günlük hayatta da giderek daha fazla sayıda insan kripto varlıklara ilgi duymaya başlamıştır. Türkiye’de de söz konusu varlıkların bilinirliği her geçen gün artmaktadır.

Kripto varlıklar son yıllarda özellikle yükselen ve gelişmekte olan piyasalarda gelişmiş piyasalara kıyasla daha fazla talep görmektedir (IMF, 2021). Türkiye’de de söz konusu varlıklara talep her geçen gün artış göstermektedir. Türkiye’nin ilk kripto borsası 2013 yılında (aynı zamanda dünyanın dördüncü kripto borsası) kurulan BtcTurk’tür. Ancak kripto paraların Türkiye’de ki bilinirliğinin artması ve yaygınlaşması, 2016 yılından itibaren olmuştur (Napari & Parlaktuna, 2022). Günümüzde Türkiye, kripto varlıklarla en çok işlem yapılan ülkelerden birisi konumundadır ve türk lirası (TL) Bitcoinle en çok işlem gören ulusal para birimleri arasında altıncı sıradadır (Coinhills, 2022). Ayrıca Türkiye, büyük kripto borsalarının web sitelerini en çok ziyaret eden beş ülke arasında yer almaktadır (IMF, 2021). Küresel kripto borsası Türkiye kuruluşu GateTR tarafından 6 Aralık 2022 tarihinde yayınlanan rapora göre, Türkiye’de %90’nını erkeklerin, meslek grubu olarak %13’ünü mimar ve mühendislerin oluşturduğu 3.811.882 adet kripto varlık yatırımcısı bulunmaktadır (Karaman, 2022b). Bununla birlikte yine başka bir rapor, 2022 yılında Türkiye’de kripto para piyasasının en çok tercih edilen üçüncü tasarruf aracı olduğunu ve Bitcoinin %79,5’lik bir oranla en çok tercih edilen kripto varlık olduğunu ileri sürmüştür (Akademetre, 2022). Ocak 2023 itibari ile Türk kripto borsalarında işlem hacmi ise yaklaşık olarak günlük 10 milyar TL’ye ulaşmıştır. Türkiye’nin kripto varlık piyasasında bu kadar aktif yer almasının nedenleri arasında yüksek enflasyon rakamları (Karaman, 2022b; Sivrikaya, 2020) ve TL’de yaşanan değer kaybı (Bouri, Gupta, et al., 2018) gösterilebilir. TL’de yaşanan değer düşüklüğü sonucunda birçok Türk yatırımcının varlıklarını Bitcoin ve diğer kripto varlıklara kaydırması Türk kripto borsalarında ki işlem hacminin yükselmesine yol açmıştır (G.-J. Wang et al., 2019).

Kripto varlıkların yaygınlaşan kullanımına ilişkin söz konusu gelişmeler yetkili kurumlarında konuya ilgisini arttırmıştır. 16 Nisan 2021 tarihinde 31456 sayılı “Ödemelerde Kripto Varlıkların Kullanılmamasına Dair Yönetmelik” Resmi Gazete’de yayınlanmıştır. Yönetmelik ile, kripto varlıkların ödemelerde doğrudan ve dolaylı şekilde kullanılması ve buna

yönelik hizmet sunulması yasaklanmıştır (TCMB, 2021). Bununla birlikte Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB), yaşanan teknolojik gelişmelere uyum sağlanabilmesi amacıyla bünyesinde “Finansal İnovasyon Genel Müdürlüğü”nü oluşturmuş ve Eylül 2021 tarihinde Türkiye’nin kendi dijital para birimini çıkarması adına pilot uygulamaya başlama kararı alınmıştır (Bankacılık Finans ve Sigortacılık Çalışma Grubu, 2022). Yürütülen çalışmalar sonucunda, Dijital TL ağı üzerinde ilk başarılı ödeme işlemi 29 Aralık 2022 tarihinde gerçekleştirilmiştir (TCMB, 2022).



3. BÖLÜM

FİNANSAL ENTEGRASYON VE VOLATİLİTE YAYILIMI

Çalışmanın bu bölümünde finansal entegrasyon konusuna değinilmiş ve volatilité kavramı üzerinde durulmuştur. Ardından geleneksel piyasalarda ve kripto varlık piyasasında volatilité yayılımı incelenerek literatürde ki çalışmalar özetlenmiştir.

3.1 Finansal Entegrasyon

1970’li ve 1980’li yıllarda modern iletişim ve ticaret olanaklarının gelişimi, sermaye kontrollerinin ve uluslararası sermaye hareketlerinin önündeki engellerin (özellikle sanayileşmiş ülkelerde) kaldırılması finansal piyasaların doğasını değiştirmiştir. Bu dönemde, finansal piyasaların serbestleşmesi, döviz ve faiz oranı swapları gibi yeni finansal varlıkların ortaya çıkması, bilgi edinme maliyetlerinin düşmesi ve yatırımların kapsamının genişlemesi gibi birçok yenilikle karşı karşıya kalınmıştır. Ayrıca yatırımcılar hisse senedi, tahvil, döviz, emtia ve türev gibi farklı varlık sınıfları arasındaki olası her türlü arbitraj fırsatından yararlanmaya başlamıştır. Tüm bu gelişmeler, uluslararası finansal piyasalar arasındaki entegrasyon sürecini hızlandırmıştır (Al Awad & Goodwin, 1998; Poddig & Rehkugler, 1996). 1970’li yıllarda finansal piyasalarda yaşanan bu gelişmeler, uluslararasılaşma, menkul kıymetleştirme ve serbestleşme olmak üzere üç açıdan ele alınmaktadır. Uluslararasılaşma açısından; finansal piyasalardaki işlem hacmi, büyük sanayi ülkelerindeki reel hasıladan daha hızlı artmış, fakat bu artışa daha da hızlı büyüyen denizaşırı finansal piyasa faaliyetleri eşlik etmiştir. Menkul kıymetleştirme ile ilgili olarak, aracılar vasıtasıyla dolaylı finansmandan uluslararası tahvil piyasaları vasıtasıyla doğrudan finansmana geçiş olmuştur. Serbestleşme ise, yerli miktar ve fiyat kısıtlamalarının kaldırılması, yerli finansal piyasalara daha fazla uluslararası katılımın sağlanması, daha fazla sınır ötesi sermaye akımları ve yeni finansal araçlar ile sonuçlanmıştır (Kearney & Lucey, 2004; Watson et al., 1988).

Piyasa entegrasyonu ile ilgili genel kabul görmüş bir tanım bulunmasa da finansal açıklık, sermayenin serbest dolaşımı ve finansal hizmetlerin entegrasyonu, literatürde kullanılan tanımların ortak özelliğidir (Yu et al., 2010). Literatürde en çok değinilen finansal entegrasyon tanımlarından birisi olan Baele vd. (2004)’e göre,

“Belirli bir finansal araç ve/veya hizmet grubu piyasasında, aynı ilgili özelliklere sahip tüm potansiyel piyasa katılımcıları; bu finansal araç ve/veya hizmetlerle ilgilenmeye karar verdiklerinde, aynı kurallarla karşı karşıya kalırsa; bu finansal

araç ve/veya hizmetler grubuna eşit erişim fırsatına sahip olursa ve piyasada eşit muamele ile karşılaşırse finansal piyasalar tam olarak bütünleşmiştir”.

Söz konusu bu tanım üç önemli özellik içermektedir (Baele et al., 2004):

- Bunlardan ilki, finansal entegrasyonun bölgelerin finansal yapılarından bağımsız olmasıdır. Finansal yapı, tüm finansal araçları ve bunların hane halkları, hükümetler ve şirketler ile karşılıklı fon akışı konusunda birbirleri ile nasıl ilişki kurduklarını kapsamaktadır. Tanım finansal entegrasyon ile bölgelerin finansal yapılarında herhangi bir yakınlaşma olacağı iddiasını desteklememektedir.
- İkincisi, aracılık faaliyetleri sürecindeki uyumsuzlukların, finansal entegrasyon tamamlandıktan sonra da devam edebileceği ile ilgilidir. Bu açıdan tanım, finansal entegrasyonun sermayenin optimal tahsisini engelleyen uyumsuzlukları ortadan kaldırmayacağını vurgulamaktadır.
- Üçüncü özellik ise, tanım finansal piyasaların iki bileşenini yani yatırım fırsatlarının arzı ve talebini birbirinden ayırmaktadır. Tam entegrasyon, bölge kökenlerine bakılmaksızın hem yatırımcılar hem de firmalar için, bankalara veya alım satım, takas ve uzlaşma platformlarına eşit erişimi gerektirmektedir.

Diğer yandan piyasalar arasında sermaye kontrollerinin olması, sermayenin serbest dolaşımının vergiler ve çeşitli tarifelerle engellenmesi gibi durumlar piyasa segmentasyonunu (bölünmüşlüğü) ifade etmektedir. Bu durum aynı risk (beklenen getiri) düzeyine sahip farklı ekonomilerdeki iki varlığın farklı beklenen getiriye (risk düzeyine) sahip olmasına neden olmaktadır. Diğer bir deyişle, segmentasyon durumunda, farklı piyasalarda işlem gören varlıklar aynı risk özelliklerine sahip olsalar bile beklenen getirileri farklı olabilmektedir. Yüksek işlem maliyetleri, arbitraj olanakları, piyasa etkinsizliği ve entegrasyon eksikliği segmente piyasaların göstergeleridir. Piyasa segmentasyonunun olası sebepleri olarak, sermaye hareketleri üzerindeki kısıtlamalar, doğrudan yatırım engelleri, döviz kuru riskinin varlık fiyatlandırmaya etkisi ve yabancı mülkiyet sınırları gösterilebilir (Jithendranathan et al., 2000). Ancak yabancı sermaye yatırımlarının önündeki engeller, piyasanın dünya sermaye piyasalarından segmente olmasını garanti etmemektedir. Bu noktada, ülke yatırım fonları ve/veya çapraz listelenen menkul kıymetler, herhangi bir piyasanın dünya sermaye piyasası ile entegrasyonuna hizmet edebilmektedir (Bekaert & Harvey, 1995).

Hükümetler uygulamaya koydukları bazı düzenlemeler ile sermaye piyasalarının hem segmentasyonunda (Bonser-Nael et al., 1990) hem de entegrasyonunda rol oynayabilmektedir.

Nitekim ulusal piyasaların dünya sermaye piyasaları ile entegrasyonu da büyük ölçüde hükümetler ya da diğer düzenleyici kurumlar tarafından izlenen ekonomik ve finansal politikalardan etkilenmektedir. Örneğin 1980 yılında Japonya’da, Kambiyo Mevzuatı ve Dış Ticaret Kontrol Kanunu’nun revize edilmesi finansal serbestleşme amacıyla alınan politik kararlardandır (Ragunathan, 1999). Benzer şekilde, Amerika’da yabancı yatırımcı engellerinin azaltılması, ülke fonlarının (CFs) ihraç edilmesi, Amerikan Depozit Makbuz’larının (ADRs) ABD piyasasına kote edilmeside finansal olarak entegre olmuş piyasaların geliştirilmesi yönündeki çabalardandır (Carrieri et al., 2007).

Finansal serbestleşme ve entegrasyon kavramları yapılan ilk çalışmalarda, serbestleşme tarihi öncesinde piyasaların tamamen bölünmüş olduğu sonrasında piyasalar arası eksiksiz bütünleşmenin gerçekleştiği tek seferlik bir durum olarak ele alınmıştır (Carrieri et al., 2007). Söz konusu çalışmalar üç varsayım altında toplanmıştır: (1) tüm piyasaların eksiksiz entegre olduğunu ileri sürenler, (2) bireysel piyasaların eksiksiz segmente olduğunu ileri sürenler (3) yerel piyasaların sabit entegrasyon derecesi ile kısmen entegre olduğunu ileri sürenler (Bekaert & Harvey, 1995). Ancak segmentasyon ya da piyasa entegrasyon süreci geri dönüşler ile uzun yıllar aşamalı olarak değişmektedir. Çünkü entegrasyon genellikle ekonomi ve finans sektörünün yanı sıra politik süreci de içine alan büyük bir reform çabasının sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Farklı ülkelerde belirli tarihlerde finansal entegrasyonu destekleyecek bazı yasal düzenlemeler yapılsa da finansal entegrasyon bu tarihlerde tamamen gerçekleştirilememiştir. Bekaert ve Harvey (1995) yaptıkları çalışma sonucunda, gelişmekte olan bazı piyasaların entegrasyon sürecinin zamanla değişim gösterdiğini, bazı piyasaların önceden uyguladığı yatırım kısıtlamalarına karşın beklenenden daha entegre olduğunu, bazı piyasaların ise yabancı yatırımcıların serbest erişimine rağmen daha segmente olduğunu tespit etmişlerdir (Bekaert & Harvey, 1995; de Jong & de Roon, 2005). Başka bir çalışmada Teulon, Guesmi ve Mankai (2014) bu görüşü destekler nitelikte, Singapur hisse senedi piyasasının dünya piyasaları ile entegrasyon sürecinin zamanla değiştiğini, yakın dönemde serbestleşme ve düzenlemeler nedeniyle entegrasyonun arttığını belirtmişlerdir. Diğer bir ifadeyle, finansal piyasaların entegrasyon sürecinin sürekli olarak dalgalanan dinamik bir süreç olduğunu ancak uzun vadede artış gösterdiğini ileri sürmüşlerdir.

Piyasaların tamamen entegre olması durumunda, aynı riske sahip finansal varlıklar işlem gördükleri piyasadan bağımsız olarak özdeş beklenen getirilere sahip olmaktadır. Bu ifadede risk, bazı ortak dünya faktörlerine maruz kalmayı ifade etmektedir. Diğer bir deyişle entegre piyasalarda risk-getiri ilişkisi segmente piyasaların aksine tamamen uluslararası

faktörler tarafından belirlenmekte, aynı risk kaynakları tarafından etkilenmektedir (Ragunathan, 1999). Bu durum aynı zamanda küresel piyasalar ile entegre olan bir ülkenin tüm ekonomisinin, ortak faktörlerden etkileneceği anlamına da gelmektedir. Diğer yandan farklı risk kaynaklarına maruz kalan segmente piyasalar, uluslararası çeşitlendirme yoluyla getirilerini maksimize etmek isteyen yatırımcılara önemli fırsatlar sunmaktadır. Ampirik literatürde finansal piyasa entegrasyonunun dayandırıldığı teoriler şu şekildedir (Hassan & Javed, 2010; Mobarek & Mollah, 2016): (1) Tek fiyat kanunu (Cournot, 1927); (Marshall, 1930) (2) Portföy çeşitlendirme (Markowitz, 1952) (3) Varlık Fiyatlama Modelleri (Sharpe, 1964); (Lintner, 1965) (4) Arbitraj Fiyatlama Teorisi (S. Ross, 1976)

3.1.1 Tek Fiyat Kanunu

Tek fiyat kanunu, menkul kıymet, emtia veya finansal varlığın işlem gördüğü piyasadan/ülkeden bağımsız olarak aynı fiyata sahip olması gerektiğini belirten ekonomik teoridir. Bu durum, uluslararası ticaretin serbest olduğu, vergi farklılıklarının bulunmadığı, serbest rekabetin bulunduğu koşullarda geçerlidir. Tek fiyat kanunu şu şekilde açıklanabilir: *“Etkin piyasalarda uluslararası emtia arbitrajı, tek bir homojen emtia için nakliye maliyetinin ve ticaret engelinin olmadığı varsayılarak, ortak bir para birimi ile ifade edilen iki farklı piyasadaki fiyatlar $P=P^*E$ ’ye göre eşitlenir.”* P yerel fiyatları, P* yurtdışı fiyatları, E ise döviz kurunu göstermektedir. Fiyat arbitrajı genellikle kusurlu olarak kabul edilsede, bununla birlikte genel olarak emtia ticareti literatüründe, emtia arbitrajının gerçekleştiği (yani tek fiyat kanununun geçerli olduğu), ve uzun vadede döviz kuruna göre düzeltilmiş emtia fiyatlarının eşitlendiği kabul edilmektedir (Ardeni, 1989).

Finansal entegrasyon açısından, Stulz (1981)’in, *“Gerçekleştirildiği ülkelerden bağımsız olarak nakit akışları arasında tam korelasyon olan projelerin aynı şekilde değerlendirilmesi durumunda, piyasalar arasında tam entegrasyon bulunmaktadır.”* ve yine Baele vd. (2004)’nin, *“Finansal olarak bütünleşik piyasalarda, aynı nakit akışlarını üreten finansal varlıklar, nerede işlem gördüklerine bakılmaksızın aynı şekilde fiyatlandırılmalıdır.”* şeklindeki tanımlar tek fiyat kanununa dayanmaktadır. Stavarek, Repkova ve Gajdosova (2011), toplam, doğrudan ve dolaylı olmak üzere üç tip finansal entegrasyondan bahsetmiştir. Toplam ya da mükemmel entegrasyon doğrudan ve dolaylı entegrasyonu kapsamakta ve beklenen reel faiz oranlarının ilgili piyasalarda aynı olmasını ifade etmektedir. Bu durumda iki piyasa arasında mükemmel entegrasyon olduğunda tek fiyat kanunu geçerlidir. Sermaye piyasası entegrasyonu olarak da adlandırılan doğrudan finansal entegrasyon ise, menkul kıymetler için tek fiyat

kanunundan sapma olarak ifade edilmiştir. Tek fiyat kanunu, mükemmel doğrudan finansal entegrasyon durumunda geçerli olmakta, yatırımcı risk için gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra farklı piyasalardan aynı riske göre düzeltilmiş getiri oranını bekleyebilmektedir. Riske göre düzeltilmiş getiriler arasındaki değer farkı sıfırdan büyük olduğunda piyasalar segmente olmaktadır. Diğer bir deyişle, farklı piyasalarda işlem gören risk özellikleri açısından benzer olan varlıkların aynı beklenen getiriye ya da fiyata sahip olmaları durumunda piyasalar arasında mükemmel entegrasyon bulunmaktadır.

Tek fiyat kanunu, borsaya kote edilmemiş varlıklar arasındaki entegrasyonun ölçülmesinde geçerli olmamaktadır (Baele et al., 2004). Bunun yanında Kearney ve Lucey (2004), tek fiyat kanununun sadece dengede çalıştığını ve bu dengeye yönelik süreci belirtmediğini ve bu nedenle de entegrasyon sürecinin tam bir tanımını yapamayacağını öne sürmüşlerdir.

3.1.2 Portföy Çeşitlendirme

Uluslararası finansal entegrasyonun artışı, portföylerini çeşitlendirmeyi amaçlayan yatırımcıların ve finansal kurumların yatırım kararlarını giderek daha karmaşık hale getirmiştir. Literatürde çeşitlendirme kavramından ilk kez, Daniel Bernoulli (1738)'nin St. Petersburg Paradoks'u hakkındaki makalesinde bahsedilmiştir. Ancak portföy çeşitlendirmesinin matematiksel olarak formülize edilmesi, Markowitz (1952) tarafından ileri sürülen Modern Portföy Teorisi (MPT) ile olmuştur. Markowitz (1952), portföy problemini, varlık portföyünün ortalamasının ve varyansının seçimi olarak formülize etmiştir. Diğer bir deyişle, modern portföy teorisinin temeli, varyansın sabit olduğu durumda maksimum beklenen getiriye, beklenen getiri sabit olduğunda minimum varyansa dayanmaktadır. Bu temele dayanarak bireysel yatırımcıların, risk-getiri tercihlerine bağlı olarak istedikleri portföyü seçebilecekleri etkin sınır oluşturulmuştur (Elton & Gruber, 1997).

MPT'nin vurguladığı en önemli nokta, menkul kıymetlerin kendine has özellikleri yanında diğer tüm menkul kıymetlerle birlikte sergiledikleri hareketin de (korelasyonun da) dikkate alınması gerektiğidir (Elton & Gruber, 1997). MPT'ne göre, varlıkların birbirleri ile olan ilişkisi dikkate alınarak oluşturulan portföylerin riski, bu ilişki dikkate alınmadan oluşturulan, aynı beklenen getiriye sahip portföylerin riskinden düşük olmaktadır. Markowitz'in çalışmalarından sonra, Grubel (1968) portföy çeşitlendirme kavramına yeni bir

boyut kazandırarak, MPT'nin ortaya attığı görüşü uluslararası boyuta taşımıştır. Grubel (1968)'e göre;

“uluslararası çeşitlendirme, hem ticaretten elde edilen kazançlardan hem de üretim faktörlerinin taşınmasından elde edilen artan verimlilikten farklı olarak, uluslararası ekonomik ilişkilerden elde edilen tamamen yeni bir refah kaynağıdır.”

Çalışmasında, yatırımcıların portföy riskini sabit tutarken 11 ülkenin varlıklarını kullanarak yaptıkları portföy çeşitlendirmesi ile yıllık yaklaşık %68 daha fazla getiri elde edebilecekleri sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Levy ve Sarnat (1970), varlıkları arasında yüksek korelasyon olan bir ekonomide yatırımcıların uluslararası portföy çeşitlendirmesi yoluyla riski azaltabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Portföy çeşitlendirmesi genellikle, negatif korelasyona sahip farklı varlık sınıflarına yatırım yapılması ya da uluslararası çeşitlendirme yoluyla benzer varlıklara birden fazla piyasada yatırım yapılması şeklinde iki ana strateji kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Cappiello et al., 2003). Genellikle yurtiçi piyasadan sağlanan getiriler konjonktürel hareketlerden ve etkileri iç piyasa ile sınırlı olan devlet politikalarından etkilendiği için yatırımcıların çoğu, uluslararası portföy çeşitlendirmesini yurtiçi portföy çeşitlendirmesine tercih etmektedir (Aluko et al., 2018). Bunun yanında uluslararası portföy çeşitlendirmesi, farklı ülke piyasalarında işlem gören varlık hareketlerinin birbirinden bağımsız olması temeline dayandığından, söz konusu piyasalar arasında entegrasyonun olmaması diğer bir deyişle piyasaların segmente olması gerekmektedir. Ancak ülkeler arasındaki kısıtlamaların kademeli olarak kaldırılması ve sınırlar arası fon akışlarının hızlanması piyasalar arası entegrasyonu arttırmış ve çeşitlendirme faydalarını azaltmıştır.

Entegrasyonun giderek arttığı uluslararası finansal sistemde en iyi risk getiri profilini oluşturmaya çalışan uluslararası yatırımcılar, hükümetlerin bağımsız politika hedeflerine ulaşma yeteneklerini etkilemektedir. Özellikle, döviz kurlarının belirlenmesine doğrudan etkisi olan yatırımcılar, milli gelir ve istihdam düzeylerini etkilemekte ve nihayetinde uluslararası çeşitlendirmenin potansiyel faydalarını azaltabilmektedir (Kearney & Lucey, 2004). Bununla birlikte varlıklar ve piyasalar arasındaki korelasyonun dinamik yapıda olması nedeniyle yatırımcılar, belirli bir varlık tahsisi dahilindeki portföy çeşitlendirme miktarının zamanla, piyasanın da durumuna göre değiştiğini dikkate almak durumundadır. Piyasa korelasyonlarının

dinamik yapısı, Odier ve Solnik (1993), Longin ve Solnik (1995) yanında birçok araştırmacı¹⁷ tarafından ortaya konmuştur. Yapılan bu çalışmalar, hisse senedi getirileri arasındaki korelasyonun ayı piyasalarında arttığını ve bunun sonucunda uluslararası çeşitlendirme faydalarının azaldığını ya da tamamen ortadan kalktığını belirtmişlerdir (Cappiello et al., 2003; Fedorov et al., 2000).

Finansal entegrasyonun artışıyla özellikle gelişmiş ülkelerde portföy çeşitlendirme faydalarının giderek azalması, gelişmekte olan ülkelere olan ilgiyi arttırmıştır. 1980'lerin sonları ve 1990'ların başlarında¹⁸ gelişmekte olan piyasalarda ticari sınırların kaldırılmasıyla başlayan serbestleşme süreci yabancı yatırımcıların, gelişmiş ülkelerde azalan çeşitlendirme fırsatlarını bu piyasalarda aramasına neden olmuştur. Gelişmekte olan ülkelerdeki bu süreç daha piyasa odaklı ekonomiye geçmek ve sermaye piyasalarını serbest bırakmak amacıyla ve yasal düzenlemeler aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Çeşitlendirme amacıyla yapılan portföy yatırımlarının gelişmekte olan piyasalara yöneldiği başlangıç döneminde; 1987 yılında 6,2 milyar dolar olan sermaye akışı 1991 yılında 7,6 milyar dolara ve 1992 yılında 37,2 milyar dolara yükselmiştir (Chay & Eleswarapu, 2001; De Santis & İmrohoroğlu, 1997). Bu süreç gelişmekte olan piyasaları çeşitlendirme fırsatı açısından önemli bir konuma taşıırken öte yandan gelişmiş piyasalarla olan piyasa işbirliklerini arttırmış ve küresel piyasalarla olan entegrasyonlarını hızlandırmıştır. Ancak finansal entegrasyon süreci, uluslararası, bölgesel ve özel ekonomik, finansal ve politik değişkenlere bağlı olduğundan gelişmekte olan piyasaların entegrasyon süreci farklılık göstermektedir (Arouri & Jawadi, 2010). Yu, Fung ve Tam (2010), Asya ülkeleri ile yaptıkları çalışma sonucunda, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin entegrasyon dereceleri arasındaki farklılığın, ekonomik, politik ve kurumsal farklılıklardan dolayı olabileceğini tespit etmişlerdir. Ayrıca entegrasyon sürecinin 2002-2006 yılları arasında yavaşladığını ancak 2007-2008 yıllarında tekrar başladığını ileri sürmüşlerdir. Bekaert ve Harvey (2013), 80'li yıllardan bu yana gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalar arasındaki korelasyonların önemli ölçüde arttığını ve değerlendirme oranlarının yaklaştığını ancak gelişmekte olan piyasaların entegrasyon sürecinin tamamlanmadığını ileri sürmüşlerdir. Bekaert ve Harvey (2013), gelişmekte olan piyasalarda devam eden yatırım fırsatlarının nedenlerini şu şekilde açıklamışlardır:

“Piyasalar arasındaki korelasyon artışının bir kısmı gelişmekte olan piyasa endeksinin yüksek beta değerinden kaynaklanmakta ve bu da gelişmekte olan

¹⁷ Diğer çalışmalar için bkz, (Cappiello et al., 2003; Fedorov et al., 2000)

¹⁸ Gelişmekte olan ülkelerin liberalizasyon tam tarihleri için bkz: (Bekaert & Harvey, 1995)

piyasaları beklenen getirisi yüksek, riskli yatırım alanlarına dönüştürmektedir. Ancak tarihsel olarak aşağı yönlü betanın yukarı yönlü betadan daha düşük olması artan korelasyona rağmen gelişmekte olan piyasaların çeşitlendirme avantajını ortadan kaldırmamıştır. Ayrıca devlet tahvili piyasasının yanı sıra yatırım yapılabilir para birimlerinin gelişimi de söz konusu piyasalardaki yatırım fırsatlarını arttırmıştır. Bu nedenle de gelişmekte olan piyasaların hala ayrı bir varlık sınıfı olarak görülmeleri gerekmektedir.”

Goetzmann, Li, Rouwenhorst (2001), 150 yılı aşkın sermaye piyasası verisini kullanarak yaptıkları çalışma sonucunda, portföy çeşitlendirme ile ilgili şu sonuçlara ulaşmışlardır; (1) Uluslararası hisse senedi korelasyonları zaman içinde değişiklik göstermekle birlikte 19. yüzyılın başları, Büyük Buhran dönemi ve 20. yüzyılın sonlarında en yüksek düzeye çıkmıştır. (2) Küresel portföy çeşitlendirme faydaları süreklilik göstermemektedir ve uluslararası çeşitlendirme potansiyeli sermaye piyasası tarihine kıyasla oldukça düşüktür.

Bununla birlikte, riskin piyasa fiyatının ülkeler arasında farklılık göstermesinden dolayı varlık getirilerinin uluslararası düzeyde yerel seviyeden daha az korelasyona sahip olduğu ve portföy çeşitlendirme faydalarının devam ettiği yönünde görüşler de bulunmaktadır (Fedorov et al., 2000).

3.1.3 Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli

Finansal varlıklar arasındaki korelasyonun ya da diğer bir deyişle varlıkların birbirlerine bağlılığının yüksek olması portföy çeşitlendirme fırsatlarını azaltmakta ya da ortadan kaldırmaktadır. Varlıklar arasındaki bu bağlılık hem kısmi hem de genel denge ile ilgilidir. Kısmi dengede – Markowitz (1952)’in MPT’de de öne sürdüğü gibi – birbirleri arasında düşük bağlılık olan varlıklar birlikte hareket etmeme eğilimi göstermekte ve çeşitlendirme faydası sunmaktadır. Genel denge modelleri, piyasalar dengede olduğunda herhangi bir varlık için ilgili risk ölçüsünün ve beklenen getiri ile risk arasındaki ilişkinin belirlenmesini sağlamaktadır. Genel denge modellerinin en basit şekli Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli (SVFM)’dir. Bu model tek faktörlü bir denge modeli olarak sadece piyasa riskini içermektedir (Chollete et al., 2012; Elton et al., 2014).

SVFM’de, Markowitz (1959)’in portföy seçim modeli temel alınarak Sharpe (1964) ve Lintner (1965) tarafından geliştirilmiştir. Portföy seçim teorisi realiteye uzaklığı konusunda her ne kadar eleştirilse de, bugüne kadar genel kabul görmüş bir alternatifi geliştirilememiş ve birçok varlık fiyatlama modelinin de başlangıç noktasını oluşturmuştur. Varlık fiyatlama teorisi, riskin ölçülmesi ve beklenen getiri ile risk arasındaki ilişkinin belirlenmesi için

tasarlanmıştır. Diğer bir deyişle, varlık fiyatlama teorisi, kısa vadeli devlet tahvili ile herhangi bir hisse senedinin beklenen getirilerinin neden farklı olduğunu açıklamaktadır. Bunun yanında, işletmelerin sermaye maliyetinin tahmin edilmesi, proje ya da satın alma riskinin tanımlanarak riske uygun iskonto oranının belirlenmesi, çeşitlendirilmiş portföy performanslarının ve nihayet piyasa entegrasyonun değerlendirilmesi gibi kullanım alanları bulunmaktadır (Fama & French, 2004; Harvey, 2001; Krause, 2001).

Sharpe-Lintner'in SVFM denklemi aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$E(R_i) = R_f + [E(R_m) - R_f] \beta_i \quad (3.1)$$

Denklemden geçen $E(R_i)$, i ($i=1, \dots, N$) varlığının beklenen getirisini; R_f risksiz faiz oranını; $E(R_m)$, piyasa portföyünün getirisini; β_i ise i varlığının betasını (riskini) göstermektedir.

SVFM'e göre portföylerin içerdiği toplam risk, sistematik ve sistematik olmayan iki tür riskten meydana gelmektedir. Sistematik risk, piyasa faktörlerinden kaynaklanan, piyasadaki tüm varlıklar ve kurumlar için ortak olan risk türüdür. Sistematik olmayan risk ise, genel ekonomik koşullarla doğrudan ilgili olmayan, firmaya ya da belirli sektörlere özgü riskleri ifade etmektedir. Sistematik risk tüm varlık fiyatlarını etkilediği ve çeşitlendirme yoluyla giderilemediği için, birincil risk kaynağı olarak kabul edilmekte ve portföyün beklenen ve gerçek getirilerinin temel belirleyicisi olmaktadır. Bu durumda SVFM'e göre risksiz faiz oranı ve piyasa portföyünün getirisi her varlık için aynı olacağından, varlıkların beklenen getirileri arasındaki farklılık beta katsayılarından (sistematik olmayan risk) kaynaklanmaktadır ve risk ile beklenen getiri arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Bu durumda beklenen getirisini arttırmak isteyen yatırımcının daha fazla risk alması gerekmektedir.

SVFM'nin dayandırıldığı varsayımlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir (Elton et al., 2014; Harvey, 2001);

- Yatırımcılar sadece ortalama ve varyansı önemsemektedir.
- Sermaye piyasaları mükemmeldir, herhangi bir işlem maliyeti ve vergi söz konusu değildir.
- Beşeri sermaye dahil tüm varlıklar piyasada alınıp satılabilmektedir.

SVFM'nin dayandırıldığı bu varsayımların çok kısıtlayıcı olması nedeniyle modele birçok teorik eleştiri getirilmiştir¹⁹. Bunun yanında yapılan erken ampirik çalışmalar SVFM'ni desteklese de sonraki çalışmalar SVFM'nin gözlemlenen getirileri açıklayamadığını öne sürmüştür. Benzer şekilde Fama ve French (2004), SVFM ile ilgili iki varsayımı dikkate alarak eleştirel bir çalışma ortaya koymuşlardır. Bu varsayımlardan ilki yatırımcının varlık getirilerinin ortak dağılımını $t-1$ 'den t 'ye kadar olan sürede kabul etmesidir. İkincisi, borç alınan veya verilen miktara bağlı olmadan tüm yatırımcılar için risksiz faiz oranından borçlanma ve borç vermenin piyasada mümkün olmasıdır. Fama ve French (2004), yaptıkları eleştirel çalışma ile, basitleştirici varsayımları nedeniyle SVFM'nin çoğu uygulamasını geçersiz kılacak kadar problemli olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan eski ve yeni çalışmalar doğrultusunda, beta ve ortalama getiri arasındaki ilişkinin, Sharpe - Lintner SVFM'nin öngördüğünden daha açık şekilde gerçekleştiğini ileri sürmüşlerdir. Harvey (2001) ise SVFM'nin uluslararası finansa uygulanmasındaki temel sorunun etkin piyasalar varsayımı olduğunu belirtmiştir. Bu varsayımın uluslararası bir ortamda piyasaların mükemmel bir şekilde entegre olduğu anlamına geldiğini, diğer bir deyişle, sınırlararası portföy yatırımlarına hiçbir engelin olmadığı durumu ifade ettiğini belirtmiştir. Ancak reel anlamda küresel piyasaların tek bir piyasa özelliği göstermediği açıktır.

Portföy teorisi gibi SVFM'de statik bir modeldir, yani tek bir dönemi kapsayan yatırımlar dikkate alınmıştır. Diğer bir deyişle, yatırımcıların belirli bir dönem için yatırım tutarlarının sabit olduğu ve bu dönem sonunda yatırımcıların varlıklarını tükettiği varsayılmıştır. Tüm bu eksiklikler ve eleştiriler nedeniyle SVFM'ni geliştirmeye yönelik birçok yeni model önerisi yapılmıştır. Karar vermeyi daha etkin hale getirecek dinamik bir model olan Merton (1973)'in geliştirdiği Zamanlararası Sermaye Varlıkları Fiyatlandırma Modeli (ZSVFM) en çok dikkat çeken modellerden birisi olmuştur. ZSVFM'de bazı varsayımlara dayandırılmıştır. Örneğin, yatırımcılar cari dönem sonu kazançları yanında, harcayacakları ya da yatırım yapmak zorunda olacakları fırsatlarla da ilgilenmektedir. Diğer bir deyişle, yatırımcıların yatırım tutarlarını değiştirebildiği ve yatırımlarının bir bölümünü tüketmek amacıyla geri çekebilme olanaklarının olduğu kabul edilmiştir. Diğer bir varsayım ise, yatırımcılar yüksek beklenen getiri ve düşük varyans tercihleri yanında, portföy getirilerinin durum değişkenleri ile olan kovaryanslarının da dikkate almaktadır. Dolayısıyla, optimal portföy, getirilerin varyansı ve getirilerin durum değişkenleri ile kovaryansı dikkate alındığında, en

¹⁹ Ayrıntılı bilgi için bkz;(Krause, 2001)

büyük beklenen getiriye sahip çok faktörlü etkin portföydür. Ancak ZSVFM'e de özellikle durum değişkenlerinin tanımlanması ile ilgili bazı eleştiriler getirilmiştir. Örneğin Breeden (1979), ZSVFM'de ki durum değişkenleri kolayca tanımlanamayacağı için, modelin teorik açıdan önemli olduğunu ancak ampirik açıdan çok uygulanamayacağını ve finansal karar almada da çok faydalı olmadığını belirtmiştir (Breeden, 1979; Fama & French, 2004; Krause, 2001).

Dünya genelinde piyasalar arasındaki sınırların kaldırılması ve buna paralel olarak uluslararası portföy çeşitlendirmenin yaygınlaşması, SVFM'nin de uluslararası perspektife taşınmasına neden olmuş ve Uluslararası Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli (USVFM) geliştirilmiştir. USVFM'i genellikle dünya sermaye piyasalarının tamamen entegre olduğunu ve bu nedenle varlık riskinin kaynağının tamamen yerel getirilerin dünya piyasa portföyü ile kovaryansına bağlı olduğunu öne sürmüştür. Modelin ortaya çıkışı, Solnik (1974), Stulz (1981), Adler ve Dumas (1983)'in çalışmaları ile olmuştur (Bartram & Dufey, 2001; Kearney & Lucey, 2004). USVFM denklemi aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Bartram & Dufey, 2001);

$$E(R_i) = R_f + \beta_i^w R P^w + \sum_{k=1}^K \gamma_{ik} R P_k \quad (3.2)$$

Denklemde RP^w ; dünya piyasa portföyündeki risk primini, RP_k ; ilgili para birimindeki risk primini, R_f ; risksiz faiz oranını göstermektedir.

USVFM, yatırımcıların kendi para birimlerindeki risk ve getiriye göre karar aldıkları varsayımına dayanmaktadır. Model uluslararası bağlamda tek risk kaynağının piyasa portföyü olmadığını, döviz kuru riskinin de hesaba katılması gerektiğini temel almaktadır. Bunun sonucunda ise yatırımcılar kur riskine karşı korunurken ortak dünya piyasa portföyü ve yurt içi risksiz faiz oranından oluşan bir pozisyon almaktadır (Bartram & Dufey, 2001).

Fama ve French (1998), USVFM'ne karşılık istatistiksel ve ekonomik olarak önemli global değer etkisinden bahsetmişler ve Üç Faktörlü Varlık Fiyatlandırma Modeli'nin uluslararası versiyonunun ortalama getirileri açıklamada USVFM'den daha iyi performans gösterdiğini belirtmişlerdir. Fama ve French (1998), ABD piyasasındaki çalışmalarını geliştirerek, dünya piyasa portföyü ile büyüme etkisine karşı değeri dikkate alan sıfır maliyetli portföy içeren modeli önermişler ve modelin, gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalardaki getirilerin zaman serisi değişimini dikkate aldığını belirtmişlerdir. Bunun yanında Dahlquist ve Saellstrom (2002), iki modeli karşılaştırdıkları çalışmalarında, döviz kuru riski dahil edilmiş

USVFM'nin de Uluslararası Üç Faktörlü Model kadar açıklayıcı özelliğe sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Dahlquist ve Saellstrom (2002), USVFM'nin birçok ampirik çalışma ile incelendiğini ve genel olarak, döviz kuru riski dahil edilse de edilmese de USVFM'nin ulusal piyasa getirilerini açıklamada oldukça başarılı olduğunu öne sürmüşlerdir(Dahlquist & Saellstrom, 2002; Fama & French, 2004).

Bekaert ve Harvey (1995) ve Teulon, Guesmi ve Mankai (2014), varlık fiyatlama çalışmalarının/modellerinin segmente piyasalar, kısmen segmente piyasalar, entegre piyasalar şeklinde üç kategoriye ayrılabilceğini belirtmişlerdir. Bunlar;

- Piyasaların segmente olduğunu varsayan varlık fiyatlama modelleri, hisse senedi getirilerini sadece hisse senedi getiri varyansı ile temsil edilen ülkeye özgü riskin bir fonksiyonu olarak değerlendirmektedir. Bu bakış açısı, Sharpe (1964), Lintner (1965) ve Black (1972) tarafından ele alınmıştır. Nitekim ABD varlık fiyatlandırma çalışmalarının tümü, ABD'yi tamamen segmente bir piyasa olarak kabul etmiştir.
- Piyasaların segmentasyon ve entegrasyon arasında yer aldığını öne süren kısmi segmentasyon modeli, çeşitli varlık sınıflarına erişimin iki tip yatırımcı için eşit olmadığını belirtmiştir. Bunlardan varlık tutmaya ilişkin yasal kısıtlamalara tabi olmayan yatırımcılar tüm menkul kıymetlere erişebilirken, kısıtlamalara tabi yatırımcılar sadece bir varlığın alt kümesi için işlem yapabilmektedir. Bu bakış açısı, Errunza ve Losq (1985) ve Errunza, Etienne ve Padmanabhan (1992) tarafından ele alınmıştır. Yaptıkları çalışma sonucunda, gelişmekte olan piyasaların ne tamamen segmente ne de tamamen entegre olduğunu belirtmişlerdir.
- Piyasaların entegre olduğunu varsayan varlık fiyatlama modelleri, uluslararası finansal piyasaların tamamen küreselleştiğini ve böylece riskin, yerel hisse senedi piyasa getirilerinin dünya piyasa portföyü ile kovaryansından kaynaklandığını öne sürmüşlerdir. Bu bakış açısı Solnik (1983) vb.²⁰ tarafından ele alınmıştır. Bu modellerin reddedilmesi, temel varlık fiyatlandırma modelinin, piyasa etkinsizliğinin ya da piyasa entegrasyonunun reddedilmesi olarak görülebilir.

²⁰ Diğer çalışmalar için bkz:(Bekaert & Harvey, 1995; Teulon et al., 2014)

Bekaert ve Harvey (1995), bir ülkenin koşullu beklenen getirilerinin dünya referans portföyü ile kovaryanslarından ve ülke getirilerinin varyansından etkilenmesine izin veren tek faktörlü bir varlık fiyatlandırma modeli geliştirmişlerdir. Model hem tam entegrasyon hem de tam segmentasyonu içermektedir. Eğer piyasa tam entegrasyon halindeyse kovaryans tam segmentasyon halindeyse varyans piyasa risk ölçüsü olarak hesaba katılmıştır. Model aynı zamanda zaman değişimli entegrasyon derecesini mümkün kılmaktadır. Bekaert ve Harvey (1995) geliştirdikleri bu modelle yaptıkları çalışma sonucunda birçok ülkenin entegrasyon derecesinin zamanla değiştiğini tespit etmişlerdir (Bekaert & Harvey, 1995; Teulon et al., 2014).

3.1.4 Arbitraj Fiyatlama Teorisi

Finans literatüründe varlık getirilerindeki değişimi açıklamaya yönelik geliştirilen iki temel yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan birisi SVFM iken diğeri Arbitraj Fiyatlama Modeli'dir (Yörük, 2000). SVFM, piyasa portföyünün belirlenme süreci, ortalama varyans kriteri, beklenen getirileri sadece risk faktörü ile açıklaması gibi unsurlar yanında tüm riskleri tek bir risk faktörü şeklinde piyasa riski olarak kabul etmesi yönüyle de eleştirilmiştir. Optimal ya da iyi çeşitlendirilmiş portföyler için faydalı olan bu durum, varlıklar genel faktörler yanında ülkeye ve sektöre özgü faktörlerden de etkilendiği için, bireysel varlık getirilerinin açıklanmasında yeterli olmamaktadır (Krause, 2001). SVFM ile ilgili tüm bu eleştiriler ve sınanmasında karşılaşılan güçlükler karşısında Ross (1976) arbitraj fiyatlama teorisini (AFT) geliştirmiştir.

AFT tek fiyat kanununa dayanmaktadır. Diğer bir deyişle piyasalar arasında arbitraj imkanı olmamasını yani aynı olan iki ürünün farklı fiyatlardan satılamamasını temel almaktadır. SVFM risk ölçüsü olarak sadece varlığın piyasa endeksine karşı betasının gerekli olduğunu savunmaktadır. AFT ise varlığın riskinin enflasyon, sanayi üretimi, risk primleri ve faiz oranlarının vade yapısı olmak üzere dört ekonomik değişkendeki değişimlere duyarlılığı ile ilişkili olduğunu öne sürmektedir. SVFM aynı risk düzeyine yani betaya sahip varlıkların aynı beklenen getiriye sahip olacağını iddia ederken AFT varlıklar aynı betaya sahip olsalar da söz konusu sistematik faktörlere karşı duyarlılıkları farklı olacağından risklerinin dolayısı ile beklenen getirilerinin farklı olacağını öne sürmektedir (Roll & Ross, 1984). Roll ve Ross (1984), AFT'yi şu şekilde açıklamıştır;

“AFT'nin özü, finansal varlıkların uzun vadeli ortalama getirilerini sadece birkaç sistematik faktörün etkilediğini kabul etmesidir. AFT, bireysel hisse

senedi ve tahvillerin günlük fiyat değişimlerini etkileyen sayısız faktörü reddetmemekte ancak büyük portföylerdeki varlıkların toplamını harekete geçiren ana güçlere odaklanmaktadır. Bu güçler belirlenerek portföy getirileri üzerindeki etkileri değerlendirilebilir. Nihai amaç, daha iyi anlaşılmış portföy yapılandırması ve değerlendirmesi ile genel portföy tasarım ve performansının geliştirilmesidir.”

AFT, bir varlığa ya da küçük bir varlık grubuna özgü olan riskler diğer bir deyişle sistematik riskler çeşitlendirilebileceği için yatırımcıların bu risk türüne risk primi talep etmeyeceğini belirtmiştir. Bunun yanında, yatırımcıların karşılığında risk primi talep edeceği ve varlıkların çoğu için ortak olan az sayıda risk olduğunu öne sürmüştür. Diğer bir ifadeyle AFT, varlığın beklenen getirisinin, söz konusu varlığın piyasa faktörlerine verdiği tepkiye bağlı olduğunu belirtmiştir. Bu görüşün arkasındaki mantık, çok yakın ikame olan iki varlığın aynı fiyattan satılması gerektiğine dayanmaktadır. Roll ve Ross (1984), sistematik faktörlere aynı duyarlılığı olan iki portföyün çok yakın ikame olduklarını ve sadece kendilerine özgü sınırlı miktarda taşıdıkları risk nedeniyle farklılık göstereceklerini belirtmişlerdir (Korajczyk, 1996; Roll & Ross, 1984).

Arbitraj fırsatının bulunmadığı durumda bir yatırımın beklenen getirisi, AFT tarafından aşağıdaki şekilde formüle edilmiştir (Anbar & Karabıyık, 2018; Roll & Ross, 1984):

$$E(R) = r_f + (r_{F1} - r_f)\beta_{F1} + (r_{F2} - r_f)\beta_{F2} + \dots + (r_{Fn} - r_f)\beta_{Fn} \quad (3.3)$$

$E(R)$ = Menkul kıymetin (veya portföyün) beklenen getirisini,

r_f = Risksiz faiz oranını,

F_1, F_2, F_3 = Çeşitli ekonomik faktörleri,

r_{F1} = Yalnız F_1 faktörüne karşı duyarlılığı olan menkul kıymetin getiri oranını,

$r_{F1} - r_f$ = Ekonomik faktörde beklenmeyen değişmeye ilişkin pazar risk primini ve

β_{F1} = Menkul kıymetin getirisinin F_1 , ekonomik faktöründe beklenmeyen değişmelere olan duyarlılığını göstermektedir.

Roll ve Ross(1984) varlığın duyarlılığını, ekonomik faktörlerdeki beklenmeyen hareketlere verdikleri tepki olarak tanımlamaları yanında bu faktörleri belirlemenin çok kolay olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca AFT, modelde hangi faktörlerin kullanılacağına ve sayısına ilişkin de bilgi vermemektedir. Bunun yanında AFT’yi kullanarak varlık getirilerini açıklamaya

alışan alışmalar, üç ila beş faktörün yeterli olduğunu daha fazla faktör eklemenin sonucu çok fazla değiştirmediğini öne sürmüştür (Anbar & Karabıyık, 2018; Krause, 2001).

AFT, bir nevi SVFM'nin çoklu beta genellemesi gibi yorumlanabilse de, piyasa dengesinin sağlanması konusunda da farklılıkları bulunmaktadır. SVFM, piyasa dengesinin optimum portföyleri tutarak sağlanacağını öne sürerken, AFT, bu dengeyi, arbitraj olasılığına imkan vermeyerek sağlamaktadır (Krause, 2001). Aralarındaki farklılara rağmen iki modelin de geçerli olduğunu savunan çalışmalar da yapılmıştır.

3.2 Finansal Entegrasyonun Avantajları ve Dezavantajları

Finansal piyasalar arasındaki entegrasyonun artmasıyla, sürecin sağladığı kazanımlar ve yol açtığı problemler üzerine çeşitli görüşler ortaya atılmıştır.

3.2.1 Finansal Entegrasyonun Sağladığı Kazanımlar

Finansal entegrasyonun ulusal piyasalara sağladığı kazanımlar, uluslararası risk paylaşımı olanaklarının artması, yatırım fırsatları arasında sermayenin daha iyi tahsisi ve ekonomik büyümenin iyileşmesi ve makroekonomik disiplinin artması şeklinde özetlenebilir (Agénor, 2003; Baele et al., 2004).

Uluslararası risk paylaşımı: Finansal entegrasyon, bir yandan ulusal piyasanın durgunluk veya ticaret hadlerinde keskin bir bozulma yaşaması gibi kötü koşullarda uluslararası piyasalardan finansman sağlayabilmesine diğer yandan ulusal piyasanın genişlemesi veya ekonominin iyileşmesi gibi iyi koşullarda ise uluslararası piyasalara borç verebilmesine olanak tanıyarak risk paylaşımını arttırmaktadır (Agénor, 2003). Bu konuyla ilgili olarak Ragunathan (1999), piyasalar arasındaki entegrasyon artışı ile dış finansman olanaklarının arttığını, daha büyük yatırım fırsatlarının ortaya çıktığını belirtmiştir. Bunun yanında, finansal entegrasyon sonucunda artan finansal araçlar ile portföy çeşitlendirme diğer bir deyişle risk çeşitlendirme ve risk paylaşımı olanakları artmaktadır. Risk paylaşımındaki bu artış ise potansiyel olarak yüksek getiriye sahip büyük risk taşıyan projelerin finansmanını kolaylaştırmaktadır (Martin & Rey, 2000; Obstfeld, 1994). Böylece yatırımcıların ya da firmaların sadece düşük risk ve düşük beklenen getiriye sahip yatırımları tercih ettiği segmente piyasaların aksine entegre piyasalarda genel risklerin çeşitlendirilebilmesi nedeniyle tercihler yüksek riskli ve yüksek getirili projeler yönünde değişebilmektedir (Bekaert & Harvey, 1995).

Sermayenin daha iyi tahsisi ve ekonomik büyüme: Finansal piyasalar arasındaki entegrasyonun tam olması durumunda, tarifeler, vergiler, yabancı varlık alım satımıyla ilgili kısıtlamalar, bilgi maliyetleri gibi sınır ötesi işlemlere ilişkin engeller ortadan kalkmaktadır (Ayuso & Blanco, 2001). Ticaret, takas ve uzlaşma platformlarındaki engellerin tamamen kaldırılması firmaların en etkin ticaret, takas, uzlaşma platformunu seçmesine olanak sağlamakta ve yatırımcılar fonlarını en etkin kullanıma tahsis edilecek yerlere yatırmaktadır. Daha etkin yatırım fırsatlarının önünde engellerin olmadığı böyle bir durumda fonların en etkin yatırım fırsatlarına yeniden tahsisi gerçekleşmektedir. Bununla birlikte yabancı yatırımcıların, sermayenin tahsis etkinliğinin artırılması amacıyla, iyileştirilmiş kamuyu aydınlatma ve şeffaflık talebi yanında, varlıkların kamulaştırılmasına karşı kendilerini korumak amacıyla yönetimin sorumluluğu ve paydaş hakları talebi, hisse senedi tutma riskini azaltarak sermaye maliyetinin düşmesini sağlayacaktır (E. H. Kim & Singal, 2000). Ayrıca mali hizmetlerin ithalatı yoluyla ulusal piyasalarda rekabetin yoğunlaşması, yerel finansal sistemlerin işleyişini de geliştirecektir (Edison et al., 2002).

Piyasalar arası uyumsuzlukların ortadan kalkması ve sermaye tahsisinin daha etkin gerçekleşmesi ile birlikte ekonomik büyüme de sağlanmaktadır. Ayrıca sermayenin serbest dolaşımı ile sadece değer yaratan projeler kabul edileceğinden ve değer yaratma daha yüksek getiri ve daha iyi sermaye kullanımını gerekli kıldığından, dünya çapında artan ekonomik büyüme sosyal refahı da arttıracaktır. Birçok araştırmacı ters arz şoku sırasında, sermaye piyasalarına erişebilen ülkelerin tüketim ve taleplerinin düzeldiğini ve bu uluslararası risk paylaşımı faaliyetlerinin kalıcı potansiyel büyüme ve refah kazanımına yol açtığını belirtmiştir (Baele et al., 2004; Bhattacharya et al., 2018; Billio et al., 2017). Örneğin Kim, Moshirian ve Wu (2006), finansal entegrasyonun, risk paylaşımı, ekonomik verimlilikte iyileşme, makroekonomik volatilitede düşüş ve işlem maliyetlerinde azalma vasıtasıyla ekonomik büyümeyi sağladığını belirtmişlerdir. Yine Yu, Fung ve Tam (2010), finansal entegrasyonun daha verimli sermaye tahsisi, daha yüksek risk çeşitliliği, daha düşük asimetrik şok olasılığı yoluyla fayda sağlayacağını ileri sürmüşlerdir.

Makroekonomik disiplinin artması: İstikrarlı olmayan ulusal politikalar, piyasalardan spekülative sermaye çıkışlarını arttırırken yerel faiz oranlarında yükselmesine neden olmaktadır. Bu nedenle sınırlararası serbest dolaşan sermayenin iyi politikaları ödüllendirici ve kötü politikaları cezalandırıcı yapısı, uluslararası sermaye piyasalarından yararlanmak isteyen politika yapımcıları disipline etmektedir. Daha disiplinli politikaların daha fazla makroekonomik

istikrara dönüşmesi ile ekonomik büyüme oranları da yükselmektedir (Agénor, 2003; Obstfeld, 1998).

3.2.2 Finansal Entegrasyonun Yol Açtığı Problemler

Finansal entegrasyonun ulusal piyasalara sağladığı yukarıda bahsedilen kazanımları yanında sebep olduğu bazı problemlerde bulunmaktadır. Agenor (2003), finansal entegrasyonun neden olduğu kayıpları/maliyetleri şu şekilde özetlemiştir:

Az sayıda ülkeye yüksek düzeyde sermaye akımlarının gerçekleşmesi: Sınır ötesi sermaye akımlarındaki artış dönemleri çoğunlukla belirli sayıda ülkeye yönelik yoğunlaşmaktadır. Örneğin, 1990'lı yılların başında sermaye akımlarındaki artışın büyük bir yüzdesi, Latin Amerika ve Asya'nın az sayıda büyük ve orta gelirli ülkesine yönelik gerçekleşmiştir.

Sermaye akımlarının yurt içi kaynak tahsisinin yanlış yapılması: Sermaye akımlarının dış ticarete konu olmayan emlak sektörü gibi spekülatif ya da düşük kaliteli yerli yatırımların finansmanında kullanılması, ülkenin ihracat kapasitenizi azaltarak uzun vadeli büyüme üzerinde sınırlı düzeyde etki sağlamaktadır. Böyle bir durum yerel finansal sistemde önceden var olan bozulmalar nedeniyle ortaya çıkabilmektedir. Bu tür finansal sisteme sahip ülkelerdeki finansal entegrasyon sonucunda sermaye daha iyi kurumlara ve daha gelişmiş finansal sisteme sahip ülkelere doğru akabilmektedir. Bu nedenle bazı teoriler uluslararası finansal entegrasyonun sadece sağlam kurumlara ve finansal sisteme sahip ülkelerde büyümeyi destekleyeceğini ileri sürmektedir (Edison et al., 2002).

Makroekonomik istikrarın kaybedilmesi: Büyük sermaye akımları, hızlı parasal genişleme, enflasyonist baskı, cari işlemler açığının genişlemesi gibi istenmeyen makroekonomik etkilere neden olabilmektedir.

Yüksek düzeyde volatil sermaye akımları ile bağlantılı bulaşıcılık etkisi: “Sıcak para” olarak da adlandırılan uluslararası fon akışları, yerel piyasadaki faiz oranlarındaki değişikliklere, ekonominin gelecekteki büyüme beklentilerine olan güvenin kaybedilmesine, menkul kıymetlerin değer artış kazançlarının azalacağı yönündeki bilgilere ve yerel para biriminin kırılganlığındaki bir artışa karşı son derece hassastır. Bu nedenle özellikle gelişmekte olan ülkelerde ekonomiye yönelik küçük bir şok bile sermaye akımlarında volatil bir değişime yol açarak ülke ekonomisini istikrarsızlaştırabilmektedir (E. H. Kim & Singal, 2000). Bunun

yanında sermaye akışlarındaki volatilité, ticaret haddi şokları aracılığıyla da artabilmektedir. Asya krizinde, krize giren ülkelerin ithalat talebinde ki azalışın ardından dünya emtia fiyatlarının düşmesi bu duruma örnek gösterilebilir. Asya krizi, ticaret haddi şoklarının, bir ülkenin kısa vadeli ekonomik beklentilerine ilişkin belirsizliği arttırarak finansal bulaşmaya dönüşmesinin önemli bir örneğidir. Özetle sınırlar arası finansal entegrasyonun ve sermaye hareketlerinin yüksek olduğu durumlarda bir ekonomideki finansal istikrarsızlık başka ekonomilere daha hızlı bulaşmaktadır (Yu et al., 2010).

Finansal entegrasyonun bahsedilen kazanımları yanında sebep olduğu problemler ve bunun sonucunda ortaya çıkan 1994 Meksika Peso Krizi, 1997 Doğu Asya piyasalarında ki ekonomik çalkantı dönemi, 1998 Rusya borç krizi, 2007-2008 küresel finansal kriz ve 2010-2011 Avrupa borç krizi, piyasalar arası entegrasyon konusunun önemini arttırmıştır (E. H. Kim & Singal, 2000).

3.3 Volatilité Kavramı

Piyasaların serbestleşmesi, entegrasyonu ve ekonomik sınırların ortadan kalkması ile piyasalar zaman içinde daha volatil hale gelmiştir. Bu doğrultuda özellikle 1980'lerden sonra hem teori de hem de uygulamada volatilité kavramının önemi artmıştır. Volatilité kelime anlamı itibariyle, değişken, istikrarsız, kararsız, ani değişime eğilimli ve dalgalı gibi anlamları çağrıştırırken, genellikle risk ve belirsizlik gibi kelimelerle eş anlamlı ya da birlikte kullanılması anlam karmaşasını arttırmaktadır. Bununla birlikte kavramlar arasında net bir ayırım yapmak da oldukça zordur (Aizenman & Pinto, 2005). Risk ve belirsizlik arasındaki ayırım tanımlanırken genellikle Frank Knight (1921)'ın çalışmasına atıf yapılmaktadır. Buna göre, bir olayın sonucu yanında sonuçlarına ilişkin olasılık dağılımı da bilinmiyorsa bu olay belirsiz olarak adlandırılmaktadır. Diğer yandan eğer bir olayın sonucu bilinmiyorsa ancak sonuçlarının olasılık dağılımı biliniyorsa bu olay riskli olarak değerlendirilmektedir (Anderson et al., 2009; LeRoy & Singell, 1987). Bu ifadeden yola çıkarak, belirsiz bir olayın sonuçlarına ilişkin olasılıkların hesaplanabildiği durumda riskli bir olaya dönüştüğü ve ölçümlenebildiği yorumu yapılabilir.

Volatilité belirli bir ekonomik değişkendeki olası değişimin veya hareketin bir ölçüsüdür ve belirli bir süre boyunca ekonomik değişkenin fiyat veya getirilerindeki dalgalanmaları ifade etmek için kullanılmaktadır (Aizenman & Pinto, 2005; Beg & Anwar, 2014). Volatilitenin değişkenlik ve belirsizlik olmak üzere iki temel anlamı bulunmaktadır. Değişkenlik varlık fiyatlarında görülen tüm hareketi ifade ederken belirsizlik bilinmeyen

hareketi ifade etmektedir. Dolayısıyla belirli bir zamandaki volatilité göreli ağırlıkları varlığın türüne ya da incelenen konuya bağılı olarak öngörülebilir ve öngörülemez iki bileşene ayrılabilir (Wolf, 2005).

Finansal risk bir yatırım kararındaki potansiyel mali kaybı ifade etmek için kullanılmaktadır (US SEC, 2022). Diğér bir deyişle, yatırımdan beklenen getirinin veya bir varlığın değérinin kısmi veya tamamen kaybedilme olasılığıdır. Finansal açıdan risk kavramı ilk kez Markowitz (1952) tarafından “*yatırımcılar tarafından arzu edilmeyen, getirilerin varyansı*” şeklinde kullanılmıştır. Bu doğrultuda değışkenliğin ölçülerinden birisi olan varyans volatilitenin öngörülebilir bileşeni olarak finansal risk kavramına karşılık gelmektedir. Bu nedenle varlığın fiyat ve getirilerindeki dalgalanmayı gösteren volatilité olumlu ya da olumsuz yönde sonuçlanabilirken finansal risk istenmeyen durumlarla ilişkilidir (S. Poon, 2005). Örneğin, volatilité genellikle düşen varlık fiyatlarıyla ilişkilendirilse de bazen yatırımcıların psikolojik yanılıkları gibi sebeplerle yükselen varlık fiyatlarında, yükselen volatilité ile karakterize edilmektedir. Bu noktada arzu edilmeyen sonuçlarla ilişkilendirilen riskin yönetilmesi gerekmektedir. Risk yönetimi yatırımcının, yatırım kararları ile ilgili belirsizliği analiz etmesi ve yönetmesi sürecidir. Örneğin, volatilitesi yükselen bir piyasada aşırı iyimserlik gibi psikolojik yanılığa düşmeyen ve ortaya çıkan riski yönetebilen yatırımcılar belirli stratejiler ile kazanç sağlayabilmektedir (Fontanills & Gentile, 2003).

Finansal açıdan volatilité beklenen değérenden, fiyattan veya modelden ayrılma durumunu tanımlamakta kullanılmaktadır. Bu duruma örnek olarak, varlık fiyatlarının teorik varlık fiyatlama modeli değérlerinden sapması ve işlem gören fiyatların örneklem ortalamasından sapması gösterilebilir (Daly, 2008). Daly (2008), finansal açıdan volatilité kavramının önemini altı madde ile şu şekilde özetlemiştir: (1) Varlık fiyatları kısa zaman dilimlerinde keskin dalgalanmalar gösterdiğinde, yatırımcılar bu değışikliklerin temel ekonomik faktörlerden kaynaklandığını kabul etmekte zorlanırsa bu durum sermaye piyasalarında güvenin sarsılmasına ve sermaye akışının azalmasına neden olabilir. (2) Şahıs şirketleri için sermaye yapısının yüksek volatilitesi temerrüde düşme olasılığını arttıracığı için, şirketin volatilitesi iflas olasılığının belirlenmesinde önemlidir. Belirli bir sermaye yapısı için, volatilité ne kadar yükselirse yükümlölüklerin yerine getirilememe riskide o kadar yüksek olacaktır. (3) Volatilité varlığın alım-satım fiyatları arasındaki farkın belirlenmesinde önemli bir faktördür. Bu nedenle hisse senedi volatilitesinin yüksekliği alış satış fiyat farkını arttıracığından piyasanın likiditesini etkileyecektir. (4) Portföy sigortası gibi riskten korunma teknikleri volatilité seviyesinden etkileneceğinden sigorta fiyatları volatilité ile birlikte yükselecektir. (5) Finansal

teoriye göre, yüksek volatilité düzeyi tüketicilerin riskten kaçınmasına neden olacağı için belirli bir ekonomik faaliyetle ilgili riskin artması faaliyete katılım düzeyinin azalmasına neden olacaktır. (6) Zamanla artan volatilité düzenleyici kurumların ve sermaye sağlayanların, firmaları mevcut sermayelerinin büyük bir kısmını nakit benzeri yatırımlara tahsis etmeleri konusunda zorlayabilir. Bunlara ek olarak, piyasadaki volatilité değişiklikleri sermaye yatırımları, tüketim ve diğer konjonktürel hareketler ve makroekonomik değişkenler üzerinde de önemli etkilere sahip olabilmektedir (Schwert, 1989). Bu nedenle finansal açıdan volatilité tüm bireyler, işletmeler ve düzenleyici otoriteler için büyük bir öneme sahiptir.

Ancak volatilitenin mutlak kötü bir piyasa değişkeni olduğu şeklinde yorum yapmak doğru değildir. Bunun nedeni volatilitenin, etkin fiyat keşfinin temelini oluşturması yanında, yatırımcılar için tahmin edilebilirlik anlamına gelmesidir. Ayrıca, volatilité tahminleri türev fiyatlandırması ve risk yönetimi gibi amaçlar için büyük önem taşımaktadır (Masset, 2011). Diğer yandan fiyatlardaki değişiklikler yatırım kararları üzerinde önemli etkiye sahip olduğundan portföy yöneticileri, risk arbitrajcıları ve finans yöneticileri volatilité eğilimlerini yakından takip etmektedir. Piyasa volatilitesi portföy yöneticileri için sağlam yatırım politikalarının temelini oluşturmaktadır. Volatilité hisse senedi piyasalarındaki belirsizliği ve piyasa katılımcılarının risk algısını yansıttığı için, hisse senedi volatilitesi fon yöneticilerinin risk getiri tercihlerine bağlı olarak portföylerini yeniden dengelemelerinde anlaşılması gereken önemli bir girdidir (Vo & Ellis, 2018). Tüm bu nedenlerden dolayı portföy optimizasyonu, risk yönetimi, riskten korunma, opsiyon fiyatlama gibi birçok alanda önemli rol oynayan volatilité, finansal ekonomi alanında en çok ele alınan konulardan birisi haline gelmiştir.

3.3.1 Volatilitenin Karakteristik Özellikleri

Finansal zaman serileri ile ilgili yapılmış çok sayıdaki ampirik çalışmanın sonucu, varlık fiyatlarındaki rassal değişimlerin çok çeşitli varlıklar, piyasalar ve zaman dilimlerinde istatistiksel açıdan ortak olan karakteristik özellikler (stylized facts) gösterdiğini ortaya koymuştur (Cont, 2001). Bu özellikler, volatilité ile ilgili doğru model tanımlaması, tahmini ve değerlendirmesinin yapılabilmesi için büyük önem arz etmektedir (Xiao & Aydemir, 2007).

Volatilité durağan değildir, zaman değişimli özelliktedir. Bu özellik volatilitenin, ortalamaya dönme eğilimli olması, uzun dönemli hafızaya sahip olması ve kümelenme özelliği göstermesi anlamına gelmektedir.

1. Kümelenme: Kümelenme, varlık fiyatlarındaki büyük değişiklikleri çoğunlukla diğer büyük değişikliklerin, küçük değişiklikleri ise küçük değişikliklerin takip etmesidir. Diğer bir deyişle

büyük fiyat değişimlerini büyük fiyat değişimlerinin izlemesi olasılığıdır. Kümelenme, bugünkü volatilité şoklarının gelecekteki volatilité beklentisini etkileyeceği anlamına gelmektedir (Bose, 2007; Cont, 2001). Literatürde endeksler, hisse senetleri, emtialar ve döviz kurları gibi birçok varlık sınıfı volatilitésinin kümelenme özelliği gösterdiği ampirik olarak kanıtlanmıştır (De Santis & Imrohoroğlu, 1997; R. F. Engle et al., 1990).

2. Ortalamaya Dönme Eğilimi: Ortalamaya dönme eğilimi, yüksek (düşük) volatilité periyodunun azalarak (yükselerek) sonunda, her finansal varlık için farklı gerçekleşen normal volatilité seviyesine dönüşmesini ifade etmektedir. Böylece volatilité şoklarının etkisi (yüksek ya da düşük volatilité periyodu) yavaşça yok olmakta ve volatilité kademeli olarak ortalama seviyesine geri dönmektedir. Volatilitenin bu eğilimi mevcut bilgilerin uzun vadeli tahminler üzerinde bir etkisinin olmadığını belirtmektedir (Bose, 2007; Xiao & Aydemir, 2007).

3. Uzun Dönemli Hafıza: Uzun dönemli hafıza, varlığın volatilitésinin normal seviyeye gelmesinin uzun zaman alması diğer bir deyişle volatilitenin süreklilik göstermesi özelliğidir. Bu durum zaman serisinin uzun bir döneme yayılan gözlemleri arasındaki korelasyonun istatistiksel olarak anlamlı olmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle yüksek frekanslı verilerde volatilité oldukça fazla süreklilik özelliği göstermektedir (Bose, 2007; Türkyılmaz & Özer, 2007; Xiao & Aydemir, 2007). Varlık fiyatlarının uzun hafıza özelliğine sahip olması, fiyat hareketleri arasında pozitif korelasyon olduğunu ve varlığın gelecek fiyatlarının geçmiş fiyat hareketleri vasıtasıyla tahmin edilebileceğini göstermektedir. Bu durum aynı zamanda piyasanın etkin olmadığı ve fiyatların rassal yürüyüş sergilemediği durumu ifade etmektedir. Volatilitenin tahmin edilebilir olduğunu gösteren uzun hafıza özelliği, risk yönetimi, portföy çeşitlendirmesi ve türev ürünlerin fiyatlandırılmasında volatilitenin önemini ortaya koymaktadır (Çevik, 2012).

4. Basıklık: Finansal zaman serileri dağılımının normal dağılıma göre daha kalın kuyrukları bulunmaktadır. Diğer bir deyişle aşırı basıklık sergilemektedir (Masset, 2011).

5. Asimetrik Volatilité: Asimetrik volatilité, pozitif ve negatif şokların volatilité üzerinde farklı etkiye sahip olması diğer bir deyişle negatif şokların aynı büyüklükte pozitif şoklara kıyasla volatilitéyi daha güçlü etkilemesi durumudur. Asimetrik getiri-volatilité ilişkisi, Black (1976) ve Christie (1982) tarafından yapılan ilk çalışmalarda finansal kaldıraçtaki ya da borç-özsermaye oranındaki değişimlere bağlanmış ve “kaldıraç etkisi” (leverage effect) olarak adlandırılmıştır (Cappiello et al., 2003). Schwert (1989) ise kaldıraç etkisini, hisse senedi fiyatları tahvil fiyatlarına göre düştüğünde ya da işletmeler önceki sermaye yapılarından farklı olarak daha büyük oranda borçlandığında hisse senedi volatilitésinin yükselmesi olarak ifade

etmiştir. Bu açıklamaya göre, hisse senedi fiyatındaki düşüş, borç-özsermaye oranını ve finansal riski yükseltmekte ve dolayısıyla hissedar getirilerinin volatilitelerini arttırmaktadır. Ancak, cari fiyatlardaki düşüşün gelecekteki volatiliteye etkisinin büyüklüğü, sadece kaldıraçtaki değişikliklerle açıklanamayacak kadar yüksektir (R. F. Engle & Patton, 2007).

6. Volatilité Geri Bildirim Etkisi: Christie (1982) ve Schwert (1989), kaldıraç etkisinin asimetrik volatilitéyi açıklamada yeterli olmadığını belirtmiştir. Asimetrik volatilité ile ilgili diğer açıklama, “zaman değişimli risk primi”ne ya da “volatilité geri bildirim etkisi”ne dayandırılmaktadır. Buna göre, volatilitenin yükselmesine ilişkin haberler, riskten kaçan yatırımcılar nedeniyle hisse senedine olan talebi azaltmakta ve hisse senedinin değerinin düşmesine neden olmaktadır (R. F. Engle & Patton, 2007). Bollerslev, Litvinova ve Tauchen (2006), geri bildirim etkisini şu şekilde açıklamıştır;

“Volatilitenin fiyatlandırılması durumunda, volatilitéde beklenen bir artış hisse senedinden beklenen getiri oranını arttırmakta ve bu durum daha yüksek gelecek getirilere olanak vermek için hisse senedi fiyatında ani düşüşe neden olmaktadır.”

Volatilité geri bildirim etkisini ve kaldıraç etkisini karşılaştıran Bekaert ve Wu (2000) volatilité geri bildirim etkisinin kaldıraç etkisine göre daha baskın olduğunu belirtmişlerdir (Bollerslev, 2006). Asimetrik volatilitéye ilişkin yapılan kaldıraç etkisi ve geri bildirim etkisi açıklamalarının ikisi de, hisse senedi volatilitesine odaklanmıştır. Bununla birlikte finansal kaldıraç devlet tahvillerine uygulanmadığı için, kaldıraç etkisi tahvil volatilitesindeki asimetriyi açıklayamamaktadır. Cappiello, Engle ve Sheppard (2003), yaptıkları çalışma sonucunda, tahvil getirilerinin volatilitesinde asimetriye ilişkin çok yeterli kanıt olmadığını ancak tahvillerin koşullu korelasyonlarında asimetri sergilediğini belirtmişlerdir.

3.3.2 Bitcoin Volatilitésinin Karakteristik Özellikleri

Bitcoinin ve genel olarak kripto para birimlerinin diğer finansal varlıklarda gözlemlenen istatistiksel özellikleri gösterip göstermediğini analiz etmek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Söz konusu çalışmaların bir kısmının özet sonuçları Tablo 2.2’de sunulmuştur. Bu çalışmalara ek olarak Cheikh, Zaied ve Chevallier (2020) ve Baur ve Dimpfl (2018b) kripto para birimi getirilerinin kalın kuyruk özelliği gösterdiğini belirtmişlerdir. Bunun yanında diğer finansal varlıklardan farklı olarak kripto para birimlerinin çoğunluğunda ters asimetrik volatilité özelliği olduğu eşdeyişle iyi haberlerin kripto para birimi volatilitesi üzerinde daha fazla etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca yazarlar diğer finansal varlıklardan farklı

olan bu özelliğin altın getirilerinde de görüldüğünü bu nedenle kripto para birimlerinin finansal sıkıntı dönemlerde güvenli liman özelliği gösterebileceğini ileri sürmüşlerdir.

Tablo 2.2: Bitcoin Volatilitésinin Karakteristik Özellikleri

Çalışmalar	Uzun hafıza	Kaldıraç	Kalın Kuyruk	Asimetrik volatilité	Ortalamaya dönme eğilimi	Kümelenme	Volatilité sürekliliği
Bouoiyour ve Selmi (2015a)				+			
Dyhrberg (2016a)						+	+
Chan vd., (2017)			+				
Catania ve Grassi (2017)	+	+					
Bariviera (2017)	+						
Phillip, Chan ve Peiris (2018)	+	+	+				
Gkillas ve Katsiampa (2018)			+				
Begušić vd. (2018)			+				
Lahmiri, Bekiros ve Salvi (2018)	+						
Thies ve Molnár (2018)		-					
Brauneis ve Mestel (2019)			+				
Kurka (2019)			+				
Katsiampa, Corbet ve Lucey (2019a)							+
Tiwari, Raheem ve Kang (2019)				+			
Yaya, Ogbonna ve Olubusoye (2019)							+
Flori (2019)	+					+	
Turatti, Mendes ve Caldeira (2020)					-		

Corbet ve Katsiampa (2020), Bitcoin getirilerinin hisse senedi piyasalarına benzer şekilde ortalamaya dönme eğilimi sergilediğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte ortalamaya dönme eğiliminin hem hız hem de büyüklük açısından negatif fiyat getirilerinde daha güçlü olduğunu gözlemlemişlerdir. Yaya, Ogbonna ve Olubusoye (2019) onüç kripto para birimi ile yaptığı çalışması sonucunda, 2017 Aralık fiyat çöküşünden sonra fiyat şoklarının sürekliliğinin yükseldiğini ve bunun spekülâtif işlemler nedeniyle olabileceğini belirtmişlerdir. Bariviera, uzun hafızanın günlük volatilitéde günlük getirilerden daha güçlü olduğunu ve buna dayanarak Bitcoin fiyatlarının ve volatilitésinin farklı temel süreçler ile oluştuğu sonucuna ulaşmıştır.

3.4 Volatilitenin Ölçümü

Finansal teoride ve finansal piyasalarda önemli bir değişken olan volatilitenin tahmin edilmesi ve modellenmesi yatırımcılar, risk yöneticileri gibi piyasa dinamiklerini anlamaya çalışan taraflar açısından oldukça önemlidir. Opsiyon fiyatlama, risk yönetimi ve portföy yönetimi gibi alanlarda önemli bir girdi olan volatilitenin etkin fiyat keşfinin temelini oluşturmanın yanında yatırımcılar için tahmin edilebilirlik anlamına gelmektedir. Bunun yanında finansal piyasa volatilitesi finansal düzenlemeler, para politikası ve makroekonomi üzerinde de geniş etkileri bulunan bir değişkendir. Bu nedenle volatilitenin doğru tahmin edilmesi, yatırım riskinin değerlendirilmesi, türev sözleşmelerinin doğru fiyatlanması, finansal risk yönetiminde riske maruz değerin hesaplanması gibi temel finansal alanlarda büyük önem taşımaktadır. Ayrıca politika yapıcılar da finansal piyasaların ve ekonominin kırılganlığının bir ölçüsü olarak piyasa volatilitenin tahminlerine güvenmektedir (Ederington & Guan, 2005; Masset, 2011; S. H. Poon & Granger, 2003; Vo & Ellis, 2018) Uygulamada, tarihi volatilitenin, stokastik volatilitenin, ARCH (Oto-regresif koşullu değişen varyans) modelleri ve zımnî volatilitenin olmak üzere dört tip volatilitenin tahmin yöntemi bulunmaktadır.

3.4.1 Tarihi Volatilitenin Modelleri

Gerçekleşen (realized) volatilitenin olarak da adlandırılan tarihi volatilitenin, finansal varlığın geçmiş dönem fiyat hareketlerinin gelecekteki fiyat hareketlerinin göstergesi olduğu varsayımına dayanmaktadır. Volatilitenin tahmin yöntemleri arasında uygulanması en basit olan tarihi volatilitenin modelleri, genellikle getirilerin standart sapması ile ölçülmektedir (Aizenman & Pinto, 2005) Tarihi volatilitenin modelleri rassal yürüyüş, tarihi ortalama, hareketli ortalama, üstel düzeltme ve üstel ağırlıklandırılmış hareketli ortalama olmak üzere beş yöntemden oluşmaktadır (S. H. Poon & Granger, 2003)

3.4.1.1 Rassal Yürüyüş Modeli

Rassal yürüyüş en basit tarihi volatilitenin modelidir. Bu modele göre cari dönem volatilitesinin tahmini için en uygun ölçü geçen dönemin gerçekleşen volatilitesidir ve şu şekilde ifade edilmektedir.

$$\sigma_{t-1} = \sigma_t \quad (3.1)$$

3.4.1.2 Tarihi Ortalama Modeli

Tarihi ortalama modeli rassal yürüyüş modeline oldukça benzemekle birlikte farklı olarak cari dönem volatilitisini tüm geçmişe dayalı olarak tahmin etmektedir. Burada tarihsel bir zaman aralığında hesaplanan getirilerin standart sapması gelecek dönemlerin volatilité tahmininde kullanılmaktadır (Kayalıdere, 2013; S. Poon, 2005). Model (3.2)'de görüldüğü şekildedir.

$$\hat{\sigma}_{t+1} = \frac{1}{t}(\sigma_t + \sigma_{t-1} + \dots + \sigma_1) \quad (3.2)$$

3.4.1.3 Hareketli Ortalama Modeli

Tarihsel ortalama modelinin (3.2) volatilité tahmininde, tüm geçmiş standart sapmalar kullanılırken hareketli ortalama modelinde zamanda geriye doğru sabit bir uzunluğun ortalaması tahmin edilmektedir. Diğer bir deyişle, daha eski gözlemler modelden çıkarılmaktadır (S. Poon, 2005; Silvey, 2007).

$$\hat{\sigma}_{t+1} = \frac{1}{\tau}(\sigma_t + \sigma_{t-1} + \dots + \sigma_{t-\tau+1}) \quad (3.3)$$

(3.3) denklemde τ kullanılacak geçmiş gözlemlerin gecikme uzunluğunu göstermektedir. Gecikme uzunluğu sübjektif olarak belirlenebileceği gibi örneklem içi tahmin hatasını minimize edecek şekilde de belirlenebilmektedir (S. Poon, 2005).

3.4.1.4 Üstel Düzeltme Modeli

Üstel düzeltme modeli, veri kümesinde geriye gidildikçe gözlemlerin ağırlıklarını üstel şekilde azaltmaktadır. Diğer bir deyişle daha yakın geçmişe ait gözlemlere daha fazla ağırlık verilmektedir (S. Poon, 2005; Silvey, 2007) Model (3.4)'de görüldüğü şekildedir.

$$\sigma_t = (1 - \beta)\sigma_{t-1} + \beta \hat{\sigma}_{t-1} + \xi_t \quad 0 \leq \beta \leq 1 \quad (3.4)$$

$$\hat{\sigma}_{t+1} = (1 - \beta)\sigma_t + \beta \hat{\sigma}_t$$

Düzeltilme parametresi β , örneklem içi tahmin hatası ξ_t minimize edilerek hesaplanmaktadır. β parametresi 1'e yaklaştıkça geçmişteki gözlemlere daha çok ağırlık verilirken, 1'den uzaklaştıkça yakın tarihli verilere daha fazla ağırlık verilmektedir. β 'nın doğru

tahmin edilmesi volatilitenin doğru hesaplanabilmesi açısından oldukça önemlidir (Yavuz Çil, 2015).

3.4.1.5 Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama (EWMA)

Üstel ağırlıklandırılmış hareketli ortalama metodunda da yine ortalama hesaplanırken yakın tarihli geçmiş verilere uzak tarihli olanlardan daha fazla ağırlık verilmesi yoluyla volatilité tahmin edilmektedir. Model (3.5)'deki gibi ifade edilmektedir (S. Poon, 2005; Xiao & Aydemir, 2007).

$$\hat{\sigma}_{t+1} = \frac{\sum_{i=1}^{\tau} \beta^i \sigma_{t-i+1}}{\sum_{i=1}^{\tau} \beta^i} \quad (3.5)$$

Bu yöntemde de düzeltme parametresi β , (3.4)'de bahsedildiği şekilde hesaplanmakta ve 1'e yaklaştıkça geçmişteki gözlemlere daha fazla ağırlık verilmektedir. Bununla birlikte EWMA, ağırlığın tarihi getirilerin büyüklüğüne ve işaretine bağlı olduğu üstel düzeltme modelinin daha esnek bir versiyonudur (S. H. Poon & Granger, 2003).

Tarihi volatilité metodları gözlem sayısının arttırılması ile t zamanına yakın örneklem oluşturma arasında bir ödünleşmeye neden olmaktadır. Bunun yanında geçmiş volatilitenin her yöntemde farklı bir örneklem uzunluğu kullanılarak hesaplanması volatilité tahminlerinin birbirinden farklı olmasına neden olmaktadır (S.-H. Poon & Granger, 2005; S. H. Poon & Granger, 2003).

3.4.2 Stokastik Volatilité Modelleri

Stokastik volatilité (SV) modelleri ARCH tipi volatilité modellerine alternatif olarak geliştirilmişlerdir. Bu modellerin temel özelliği volatilitenin gözlemlenemeyen gizil değişken olarak modellenmesidir. Otoregresif koşullu değişen varyans (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity-ARCH) ve genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity-GARCH) tipi modellerde volatilité gözlemlenebilir bir değişken olarak deterministik bir yapıda modellenirken SV modellerinde volatilité süreci rastsalıdır. Diğer bir deyişle SV modellerinde hem koşullu ortalama hem de koşullu varyans stokastik süreçler izlemektedir (Broto & Ruiz, 2004; Davasligil Atmaca, 2015; Hepsağ, 2013). SV modeli aşağıda ki şekilde tanımlanmaktadır (Hepsağ, 2013; S. Poon, 2005).

$$r_t = \mu_t + \varepsilon_t \quad (3.6)$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t + z_t \quad (3.7)$$

$$\varepsilon_t = z_t \exp(0.5 h_t) \quad (3.8)$$

$$h_t = \omega + \beta h_{t-1} + v_t \quad (3.9)$$

(3.6) nolu denklemdeki μ_t sabit terimi, ε_t stokastik bir süreç olan hata terimini, z_t ise sıfır ortalamalı birim varyanslı tesadüfi bir değişkeni ifade etmektedir. σ_t , r_t zaman serisinin kareli gecikmeli değerlerinin deterministik bir fonksiyonu olarak belirleniyorsa volatilité ARCH tipi modellerle modellenenebilirken, σ_t stokastik bir süreç tarafından belirleniyorsa volatilité SV modelleri ile modellenenebilmektedir. (3.7) ve (3.8) volatilitéye ait modelleri ifade etmektedir. h_t gözlenemeyen gizli volatilitéyi ifade etmektedir. z_t ve v_t 'nin birbirinden bağımsız ve i.i.d dağılımlı tesadüfi değişkenler olduğu varsayılmaktadır. β ise, volatilitéye gelen şokların sürekliliğini ölçmektedir. Modelin ikinci hata terimi v_t , SV modellerinin ARCH tipi modellere kıyasla daha esnek olmasını sağlamaktadır (Hepsağ, 2013; S.-H. Poon & Granger, 2005).

3.4.3 Zımni Volatilité Modeli

Volatilité ölçümünde alternatif bir model olarak zımni (implied) volatilité, teorik opsiyon değerini cari piyasa fiyatına eşitleyen volatilité değerini ifade etmektedir. Zımni volatilité yaygın olarak piyasanın volatilité tahmini olarak yorumlanmakta ve tarihsel volatilité modellerinden daha etkin bir tahminci olduğu kabul edilmektedir (Canina & Figlewski, 1993; Figlewski, 1997).

Zımni volatilité Black-Scholes, Cox-Ross-Rubinstein binomial gibi opsiyon fiyatlandırma modelleri kullanılarak hesaplanmaktadır (Mayhew, 1995). Black-Scholes gibi bir opsiyon fiyatlandırma modeline göre f opsiyon fiyatlama modeli ve c opsiyonun fiyatı olmak üzere (S.-H. Poon & Granger, 2005);

$$c = f(S, X, \sigma, R, T) \quad (3.10)$$

S dayanak varlığın fiyatı, X opsiyonun kullanım fiyatı, R risksiz faiz oranı, T opsiyonun vadesi ve σ volatilitéyi ifade etmektedir. Fonksiyonda volatilité dışındaki diğer değişkenler

piyasada gözlemlenebildiği için opsiyon fiyatlandırma modelinden geriye doğru çıkarımla volatilité tahmin edilebilmektedir (Figlewski, 1997; Xiao & Aydemir, 2007). Bunun yanında belirli bir opsiyonun piyasa fiyatı C_p ve fiyatlandırma modelinin değeri C_m ve volatilité σ_{zv} olarak gösterilirse (Figlewski, 1997; Mayhew, 1995);

$$C_m(\sigma_{zv}) - C_p \quad (3.10)$$

(3.10)'da ki ifadeyi 0 yapan volatilité σ_{zv} değeri çeşitli algoritmalar kullanılarakda bulunabilmektedir. Bununla birlikte volatilité parametresi için deneme-yanılma yoluyla koşula en yakın değerin belirlenmesi yavaş olsa da basit bir yaklaşımdır.

Zımni volatilitenin, gelecekteki volatilitéye ilişkin bilgiler içerdiği kabul edildiğinden, piyasanın gelecekteki volatilité beklentisi olarak kabul edilmektedir.(Xiao & Aydemir, 2007) Bununla birlikte vadeye kalan gün sayısı aynı ancak kullanım fiyatı farklı olan opsiyonlar, aynı dayanak varlık için farklı zımni volatilitéye sahip olabilmektedir.(S. H. Poon & Granger, 2003) Bu nedenle geleceğe ilişkin volatilité tahmininde, bir dayanak varlık için temsili bir zımni volatilité değeri hesaplanması doğru olacaktır. Bu temsili değer, başabaş opsiyonların veya başabaş ve para dışındaki opsiyonların zımni volatilitelerinin ortalaması olarak hesaplanabilir (Karabıyık & Anbar, 2007).

3.4.4 ARCH Tipi Modeller

3.4.4.1 ARCH Modeli

Doğrusal regresyon modelinde, hata terimi varyansının zamanla değişmediği diğer bir deyişle varyansın sabit olduğu (homoskedastik) temel varsayımlardan biridir. Ancak birçok farklı finansal zaman serisi ile yapılan tahmin sonuçlarına göre hata terimlerinin varyansları değişebilmekte, verinin bazı gözlemleri veya periyotları için hata terimleri diğerlerinden daha büyük olabilmektedir. Finansal zaman serisinde değişen varyansın (heteroskedasite) olması durumunda parametre tahminleri istatistiki açıdan anlamsız hale gelmektedir (Rachev et al., 2007; Yavuz Çil, 2015). Engle (1982) İngiltere enflasyon oranı verilerini analiz ettiği çalışması sonucunda, tahmin hatalarının varyansının önceki dönem hata terimlerinin büyüklüğüne bağlı olduğunu tespit etmiş ve zaman serisi verilerinde karşılaşılan otokorelasyonun ARCH ile modellenmesi gerektiğini belirtmiştir. Engle (1982)'nin geleneksel ekonometrik modellere alternatif olarak ortaya koyduğu ARCH modelde, hata teriminin varyansı önceki dönem hata

terimlerinin kareleri ile ilişkilendirilmekte ve hata terimlerinin varyansının zamanla değişmesine izin verilmektedir (Yavuz Çil, 2015).

ARCH modelleri, geçmiş standart sapmaları kullanan tarihi volatilité modellerinin aksine varlık getirilerinin koşullu varyansını σ_t^2 maksimum olabilirlik yöntemi ile formüle etmektedir.(S. Poon, 2005)

$$r_t = \mu + \varepsilon_t \quad (3.11)$$

$$\varepsilon_t = \sqrt{h_t} z_t \quad z_t \sim D(0,1) \text{ beyaz gürültüdür.}$$

Burada μ , r_t 'nin ortalamasıdır. z_t sıfır ortalama ve birim varyansa sahip olduğu varsayılan rassal bir değişkendir. Eğer $z_t \sim N(0,1)$ IID ise, ε_t koşullu olarak normaldir (Rachev et al., 2007). Engle (1982) tarafından önerilen ARCH(q) sürecinde,

$$h_t = \omega + \sum_{j=1}^q \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 \quad (3.12)$$

h_t , t anında mevcut olan bilgilere bağlı olarak ε_t 'nin varyansıdır ve h_t , ε_t 'nin koşullu varyansı olarak adlandırılmaktadır. Koşullu varyans h_t 'nin, ε_t 'nin gerçekleşen bütün değerleri için pozitif olması $\omega > 0$ ve $\alpha_j \geq 0$ kısıtını gerektirmektedir. q, finansal piyasalarda gözlemlenen volatilité sürekliliği nedeniyle tipik olarak yüksek düzeydedir. Ayrıca, süreç otoregresif parametrelerin toplamının 1'den küçük olması durumunda ($\sum_{j=1}^q \alpha_j < 1$) kovaryans durağandır (S. Poon, 2005). ARCH modeli büyük getirilerin ardından yine büyük getirilerin geleceği olgusunu yakalayabildiği için getirilerin volatilitésinin modellenmesinde kullanışlı olsa da modelin bazı kısıtları bulunmaktadır (Rachev et al., 2007).

1. Modelde sadece karesi alınmış ε_{t-i} mevcut volatilitéyi etkilese de, gerçekte volatilité ε_t 'nin pozitif ve negatif değerlerine farklı tepki verebilmektedir.
2. Karesi alınmış artıkların gecikme sayısı q'nun düzeyini belirlemek zordur.
3. Büyük bir şokun etkisi sadece q periyodu kadar sürmektedir.

3.4.4.2 GARCH Modeli

GARCH, ARCH modelinin uygulamada karşılaşılan eksikliklerini gidermek amacıyla Bollerslev (1986) tarafından geliştirilmiştir. ARCH sürecinin GARCH sürecine genişletilmesi,

AR (Oto regresif) sürecinin ARMA (Oto regresif Hareketli Ortalamalar) sürecine genişletilmesine benzerdir. ARCH modelinin koşullu varyans denkleminde yer alan hata terimi karesi değişkenine ilişkin yüksek sayıda gecikme sayısı, tahmin edilecek parametre sayısını arttırmaktadır. GARCH modeli bu kısıtı aşmak amacıyla çok daha esnek bir gecikme yapısını mümkün kılarak daha az parametre ile etkin tahminlere olanak sağlamaktadır (Bollerslev, 1986; Yavuz Çil, 2015). GARCH (p,q) süreci aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$\varepsilon_t = \sqrt{h_t} z_t \quad z_t \sim D(0,1) \text{ beyaz gürültüdür.} \quad (3.13)$$

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i} + \sum_{j=1}^q \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 \quad (3.14)$$

Burada yine h_t , t anında mevcut olan bilgilere bağlı olarak ε_t 'nin varyansıdır. GARCH (p,q) modeli koşullu varyans h_t 'yi, geçmiş kare hatalarının ve geçmiş koşullu varyansların doğrusal bir fonksiyonuyla ilişkilendirmektedir. GARCH modelinin ARCH modelinden farkı, koşullu varyansın geçmiş şoklara ek olarak kendi geçmiş değerleri ile de modellenmesine izin vermesidir. (3.14) nolu denklemde ε_{t-j}^2 ARCH terimlerini h_{t-i} GARCH terimlerini ifade etmektedir. GARCH modelinde de h_t 'nin, pozitif olması için $\omega > 0$, $\alpha_j \geq 0$ ve $\beta_i \geq 0$ kısıtlarının sağlanması gerekmektedir. Ayrıca, GARCH(p,q) modeli sadece $(\sum_{i=1}^p \beta_i + \sum_{j=1}^q \alpha_j < 1)$ durumunda kovaryans durağandır (S. Poon, 2005; Rachev et al., 2007).

3.5 Volatilite Yayılımı ve Finansal Bulaşma

1990'lı yıllarda sermaye kontrollerinin ve uluslararası sermaye hareketlerinin önündeki engellerin kaldırılması ve uluslararası portföy çeşitlendirme uygulamalarının yaygınlaşması, başlangıçta gelişmiş ülkeler arasında ve daha sonra gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında sermaye piyasalarının entegrasyonunun artmasına katkıda bulunmuştur. Bu süreçte finansal entegrasyon yanında uluslararası ve bölgesel ticaret anlaşmalarında da artış yaşanmıştır. Bu durum farklı piyasaların getirilerinde ve volatilitelerinde karşılıklı bağımlılıklara neden olurken önceden etkisi ulusal sınırlar içerisinde olan likidite boşlukları ve piyasa şoklarına karşı uluslararası sistemik kırılganlığa yol açmıştır. Diğer bir deyişle bu bağlantılar vasıtasıyla bir piyasada yaşanan şoklar diğer piyasalarda yayılarak uluslararası çeşitlendirmenin başlangıçta sunduğu avantajları ortadan kaldırmakla kalmamış dünyanın farklı bölgelerinde uluslararası düzeyde etkileri olan finansal krizlerin yaşanmasına neden olmuştur (Balli et al., 2015; Dean et al., 2010; Gagnon & Karolyi, 2006). Bu krizlerin her biri, piyasalar arasında yaşanan

entegrasyonun bir sonucu olarak ortaya çıktıkları ülke yanında, ya bölgesel ya da küresel yayılma etkileri ile farklı piyasaları da etkilemiştir. Diğer bir deyişle söz konusu finansal krizler, günümüzde dünya piyasalarının her zamankinden daha fazla entegre olduğunu ve bir ekonomiden kaynaklanan negatif şokların diğer ülkelerin finansal piyasalarına da yayıldığını göstermiştir (Balli et al., 2015; Gamba-Santamaria et al., 2017; Seth & Panda, 2018).

Volatilite yayılma etkisi kavramı ilk olarak Ross (1989) tarafından öne sürülmüştür. Ross (1989), varlık fiyatlarında görülen volatilitenin piyasaya gelen bilgi akış hızı ile orantılı olduğunu belirtmiştir. Diğer bir deyişle volatilite yayılımı farklı varlıklar ve piyasalar arasındaki bilgi aktarımını ifade etmektedir. Bu nedenle, iki piyasa arasındaki volatilite yayılımının analiz edilmesi ile, piyasalar arasındaki bilgi aktarımının yönü ve yoğunluğu tespit edilebilmektedir. Bunun yanında, yayınlanan bilgiler farklı piyasaları aynı anda etkilese de (aynı haberin önemi ülkeden ülkeye ya da piyasadan piyasaya farklılık gösterecektir), bilgi işleme süreci her piyasa için aynı olmamaktadır. Buna göre, her piyasanın bilgi akışı ve bilgi işleme süreci farklı olmakta ve piyasalar arasındaki volatilite kalıpları da farklılık göstermektedir (Bajo-Rubio et al., 2017; Inagaki, 2007; King & Wadhwani, 1990; Shihong Zeng et al., 2021).

Piyasalar arasında volatilite yayılımının olmaması, finansal sıkıntıların varlık ya da piyasaya özgü değişikliklerden kaynaklanabileceği ve finansal şokların sadece bu belirli varlık ya da piyasadaki volatiliteyi arttıracak anlamına gelmektedir. Bunun yanında piyasalar arasında volatilite yayılımı olması durumunda, finansal şoklar farklı varlık ve piyasalardaki volatilitenin de artmasına neden olmaktadır (Hong, 2001). Piyasalar arasındaki yüksek eşzamanlılık portföy çeşitlendirmenin faydalarını azalttığı için, varlık getirileri arasındaki ortak hareketler ve volatilite şoklarının yayılımı, varlık fiyatlama ve portföy tahsisi için önemli etkilere sahiptir. Yatırımcıların etkin bir portföy çeşitlendirme ve risk paylaşımı yapabilmeleri, piyasalar arasındaki finansal bağlantıları sürekli takip etmeleri ve değerlendirmeleri ile mümkün olmaktadır. Bunun yanında, volatilite şoklarının piyasalar arasındaki yayılımı finansal istikrarsızlığa ve finansal krizlere yol açtığından, volatilite aktarım mekanizmasının anlaşılması politika yapıcılar için de büyük öneme sahiptir. Farklı ekonomik durumlarda volatilite yayılma etkilerinin davranışını tanımlayabilen bir araç, finansal istikrarsızlığa yol açabilecek piyasalar arasındaki bulaşma etkilerini tahmin etmek, kontrol etmek ya da takip etmek açısından politik faaliyetlere yol gösterebilmektedir (Grobys, 2015; Roy & Sinha Roy, 2017; Tian & Hamori, 2016; Vo & Ellis, 2018). Bunun yanında, varlık riskini yönetirken, piyasaların istikrarını değerlendirirken ve düzenleyici politikaları oluştururken volatilite yayılımında hangi

piyasaların net aktarıcı ve hangi piyasaların net alıcı olduğunun anlaşılması da büyük önem taşımaktadır. Diğer bir deyişle volatilité yayılımının yönünün tespiti de önemlidir. Politika yapıcılar açısından, finansal piyasalar arasındaki volatilité yayılımlarının sıklığının ve yönünün finansal ve makroekonomik belirsizliğe nasıl cevap vereceğinin belirlenmesi, daha etkili politikalar oluşturabilmesini sağlayacaktır (G.-J. Wang et al., 2016).

Volatilité yayılımının analizine ilişkin çalışmaların sıcak dalgası (heat wave) ve meteor yağmuru (meteor shower) kavramlarını ortaya koyan Engle, Ito ve Lin (1990)'in çalışmaları ile başladığı ileri sürülmektedir. Engle, Ito ve Lin (1990), meteorolojik terimlere benzetme yaparak, New York ve Tokyo yen/dolar döviz piyasalarında volatilité yayılımını incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma ile, New York piyasasındaki haberlerin birkaç saat sonra Tokyo piyasasındaki volatilitéyi tahmin edip edemeyeceğini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Buna göre, New York'ta sıcak bir günü yine New York'ta sıcak başka bir günün izleyeceğini ancak aynı etkinin Tokyo için geçerli olmadığını öne sürmüşlerdir. Bu nedenle, New York'ta volatil bir t gününü yine New York'ta volatil bir $t+1$ günü izleyecektir ancak aynı etki Tokyo için geçerli olmayacaktır. Bu sonuç sıcak dalgası olarak adlandırılmıştır. Meteor yağmuru etkisi ise, New York'da ki bir meteor yağmurunu kesinlikle Tokyo'da ki bir meteor yağmurunun izleyeceğini öne sürmektedir. Sıcak dalgası hipotezi, piyasa içi volatilitéyi ifade etmektedir. Buna göre başlıca sıkıntı kaynakları ülkeye özgü faktörlerden kaynaklandığında, büyük bir şok sadece o ülkedeki koşullu volatilitéyi arttıracaktır. Diğer bir deyişle sıcak dalgası hipotezine göre, bir piyasadaki/bölgedeki volatilité aynı piyasadaki/bölgedeki bir önceki günün volatilitésinin bir fonksiyonudur. Yani piyasa volatilitesi, sadece kendi geçmiş şoklarına dayanmaktadır. Buna karşılık meteor yağmuru piyasalar arası volatilité yayılımını ifade etmektedir. Diğer bir deyişle, bir piyasadaki/bölgedeki volatil bir günü başka bir piyasadaki/bölgedeki volatil bir gün izleyecektir.

Farklı ülke varlıkları ve piyasaları arasında volatilité yayılımının olduğuna ilişkin ampirik bulgular; (i) bir ülkeye/bölgeye özgü şokların uluslararası aktarım mekanizmalarının neler olduğu (ii) sadece kriz sırasında etkinleşen uluslararası iletim kanalları olup olmadığı sorularını gündeme getirmiştir (Pericoli & Sbracia, 2003).

Bir ülkeye/bölgeye özgü şokların uluslararası aktarımı diğer bir deyişle piyasalar arasındaki getiri ve volatilité ilişkisi genellikle ülkeler arasındaki ticari ve finansal bağlantılara dayandırılmaktadır. Buna göre iki ekonominin yatırım ve ticaret yoluyla bağlantılı olması durumunda bir ülkenin ekonomisi ile ilgili haberler diğer ülkeyi de etkilemektedir. Örneğin,

1997 Asya krizi sırasında hem OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) hem de IMF, krizin olumsuz etkilerini ticaret bağlantılarına odaklanarak ölçmeye çalışmışlardır. Ayrıca, Fleming, Kirby ve Ost diek (1998), Tsutsui (2002) gibi çalışmalar, ticari ve finansal bağlantıları, aktarım mekanizmasını etkileyen kilit faktörler olarak nitelendirmişlerdir (Bala & Takimoto, 2017). Ancak ticari ve finansal bağlantılar, finansal piyasalar arasındaki yayılma mekanizmasının analiz edilmesinde hesaba katılması gereken faktörlerden sadece birisidir (Caporale et al., 2006). Uluslararası aktarım mekanizması ticari ve finansal bağlantılara ek olarak yatırımcıların sürü davranışı ile de açıklanmaktadır. Buna göre piyasaya gelen bilgi akışı kitle davranışında kırılmalığa neden olmaktadır. Bu durum bir yatırımcının diğ er yatırımcıların eylemlerini gözlemledikten sonra, kendi bilgilerini dikkate almadan diğ er yatırımcıların davranışını takip etmesi durumunda ortaya çıkmaktadır (Kaminsky et al., 2003). Diğ er yandan piyasalar arası bilgi asimetrisinin varlığında finansal portföylerin uluslararası varlıklarla çeşitlendirilmesi de piyasalar arası aktarıma neden olmaktadır. Finansal piyasalar arasındaki artan entegrasyon ile iç piyasadaki portföy yöneticileri dış piyasalara daha duyarlı hale gelmekte ve farklı ülkelerin hisse senedi getirileri arasındaki korelasyon seviyesi yükselmektedir (Kaminsky et al., 2003; Lin et al., 1994).

Finansal bulaşma kavramı ile ilgili literatürde genel kabul görmüş bir tanım bulunmamakta ve genellikle farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde yorumlanmaktadır. Konuyla ilgili ilk çalışmalar temelde negatif şokların yayıldığı kanallara odaklandıkları için bulaşma ve karşılıklı bağımlılık arasında ayırım yapmamıştır. Buna karşılık daha sonraki çalışmalar söz konusu ayırma vurgu yaparak bulaşma kavramını daha spesifik durumları açıklamak için kullanmışlardır (Pericoli & Sbracia, 2003). Literatürde en çok kabul gören ve atıf yapılan tanım Forbes ve Rigobon (2002) tarafından yapılmıştır. Forbes ve Rigobon (2002), bulaşma kavramının dar anlamda tanımlanması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Söz konusu tanıma göre;

“Bulaşma, bir ülkeye (veya bir grup ülkeye) verilen bir şoktan sonra çapraz piyasa bağlantılarının önemli düzeyde artması durumudur. Bu tanıma göre, iki piyasa istikrar dönemlerinde yüksek derecede bir birliktelik gösteriyorsa, piyasalar tek bir piyasaya verilen şoktan sonra yüksek düzeyde korelasyon göstermeye devam etse bile, bu bulaşma teşkil etmeyebilir. Diğ er bir deyişle çapraz piyasa etkileşimi yalnızca şoktan sonra önemli ölçüde artarsa bulaşıcıdır. Eğer birliktelik önemli ölçüde artmazsa, devam eden yüksek düzeydeki herhangi bir piyasa korelasyonu, iki ekonomi arasında güçlü bağlantılar olduğunu göstermektedir. Bu durum karşılıklı bağımlılığı ifade etmektedir.”

Kaminsky, Reinhart ve Vegh (2003) haberlere yönelik ilk uluslararası tepkinin kısıtlandığı ve kademeli ve uzun süreli etkilerin birikerek büyük ekonomik sonuçlara yol açtığı durumları yayılma olarak tanımlamışlardır. Diğer yandan bulaşma durumunda sonuçların hızlı ve şiddetli olduğunu ve ortak şoka tepki veren ülkelerin finansal ve ekonomik değişkenlerinde aşırı düzeyde birlikte hareket (comovement) bulunacağını öne sürmüşlerdir. Bu nedenle uluslararası faiz oranlarındaki veya petrol fiyatlarındaki değişiklikler gibi yaygın dış şokların bulaşma olarak adlandırılmayacağını ülkeler arasında ortak bir şoka yanıt olarak finansal ve ekonomik değişkenlerde aşırı hareketlenme olması durumunun bulaşma olarak kabul edilebileceğini ifade etmişlerdir.

Lin, Engle ve Ito (1994), bir ülkenin hisse senedi fiyatlarının, ekonomik bağlantılarla düşünülebilecek olanın ötesinde başka bir ülkedeki değişikliklerden etkilenmesi durumunu bulaşma olarak adlandırmıştır.

Ben Rejeb ve Boughrara (2015), literatürden yola çıkarak volatilité yayılımı ve bulaşma terimlerini şu şekilde özetlemiştir. Buna göre yayılmalar, başka bir piyasadan, piyasaya özel bilgilerin iletilmesi nedeniyle piyasadaki getirilerde ve volatilitéde meydana gelen değişikliklerdir. Pazara özel bilgiler iletim kanalları vasıtasıyla diğer pazarlara dağıtılmakta veya yayılmaktadır. Bulaşma özel bir iletim kanalıdır. Bulaşma, varlık fiyatları arasındaki ortak hareketin temel değişkenler tarafından açıklanamayan kısmıdır (Ben Rejeb & Boughrara, 2015; Fleming et al., 1998).

Özetle, Forbes ve Rigobon (2002) söz konusu bulaşma tanımında iki piyasa arasındaki korelasyon düzeyinin finansal şoktan sonra yükselmesini ön koşul olarak sunmuşlardır. Buna göre herhangi iki piyasa arasında finansal şoktan önce var olan yüksek korelasyon finansal şoktan sonra da devam ediyorsa bu durum iki piyasanın karşılıklı bağımlı olduğunu göstermektedir. Ancak korelasyon düzeyi finansal şoktan sonra yükseliyorsa bu durum bulaşma olarak adlandırılmıştır. Diğer üç tanımda; piyasaların aralarındaki belirli bağlantılar aracılığıyla birbirini etkileyebileceğini ancak bu bağlantılarla açıklanamayan ve varlıklar üzerinde aşırı düzeyde etkisi olan süreçleri bulaşma olarak adlandırmışlardır. Değinilen söz konusu tanımlar ve literatürde yapılan birçok diğer tanımın ortak noktası bulaşma kavramını beklenmedik şok aktarımı olarak kullanmalarıdır. Bu durumda ortaya çıkan sonuç finansal şokların uluslararası aktarımında “sakin/normal dönemler” ve “krizlerin” farklı süreçler olarak yorumlanmasını gerektirmektedir (Caporale et al., 2013; Pericoli & Sbracia, 2003).

Bu açıklamalardan yola çıkılarak şu şekilde yorum yapılabilir. İki veya daha fazla piyasa arasındaki volatilité yayılımı hem sakin dönemlerde hem de kriz dönemlerinde gerçekleşmektedir. Bununla birlikte sakin dönemlerde gerçekleşen volatilité yayılımı iki piyasa arasındaki karşılıklı bağımlılığı gösterirken kriz döneminde gerçekleşen yayılmalar piyasalar arası bulaşmaya işaret etmektedir. Ayrıca karşılıklı bağımlılık durumunda aktarım mekanizması piyasalar arasındaki çeşitli bağlantılar yoluyla açıklanabiliyorken bulaşma durumunda bu bağlantılarla açıklanabilenin ötesinde bir yayılma söz konusudur.

Volatilité yayılımının analizine ilişkin çalışmaların, bir önceki başlıkta da değinildiği gibi sıcak dalgası (heat wave) ve meteor yağmuru (meteor shower) kavramlarını ortaya koyan Engle, Ito ve Lin (1990)'in çalışmaları ile başladığı ileri sürülmektedir. Engle, Ito ve Lin(1990), meteorolojik terimlere benzetme yaparak, New York ve Tokyo yen/dolar döviz piyasalarında volatilité yayılımını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, sıcak dalgası hipotezini reddederek yen/dolar döviz piyasasında volatilité yayılımı bulunduğunu yani meteor yağmuru hipotezinin geçerli olduğunu öne sürmüşlerdir.

Volatilité yayılımı üzerine literatür büyük ölçüde döviz piyasaları arasındaki volatilité aktarımlarının incelenmesi ile başlamıştır. Özellikle 1990'ların başında Avrupa Para Sistemi'ndeki gelişmeleri takiben döviz kuru volatilitésini inceleyen çalışmalarda artış olmuştur (Bajo-Rubio et al., 2017). Engle, Ito ve Lin (1990)'in yaptığı yukarıda bahsi geçen çalışma, bu alanda yapılmış ilk çalışmalardan biri olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmanın ardından, Baillie ve Bollerslev (1990), Hong (2001), Bubak, Kocenda ve Zikes (2011), Inagaki (2007), Antonakakis (2012) gibi bir kaçına değinilen birçok çalışma yapılmıştır.

Döviz piyasasında yapılan çalışmaları takiben, artan finansal entegrasyonun ve yaşanan finansal krizlerin de etkisiyle hisse senedi piyasalarındaki volatilité yayılımlarını inceleyen çalışmalar artmıştır. Yapılan ilk çalışmalar gelişmiş ülke piyasalarında (Hamao, Masulis ve Ng (1990), Theodossiou ve Lee (1993)) iken piyasalar arasındaki yatırım engellerinin kaldırılması ile portföy çeşitlendirme amaçlı gelişmekte olan ülkelere yapılan yatırımların artması, gelişmiş ülkeler ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki (Yang ve Doong (2001), Balli vd. (2015), Worthington ve Higgs (2004)) volatilité yayılımına olan ilgiyi de arttırmıştır. Bunlarla birlikte kriz dönemlerinde volatilité yayılımını araştıran çalışmalarda ((Liow (2015), Grobys (2015), Golosnoy, Gribisch ve Liesenfeld (2015), Yarovaya ve Lau (2016), Jebran vd. (2017), Bala ve Takimoto (2017)) yapılmıştır.

Emtiaların bir varlık sınıfı olarak ortaya çıkması ve emtia piyasalarının finansallaşması, emtia piyasası ile diğer piyasalar ve varlıklar arasındaki ilişkilerin analiz edilmesinin de önemini arttırmış ve bu alanda da birçok çalışma (El Hedi Arouri, Jouini ve Nguyen (2011), Malik ve Hammoudeh (2007), Thuraissamy, Sharma ve Ahmed (2013), Ewing ve Malik (2013), Kumar (2014), Mensi vd. (2013) yapılmıştır.

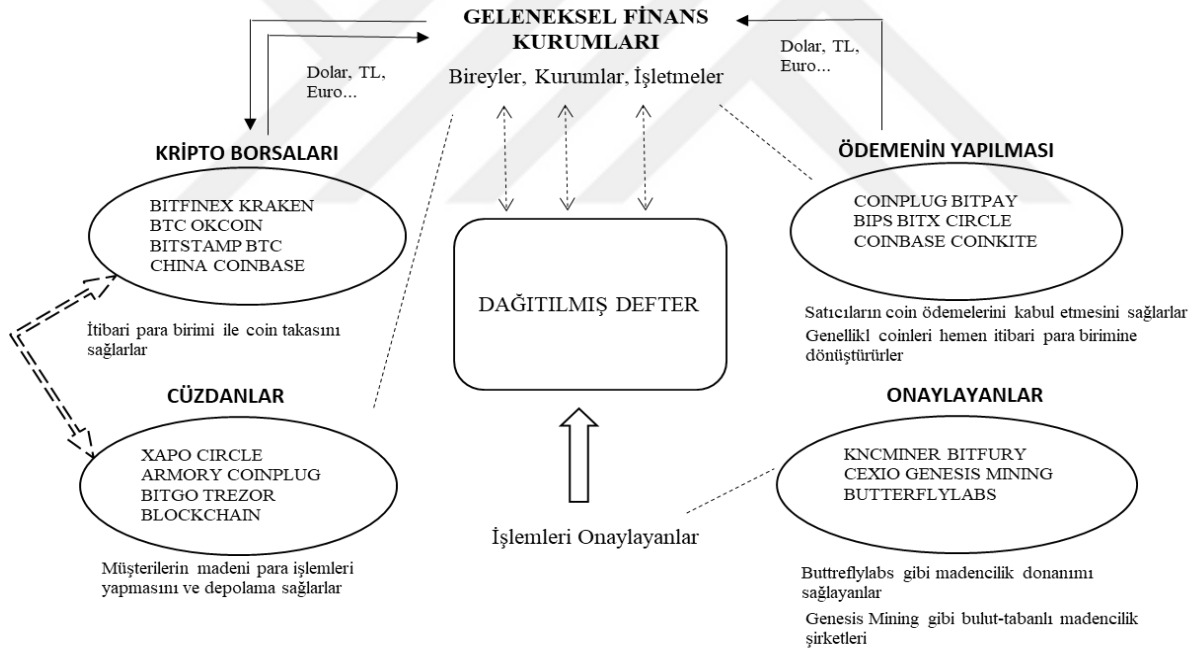
3.6 Kripto Para Piyasası ve Diğer Piyasalar Arasında Volatilite Yayılımı

Finansal entegrasyonun ve sınırlararası sermaye hareketlerinin hızlandığı 90'lı yıllar, bir ekonomide ortaya çıkan finansal istikrarsızlığın diğer ekonomilere bulaşmasına neden olarak dünyanın çeşitli bölgelerinde (Meksika-1994, Asya-1997, Rusya-1998, Brezilya-1999) finansal krizlerin yaşanmasına neden olmuştur. 90'lı yıllarda yaşanan bu krizlerin ortak özelliği, başlangıç noktalarının gelişmekte olan ülke ekonomileri olmasıdır. 2007-2008 yıllarında ise, söz konusu bu krizlerden farklı olarak başlangıç noktası dünyanın en gelişmiş ekonomilerinden biri konumundaki ABD olan, küresel bir kriz yaşanmıştır. Küresel finansal kriz ilk olarak gelişmiş ülke ekonomilerini etkilerken, bu etki finansal bulaşma yoluyla gelişmekte olan ülke ekonomilerine de yayılmış ve ardından 2010-2012 yıllarında Avrupa Borç krizi yaşanmıştır. Yaşanan bu krizler ulusal politikaların ve finansal olayların sınır ötesi etkilerinin önemi yanında (Gamba-Santamaria et al., 2017) varlık sınıfları, piyasalar ve ülkeler arasındaki bağlantılılığın tanımlanması, ölçülmesi ve izlenmesi gerekliliğini (Trabelsi, 2018) bir kez daha kanıtlamıştır. Bununla birlikte söz konusu finansal entegrasyon portföy çeşitlendirme fırsatlarının azalmasına, piyasa belirsizliklerinin artmasına neden olarak yatırımcıları yeni alternatif varlık arayışına itmiştir. Böyle bir ortamda en çok ilgi gören varlıklardan birisi ise Bitcoin ve diğer kripto varlıklar olmuştur. Kripto para birimlerinin yeni bir varlık sınıfı olarak değerlendirilmesi (Baur, Dimpfl, et al., 2018; Bouri, Gupta, et al., 2017; Corbet, Meegan, et al., 2018; Hussain Shahzad et al., 2020; W. Liu et al., 2020) ek portföy çeşitlendirme kârları elde etmek isteyen farklı yatırımcı profillerinden önemli düzeyde ilgi görmelerini sağlamıştır (Charfeddine et al., 2020).

Bitcoinin ABD doları karşısında işlem görmeye başladığı Temmuz 2010'dan bu yana Bitcoin alım satımı üzerinden yatırım getirisi elde eden yatırımcı sayısı her geçen gün artış göstermiştir. Daha önce de ifade edildiği gibi, 2017 Aralık ayında, CME ve CBOE tarafından Bitcoin vadeli işlem sözleşmelerinin piyasaya sürülmesi sonucunda Bitcoin ve diğer kripto varlık işlemleri için organize ve şeffaf bir piyasa oluşmuştur (Sebastião & Godinho, 2020; Shahzad et al., 2019). Ayrıca Fidelity, ICE ve Nasdaq gibi büyük finans kurumlarından

bazılarının bir varlık sınıfı olarak kripto paraları destekleyen altyapı çalışmaları; küresel yatırım bankaları tarafından Bitcoin bağlantılı fonların piyasaya sürülmesi; fon yöneticilerinin kripto varlıkları yatırım yapılabilir varlık olarak görmeye başlamaları ve Şubat 2019’da kamu emeklilik fonlarının kripto para sektörüne girişi gibi gelişmeler bir yandan Bitcoine ve diğer kripto paralara yatırım varlığı olarak meşruiyet kazandırırken diğer yandan finans sektöründeki diğer kurumsal yatırımcıların da güvenini arttırmıştır (Ji et al., 2018; J. Liu & Serletis, 2019; Shahzad et al., 2019). Bu gelişmeler doğrultusunda artan sayıda uluslararası yatırımcı kripto varlık piyasasına dahil olmuştur. Hatta uluslararası yatırımcılar arasında değerli metalleri satarak Bitcoin ve diğer kripto para birimlerine yatırım yapma eğilimi ortaya çıkmıştır (Ji et al., 2018; Rehman & Apergis, 2019). Tüm bu gelişmeler bir yandan kripto varlıkların finansallaşma sürecini hızlandırırken (Routledge & Zetlin-Jones, 2021) diğer yandan kripto varlıkların volatil yapısının finansal piyasalar üzerindeki olası etkileri ile ilgili endişeleri arttırmıştır.

Şekil 3.1: Kripto Para Ekosisteminin Görünümü



Kaynak:(Wyman, 2018)

Kripto varlıklar her geçen gün büyüyen yatırımcı sayısı ile özellikle son beş yıl içerisinde önemli bir yatırım varlığı haline gelmiştir. Kendi içinde bir ekosistem oluşturan bu varlıklar ile geleneksel finansal kurumlar ve finansal piyasalar arasındaki bağlantı her geçen gün büyümektedir. Şekil 3.1 kripto piyasası ile geleneksel finans kurumları arasındaki bağlantıyı göstermektedir. Şekil 3.1’den de görüldüğü gibi geleneksel finans kurumlarının

kendisini kripto varlık piyasasından tamamen soyutlaması mümkün değildir. Bu kurumlar belirli bir türde kripto para işlemlerini yasaklayabilecek olsa da, kurum müşterileri kripto varlık piyasasında yer almaya devam ettiği sürece bu piyasalar ile bağlantıları büyüyerek devam edecektir (Wyman, 2018).

Finansal İstikrar Kurulu (Financial Stability Board-FSB) kripto varlıkların finansal istikrarı olumsuz etkileyebileceği düşünülen risklerini şu şekilde sıralamıştır (FSB, 2018):

- **Piyasa likidite riskleri:** Kripto varlıkların sahipliğinin nispeten az sayıda piyasa katılımcısı arasında yoğunlaşmış olması piyasa derinliğini sınırlandırmakta ve piyasada yüksek hacimli işlemlerin yer alma kapasitesini azaltmaktadır. Likidite azlığı, yoğun mülkiyet ve diğer sorunlar kripto varlıkları fiyat manipülasyonuna duyarlı hale getirmektedir.
- **Volatilite riski:** Özellikle herhangi bir sözleşmeye dayalı hak talebi ile desteklenmeyen kripto varlıkların fiyatları yüksek volatilite içermektedir. Bu durum kripto varlıkları ani çöktüşlere ve fiyatta ani düşüşlere duyarlı hale getirmektedir.
- **Kaldıraç riski:** Herhangi bir varlıkta olduğu gibi kripto varlıklar içinde kaldıraçlı pozisyonlar mevcut riskleri arttırmaktadır.
- **Siber güvenlik riskleri dahil teknolojik ve operasyonel riskler:** Madencilik enerji tüketim miktarları, madencilik havuzları, kripto para birimi işlem hızları gibi teknolojik ve operasyonel riskler yanında birçok kripto varlığın dayandığı DLT yeni ve teknolojik hatalara eğilimli olması teknolojik ve operasyonel riskleri oluşturmaktadır.

Kripto varlıklar ile finansal kurumlar ve temel finansal piyasalar arasındaki bağlantılar şu anda sınırlı olduğu düşünülmektedir. Ancak kripto varlıkların finansal sistemin önemli bir parçası haline gelmesi durumunda kripto varlık piyasasının söz konusu risklerden kaynaklanan kırılganlıklarının, belirli aktarım kanalları ile finansal sisteme aktarılma olasılığının yükseleceği beklenmektedir. Bu kanallar şunları içermektedir: (i) Finansal kurumların kripto varlık piyasalarına veya kripto varlıklara maruz kalması yoluyla kripto varlıklardan kaynaklanan riskler daha geniş finansal sisteme iletilebilir, (ii) Servet etkisi; kripto varlıkların değerindeki değişiklikler yatırımcıların servetleri vasıtasıyla finansal sistemi etkileyebilir, (iii) Güven etkisi; kripto varlıkların finansal kurumlar tarafından önemli ölçüde alınıp satılmaya ve hanehalkı ve yatırımcılar tarafından da yaygın olarak kullanılmaya başlaması durumunda kripto varlıklardan kaynaklanan risklere yönelik politika tepkisinin yetersiz olduğu düşünülürse finansal sisteme ve finansal düzenleyicilere olan güven sarsılabilir ve (iv) kripto varlıkların

ödemelerde kullanılmasının yaygınlaşması vasıtasıyla riskin diğer piyasalara yayılması gerçekleşebilir (FSB, 2018, 2022).

Kripto varlıkların sahip olduğu kırılganlıklar henüz finansal istikrarı etkileyebilecek düzeyde olmadığı düşünülse de küresel etkileri göz önüne alındığında, kripto varlık piyasalarının büyümesinin ve küresel ekonomiye entegrasyonunun yakından izlenmesi gerekliliği politika yapıcılar tarafından yayınlanan birçok raporda yer almıştır (Diaby et al., 2021; ECB, 2012; FSB, 2018; Wyman, 2018). Bununla birlikte Bitcoinin diğer finansal varlıklarla entegrasyonunun (i) finansal istikrarın korunmasına yönelik politikaların geliştirilmesinde ve uygulanmasında (ii) Bitcoinin resmi dijital para birimi olarak kabul etmesi muhtemel ülkelerdeki politika yapıcılarının kararlarında (iii) varlık tahsisi ve risk yönetimi ile ilgili yatırımcı kararlarında önemli etkilere sahip olması muhtemeldir (Ji et al., 2018).

Tüm bunlara ek olarak kripto varlık piyasaları ile geleneksel piyasaların entegrasyonunun bir yandan potansiyel çeşitlendirme fırsatlarını ortadan kaldırma diğer yandan kriz durumunda finansal bulaşma vasıtasıyla daha büyük kayıplara neden olma riski de bulunmaktadır. Piyasalar arasında kriz döneminde gerçekleşen volatilité yayılımını ifade eden finansal bulaşmaya, piyasalar arasındaki ticari ve finansal bağlantılar yanında sürü davranışının da neden olabileceği geleneksel finansal varlıklar literatüründe sıklıkla değinilmiştir. Kripto varlıkların diğer finansal varlıklarla istatistiksel açıdan ortak karakteristik özellikler gösterebildikleri dikkate alındığında (Tablo 2.2) aynı risklerin kripto varlık piyasası içinde geçerli olduğu sonucuna varılabilir. Nitekim Kaiser ve Stöckl (2019) kripto para piyasasında yatırım kararlarının büyük olasılıkla, davranışları piyasa duyarlılığı, geçici hevesler, bilgi kaskadı ile karakterize edilen kurumsal olmayan yatırımcılar ile irrasyonel sürü davranışına neden olan pozitif geri besleme işlemleri tarafından domine edildiğini belirtmişlerdir. Söz konusu sürü davranışı irrasyonel davranan yatırımcılar nedeniyle gerçekleşmektedir. Benzer şekilde Ballis ve Drakos (2019), kripto piyasasındaki yatırımcıların başkalarının kararlarını taklit ettiklerini ve piyasada sürü davranışının mevcut olduğunu ileri sürmüşlerdir. Kumar ve Anandarao (2019), kripto para piyasalarında sürü davranışı olasılığının yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Açıklanan tüm nedenlerden dolayı kripto varlık piyasası ile diğer piyasalar ve varlıklar arasındaki volatilité yayılımı literatürde oldukça ilgi çeken konulardan birisi haline gelmiştir. Kripto varlık piyasasının kendi içindeki ve diğer finansal piyasalarla arasındaki volatilité yayılımına ilişkin yapılan çalışma sonuçları aşağıda özetlendiği şekildedir.

3.7 Bitcoinin Diğer Varlıklarla İlişkisi Üzerine Literatür

Bitcoinin yatırım yapılabilir yeni bir varlık sınıfı olarak değerlendirilmesi (Baur, Dimpfl, et al., 2018; Bouri, Gupta, et al., 2017; Corbet, Meegan, et al., 2018; Hussain Shahzad et al., 2020; W. Liu et al., 2020) diğer finansal varlıklarla ve diğer kripto para birimleri ile arasındaki ilişkinin ve finansal bir varlık olarak güvenli liman, riskten korunma aracı ve çeşitlendirme aracı olarak yeterliliklerinin araştırılmasına neden olmuştur. Diğer yandan Baur ve Lucey (2010), riskten korunma, güvenli liman ve çeşitlendirme faydası sunan varlıkları birbirinden ayıran özellikleri şu şekilde belirtmiştir:

Riskten korunma aracı; bir varlığın ortalama olarak başka bir varlık veya portföy ile ilişkili olmaması (korelasyonsuz) ya da negatif ilişkili (negatif korelasyonlu) olması durumudur. Böyle bir varlığın piyasa baskısı ya da finansal kargaşa dönemlerinde kayıpları azaltma özelliği yoktur çünkü söz konusu varlık böyle dönemlerde pozitif, normal zamanlarda negatif korelasyon ile ortalama olarak negatif korelasyon sergiliyor olabilir.

Çeşitlendirici; bir varlığın başka bir varlık veya portföy ile mükemmel olmayan ancak ortalama olarak pozitif korelasyona sahip olması durumudur. Riskten korunma özelliği gibi çeşitlendirme özelliği de aşırı olumsuz piyasa koşullarında spesifik olarak kayıpları azaltmamaktadır.

Güvenli liman; bir varlığın piyasa baskısı ve finansal kargaşa dönemlerinde başka bir varlık veya portföy ile ilişkili olmaması ya da negatif olarak ilişkili olması durumudur. Böyle bir özelliğe sahip varlık aşırı olumsuz piyasa koşullarında portföy ile pozitif olmayan bir ilişki kurmakta ve yatırımcılar için güvenli bir bölge oluşturmaktadır. Tablo 3.1 bu alanda yapılan çalışmaların bir kısmının özetini sunmaktadır. Bu çalışmaların yanında;

Flori (2019), AMEX, NYSE ve NASDAQ menkul kıymet borsalarında listelenen Amerikan firmaları ile oluşturulan portföylere Bitcoin dahil ederek yaptığı çalışması sonucunda, Bitcoinin portföylerin riske göre ayarlanmış performanslarını iyileştirebileceğini öne sürmüştür. Bedi ve Nashier (2020), kredibilitesi yüksek beş itibari para birimi ile ilgilenen yatırımcılar açısından, sekiz küresel endeks kullanılarak oluşturulan küresel bir portföy için Bitcoinin çeşitlendirme aracı olarak yeterliliğini analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda yuan, yen ve dolar (pound ve euro) para birimleri cinsinden oluşturulan portföylerin riske göre ayarlanmış getirilerinin daha yüksek (daha düşük) olduğunu ve bu durumun söz konusu para

birimleri cinsinden Bitcoin işlem hacminin yüksek olması nedeniyle olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Bouri vd. (2017), Bitcoinin 2013 fiyat çöküşünü de dahil ederek üç emtia endeksi (S&P GSCI genel emtia endeksi, enerji emtia endeksi, enerji dışı emtia endeksi) ve Bitcoin arasında yaptıkları analiz sonucunda, Bitcoinin iki endeks için 2013 öncesi riskten korunma aracı ve güvenli liman özelliği gösterdiğini ancak 2013 sonrası sadece çeşitlendirme özelliği sunduğunu belirtmişlerdir. Ancak enerji dışı emtia endeksi için tüm dönem boyunca sadece çeşitlendirici olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kajtazi ve Moro (2019), yuan, euro ve dolar cinsinden likit yatırım yapılabilir bir endeksle temsil edilen farklı varlık sınıfları ile oluşturulan portföylere Bitcoin dahil etmenin etkilerini incelemişlerdir. Çalışma ile Bitcoinin portföy getirisi yanında portföy volatilitesini de arttırdığını bu nedenle portföy performansında ki yükselmenin düşük risk yerine yüksek getiriden kaynaklandığını öne sürmüşlerdir. Diğer yandan Bitcoinin portföye sağladığı olumlu etkinin temelde 2013 öncesi dönemle bağlantılı olduğunu belirtmişlerdir.

Charfeddine, Benlagha ve Maouchi (2020), Bitcoin ve Ethereumun, S&P500, altın ve petrol fiyatlarına karşı çeşitlendirme ve riskten koruma özelliklerini incelemişlerdir. Analizleri ile; kripto para birimlerinin finansal çeşitlendirme için uygun oldukları; riskten koruma özelliklerinin zayıf kaldığı; kripto para birimleri ile geleneksel varlıklar arasındaki ilişkinin dış ekonomik ve finansal şoklardan etkilendiği sonuçlarına varmışlardır.

Bouri, Hussain Shahzad ve Roubaud (2020), S&P 500 ve on hisse senedinde gerçekleşen düşüşe karşı sekiz kripto para biriminin riskten korunma ve güvenli liman özelliklerini incelemişlerdir. Kripto para birimlerinin değerli bir dijital varlık sınıfı olduğunu ancak aralarında anlamlı düzeyde heterojenlik bulunduğunu ileri sürmüşlerdir. Bitcoin, Ripple ve Stelların tüm ABD hisse senedi endeklerine karşı güvenli liman özelliği gösterdiğini, bunun yanında bazı kripto para birimlerinin de birkaç sektöre karşı riskten korunma aracı olarak kullanılabileceklerini belirtmişlerdir.

Tablo 3.1: Çeşitlendirme, riskten korunma ve güvenli liman üzerine literatürün bir kısmı

Çalışma	Değişkenler		Dönem	Sonuç
	Kripto Para Birimi	Diğer Varlıklar		
Briere, Oosterlinck ve Szafarz (2015)	Bitcoin	Hisse senedi, tahvil, para birimi, emtia, hedge fon, gaayrimenkul	2010 2013	Kısa vadede portföylerin risk-getiri dengesini iyileştirmektedir.
Eisl, Gasser ve Weinmayer (2015)	Bitcoin	Hisse senedi, tahvil, para birimi, emtia, hedge fon ve gaayrimenkul endeksleri	2010 2015	Bitcoin iyi çeşitlendirilmiş portföylerde dahi portföy performansını iyileştirmektedir.
Anyfantaki, Arvanitis ve Topaloglou (2018)	Bitcoin, Ethereum, Ripple ve Litecoin	Hisse senedi ve tahvil endeksi ve Libor faiz oranı	2015 2017	Geleneksel portföylerin performansı kripto para birimleri ile arttırılabilmektedir.
Brauneis ve Mestel (2019)	500 kripto para birimi	-	2015 2017	Geleneksel ortalama-varyans portföy seçim yöntemine göre çok sayıda kripto para birimi ile yapılan çeşitlendirme portföy riskini azaltmaktadır.
Mensi vd. (2019)	Bitcoin, Dash, Ethereum, Litecoin, Monero and Ripple	-	2013 2018	Bitcoin ve diğer kripto para birimleri birlikte kullanıldığında çeşitlendirme faydaları yükselmektedir.
Bedi ve Nashier (2020)	Bitcoin	Yuan, yen, dolar, pound ve Euro para birimleri cinsinden sekiz küresel endeks	2010 2018	Yuan, yen ve dolar (pound ve Euro) para birimleri cinsinden oluşturulan portföylerin riske göre ayarlanmış getirileri daha yüksektir(daha düşüktür).
Baur, Hong ve Lee (2018)	Bitcoin	Hisse senedi, kıymetli metal, enerji, tahvil endeksleri ve para birimleri	2010 2015	Bitcoin hem normal hem de çalkantı dönemlerinde önemli çeşitlendirme avantajı sunmaktadır.
Baumöhl (2019)	Bitcoin, Ether, Ripple, Litecoin, Stellar Lumens ve NEM	Euro, Yen, Pound, İsviçre Frangı, Kanada Doları ve Yuan	2015 2017	Döviz yatırımcıları için kripto para birimlerinin çeşitlendirme faydası sunmaktadır.
Giudici ve Abu-Hashish (2019)	Bitcoin	Altın, petrol, S&P500, Euro, Yuan	2016 2018	Bitcoin diğer varlık sınıfları ile oluşturulan portföylerde çeşitlendirme amacıyla kullanılabilir.
Ferreira ve Pereira (2019)	Bitcoin ve piyasa değeri en büyük on kripto para birimi	-	2016 2019	Aralık 2017'den sonra kripto para birimleri arasındaki entegrasyon artmış ve kripto para birimi piyasasında çeşitlendirme özelliği ortadan kalkmıştır.
Dyhrberg (2016b)	Bitcoin	Financial Times hisse senedi endeksi ve ABD doları	2010 2015	Endekse karşı ve kısa vadede ABD dolarına karşı hedging özelliği vardır.
Bouri, Lucey ve Roubaud (2019a)	Bitcoin, Ethereum, Ripple, Litecoin, Stellar	ABD, Avrupa, Asya-pasifik ve Japonya MSCI hisse senedi endeksi	2015 2018	Kripto para birimleri özellikle Asya-Pasifik ve Japonya'da çeşitlendirme ve riskten korunma amacıyla kullanılabilir.

Tiwari, Raheem ve Kang (2019)	Ripple, Dash, Stellar, Litecoin, Ethereum, Bitcoin	S&P 500 endeksi	2015 2018	Kripto para birimleri S&P500 endeksine karşı riskten korunma amacıyla kullanılabilir.
Akhtaruzzaman, Şensoy ve Corbet (2019)	Bitcoin	11 sanayi sektörü endeksi ve kurumsal tahvil endeksi	2011 2018	Bitcoinin endüstri portföylerine ve tahvil endeksine karşı riskten korunma özelliği bulunmaktadır.
Bouri vd. (2017)	Bitcoin	Küresel belirsizlik endeksi (VIX)	2011 2016	Bitcoinin küresel belirsizliğe karşı riskten korunma aracı olarak kullanılabilir.
Demir vd. (2018)	Bitcoin	ABD Ekonomik Politika Belirsizliği (EPU) endeksi	2010 2017	Bitcoin belirsizliğin yükseldiği zamanlarda riskten korunma amacıyla kullanılabilir.
Kalyvas vd. (2020)	Bitcoin	(VIX) ve (EPU) endeksleri	2011 2018	Yatırımcılar yüksek ekonomik belirsizliğin olduğu dönemlerde Bitcoin'i bir riskten korunma amacıyla kullanabilirler.
Chan, Le ve Wu (2019)	Bitcoin	S&P 500, Nikkei, Shanghai A-Share, TSX, Euro Index	2010 2017	Bitcoinin veri frekansı aylık olduğunda tüm endekslere karşı etkili bir riskten koruma aracıdır ancak günlük ve haftalık verilerde aynı özelliği göstermemektedir.
Bouri vd. (2018)	Bitcoin	Küresel finansal stres endeksine (GFSI)	2010 2017	Bitcoinin GFSI'ya karşı güvenli liman özelliği göstermektedir.
Wang vd. (2019)	2068 kripto para birimi	Uluslararası endeksler	2013 2018	Kripto para birimleri genel olarak güvenli liman özelliği gösterebilir riskten koruma özelliğine sahip değildir
Urquhart ve Zhang (2019)	Bitcoin	Avustralya doları, Kanada doları, İsveç frangı, Euro, İngiliz poundu, Japon yeni	2014 2017	Bitcoinin tüm para birimlerine karşı günüci riskten koruma, çeşitlendirme ve güvenli liman özelliği sergilemiştir.
Wang vd. (2019)	Bitcoin	(EPU) ve Hisse senedi piyasa belirsizliği (EMU) endeksleri	2010 2018	Bitcoin ekonomik politikanın belirsiz olduğu zamanlarda güvenli liman ve çeşitlendirme aracı olarak kullanılabilir.

Bouri vd. (2017), Bitcoinin hisse senetleri, tahviller, para birimleri ve emtialardan oluşan birçok varlık sınıfı için çeşitlendirme amacıyla kullanılabileceğini ancak zayıf bir riskten korunma aracı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Asya hisse senetlerindeki haftalık düşüş hareketlerine karşı sadece güvenli liman özelliği olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Fang vd. (2019), Bitcoinin, hisse senetlerinin, emtiaların ve tahvillerin uzun vadeli volatilitelerinin, küresel EPU'dan etkilenip etkilenmediğini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, tüm varlıkların uzun vadeli volatilitelerinin EPU'dan etkilendiğini ve EBP'nin Bitcoin volatilitesi üzerinde diğer varlıklardan farklı bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, EPU dikkate alındığında Bitcoinin hisse senedi ve tahvile karşı riskten korunma etkinliğinin arttığı sonucuna ulaşmışlardır. Diğer yandan Wu vd. (2019), hem altının hem de Bitcoinin normal piyasa koşullarında EPU'ya karşı çeşitlendirici olarak kullanılabileceğini ancak aşırı

yükseliş ve düşüş piyasalarında ikisinin de EPU'ya karşı zayıf bir riskten korunma ve güvenli liman aracı olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte Bitcoinin EBP şoklarına karşı daha duyarlı olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kliber vd. (2019), Bitcoinin, beş ülkenin hisse senedi endeksine karşı riskten korunma, güvenli liman ve çeşitlendirme özelliklerinden hangisine sahip olduğunu araştırmışlardır. Analizleri ile Bitcoinin, Venezuela'da güvenli liman, Japonya ve Çin'de çeşitlendirici ve İsveç ve Estonya'da zayıf bir riskten korunma aracı olarak davrandığı sonucuna ulaşmışlardır.

Al Mamun vd. (2020), çalışmalarında (i) Bitcoinin finansal varlıklar ve emtialar karşısındaki riskten korunma ve çeşitlendirme faydalarını ve (ii) çeşitli belirsizlik risklerinin Bitcoinin volatilitelerini ve risk primini nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Çalışmaları ile; (i) yüksek politika belirsizliği ve kötüleşen ekonomik koşullar altında Bitcoin yatırımcılarının sadece altın ile riskten korunabilecekleri (ii) belirsizlik risklerinden (küresel politika belirsizliği, ABD politika belirsizliği ve jeopolitik risk) sadece jeopolitik riskin Bitcoin volatilitelerini ve risk primini arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Das vd. (2020), Bitcoinin güvenli liman ve riskten korunma aracı olarak niteliklerini altın, emtia, ABD doları ile karşılaştırmışlardır. Analizleri sonucunda, farklı ekonomik koşullar ve piyasa durumları için her varlığın riskten koruma ve güvenli liman özelliklerinin farklılaştığını bu nedenle tek bir varlıkla tüm koşullarda iki özelliği de elde etmenin mümkün olmadığını belirtmişlerdir.

Söz konusu çalışmalardan elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde Bitcoinin ve diğer kripto para birimlerinin genel olarak riskten korunma, güvenli liman ve çeşitlendirme özelliklerinin piyasa koşullarına, varlık sınıfına ve piyasalara göre farklılık gösterdiği görülmektedir.

3.8 Kripto Para Piyasası İçindeki Volatilite Yayılımı Üzerine Literatür

Koutmos (2018b), 7 Ağustos 2015 – 17 Temmuz 2018 dönemi için onsekiz kripto para biriminin karşılık bağımlılıklarını incelediği çalışması ile; getiri ve volatilite yayılımları konusunda Bitcoinin baskın olduğu ve diğer kripto para birimleri üzerinde daha fazla etkiye sahip olduğu; getiri ve volatilite yayılımlarının zaman içinde istikrarlı bir şekilde arttığı; büyük haberlerin yayılımlarda ani yükselişe sebep olduğu ve kripto para piyasasında bulaşma riski olduğu sonuçlarına ulaşmıştır.

Kumar ve Anandarao (2019), 15 Ağustos 2015 – 18 Ocak 2018 döneminde Bitcoin, Ethereum, Ripple ve Litecoinden oluşan dört kripto para birimi arasındaki volatilité yayılımını incelemişlerdir. DCC-GARCH yöntemini kullanarak yaptıkları çalışma sonucunda; Bitcoinden Ethereum ve Litecoine volatilité yayılımı olduğunu ve diğer kripto para birimlerinin Bitcoin fiyatlarındaki dalgalanmalardan etkilendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca ilk dönemlerde ihmal edilebilir düzeyde olan volatilité yayılımının 2017'den sonra arttığını tespit etmişlerdir.

Gkillas, Bekiros ve Siriopoulos (2018), piyasa değerleri toplamı kripto para piyasasının %85'ini temsil eden on büyük kripto para birimi ile yaptıkları çalışma ile kripto para birimleri arasında güçlü seviyede bağlantılılık olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Katsiampa (2019), 7 Ağustos 2015 – 10 Şubat 2018 döneminde diyagonal BEKK (Baba-Engle-Kraft-Kroner) modelini kullanarak beş kripto para biriminin volatilité dinamiklerini incelemişlerdir. Çalışma ile; kripto para birimi volatilitelerinin birlikte hareketinin anlamlı olduğu, geçmiş şokların mevcut koşullu varyanslar üzerinde anlamlı etkisi olduğu ve farklı kripto para birimleri arasındaki koşullu korelasyonların dinamik ve çoğunlukla pozitif olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Yi, Xu ve Wang (2018) 4 Ağustos 2013 – 1 Nisan 2018 tarihleri arasında sekiz kripto para birimi ile yaptıkları çalışma ile; kripto para birimleri arasındaki toplam volatilité bağlantılılığının dalgalandığı ve istikrarsız ekonomik koşullarda veya öngürülemeyen dışsal şoklarda bağlantılılığın arttığı; volatilité bağlantılılığının kripto para birimlerinin piyasa değerinden bağımsız olduğu; Bitcoinin diğer kripto para birimleri için güçlü volatilité şokları oluşturmaya rağmen piyasada baskın bir özelliği olmadığı sonuçlarına ulaşmışlardır.

Benzer şekilde Antonakakis, Chatziantoniou ve Gabauer (2019), 7 Ağustos 2015 – 31 Mayıs 2018 döneminde piyasa değeri en yüksek dokuz kripto para birimine odaklanarak, kripto para birimlerinin ağ bağlantılılığını incelemişlerdir. Çalışmaları sonucunda, yüksek (düşük) piyasa belirsizliği dönemlerinin tipik olarak güçlü (zayıf) bağlantılılığa denk geldiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca analiz ile, volatilité yayılımında çoğu kripto para biriminin hem net alıcı hem de net aktarıcı özellik gösterdiği ancak Bitcoinin neredeyse tüm dönem boyunca net aktarıcı olarak davrandığı sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca, her kripto para birimi teknolojisinde bulunan benzersiz özellikler nedeniyle kripto varlık piyasasının giderek daha karmaşık hale geldiğini ileri sürmüşlerdir.

Yine Ji vd. (2019), 7 Ağustos 2015 ile 22 Şubat 2018 tarihleri arasında getiri ve volatilité yayılımı aracılığı ile on kripto para biriminin bağlantılılığını incelemiştir. Çalışmaları sonucunda, piyasa büyüklüğünden bağımsız ve zamana bağılı olarak tüm kripto para birimlerinin net volatilité alıcısı veya aktarıcısı olabileceğini ve Bitcoinin kripto piyasasında ki baskın rolünü kaybettiğini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca en büyük kripto para birimi Bitcoin ile daha küçük kripto para birimi Litecoin'in²¹, volatilité bağlantılılığının merkezinde olduğunu belirtmişlerdir. Tu ve Xue (2019), Granger nedensellik testi ve BEKK-MGARCH modelini kullanarak 2017 yılında gerçekleşen Bitcoin ve Bitcoin Cash çatallanmasının Bitcoin ve Litecoin arasındaki ilişkiye etkisini incelemiştir. Analizleri sonucunda, çatallanmadan önce Bitcoin'den Litecoin'e doğru olan volatilité yayılımının çatallanmadan sonra tersine döndüğünü ve Ji vd. (2019)'e benzer şekilde çatallanma ile Bitcoinin kripto piyasasındaki konumunun ve fiyatlandırma etkisinin azaldığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Bouri, Lucey ve Roubaud (2019), Granger nedensellik testinin genişletilmiş versiyonunu kullanarak sekiz önde gelen kripto para birimi arasındaki bağlantıları incelemiştir. Çalışmaları ile en büyük kripto para birimi Bitcoinin, kripto piyasasındaki tek etkili kripto para birimi olmadığı ve diğer kripto para birimleri volatilitelerinin kripto piyasasında önemli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Tiwari vd. (2019), 4 Ağustos 2013 ile 17 Haziran 2018 tarihleri arasında Bitcoin, Litecoin ve Ripple arasındaki bağımlılık ve bulaşma riskini analiz etmişlerdir. Çalışmaları sonucunda, hem boğa hem de ayı piyasasında kripto para birimlerinin getirileri arasında önemli bir bulaşma ve bağımlılık riski olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Bu doğrultuda, bir kripto para birimindeki negatif bir şokun diğer kripto para birimlerini etkileyebileceği için bulaşma riskine karşı portföy çeşitlendirmesinin etkili olmayacağını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Katsiampa, Corbet ve Lucey (2019a), Diyagonal BEKK ve Asimetrik Diyagonal BEKK yöntemlerini kullanarak 15 Eylül 2017 – 1 Temmuz 2018 tarihleri arasında sekiz kripto para birimi arasındaki koşullu volatilité dinamiklerini ve ortak volatilité hareketlerini incelemiştir. Çalışmaları sonucunda kripto paraların güçlü karşılıklı bağımlılık sergilediğini tespit etmişlerdir.

Ciaian, Rajcaniova ve Kancs (2018), 2013-2016 yılları arasında 18 kripto para birimini kullanarak kısa ve uzun vadede Bitcoin ve diğer 16 kripto para birimi arasındaki karşılıklı bağımlılıkları incelemiştir. Analiz sonucunda, Bitcoin ve diğer kripto para birimlerinin birbirine bağımlı olduğunu ve aralarındaki ilişkinin kısa vadede daha güçlü olduğunu

²¹ Litecoin, Bitcoinin madencilik algoritmasını değiştirilmiş bir versiyonudur. Diğer bir deyişle Bitcoinin yakın bir ikamesidir.

belirtmişlerdir. Ayrıca uzun vadede, makro-f finansal göstergelerin altcoin fiyat oluşumunu Bitcoin'den daha fazla etkilediğini öne sürmüşlerdir.

Ferreira ve Pereira (2019), Temmuz 2016 – Mayıs 2019 döneminde Bitcoin dahil onbir kripto para birimi ile yaptıkları çalışma ile, Tether hariç diğer kripto para birimleri arasında bulaşma olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca Aralık 2017'de meydana gelen balonun ardından kripto para birimleri arasındaki entegrasyonun arttığını ve kripto para birimi piyasasında çeşitlendirme özelliğinin ortadan kalktığını belirtmişlerdir.

Canh vd. (2019), DCC-MGARCH modelini kullanarak 5 Ağustos 2014 – 31 Aralık 2018 döneminde piyasa değeri en yüksek yedi kripto para birimindeki yapısal kırılmaları ve volatilitte yayılımını inceledikleri çalışmaları ile; kripto para piyasasında sistematik yapısal kırılmaların olduğu ve kırılmaların piyasa değeri küçük kripto para birimlerinden büyüklere doğru olduğu; kripto para birimlerinin yüksek pozitif korelasyona sahip olduğu ve çeşitlendirme faydalarının olmadığı sonuçlarına ulaşmışlardır.

Beneki vd. (2019), 8 Ağustos 2015- 10 Haziran 2018 tarihleri arasında BEKK-GARCH ve VAR modelinde uygulanan etki-tepki analizi ile Bitcoin ve Ethereum arasında volatilitte yayılımının olup olmadığını incelemişlerdir. Analiz sonucunda, Ethereum'dan Bitcoin'e tek yönlü volatilitte aktarımı olduğunu ve buna dayanarak karlı yatırım stratejileri oluşturulabileceğini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca iki kripto para biriminin sahip olduğu çeşitlendirme avantajının zaman geçtikçe azaldığını tespit etmişlerdir.

Benzer şekilde Katsiampa, Corbet ve Lucey (2019b) 7 Ağustos 2015 ile 10 Temmuz 2018 tarihleri arasında Bitcoin, Ether ve Litecoin arasındaki volatilitte yayılımını BEKK-MGARCH analizi yoluyla incelemişlerdir. Yaptıkları analiz sonucunda, kripto para birimlerinin kendi geçmiş şoklarının ve volatilitelerinin kendi mevcut koşullu varyanslarını etkilediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, Bitcoin ile Ether ve Bitcoin ile Litecoin arasında çift yönlü Ether'den Litecoin'e tek yönlü şok aktarımı olduğunu ve kripto piyasasındaki entegrasyonun ilerlediğini belirtmişlerdir.

Kripto varlık piyasası içerisindeki volatilitte yayılımını inceleyen çalışma sonuçları, kripto para birimleri arasında ki volatilitte yayılımının ve entegrasyonun özellikle 2017 yılından itibaren artış gösterdiğini ve kripto varlık piyasasında çeşitlendirme fırsatlarının ortadan kalktığını göstermektedir.

3.9 Kripto Para Piyasası ve Diğer Piyasalar Arasındaki Volatilite Yayılımı Üzerine Literatür

Szetela, Mentel ve Gędek (2016), Ocak 2014 - Haziran 2016 döneminde ARMA (Oto regresif Hareketli Ortalamalar) ve üssel GARCH (Genelleştirilmiş Oto regresif Koşullu Korelasyon) yöntemini kullanarak dolar, euro, sterlin, yuan ve Polonya zlotisi ile Bitcoin arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmaları sonucunda, GARCH modeli ile yapılan uygulamada, Bitcoin ve dolar, euro, yuan arasında bir miktar bağımlılık tespit ettiklerini ancak ARMA modellemesiyle herhangi bir değişkenle bağımlılık ilişkisi gözlemlemediklerini ileri sürmüşlerdir.

Trabelsi (2018) çalışmasında, dört kripto para birimi (Bitcoin, Ethereum, Ripple ve Litecoin) arasındaki ve Bitcoin ile hisse senedi endeksleri, döviz kurları, altın, petrolden oluşan çok sayıda finansal varlık arasındaki volatilite yayılımını incelemiştir. 7 Ekim 2010 – 8 Şubat 2018 dönemi günlük verileri kullanarak yaptığı analiz sonucunda kripto para piyasası ile diğer finansal piyasalar arasında yayılma etkisi olmadığını tespit etmiştir. Buna dayanarak kripto para birimlerinin küresel finans sistemine entegrasyonunun zayıf olduğunu ve kripto para birimlerinin finansal sistemin istikrarı konusunda tehlike oluşturmayan bağımsız finansal araçlar olduğunu belirtmiştir.

Bouri vd. (2018), 19 Temmuz 2010 – 31 Ekim 2017 döneminde VAR-GARCH yöntemini kullanarak ayı ve boğa piyasası koşullarında hisse senetleri, emtialar, döviz kurları ve tahvillerden oluşan dört varlık sınıfı ile Bitcoin arasındaki getiri ve volatilite yayılımını incelemişlerdir. Çalışmaları ile; Bitcoinin diğer varlıklarla bağlantısının volatiliteden ziyade getiri yoluyla olduğu; Bitcoinin volatilite konusunda daha çok net alıcı olduğu; diğer varlık sınıflarının Bitcoinin volatilitelerini tahmin etmede kullanılabileceği; ve Bitcoinin diğer varlık sınıflarından tamamen izole olmadığı sonuçlarına ulaşmışlardır.

Handika, Soepriyanto ve Havidz (2019), korelasyon katsayısındaki yanlılığın ayarlanması, multinominal lojistik regresyon ve vektör oto regresyon (VAR) modelinden oluşan üç yöntemi kullanarak Asya finans piyasalarında kripto para birimlerinin bulaşma etkisini araştırmışlardır. Beş kripto para birimi ve onüç Asya finansal piyasa verisini kullanarak yaptıkları çalışma sonucunda kripto para birimlerinin Asya finans piyasaları için sistemik bir risk taşımadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Yine Liu ve Serletis (2019), 7 Ağustos 2015 ve 27 Nisan 2019 tarihleri arasında GARCH-M ve Asimetrik BEKK modellerini kullanarak kripto para piyasası içindeki ve kripto para piyasası ile diğer piyasalar arasındaki volatilité yayılımını analiz etmişlerdir. Çalışmaları sonucunda, diğer çalışmaları destekler şekilde kripto para birimleri arasında bağlantıların olduğunu ve kripto varlık piyasa entegrasyonunun ilerlediğini belirtmişlerdir. Ayrıca, kripto para birimleri arasında ve kripto para birimleri ile ABD, Almanya, İngiltere ve Japonya gibi önde gelen ekonomilerin finansal piyasaları arasında şok ve volatilité aktarımı olduğunu tespit etmişlerdir.

Gil-Alana, Abakah ve Rojo (2020), 7 Mayıs 2015 ve 5 Ekim 2018 tarihleri arasında Bitcoin dahil altı kripto para birimi ve borsa endeksleri arasındaki getiri ve volatilité aktarımını incelemişlerdir. Analizleri ile, kripto para birimlerinin kendi aralarında ve borsa endeksleri ile aralarında eşbütünleşme olmadığı diğer bir deyişle kripto para birimlerinin ana akım finansal ve ekonomik varlıklardan ayrıldığı sonucuna ulaşmışlardır.

Jin vd. (2019), 10 Mayıs 2013 – 7 Eylül 2018 döneminde Bitcoin, altın ve petrol piyasaları arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmaları sonucunda, altının piyasa haberlerine Bitcoin ve petrolden daha duyarlı olduğu ve bu üç riskten korunma varlığı sisteminin fiyat volatilitésini açıklamada daha fazla etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, üç varlık arasında da volatilité yayılımı olduğu ancak altın ve petrolden Bitcoine olan yayılmaların daha güçlü olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Mensi vd. (2019), 15 Ocak 2014 ile 2 Şubat 2018 tarihleri arasında Bitcoin ile altın, gümüş, paladyum ve platin arasındaki asimetrik volatilité ilişkisini incelemişlerdir. Analizleri sonucunda, değerli metaller ve Bitcoin arasında volatilité yayılımı olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca söz konusu volatilité yayılımının küresel ekonomik aktivitenin yavaşladığı, Brexit oylamasının ve ABD başkanlık seçimlerinin yapıldığı dönemde yoğunlaştığını belirtmişler ve bu durumu finansal bulaşma olarak adlandırmışlardır. Ayrıca Bitcoinin değerli metallerden daha fazla çeşitlendirme avantajı sunduğunu ileri sürmüşlerdir.

Zeng vd. (2019), Bitcoin, altın, Brent petrol ve ABD dolarını kullanarak 1 Mayıs 2013 – 15 Şubat 2019 tarihleri arasında yaptıkları çalışma sonucunda, varlıklar arasında kısa vadede getiri yayılımı uzun vadede volatilité yayılımı olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca ABD dolarının hem kısa hem de uzun vadede, temel bilgi aktarıcısı olduğunu altının ise diğer varlıklardan daha fazla bilgi aldığını öne sürmüşlerdir.

Kang, McIver ve Hernandez (2019), 26 Temmuz 2010 – 25 Ekim 2017 döneminde DCC ve Wavelet analizlerini kullanarak altın vadeli işlemlerinin Bitcoin volatilitesi karşısındaki riskten korunma ve çeşitlendirme özelliklerini analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda Bitcoin ve altın vadeli fiyatları arasında volatilité kalıcılığı ve nedenseelik olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca küresel finansal kriz ve Avrupa borç krizi sırasında altın vadeli işlem fiyatları ile Bitcoin fiyatları arasında bulaşma etkisi olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Borri ve Shakhnov (2019), farklı itibari para birimleri ve Bitcoin döviz çiftlerini kullanarak yerel düzenleme değişikliklerinin yerel kripto para piyasası yanında uluslararası yayımlara neden olup olmadığını incelemişlerdir. Çalışmaları sonucunda, Çin’li yetkililerin Bitcoin ticaretini kısıtlamasının ardından Çin kripto para piyasasında işlem hacminin önemli bir düşüş yaşadığını aynı zamanda bu kısıtlamanın uluslararası büyük yayımlara sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Diğer bir deyişle, Çin’deki kısıtlamanın ardından Çin eşler arası kripto borsalarının yanı sıra Kore wonu, Japon yeni ve ABD doları karşılığı Bitcoin fiyatlarında önemli bir yükseliş olduğunu tespit etmişlerdir.

Narayan vd. (2019), Eylül 2011 – Nisan 2018 arasında GARCH yöntemini kullanarak Bitcoinin fiyat artışı ile Endonezya’nın enflasyon, döviz kuru ve para dolaşım hızı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmaları sonucunda, Bitcoin fiyatları yükseldiğinde, Endonezya’daki enflasyonun arttığını, döviz kurunun değerlendirildiğini ve paranın dolaşım hızının düştüğünü tespit etmişlerdir.

Vardar ve Aydoğan (2019), VAR-BEKK-GARCH yöntemini kullanarak 19 Temmuz 2010 – 26 Haziran 2018 döneminde Bitcoin, BİST 100 endeksi, 5 yıllık devlet tahvili, ABD doları ve euro arasındaki volatilité yayılımlarını incelemişlerdir. Çalışmaları sonucunda, Türk tahvil piyasasından Bitcoin piyasasına pozitif tek taraflı getiri yayımları olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, ABD döviz kuru dışında, diğer tüm finansal varlıklarla Bitcoin arasında iki yönlü çapraz piyasa şoku ve volatilité yayılımı olduğunu tespit etmişlerdir.

Corbet vd. (2020), üstel GARCH yöntemini kullanarak 26 Nisan 2013 ile 30 Haziran 2017 tarihleri arasında para birimine, protokole ve merkezi olmayan uygulamalara dayalı 58 adet dijital varlığın ABD Federal Fon faiz oranları ve parasal genişleme duyurularına karşı tepkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, madencilik yapılabilen varlıkların yapılamayanlara göre para politikası volatilitesine daha duyarlı olduklarını ve kripto piyasasındaki tüm varlıkların Bitcoin ile karşılaştırılamayacağını belirtmişlerdir.

Symitsi ve Chalvatzis (2018), VAR-BEKK-AGARCH yöntemini kullanarak 22 Ağustos 2011 - 15 Şubat 2018 döneminde S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi (SPGCE), MSCI Dünya Enerji Endeksi (MSCIWE), MSCI Dünya Bilgi Teknolojileri Endeksi (MSCIWIT) ile Bitcoin arasındaki volatilité yayılma etkisini incelemişlerdir. Çalışmaları ile, enerji ve teknoloji hisse senetlerinden Bitcoine getiri yayılımı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca Bitcoinin enerji firmaları üzerinde uzun vadeli volatilité etkisi olduğunu ancak teknoloji şirketlerinden Bitcoine kısa vadeli volatilité yayılımı olduğunu tespit etmişlerdir.

Ji vd. (2019), enerji, metaller ve tarım ürünleri emtiaları ve beş lider kripto para birimi arasındaki karşılıklı bağımlılığı 15 Ağustos 2015 – 27 Eylül 2018 döneminde analiz etmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda, kripto para birimlerinin sistemle daha bağlantılı hale gelmesiyle bilgi yayılımının doğasının değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca kripto para birimlerinin metallerden daha fazla (altın dahil) küresel emtia piyasası ile bağılı olduklarını ve sistemden bağımsız olmadıklarını öne sürmüşlerdir. Özetle, kripto para birimlerinin emtia piyasaları ile entegre olduğunu tespit etmişlerdir.

Guesmi vd. (2019), VARMA-DCC-GJR-GARCH yöntemini kullanarak 1 Ocak 2012- 5 Ocak 2018 döneminde hisse senedi piyasaları, Euro ve Yen döviz kuru, altın, petrol, korku endeksinden oluşan sekiz değişken ile Bitcoin arasındaki volatilité yayılımını incelemişlerdir. Çalışmaları sonucunda, Bitcoin ve diğer varlıklar arasındaki volatilité yayılımının anlamlı olduğunu, finansal değişkenlerin bir dönem gecikmeli getirilerinin Bitcoinin mevcut getirisini %1 düzeyinde etkilediğini belirtmişlerdir. Ayrıca, işaretinden bağımsız olarak finansal varlıklara yönelik bir şokun Bitcoin getirilerinin volatilitesini arttırdığını tespit etmişlerdir.

Matkovsky ve Jalan (2019), NASDAQ100, S&P500, Euronext100, FTSE100 ve Nikkei225'den oluşan beş hisse senedi piyasası ile merkezi Bitcoin borsaları GDAX, Bitmap ve BTCBOX arasındaki bulaşma etkisini 27 Nisan 2015 – 25 Ekim 2018 dönemi için analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda 18 Aralık 2017'den itibaren finansal piyasalardan Bitcoin piyasasına bulaşma etkilerinin görüldüğünü tespit etmişlerdir. Ayrıca bu sonucu Bitcoin vadeli işlemlerinin piyasaya sürülmesi ile Bitcoin piyasalarında artan etkinliğe bağlamışlar ve Bitcoin piyasasının geleneksel finansal sistem ile entegrasyonunun artmış olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Kurka (2019), Temmuz 2011 – Aralık 2018 döneminde emtialar, döviz kurları, hisse senetleri ve ABD hazine bonusu ile Bitcoin arasındaki asimetrik aktarım mekanizmasını

incelemiştir. alışması ile, Bitcoin ve geleneksel varlık sınıfları arasında gcl bağlantı dönemleri olduğu, Bitcoin'den şok iletimi toplamda ihmal edilebilir olsa da Bitcoin piyasasından kaynaklanan bazı şokların geleneksel varlık piyasalarına yayıldığı sonucuna ulaşmıştır. Bu nedenle Bitcoin'in riskten korunma aracı olarak her zaman verimli olamayacağını belirtmiştir.



4. BÖLÜM

BİTCOİN İLE ALTIN, DOLAR, EURO VE BİST-100 ARASINDAKİ VOLATİLİTE YAYILIMININ ANALİZİ

Çalışmanın bu bölümünde, çalışmanın amacı, analizde kullanılan veriler, analizde kullanılan yöntemler açıklanarak analiz sonuçlarına değinilecektir.

4.1 Çalışmanın Amacı

90'lı yıllarda birçok gelişmekte olan ülkede ortaya çıkan finansal krizlerden sonra 2007-2008 yıllarında yaşanan küresel kriz ve bu krizin gelişmekte olan ülkelere yayılması ile ortaya çıkan 2010-2012 Avrupa Borç Krizi, ulusal politikaların ve finansal olayların sınır ötesi etkilerinin önemini bir kez daha kanıtlamıştır. Bu durum bir yandan uluslararası piyasalar ve varlık sınıfları arasındaki bağlantılılığın ölçülmesi ve izlenmesi gerekliliğini ortaya koyarken diğer yandan uluslararası portföy çeşitlendirme fırsatlarının azalmasına neden olarak yatırımcıları yeni varlık arayışına itmiştir. Böyle bir ortamda en çok ilgi gören varlıklardan birisi ise Bitcoin ve diğer kripto varlıklar olmuştur.

Küresel krizin ortaya çıktığı dönemde mevcut finansal sistemin sahip olduğu problemlere çözüm olacağı iddiası ile tanıtılan Bitcoin, geçen 14 yıl içerisinde ortaya çıkan ve piyasaya dahil olan yeni tip kripto varlıklar ile yeni bir piyasanın oluşmasını sağlamıştır. Özellikle 2017 yılından itibaren yaşanan gelişmeler sonucunda Bitcoin ve diğer kripto varlıklar, her geçen gün büyüyen yatırımcı sayısı ile önemli bir yatırım varlığı haline gelmişlerdir. Bu durum bir yandan kripto varlıkların finansallaşma sürecini hızlandırmış diğer yandan kripto varlıkların volatil yapısının geleneksel finansal piyasalar üzerindeki olası etkileri ile ilgili endişeleri arttırmıştır.

Kripto varlıklar Türkiye'de de en çok yatırım yapılan varlıklar arasındadır. Özellikle son yıllarda TL'de yaşanan değer düşüklüğü ve yüksek enflasyon ile kripto varlıklara yatırım yapan kişi sayısında önemli artışlar olmuştur. Günümüzde kripto varlıklarla işlem yapılan itibari para birimleri arasında TL altıncı sırada yer almaktadır. Bu gelişmeler bir yandan TCMB bünyesinde yürütülen Dijital TL çalışmalarını hızlandırırken diğer yandan kripto varlık piyasalarından geleneksel piyasalara volatilité yayılımı riskini ortaya çıkartmıştır. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı, Bitcoin getirileri ile altın, dolar, euro ve BİST100 arasındaki volatilité yayılımının TL ile yatırım yapan bir yatırımcı açısından analiz edilmesidir. Bu amaçla

öncelikle VAR modeline dayalı Granger nedensellik testi ile değişkenlerin getirileri arasındaki nedensellik ilişkisi analiz edilmiştir. VAR modeli DCC-GJR-GARCH modelinin ortalama modeli olarak kullanılmıştır. Ardından negatif ve pozitif şokların volatilité üzerindeki asimetrik etkisinin ve değişkenlerin volatiliteleri arasındaki yayılımın incelenmesinde DCC-GJR-GARCH modelinden yararlanılmıştır.

4.2 Çalışmanın Veri Seti

Bitcoin internet üzerinden değér transferini mümkün kılan dünyanın ilk özel ve başarılı (Kaplanov, 2012) ve hala piyasa değeri en yüksek (Şekil:2.2) kripto varlığıdır. Bitcoinin en çok işlem yapılan kripto varlık olması kripto piyasasının temsilcisi olarak görölmesine neden olmaktadır (Corbet et al., 2020; Uzonwanne, 2021). Kurka (2019) Bitcoin ile diğér finansal varlıklar arasındaki volatilité yayılımının, kripto varlık piyasalarından geleneksel varlıklara volatilité yayılımına ilişkin kanalların varlığını ortaya koyacağını ifade etmiştir. Ayrıca Dimitrios (2018b) kripto varlık piyasasındaki getiri ve volatilité yayılımında Bitcoinin en baskın özelliğé sahip kripto para birimi olduğunu tespit etmiştir. Tüm bunlara ek olarak, Bitcoin TL karşısında işlem görmeye başlayan ilk kripto varlıktır. Bu nedenle kripto varlık piyasasını temsilen analizde Bitcoin kullanılmıştır.

Dolar ve euro, Türkiye Forex piyasasında en çok işlem yapılan ve dünya ticaretinde kredibilitesi en yüksek döviz türleri olduğu için itibari para birimlerini temsilen analizde dolar ve euro kullanılmıştır. BİST100 endeksi, Borsa İstanbul’da işlem gören ve işlem hacmi en yüksek 100 adet hisse senedinin performans ölçümünde kullanılan temel gösterge niteliğindedir ve Borsa İstanbul’un genel performansının değérlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu nedenle Türkiye Sermaye Piyasalarını temsilen BİST100 endeksi verileri kullanılmıştır²².

Bitcoin sınırlı arz, madencilik yoluyla ihraç edilmesi gibi birçok özelliğé ile altına benzetilmektedir (Charfeddine et al., 2020; Dyhrberg, 2016; W. E. Weber, 2016) Bunun yanında altın finansal sıkıntı dönemlerinde güvenli liman özelliğé göstermesi (Baur & Lucey, 2010) yanında işlem hacmi en yüksek emtialardan birisidir. Bu nedenle emtia piyasasını temsilen spot altın verilerinden yararlanılmıştır.

Kripto varlık piyasasında haftanın 7 günü işlem yapılabiliyorken diğér piyasalarda işlemler sadece hafta içi yapılabilmektedir. Bu nedenle piyasalar arasında işlem günleri

²² Sermaye piyasalarında borçlanma araçlarını temsilen TR 5 Yıllık Devlet Tahvili günlük verilerinde, analiz dönemi içerisinde 132 günün verisi raporlanmadığı için analizden çıkarılmıştır.

açısından uyum sağlayabilmek amacıyla (Baumöhl, 2019; Fassas et al., 2020; Gil-Alana et al., 2020; Koutmos, 2018a) çalışmaları izlenerek hafta sonu Bitcoin fiyatları örneklemeden çıkarılmıştır. Ayrıca Koutmos (2018a) ve Gil-Alana, Abakah ve Rojo (2020) hafta sonu verileri dahil edilerek yapılan analiz sonuçları ile dahil edilmeden yapılan analiz sonuçlarının niteliksel olarak aynı olduğunu tespit etmiştir. Kripto para birimi kullanılarak yapılan ampirik çalışmalarda yaygın olarak günlük frekanslı veriler kullanılmaktadır (Al Mamun et al., 2020; Baur, Hong, et al., 2018; Bouri, Jalkh, et al., 2017; Trabelsi, 2018). Bu nedenle çalışmada kullanılan verilerin frekansı günlük olarak belirlenmiştir.

Bitcoin ABD doları karşısında Temmuz 2010'dan itibaren işlem görmeye başlamışsa da ilk Türk kripto borsası BtcTurk 2013 yılında kurulmuştur. Ancak kripto paraların Türkiye'de bilinirliğinin artması ve kripto borsaların yaygınlaşması 2016 yılından itibaren olmuştur. Bu çalışmada Bitcoin ve geleneksel varlıklar arasındaki volatilité yayılımı daha önce de belirtildiği gibi Türkiye'de Bitcoin yatırımı yapan yatırımcılar açısından analiz edilmiştir. Bu nedenle TL ile Bitcoin işlemlerinin bir nebze daha arttığı 2015 yılı analizin başlangıç yılı olarak tercih edilmiştir. Bu doğrultuda çalışmanın örnekleme 15.03.2015 ile 02.12.2022 tarihlerini kapsamaktadır. Çalışmada kullanılan tüm veriler <https://www.investing.com/> sitesinden elde edilmiştir. TL cinsinden olmayan değişkenler Türk Lirasına dönüştürülmüştür.

4.3. Çalışmanın Yöntemi

4.3.1. Durağanlık ve Birim Kök Testleri

Zaman serilerinde stokastik/olasılıksal sürece ilişkin çıkarımlar yapabilmek amacıyla gerçekleşen serinin içerdiği bilgilerden yararlanılmaktadır. Söz konusu stokastik sürece ilişkin özelliklerin zaman içerisinde sabit kalması durumu durağanlık olarak adlandırılmaktadır. Diğer bir deyişle zaman serisinin ortalaması ve varyansı zaman içerisinde sabit kalıyorsa ve iki dönem arasında hesaplanan kovaryans, bu kovaryansın hesaplandığı döneme değil de yalnızca iki dönem arasındaki uzaklığa veya gecikmeye bağlıysa, zaman serisi durağandır (Gujarati, 2004; Sevüktekin & Çınar, 2014).

Zaman serilerinin analiz edilmesinde genellikle, stokastik sürecin zamandan bağımsız olduğunu ifade eden kesin durağanlık yerine zayıf durağanlık varsayımı yapılmaktadır. İkinci mertebeden durağanlık olarak da adlandırılan bu türde, stokastik sürecin sadece ilk iki momentinin (ortalama ve varyansın) zamandan bağımsız olması gerekmektedir (Yavuz Çil,

2015). Zayıf durağanlık şu şekilde ifade edilmektedir (Gujarati, 2004; Sevüktekin & Çınar, 2014).

$$\text{Ortalama: } E(Y_t) = \mu$$

$$\text{Varyans: } \text{var}(Y_t) = E(Y_t - 1)^2 = \sigma^2$$

$$\text{Kovaryans: } \text{Cov}(Y_t, Y_{t+k}) = \gamma_k$$

Zayıf durağanlıkta, μ_Y , σ_Y^2 ve γ_k zamana (t'ye) bağlı değildir. Y_t ile Y_{t+k} arasındaki kovaryans gözlemler t yerine k'ya (gecikme uzunluğu) bağlıdır.

Zaman serileri analizinde serilerin durağan olduğu varsayımı yapılmaktadır. Ancak birçok makroekonomik ve finansal zaman serisinin, artan veya azalan genel bir eğilime (deterministik trend) sahip olması nedeniyle durağan olmadığı ya da ortalamada durağan olmadığı gözlemlenmiştir. Durağan olmayan veya durağan dışı serilerde, zaman serisi sabit bir ortalama etrafında dağılmamakta veya stokastik sürecin özellikleri zamana bağlı olarak değişmektedir. Durağan dışılığın en klasik örneği rassal yürüyüş (random walk) sürecidir. Zaman serileri durağan dışı olduğunda, zaman serisinin davranışı sadece ele alınan dönem için incelenebilmekte diğer zaman dilimleri için genelleme yapılamamaktadır. Bu nedenle durağan olmayan zaman serileri ile geleceğe yönelik öngörü yapmak yararlı olmamaktadır. Ayrıca durağan olmayan zaman serileri ile yapılan regresyon analizinde sahte regresyon problemi olarak adlandırılan, birbiriyle ilişkisiz olduğu düşünülen veriler arasında anlamlı regresyon sonuçları elde edilebilmektedir. Bu nedenle ekonometrik uygulamalarda değişkenler arasında anlamlı ve gerçek ilişkilerin tespit edilebilmesi amacıyla durağan olmayan serilerin durağanlaştırılması gerekmektedir (Gujarati, 2004; Sevüktekin & Çınar, 2014; Yavuz Çil, 2015).

Ekonometrik analizlerde bir serinin durağan olup olmadığını anlamak için biçimsel ve biçimsel olmayan yöntemler kullanılmaktadır. Biçimsel olmayan yöntemlerden otokorelasyon fonksiyonları, herhangi bir zaman serisindeki trendin veya mevsimselliğin varlığını tespit etmek amacıyla kullanılan testlerdir. Ancak söz konusu testler, yaklaşık birim kök ve birim kök süreci arasındaki ayrımın belirlenmesinde yeterince güçlü değildir. Bu nedenle durağanlığın sınanmasında genellikle birim kök testlerinden yararlanılmaktadır (Sevüktekin & Çınar, 2014; Yalta, 2011a).

Makroekonomik ve finansal zaman serilerinin durağanlık sınamasında birim kök testleri büyük önem taşımaktadır. Bu testler ile hangi varlık fiyatlarının ortalamaya dönme eğilimi göstereceğinin tespit edilmesi mümkün olmaktadır (Yavuz Çil, 2015).

4.3.1.1 Dickey-Fuller Birim Kök Testi

Dickey ve Fuller (1979) birim kök testi birinci mertebeden otoregresif süreç yani (AR(1) denkleminin tahminine dayanmaktadır. AR(1) modelinde (Gujarati, 2004; Yavuz Çil, 2015);

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad -1 \leq \rho \leq 1 \quad (4.1)$$

Burada $\varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2)$ 'dir. Dickey-Fuller birim kök testi (4.1)'deki denklemde yer alan ρ parametresinin birden küçük olup olmadığının test edilmesine dayanmaktadır. Buna göre;

$H_0: \rho = 1$ birim kök vardır temel hipotezi $H_1: \rho < 1$ birim kök yoktur alternatif hipotezine karşı test edilmektedir. Temel hipotezin reddedilememesi durumunda (4.1) durağan olmayan pür rassal yürüyüş modeli olmaktadır.

Birim kökün varlığı halinde (4.1)'deki denklemin parametrelerinin En Küçük Kareler (EKK) ile tahmin edilmesi durumunda sonuçlar eğilimli olmaktadır. Bu nedenle denklemin her iki tarafından Y_{t-1} çıkarılarak (4.2) nolu denkleme ulaşılmaktadır.

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.2)$$

Burada $\delta = (\rho - 1)$ 'dir ve $H_0: \delta = 0$ temel hipotezi $H_1: \delta < 0$ alternatif hipotezine karşı test edilmektedir. Eğer $\delta = 0$ ise yani seride (Y_t) birim kök varsa serinin birinci farkları durağan bir süreç olan saf hata terimine (ε_t) eşittir. Dolayısıyla Y_t serisinin birinci farkları durağandır.

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = \varepsilon_t \quad (4.3)$$

δ 'nın anlamlılık testi için tau (τ) test istatistiği kullanılmaktadır. Literatürde tau test istatistiği Dickey-Fuller (DF) testi olarak bilinmektedir. DF testi üç farklı modele uygulanabilmektedir. İlk model (4.2) nolu denklemdeki rassal yürüyüş modelidir. Diğer iki model ise, sabit terim (4.4) ve sabit terime ek olarak trend içeren (4.5) modellerdir.

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.4)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.5)$$

Burada t zaman ya da trend değişkenidir. Her durum için $H_0: \delta = 0$ birim kök vardır temel hipotezi $H_1: \delta < 0$ birim kök yoktur alternatif hipotezine karşı test edilmektedir. Ancak her durum için tau testinin kritik değeri farklılık göstermektedir.

4.3.1.2. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) Birim Kök Testi

DF testinde hata terimi ε_t 'nin otokorelasyonsuz olduğu varsayılmıştır. Dickey ve Fuller (1981) ε_t 'nin otokorelasyonlu olduğu durumlar için genişletilmiş DF birim kök testini geliştirmişlerdir. Söz konusu otokorelasyonu ortadan kaldırmak amacıyla DF testinde kullanılan denklemlerin sağ tarafına bağımlı değişken Y_t 'nin gecikmeli değerlerini ekleyerek DF testindeki (4.3), (4.4) ve (4.5) nolu denklemleri genişletmişlerdir (Gujarati, 2004; Yavuz Çil, 2015).

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.6)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.7)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.8)$$

ADF birim kök testinde de $H_0: \delta = 0$ temel hipotezi $H_1: \delta < 0$ alternatif hipotezine karşı test edilmektedir ve DF testi ile aynı kritik değerler kullanılmaktadır.

4.3.1.3. Phillips-Perron (PP) Birim Kök Testi

Phillips ve Perron (1988), DF testinin hata teriminin otokorelasyonsuz olduğu varsayımını geliştirerek, birim kök için parametrik olmayan yeni bir test geliştirmişlerdir. Bu test, hataların dağılımı konusunda DF testine kıyasla daha ılımlı varsayımlara dayanmaktadır (Sevüktekin & Çınar, 2014; Yavuz Çil, 2015).

$$Y_t = \alpha_0^* + \alpha_1^* Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.9)$$

$$Y_t = \tilde{\alpha}_0 + \tilde{\alpha}_1 Y_{t-1} + \tilde{\alpha}_2 \left(t - \frac{T}{2} \right) + \varepsilon_t \quad (4.10)$$

Burada, T gözlem sayısını ve ε_t saf hata sürecini göstermektedir. Yöntem hata teriminin beklenen değerinin sıfır olduğu varsayımına dayanmaktadır. Ancak hata terimlerinin otokorelasyonsuz ve homoskedastik olma zorunluluğunu gerektirmemektedir (Yavuz Çil, 2015).

4.3.2. Vektör Otoregresyon Modeli (VAR)

Karmaşık iktisadi ilişkiler, birçok iktisadi olayın incelenmesinde 1950’li yıllardan itibaren tek denklemliler yerine eşanlı denklemlerin kullanılmasına neden olmuştur. Sadece tek bağımlı değişkenin yer aldığı tek denklemlilerde değişkenler arasında basit ve tek yönlü bir ilişki olduğu kabul edilmektedir. Ancak iktisadi hayatta ekonomik değişkenler arasında genellikle çift yönlü bir ilişki bulunmakta ve bu ilişkinin tek denklemliler ile incelenmesi mümkün olmamaktadır. Böyle bir durumda tek bağımlı değişken yerine birden fazla bağımlı değişken ile oluşturulan ve eşanlı denklem modelleri olarak adlandırılan farklı denklemler kullanılmaktadır. Eşanlı denklem modellerinde tek denklem modellerinden farklı olarak bir denklemdeki katsayıların doğru tahmin edilebilmesi için diğer denklemlerden elde edilen bilgilerin de dikkate alınması gerekmektedir (Bozkurt Yıldız, 2002; Lütkepohl, 2009; Yalta, 2011b). Ancak değişkenler arasında yer alan çift yönlü ilişki sebebiyle eşanlı denklem sistemlerinde veriler arasında içsel değişken ve dışsal değişken ayrımı yapmak zorlaşmaktadır.

Sims (1980) eşanlı denklem modellerindeki dışsallık varsayımlarını, genellikle gelişmiş teoriler tarafından desteklenmemeleri yönüyle eleştirerek, 1980 yılında söz konusu modellere alternatif olarak Vektör Otoregresyon modelini (Vector Autoregressive–VAR) önermiştir. VAR modelleri eşanlı denklem sistemlerinde olduğu gibi yapısal model üzerinde herhangi bir kısıtlamaya gerek duyulmadan değişkenler arasındaki dinamik ilişkiyi ortaya koymaktadır. Ayrıca değişkenler arasında içsel değişken–dışsal değişken ayrımı gerektirmemekte ve gözlemlenen tüm değişkenler içsel değişken olduğu ön kabulü ile modele dahil edilmektedir. Diğer bir deyişle VAR modelde yer alan değişkenlerin tümü bağımlıdır–içseldir (Bozkurt Yıldız, 2002; Lütkepohl, 2009; Yavuz Çil, 2015).

Tek denklemliler otoregresyon modelleri, bir değişkenin cari değerini sadece değişkenin kendi geçmiş/gecikmeli değerleri ile açıklamaktadır. Ancak gerçekte zaman serilerinin veri üretme süreci genellikle kendi geçmiş değerleri yanında diğer serilerin değişimlerine de bağlıdır. Otoregresif modellerin birden fazla değişken için genelleştirilmiş biçimi olan VAR, veri üretme sürecini, her değişkenin kendi geçmiş değerleri yanında diğer değişkenlerin cari ve

geçmiş değerlerini de dikkate alarak açıklamaktadır. Bu durum, değişkenin gelecekte alacağı değerlerin, değişkenin cari ve geçmiş dönem değerleri, hata terimi ve sistemde yer alan diğer değişken veya değişkenlerin cari ve geçmiş dönem değerlerinin ağırlıklı ortalamasına eşit olduğu anlamına gelmektedir. Bu özelliği ile VAR, analize dinamik bir yapı kazandırarak modellerin tahmininde kolay ve tutarlı bir yol sunmaktadır (Sevüktekin & Çınar, 2014; Stock & Watson, 2001; Yavuz Çil, 2015).

İki değişkenli (y_t ve z_t) bir VAR modelinde, y_t (z_t) değişkeni kendi geçmiş değerleri yanında z_t (y_t) değişkeninin de cari ve geçmiş değerlerinden etkilenmekte ve söz konusu ilişkiler şu şekilde formüle edilmektedir (Enders, 2015; Yavuz Çil, 2015)

$$y_t = b_{10} - b_{12}z_t + \gamma_{11}y_{t-1} + \gamma_{12}z_{t-1} + \varepsilon_{yt} \quad (4.11)$$

$$z_t = b_{20} - b_{21}y_t + \gamma_{21}y_{t-1} + \gamma_{22}z_{t-1} + \varepsilon_{zt} \quad (4.12)$$

Yukarıdaki denklem sistemi için geçerli olan varsayımlar şu şekildedir;

- y_t ve z_t değişkenleri durağandır
- Beyaz gürültü sürecine sahip ε_{yt} ve ε_{zt} hata terimlerinin standart sapmaları sırasıyla σ_y ve σ_z 'dir.
- ε_{yt} ve ε_{zt} korelasyonsuz saf hata terimleridir/şoklardır.

Denklem (4.11) ve (4.12), birinci dereceden VAR (1) modelidir. Çünkü denklemlerdeki gecikme sayısı maksimum bir olarak alınmıştır. Bunun yanında sistemin yapısı geri bildirim içermektedir. Diğer bir deyişle, sistemde yer alan y_t ve z_t değişkenleri karşılıklı olarak etkileşim içindedir. Örneğin; $-b_{12}$, z_t 'de ki bir birim değişikliğin y_t üzerindeki ve γ_{12} , z_{t-1} 'de ki bir birim değişikliğin y_t üzerindeki eş zamanlı etkisini göstermektedir. Benzer şekilde, $-b_{21}$, y_t 'de ki bir birim değişikliğin ve γ_{21} , y_{t-1} 'de ki bir birim değişikliğin z_t üzerindeki eş zamanlı etkisini göstermektedir. Eğer $-b_{12}$ ve $-b_{21}$ katsayıları sıfıra eşit değilseler, ε_{yt} 'nin z_t üzerinde ve ε_{zt} 'nin y_t üzerinde dolaylı eşzamanlı etkisi bulunmaktadır.

Sistemin matris formunda ifade edilmesi durumunda formül aşağıdaki şekilde olmaktadır.

$$\begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix} \quad (4.13)$$

ya da

$$Bx_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.14)$$

Burada;

$$B = \begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix}, x_t = \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix}, \Gamma_0 = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix}, \Gamma_1 = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix}, \varepsilon_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix}$$

ifade etmektedir.

(4.14) nolu formülün her iki tarafı B^{-1} ile çarpılırsa aşağıdaki (4.15) nolu denklemdeki standart yapıda VAR modeline ulaşılmaktadır.

$$x_t = A_0 + A_1 x_{t-1} + e_t \quad (4.15)$$

Burada; $A_0 = B^{-1}\Gamma_0$, $A_1 = B^{-1}\Gamma_1$ ve $e_t = B^{-1}\varepsilon_t$ 'yi ifade etmektedir. y ve z değişkenleri için standart VAR modeli aşağıdaki gibi de formüle edilebilir.

$$y_t = a_{10} - a_{11}y_{t-1} + a_{12}z_{t-1} + e_{1t} \quad (4.16)$$

$$z_t = a_{20} - a_{21}y_{t-1} + a_{22}z_{t-1} + e_{2t} \quad (4.17)$$

(4.16) ve (4.17) nolu denklemlerde yer alan a_{i0} ; A_0 vektörünün i . elemanı, a_{ij} ; A_1 matrisinin j sütunu ve i satırının elemanı ve e_{it} ise e_{1t} vektörünün i . elemanıdır. (4.11) ve (4.12)'den farklı olarak (4.16) ve (4.17) nolu denklemlerin sağ tarafında aynı değişkenlerin (y_t ve z_t) bir dönem gecikmeli değerleri yer almaktadır. Dolayısıyla karşılıklı etkileşim söz konusu değildir.

(4.11) ve (4.12) nolu denklemler *yapısal* VAR (4.16) ve (4.17) *standart* VAR şeklinde adlandırılmaktadır. Standart VAR modellerinden farklı olarak yapısal VAR modeli, ekonomik değişkenler arasındaki ilişkileri çözümlemek için ekonomik teoriyi kullanmaktadır. Bu amaçla hata terimlerinin dizilimleri ekonomik olarak belirlenmektedir. Buradaki temel hedef dışsal şokları önceliğe alıp, içsel şokları son aşamada dikkate almaktır (Enders, 2015; Sevüktekin & Çınar, 2014; Stock & Watson, 2001; Yavuz Çil, 2015). Bununla birlikte (4.16) ve (4.17) nolu denklemlerde gösterilen standart VAR modelinde yer alan hata terimleri (e_{1t} ve e_{2t}), yapısal

modelde ε_{yt} ve ε_{zt} ile gösterilen şokların bir bileşimidir. $e_t = B^{-1}\varepsilon_t$ olduğuna göre, e_{1t} ve e_{2t} aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$e_{1t} = (\varepsilon_{yt} - b_{12}\varepsilon_{zt}) / (1 - b_{12}b_{21}) \quad (4.18)$$

$$e_{2t} = (\varepsilon_{zt} - b_{21}\varepsilon_{yt}) / (1 - b_{12}b_{21}) \quad (4.19)$$

ε_{yt} ve ε_{zt} saf hata süreçleri olduğu için, e_{1t} ve e_{2t} ’nin her ikisi de, sıfır ortalamalı, sabit varyanslı ve otokorelasyonsuzdur.

e_{1t} ve e_{2t} şoklarının varyans-kovaryans matrisi aşağıdaki gösterildiği şekildedir:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \text{var}(e_{1t}) & \text{cov}(e_{1t}, e_{2t}) \\ \text{cov}(e_{1t}, e_{2t}) & \text{var}(e_{2t}) \end{bmatrix} \quad (4.20)$$

Σ ’nin tüm unsurları zamandan bağımsız olduğu için, (4.20) nolu denklem aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 \end{bmatrix} \quad (4.21)$$

Burada, $\text{var}(e_{1t}) = \sigma_1^2$ ve $\text{cov}(e_{1t}, e_{2t}) = \sigma_{12} = \sigma_{21}$ ’dir.

4.3.3. Granger Nedensellik Analizi

Regresyon analizi değişkenler arasında herhangi bir ilişkinin var olup olmadığını gösterirken ilişkilerin nedenselliği hakkında bilgi vermemektedir. Ancak zaman serisi içeren regresyonlar değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi ve etkinin yönü hakkında bilgi vermektedir. Buna göre eğer A olayı B olayından önce gerçekleşiyorsa bu durumda A olayı B olayının nedeni olabilmektedir. Ancak zaman geriye doğru işlemeyeceğinden B’nin A olayının nedeni olabilmesi mümkün değildir. Granger nedensellik testi genel hatlarıyla bu düşünceye dayanmaktadır (Gujarati, 2004).

Nedensellik kavramı Granger (1969) tarafından ortaya atılmış ve “mevcut Y, X’in geçmiş değerleri kullanıldığında büyük bir doğruluk ile tahmin edilebiliyor ise bu durumda X, Y’nin Granger nedenidir” şeklinde tanımlanmıştır. Granger anlamında nedensellik tek yönlü olabileceği gibi çift yönlü de olabilmektedir. Diğer bir deyişle nedensellik sadece Y’den X’e (X’ten Y’ye) doğru olabileceği gibi hem X’ten Y’ye doğru hem de Y’den X’e doğru

olabilmektedir(Takım, 2010). X ve Y olarak adlandırılan iki zaman serisi arasındaki nedensellik ilişkisi (4.22) ve (4.23)'de gösterildiği şekildedir.

$$X_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^m \beta_j X_{t-j} + \varepsilon_{1t} \quad (4.22)$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^m \gamma_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^m \delta_j X_{t-j} + \varepsilon_{2t} \quad (4.23)$$

Denklem (4.22), mevcut X değerinin, kendi geçmiş değerleri yanında Y'nin geçmiş değerleri ile de ilişkili olduğunu; denklem (4.23) ise mevcut Y değerinin, kendi geçmiş değerleri yanında X'in geçmiş değerleri ile de ilişkili olduğunu göstermektedir.

(1) Eğer Denklem (4.22)'de gecikmeli Y'nin tahmin edilen katsayılar kümesi istatistiki olarak sıfırdan farklıysa ve Denklem (4.23)'de gecikmeli X'in tahmin edilen katsayılar kümesi istatistiki olarak sıfırdan farklı değilse (); Y'den X'e tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. ($\sum \alpha_i \neq 0$ ve $\sum \delta_j = 0$)

(2) Diğer taraftan, eğer Denklem (4.22)'de gecikmeli Y'nin tahmin edilen katsayılar kümesi istatistiki olarak sıfırdan farklı değilse ve Denklem (4.23)'de gecikmeli X'in tahmin edilen katsayılar kümesi sıfırdan farklıysa; X'ten Y'ye tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. ($\sum \alpha_i = 0$ ve $\sum \delta_j \neq 0$)

(3) Eğer Denklem (4.22) ve (4.23)'de, X ve Y'nin katsayı kümeleri istatistiksel olarak sıfırdan önemli düzeyde farklıysa, iki değişken arasında çift yönlü nedensellik bulunmaktadır.

(4) Diğer taraftan, Denklem (4.22) ve (4.23)'de, X ve Y'nin katsayı kümeleri istatistiksel olarak anlamlı değilse iki değişken birbirinden bağımsızdır (Gujarati, 2004).

Söz konusu açıklamaların geçerliliği serilerin durağan olmasını gerektirmektedir. Nedensellik Wald tarafından geliştirilen F istatistiği ile analiz edilebilmektedir.

$$F = \frac{(HKTS - HKT)/r}{HKT/(n-k)} \quad (4.24)$$

Denklem (4.24)'de, HKTS kısıtlanmış modelin hata kareler toplamını, HKT kısıtlanmamış modelin hata kareler toplamını, r kısıt sayısını, n gözlem sayısını ve k parametre sayısını ifade etmektedir. Yapılan analiz sonucunda hesaplanan F değeri, F tablo değerinden büyükse, H_0 hipotezi (H_0 : Granger nedeni değildir) reddedilmekte alternatif hipotez (H_1 : Granger nedenidir) kabul edilmektedir (Gujarati, 2004; Özgen & Güloğlu, 2004).

4.3.4. GJR-GARCH

Volatilitenin karakteristik özellikleri başlığı altında bahsedildiği gibi, volatilité asimétrik özellik gösterebilmektedir. Bu durum pozitif ve negatif şokların volatilité üzerinde farklı etkiye sahip olması diğer bir deyişle negatif şokların aynı büyüklükte pozitif şoklara kıyasla volatilitéyi daha güçlü etkilemesi durumudur. Simétrik ARCH ve GARCH modelleri ise volatilité modellemesinde söz konusu asimétriyi dikkate almamakta, şokların işaretlerinden bağımsız olarak volatilité üzerinde aynı etkiye sahip olduğunu varsaymaktadır. Sözü geçen modellerin en büyük dezavantajı olarak adlandırılan bu durum asimétrik koşullu değişen varyans modellerinin geliştirilmesini sağlamıştır.

Glosten, Jagannathan ve Runkle (1993), tarafından önerilen GJR-GARCH, volatilitenin modellenmesinde asimétriyi dikkate alan modellerden birisidir. Genl bir GJR-GARCH modeli denklem (4.25)'de gösterildiği şekilde ifade edilmektedir(Yavuz Çil, 2015).

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q (\alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 + \gamma_j D_{j,t-j} \varepsilon_{t-j}^2) \quad (4.25)$$

Burada,

$$D_{t-1} = \begin{cases} 1 & \varepsilon_{t-1} < 0 \text{ negatif haberler} \\ 0 & \varepsilon_{t-1} \geq 0 \text{ pozitif haberler} \end{cases} \text{ ise}$$

şeklinde ifade edilmektedir.

Koşullu varyansın pozitif olması, $i = 1, \dots, p$ ve $j = 1, \dots, q$ için, $\alpha_0 > 0$, $\alpha_j \geq 0$, $(\alpha_j + \gamma_j) \geq 0$ ve $\beta_i \geq 0$ koşullarının gerçekleşmesine bağlıdır. Denklemden yer alan ε_t piyasadaki şokları ifade ederken, D_{t-1} , negatif ve pozitif şokların volatilité üzerindeki asimétrik etkisinin modele dahil edilmesini sağlayan kukla değişkendir. (4.25) nolu denklemden, pozitif haberlerin koşullu varyans üzerindeki etkisi α_j iken negatif haberlerin koşullu varyans üzerindeki etkisi $(\alpha_j + \gamma_j)$ 'a eşittir. Kaldıraç etkisi γ_j parametresi ile ilgilidir ve $\gamma_j \neq 0$ durumu asimétriyi ifade etmektedir. Bu doğrultuda, $\gamma_j > 0$ ve istatistiksel olarak anlamlı ise kaldıraç etkisi bulunmaktadır.

GJR-GARCH modelinin asimétrik volatilitéyi modellemek için kaldıraç parametresini içermesi yenilikçi özelliklerinden birisidir. GJR-GARCH modelinde büyük bir negatif şokun

ardından başka bir negatif şokun gelmesi, pozitif bir şokun gelmesinden daha olası bir durumdur. Özetle bu yaklaşım, asimetritleri saptayan ek bir parametre ile GARCH modelinin genişletilmesini ifade etmektedir (Al Mamun et al., 2020).

4.3.5. DCC-GARCH Modeli

1990'lı yıllarda sermaye kontrollerinin ve uluslararası sermaye hareketlerinin önündeki engellerin kaldırılması gibi politikalar yanında uluslararası portföy çeşitlendirme uygulamalarının yaygınlaşması, farklı piyasaların getirileri ve volatilitelerindeki karşılıklı bağımlılıkları arttırmıştır. Günümüzde finansal volatilitelerin varlıklar ve piyasalar arasında birlikte hareket ettiği yaygın olarak kabul edilmektedir. Bu noktada farklı piyasalardaki varlıklar arasındaki korelasyonların belirlenmesi, varlık fiyatlama, portföy seçimi, opsiyon fiyatlama, riskten korunma ve risk yönetimi gibi alanlar yanında piyasalar arasındaki volatilitenin yayılımının tespit edilebilmesi açısından önemlidir (Bauwens et al., 2006).

Finansal varlıklar arasındaki kovaryans matrisini tahmin etmenin bir yöntemi, tek değişkenli GARCH modelinin çok değişkenli bir GARCH modeline genişletilmesidir. Çok değişkenli GARCH modelleri tek değişkenli modellere kıyasla daha güvenilir modellemeye ve daha detaylı analize olanak sağlamaktadır. Hafner ve Preminger (2009), çok değişkenli GARCH modellerine artan ilgiyi; (i) çok değişkenli modellerin, portföy seçimi ve varlık fiyatlandırması gibi ekonomi ve finans teorisindeki önemi (ii) bilgi işlem gücünün söz konusu modellerin çok sayıda varlık ve uzun zaman serileri için dahi uygulanmasını mümkün kılacak noktaya yükselmesi (iii) çok sayıda parametreyi ve esnekliği dengeleme sorunuyla başa çıkabilmek amacıyla farklı özellikte birçok alternatifin ortaya çıkması gibi nedenlere dayandırmışlardır.

Çok değişkenli GARCH modelleri aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır (Orskaug, 2009):

$$r_t = \mu_t + a_t \quad (4.26)$$

$$a_t = H_t^{1/2} + z_t \quad (4.27)$$

Burada;

r_t : t zamanında n tane varlığın logaritmik getirilerinin $n \times 1$ vektörü

a_t : t zamanında n tane varlığın ortalama düzeltilmiş getirilerinin $n \times 1$ vektörü, yani $E[a_t] = 0$ $Cov[a_t] = H_t$

μ_t : koşullu r_t 'nin beklenen değerinin $n \times 1$ vektörü

H_t : t zamanında $n \times n$ boyutlu koşullu varyans matrisi

$H_t^{1/2}$: H_t , a_t 'nin koşullu varyans matrisi olacak şekilde t zamanındaki herhangi bir $n \times n$ matrisi.

z_t : $E[z_t] = 0$ ve $Var[z_t] = I$ olacak şekilde bağımsız ve özdeş dağılıma sahip (iid) hataların $n \times 1$ vektörü.

Bu denklemde belirlenmesi gereken koşullu kovaryans matrisi H_t 'dir. Çok değişkenli GARCH modelleri koşullu kovaryans matrisinin tanımlanmasına göre Bauwens, Laurent ve Rombouts (2006) tarafından (i) VEC (Bollerslev et al., 1988), BEKK (Baba et al., 1991) ve faktör modelleri gibi Bollerslev (1986)'ın tek değişkenli GARCH modelinin doğrudan genellemeleri (ii) (genelleştirilmiş) ortogonal modeller gibi tek değişkenli GARCH modellerinin doğrusal kombinasyonları (iii) CCC (Bollerslev, 1990) ve DCC (R. Engle, 2002) gibi tek değişkenli GARCH modellerinin doğrusal olmayan kombinasyonları şeklinde üç yaklaşım altında sınıflandırmışlardır.

Bollerslev (1990) tarafından geliştirilen Sabit Koşullu Korelasyon (Constant Conditional Correlation – CCC) modelinde her varlık için tek değişkenli GARCH modelleri tahmin edilmekte ve daha sonra dönüştürülmüş kalıntılar kullanılarak korelasyon matrisi tahmin edilmektedir. CCC'de koşullu korelasyonların sabit olduğu varsayımı altında koşullu kovaryanslar, koşullu standart sapmaların çarpımı ile orantılıdır. Söz konusu modeldeki bu kısıtlama ile bilinmeyen parametre sayısı büyük ölçüde azalarak tahmin sürecini basitleştirmektedir (Bauwens et al., 2006; R. F. Engle & Sheppard, 2001). Ancak koşullu volatilité nedeniyle zaman içinde değişmesi mümkün olan koşullu korelasyonların sabit olduğu varsayımı gerçekçi bulunmamıştır. Bu nedenle Engle (2002) ve Tse ve Tsui (2002) tarafından koşullu korelasyon matrisi zamana bağlı hale getirilerek Dinamik Koşullu Korelasyon (Dynamic Conditional Correlation - DCC) modeli geliştirilmiştir (Bauwens et al., 2006; Singhal & Ghosh, 2016).

DCC'nin tahmin süreci iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada her artık seri için tek değişkenli GARCH tahmin edilmektedir. İkinci aşamada standardize edilmiş artıklar kullanılarak zaman içinde değişen koşullu korelasyon değerleri tahmin edilmektedir. Bu doğrultuda Engle (2002) DCC-GARCH modeli şu şekildedir (R. Engle, 2002; Orskaug, 2009)

$$H_t = D_t R_t D_t \quad (4.28)$$

H_t : t zamanında $n \times n$ boyutlu koşullu varyans matrisi

D_t : t zamanında a_t 'nin koşullu standart sapmalarının $n \times n$ boyutlu diyagonal/köşegen matrisi

R_t : t zamanında a_t 'nin $n \times n$ boyutlu koşullu korelasyon matrisi

Köşegen matris D_t 'deki elemanlar, tek değişkenli GARCH modellerinden elde edilen standart sapmalardır.

$$D_t = \begin{bmatrix} \sqrt{h_{1t}} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sqrt{h_{2t}} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & \sqrt{h_{nt}} \end{bmatrix}$$

Burada;

$$h_{it} = \alpha_{i0} + \sum_{q=1}^{Q_i} \alpha_{iq} \alpha_{i,t-q}^2 + \sum_{p=1}^{P_i} \beta_{ip} h_{i,t-p}$$

Basit bir R_t tahmini, standardize edilmiş kalıntıların koşulsuz korelasyon matrisidir.

$$\ell_t = D_t^{-1} a_t \sim N(0, R_t)$$

R_t korelasyon matrisi simetriktir.

$$R_t = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12,t} & \rho_{13,t} & \dots & \rho_{1n,t} \\ \rho_{12,t} & 1 & \rho_{23,t} & \dots & \rho_{2n,t} \\ \rho_{13,t} & \rho_{23,t} & 1 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \rho_{n-1,n,t} \\ \rho_{1n,t} & \rho_{2n,t} & \dots & \rho_{n-1,n,t} & 1 \end{bmatrix}$$

$H_t = D_t R_t D_t$ 'nin elemanları

$$[H_t]_{ij} = \sqrt{h_{it} h_{jt}} \rho_{ij} \quad (4.25)$$

$$\rho_{ii} = 1$$

R_t belirlenirken iki gereksinim dikkate alınmalıdır: (i) H_t kovaryans matrisi olduğu için pozitif olması gerekmektedir. H_t 'nin pozitif olması için R_t 'nin de pozitif olması gerekmektedir

(ii) R_t korelasyon matrisinin tüm elemanları 1'e eşit veya küçük olmalıdır. DCC-GARCH modelindeki bu gereksinimlerin sağlanması için R_t aşağıdaki gibi ayrıştırılmaktadır.

$$R_t = Q_t^{*-1} Q_t Q_t^{*-1} \quad (4.29)$$

$$Q_t = (1-a-b)\bar{Q} + a \ell_{t-1} \ell_{t-1}^T + b Q_{t-1} \quad (4.30)$$

Burada, $\bar{Q} = \text{Cov}[\ell_t \ell_t^T] = E[\ell_t \ell_t^T]$ standartlaştırılmış hataların koşullu olmayan kovaryans matrisidir. $\bar{Q}$ şu şekilde tahmin edilmektedir:

$$\bar{Q} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \ell_t \ell_t^T$$

a ve b parametreleri skalerdir. Q_t^* 'nin köşegen elemanlarının karekökünden oluşan köşegen bir matristir.

$$Q_t^* = \begin{bmatrix} \sqrt{q_{11t}} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sqrt{q_{22t}} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & \sqrt{q_{11t}} \end{bmatrix}$$

Q_t^* , yukarıda bahsedilen ikinci gereksinimi sağlamak için Q_t 'de ki elemanları yeniden ölçeklendirmektedir; $|\rho_{ij}| = \left| \frac{q_{ij}}{\sqrt{q_{iit}q_{jjet}}} \right| \leq 1$. R_t 'nin pozitif olması için Q_t 'nin pozitif olması gerekmektedir. Ayrıca Q_t 'nin pozitif olması için a ve b parametrelerinin;

$$a \geq 0, b \geq 0 \text{ ve } a + b < 1 \text{ koşulunu sağlaması gerekmektedir.}$$

Korelasyon yapısı, genel DCC(m,n)-GARCH modeline genişletilirse;

$$Q_t = \left(1 - \sum_{m=1}^M a_m - \sum_{n=1}^N b_n \right) \bar{Q} + \sum_{m=1}^M a_m \ell_{t-1} \ell_{t-1}^T + \sum_{n=1}^N b_n Q_{t-1}$$

DCC-GARCH modeli, tek değişkenli GARCH esnekliğine sahipken geleneksel çok değişkenli GARCH karmaşıklığı bulunmamaktadır. Ayrıca, korelasyon sürecinde tahmin edilecek parametre sayısının üstel yerine doğrusal olarak artması ile model, çok değişkenli GARCH modellerine kıyasla hesaplama avantajına sahip olmaktadır. Bu durum DCC-GARCH

modeli ile çok büyük korelasyon matrisleri tahmin edilebilmesini sağlamaktadır (R. Engle, 2002; Singhal & Ghosh, 2016).

4.4. Analiz Sonuçları

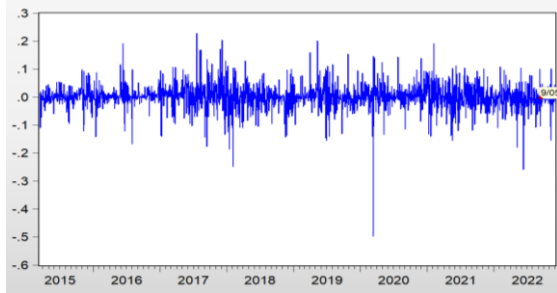
4.4.1. Serilerin Getiri Grafikleri ve Birim Kök Testi

Analizde, Bitcoin/dolar kuru (BTC/USD), dolar/TL kuru (USD/TL), euro/TL kuru ve BİST100 endeksi ve (Al-Khazali et al., 2018; Bouri, Molnár, et al., 2017; Stavroyiannis, 2018) çalışmaları izlenerek spot altın (XAU/USD) gün sonu fiyat verileri kullanılmıştır. Veri kaynaklarında Bitcoin/TL kuruyla ilgili yeterli düzeyde geçmiş veriye ulaşılamamasından dolayı Bitcoin/dolar kuru ve ek olarak spot altın fiyatı, ilgili gün dolar/TL kuru üzerinden TL'ye dönüştürülmüştür. Değişkenlere ait getiri serileri birbirini izleyen iki günlük fiyatın logaritmik birinci farkları alınarak aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

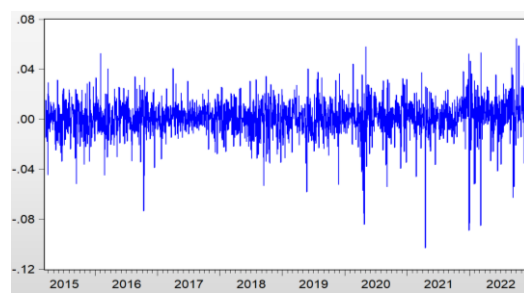
$$R_t = 100 \times \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (4.31)$$

Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5 değişkenlere ait getirilerin grafiklerini göstermektedir. Grafiklerde yatay eksen zamanı gösterirken dikey eksen getirileri göstermektedir.

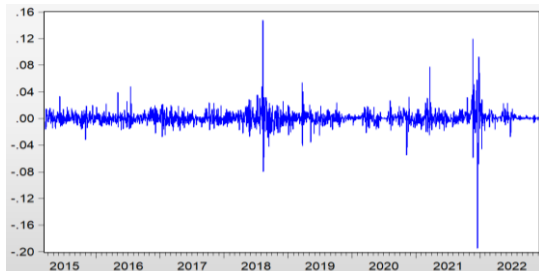
Şekil 4.1: Bitcoin Getiri Grafiği



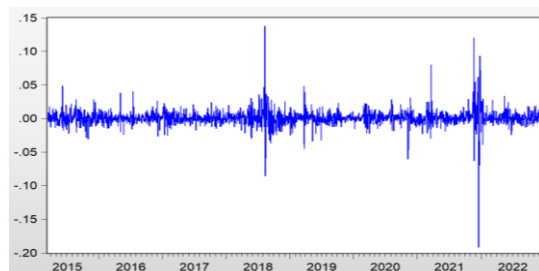
Şekil 4.2: BİST100 Getiri Grafiği



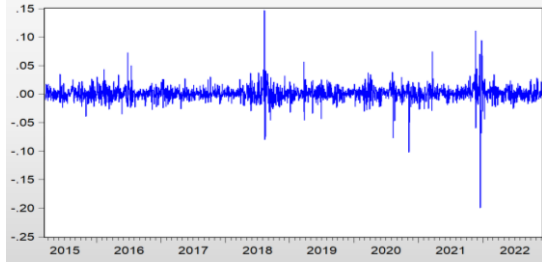
Şekil 4.3: Dolar Getiri Grafiği



Şekil 4.4: Euro Getiri Grafiği



Şekil 4.5: Altın Getiri Grafiği



Değişkenlere ait getiri grafikleri, getirilerin volatilitelerinin zaman içindeki değişimini göstermektedir. Grafiklerden de görüldüğü üzere, 2015-2022 döneminde günlük getirileri en fazla dalgalanan değişkenler Bitcoin ve BİST100 endeksi olmuştur. Hatta BİST100 endeksinin volatilitesi Bitcoin'den daha yüksek gerçekleşmiştir. Bunun yanında altın, dolar ve euro'nun getiri grafikleri ise diğer iki değişkene kıyasla oldukça stabil ve birbirine benzer özellik göstermektedir.

Beş değişkene ait getiri serileri oluşturulduktan sonra ADF birim kök testi kullanılarak serilerin durağanlık sınaması yapılmış ve Tablo 4.1'de sunulmuştur. ADF birim kök testi hipotezleri şu şekildedir.

H_0 : Seri durağan değildir. (Birim kök içerir)

H_1 : Seri durağandır. (Birim kök içermez)

Tablo 4.1: ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Kritik Değer	t-İstatistiği	Olasılık Değeri
Bitcoin	-3.433398	-45.91500	0.000
	-2.862773		
	-2.567473		
Altın	-3.433398	-42.14073	0.000
	-2.862773		
	-2.567473		
BİST-100	-3.433400	-29.13364	0.000
	-2.862773		
	-2.567473		
Dolar	-3.433398	-39.58204	0.000
	-2.862773		
	-2.567473		
Euro	-3.433398	-40.74338	0.000
	-2.862773		
	-2.567473		

Tablo 4.1'deki ADF birim kök testi sonuçlarına göre tüm değişkenlerin test istatistiklerinin kritik değerlerden küçük olduğu görülmektedir. Bu durumda H_0 hipotezinin reddedilmekte diğer bir deyişle tüm serilerin düzeyde durağan olduğu görülmektedir.

4.4.2. Vektör Otoregresyon Modeli Sonuçları

VAR modelleri kullanılırken daha iyi sonuçların alınabilmesi için modelin gecikme yapısının belirlenmesi gerekmektedir. Gecikme seviyesinin daha güvenilir tahminlere dayanarak belirlenebilmesi için çeşitli seçim kriterleri bulunmaktadır (Bozkurt Yıldız, 2002). Söz konusu bilgi kriterlerine göre minimum değeri sağlayan gecikme uzunluğu VAR modeli için uygun gecikme uzunluğu olarak kabul edilmektedir. Bu doğrultuda VAR modeli tahminine geçilmeden önce, her model için belirlenen uygun gecikme uzunluğu Tablo 4.2, Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'de sunulmuştur.

Tablo 4.2: Bitcoin-Altın VAR Modeli Gecikme Yapısı Seçim Kriterleri

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	8987.048	NA	4.12E-07	-9.025664	-9.010205	-9.021594
1	8994.700	15.27907	4.11E-07	-9.029331	-9.012466	-9.023138
2	8999.671	9.918884	4.10E-07*	-9.030308*	-9.020042*	-9.023599*
3	9002.613	5.861595	4.11E-07	-9.029244	-8.989892	-9.014792
4	9003.262	1.293833	4.12E-07	-9.025879	-8.975284	-9.007297
5	9008.129	9.679902	4.12E-07	-9.026750	-8.964911	-9.004039
6	9008.804	1.339825	4.13E-07	-9.023409	-8.950327	-8.996569
7	9012.346	7.030743	4.13E-07	-9.022949	-8.938624	-8.991979
8	9012.967	1.231498	4.15E-07	-9.019555	-8.923986	-8.984456
9	9013.511	1.077966	4.16E-07	-9.016083	-8.909271	-8.976855
10	9014.998	2.943078	4.17E-07	-9.013559	-8.895504	-8.970202
11	9017.977	5.889858	4.18E-07	-9.012534	-8.883235	-8.965047
12	9018.921	1.862842	4.19E-07	-9.009463	-8.868921	-8.957847
13	9027.967	17.84626	4.17E-07	-9.014532	-8.862746	-8.958787
14	9028.831	1.703795	4.18E-07	-9.011382	-8.848353	-8.951508
15	9031.387	5.032246	4.19E-07	-9.009932	-8.835659	-8.945928
16	9033.532	4.219518	4.20E-07	-9.008069	-8.822553	-8.939935
17	9036.066	4.978129	4.20E-07	-9.006596	-8.809836	-8.934333
18	9037.044	1.920456	4.22E-07	-9.003560	-8.795558	-8.927169
19	9039.394	4.606526	4.22E-07	-9.001902	-8.782656	-8.921381
20	9040.618	2.398347	4.23E-07	-8.999114	-8.768625	-8.914464
21	9041.505	1.736059	4.25E-07	-8.995987	-8.754254	-8.907208
22	9042.178	1.314424	4.26E-07	-8.992644	-8.739668	-8.899736
23	9048.869	13.06741*	4.25E-07	-8.995348	-8.731129	-8.898310
24	9049.99	2.187142	4.26E-07	-8.992456	-8.716994	-8.891289

Not: Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwartz Kriteri (SW), Hannan-Quinn Kriteri HQ, Final Prediction Error kriteri (FPE) *En uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir.

Tablo 4.2’den Bitcoin ve altın getirilerinin bağımlı değişken olduğu VAR modeli için FPE, AIC, SC ve HQ bilgi kriterlerine göre 2 gecikme yapısının model için uygun olduğu görülmektedir.

Tablo 4.3: Bitcoin-BİST100 VAR Modeli Gecikme Yapısı Seçim Kriterleri

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	8934.223	NA	4.35E-07	-8.972600	-8.945428	-8.955214
1	8936.299	4.145999	4.36E-07	-8.970667	-8.953802	-8.964473
2	8943.887	15.13677*	4.34E-07*	-8.974271*	-8.966978*	-8.970535*
3	8945.979	4.17104	4.35E-07	-8.972355	-8.933003	-8.957903
4	8946.863	1.758291	4.36E-07	-8.969224	-8.918629	-8.950642
5	8947.364	0.998251	4.38E-07	-8.965710	-8.903872	-8.942999
6	8949.529	4.301123	4.39E-07	-8.963867	-8.890785	-8.937026
7	8950.975	2.87086	4.40E-07	-8.961301	-8.876976	-8.930332
8	8952.525	3.072975	4.41E-07	-8.958840	-8.863271	-8.923741
9	8952.940	0.821401	4.42E-07	-8.955238	-8.848426	-8.916010
10	8953.249	0.612523	4.44E-07	-8.951531	-8.833476	-8.908174
11	8955.494	4.438335	4.45E-07	-8.949768	-8.820470	-8.902282
12	8959.638	8.182297	4.45E-07	-8.949912	-8.809370	-8.898296
13	8961.058	2.802073	4.46E-07	-8.947321	-8.795535	-8.891576
14	8961.560	0.989231	4.48E-07	-8.943807	-8.780778	-8.883933
15	8964.302	5.399552	4.48E-07	-8.942544	-8.768271	-8.878540
16	8968.483	8.222867	4.48E-07	-8.942725	-8.757210	-8.874592
17	8970.498	3.958079	4.49E-07	-8.940731	-8.743972	-8.868468
18	8971.150	1.279997	4.50E-07	-8.937368	-8.729365	-8.860976
19	8972.682	3.005609	4.52E-07	-8.934889	-8.715644	-8.854369
20	8974.764	4.07759	4.52E-07	-8.932962	-8.702473	-8.848312
21	8975.476	1.392073	4.54E-07	-8.929659	-8.687926	-8.840880
22	8978.107	5.144117	4.55E-07	-8.928284	-8.675308	-8.835376
23	8980.480	4.634673	4.55E-07	-8.926650	-8.662431	-8.829612
24	8981.132	1.271961	4.57E-07	-8.923287	-8.647824	-8.822120

Bitcoin ve BİST100 getirilerinin bağımlı değişken olduğu VAR modeli için tüm bilgi kriterlerinin aynı yönde olduğunu ve minimum değer 2 gecikme yapısı için sağlandığı Tablo 4.3’den görülmektedir. Bunun yanında Bitcoin ve dolar getirilerinin bağımlı değişken olduğu VAR modeli için gecikme yapısı seçim kriterlerini gösteren Tablo 4.4’e göre de yine, FPE, AIC, SC ve HQ bilgi kriterleri 2 gecikme yapısının uygun olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.4: Bitcoin-Dolar VAR Modeli Gecikme Yapısı Seçim Kriterleri

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	9283.433	NA	3.06E-07	-9.323388	-9.317767	-9.321324
1	9302.093	37.26302	3.02E-07	-9.338114	-9.318544	-9.328541
2	9307.519	10.82540	3.01E-07*	-9.339547*	-9.321249*	-9.33192*
3	9310.583	6.106198	3.02E-07	-9.338607	-9.299255	-9.324154
4	9311.972	2.766533	3.02E-07	-9.335984	-9.285389	-9.317403
5	9315.330	6.678556	3.03E-07	-9.335339	-9.273501	-9.312628
6	9316.679	2.679313	3.03E-07	-9.332676	-9.259594	-9.305835
7	9318.190	3.000058	3.04E-07	-9.330176	-9.245851	-9.299206
8	9319.483	2.563334	3.05E-07	-9.327456	-9.231888	-9.292358
9	9320.415	1.846878	3.06E-07	-9.324375	-9.217563	-9.285147
10	9324.538	8.158072	3.06E-07	-9.324498	-9.206442	-9.281141
11	9326.729	4.332060	3.06E-07	-9.322681	-9.193382	-9.275194
12	9329.345	5.166950	3.07E-07	-9.321291	-9.180749	-9.269675
13	9341.694	24.36223	3.04E-07	-9.329678	-9.177892	-9.273932
14	9342.473	1.534972	3.05E-07	-9.326442	-9.163413	-9.266567
15	9345.260	5.486771	3.06E-07	-9.325223	-9.150951	-9.261219
16	9346.404	2.251221	3.06E-07	-9.322355	-9.136839	-9.254222
17	9349.656	6.390067	3.07E-07	-9.321604	-9.124844	-9.249341
18	9350.874	2.390746	3.08E-07	-9.318809	-9.110806	-9.242417
19	9356.692	11.40680	3.07E-07	-9.320635	-9.101389	-9.240114
20	9359.035	4.589393	3.08E-07	-9.31897	-9.088481	-9.23432
21	9360.901	3.651370	3.08E-07	-9.316826	-9.075094	-9.228047
22	9361.814	1.785523	3.09E-07	-9.313726	-9.060750	-9.220817
23	9367.597	11.29370*	3.09E-07	-9.315517	-9.051298	-9.218479
24	9369.887	4.467247	3.09E-07	-9.3138	-9.038337	-9.212632

Son olarak Tablo 4.5'e göre, Bitcoin-euro getirilerinin bağımlı değişken olduğu VAR modeli için LR hariç diğer bilgi kriterleri için minimum değer yine 2 gecikme yapısı için sağlandığı görülmektedir. Buna göre Bitcoin-euro için de diğer değişkenlerde olduğu gibi yine 2 gecikme yapısının uygun olduğu görülmektedir.

Tablo 4.5: Bitcoin-Euro VAR Modeli Gecikme Yapısı Seçim Kriterleri

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	9242.491	NA	3.19E-07	-9.282261	-9.265425	-9.270196
1	9255.415	25.80953	3.16E-07	-9.291225	-9.274360	-9.272545
2	9261.6	12.33935	3.15E-07	-9.293421	-9.277639	-9.285032
3	9265.415	7.603682	3.16E-07	-9.293235	-9.253883	-9.278782
4	9266.514	2.186888	3.16E-07	-9.290320	-9.239725	-9.271739
5	9270.025	6.983359	3.17E-07	-9.289829	-9.227991	-9.267118
6	9271.629	3.187370	3.17E-07	-9.287422	-9.214340	-9.260582
7	9272.913	2.547764	3.18E-07	-9.284694	-9.200368	-9.253724
8	9274.537	3.221746	3.19E-07	-9.282308	-9.186739	-9.247209
9	9275.193	1.299661	3.20E-07	-9.278949	-9.172137	-9.239721
10	9277.235	4.041019	3.21E-07	-9.276982	-9.158926	-9.233625
11	9279.34	4.159962	3.21E-07	-9.275078	-9.145779	-9.227591
12	9281.363	3.996596	3.22E-07	-9.273092	-9.132550	-9.221476
13	9290.532	18.08834	3.20E-07	-9.278284	-9.126499	-9.222539
14	9291.846	2.590380	3.21E-07	-9.275586	-9.112557	-9.215712
15	9294.649	5.518052	3.22E-07	-9.274384	-9.100111	-9.210380
16	9296.698	4.029997	3.22E-07	-9.272424	-9.086908	-9.204291
17	9298.225	2.999750	3.23E-07	-9.269939	-9.073180	-9.197677
18	9299.354	2.217026	3.24E-07	-9.267056	-9.059053	-9.190664
19	9303.914	8.940689	3.24E-07	-9.267618	-9.048372	-9.187097
20	9305.007	2.140885	3.25E-07	-9.264698	-9.034209	-9.180048
21	9308.004	5.865216	3.25E-07	-9.263691	-9.021958	-9.174911
22	9308.802	1.559125	3.26E-07	-9.260474	-9.007498	-9.167656
23	9314.701	11.51972	3.25E-07	-9.262382	-8.998162	-9.165344
24	9317.505	5.470927	3.26E-07	-9.261171	-8.985718	-9.160013

Bitcoin ve diğer değişken çiftleri için oluşturulan her VAR modeline ilişkin gecikme yapısı 2 olarak belirlenmiştir. Yapılan VAR analizlerinden elde edilen tahmin sonuçları Tablo 4.6, Tablo 4.7, Tablo 4.8, ve Tablo 4.9 ‘da sunulmuştur.

Tablo 4.6, bağımlı değişkenin Bitcoin ve altın olduğu VAR modeline ilişkin sonuçları gösterirken, Tablo 4.7 Bitcoin ve BİST100, Tablo 4.8 Bitcoin ve dolar ve Tablo 4.9 Bitcoin ve euro’ya ilişkin sonuçları göstermektedir. Genel olarak sonuçlara bakıldığında tüm değişkenlerin hem kendi gecikmeli değerinden hem de diğer değişkenin gecikmeli değerinden etkilendiği görülmektedir. Bununla birlikte Bitcoinin gecikmeli değerinin altın, BİST100, dolar ve euro üzerinde %1 anlamlılık düzeyinde etkisi varken diğer değişkenlerin Bitcoin üzerinde ki etkisi %10 anlamlılık düzeyinde gerçekleşmiştir.

Tablo 4.6: Bitcoin-Altın VAR Modeli

	ΔG_B	ΔG_A
	(1)	(2)
$\Delta G_B(-1)$	-0.022535 (0.02231) [-1.01002]	-0.003209 (0.00701) [-0.45804]
$\Delta G_B(-2)$	0.023122 (0.02228) [1.03787]	-0.010267 (0.00700) [-1.46763]
$\Delta G_A(-1)$	-0.168558 (0.07091) [-2.37723]	0.065821 (0.02227) [2.95615]
$\Delta G_A(-2)$	-0.027096 (0.07103) [-0.38146]	-0.058771 (0.02231) [-2.63478]
C	0.002265 (0.00101) [2.23909]	0.001216 (0.00032) [3.82919]

Tablo 4.7: Bitcoin-BİST100 VAR Modeli

	ΔG_B	ΔG_{Bist}
	(1)	(2)
$\Delta G_B(-1)$	-0.022794 (0.02231) [-1.02185]	0.011897 (0.00721) [1.64942]
$\Delta G_B(-2)$	0.023416 (0.02232) [1.04903]	-0.002781 (0.00722) [-0.38525]
$\Delta G_{Bist}(-1)$	-0.011458 (0.06882) [-0.16649]	0.009198 (0.02225) [0.41334]
$\Delta G_{Bist}(-2)$	-0.043305 (0.06877) [-0.62973]	0.079555 (0.02224) [3.57778]
C	0.002079 (0.00101) [2.05942]	0.000781 (0.00033) [2.39272]

Tablo 4.8: Bitcoin-Dolar VAR Modeli

	ΔG_B	ΔG_D
	(1)	(2)
$\Delta G_B(-1)$	-0.025606 (0.02233) [-1.14690]	-0.006458 (0.00601) [-1.07408]
$\Delta G_B(-2)$	0.021410 (0.02231) [0.95970]	-0.009129 (0.00601) [-1.51945]
$\Delta G_D(-1)$	-0.178155 (0.08274) [-2.15329]	0.129908 (0.02228) [5.83029]
$\Delta G_D(-2)$	-0.045895 (0.08281) [-0.55425]	-0.060220 (0.02230) [-2.70040]
C	0.002259 (0.00101) [2.23422]	0.000940 (0.00027) [3.45032]

Tablo 4.9: Bitcoin-Euro VAR Modeli

	ΔG_B	ΔG_E
	(1)	(2)
$\Delta G_B(-1)$	-0.024469 (0.02231) [-1.09675]	-0.005185 (0.00614) [-0.84433]
$\Delta G_B(-2)$	0.022155 (0.02228) [0.99425]	-0.012809 (0.00613) [-2.08837]
$\Delta G_E(-1)$	-0.190530 (0.08086) [-2.35637]	0.100381 (0.02226) [4.51018]
$\Delta G_E(-2)$	-0.043648 (0.08099) [-0.53897]	-0.058934 (0.02229) [-2.64379]
C	0.002265 (0.00101) [2.24076]	0.000969 (0.00028) [3.48364]

4.4.3. Granger Nedensellik Analizi

Değişkenler arasında kısa dönemli ilişkinin varlığına ve yönüne ilişkin nedensellik testi VAR modeli çerçevesinde hesaplanabilmektedir. Bu doğrultuda analize dahil edilen değişkenler ile Bitcoinin karşılıklı olarak birbirilerini etkileyip etkilemediklerini tespit etmek amacıyla Granger Nedensellik Testi uygulanmıştır.

Tablo 4.10: Bitcoin-Altın VAR Granger Nedensellik Sonuçları

Panel A	H_0 : Altın getiri değişimleri Bitcoin getiri değişimlerinin Granger nedeni değildir	
	Ki-Kare: 5.935981	Prob: 0.0514
Panel B	H_0 : Bitcoin getiri değişimleri Altın getiri değişimlerinin Granger nedeni değildir	
	Ki-Kare: 2.334585	Prob: 0.3112

Tablo 4.10 Bitcoin'den altına ve altından Bitcoin'e nedensellik testinin sonuçlarını göstermektedir. Sonuçlara göre, altının getiri değişimlerinin Bitcoinin getiri değişimlerinin Granger nedeni olduğunu belirten H_0 hipotezi %10 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Diğer yandan Bitcoinin getiri değişimleri altının getiri değişimlerinin Granger nedeni değildir temel hipotezi kabul edilmektedir.

Tablo 4.11: Bitcoin-BİST100 VAR Granger Nedensellik Sonuçları

Panel A	H_0 : BİST100 getiri değişimleri Bitcoin getiri değişimlerinin Granger nedeni değildir	
	Ki-Kare: 0.426477	Prob: 0.8080
Panel B	H_0 : Bitcoin getiri değişimleri BİST100 getiri değişimlerinin Granger nedeni değildir	
	Ki-Kare: 2.900200	Prob: 0.2345

Tablo 4.11'de verilen sonuçlara göre, BİST100'ün Bitcoinin Granger nedeni olmadığını ve Bitcoinin de BİST100'ün Granger nedeni olmadığını ileri süren temel hipotez reddedilememektedir. Bu sonuca göre BİST100 ve Bitcoin arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır.

Tablo 4.12: Bitcoin-Dolar VAR Granger Nedensellik Sonuçları

Panel A	H_0 : Dolar getiri değişimleri Bitcoin getiri değişimlerinin Granger nedeni değildir	
	Ki-Kare: 5.312068	Prob: 0.0702
Panel B	H_0 : Bitcoin getiri değişimleri Dolar getiri değişimlerinin Granger nedeni değildir	
	Ki-Kare: 3.378378	Prob: 0.1847

Tablo 4.12’de Bitcoin ve Dolara ilişkin Granger Nedensellik sonuçları görülmektedir. Panel A’da dolar getiri değişimlerinin Bitcoin getiri değişimlerinin Granger nedeni olmadığını öne süren H_0 hipotezi %10 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Diğer bir deyişle dolardan Bitcoine doğru nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Diğer yandan Panel B’de Bitcoin getiri değişimlerinin dolar getiri değişimlerinin Granger nedeni olmadığını öne süren temel hipotez ise reddedilememektedir.

Tablo 4.13: Bitcoin-Euro VAR Granger Nedensellik Sonuçları

Panel A	H_0 : Euro getiri değişimleri Bitcoin getiri değişimlerinin Granger nedeni değildir	
	Ki-Kare: 6.138327	Prob: 0.0465
Panel B	H_0 : Bitcoin getiri değişimleri Euro getiri değişimlerinin Granger nedeni değildir	
	Ki-Kare: 4.990324	Prob: 0.0825

Son olarak Tablo 4.13, Bitcoin ve euro arasındaki Granger nedensellik analizi sonuçlarını göstermektedir. Buna göre, euro getiri değişimleri Bitcoin getiri değişimlerinin %5 anlamlılık düzeyinde Granger nedeni iken Bitcoin getiri değişimleri euro getiri değişimlerinin %10 anlamlılık düzeyinde Granger nedenidir. Diğer bir deyişle euro ve Bitcoin arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.

Tablo 4.14: Tüm Değişkenler Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Temel Hipotezler	Temel hipotezin Reddi	Nedenselliğin Yönü
H ₀ : Altın Bitcoinin Granger nedeni değildir.	H ₀ red.	Altın → Bitcoin
H ₀ : Bitcoin altının Granger nedeni değildir.	H ₀ reddedilemez.	Nedensellik yok.
H ₀ : BIST100 Bitcoinin Granger nedeni değildir.	H ₀ reddedilemez.	Nedensellik yok.
H ₀ : Bitcoin BIST100ün Granger nedeni değildir.	H ₀ reddedilemez.	Nedensellik yok.
H ₀ : Dolar Bitcoinin Granger nedeni değildir.	H ₀ red.	Dolar → Bitcoin
H ₀ : Bitcoin Doların Granger nedeni değildir.	H ₀ reddedilemez.	Nedensellik yok.
H ₀ : Euro Bitcoinin Granger nedeni değildir.	H ₀ red.	Euro ↔ Bitcoin
H ₀ : Bitcoin Euronun Granger nedeni değildir.	H ₀ red.	Bitcoin ↔ Euro

Tablo 4.14, değişkenlere ilişkin Granger Nedensellik Testlerine ilişkin sonuçların özetini sunmaktadır. Tabloya göre, altın ve dolar ile Bitcoin arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunurken BİST100 ile Bitcoin arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. Değişkenler arasında sadece euro ile Bitcoin arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.

4.4.4. ARCH Etkisi

ARCH tipi modeller değişen varyansın varlığı durumunda kullanıldığı için, ARCH tipi modellemelerin yapılabilmesi için ARCH-LM testinin uygulanması önkoşul niteliğindedir (Kırac, 2015). Bu nedenle DCC-GJR-GARCH tahminlerine geçilmeden önce tüm değişkenlerde ARCH etkisi (koşullu değişen varyans etkisi) ve otokorelasyon olup olmadığı ARCH-LM testi ve Ljung-Box Q istatistikleri ile test edilmiştir. Sonuçlar her değişken için ayrı ayrı Tablo 4.15, Tablo 4.16, Tablo 4.17 ve Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.15: Bitcoin-Altın ARCH-LM ve Ljung-Box Q Test Sonuçları

Hata Serileri	Q ₍₂₎	Q ₍₄₎	Q ₍₆₎	Q ₍₈₎	Q ₍₁₀₎	Q ₍₁₂₎	ARCH-LM
Bitcoin	0.0055 (0.997)	3.1447 (0.534)	4.1646 (0.654)	6.4098 (0.601)	7.219 (0.705)	9.1972 (0.686)	10.04291 (0.0397)
Altın	0.0158 (0.992)	1.9846 (0.739)	9.757 (0.135)	10.75 (0.216)	12.291 (0.266)	13.077 (0.363)	10.00871 (0.0403)

Not: Parantez içindeki değerler p-istatistiklerini ifade etmektedir.

Tablo 4.16: Bitcoin-BİST100 ARCH-LM ve Ljung-Box Q Test Sonuçları

Hata Serileri	$Q_{(2)}$	$Q_{(4)}$	$Q_{(6)}$	$Q_{(8)}$	$Q_{(10)}$	$Q_{(12)}$	ARCH-LM
Bitcoin	0.0051 (0.997)	3.8155 (0.432)	4.7476 (0.577)	7.0577 (0.53)	7.6531 (0.663)	9.6792 (0.644)	11.371349 (0.0175)
BIST	0.0029 (0.999)	0.5645 (0.967)	1.0879 (0.982)	1.3935 (0.994)	1.3993 (0.999)	7.8213 (0.799)	18.233125 (0.00834)

Tablo 4.17: Bitcoin-Dolar ARCH-LM ve Ljung-Box Q Test Sonuçları

Hata Serileri	$Q_{(2)}$	$Q_{(4)}$	$Q_{(6)}$	$Q_{(8)}$	$Q_{(10)}$	$Q_{(12)}$	ARCH-LM
Bitcoin	0.005 (0.998)	3.5136 (0.476)	4.702 (0.583)	7.0162 (0.535)	7.7402 (0.654)	10.012 (0.615)	11.45991 (0.0134)
Dolar	0.0341 (0.983)	2.927 (0.57)	8.5335 (0.202)	10.954 (0.204)	13.849 (0.18)	15.187 (0.231)	13.45991 (0.00234)

Tablo 4.18: Bitcoin-Euro ARCH-LM ve Ljung-Box Q Test Sonuçları

Hata Serileri	$Q_{(2)}$	$Q_{(4)}$	$Q_{(6)}$	$Q_{(8)}$	$Q_{(10)}$	$Q_{(12)}$	ARCH-LM
Bitcoin	0.0069 (0.997)	3.43 (0.489)	4.531 (0.605)	6.7828 (0.56)	7.5519 (0.673)	9.6218 (0.649)	10.96186 (0.027)
Dolar	0.029 (0.986)	3.2164 (0.522)	9.1932 (0.163)	11.667 (0.167)	13.237 (0.211)	14.034 (0.299)	9.881694 (0.0454)

Bitcoin, BİST100, dolar ve euro getirilerine ait hata terimlerinin otokorelasyon ve ARCH etkisi sonuçları sırasıyla yukarıda verilmiştir. Ljung-Box Q testi sonuçları tüm değişkenler için 2, 4, 6, 8, ve 12 gecikme şeklinde sunulmuştur. Tablolarda görüldüğü gibi, tüm değişkenlerin tüm gecikmelerine ait Q testi sonuçlarına göre, hata serilerinde oto korelasyon yok temel hipotezi reddedilememektedir. Diğer bir deyişle değişkenlere ilişkin hata terimleri otokorelasyon içermemektedir. ARCH-LM testi sonuçlarına göre ise, tüm değişkenler için, hata serileri ARCH etkisine sahip değildir temel hipotezi reddedilmektedir. Diğer bir deyişle değişkenlere ait hata serileri değişen varyans (heteroskedastisite) özelliği göstermektedir. Bu durum değişkenlere ilişkin volatilitenin modellenmesinde (G)ARCH tipi modellerin kullanılmasını gerektirmektedir.

4.4.5. DCC-GJR-GARCH

Analizin son kısmında değişkenler arasındaki volatilité yayılımı DCC-GJR-GARCH yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Guesmi vd. (2019), Bitcoin ve diğer finansal varlıklar

arasındaki ilişkilerin incelenmesinde DCC-GJR-GARCH'ın en uygun model olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca Ampountolas (2022), kripto para piyasasındaki şokların asimetrik etkilerinin modellenmesinde GJR-GARCH yönteminin yüksek bir öngörü performansı olduğunu belirtmişlerdir. DCC-GJR-GARCH modeli VAR modelinden elde edilen kalıntılar kullanılarak tahmin edilmiştir. Tüm değişkenlere ilişkin DCC-GJR-GARCH analizi sonuçları Tablo 4.20, Tablo 4.21, Tablo 4.22 ve Tablo 4.23'da sunulmuştur.

Tablolarda yer alan γ_j parametresi kaldıraç etkisini ifade etmektedir. Diğer bir deyişle, GJR-GARCH modeline göre, $\gamma_j > 0$ olması durumu, negatif şokların ya da negatif haberlerin volatilité üzerindeki etkisinin pozitif şokların ya da pozitif haberlerin volatilité üzerindeki etkisinden daha fazla olacağını ve volatilitenin asimetrik özellikte olduğunu ifade etmektedir. Pozitif haberlerin koşullu varyans üzerindeki etkisi α_j iken negatif haberlerin koşullu varyans üzerindeki etkisi $(\alpha_j + \gamma_j)$ 'a eşittir.

Tablolarda yer alan diğer parametrelerden α_{11} ve α_{22} iki değişkene ait kısa dönem volatilitelerin sürekliliğini diğer bir deyişle ARCH etkisini ifade ederken β_{11} ve β_{22} iki değişkene ait uzun dönem volatilité sürekliliğini diğer bir deyişle GARCH etkisini ifade etmektedir. Diğer parametreler ise iki değişken arasındaki kısa ve uzun dönem volatilité yayılma etkisini göstermektedir.

Tablo 4.19: Bitcoin-Altın DCC-GJR-GARCH Modeli Tahmin Sonuçları

	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği	p-Değeri
c_{11}	0.002	0.0005	4.07	0.000
c_{21}	0.004	0.0003	13.33	0.000
α_{11}	0.303	0.116	2.60	0.000
α_{12}	0.015	0.005	2.52	0.012
α_{21}	0.976	0.009	108.27	0.000
α_{22}	0.20	0.035	5.73	0.000
β_{11}	0.90	0.012	74.30	0.000
β_{12}	0.003	0.005	0.0008	0.504
β_{21}	0.24	0.08	3.92	0.000
β_{22}	0.77	0.032	24.22	0.000
ρ	0.198	0.081	2.44	0.000
γ_1	0.161	0.078	2.160	0.031
γ_2	0.132	0.036	3.544	0.000

Tablo 4.19, Bitcoin ve altının volatilité modellemesi yanında iki değişken arasındaki volatilité yayılım etkilerini göstermektedir. İlk olarak iki değişken için de kaldıraç etkisinin

$\gamma_j > 0$ geçerli olduğu görülmektedir. Bu durumda hem Bitcoin hem de altın için negatif şokların volatilité üzerindeki etkisinin pozitif şoklardan yüksek olduğu görülmektedir. Pozitif haberlerin koşullu varyans üzerindeki etkisi Bitcoin için ($\alpha_{11}=0.303$) iken altın için ($\alpha_{22}=0.20$) olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuç Bitcoinin pozitif haberlere karşı altından daha duyarlı olduğunu göstermektedir. Diğer yandan negatif haberlerin Bitcoinin volatilitesi üzerindeki etkisi ($\alpha_{11} + \gamma=0.464$) iken altının volatilitesi üzerindeki etkisi ($\alpha_{22} + \gamma=0.332$)'dir. Bu durum Bitcoin volatilitesinin negatif haberlere karşı da altına kıyasla daha duyarlı olduğunu göstermektedir.

Bitcoin ve altının volatilité sürekliliğini gösteren parametrelere bakıldığında, Bitcoinin kısa dönem volatilité sürekliliği ($\alpha_{11}=0.303$) uzun dönem volatilité sürekliliği ($\beta_{11}=0.90$)'dır. Altın için ise volatilité sürekliliği kısa dönemde ($\alpha_{22}=0.20$) uzun dönemde ($\beta_{22}=0.77$)'dir. Bitcoinin volatilité sürekliliği hem kısa hem de uzun dönemde altına göre daha yüksekken, iki değişken için de uzun dönem volatilité sürekliliği daha yüksek gerçekleşmiştir. Bu durumda iki değişken içinde uzun dönem volatilité sürekliliğinin bir sonraki döneme ait koşullu volatilité tahmininde daha etkili olduğu söylenebilir.

Volatilité yayılım etkisini gösteren parametrelere bakıldığında, Bitcoin'den altına kısa ve uzun dönem volatilité yayılım etkisini gösteren α_{12} ve β_{12} parametrelerinden, kısa dönem yayılma etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ancak uzun dönem yayılma etkisinin istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmektedir. Diğer yandan altından Bitcoin'e kısa ve uzun dönem volatilité yayılım etkisini gösteren α_{21} ve β_{21} parametrelerinin ikisi de anlamlıdır. Bunun yanında Bitcoin'den altına kısa dönem yayılma etkisi 0.015 iken altından Bitcoin'e kısa ve uzun dönem yayılma etkisi sırasıyla 0.976 ve 0.24 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuç kısa vadede iki değişken arasında karşılıklı volatilité yayılımından, altının kısa vadede ki yayılma etkisinin çok daha büyük olduğunu göstermektedir. Ayrıca yine altından Bitcoin'e volatilité yayılım etkisi kısa vadede uzun vadeye kıyasla çok daha güçlü gerçekleşmiştir.

Tablo 4.20: Bitcoin-BİST100 DCC-GJR-GARCH Modeli Tahmin Sonuçları

	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği	p-Değeri
c_{11}	0.000	0.000	1.40	0.151
c_{21}	0.002	0.000	3.99	0.000
α_{11}	0.310	0.12	2.60	0.000
α_{12}	0.028	0.039	0.712	0.476
α_{21}	0.81	0.361	2.24	0.025
α_{22}	0.02	0.01	2.01	0.051
β_{11}	0.91	0.013	70.00	0.000
β_{12}	0.005	0.031	0.172	0.863
β_{21}	0.210	0.079	2.660	0.000
β_{22}	0.783	0.043	17.95	0.000
ρ	0.139	0.037	3.757	0.000
γ_1	0.171	0.071	2.43	0.029
γ_2	0.124	0.03	3.56	0.000

Tablo 4.20, Bitcoin ve BİST100'e ilişkin sonuçları göstermektedir. Hem Bitcoin hem de BİST100 için negatif şokların volatilité üzerindeki etkisinin pozitif şoklardan yüksek olduğu görülmektedir. Pozitif haberlerin koşullu varyans üzerindeki etkisi Bitcoin için ($\alpha_{11}=0.310$) iken BİST100 için ($\alpha_{22}=0.02$) olarak gerçekleşmiştir. Diğer yandan negatif haberlerin Bitcoinin koşullu varyansı üzerindeki etkisi ($\alpha_{11} + \gamma=0.481$) iken altının volatilitesi üzerindeki etkisi ($\alpha_{22} + \gamma=0.144$)'dir. Tablo 4.17'de ki sonuçlara göre iki değışkenin volatilitesinde de kaldıraç etkisi görülmüyorken, etkinin BİST100 için Bitcoinden oldukça düşük olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle Bitcoin BİST100'e kıyasla hem pozitif hem de negatif haber akışına oldukça fazla duyarlıdır. Bununla birlikte BİST100'ün negatif haberlere karşı duyarlılığı pozitif haberlere karşı duyarlılığından çok daha yüksek gerçekleşmiştir.

Değışkenlerin volatilité sürekliliğı ile ilgili parametrelere bakıldığında, Bitcoinin kısa dönem volatilité sürekliliğinin ($\alpha_{11}=0.311$) BİST100'e ($\alpha_{22}=0.02$) kıyasla oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Diğer yandan uzun dönem volatilité sürekliliğı Bitcoin için ($\beta_{11}=0.91$) BİST100 için ($\beta_{22}=0.783$) olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu parametre tahminlerine göre hem Bitcoin hem de BİST100'ün bir sonraki döneme ait koşullu volatilité tahmininde uzun dönem volatilité sürekliliğinin daha fazla etkisi olduğu görülmektedir.

Bitcoin ve BİST 100 arasındaki volatilité yayılım etkisine bakıldığında, Bitcoinden BİST100'e doğru ne kısa dönem de (α_{12}) ne de uzun dönemde (β_{12}) herhangi bir volatilité yayılım etkisi olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte BİST100'den Bitcoine kısa dönem (α_{21}) ve uzun dönem (β_{21}) volatilité yayılım etkisini gösteren parametrelerin ikisi de istatistiki

olarak anlamlı ve kısa dönem yayılma etkisi (0.81) uzun dönem yayılma etkisine göre (0.210) daha yüksektir.

Bitcoin ve dolara ilişkin volatilité modellemesi ve volatilité yayılımı tahmin sonuçları Tablo 4.21’de sunulmuştur. Sonuçlara göre olduğu ($\gamma_1 > 0$ ve $\gamma_2 > 0$) negatif haberlerin hem Bitcoinin hem de doların volatilitesi üzerinde pozitif haberlere göre daha yüksek görölmektedir. Bitcoin için pozitif haberlerin volatilité üzerindeki etkisi ($\alpha_{11}=0.26$) iken negatif haberlerin etkisi ($\alpha_{11} + \gamma = 0,359$)’dur. Diğér yandan doların volatilitesi üzerinde pozitif haberler ($\alpha_{22}=0.338$) etki yaparken negatif haberlerin etkisi ($\alpha_{22} + \gamma = 0.422$)’dir. Bu durumda doların hem pozitif hem de negatif haberlere Bitcoininden daha duyarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.21: Bitcoin-Dolar DCC-GJR-GARCH Modeli Tahmin Sonuçları

	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiğı	p-Değeri
c_{11}	0.000	0.000	2.588	0.009
c_{21}	0.000	0.000	2.563	0.011
α_{11}	0.26	0.061	4.250	0.000
α_{12}	0.072	0.041	1.756	0.064
α_{21}	0.82	0.044	18.64	0.000
α_{22}	0.338	0.051	6.694	0.000
β_{11}	0.902	0.013	64.912	0.000
β_{12}	0.073	0.056	1.304	0.215
β_{21}	0.188	0.027	6.728	0.000
β_{22}	0.787	0.017	46.34	0.000
ρ	0.176	0.051	3.45	0.000
γ_1	0.099	0.038	2.573	0.010
γ_2	0.084	0.017	40.634	0.000

Volatilité sürekliliğini gösteren parametrelere bakıldığında, Bitcoinin kısa dönem volatilité sürekliliğı ($\alpha_{11}=0.26$) uzun dönem volatilité sürekliliğine ($\beta_{11}=0.902$) kıyasla oldukça düşüktür. Doların volatilité sürekliliğini gösteren parametreler ise kısa dönem için ($\alpha_{22}=0.338$) iken uzun dönem için ($\beta_{22}=0.787$) olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu sonuçlara göre her iki değışken içinde uzun dönem volatilité sürekliliğı daha yüksek gerçekleşmiştir. Bununla birlikte Bitcoinin uzun dönem volatilité sürekliliğinin bir sonraki dönem koşullu varyansı üzerinde dolara kıyasla daha fazla etkisi bulunmaktadır.

Volatilité yayılım etkisini gösteren parametreler, Bitcoininden dolara kısa dönemde ($\alpha_{12}=0.072$) %10 anlamlılık düzeyinde bir volatilité yayılımı etkisi olduğunu ancak uzun dönemde böyle bir etkinin bulunmadığını göstermektedir. Diğér yandan dolardan Bitcoine kısa

ve uzun dönem volatilité yayılım etkisini gösteren α_{21} ve β_{21} parametrelerinin ikisi de anlamlı iken kısa dönem etkisi 0.82 uzun dönem etkisi 0.188 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuca göre dolardan Bitcoine volatilité yayılma etkisinin kısa dönemde hem uzun döneme göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca Dolardan Bitcoine kısa dönem yayılma etkisi Bitcoin'den dolara kısa dönem yayılma etkisinin oldukça üzerinde gerçekleşmiştir.

Tablo 4.22: Bitcoin-Euro DCC-GJR-GARCH Modeli Tahmin Sonuçları

	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği	p-Değeri
c_{11}	0.001	0.000	1.38	0.188
c_{21}	0.000	0.000	5.16	0.000
α_{11}	0.300	0.104	2.88	0.009
α_{12}	0.024	0.014	1.71	0.072
α_{21}	0.940	0.037	25.28	0.000
α_{22}	0.285	0.047	6.055	0.000
β_{11}	0.904	0.013	69.54	0.000
β_{12}	0.017	0.015	1.115	0.264
β_{21}	0.087	0.006	14.52	0.000
β_{22}	0.723	0.032	22.590	0.000
ρ	0.183	0.078	2.35	0.000
γ_1	0.168	0.071	2.370	0.010
γ_2	0.150	0.048	3.125	0.000

Tablo 4.22, Bitcoin ve euro arasındaki volatilité yayılımına ve her iki değişkenin volatilité modellemesine ilişkin sonuçları göstermektedir. Volatilitenin pozitif ve negatif şoklara asimetrik etkisini gösteren γ_1 ve γ_2 parametreleri ikisi de sıfırdan büyüktür. Bu sonuç hem Bitcoin'in hem de euronun volatilitesinde kaldıraç etkisi gözlemlendiğini diğer bir deyişle her iki değişken için de negatif haberlerin volatilité üzerinde pozitif haberlere göre daha fazla etkisi olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca pozitif haberler Bitcoin volatilitesi üzerinde ($\alpha_{11}=0.300$) etkisi varken euro volatilitesi üzerindeki etkisi ($\alpha_{22}=0.285$)'dir. Aralarında çok yüksek fark bulunmamakla birlikte Bitcoin volatilitesinin pozitif haberlere eurodan daha duyarlı olduğu söylenebilir. Diğer yandan negatif haberlerin volatilité üzerindeki etkisini gösteren parametreler Bitcoin için ($\alpha_{11} + \gamma = 0.468$) iken euro için ($\alpha_{22} + \gamma = 0.435$) olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu sonuçlar Bitcoin volatilitesinin ve euro volatilitesinin hem negatif hem de pozitif haberlere birbirine çok benzer tepki verdiğini göstermektedir.

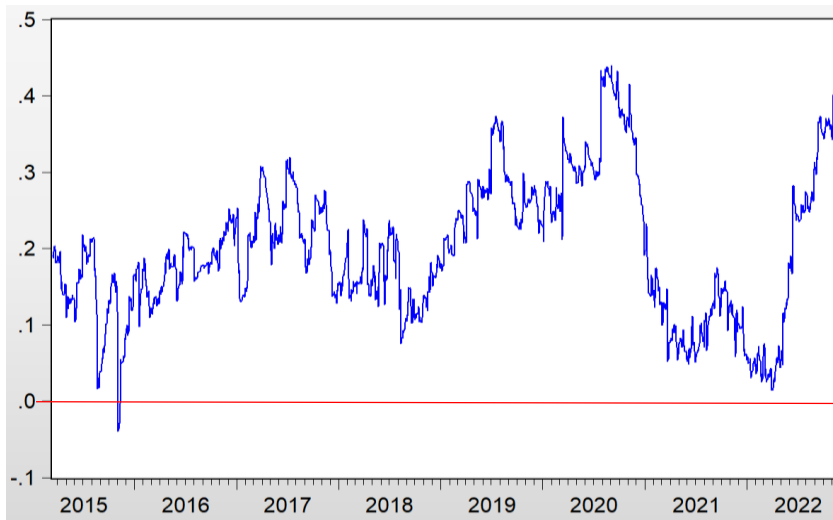
Bitcoin ve euronun volatilité sürekliliğini gösteren parametrelere bakıldığında, Bitcoin'in kısa dönem volatilité sürekliliği ($\alpha_{11}=0.300$) uzun dönem volatilité sürekliliği ($\beta_{11}=0.904$)'dür. Euro için ise volatilité sürekliliği kısa dönemde ($\alpha_{22}=0.285$) uzun dönemde

($\beta_{22}=0.723$)'tür. Bitcoinin volatilité sürekliliği hem kısa hem de uzun dönemde euroya göre daha yüksekken, iki değişken için de uzun dönem volatilité sürekliliği daha yüksek gerçekleşmiştir. Bu durumda iki değişken içinde uzun dönem volatilité sürekliliğinin bir sonraki döneme ait koşullu volatilité tahmininde daha etkili olduğu söylenebilir.

Volatilité yayılım etkisini gösteren parametrelere bakıldığında, Bitcoin'den euroya kısa ve uzun dönem volatilité yayılım etkisini gösteren α_{12} ve β_{12} parametrelerinden, kısa dönem yayılma etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ancak uzun dönem yayılma etkisinin istatistiksel olarak anlamsız olduğu görölmektedir. Diğer yandan eurodan Bitcoin'e kısa ve uzun dönem volatilité yayılım etkisini gösteren α_{21} ve β_{21} parametrelerinin ikisi de anlamlıdır. Bunun yanında Bitcoin'den euroya kısa dönem yayılma etkisi 0.024 iken altından Bitcoin'e kısa ve uzun dönem yayılma etkisi sırasıyla 0.940 ve 0.087 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuç kısa vadede iki değişken arasında karşılıklı volatilité yayılımından, euronun kısa vadede ki yayılma etkisinin çok daha büyük olduğunu göstermektedir. Ayrıca yine eurodan Bitcoin'e volatilité yayılım etkisi kısa vadede uzun vadeye kıyasla çok daha güçlü gerçekleşmiştir.

Bitcoin/Altın, Bitcoin/BİST100, Bitcoin/dolar ve Bitcoin/euro olmak üzere, Bitcoinin tüm değişkenler ile dinamik koşullu korelasyon ilişkisini gösteren grafikler Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da verilmiştir.

Şekil 4.6: Bitcoin-Altın DCC Grafiği

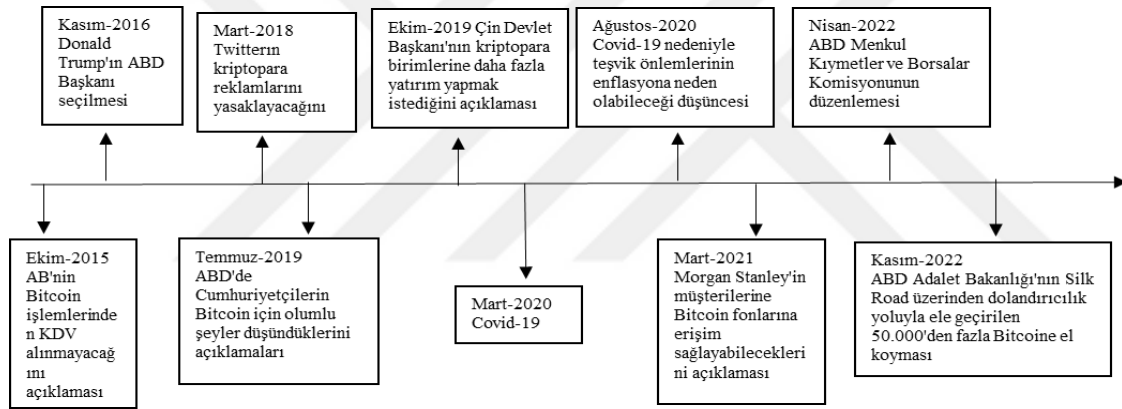


Dinamik koşullu korelasyon, değişken çiftleri arasındaki ilişkinin yönünün ve gücünün zaman içerisindeki değişimini göstermektedir. Bitcoin ve altın arasındaki sabit korelasyon katsayısı (Tablo 4.19), ($\rho = 0.183$) olarak gerçekleşmiştir. İki seri arasındaki dinamik

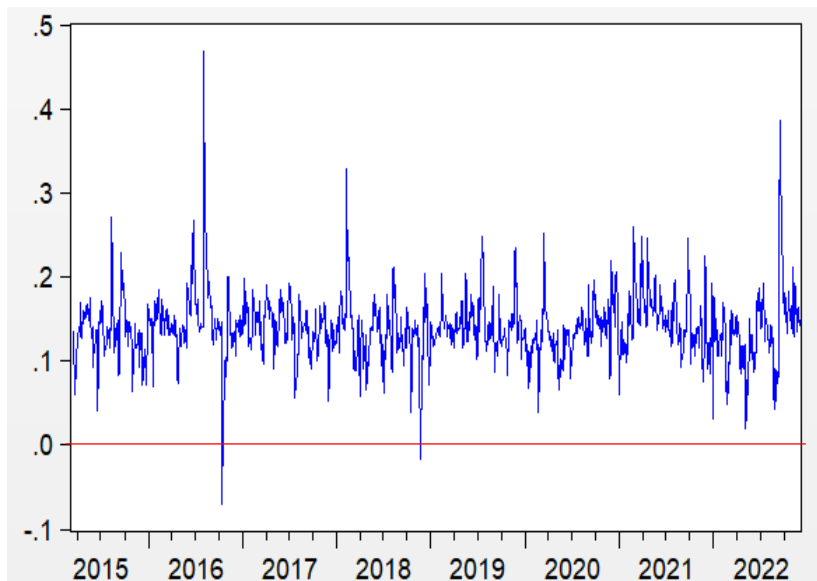
korelasyonun ise (Şekil 4.6) hemen hemen tüm örneklem dönemi boyunca pozitif değer aldığı görülmektedir. Özellikle 2015 sonundan ile 2017 yılı ortalarına kadar ve 2018 son altı ayı ile 2019 ilk altı ayında iki seri arasındaki korelasyon zaman göre büyük ölçüde değişmiş ve yükselişe geçmiştir. Bununla birlikte iki seri arasındaki dinamik korelasyon Ağustos 2020’de en yüksek seviyesi olan 0.44’e yükselmiş ve ardından Nisan 2022’ye kadar iki seri arasındaki korelasyon giderek azalmış ve 0.01 seviyesine düşmüştür. Genel olarak iki seri arasındaki dinamik korelasyonun hem yıllık zaman dilimlerinde hem de yıllar boyunca zaman göre değiştiği görülmektedir. Diğer bir deyişle Bitcoin ve altın arasındaki korelasyon zamana bağlı olarak değiştiği ve iki seri arasındaki sabit korelasyonun yanıltıcı bir değer olacağı söylenebilir.

Bitcoin ve altın serileri arasındaki korelasyonun zamanla değişmesine neden olduğu düşünülen olaylar Şekil 4.10’da özetlenmiştir.

Şekil 4.10: Bitcoin-Altın Korelasyonunda Kırılma Tarihlerindeki Olaylar

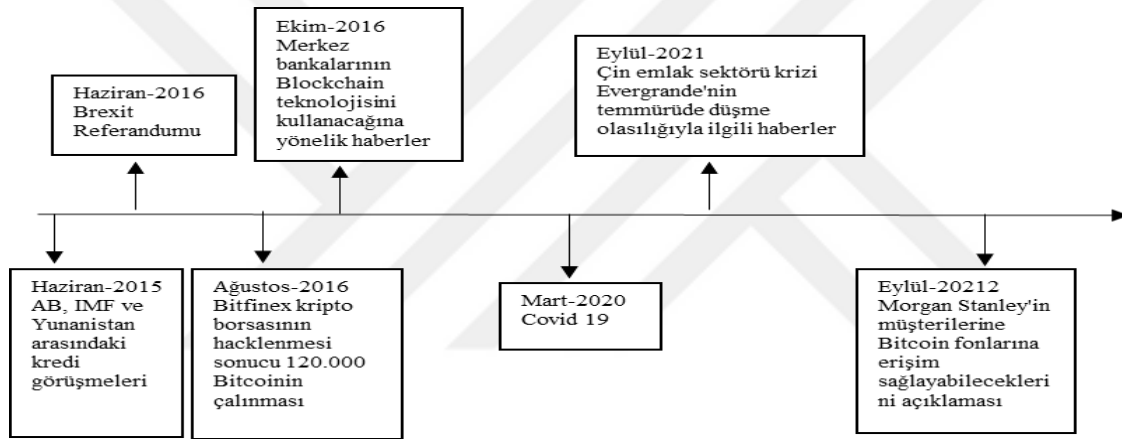


Şekil 4.7: Bitcoin-BİST100 DCC Grafiği

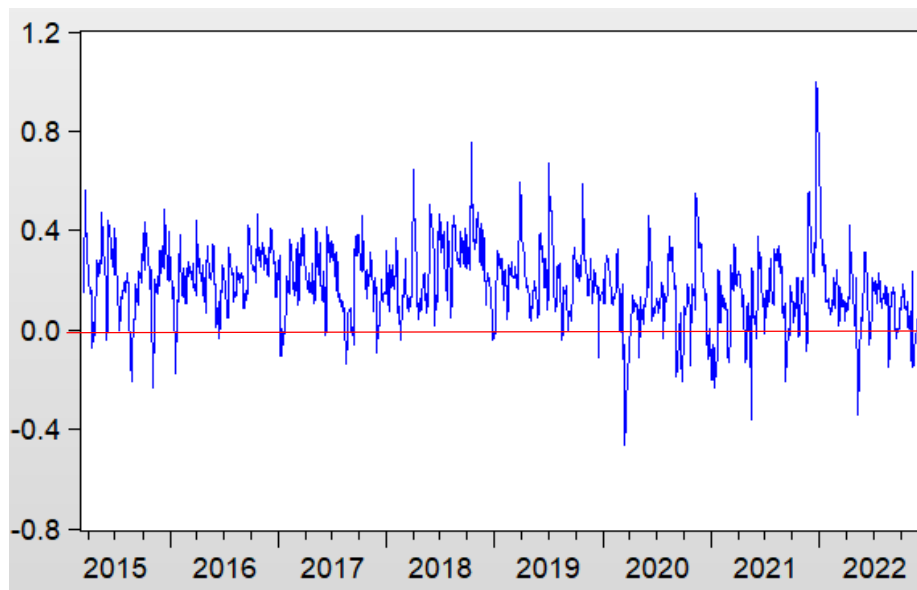


Şekil 4.7 Bitcoin ve BİST100 serileri arasındaki DCC grafiğini göstermektedir. İki seri arasındaki sabit korelasyon katsayısı (Tablo 4.20), ($\rho = 0.139$) olarak gerçekleşmiştir. Seriler arasındaki dinamik korelasyon katsayısı ise hemen hemen tüm örneklem dönemi boyunca pozitif değerler olsa da birkaç kırılma noktası dışında zamana bağlı değişim özelliği göstermemiştir. Bitcoin ve BİST100 arasındaki dinamik korelasyon, 2016 Ağustos ayında (0,47) ile en yüksek değere ulaşmıştır. Bunun yanında yaklaşık olarak iki ay sonra seriler arasındaki dinamik korelasyonun (-0,07)'ye düştüğü görülmektedir. Özetle iki seri arasındaki dinamik korelasyonun zamana bağlı olarak değişmediği ve örneklem dönemi boyunca sabit korelasyon ($\rho = 0.139$) katsayısı etrafında dolaştığı söylenebilir.

Şekil 4.11: Bitcoin-BİST100 Korelasyonunda Kırılma Tarihlerindeki Olaylar

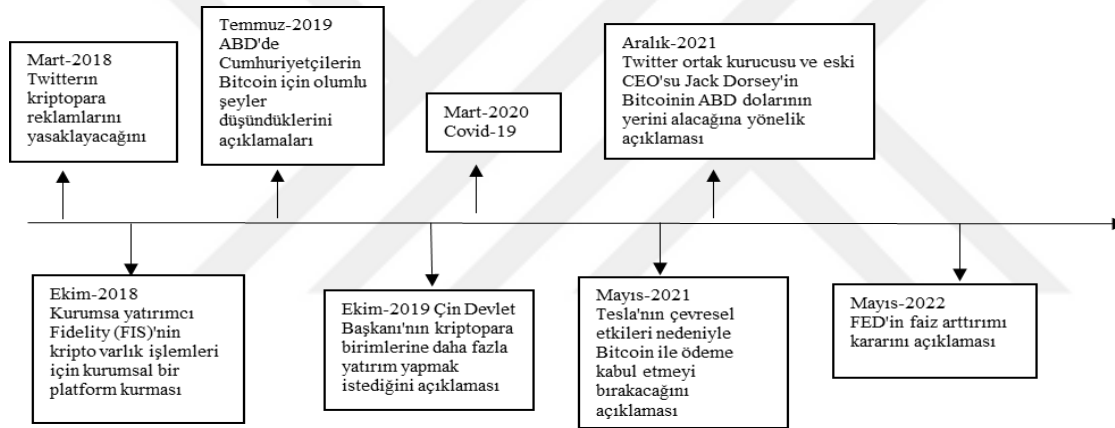


Şekil 4.8: Bitcoin-Dolar DCC Grafiği

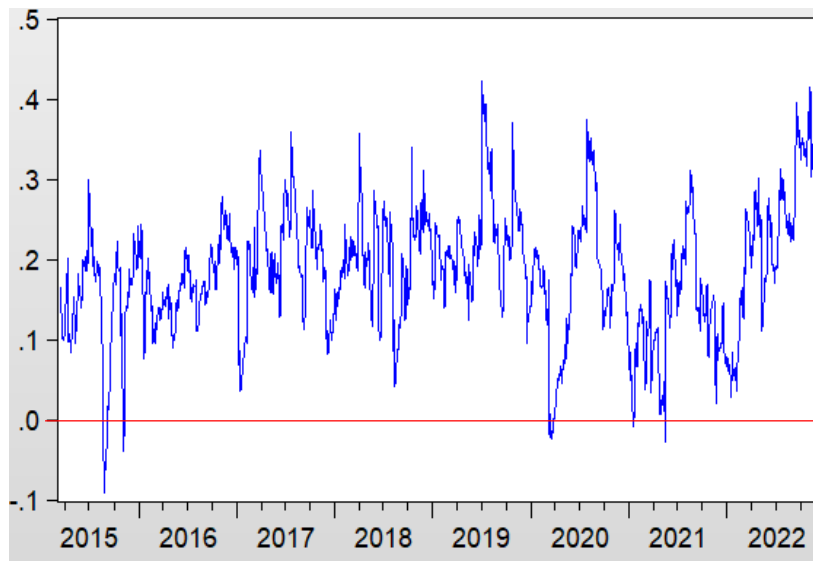


Bitcoin ve dolar serileri arasındaki dinamik koşullu korelasyon ilişkisi Şekil 4.8’de görüldüğü gibidir. İki seri arasındaki sabit korelasyon katsayısı (Tablo 4.21), ($\rho = 0176$) olarak gerçekleşmiştir. Bununla birlikte serileri arasındaki dinamik korelasyon Bitcoin-BİST100 arasındaki ilişkiye benzer şekilde birkaç kırılma noktası dışında zamana bağlı değişim özelliği göstermemiştir. Diğer yandan tüm diğer değişkenlerle olan korelasyonlardan farklı olarak Bitcoin-dolar serileri arasındaki dinamik korelasyonlar çok fazla sayıda negatif değer almıştır. Yine diğer serilerden farklı olarak Bitcoinin en yüksek dinamik korelasyon sayısına ulaştığı seri dolar olmuştur. Şekil 4.8 incelendiğinde, Bitcoin-dolar arasındaki en düşük dinamik korelasyonun (-0,47) değeri ile Mart 2020’de gerçekleştiği, en yüksek dinamik korelasyonun ise (1) değeri ile Aralık 2021’de gerçekleştiği görülmektedir. Kısaca Bitcoin ve dolar arasındaki dinamik korelasyonun zamana bağlı olarak değişmediği söylenebilir.

Şekil 4.12: Bitcoin-Dolar Korelasyonunda Kırılma Tarihlerindeki Olaylar

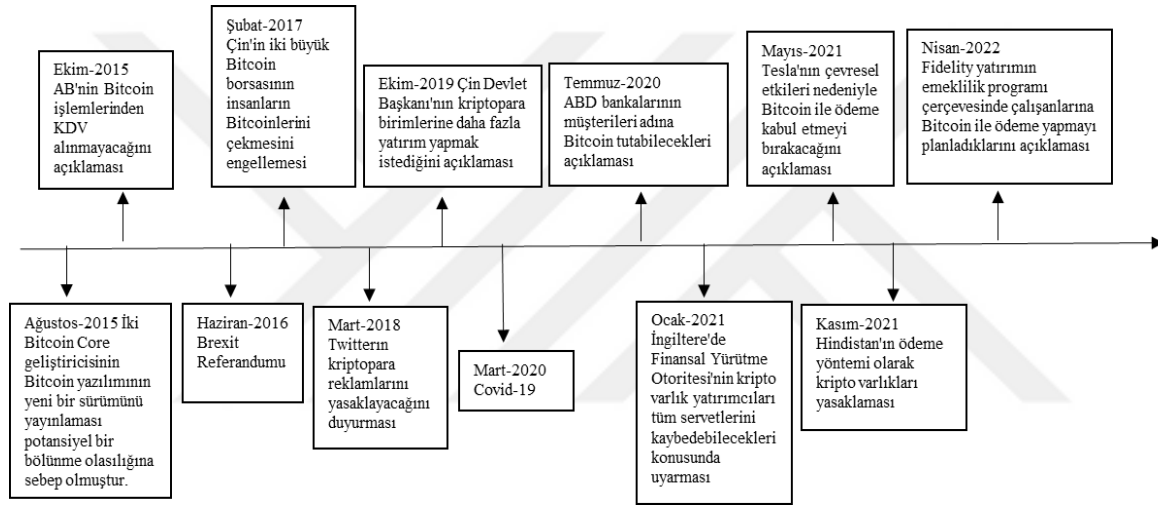


Şekil 4.9: Bitcoin-Euro DCC Grafiği



Şekil 4.9 Bitcoin ve euro serileri arasındaki dinamik korelasyon grafiğini göstermektedir. İki seri arasındaki sabit korelasyon katsayısı (Tablo 4.20), ($\rho = 0183$) olarak gerçekleşmiştir. Seriler arasındaki dinamik korelasyon katsayısı ise hemen hemen tüm örneklem dönemi boyunca pozitif değerler almış ve özellikle belirli dönemlerde zamana bağlı değişim özelliği göstermiştir. Bitcoin ve euro arasındaki dinamik korelasyon Temmuz 2019’da (0,42) ile en yüksek değere ulaşmıştır. Seriler arasındaki dinamik korelasyonun en düşük olduğu değer ise (-0,09) ile Ağustos 2015’de gerçekleşmiştir. Genel olarak iki seri arasındaki dinamik korelasyon belirli dönemlerde sabit korelasyon etrafında dalgalansa da bazı dönemlerde zamana bağlı olarak değiştiği söylenebilir.

Şekil 4.13: Bitcoin-Euro Korelasyonunda Kırılma Tarihlerindeki Olaylar



Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12 ve Şekil 4.13, Bitcoinin diğer serilerle olan dinamik korelasyonlarında oluşan kırılma tarihlerinde piyasalara gelen haberlerin özetini sunmaktadır. Her değişken ile hemen hemen farklı tarihlerde kırılmalar yaşansa da dört seri ile dinamik korelasyonları etkileyen ortak olayın Mart 2020’de gerçekleşen Covid-19 pandemisi olduğu görülmektedir. Bu dönemde Bitcoin ve altın arasındaki dinamik korelasyon artarken Bitcoinin diğer değişkenlerle olan dinamik korelasyonları düşüş göstermiştir. Bu sonuç Türk yatırımcılarının Covid-19 ile ortaya çıkan belirsizlik riski dolayısıyla güvenli liman özelliği gösteren altın ve Bitcoine taleplerini arttırdıklarını göstermektedir. Diğer yandan 2018 yılından itibaren Bitcoin-altın ve Bitcoin-euro değişkenlerinin artan dinamik korelasyonları özellikle TL’nin volatilitésinin yükseldiği 2018’in ikinci yarısı ile paralellik göstermektedir. Bu durum Türk yatırımcısının para biriminde yaşanan değer düşüklüğü nedeniyle euro, altın ve Bitcoin yatırımlarını arttırdığını göstermektedir. Bununla birlikte tüm serilere ait DCC grafikleri, Bitcoin-BİST100 ve Bitcoin-dolar serileri arasındaki dinamik korelasyonların zaman içinde

değişmediğini diğer bir deyişle TL piyasasında iki değişken çiftinin de birbirlerinin hareketini etkilemediğini göstermektedir. Bununla birlikte Bitcoin-altın ve Bitcoin-euro çiftleri arasındaki dinamik korelasyonun Bitcoin-altın'da daha belirgin olmak üzere zamanla değiştiği görülmektedir.



SONUÇ

1980’li yıllarda sınırlar arası sermaye hareketlerinin önündeki engellerin kaldırılması ile serbestleşen piyasalar, bu serbestleşme sonucunda artan finansal risklerin yönetilmesi amacıyla geliştirilen türev ürünler uluslararası finansal piyasalar arasındaki entegrasyon sürecini hızlandırmıştır. Artan entegrasyon, ulusal piyasalara, risk paylaşımı olanaklarını arttırma, yatırım fırsatları arasında sermayenin daha iyi tahsisini gerçekleştirme, ekonomik büyümeyi iyileştirme ve makroekonomik disiplini arttırma gibi olanaklar sunmuştur. Ancak diğer yandan entegrasyonun uluslararası piyasalardan ulusal piyasalara olan sermaye akımının belirli ülkelere yönelmesi, sermaye akımı gerçekleşen ülkede kaynak tahsisinin ihracat kapasitesi az sektörlerde yoğunlaşması ve makroekonomik istikrarın kaybedilmesi yönünde olumsuz etkileri de olmuştur. Ayrıca, “sıcak para” olarak da adlandırılan uluslararası fon akışlarının ulusal politikadaki kırılganlıklara karşı hassasiyeti, özellikle gelişmekte olan ülkelerin sermaye akımlarında volatilitiyi arttırmıştır.

Finansal entegrasyonun arttığı bu süreçte, uluslararası ticaret anlaşmalarında da artışlar yaşanmıştır. Bu durum bir yandan anlaşmaya katılan ülkelerdeki doğrudan yabancı yatırımların ve ticaret hacminin artmasını sağlarken diğer yandan finansal piyasalar arası entegrasyonun da etkisiyle ulusal sınırlar içerisinde yer alan finansal istikrarsızlık uluslararası sistemik kırılganlığa yol açmıştır. Sonuç olarak, bir piyasada yaşanan şokların diğer piyasalara da yayılması ile uluslararası portföy çeşitlendirmenin avantajları ortadan kalkmış ve çıkış noktası farklı piyasalar olan finansal krizler yaşanmıştır. 90’li yıllarda yaşanan 1994 Meksika Krizi, 1997 Asya Krizi, 1999 Brezilya Krizi gibi finansal krizlerin ortak özelliği başlangıç noktalarının gelişmekte olan ülke ekonomileri olmasıdır. 2000’li yıllara gelindiğinde ise söz konusu bu krizlerden farklı olarak başlangıç noktası dünyanın en gelişmiş ekonomilerinden biri olan ABD piyasalarında, 2007-2008 yıllarında finansal kriz yaşanmıştır. Küresel finansal kriz olarak adlandırılan ABD Mortgage Krizi, başlangıçta gelişmiş ekonomileri etkilerken ardından gelişmekte olan ekonomilere de yayılmış ve 2010-2012 yıllarında Avrupa Borç Krizi yaşanmıştır. Beş yıl içerisinde yaşanan iki kriz, uluslararası finansal piyasalar arasındaki entegrasyonun 90’lı yıllara kıyasla çok daha yüksek düzeylere ulaştığını göstermesi açısından önemlidir. Bu süreçte büyük bankaların iflas etmesi, borsaların çökmesi, kredi derecelendirme kuruluşlarının itibar kaybetmesi sonucu mevcut finansal sisteme olan güven sarsılmıştır. Ayrıca artan piyasa belirsizlikleri yanında azalan portföy çeşitlendirme fırsatları uluslararası yatırımcıları yeni alternatif varlık arayışına itmiş ve kripto varlıklara yönelik yatırım talebi her geçen gün artış göstermiştir.

2008 yılında küresel finansal piyasalardaki kriz yanında yaşanan bir diğer gelişmede ilk başarılı kripto para birimi Bitcoinin tanıtılması olmuştur. Bitcoin, kripto para birimi konusunda son 30 yılda yaşanan gelişimlerin sonucu olarak, daha önce yapılan kripto para birimlerinin eksiklerini tamamlayıcı nitelikte ilk başarılı merkezi olmayan kripto para birimidir. Bitcoinin başarısı ve açık kaynak kodlu yapısı çok geçmeden piyasaya yeni kripto para birimlerinin çıkmasına neden olmuştur. İlk yıllarda ortaya çıkan rakip kripto para birimleri çok genel kabule ulaşamasa da 2015 yılında ortaya çıkan Ethereum blockchaininin akıllı sözleşmelere işlerlik kazandırması sonucunda özellikle 2017 yılından itibaren ortaya çıkan yeni rakipler kripto varlıklar olarak adlandırılan yeni bir piyasanın oluşmasını sağlamıştır. Başlangıçta mevcut finansal sistemin aksaklıklarına çözüm olabilecek yeni sanal para birimi ve ödeme sistemi olarak ortaya çıkan Bitcoin geçen on dört yıl içerisinde para birimi olarak henüz yaygın kullanıma ulaşamasa da yatırım aracı olarak en çok tercih edilen varlıklardan birisi konumuna gelmiştir.

Kripto varlıkların yatırım varlığı olarak gördüğü yüksek talep finansallaşma süreçlerini hızlandırmıştır. Ancak kripto varlıkların finansal ve hukuki statüleri ile ilgili dünya genelinde ortak bir görüşün gelişmemesi piyasaya yönelik belirsizlikleri arttırırken kripto varlık fiyatlarının yüksek volatilitate sergilemesine neden olmaktadır. Bu durum her geçen gün artan sayıda yatırımcının yer aldığı kripto varlık piyasalarındaki yüksek volatilitenin geleneksel finansal piyasalar üzerindeki olası etkileri ile ilgili endişeleri arttırmaktadır. Finansal İstikrar Kurulu, Avrupa Merkez Bankası, Uluslararası Para Fonu gibi bir çok kuruluş ve politika yapıcı, kripto varlıkların geleneksel finansal piyasalarla entegrasyonunun artması sonucunda ortaya çıkabilecek riskler konusunda yatırımcıları uyararak iki piyasa arasındaki entegrasyonunun gelişiminin yakından takip edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bu amaçla bu çalışmada TL yatırımcısı bakış açısıyla, hala işlem hacmi en yüksek kripto varlık özelliği gösteren ve kripto varlık piyasasının temsilcisi olarak kabul edilen Bitcoin ile çeşitli varlık sınıfları arasındaki volatilitate yayılımının incelenmesi amaçlanmıştır.

Kripto varlık yatırımlarına ilgi Türkiye’de de her geçen gün artış göstermektedir. Özellikle son yıllarda TL’de yaşanan değer düşüklüğü ve yüksek enflasyon ile kripto varlıklara yatırım yapan kişi sayısında önemli artışlar olmuştur. Günümüzde kripto varlıklarla işlem yapılan itibari para birimleri arasında TL altıncı sırada yer almaktadır. Bu gelişmeler bir yandan TCMB bünyesinde yürütülen “Dijital Türk Lirası” çalışmalarını hızlandırırken diğer yandan kripto varlık piyasalarından geleneksel piyasalara volatilitate yayılımı riskini ortaya çıkartmıştır. Bu doğrultuda bu çalışmada Bitcoinden Türkiye finansal piyasalarına volatilitate yayılım

etkisinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın veri seti, Bitcoin, BİST100, altın, dolar ve euro getirilerinden oluşmaktadır.

Analizde ilk olarak her değişkene ait oluşturulan getiri serilerine ait grafikler incelenmiştir. Grafikler örneklem dönemi içerisinde dolar, euro ve altın getirilerinin volatilitelerinin genel olarak benzer ve belirli dönemler hariç stabil olduğunu gösterirken Bitcoin ve BİST100 değişkenlerine ait volatilitenin örneklem dönemi boyunca oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ardından yapılan ADF birim kök testi sonuçlarına göre ise tüm serilerin düzeyde durağan olduğu görülmüştür.

VAR modeli DCC-GJR-GARCH modelinin ortalama modelidir. Bu nedenle öncelikle VAR modeli tahminiyle getirilerin kalıntıları elde edilmiştir. Seçim kriterlerine dayanarak iki gecikmeli VAR modeli ile elde edilen sonuçlara göre, Bitcoinin ve diğer değişkenlerin hem kendi gecikmeli değerlerinden hem de Bitcoinin diğer değişkenlerin (% 1 anlamlılık düzeyinde) ve diğer değişkenlerin Bitcoinin gecikmeli değerlerinden (%10 anlamlılık düzeyinde) etkilendiği görülmüştür. Ardından VAR modeli çerçevesinde değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkinin varlığına ve yönüne ilişkin bilgi edinebilmek amacıyla Granger Nedensellik Analizi uygulanmıştır. Nedensellik testi sonuçları Bitcoin ve BİST100 arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığını göstermiştir. Bunun yanında altın ve dolardan Bitcoin'e doğru bir nedensellik ilişkisi bulunurken Bitcoin'den ne altına ne de dolara karşı bir nedensellik bulunmamaktadır. Diğer bir deyişle Bitcoin-Altın ve Bitcoin-dolar çiftleri arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgular (Ozyesil, Cikrikci, 2018; Kılıç, Çütücü, 2018; Ünvan, 2021)'nın bulgularından farklılık gösterirken (Güleç, Çevik, Bahadır, 2018; Kanat, Öget, 2018) çalışmaları ile paralellik göstermektedir. Diğer yandan Bitcoin karşılıklı nedensellik ilişkisi içinde olduğu tek değişken eurodur. İki değişken de birbirinin Granger nedenidir. Bu durumda Bitcoinin aralarında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunmayan BİST100'e karşı portföy çeşitlendirmesinde faydalı olacağı söylenebilir. Bununla birlikte Bitcoinin tek yönlü nedensellik ilişkisi içinde bulunduğu altın ve dolar değişkenlerine ilişkin sonuçlar, altın ve doların Bitcoin'e ilişkin değişiklikleri öngörmeye kullanılabileceğini göstermektedir. Diğer yandan euro ve Bitcoin arasındaki çift yönlü nedensellik iki değişken arasındaki bağlantılılığın diğer değişkenlere kıyasla yüksek olduğunu göstermektedir.

Analizin son kısmında Bitcoinin diğer değişkenler ile arasındaki volatiliteler yayılım ilişkisi ve asimetric şokların volatiliteler üzerindeki etkisi DCC-GJR-GARCH yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Asimetric şokların volatiliteler üzerindeki etkisini gösteren

parametreler tüm değişkenler için sıfırdan büyüktür. Diğer bir deyişle Bitcoin, altın, BİST100, dolar ve euro serilerinin tümü asimetrik volatilité özelliği göstermektedir. Kaldıraç etkisi olarak da adlandırılan bu negatif getiri volatilité ilişkisi tüm değişkenlerin volatilitelerinin pozitif şoklardan ziyade negatif şoklardan etkilendiğini göstermektedir. Bitcoinin asimetrik volatilité özelliği gösterdiğine yönelik söz konusu sonuçlar (Cheikh, Zaied, Chevallier, 2020; Baur, Dimpfl, 2018; Thies, Molnár, 2018) çalışmalarından farklılık gösterirken (Catania, Grassi, 2017; Phillip, Chan, Peiris, 2018; Katsiampa, Corbet, Lucey, 2019) çalışmaları ile paralellik göstermektedir. Bununla birlikte sonuçlar Bitcoinin negatif ve pozitif haberlere duyarlılığının altından ve BİST100'den fazla, dolardan az ve euro ile benzer özellik gösterdiğini göstermektedir. Volatilité sürekliliğini gösteren parametrelere bakıldığında, tüm değişkenlerde uzun dönem volatilité sürekliliği kısa dönem volatilité sürekliliğine kıyasla daha baskındır. Bununla birlikte diğer tüm değişkenlerin volatilité sürekliliğini gösteren parametre katsayıları birbirine çok yakinken Bitcoinin volatilité sürekliliği diğer değişkenlere kıyasla oldukça yüksektir. Bu sonuç (Baur, Dimpfl, Kuck, 2018; Katsiampa, Corbet, Lucey, 2019; Bouoiyour, Selmi, 2015; Yaya, Lukman, Vo, 2022) bulgularıyla paralellik göstermektedir. Volatilitenin uzun hafıza özelliği olarak da adlandırılan volatilité sürekliliği sonuçları tüm değişkenlerin geçmiş fiyat hareketleri vasıtasıyla gelecek fiyatlarının tahmin edilebileceğini göstermektedir. Aynı zamanda bu sonuç değişkenlere ait fiyatların rassal yürüyüş sergilemediğini ve piyasaların zayıf formda etkin olmadığını göstermektedir.

Bitcoinin altın ile volatilité yayılımına ilişkin sonuçlara bakıldığında, Bitcoin'den altına kısa dönemli volatilité yayılım etkisi görülürken uzun dönemde herhangi bir yayılma etkisi görülmemiştir. Diğer yandan altından Bitcoin'e hem kısa hem de uzun vadede volatilité yayılımı olduğu ve söz konusu etkinin kısa vadede çok daha güçlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç Granger nedensellik testinden elde edilen sonuçları desteklemektedir. Özetle iki değişken arasında kısa vadede çift yönlü uzun vadede tek yönlü volatilité yayılım etkisi bulunmakta ve kısa vadede altından Bitcoin'e volatilité yayılımının oldukça yüksek olduğu görölmektedir. Söz konusu sonuçlar literatürdeki (Kjærland, et al., 2018) çalışmasından farklılık gösterirken diğer çalışmalar ile (Jin, et al., 2019; Mensi, et al., 2019; Zeng, et al., 2019) paralellik göstermektedir. Bu durum Türkiye'de altın piyasası ile Bitcoin arasında bağlantılılığın olduğunu ve altın piyasasına yönelik bir şokun Bitcoin getirilerinin volatilitesi üzerinde de etkisi olacağını ifade etmektedir. İki değişken arasındaki dinamik koşullu korelasyon ise hemen hemen tüm örneklem dönemi boyunca pozitif değerler almıştır. Genel olarak Bitcoin ve altın arasındaki korelasyonun

zamana bağılı olarak değiştii ve iki seri arasındaki sabit korelasyonun yanıltıcı bir değer olacağı söylenebilir.

Bitcoinin BİST100 ile volatilité yayılımına ilişkin sonuçlar, Bitcoin'den BİST100'e herhangi bir volatilité yayılma etkisi olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte BİST100'den Bitcoin'e kısa ve uzun dönemde volatilité yayılma etkisini gösteren parametrelerin anlamlı olduğu görölmektedir. Bununla birlikte kısa dönemde gerçekleşen yayılma etkisi uzun dönemde gerçekleşene göre daha yüksektir. Bu sonuç Bitcoin'e ait geçmiş volatilitenin BİST100 volatilitesi üzerinde etkisi olmadığını ancak BİST100'e ait geçmiş volatilitenin Bitcoin volatilitesi üzerinde hem kısa dönemde hem de uzun dönemde etkisi olduğunu göstermektedir. Söz konusu bulgular (Ustaoglu, 2022; Dirican, Canoz, 2017; Vardar, Aydogan, 2019)'nın bulguları ile paralellik göstermektedir. Bitcoin ve BİST100 arasındaki dinamik korelasyon katsayısı ise hemen hemen tüm örneklem dönemi boyunca pozitif değerler olsa da birkaç kırılma noktası dışında zamana bağılı değişim özelliği göstermemiştir. Genel olarak BİST100 ve Bitcoin arasındaki dinamik korelasyonun oldukça düşük olduğu söylenebilir.

Bitcoinin dolar ile volatilité yayılımına ilişkin sonuçlar, Bitcoin'den dolara kısa dönemde (%10 anlamlılık düzeyinde) volatilité yayılma etkisi olduğu ancak uzun dönemde böyle bir etkinin bulunmadığını göstermektedir. Diğer yandan dolardan Bitcoin'e kısa ve uzun dönem volatilité yayılım etkisini gösteren parametrelerin ikisi de anlamlıdır. Ancak dolardan Bitcoin'e gerçekleşen kısa dönem volatilité yayılımı hem uzun dönemden hem de Bitcoin'den dolara kısa dönem yayılma etkisinden daha yüksek gerçekleşmiştir. Ayrıca Bitcoin ve dolar serileri arasındaki dinamik koşullu korelasyon ilişkisi Bitcoin-BİST100 arasındaki ilişkiye benzer şekilde birkaç kırılma noktası dışında zamana bağılı değişim özelliği göstermemiştir. Özetle Bitcoin ve dolar arasındaki dinamik korelasyonların zaman bağılı değişmediği ve aralarında zayıf bir ilişki olduğu söylenebilir.

Bitcoinin euro ile volatilité yayılımına ilişkin sonuçlar, Bitcoin'den euroya kısa dönem volatilité yayılma etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ancak uzun dönem yayılma etkisinin istatistiksel olarak anlamsız olduğu görölmektedir. Diğer yandan eurodan Bitcoin'e hem kısa vadede hem de uzun vadede volatilité yayılımı olduğu görölmektedir. Ayrıca eurodan Bitcoin'e kısa dönem volatilité yayılımı Bitcoin'den euroya kısa dönem volatilité yayılımından daha güçlü gerçekleşmiştir. Kısaca iki değişken arasında kısa vadede çift yönlü uzun vadede tek yönlü volatilité yayılımı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bitcoin ve euro arasındaki dinamik

korelasyon katsayısı ise hemen hemen tüm örneklem dönemi boyunca pozitif değerler almış ve özellikle belirli dönemlerde zamana bağlı değişim özelliği göstermiştir.

Sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde Bitcoine kısa dönemde volatilité yayılımı konusunda en fazla etkiyi altının ardından euronun yaptığı görülmektedir. Kısa dönemde volatilité yayılımı konusunda dört değişken arasında en az etki BİST100'den kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte uzun dönemde volatilité yayılımı konusunda en fazla etkiyi altının ardından BİST100'ün yaptığı görülmektedir.

Türkiye'de yatırım amacıyla en fazla talep edilen finansal varlıklar arasında yer alan altın, dolar, euro ve BİST100 değişkenleri ile Bitcoin arasındaki volatilité yayılımının analiz edildiği çalışma sonuçlarına göre, Bitcoinin BİST100 ile bağlantılılığının olmadığı altın, dolar ve euro ile arasında kısa dönemli bir bağlantılılık bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda kısa dönemde bir piyasaya gelecek bir şokun diğer piyasayı etkileyeceği ve diğer değişkenlerden Bitcoine doğru etkinin daha büyük olacağı söylenebilir. Diğer bir deyişle Bitcoinin Türkiye altın ve forex piyasası ile bağlantılılığı düşük düzeydedir ancak iki piyasadan da tamamen izole değildir. Diğer yandan Bitcoinin herhangi bir bağlantılılığının olmadığı BİST100 endeksine karşı portföy çeşitlendirmesinde faydalı olacağı söylenebilir. Bunun yanında dinamik koşullu korelasyon sonuçlarına göre, Covid-19 döneminde Bitcoin ve altın arasındaki dinamik korelasyon artarken Bitcoinin diğer değişkenlerle olan dinamik korelasyonları düşüş göstermiştir. Bu sonuç Türk yatırımcılarının Covid-19 ile ortaya çıkan belirsizlik dolayısıyla güvenli liman özelliği gösteren altına ve yeni bir yatırım aracı olarak kabul edilen Bitcoine taleplerini arttırdıklarını göstermektedir. Diğer yandan 2018 yılından itibaren Bitcoin-altın ve Bitcoin-euro değişkenlerinin artan dinamik korelasyonları özellikle TL'nin volatilitésinin yükseldiği 2018'in ikinci yarısı ile paralellik göstermektedir. Bu durum Türk yatırımcısının TL'de yaşanan değer kaybı nedeniyle euro, altın ve Bitcoin yatırımlarını arttırdığını göstermektedir.

Kripto varlıklar son yıllarda özellikle yükselen ve gelişmekte olan piyasalarda gelişmiş piyasalara kıyasla daha fazla talep görmektedir (IMF, 2021). Türkiye'de de söz konusu varlıklara talep her geçen gün artış göstermektedir. Özellikle son yıllarda yaşanan yüksek enflasyon ve TL'de yaşanan değer düşüklüğü, birçok Türk yatırımcının varlıklarını Bitcoin ve diğer kripto varlıklara kaydırmasına yol açmıştır. Ancak Türkiye gibi volatilitesi yüksek para birimine sahip ve kripto varlık yatırımı yüksek gelişmekte olan ülkelerde, kripto varlıkların finansal istikrarı tehdit eden ve döviz kuru ve sermaye kontrollerini engelleyen ek bir küresel

risk faktörü olması muhtemeldir (Napari, Parlaktuna, 2022). Bitcoin ve kripto varlıklar henüz Türk sermaye piyasaları ile herhangi bir bağlantılılığa sahip olmasa da altın ve forex piyasalarından tamamen izole olduğunu söylemek zor olacaktır. Bu nedenle Türk yatırımcıların kripto varlıklara talebinin artarak devam etmesi durumunda, söz konusu varlıkların Türkiye finansal sistemi için risk oluşturma olasılığı bulunmaktadır. Bu nedenle düzenleyicilerin ve politika yapıcıların kripto varlık piyasasını yakından izlemeleri ve geleneksel finansal varlıklar ile Bitcoin arasındaki bağlantılılığın olası olumsuz etkileri konusunda gerekli önlemleri almaları gerekmektedir. Özellikle kripto borsalarla ilgili yasal düzenlemelerin gerekli olduğu düşünülmektedir.

Bitcoin ve diğer finansal varlıklar arasındaki volatilité yayılımının incelendiği bu çalışmada sadece beş değişkenden yararlanılması çalışmanın kısıtı olarak ifade edilebilir. İlerleyen çalışmalarda, birden fazla kripto varlık ve daha fazla geleneksel finansal varlık kullanılarak yapılacak çalışmalar ile sonuçlar konusunda kesin çıkarımlar yapmanın mümkün olacağı düşünülmektedir. Ayrıca kripto varlık piyasası algoritmik işlemlerin yaygın olarak kullanıldığı bir piyasadır. Bu doğrultuda daha yüksek frekansa sahip verilerle yapılacak çalışmalarda daha güçlü sonuçlara ulaşmanın da mümkün olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- 99Bitcoins. (2022). *Bitcoin Obituaries*. <https://99bitcoins.com/bitcoin-obituaries/>
- Adhami, S., Giudici, G., & Martinazzi, S. (2018). Why do businesses go crypto? An empirical analysis of initial coin offerings. *Journal of Economics and Business*, 100(October 2017), 64–75. <https://doi.org/10.1016/j.jeconbus.2018.04.001>
- Adler, M., & Dumas, B. (1983). International Portfolio Choice and Corporation Finance: A Synthesis. *The Journal of Finance*, 38(3), 925–984. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1983.tb02511.x>
- Agénor, P.-R. (2003). Benefits and Costs of International Financial Integration: Theory and Facts. *The World Economy*, 26(8), 1089–1118. <https://doi.org/10.1111/1467-9701.00564>
- Ahmed, W. M. A. (2022). Robust drivers of Bitcoin price movements: An extreme bounds analysis. *North American Journal of Economics and Finance*, 62(November 2021), 101728. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2022.101728>
- Aizenman, J., & Pinto, B. (2005). Managing Economic Volatility and Crises: A Practitioner's Guide. In J. Aizenman & B. Pinto (Eds.), *Managing Economic Volatility and Crises: A Practitioner's Guide* (pp. 1–44). Cambridge University Press.
- Akademetre. (2022). *Kripto Para Bilinirlik ve Algı Araştırması*.
- Akyildirim, E., Corbet, S., Katsiampa, P., Kellard, N., & Sensoy, A. (2019). The development of Bitcoin futures: Exploring the interactions between cryptocurrency derivatives. *Finance Research Letters*, May, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.07.007>
- Al-Khazali, O., Bouri, E., & Roubaud, D. (2018). The impact of positive and negative macroeconomic news surprises: Gold versus Bitcoin. *Economics Bulletin*, 38(1), 373–382.
- Al Awad, M., & Goodwin, B. K. (1998). Dynamic linkages among real interest rates in international capital markets. *Journal of International Money and Finance*, 17(6), 881–907. [https://doi.org/10.1016/S0261-5606\(98\)00032-1](https://doi.org/10.1016/S0261-5606(98)00032-1)
- Al Mamun, M., Uddin, G. S., Suleman, M. T., & Kang, S. H. (2020). Geopolitical risk,

- uncertainty and Bitcoin investment. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 540, 123107. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.123107>
- Alexander, C., Choi, J., Park, H., & Sohn, S. (2020). BitMEX bitcoin derivatives: Price discovery, informational efficiency, and hedging effectiveness. *Journal of Futures Markets*, 40(1), 23–43. <https://doi.org/10.1002/fut.22050>
- Aluko, O. A., Fapetu, O., & Azeez, B. A. (2018). International portfolio diversification in the Nigerian stock market: A global financial crisis perspective. *Future Business Journal*, 4(2), 189–194. <https://doi.org/10.1016/j.fbj.2018.06.001>
- Ammous, S. (2018). *The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking* (1st ed.). John Wiley & Sons.
- Ampountolas, A. (2022). Cryptocurrencies Intraday High-Frequency Volatility Spillover Effects Using Univariate and Multivariate GARCH Models. *International Journal of Financial Studies*, 10(3), 51. <https://doi.org/10.3390/ijfs10030051>
- Anbar, A., & Karabıyık, L. (2018). *Sermaye Piyasası ve Yatırım Analizi*. Ekin Kitabevi Yayınları.
- Anderson, E. W., Ghysels, E., & Juergens, J. L. (2009). The impact of risk and uncertainty on expected returns. *Journal of Financial Economics*, 94(2), 233–263. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2008.11.001>
- Antonakakis, N. (2012). Exchange return co-movements and volatility spillovers before and after the introduction of euro. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 22(5), 1091–1109. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2012.05.009>
- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Gabauer, D. (2019). Cryptocurrency market contagion: Market uncertainty, market complexity, and dynamic portfolios. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 61, 37–51. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2019.02.003>
- Antonopoulos, A. M. (2017). *Mastering BitCoin* (T. McGovern (ed.); Second). O'Reilly Media. <https://bitcoinbook.info/>
- Ardeni, P. G. (1989). Does the Law of One Price Really Hold for Commodity Prices? In

- American Journal of Agricultural Economics* (Vol. 71, Issue 3, pp. 661–669).
<https://doi.org/10.2307/1242021>
- Arouri, M. E. H., & Jawadi, F. (2010). Nonlinear Stock Market Integration in Emerging Countries. *International Journal of Economics and Finance*, 2(5), 79–90.
<https://doi.org/10.5539/ijef.v2n5p79>
- Ayuso, J., & Blanco, R. (2001). Has financial market integration increased during the nineties? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 11(3–4), 265–287. [https://doi.org/10.1016/S1042-4431\(01\)00036-1](https://doi.org/10.1016/S1042-4431(01)00036-1)
- B. Rawat, D., Chaudhary, V., & Doku, R. (2021). Blockchain Technology: Emerging Applications and Use Cases for Secure and Trustworthy Smart Systems. *Journal of Cybersecurity and Privacy*, 1, 4–18. <https://doi.org/10.3390/jcp1010002>
- Baba, Y., Engle, R. F., Kraft, D. F., & Kroner, K. F. (1991). *Multivariate Simultaneous Generalised ARCH* (No. 89–57).
- Baço, P., Duarte, A. P., Sebastião, H., & Redzepagic, S. (2018). Information Transmission Between Cryptocurrencies: Does Bitcoin Rule the Cryptocurrency World? *Scientific Annals of Economics and Business*, 65(2), 97–117. <https://doi.org/10.2478/saeb-2018-0013>
- Back, A. (2002). *Hashcash - A Denial of Service Counter-Measure*.
<http://www.hashcash.org/hashcash.pdf>
- Baek, C., & Elbeck, M. (2015). Bitcoins as an investment or speculative vehicle? A first look. *Applied Economics Letters*, 22(1), 30–34.
<https://doi.org/10.1080/13504851.2014.916379>
- Baele, L., Ferrando, A., Hördahl, P., Krylova, E., & Cyril, M. (2004). Measuring financial integration in the euro area. *ECB Occasional Paper European Central Bank*, 14(April).
- Bailey, D. (2022). *19 Blockchain application use cases that will surprise you*. Supplain.
<https://supplain.io/news/blockchain-applications-use-cases>
- Baillie, R. T. (1990). A multivariate generalized ARCH approach to modeling risk premia in forward foreign exchange rate markets. *Journal of International Money and Finance*,

9, 309–324.

- Bajo-Rubio, O., Berke, B., & McMillan, D. (2017). The behaviour of asset return and volatility spillovers in Turkey: A tale of two crises. *Research in International Business and Finance*, 41, 577–589. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.04.003>
- Bajpai, P. (2015). *2015: A Blockbuster Year for Bitcoin's Blockchain Technology*. Nasdaq. <https://www.nasdaq.com/articles/2015-blockbuster-year-bitcoins-blockchain-technology-2015-12-30>
- Bala, D. A., & Takimoto, T. (2017). Stock markets volatility spillovers during financial crises: A DCC-MGARCH with skewed-t density approach. *Borsa Istanbul Review*, 17(1), 25–48. <https://doi.org/10.1016/J.BIR.2017.02.002>
- Balcilar, M., Bouri, E., Gupta, R., & Roubaud, D. (2017). Can volume predict Bitcoin returns and volatility? A quantiles-based approach. *Economic Modelling*, 64(August 2016), 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2017.03.019>
- Baliga, A. (2018). The Blockchain Landscape. In *Persistent Systems*.
- Balli, F., Hajhoj, H. R., Basher, S. A., & Ghassan, H. B. (2015). An analysis of returns and volatility spillovers and their determinants in emerging Asian and Middle Eastern countries. *International Review of Economics & Finance*, 39(140067), 311–325. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2015.04.013>
- Ballis, A., & Drakos, K. (2019). Testing for herding in the cryptocurrency market. *Finance Research Letters*, June, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.06.008>
- Bankacılık Finans ve Sigortacılık Çalışma Grubu. (2022). *Yeni Ticaret Biçimleri Merkez Bankası Dijital Parası (CBDC) Üzerine Değerlendirme Raporu*.
- Barski, C., & Wilmer, C. (2015). *Bitcoin for the Befuddled* (1st ed.). No Starch Press.
- Bartram, S. M., & Dufey, G. (2001). International Portfolio Investment: Theory, Evidence, and Institutional Framework. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.270196>
- Baumöhl, E. (2019). Are cryptocurrencies connected to forex? A quantile cross-spectral

- approach. *Finance Research Letters*, 29(August 2018), 363–372.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.09.002>
- Baur, D. G., & Dimpfl, T. (2018a). Excess Volatility as an Impediment for a Digital Currency. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3138316>
- Baur, D. G., & Dimpfl, T. (2018b). Asymmetric volatility in cryptocurrencies. *Economics Letters*, 173, 148–151. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.10.008>
- Baur, D. G., Dimpfl, T., & Kuck, K. (2018). Bitcoin, gold and the US dollar – A replication and extension. *Finance Research Letters*, 25(October), 103–110.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.10.012>
- Baur, D. G., Hong, K. H., & Lee, A. D. (2018). Bitcoin: Medium of exchange or speculative assets? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 54, 177–189. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.12.004>
- Baur, D. G., & Lucey, B. M. (2010). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. *Financial Review*, 45(2), 217–229. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6288.2010.00244.x>
- Bauwens, L., Laurent, S., & Rombouts, J. V. K. (2006). Multivariate GARCH models: A survey. *Journal of Applied Econometrics*, 21(1), 79–109. <https://doi.org/10.1002/jae.842>
- Beck, R., Avital, M., Rossi, M., & Thatcher, J. B. (2017). Blockchain Technology in Business and Information Systems Research. *Business and Information Systems Engineering*, 59(6), 381–384. <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0505-1>
- Becker, J., Breuker, D., Heide, T., Holler, J., Rauer, H. P., & Böhme, R. (2013). Can We Afford Integrity by Proof-of-Work? Scenarios Inspired by the Bitcoin Currency. In R. Böhme (Ed.), *The Economics of Information Security and Privacy* (pp. 135–156). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39498-0_7
- Bedi, P., & Nashier, T. (2020). On the investment credentials of Bitcoin: A cross-currency perspective. *Research in International Business and Finance*, 51(August 2019), 101087. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.101087>
- Beer, C., & Weber, B. (2015). Bitcoin – The Promise and Limits of Private Innovation in

- Monetary and Payment Systems. *Oesterreichische Nationalbank Monetary Policy & The Economy Q4/14, January*, 53–66.
- Beg, A. B. M. R. A., & Anwar, S. (2014). Detecting volatility persistence in GARCH models in the presence of the leverage effect. *Quantitative Finance*, 14(12), 2205–2213. <https://doi.org/10.1080/14697688.2012.716162>
- Bekaert, G., & Harvey, C. R. (1995). Time-Varying World Market Integration. *The Journal of Finance*, 50(2), 403–444. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1995.tb04790.x>
- Bekaert, G., & Harvey, C. R. (2013). Emerging Equity Markets in a Globalizing World. *SSRN Electronic Journal*, 2012, 1–25. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2463053>
- Bekaert, G., & Wu, G. (2000). Asymmetric Volatility and Risk in Equity Markets. *Review of Financial Studies*, 13(1), 1–42. <https://doi.org/10.1093/rfs/13.1.1>
- Ben Rejeb, A., & Boughrara, A. (2015). Financial integration in emerging market economies: Effects on volatility transmission and contagion. *Borsa Istanbul Review*, 15(3), 161–179. <https://doi.org/10.1016/J.BIR.2015.04.003>
- Beneki, C., Koulis, A., Kyriazis, N. A., & Papadamou, S. (2019). Investigating volatility transmission and hedging properties between Bitcoin and Ethereum. *Research in International Business and Finance*, 48(December 2018), 219–227. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.01.001>
- Benoulli, D. (1738). Specimen theoriae novae de mensura sortis. *Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*.
- Berentsen, A., & Schar, F. (2018). A Short Introduction to the World of Cryptocurrencies. *Review*, 100(1), 1–19. <https://doi.org/10.20955/r.2018.1-16>
- Best, R. de. (2022). *Number of cryptocurrencies worldwide from 2013 to February 2022*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/863917/number-crypto-coins-tokens/>
- Bhambhwani, S. M., Delikouras, S., & Korniotis, G. M. (2019). *Do Fundamentals Drive Cryptocurrency Prices? Stefanos Delikouras †*.
- Bhaskar, N. D., & Kuo Chuen, D. L. (2015). Bitcoin Mining Technology. In D. L. Kuo Chuen

- (Ed.), *Handbook of Digital Currency Bitcoin, Innovation, Financial Instrument and Big Data* (1st ed.).
- Bhattacharya, M., Inekwe, J. N., & Valenzuela, M. R. (2018). Financial integration in Africa: New evidence using network approach. *Economic Modelling*, 72(August 2017), 379–390. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.02.013>
- Bheemaiah, K. (2015). *Blockchain 2.0: The Renaissance of Money*. Wired. <https://www.wired.com/insights/2015/01/block-chain-2-0/>
- Bhosale, J., & Mavale, S. (2018). Volatility of select Crypto-currencies : A comparison of Bitcoin , Ethereum and Litecoin. *Annual Research Journal of SCMS, Pune*, 6(March), 132–141.
- Billio, M., Donadelli, M., Paradiso, A., & Riedel, M. (2017). Which market integration measure? *Journal of Banking and Finance*, 76, 150–174. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2016.12.002>
- Binance Academy. (2018). *Sybil Atakları*. <https://academy.binance.com/tr/articles/sybil-attacks-explained>
- BIS. (1996). Implications for Central Banks of The Development Of Electronic Money. In *Bank for International Settlement* (Issue October). <https://www.bis.org/publ/bisp01.pdf>
- Bitcoin.com. (2022). *What is a Bitcoin wallet?* Bitcoin.Com. <https://www.bitcoin.com/get-started/what-is-a-bitcoin-wallet/>
- Bitstamp. (2022). *What is block size?* <https://www.bitstamp.net/learn/crypto-101/what-is-block-size/>
- Black, F. (1976). Studies of Stock Prices Volatility Changes. *Proceeding from the American Statistical Association, Business and Economics Statistics Section*, 177–181.
- Black, Fischer. (1972). Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing. *The Journal of Business*, 45(3), 444. <https://doi.org/10.1086/295472>
- Blau, B. M. (2018). Price dynamics and speculative trading in Bitcoin. *Research in International Business and Finance*, 43(December 2015), 15–21.

<https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.07.183>

Blockchain.com. (2022). *Confirmed Transactions Per Day*.

<https://www.blockchain.com/explorer/charts/n-transactions>

Bogle, A. (2014). *Is Accepting Bitcoin Just a Publicity Stunt for Companies*.

<https://slate.com/technology/2014/02/overstock-virgin-galactic-tiger-direct-and-others-help-make-bitcoin->

Böhme, R., Christin, N., Edelman, B., & Moore, T. (2015). Bitcoin: Economics, Technology, and Governance. *Journal of Economic Perspectives*, 29(2), 213–238.

<https://doi.org/10.1257/jep.29.2.213>

Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327.

Bollerslev, T. (1990). Modelling the coherence in short-run nominal exchange rates: a multivariate generalized arch model. *The Review of Economics and Statistics*, 72(3), 498–505.

Bollerslev, T. (2006). Leverage and Volatility Feedback Effects in High-Frequency Data. *Journal of Financial Econometrics*, 4(3), 353–384. <https://doi.org/10.1093/jjfinec/nbj014>

Bollerslev, T., Engle, R. F., & Wooldridge, J. M. (1988). A Capital Asset Pricing Model with Time-Varying Covariances. *Journal of Political Economy*, 96(11), 116–131.

Bonser-Nael, C., Brauer, G., Neal, R., & Wheatley, S. (1990). International Investment Restrictions and Closed-End Country Fund Prices. *The Journal of Finance*, 45(2), 523–547. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1990.tb03701.x>

Borri, N., & Shakhnov, K. (2019). Regulation spillovers across cryptocurrency markets. *Finance Research Letters*, October, 101333. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.101333>

Bose, S. (2007). Understanding the volatility characteristics and transmission effects in the Indian stock index and index futures market. *ICRA Bulletin, Money & Finance*, September. <http://ssrn.com/abstract=1470629>

Bouoiyour, J., & Selmi, R. (2015a). Bitcoin Price: Is it really that New Round of Volatility

can be on way? *Munich Personal RePEc Archive*, 65580(August). <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/65580/>

Bouoiyour, J., & Selmi, R. (2015b). What does Bitcoin look like? *Annals of Economics and Finance*, 16(2), 449–492.

Bouoiyour, J., Selmi, R., & Tiwari, A. (2014). Is Bitcoin business income or speculative bubble? Unconditional vs. conditional frequency domain analysis. In *Munich Personal RePEc Archive* (Issue 59595). <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/59595/>

Bouri, E., Das, M., Gupta, R., & Roubaud, D. (2018). Spillovers between Bitcoin and other assets during bear and bull markets. *Applied Economics*, 50(55), 5935–5949. <https://doi.org/10.1080/00036846.2018.1488075>

Bouri, E., Gupta, R., Lau, C. K. M., Roubaud, D., & Wang, S. (2018). Bitcoin and global financial stress: A copula-based approach to dependence and causality in the quantiles. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 69, 297–307. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2018.04.003>

Bouri, E., Gupta, R., Tiwari, A. K., & Roubaud, D. (2017). Does Bitcoin hedge global uncertainty? Evidence from wavelet-based quantile-in-quantile regressions. *Finance Research Letters*, 23, 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.02.009>

Bouri, E., Hussain Shahzad, S. J., & Roubaud, D. (2020). Cryptocurrencies as hedges and safe-havens for US equity sectors. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 75, 294–307. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2019.05.001>

Bouri, E., Jalkh, N., Molnár, 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. <https://doi.org/10.1080/00036846.2017.1299102>

Bouri, E., Lucey, B., & Roubaud, D. (2019). The volatility surprise of leading cryptocurrencies: Transitory and permanent linkages. *Finance Research Letters*, March, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.05.006>

Bouri, E., Molnár, 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. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.09.025>
- Bozkurt Yıldız, H. (2002). *Türkiye Ekonomisinde İktisadi Kriz ve Büyüme Analizinin Vektör Otoregresif Modeller ile İncelenmesi*. İstanbul Üniversitesi.
- Breeden, D. T. (1979). An Intertemporal Asset Pricing Model with Stochastic Consumption and Investment Opportunities. *Journal of Financial Economics*, 7(3), 265–296.
- Brito, J., Shadab, H., & Castillo, A. (2014). Bitcoin Financial Regulation: Securities, Derivatives, Prediction Markets, and Gambling. *The Columbia Science & Technology Law Review*, 16(Fall), 144–221.
- Broto, C., & Ruiz, E. (2004). Estimation methods for stochastic volatility models: A survey. *Journal of Economic Surveys*, 18(5), 613–649. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2004.00232.x>
- Bryans, D. (2014). Bitcoin and Money Laundering: Mining for an Effective Solution. *Indiana Law Journal*, 89(1), 441–472.
- Bubák, V., Kočenda, E., & Žikeš, F. (2011). Volatility transmission in emerging European foreign exchange markets. *Journal of Banking and Finance*, 35(11), 2829–2841. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.03.012>
- Buterin, V. (2014). A next-generation smart contract and decentralized application platform. In *Ethereum White Paper* (Issue January). <http://buyxpr.com/build/pdfs/EthereumWhitePaper.pdf>
- Cagli, E. C. (2019). Explosive behavior in the prices of Bitcoin and altcoins. *Finance Research Letters*, 29(August 2018), 398–403. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.09.007>
- Canh, N. P., Wongchoti, U., Thanh, S. D., & Thong, N. T. (2019). Systematic risk in cryptocurrency market: Evidence from DCC-MGARCH model. *Finance Research Letters*, 29(March), 90–100. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.03.011>
- Canina, L., & Figlewski, S. (1993). The Informational Content of Implied Volatility Around Stock Splits. *The Review of Financial Studies*, 6(3), 659–681. <https://doi.org/10.2139/ssrn.831144>

- Caporale, G. M., Beirne, J., Schulze-Ghattas, M., & Spagnolo, N. (2013). Volatility spillovers and contagion from mature to emerging stock markets. *Review of International Economics*, 21(5), 1060–1075. <https://doi.org/10.1111/roie.12091>
- Caporale, G. M., Pittis, N., & Spagnolo, N. (2006). Volatility Transmission and Financial Crises. *Journal of Economics and Finance*, 30(376–390).
- Cappiello, L., Engle, R. F., & Sheppard, K. (2003). *Asymmetric dynamics in the correlations of global equity and bond returns (working paper)* (Issue 204).
- Carbó, J. M., & Gorjon, S. (2022). Application of Machine Learning Models and Interpretability Techniques to Identify the Determinants of the Price of Bitcoin. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4087481>
- Carrick, J. (2016). Bitcoin as a Complement to Emerging Market Currencies. *Emerging Markets Finance and Trade*, 52(10), 2321–2334. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2016.1193002>
- Carrieri, F., Errunza, V., & Hogan, K. (2007). Characterizing world market integration through time. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 42(4), 915–940. <https://doi.org/10.1017/s0022109000003446>
- Catalini, C., & Gans, J. S. (2016). Some Simple Economics of the Blockchain. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2874598>
- Catania, L., & Grassi, S. (2017). Modelling Crypto-Currencies Financial Time-Series. *SSRN Electronic Journal*, October. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3028486>
- Cermak, V. (2017). Can Bitcoin Become a Viable Alternative to Fiat Currencies? An Empirical Analysis of Bitcoin's Volatility Based on a GARCH Model. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2961405>
- Çevik, E. İ. (2012). İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Etkin Piyasa Hipotezinin Uzun Hafıza Modelleri ile Analizi: Sektörel Bazda Bir İnceleme. *Journal of Yasar University*, 26(7), 4437–4454.
- CFTC. (2019). *Bitcoin Basics*. U.S. Commodity Futures Trading Commission. https://www.cftc.gov/sites/default/files/2019-12/oceo_bitcoinbasics0218.pdf

- Chainalysis Team. (2022). *Crypto Crime Trends for 2022: Illicit Transaction Activity Reaches All-Time High in Value, All-Time Low in Share of All Cryptocurrency Activity*. <https://blog.chainalysis.com/reports/2022-crypto-crime-report-introduction/>
- Charfeddine, L., Benlagha, N., & Maouchi, Y. (2020). Investigating the dynamic relationship between cryptocurrencies and conventional assets: Implications for financial investors. *Economic Modelling*, 85(July 2018), 198–217. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.05.016>
- Chaum, D. (1983). Blind Signatures for Untraceable Payments. In *Advances in Cryptology* (pp. 199–203). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0602-4_18
- Chay, J. B., & Eleswarapu, V. R. (2001). Deregulation and capital market integration: A study of the New Zealand stock market. *Pacific Basin Finance Journal*, 9(1), 29–46. [https://doi.org/10.1016/S0927-538X\(00\)00036-6](https://doi.org/10.1016/S0927-538X(00)00036-6)
- Cheah, E.-T., & Fry, J. (2015). Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. *Economics Letters*, 130, 32–36. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2015.02.029>
- Cheikh, N. Ben, Zaied, Y. Ben, & Chevallier, J. (2020). Asymmetric volatility in cryptocurrency markets: New evidence from smooth transition GARCH models. *Finance Research Letters*, 35(September), 101293. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.09.008>
- Cheung, A. (Wai-K., Roca, E., & Su, J.-J. (2015). Crypto-currency bubbles: an application of the Phillips–Shi–Yu (2013) methodology on Mt. Gox bitcoin prices. *Applied Economics*, 47(23), 2348–2358. <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1005827>
- Chiang, T. C., & Doong, S.-C. (2001). Empirical Analysis of Stock Returns and Volatility: Evidence from Seven Asian Stock Markets Based on TAR-GARCH Model. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 17, 301–318.
- Chohan, U. W. (2019). Are Cryptocurrencies Truly Trustless? In S. Goutte, K. Guesmi, & S. Saadi (Eds.), *Cryptofinance and Mechanisms of Exchange* (1st ed., pp. 77–89). Springer.
- Chollete, L., de la Peña, V., & Lu, C. C. (2012). International diversification: An extreme value approach. *Journal of Banking and Finance*, 36(3), 871–885.

<https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.09.015>

- Christie, A. (1982). The Stochastic Behavior of Common Stock Variances. *Journal of Financial Economics*, 10, 407–432.
- Christin, N. (2012). Traveling the Silk Road: A measurement analysis of a large anonymous online marketplace. In *Carnegie Mellon University CMU-CyLab-12-018*.
- Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, d'Artis. (2016a). The economics of BitCoin price formation. *Applied Economics*, 48(19), 1799–1815.
<https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1109038>
- Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, d'Artis A. (2016b). The digital agenda of virtual currencies: Can BitCoin become a global currency? *Information Systems and E-Business Management*, 14(4), 883–919. <https://doi.org/10.1007/s10257-016-0304-0>
- Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, D. (2018). Virtual relationships: Short- and long-run evidence from BitCoin and altcoin markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 52, 173–195. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.11.001>
- Clayton, J. (2017). *Statement on Cryptocurrencies and Initial Coin Offerings*. U.S. Securities and Exchange Commission. <https://www.sec.gov/news/public-statement/statement-clayton-2017-12-11>
- Cocco, L., Pinna, A., & Marchesi, M. (2017). Banking on Blockchain: Costs Savings Thanks to the Blockchain Technology. *Future Internet*, 9(25), 1–20.
<https://doi.org/10.3390/fi9030025>
- Coinhills. (2022). *Most Traded National Currencies For Bitcoin*.
<https://www.coinhills.com/market/currency/>
- Coinmarketcap. (2022). *Kriptovarlıkların Piyasa Değeri*. <https://coinmarketcap.com>
- Conaghan, D., & Smith, D. (2014). *Para Kitabı: Finans Dünyasının Nasıl Çalıştığı ile İlgili Bilmeniz Gerekenler* (C. Duran (ed.); 1st ed.). NTV Yayınları.
- Cong, L. W., & Xiao, Y. (2021). Categories and Functions of Crypto-Tokens. In M. Pompella & R. Matousek (Eds.), *The Palgrave Handbook of Fintech and Blockchain* (First).

Palgrave Macmillan.

Conlon, T., & McGee, R. J. (2020). Betting on Bitcoin: Does gambling volume on the blockchain explain Bitcoin price changes? *Economics Letters*, 191(October 2013), 108727. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2019.108727>

Cont, R. (2001). Empirical properties of assets returns: Stylized facts and statistical issues. *Quantitative Finance*, 1(2), 223–236.

Cook, R. J. (2015). Bitcoins: Technological Innovation or Emerging Threat? *Marshall J. Info. Tech. & Privacy L.*, 30(3), 535.

Corbet, S., & Katsiampa, P. (2020). Asymmetric mean reversion of Bitcoin price returns. *International Review of Financial Analysis*, 71(August), 101267. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.10.004>

Corbet, S., Larkin, C., Lucey, B., Meegan, A., & Yarovaya, L. (2020). Cryptocurrency reaction to FOMC Announcements: Evidence of heterogeneity based on blockchain stack position. *Journal of Financial Stability*, 46, 100706. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2019.100706>

Corbet, S., Lucey, B., Urquhart, A., & Yarovaya, L. (2019). Cryptocurrencies as a financial asset: A systematic analysis. *International Review of Financial Analysis*, 62(June 2018), 182–199. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.09.003>

Corbet, S., Lucey, B., & Yarovaya, L. (2018). Datestamping the Bitcoin and Ethereum bubbles. *Finance Research Letters*, 26(December 2017), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.12.006>

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. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.01.004>

Cournot, A. A. (1927). *Researches-into the Mathematical Principles of the Theory of Wealth*. Macmillan.

CPMI. (2015). Digital currencies. In *Committee on Payments and Market Infrastructures* (Issue November). www.bis.org

- Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). BlockChain Technology: Beyond Bitcoin. *Applied Innovation Review*, 2.
- Czarnek, M. (2014). *Nxt Network: Energy and Cost Efficiency Analysis*. Scribd.
<https://www.scribd.com/document/254930279/Nxt-Network-Energy-and-Cost-Efficiency-Analysis>
- Dabrowski, M., & Janikowski, L. (2018). Virtual currencies and central banks monetary policy: challenges ahead. In *Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies* (Issue July).
- Dahlquist, M., & Saellstrom, T. (2002). An Evaluation of International Asset Pricing Models. *SSRN Electronic Journal*, 1(919). <https://doi.org/10.2139/ssrn.301963>
- Dai, W. (1998). *b-money*. <http://www.weidai.com/bmoney.txt>
- Dale, R. S., Johnson, J. E. V., & Tang, L. (2005). Financial Markets Can Go Mad: Evidence of Irrational Behaviour during the South Sea Bubble. *The Economic History Review*, 58(2), 233–271.
- Daly, K. (2008). Financial volatility: Issues and measuring techniques. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 387(11), 2377–2393.
<https://doi.org/10.1016/j.physa.2008.01.009>
- Das, D., Le Roux, C. L., Jana, R. K., & Dutta, A. (2020). Does Bitcoin hedge crude oil implied volatility and structural shocks? A comparison with gold, commodity and the US Dollar. *Finance Research Letters*, 36, 101335. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.101335>
- Daskalakis, N., & Georgitseas, P. (2020). *An Introduction to Cryptocurrencies; The Crypto Market Ecosystem* (First). Routledge. www.routledge.com/
- Davasligil Atmaca, V. (2015). Altın Fiyat Getirilerindeki Oynaklığın Stokastik Volatilite Modelleri ile Tahmini. *7th International Social Sciences Congress in The Balkans*, 379–389.
- De Filippi, P. (2014). Bitcoin: A regulatory nightmare to a libertarian dream. *Internet Policy Review*, 3(2), 1–12. <https://doi.org/10.14763/2014.2.286>

- de Jong, F., & de Roon, F. (2005). Time-varying market integration and expected returns in emerging markets. *Journal of Financial Economics*, 78(3), 583–613.
<https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2004.10.010>
- de la Horra, L. P., de la Fuente, G., & Perote, J. (2019). The drivers of Bitcoin demand: A short and long-run analysis. *International Review of Financial Analysis*, 62(October 2018), 21–34. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.01.006>
- De Santis, G., & Imrohoroğlu, S. (1997). Stock returns and volatility in emerging financial markets. *Journal of International Money and Finance*, 16(4), 561–579.
[https://doi.org/10.1016/S0261-5606\(97\)00020-X](https://doi.org/10.1016/S0261-5606(97)00020-X)
- Dean, W. G., Faff, R. W., & Loudon, G. F. (2010). Asymmetry in return and volatility spillover between equity and bond markets in Australia. *Pacific-Basin Finance Journal*, 18(3), 272–289. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2009.09.003>
- Decker, C., & Wattenhofer, R. (2013). Information propagation in the Bitcoin network. *IEEE P2P 2013 Proceedings*, 1–10. <https://doi.org/10.1109/P2P.2013.6688704>
- Delgado-Mohatar, O., Felis-Rota, M., & Fernández-Herraiz, C. (2019). The Bitcoin mining breakdown: Is mining still profitable? *Economics Letters*, 184, 108492.
<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2019.05.044>
- Deloitte. (2022). *Merchants getting ready for crypto - Merchant Adoption of Digital Currency Payments Survey*.
<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/technology/us-cons-merchant-getting-ready-for-crypto.pdf>
- Diaby, M., Faltermeier, J., Grinberg, F., Petrov, D., Schneider, P., Adrian, T., Natalucci, F., & He, D. (2021). *The Crypto Ecosystem and Financial Stability Challenges* (Issue October).
- Dibrova, A. (2016). Virtual Currency: New Step in Monetary Development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 229, 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.07.112>
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366),

427. <https://doi.org/10.2307/2286348>

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49(4), 1057–1072.

Dijital Dönüşüm Ofisi. (2022). *NFT'nin Türkçe Karşılığı Belli Oldu*. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi. <https://cbddo.gov.tr/haberler/6354/nft-nin-turkce-karsiligi-belli-oldu>

Dimpfl, T. (2017). Bitcoin Market Microstructure. *SSRN Electronic Journal*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.2949807>

Dirican, C., & Canoz, I. (2017). The Cointegration Relationship Between Bitcoin Prices and Major World Stock Indices: An Analysis With Ardl Model Approach. *Pressacademia*, 4(4), 377–392. <https://doi.org/10.17261/pressacademia.2017.748>

Dwork, C., & Naor, M. (1992). Pricing via Processing or Combatting Junk Mail. In E. . Brickell (Ed.), *Advances in Cryptology — CRYPTO' 92 Lecture Notes in Computer Science: Vol. 740 LNCS* (pp. 139–147). Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-48071-4_10

Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, gold and the dollar - A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters*, 16, 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2015.10.008>

Eagleton, C., & Williams, J. (2011). *Paranın Tarihi* (F. Kahya (ed.); 1st ed.). Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

EBA. (2014). EBA Opinion on virtual currencies. *European Banking Authority*, *EBA/Op/2014/08*, 46.

EBA. (2019). Report with Advice for the European Commission on Crypto-Assets. In *European Banking Authority* (Issue January).

ECB. (2012). Virtual Currency Schemes. In *European Central Bank*.
<http://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemes201210en.pdf>

ECB. (2015). Virtual currency schemes – a further analysis. In *European Central Bank* (Issue February). <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemesen.pdf>

- ECB. (2018). *Electronic Money*. European Central Bank.
- ECB. (2019). Crypto-Assets: Implications for Financial Stability, Monetary Policy, and Payments and Market Infrastructures. In *ECB Occasional Paper Series* (Issue 223). <https://doi.org/10.2139/ssrn.3391055>
- Ederington, L. H., & Guan, W. (2005). Forecasting volatility. *Journal of Futures Markets*, 25(5), 465–490. <https://doi.org/10.1002/fut.20146>
- Edison, H. J., Levine, R., Ricci, L., & Slok, T. (2002). International Financial Integration and Economic Growth. *Journal of International Money and Finance*, 21, 749–776.
- El Hedi Aroui, M., Jouini, J., & Nguyen, D. K. (2011). Volatility Spillovers between Oil Prices and Stock Sector Returns: Implications for Portfolio Management. *Journal of International Money and Finance*, 30(7), 1387–1405. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2011.07.008>
- ElBahrawy, A., Alessandretti, L., Kandler, A., Pastor-Satorras, R., & Baronchelli, A. (2017). Evolutionary dynamics of the cryptocurrency market. *Royal Society Open Science*, 4(11), 170623. <https://doi.org/10.1098/rsos.170623>
- Elton, E. J., & Gruber, M. J. (1997). Modern portfolio theory, 1950 to date. *Journal of Banking & Finance*, 21(11–12), 1743–1759. [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(97\)00048-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(97)00048-4)
- Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, S. J., & Goetzmann, W. N. (2014). *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis* (9th ed.). John Wiley & Sons.
- Enders, W. (2015). *Applied Econometric Time Series* (Fourth). Wiley.
- Engle, R. (2002). Dynamic Conditional Correlation. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(3), 339–350. <https://doi.org/10.1198/073500102288618487>
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50(4), 987–1007.
- Engle, R. F., Ito, T., & Lin, W.-L. (1990). Meteor Showers or Heat Waves? Heteroskedastic Intra-Daily Volatility in the Foreign Exchange Market. *Econometrica*, 58(3), 525.

<https://doi.org/10.2307/2938189>

- Engle, R. F., & Patton, A. J. (2007). What Good is A Volatility Model? In J. Knight & S. Satchell (Eds.), *Forecasting Volatility in the Financial Markets* (Third Edit, pp. 47–63). Elsevier.
- Engle, R. F., & Sheppard, K. (2001). *Theoretical and empirical properties of dynamic conditional correlation multivariate GARCH* (Issue October).
<http://www.nber.org/papers/w8554%0ANATIONAL>
- Erdem, E. (2006). Osmanlı Para Sistemi ve Tağşiş Politikası: Dönemsel Bir Analiz. *Bankacılar Dergisi*, 56, 10–28.
- Errunza, V., & Losq, E. (1985). International Asset Pricing under Mild Segmentation: Theory and Test. *The Journal of Finance*, 40(1), 105–124. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1985.tb04939.x>
- Errunza, V., Losq, E., & Padmanabhan, P. (1992). Tests of Integration, Mild Segmentation and Segmentation Hypotheses. *Journal of Banking & Finance*, 16(5), 949–972.
- ESMA. (2019). Advice Initial Coin Offerings and Crypto-Assets. In *European Securities and Markets Authority* (Issue January).
https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/esma50-157-1391_crypto_advice.pdf
- Evans, D. S. (2014). Economic Aspects of Bitcoin and Other Decentralized Public-Ledger Currency Platforms. *SSRN Electronic Journal*, April.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.2424516>
- Ewing, B. T., & Malik, F. (2013). Volatility Transmission Between Gold and Oil Futures under Structural Breaks. *International Review of Economics and Finance*, 25, 113–121.
<https://doi.org/10.1016/j.iref.2012.06.008>
- Fama, E. F., & French, K. R. (1998). Value versus Growth: The International Evidence. *The Journal of Finance*, 53(6), 1975–1999. <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00080>
- Fama, E. F., & French, K. R. (2004). The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. *Journal of Economic Perspectives*, 18(3), 25–46.

<https://doi.org/10.1257/0895330042162430>

Fang, L., Bouri, E., Gupta, R., & Roubaud, D. (2019). Does global economic uncertainty matter for the volatility and hedging effectiveness of Bitcoin? *International Review of Financial Analysis*, 61(December 2018), 29–36.

<https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.12.010>

Fantazzini, D., Nigmatullin, E., Sukhanovskaya, V., & Ivliev, S. (2016). Everything you always wanted to know about bitcoin modelling but were afraid to ask. *Munich Personal RePEc Archive*, 71946.

Fassas, A. P., Papadamou, S., & Koulis, A. (2020). Price discovery in bitcoin futures. *Research in International Business and Finance*, 52(October 2019), 101116.

<https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.101116>

FATF. (2014). *Virtual Currencies Key Definitions and Potential AML/CFT Risks: Vol. June*.

<https://doi.org/10.1080/1057610X.2017.1365464>

FATF. (2015). *Virtual Currencies* (Issue June).

<https://doi.org/10.4135/9781483381503.n1235>

Fedorov, P., Sarkissian, S., & Stanley, M. (2000). Cross-sectional variations in the degree of global integration: the case of Russian equities. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 10. www.elsevier.com/locate/econbase

Ferreira, A., & Sandner, P. (2021). Eu search for regulatory answers to crypto assets and their place in the financial markets' infrastructure. *Computer Law and Security Review*, 43.

<https://doi.org/10.1016/J.CLSR.2021.105632>

Ferreira, P., & Pereira, É. (2019). Contagion Effect in Cryptocurrency Market. *Journal of Risk and Financial Management*, 12(3), 115. <https://doi.org/10.3390/jrfm12030115>

Figlewski, S. (1997). Forecasting volatility. *Financial Markets, Institutions and Instruments*, 6, 1–88. <https://doi.org/10.1002/fut.20146>

Finney, H. (2004). *Reusable Proofs of Work*.

<https://nakamotoinstitute.org/finney/rpow/index.html>

- Fleming, J., Kirby, C., & Ost diek, B. (1998). Information and volatility linkages in the stock, bond, and money markets. *Journal of Financial Economics*, 49(1), 111–137.
[https://doi.org/10.1016/S0304-405X\(98\)00019-1](https://doi.org/10.1016/S0304-405X(98)00019-1)
- Flori, A. (2019). News and subjective beliefs: A Bayesian approach to Bitcoin investments. *Research in International Business and Finance*, 50(January), 336–356.
<https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.05.007>
- Foley, S., Karlsen, J. R., & Putnins, T. J. (2019). Sex, Drugs, and Bitcoin: How Much Illegal Activity Is Financed through Cryptocurrencies? *Review of Financial Studies*, 32(5), 1798–1853. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz015>
- Fontanills, G. A., & Gentile, T. (2003). *The Volatility Course Workbook*. John Wiley&Sons, Inc.
- Forbes, K. J., & Rigobon, R. (2002). No Contagion, Only Interdependence: Measuring Stock Market Comovements. *The Journal of Finance*, 57(5), 2223–2261.
<https://doi.org/10.1111/0022-1082.00494>
- Franco, P. (2015). Understanding Bitcoin: Cryptography and Economics. In *Wiley Finance Series* (First). John Wiley & Sons. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Frankenfield, J. (2021). *Block Header (Cryptocurrency)*. Investopedia.
<https://www.investopedia.com/terms/b/block-header-cryptocurrency.asp>
- Fry, J., & Cheah, E. T. (2016). Negative bubbles and shocks in cryptocurrency markets. *International Review of Financial Analysis*, 47, 343–352.
<https://doi.org/10.1016/j.irfa.2016.02.008>
- FSB. (2018). Crypto-asset markets: Potential channels for future financial stability implications. In *Basel: Financial Stability Board* (Vol. 10, Issue October).
<https://www.fsb.org/wp-content/uploads/P101018.pdf>
- FSB. (2022). Assessment of risks to financial stability from crypto-assets. In *Financial Stability Board* (Issue February). www.fsb.org/emailalert
- Furneaux, N. (2018). *Investigating Cryptocurrencies Understanding, Extracting and*

Analyzing Blockchain Evidence (1st ed.). John Wiley & Sons. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679&from=PT%0Ahttp://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52012PC0011:pt:NOT>

- Gagnon, L., & Karolyi, G. A. (2006). Price and Volatility Transmission across Borders. *Financial Markets, Institutions and Instruments*, 15(3), 107–158. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0416.2006.00115.x>
- Gamba-Santamaria, S., Gomez-Gonzalez, J. E., Hurtado-Guarin, J. L., & Melo-Velandia, L. F. (2017). Stock market volatility spillovers: Evidence for Latin America. *Finance Research Letters*, 20, 207–216. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.10.001>
- Gandotra, V., Racicot, F.-E., & Rahimzadeh, A. (2019). Cryptocurrency Mining. In *Cryptofinance and Mechanisms of Exchange* (1st ed., pp. 51–67). Springer. <https://doi.org/10.1201/9780429325533-13>
- Geuder, J., Kinatader, H., & Wagner, N. F. (2019). Cryptocurrencies as financial bubbles: The case of Bitcoin. *Finance Research Letters*, 31(October 2018), 179–184. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.11.011>
- Gil-Alana, L. A., Abakah, E. J. A., & Rojo, M. F. R. (2020). Cryptocurrencies and stock market indices. Are they related? *Research in International Business and Finance*, 51(March 2019), 101063. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.101063>
- Giungato, P., Rana, R., Tarabella, A., & Tricase, C. (2017). Current Trends in Sustainability of Bitcoins and Related Blockchain Technology. *Sustainability*, 9(12), 2214. <https://doi.org/10.3390/su9122214>
- Gkillas, K., Bekiros, S., & Siriopoulos, C. (2018). Extreme Correlation in Cryptocurrency Markets. *SSRN Electronic Journal*, 1–19. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3180934>
- Glaser, F., Zimmermann, K., Haferkorn, M., Weber, M. C., & Siering, M. (2014). Bitcoin - Asset or currency? Revealing users' hidden intentions. *ECIS 2014 Proceedings - 22nd European Conference on Information Systems*, 1–14.
- Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the Relation between the

- Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks. *The Journal of Finance*, 48(5), 1779–1801. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1993.tb05128.x>
- Goetzmann, W. N., Li, L., & Rouwenhorst, K. G. (2001). Long-Term Global Market Correlations. *NBER Working Paper Series*, 8612, 1–50.
- Goldman, K., & Kumar, A. (2021). *A Taxonomy of Digital Assets*. <https://milkeninstitute.org/report/taxonomy-digital-assets>
- Golosnoy, V., Gribisch, B., & Liesenfeld, R. (2015). Intra-daily volatility spillovers in international stock markets. *Journal of International Money and Finance*, 53, 95–114. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2015.01.002>
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, 37(3), 424–438.
- Grobys, K. (2015). Are volatility spillovers between currency and equity market driven by economic states? Evidence from the US economy. *Economics Letters*, 127, 72–75. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2014.12.034>
- Gronwald, M. (2019). Is Bitcoin a Commodity? On price jumps, demand shocks, and certainty of supply. *Journal of International Money and Finance*, 97, 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2019.06.006>
- Grubel, H. G. (1968). Internationally Diversified Portfolios: Welfare Gains and Capital Flows. *The American Economic Review*, 58(5), 1299–1314.
- Guadamuz, A., & Marsden, C. (2015). Blockchains and Bitcoin: Regulatory responses to cryptocurrencies. *First Monday*, 20(12). <https://doi.org/10.5210/fm.v20i12.6198>
- Guesmi, K., Saadi, S., Abid, I., & Ftiti, Z. (2019). Portfolio diversification with virtual currency: Evidence from bitcoin. *International Review of Financial Analysis*, 63(2017), 431–437. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.03.004>
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic Econometrics* (Fourth Edi). The McGraw-Hill.
- Güleç, Ö. F., Çevik, E., & Bahadır, N. (2018). Bitcoin ile Finansal Göstergeler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*,

7(2), 18–36.

Günen, E. (2021). *Proof of Work (İş / Emek İspatı) nedir? Nasıl çalışır?* Cointelegraph.
<https://tr.cointelegraph.com/news/what-does-proof-of-work-mean>

Gururaj, H. L., Manoj Athreya, A., Kumar, A. A., Holla, A. M., Nagarajath, S. M., & Ravi Kumar, V. (2020). Blockchain: A New Era of Technology. In G. Shrivastava, D.-N. Le, & K. Sharma (Eds.), *Cryptocurrencies and Blockchain Technology Applications* (pp. 3–24). Wiley Scrivener Publishing. <https://doi.org/10.1002/9781119621201.ch1>

Hafner, C. M., & Preminger, A. (2009). On asymptotic theory for multivariate GARCH models. *Journal of Multivariate Analysis*, 100(9), 2044–2054.
<https://doi.org/10.1016/j.jmva.2009.03.011>

Haig, S. (2019). *Bitcoin Block Size, Explained*. Cointelegraph.
<https://cointelegraph.com/explained/bitcoin-block-size-explained>

Halaburda, H., & Sarvary, M. (2016). *Beyond Bitcoin* (First). Palgrave Macmillan US.
<https://doi.org/10.1057/9781137506429>

Halaburda, H., Sarvary, M., & Haeringer, G. (2022). *Beyond Bitcoin Economics of Digital Currencies and Blockchain Technologies* (Second). Palgrave Macmillan.
<https://doi.org/10.2469/cfm.v26.n1.12>

Hamao, Y., Masulis, R. W., & Ng, V. (1990). Correlations in Price Changes and Volatility across International Stock Markets. *Review of Financial Studies*, 3(2), 281–307.
<https://doi.org/10.1093/rfs/3.2.281>

Hameed, K., Barika, M., Garg, S., Amin, M. B., & Kang, B. (2022). A taxonomy study on securing Blockchain-based Industrial applications: An overview, application perspectives, requirements, attacks, countermeasures, and open issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 26(September 2020).
<https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100312>

Hammond, S., & Ehret, T. (2022). *Cryptocurrency Regulations by Country*. Thomson Reuters. <https://www.thomsonreuters.com/en-us/posts/wp-content/uploads/sites/20/2022/04/Cryptos-Report-Compendium-2022.pdf>

- Handika, R., Soepriyanto, G., & Havidz, S. A. H. (2019). Are cryptocurrencies contagious to Asian financial markets? *Research in International Business and Finance*, 50(June), 416–429. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.06.007>
- Härdle, W. K., Harvey, C. R., & Reule, R. C. G. (2019). Understanding Cryptocurrencies. *SSRN Electronic Journal*, 19, 1–36. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3360304>
- Harvey, C. R. (2001). Asset Pricing: Emerging Markets. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (Vol. 13, Issue 4, pp. 840–845). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/02268-3>
- Hassan, A., & Javed, M. T. (2010). Relationship Among Equity Markets of Emerging OIC Economies. *Pakistan Journal of Applied Economics*, 20(1), 29–46.
- Hayes, A. S. (2017). Cryptocurrency value formation: An empirical study leading to a cost of production model for valuing bitcoin. *Telematics and Informatics*, 34(7), 1308–1321. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2016.05.005>
- Hazlett, P. K., & Luther, W. J. (2020). Is bitcoin money? And what that means. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 77, 144–149. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2019.10.003>
- Hedera. (2017). *What is Hedera?* <https://hedera.com/learning/hedera-hashgraph/what-is-hedera-hashgraph>
- Hendrickson, J. R., Hogan, T. L., & Luther, W. J. (2016). The political economy of bitcoin. *Economic Inquiry*, 54(2), 925–939. <https://doi.org/10.1111/ecin.12291>
- Hepsağ, A. (2013). *Çok Değişkenli Stokastik Oynaklık Modelleri : Petrol Piyasası ile Finansal Piyasalarda İşlem Gören Sanayi Sektörü Endeksi Arasındaki Oynaklık Etkileşimi Üzerine Bir Uygulama*. İstanbul Üniversitesi.
- Hileman, G. (2014). From Bitcoin to the Brixton Pound: History and Prospects for Alternative Currencies. In R. Böhme, M. Brenner, T. Moore, & M. Smith (Eds.), *Financial Cryptography and Data Security FC 2014 Workshops* (pp. 163–165). Springer.
- History of Bitcoin. (2022). *History of Bitcoin The World's First Decentralized Currency*. <http://historyofbitcoin.org/>

- Hong, Y. (2001). A test for volatility spillover with application to exchange rates. *Journal of Econometrics*, 103(1–2), 183–224. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00043-4](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00043-4)
- Houben, R., & Snyers, A. (2018). Cryptocurrencies and Blockchains Legal context and implications for financial crime, money laundering and tax evasion. In *European Parliament* (Issue July). <https://doi.org/10.37282/991819.16.38>
- Houben, R., & Snyers, A. (2020). *Crypto-assets Key developments, regulatory concerns and responses* (Issue April).
- Hoy, M. B. (2017). An Introduction to the Blockchain and Its Implications for Libraries and Medicine. *Medical Reference Services Quarterly*, 36(3), 273–279. <https://doi.org/10.1080/02763869.2017.1332261>
- Hughes, A., Park, A., Kietzmann, J., & Archer-Brown, C. (2019). Beyond Bitcoin: What blockchain and distributed ledger technologies mean for firms. *Business Horizons*, 62(3), 273–281. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.002>
- Hughes, E. (1993). *A Cypherpunk's Manifesto*. <https://www.activism.net/cypherpunk/manifesto.html>
- Hussain Shahzad, S. J., Bouri, E., Roubaud, D., & Kristoufek, L. (2020). Safe haven, hedge and diversification for G7 stock markets: Gold versus bitcoin. *Economic Modelling*, 87(January), 212–224. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.07.023>
- Hütten, M., & Thiemann, M. (2019). Moneys at the Margins – From political experiment to cashless societies. In M. Campbell-Verduyn (Ed.), *Bitcoin and Beyond: Cryptocurrencies, Blockchains, and Global Governance* (pp. 25–47). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315211909>
- Hyperledger Foundation. (2021). *An Overview of Hyperledger Foundation*. https://www.hyperledger.org/wp-content/uploads/2021/11/HL_Paper_HyperledgerOverview_102721.pdf
- IMF. (2021). Global Financial Stability Report: COVID-19, Crypto, and Climate: Navigating Challenging Transitions. In *SSRN Electronic Journal*. <https://www.elibrary.imf.org/view/books/082/465808-9781513595603-en/465808->

- Inagaki, K. (2007). Testing for volatility spillover between the British pound and the euro. *Research in International Business and Finance*, 21(2), 161–174.
<https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2006.03.006>
- Ingham, G. (2004). *The Nature of Money*. Polity Press.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1813-6982.1952.tb01543.x>
- IOTA. (2016). *What is IOTA?* <https://www.iota.org/get-started/what-is-iota>
- Islam, A. K. M. N., Mäntymäki, M., & Turunen, M. (2019). Understanding the role of actor heterogeneity in blockchain splits: An actor-network perspective to bitcoin forks. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 4595–4604. <https://doi.org/10.24251/hicss.2019.556>
- Iwamura, M., Kitamura, Y., Matsumoto, T., & Saito, K. (2014). Can We Stabilize the Price of a Cryptocurrency?: Understanding the Design of Bitcoin and Its Potential to Compete with Central Bank Money. *SSRN Electronic Journal*, 60(1), 41–60.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.2519367>
- Jebran, K., Chen, S., Ullah, I., & Mirza, S. S. (2017). Does volatility spillover among stock markets varies from normal to turbulent periods? Evidence from emerging markets of Asia. *Journal of Finance and Data Science*, 3(1–4), 20–30.
<https://doi.org/10.1016/j.jfds.2017.06.001>
- Ji, Q., Bouri, E., Gupta, R., & Roubaud, D. (2018). Network causality structures among Bitcoin and other financial assets: A directed acyclic graph approach. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 70, 203–213. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2018.05.016>
- Ji, Q., Bouri, E., Lau, C. K. M., & Roubaud, D. (2019). Dynamic connectedness and integration in cryptocurrency markets. *International Review of Financial Analysis*, 63(December 2018), 257–272. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.12.002>
- Ji, Q., Bouri, E., Roubaud, D., & Kristoufek, L. (2019). Information interdependence among energy, cryptocurrency and major commodity markets. *Energy Economics*, 81(December 2013), 1042–1055. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.06.005>

- Jin, J., Yu, J., Hu, Y., & Shang, Y. (2019). Which one is more informative in determining price movements of hedging assets? Evidence from Bitcoin, gold and crude oil markets. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 527, 121121. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.121121>
- Jithendranathan, T., Nirmalanandan, T. R., & Tandon, K. (2000). Barriers to international investing and market segmentation: Evidence from Indian GDR market. *Pacific-Basin Finance Journal*, 8(3–4), 399–417. [https://doi.org/10.1016/S0927-538X\(00\)00025-1](https://doi.org/10.1016/S0927-538X(00)00025-1)
- Ju, L., Lu, T., & Tu, Z. (2015). Capital Flight and Bitcoin Regulation. *International Review of Finance*, 16(3), 445–455. <https://doi.org/10.1111/irfi.1207>
- Judmayer, A., Stifter, N., Krombholz, K., & Weippl, E. (2017). *Block and Chains: Introduction to Bitcoin, Cryptocurrencies and Their Consensus Mechanisms* (1st ed.). Morgan&Claypool Publishers.
- Kaiser, L., & Stöckl, S. (2019). Cryptocurrencies: Herding and the transfer currency. *Finance Research Letters*, March. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.06.012>
- Kajtazi, A., & Moro, A. (2019). The role of bitcoin in well diversified portfolios: A comparative global study. *International Review of Financial Analysis*, 61(June 2018), 143–157. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.10.003>
- Kaminsky, G. L., Reinhart, C. M., & Vegh, C. A. (2003). The Unholy Trinity of Financial Contagion. *Journal of Economic Perspectives*, 17(4), 51–74.
- Kanat, E., & Öget, E. (2018). Bitcoin ile Türkiye ve G7 Ülke Borsaları Arasındaki Uzun ve Kısa Dönemli İlişkilerin İncelenmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 601–614. <https://doi.org/10.29106/fesa.422113>
- Kang, S. H., McIver, R. P., & Hernandez, J. A. (2019). Co-movements between Bitcoin and Gold: A wavelet coherence analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 536, 120888. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.124>
- Kaplanov, N. M. (2012). Nerdy Money: Bitcoin, the Private Digital Currency, and the Case Against Its Regulation. *SSRN Electronic Journal*, 11. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2115203>

- Karabıyık, L., & Anbar, A. (2007). Volatilite ve Varyans Swapları. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 35, 62–77. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mufad/395538>
- Karaman, A. (2022a). *Atatürk'ün imzalı fotoğrafı ilk tescilli NFT oldu*. <https://tr.cointelegraph.com/news/tokenized-photo-of-turkeys-founder-ataturk-became-the-first-government-licensed-nft-in-the-world>
- Karaman, A. (2022b). *Kripto Piyasası ve Yatırım Raporu: Türkiye 2022*. GateTR. <https://tr.cointelegraph.com/news/over-4-of-turkish-population-use-crypto-report>
- Karlström, H. (2014). Do libertarians dream of electric coins? The material embeddedness of Bitcoin. *Distinktion: Journal of Social Theory*, 15(1), 23–36. <https://doi.org/10.1080/1600910X.2013.870083>
- Katsiampa, P. (2019). An empirical investigation of volatility dynamics in the cryptocurrency market. *Research in International Business and Finance*, 50(January), 322–335. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.06.004>
- Katsiampa, P., Corbet, S., & Lucey, B. (2019a). High frequency volatility co-movements in cryptocurrency markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 62, 35–52. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2019.05.003>
- Katsiampa, P., Corbet, S., & Lucey, B. (2019b). Volatility spillover effects in leading cryptocurrencies: A BEKK-MGARCH analysis. *Finance Research Letters*, 29(March), 68–74. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.03.009>
- Kayal, P., & Rohilla, P. (2021). Bitcoin in the economics and finance literature: a survey. *SN Business & Economics*, 1(7), 1–21. <https://doi.org/10.1007/s43546-021-00090-5>
- Kayalidere, K. (2013). *Volatilite Tahmin Modelleri ve Performanslarının Ölçümü Hisse Senedi Piyasalarında Bir Uygulama* (Issue Nisan). Gazi Kitabevi.
- Kearney, C., & Lucey, B. M. (2004). International equity market integration: Theory, evidence and implications. *International Review of Financial Analysis*, 13(5 SPEC.ISS.), 571–583. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2004.02.013>
- Kelly, B. (2015). *The Bitcoin Big Bang: How Alternative Currencies Are About to Change the World*. John Wiley & Sons.

- Kemmerer, E. W. (1944). *Gold and The Gold Standard: The Story of Gold Money Past, Present and Future* (1st ed.). McGraw-Hill Book Company.
- Kethineni, S., Cao, Y., & Dodge, C. (2018). Use of Bitcoin in Darknet Markets: Examining Facilitative Factors on Bitcoin-Related Crimes. *American Journal of Criminal Justice*, 43(2), 141–157. <https://doi.org/10.1007/s12103-017-9394-6>
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Palgrave Macmillan.
- Kim, E. H., & Singal, V. (2000). The Fear of Globalizing Capital Markets. *Emerging Markets Review*, 1, 183–198.
- Kim, S. J., Moshirian, F., & Wu, E. (2006). Evolution of international stock and bond market integration: Influence of the European Monetary Union. *Journal of Banking and Finance*, 30(5), 1507–1534. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2005.05.007>
- Kim, T. (2017). On the transaction cost of Bitcoin. *Finance Research Letters*, 23, 300–305. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.07.014>
- King, M. A., & Wadhwani, S. (1990). Transmission of Volatility between Stock Markets. *Review of Financial Studies*, 3(1), 5–33. <https://doi.org/10.1093/rfs/3.1.5>
- Kılıç, Y., & Çütcü, İ. (2018). Bitcoin Fiyatları ile Borsa İstanbul Endeksi Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13(3), 235–250. <https://doi.org/10.17153/oguiibf.455083>
- Kırac, F. (2015). *Küresel Krizlerin Bulaşma Etkisi: Menkul Kıymet Borsaları Üzerine Bir Uygulama*. Dumlupınar Üniversitesi.
- Kjærland, F., Khazal, A., Krogstad, E., Nordstrøm, F., & Oust, A. (2018). An Analysis of Bitcoin's Price Dynamics. *Journal of Risk and Financial Management*, 11(4), 63. <https://doi.org/10.3390/jrfm11040063>
- Kliber, A., Marszałek, P., Musiałkowska, I., & Świerczyńska, K. (2019). Bitcoin: Safe haven, hedge or diversifier? Perception of bitcoin in the context of a country's economic situation — A stochastic volatility approach. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 524, 246–257. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.145>

- Knight, F. H. (1921). *Risk, Uncertainty and Profit*. Houghton Mifflin.
- Korajczyk, R. A. (1996). A measure of stock market integration for developed and emerging markets. *World Bank Economic Review*, 10(2), 267–289.
<https://doi.org/10.1093/wber/10.2.267>
- Koutmos, D. (2018a). Bitcoin returns and transaction activity. *Economics Letters*, 167, 81–85.
<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.03.021>
- Koutmos, D. (2018b). Return and volatility spillovers among cryptocurrencies. *Economics Letters*, 173, 122–127. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.10.004>
- Krause, A. (2001). An Overview of Asset Pricing Models. *University of Bath, School of Management.*, 154. http://people.bath.ac.uk/mnsak/Research/Asset_pricing.pdf
- Kroll, J. a, Davey, I. C., & Felten, E. W. (2013). The Economics of Bitcoin Mining, or Bitcoin in the Presence of Adversaries. *The Twelfth Workshop on the Economics of Information Security (WEIS 2013)*, Weis, 1–21.
- Krugman, P. (2011). *Golden Cyberfettters*. The New York Times.
<https://archive.nytimes.com/krugman.blogs.nytimes.com/2011/09/07/golden-cyberfettters/>
- Kumar, A. S., & Anandarao, S. (2019). Volatility spillover in crypto-currency markets: Some evidences from GARCH and wavelet analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 524, 448–458. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.154>
- Kumar, D. (2014). Return and volatility transmission between gold and stock sectors: Application of portfolio management and hedging effectiveness. *IIMB Management Review*, 26(1), 5–16. <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2013.12.002>
- Kumar, H. (2022). *Demystified: The Difference Between Crypto Coins and Crypto Tokens*.
<https://www.outlookindia.com/business/demystified-the-difference-between-crypto-coins-and-crypto-tokens-read-here-for-details-news-197683>
- Kuo Chuen, D. L., & Low, L. (2018). *Inclusive Fintech Blockchain Cryptocurrency and ICO*. World Scientific Publishing.

- Kurka, J. (2019). Do cryptocurrencies and traditional asset classes influence each other? *Finance Research Letters*, 31, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.04.018>
- Lambort, L., Shostak, R., & Pease, M. (1982). The Byzantine Generals Problem. *ACM Transactions on Programming Languages and Systems*, 4(3), 382–401.
- Lánský, J. (2017). Bitcoin System. *Acta Informatica Pragensia*, 6(1), 20–31. <https://doi.org/10.18267/j.aip.97>
- Lee, J. Y. (2019). A decentralized token economy: How blockchain and cryptocurrency can revolutionize business. *Business Horizons*, 62(6), 773–784. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.08.003>
- Legal Issues. (2017). Blockchain Comes of Age. *Information Today*, 34(September), 22. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=jlh&AN=125231616&site=ehost-live>
- Leiner, M. B., Cerf, G. V., Clark, D. D., Kahn, E. K., Kleinrock, L., Lynch, C. D., Postel, J., Roberts, G. L., & Wolff, S. (1997). A brief history of internet. *Internet Society*, 121–132. <https://doi.org/10.3233/978-1-60750-880-9-121>
- LeRoy, S. F., & Singell, L. D. (1987). Knight on Risk and Uncertainty. *Journal of Political Economy*, 95(2), 394–406.
- Levy, H., & Sarnat, M. (1970). International diversification of investment portfolios. *The American Economic Review*, 60(4), 668–675. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=4507532&site=ehost-live&scope=site>
- Li, X., & Wang, C. A. (2017). The technology and economic determinants of cryptocurrency exchange rates: The case of Bitcoin. *Decision Support Systems*, 95, 49–60. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2016.12.001>
- Lin, W., Engle, R. F., & Ito, T. (1994). Do Bulls and Bears Move across Borders ? International Transmission of Stock Returns and Volatility. *The Review of Financial Studies*, 7(3), 507–538.
- Lintner, J. (1965). The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in

- Stock Portfolios and Capital Budgets. *Review of Economics and Statistics*, 47, 13–37.
- Liow, K. H. (2015). Volatility Spillover Dynamics and Relationship Across G7 Financial Markets. *North American Journal of Economics and Finance*, 33, 328–365.
<https://doi.org/10.1016/j.najef.2015.06.003>
- Liu, J., & Serletis, A. (2019). Volatility in the Cryptocurrency Market. *Open Economies Review*, 30(4), 779–811. <https://doi.org/10.1007/s11079-019-09547-5>
- Liu, M., Li, G., Li, J., Zhu, X., & Yao, Y. (2021). Forecasting the price of Bitcoin using deep learning. *Finance Research Letters*, 40(April 2020), 101755.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101755>
- Liu, W., Liang, X., & Cui, G. (2020). Common risk factors in the returns on cryptocurrencies. *Economic Modelling*, 86(September), 299–305.
<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.09.035>
- Lo, S., & Wang, J. . C. (2014). Bitcoin as Money? *Current Policy Perspectives*, 14(4), 1–28.
- Longin, F., & Solnik, B. (1995). Is the correlation in international equity returns constant: 1960-1990? *Journal of International Money and Finance*, 14(1), 3–26.
[https://doi.org/10.1016/0261-5606\(94\)00001-H](https://doi.org/10.1016/0261-5606(94)00001-H)
- Luther, W. J., & Olson, J. (2015). Bitcoin is Memory. *Journal of Prices & Markets*, 3(3), 22–33. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2275730>
- Luther, W. J., & Salter, A. W. (2017). Bitcoin and the bailout. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 66, 50–56. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2017.01.009>
- Luther, W. J., & White, L. H. (2014). *Can Bitcoin Become a Major Currency?* (Issues 14–17).
- Lütkepohl, H. (2009). Econometric analysis with vector autoregressive models. In D. A. Belsley & E. J. Kontoghiorghes (Eds.), *Handbook of Computational Econometrics* (First, pp. 281–319). Wiley.
- Luu Duc Huynh, T. (2019). Spillover Risks on Cryptocurrency Markets: A Look from VAR-

- SVAR Granger Causality and Student's-t Copulas. *Journal of Risk and Financial Management*, 12(2), 52. <https://doi.org/10.3390/jrfm12020052>
- Malik, F., & Hammoudeh, S. (2007). Shock and Volatility Transmission in the Oil, US and Gulf Equity Markets. *International Review of Economics and Finance*, 16(3), 357–368. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2005.05.005>
- Malone, D., & O'Dwyer, K. J. (2014). Bitcoin Mining and its Energy Footprint. *25th IET Irish Signals & Systems Conference 2014 and 2014 China-Ireland International Conference on Information and Communities Technologies (ISSC 2014/CIICT 2014)*, CP639, 280–285. <https://doi.org/10.1049/cp.2014.0699>
- Mann, M. (1986). *The Source of Social Power*. Cambridge University Press.
- Mansfield-Devine, S. (2017). Beyond Bitcoin: using blockchain technology to provide assurance in the commercial world. *Computer Fraud & Security*, 5, 14–18. [https://doi.org/10.1016/S1361-3723\(17\)30042-8](https://doi.org/10.1016/S1361-3723(17)30042-8)
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7.
- Marshall, A. (1930). *Principles of Economics: An Introductory Volume* (Eight). Macmillan and Co. Limited.
- Martin, P., & Rey, H. (2000). Financial integration and asset returns. *European Economic Review*, 44(7), 1327–1350. [https://doi.org/10.1016/S0014-2921\(00\)00036-2](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(00)00036-2)
- Masset, P. (2011). Volatility Stylized Facts. *SSRN Electronic Journal*, September, 1–91. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1804070>
- Matkovskyy, R. (2019). Centralized and decentralized bitcoin markets: Euro vs USD vs GBP. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 71, 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2018.09.005>
- Matkovskyy, R., & Jalan, A. (2019). From financial markets to Bitcoin markets: A fresh look at the contagion effect. *Finance Research Letters*, 31(December 2018), 93–97. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.04.007>
- Mayhew, S. (1995). Implied Volatility. *Financial Analysts Journal*, 51(4), 8–20.

<https://doi.org/10.2469/faj.v51.n4.1916>

- Mensi, W., Sensoy, A., Aslan, A., & Kang, S. H. (2019). High-frequency asymmetric volatility connectedness between Bitcoin and major precious metals markets. *North American Journal of Economics and Finance*, 50(June), 101031. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2019.101031>
- Mensi, Walid, Beljid, M., Boubaker, A., & Managi, S. (2013). Correlations and volatility spillovers across commodity and stock markets : Linking energies , food , and gold. *Economic Modelling*, 32, 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.01.023>
- Mensi, Walid, Rehman, M. U., Al-Yahyaee, K. H., Al-Jarrah, I. M. W., & Kang, S. H. (2019). Time frequency analysis of the commonalities between Bitcoin and major Cryptocurrencies: Portfolio risk management implications. *North American Journal of Economics and Finance*, 48(March), 283–294. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2019.02.013>
- Merton, R. C. (1973). An intertemporal capital asset pricing model. *Econometrica*, 41, 867–887.
- Merwe, A. van der. (2021). Cryptocurrencies and Other Digital Asset Investment. In M. Pompella & R. Matousek (Eds.), *The Palgrave Handbook of Fintech and Blockchain* (First, pp. 259–266). Palgrave Macmillan.
- Mishkin, F. S. (2011). *Para, Bankacılık ve Finansal Piyasalar İktisadı* (N. Engin, S. Şahin, S. Çiçek, & Ç. Boz (eds.); 8th ed.). Akademi Yayın Hizmetleri.
- Mobarek, A., & Mollah, S. (2016). Global Stock Market Integration: Co-Movement, Crises, and Efficiency in Developed and Emerging Markets. In *Global Stock Market Integration: Co-Movement, Crises, and Efficiency in Developed and Emerging Markets*. <https://doi.org/10.1057/9781137367549>
- Moore, H. (2014). *The Mt Gox bitcoin scandal is the best thing to happen to bitcoin in years*. The Guardian. <https://www.theguardian.com/money/us-money-blog/2014/feb/25/bitcoin-mt-gox-scandal-reputation-crime>
- Moskov, P. (2018). *What Is Bit Gold? The Brainchild of Blockchain Pioneer Nick Szabo*.

<https://coincentral.com/what-is-bit-gold-the-brainchild-of-blockchain-pioneer-nick-szabo/>

Mueller, P. (2018). Application of blockchain technology. *IT - Information Technology*, 60(5–6), 249–251. <https://doi.org/10.1515/itit-2018-0035>

Mulder, N. (2018). *War Finance*. International Encyclopedia of the First World War. https://encyclopedia.1914-1918-online.net/article/war_finance

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. <https://doi.org/10.1108/TG-06-2020-0114>

Nakamoto, S. (2009). *Bitcoin open source implementation of P2P currency*. <https://p2pfoundation.ning.com/forum/topics/bitcoin-open-source>

Napari, A., & Parlaktuna, I. (2022). Bitcoin as a global risk and the woes of the Turkish Lira. *Macroeconomics and Finance in Emerging Market Economies*, 00(00), 1–15. <https://doi.org/10.1080/17520843.2022.2159149>

Narayan, P. K., Narayan, S., Eki Rahman, R., & Setiawan, I. (2019). Bitcoin price growth and Indonesia's monetary system. *Emerging Markets Review*, 38(July 2018), 364–376. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2018.11.005>

Nian, L. P., & Kuo Chuen, D. L. (2015). Introduction to Bitcoin. In D. L. Kuo Chuen (Ed.), *Handbook of Digital Currency Bitcoin, Innovation, Financial Instruments and Big Data* (pp. 5–30). Elsevier.

Obstfeld, M. (1994). Evaluating Risky Consumption Paths: The Role of Intertemporal Substitutability. *European Economic Review*, 38(7), 1471–1486.

Obstfeld, M. (1998). The Global Capital Market: Benefactor or Menace? *Journal of Economic Perspectives*, 12(4), 9–30. <https://doi.org/10.1257/jep.12.4.9>

Odier, P., & Solnik, B. (1993). Lessons for International Asset Allocation. *Financial Analysts Journal*, 49.

OICV-IOSCO. (2020). *Issues, Risks and Regulatory Considerations Relating to Crypto-Asset Trading Platforms Final Report*.

<https://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOPD627.pdf>

- Ølnes, S., Ubacht, J., & Janssen, M. (2017). Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing. *Government Information Quarterly*, 34(3), 355–364. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2017.09.007>
- Ong, B., Lee, T. M., Li, G., & Chuen, D. L. K. (2015). Evaluating the Potential of Alternative Cryptocurrencies. In D. L. Kuo Chuen (Ed.), *Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data* (First, pp. 81–135). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802117-0.00005-9>
- Oosthoek, K., & Doerr, C. (2020). From Hodl to Heist: Analysis of Cyber Security Threats to Bitcoin Exchanges. *IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency, ICBC 2020*. <https://doi.org/10.1109/ICBC48266.2020.9169412>
- Orrell, D., & Chlupaty, R. (2016). *Evolution of Money*. Columbia University Press.
- Orskaug, E. (2009). *Multivariate DCC-GARCH Model-With Various Error Distributions* (Issue June) [Norwegian University of Science and Technology]. <https://core.ac.uk/download/pdf/52106361.pdf>
- Özgen, F. B., & Güloğlu, B. (2004). Türkiye’de İç Borçların İktisadî Etkilerinin VAR Tekniğiyle Analizi. *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 31, 93–114.
- Ozyesil, M., & Cikrikci, M. (2018). Is bitcoin becoming an alternative investment option for Turkey a comparative investigation through the non-linear time series analysis. *Pressacademia*, 5(4), 250–261. <https://doi.org/10.17261/pressacademia.2018.1009>
- Parasız, İ. (2009). *Para Banka ve Finansal Piyasalar* (9th ed.). Ezgi Kitabevi.
- Peng, Y., Albuquerque, P. H. M., Camboim de Sá, J. M., 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. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.12.004>
- Pericoli, M., & Sbracia, M. (2003). A primer on financial contagion. *Journal of Economic Surveys*, 17(4), 571–608. <https://doi.org/10.1111/1467-6419.00205>

- Petersen, C. (2018). *Only 33% of Bitcoin Payments Used to Purchase Goods, Economic Value in Question*. Newsbtc. <https://www.newsbtc.com/tech/only-33-of-bitcoin-payments-used-to-purchase-goods-economic-value-in-question/>
- Peterson, J., Krug, J., Zoltu, M., Williams, A. K., & Alexander, S. (2018). Augur: a decentralized oracle and prediction market platform. *White Paper*. <https://github.com/AugurProject/whitepaper/blob/master/v1/english/whitepaper.pdf>
- Phillip, A., Chan, J. S. K., & Peiris, S. (2018). A new look at Cryptocurrencies. *Economics Letters*, 163, 6–9. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.11.020>
- Phillips, P. C. B., & Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335–346.
- Pieters, G. (2016). The Potential Impact of Decentralized Virtual Currency on Monetary Policy. In *Globalization and Monetary Policy Institute Annual Report*. https://doi.org/10.1207/s15327930pje7903_4
- Pinna, A., Tonelli, R., Orrú, M., & Marchesi, M. (2018). A Petri Nets Model for Blockchain Analysis. *The Computer Journal*, 61(9), 1374–1388. <https://doi.org/10.1093/comjnl/bxy001>
- Plassaras, A. N. (2013). Regulating Digital Currencies: Bringing Bitcoin within the Reach of the IMF. *Chicago Journal of International Law*, 14, 1–26.
- Platanakis, E., & Urquhart, A. (2019). Should investors include Bitcoin in their portfolios? A portfolio theory approach. *British Accounting Review*, xxxx, 100837. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2019.100837>
- Poddig, T., & Rehkugler, H. (1996). A ‘world’ model of integrated financial markets using artificial neural networks. *Neurocomputing*, 10(3), 251–273. [https://doi.org/10.1016/0925-2312\(96\)00049-5](https://doi.org/10.1016/0925-2312(96)00049-5)
- Polasik, M., Piotrowska, A. I., Wisniewski, T. P., Kotkowski, R., & Lightfoot, G. (2015). Price Fluctuations and the Use of Bitcoin: An Empirical Inquiry. *International Journal of Electronic Commerce*, 20(1), 9–49. <https://doi.org/10.1080/10864415.2016.1061413>
- Poon, S.-H., & Granger, C. (2005). Practical Issues in Forecasting Volatility. *Financial*

- Analysts Journal*, 61(1), 45–56. <https://doi.org/10.2469/faj.v61.n1.2683>
- Poon, S. (2005). *A Practical Guide to Forecasting Market Volatility* (First). John Wiley & Sons.
- Poon, S. H., & Granger, C. W. J. (2003). Forecasting Volatility in Financial Markets: A Review. *Journal of Economic Literature*, 41, 478–539.
- Powell, F. (2022). *The Best Crypto Exchanges of 2022*. Forbes Adviser.
<https://www.forbes.com/advisor/investing/cryptocurrency/best-crypto-exchanges/>
- Poyser, O. (2019). Exploring the dynamics of Bitcoin's price: a Bayesian structural time series approach. *Eurasian Economic Review*, 9(1), 29–60.
<https://doi.org/10.1007/s40822-018-0108-2>
- Qu, C. (2017). Bitcoin in China: Price Discovery and Volatility Transmission. *SSRN Electronic Journal*, 1–13. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2934031>
- Rachev, S. T., Mittnik, S., Fabozzi, F. J., Focardi, S. M., & Jasic, T. (2007). *Financial Econometrics From Basics to Advanced Modeling Techniques*. John Wiley & Sons, Inc.
- Ragunathan, V. (1999). Financial deregulation and integration: an Australian perspective. *Journal of Economics and Business*, 51(6), 505–514. [https://doi.org/10.1016/S0148-6195\(99\)00018-1](https://doi.org/10.1016/S0148-6195(99)00018-1)
- Rehman, M. U., & Apergis, N. (2019). Determining the predictive power between cryptocurrencies and real time commodity futures: Evidence from quantile causality tests. *Resources Policy*, 61(July 2018), 603–616.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.08.015>
- Reid, F., & Harrigan, M. (2013). An Analysis of Anonymity in the Bitcoin System. In Y. Altshuler, Y. Elovici, A. B. Cremers, N. Aharony, & A. Pentland (Eds.), *Security and Privacy in Social Networks* (pp. 197–223). Springer.
- Reijers, W., O'Brolcháin, F., & Haynes, P. (2016). Governance in Blockchain Technologies & Social Contract Theories. *Ledger*, 1, 134–151. <https://doi.org/10.5195/ledger.2016.62>
- Reuters Graphics. (2022). *Biggest cryptocurrencies by users*.

<https://fingfx.thomsonreuters.com/gfx/editorcharts/CRYPTO-CURRENCIES-ALTCOINS/0H001PBVN692/index.html>

Robleh, A., Barrdear, J., Clews, R., & Southgate, J. (2014). *The economics of digital currencies* (Issue Q3).

Roll, R., & Ross, S. A. (1984). The Arbitrage Pricing Theory Approach to Strategic Portfolio Planning. *Financial Analysts Journal*, May-June, 14–26.
<https://doi.org/10.2469/faj.v51.n1.1868>

Ross, S. (1976). The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing. *Journal of Economic Theory*, 13, 341–360.

Ross, S. A. (1989). Information and Volatility: The No-Arbitrage Martingale Approach to Timing and Resolution Irrelevancy. *Journal of Finance*, 44.

Routledge, B., & Zetlin-Jones, A. (2021). *The financialization of cryptocurrencies*. IBM.
<https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2021/05/the-financialization-of-cryptocurrencies/>

Roy, R. P., & Sinha Roy, S. (2017). Financial contagion and volatility spillover: An exploration into Indian commodity derivative market. *Economic Modelling*, 67(July 2016), 368–380. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2017.02.019>

Rybarczyk, R. (2020). *Understanding the Bitcoin Blockchain Header*. FCAT Blockchain Incubator. <https://medium.com/fcats-blockchain-incubator/understanding-the-bitcoin-blockchain-header-a2b0db06b515>

Şahin, O. N., & Bakırtaş, İ. (2000). İki Dünya Savaşı Arasındaki Dönemde Dünya Ekonomik ve Siyasi Dengelerindeki Değişmeler. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4, 61–77.

Schwert, G. W. (1989). Why Does Stock Market Volatility Change Over Time? In *THE JOURNAL OF FINANCE* *: Vol. XLIV (Issue 5). <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1989.tb02647.x>

Sebastião, H., & Godinho, P. (2020). Bitcoin futures: An effective tool for hedging cryptocurrencies. *Finance Research Letters*, 33(May), 101230.

<https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.07.003>

Selgin, G. (2015). Synthetic commodity money. *Journal of Financial Stability*, 17, 92–99.
<https://doi.org/10.1016/j.jfs.2014.07.002>

Seth, N., & Panda, L. (2018). Financial contagion: review of empirical literature. *Qualitative Research in Financial Markets*, 10(1), 15–70. <https://doi.org/10.1108/QRFM-06-2017-0056>

Sevüktekin, M., & Çınar, M. (2014). *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi* (4. Baskı). Dora Basım Yayın.

Shahzad, S. J. H., Bouri, E., Roubaud, D., Kristoufek, L., & Lucey, B. (2019). Is Bitcoin a better safe-haven investment than gold and commodities? *International Review of Financial Analysis*, 63(December 2018), 322–330.
<https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.01.002>

Sharma, S. (2018). *Crypto Trading Volume Hikes as Turkey Citizens Interest Shifts from Plunging Lira to Bitcoin*. CoinGape. <https://coingape.com/crypto-trading-volume-hikes-turkey-shifts-plunging-lira/>

Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *Journal of Finance*, 19, 425–442.

Silvey, T. A. (2007). An Investigation of The Relative Performance of GARCH Models Versus Simple Rules in Forecasting Volatility. In J. Knight & S. Satchell (Eds.), *Forecasting Volatility in the Financial Markets* (Third Edit, pp. 101–128). Elsevier.

Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, 48(1), 1–48.

Singhal, S., & Ghosh, S. (2016). Returns and volatility linkages between international crude oil price, metal and other stock indices in India: Evidence from VAR-DCC-GARCH models. *Resources Policy*, 50(C), 276–288.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2016.10.001>

Sivrikaya, A. (2020). The Relationship Between Bitcoin Trade Volume and Inflation Uncertainty: Evidence from Turkey. *3. Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 55(4), 3036–3049. <https://doi.org/10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.20.12.1506>

- Sivrioğlu, U. T. (2014). Ortaçağ İslam Sikkelerinde Hellen, Roma-Bizans Etkisi. *Akademik Tarih ve Düşünce Dergisi*, 1(2), 1–21.
- Solnik, B. (1983). International Arbitrage Pricing Theory. *The Journal of Finance*, 38(2), 449–457.
- Solnik, B. H. (1974). Why Not Diversify Internationally Rather Than Domestically? *Financial Analysts Journal*, 30(4).
- Statista. (2022). *Annual number of data compromises and individuals impacted in the United States from 2005 to first half 2022*. <https://www.statista.com/statistics/273550/data-breaches-recorded-in-the-united-states-by-number-of-breaches-and-records-exposed/>
- Stavárek, D., Repkova, I., & Gajdosova, K. (2011). Theory of financial integration and achievements in the European Union. *MPRA Paper*, 34393, 1–30. <https://doi.org/10.4324/9780203123515>
- Stavroyiannis, S. (2018). Value-at-risk and related measures for the Bitcoin. *Journal of Risk Finance*, 19(2), 127–136. <https://doi.org/10.1108/JRF-07-2017-0115>
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2001). Vector Autoregressions. *Journal of Economic Perspectives*, 15(4), 101–115.
- Stulz, R. M. (1981). A model of international asset pricing. *Journal of Financial Economics*, 9(4), 383–406. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(81\)90005-2](https://doi.org/10.1016/0304-405X(81)90005-2)
- Sussman, N. (1999). Chown. A History of Money from AD 800. In *Journal of Economic History* (2nd ed., Vol. 59, Issue 1). Taylor & Francis.
- Swan, M. (2015). *Blockchain Blueprint for a New Economy* (1st ed.). O'Reilly.
- Swartz, L. (2018). What was Bitcoin, what will it be? The techno-economic imaginaries of a new money technology. *Cultural Studies*, 32(4), 623–650. <https://doi.org/10.1080/09502386.2017.1416420>
- Symitsi, E., & Chalvatzis, K. J. (2018). Return, volatility and shock spillovers of Bitcoin with energy and technology companies. *Economics Letters*, 170, 127–130. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.06.012>

- Szabo, N. (1996). *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*.
https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOT_winterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html
- Szabo, N. (2005). *Bit Gold*. <https://nakamotoinstitute.org/bit-gold/>
- Szetela, B., Mentel, G., & Gędek, S. (2016). Dependency Analysis between Bitcoin and Selected Global Currencies. *Dynamic Econometric Models*, 16(1), 133.
<https://doi.org/10.12775/dem.2016.009>
- Takım, A. (2010). Türkiye’de Ekonomik Büyüme ile İşsizlik Arasındaki İlişki: Granger Nedensellik Testi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27.
- Tasca, P., Hayes, A., & Liu, S. (2018). The evolution of the bitcoin economy. *The Journal of Risk Finance*, 19(2), 94–126. <https://doi.org/10.1108/JRF-03-2017-0059>
- TCMB. (2021). *Ödemelerde Kripto Varlıkların Kullanılmamasına Dair Yönetmelik* (Issue 31456).
- TCMB. (2022). *Dijital Türk Lirası Kullanımına İlişkin Basın Duyurusu*.
<https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Duyurular/Basin/2022/DUY2022-55>
- Tek, A. T., & Gökalp, Z. D. (2007). On İkinci Yüzyılda Bizans Dünyasında Para. I. *Uluslararası Sevgi Göznül Bizans Araştırmaları Sempozyumu, Bildiriler*.
- Teulon, F., Guesmi, K., & Mankai, S. (2014). Regional stock market integration in Singapore: A multivariate analysis. *Economic Modelling*, 43, 217–224.
<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.07.045>
- Theodossiou, P., & Lee, U. (1993). Mean and Volatility Spillovers Across Major National Stock Markets: Further Empirical Evidence. *Journal of Financial Research*, 16(4), 337–350. <https://doi.org/10.1111/j.1475-6803.1993.tb00152.x>
- Thibeaudeau, D. (2022). *Crossing the Chasm to an Open Source Hedera Mainnet*. The Hbar Foundation. <https://www.hbarfoundation.org/blog-post/hedera-bridging-the-chasm-with-open-sourcing>

- Thies, S., & Molnár, P. (2018). Bayesian change point analysis of Bitcoin returns. *Finance Research Letters*, 27(February), 223–227. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.03.018>
- Thuraisamy, K. S., Sunila, S., Joher, H., & Ahmed, A. (2013). The Relationship Between Asian Equity and Commodity Futures Markets. *Journal of Asian Economics*, 28, 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2013.04.003>
- Tian, S., & Hamori, S. (2016). Time-varying Price Shock Transmission and Volatility Spillover in Foreign Exchange, Bond, Equity, and Commodity Markets: Evidence from the United States. *The North American Journal of Economics and Finance*, 38, 163–171. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2016.09.004>
- Tiwari, A. K., Adewuyi, A. O., Albulescu, C. T., & Wohar, M. E. (2019). Empirical evidence of extreme dependence and contagion risk between main cryptocurrencies. *North American Journal of Economics and Finance*, October 2018, 101083. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2019.101083>
- Trabelsi, N. (2018). Are There Any Volatility Spill-Over Effects among Cryptocurrencies and Widely Traded Asset Classes? *Journal of Risk and Financial Management*, 11(4), 66. <https://doi.org/10.3390/jrfm11040066>
- Trautman, L. (2014). Virtul Currencies; Bitcoin & What Now after Liberty Reserve, Silk Road and Mt. Gox? *Richmond Journal of Law & Technology*, 20(4), 1–108.
- Tse, Y. K., & Tsui, A. K. C. (2002). A Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Model With Time-Varying Correlations. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(3), 351–362. <https://doi.org/10.1198/073500102288618496>
- Tsutsui, Y. (2002). The interdependence and cause of Japanese and US stock prices: An event study. *Asian Economic Journal*, 16(2), 97–109. <https://doi.org/10.1111/1467-8381.00010>
- Tu, K. V., & Meredith, M. W. (2015). Rethinking virtual currency regulation in the bitcoin age. *Washington Law Review*, 90(1), 271–347.
- Tu, Z., & Xue, C. (2019). Effect of bifurcation on the interaction between Bitcoin and Litecoin. *Finance Research Letters*, 31(December), 382–385. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.12.010>

- Tübitak Bilgem. (2019). *Zaman Damgası Nedir?* Kamu Sertifikasyon Merkezi.
https://kamusm.bilgem.tubitak.gov.tr/urunler/zaman_damgasi/
- Türkyılmaz, S., & Özer, M. (2007). Türkiye’de döviz kuru oynaklığının uzun hafıza özelliklerinin analizi. *İktisat İşletme ve Finans*, 22(259).
<https://doi.org/10.3848/iif.2007.259.5664>
- Türün, C. Ş. (2016). *Dağıtık ve Merkezi Olmayan Dünyanın Parası Bitcoin mi?* Manifold.
<https://manifold.press/dagitik-ve-merkezi-olmayan-dunyanin-parasi-bitcoin-mi>
- University of Cambridge. (2020). *Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index*.
<https://ccaf.io/cbeci/index/comparisons>
- Ünvan, Y. A. (2021). Impacts of Bitcoin on USA, Japan, China and Turkey stock market indexes: Causality analysis with value at risk method (VAR). *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 50(7), 1599–1614.
<https://doi.org/10.1080/03610926.2019.1678644>
- US SEC. (2022). *What is Risk?* Investor.Gov U.S. SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION.
- Usta, A., & Doğanekin, S. (2019). Blockchain 101: Blockchaini Anlamak. In *Bankalararası Kart Merkezi*. https://bkm.com.tr/wp-content/uploads/2019/08/15082019_kitap.pdf
- Ustaoglu, E. (2022). Return and Volatility Spillover Between Cryptocurrency and Stock Markets: Evidence from Turkey. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 93, 117–126.
- Uzonwanne, G. (2021). Volatility and return spillovers between stock markets and cryptocurrencies. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 82, 30–36.
<https://doi.org/10.1016/j.qref.2021.06.018>
- Van Alstyne, M. (2014). Economic and business dimensions: Why bitcoin has value. *Communications of the ACM*, 57(5), 30–32. <https://doi.org/10.1145/2594288>
- Vardar, G., & Aydoğan, B. (2019). Return and volatility spillovers between Bitcoin and other asset classes in Turkey: Evidence from VAR-BEKK-GARCH approach. *EuroMed Journal of Business*, 14(3), 209–220. <https://doi.org/10.1108/EMJB-10-2018-0066>

- Velde, F. R. (2013). Bitcoin: A primer. *Chicago Fed Letter*, 317, 7–10.
- Vigna, P., & Casey, M. J. (2017). *Kriptopara Çağı* (A. Atay (ed.); Second). Buzdağı Yayınevi.
- Vo, X. V., & Ellis, C. (2018). International financial integration: Stock return linkages and volatility transmission between Vietnam and advanced countries. *Emerging Markets Review*, 36(February), 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2018.03.007>
- Voshmgir, S. (2020). *Token Economy: How the web3 reinvents the internet* (Second). Token Kitchen. <https://www.amazon.com/Token-Economy-Web3-reinvents-Internet/dp/3982103819>
- Vranken, H. (2017). Sustainability of bitcoin and blockchains. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 28, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.04.011>
- Walch, A. (2015). The Bitcoin Blockchain as Financial Market Infrastructure: A Consideration of Operational Risk. *Legislation and Public Policy*, 18, 837–894. https://www.academia.edu/18602560/The_Bitcoin_Blockchain_as_Financial_Market_Infrastructure_A_Consideration_of_Operational_Risk
- Wallace, B. (2011). *The Rise and Fall of Bitcoin*. Wired. <https://www.wired.com/2011/11/mf-bitcoin/>
- Wang, G.-J., Xie, C., Jiang, Z.-Q., & Stanley, H. E. (2016). Who are the net senders and recipients of volatility spillovers in China's financial markets? *Finance Research Letters*, 18, 255–262. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.04.025>
- Wang, G.-J., Xie, C., Wen, D., & Zhao, L. (2019). When Bitcoin meets economic policy uncertainty (EPU): Measuring risk spillover effect from EPU to Bitcoin. *Finance Research Letters*, 31(December), 489–497. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.12.028>
- Wang, S., & Vergne, J. P. (2017). Buzz Factor or Innovation Potential: What explains cryptocurrencies' returns? *PLoS ONE*, 12(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169556>
- Watson, M., Keller, P., & Mathieson, D. (1988). International capital markets: Developments and prospects. *World Economic and Financial Surveys*. Washington DC: International

- Weatherford, J. (1997). *The History of Money* (1st ed.). Crown Publishers.
- Weber, B. (2014). Can Bitcoin Compete with Money? *Journal of Peer Production*, 4, 1–6.
<http://peerproduction.net/issues/issue-4-value-and-currency/invited-comments/can-bitcoin-compete-with-money/>
- Weber, B. (2016). Bitcoin and the legitimacy crisis of money. *Cambridge Journal of Economics*, 40(1), 17–41. <https://doi.org/10.1093/cje/beu067>
- Weber, W. E. (2016). A Bitcoin Standard: Lessons from the Gold Standard. *Bank of Canada Staff Working Paper*, 14(October), 1–34. www.bank-banque-canada.ca
- Whitaker, A. (2018). The Eureka Moment That Made Bitcoin Possible. *Wall Street Journal - Online Edition*, 1.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=129813772&site=ehost-live>
- Wolf, H. (2005). Volatility: Definitions and Consequences. In J. Aiezenman & B. Pinto (Eds.), *Managing Economic Volatility and Crises: A Practitioner's Guide* (pp. 45–64). Cambridge University Press.
- World Economic Forum. (2021). Cryptocurrencies: A Guide to Getting Started. In *Global Future Council on Cryptocurrencies Community Paper* (Issue June).
http://www3.weforum.org/docs/WEF_Getting_Started_Cryptocurrency_2021.pdf
- Worthington, A., & Higgs, H. (2004). Transmission of Equity Returns and Volatility in Asian Developed and Emerging Markets: A Multivariate GARCH Analysis. *International Journal of Finance and Economics*, 9(2004), 71–80.
- Wu, S., Tong, M., Yang, Z., & Derbali, A. (2019). Does gold or Bitcoin hedge economic policy uncertainty? *Finance Research Letters*, 31(December 2018), 171–178.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.04.001>
- Wyman, O. (2018). *Cryptocurrencies: Head in the Sand Is Not an Option* (Issue April).
- Xiao, L., & Aydemir, A. (2007). Volatility Modelling and Forecasting in Finance. In J.

- Knight & S. Satchell (Eds.), *Forecasting Volatility in the Financial Markets* (Third Edit, pp. 1–45). Elsevier.
- Yalta, T. A. (2011a). *Ekonometri 2 Ders Notları* (Issue Ekim).
- Yalta, T. A. (2011b). *Ekonometri 2 Ders Notları*.
- Yarovaya, L., & Lau, M. C. K. (2016). Stock market comovements around the Global Financial Crisis: Evidence from the UK, BRICS and MIST markets. *Research in International Business and Finance*, 37, 605–619.
<https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2016.01.023>
- Yavuz Çil, N. (2015). *Finansal Ekonometri* (2. Baskı). Der Yayınları.
- Yaya, O. O. S., Lukman, A. F., & Vo, X. V. (2022). Persistence and volatility spillovers of bitcoin price to gold and silver prices. *Resources Policy*, 79(September), 103011.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103011>
- Yaya, O. O. S., Ogbonna, A. E., & Olubusoye, O. E. (2019). How persistent and dynamic inter-dependent are pricing of Bitcoin to other cryptocurrencies before and after 2017/18 crash? *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 531, 121732.
<https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.121732>
- Yermack, D. (2013). Is Bitcoin a Real Currency? An Economic Appraisal. In *NBER Working Paper Series*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2361599>
- Yermack, D. (2019). Blockchain technology's potential in the financial system. *Federal Reserve Bank of Atlanta Financial Market's Conference*, 1–20.
https://www.frbatlanta.org/-/media/documents/news/conferences/2019/0519-financial-markets-conference/papers/yermack_policy-session-one_blockchain-technology-potential-in-the-financial-system.pdf
- Yi, S., Xu, Z., & Wang, G. J. (2018). Volatility connectedness in the cryptocurrency market: Is Bitcoin a dominant cryptocurrency? *International Review of Financial Analysis*, 60(August), 98–114. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.08.012>
- Yoo, S. (2017). Blockchain based financial case analysis and its implications. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 11(3), 312–321.

<https://doi.org/10.1108/apjie-12-2017-036>

Yörük, N. (2000). Arbitraj Fiyatlama Modelinde Risk Unsurları. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 14(1), 87–99.

Yu, I. W., Fung, K. P., & Tam, C. S. (2010). Assessing financial market integration in Asia - Equity markets. *Journal of Banking and Finance*, 34(12), 2874–2885.
<https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2010.02.010>

Zeng, Sheng, Liu, X., Li, X., Wei, Q., & Shang, Y. (2019). Information dominance among hedging assets: Evidence from return and volatility directional spillovers in time and frequency domains. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 536(10), 122565. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.122565>

Zeng, Shihong, Jia, J., Su, B., Jiang, C., & Zeng, G. (2021). The volatility spillover effect of the European Union (EU) carbon financial market. *Journal of Cleaner Production*, 282, 124394. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124394>

Zhao, S., & O'Mahony, D. (2020). Applying Blockchain Layer2 Technology to Mass E-Commerce. *IACR Cryptology EPrint Archive*, 2020/502, 1–30.

Zhu, Y., Dickinson, D., & Li, J. (2017). Analysis on the influence factors of Bitcoin's price based on VEC model. *Financial Innovation*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40854-017-0054-0>

Zięba, D., Kokoszcyński, R., & Śledziewska, K. (2019). Shock transmission in the cryptocurrency market. Is Bitcoin the most influential? *International Review of Financial Analysis*, 64(January), 102–125. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.04.009>

ÖZGEÇMİŞ			
Adı-Soyadı	Ebru		AYDOĞAN
Doğum Yeri ve Yılı			
Bildiği Yabancı	İngilizce		
Eğitim Durumu	Başlama - Bitirme		Kurum Adı
Lise	1999	2003	İnegöl Turgutalp Anadolu Lisesi
Lisans	2005	2009	Bursa Uludağ Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü
Yüksek Lisans	2010	2013	Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı
Doktora	2013	2023	Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı
Çalıştığı Kurum	Başlama - Ayrılma		Çalışılan Kurumun Adı
1.	2013	2022	Bursa Uludağ Üniversitesi
Katıldığı Proje ve Toplantılar	Adresinden ulaşılabilir.		
Yayınlar:	https://scholar.google.com.tr/citations?user=NnaZCZ4AAAAJ&hl=en Adresinden ulaşılabilir.		
Diğer:			
İletişim (e-posta):			
		Tarih:	
		İmza:	
		Adı-Soyadı:	