

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI
FİNANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

KRİPTO PARA PİYASASINDA BITCOIN VE SEÇİLMİŞ ALTCOINLER
ARASI EŞBÜTÜNLEŞME VE NEDENSELLİK ANALİZİ

Ayça KARA

Danışman
Prof. Dr. Erhan DEMİRELİ

İZMİR - 2022

TEZ ONAY SAYFASI



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Kripto Para Piyasasında Bitcoin ve Seçilmiş Altcoinler Arası Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih
03/10/2022
Ayça KARA
İmza

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**Kripto Para Piyasasında Bitcoin ve Seçilmiş Altcoinler Arası Eşbütünleşme ve
Nedensellik Analizi**

Ayça KARA

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Finans Programı

Kripto para birimleri, zaman içerisinde teknolojinin gelişmesiyle birlikte geleneksel yatırım araçlarına alternatif olarak merkeziyetsiz bir yapıda ortaya çıkmıştır. Kripto para piyasası içinde en yüksek piyasa değerine sahip olan Bitcoin'in piyasadaki başarısı, sanal paraların önünü açmış olup zamanla gerçekleştirilen bazı düzenlemeler ve değişiklikler ile Bitcoin'e alternatif birçok kripto para birimleri (altcoin) oluşturulmuştur. Çalışmanın amacı kripto para piyasasına öncülük eden Bitcoin ile seçilmiş altcoinler arasındaki ilişkinin ve nedenselliğin varlığını tespit ederek yatırımcıların daha bilimsel nitelikte yararlanabileceği bilgiler ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda Bitcoin ile Ethereum(ETH), Binance Coin (BNB), Cardano (ADA) , Litecoin (LTC), Tron (TRX), Stellar (XLM), IOTA altcoinlerinin arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişki ölçülmüştür. Uzun dönemli ilişkinin var olup olmadığı Engle Granger Eşbütünleşme yöntemiyle, kısa dönemli ilişkinin var olup olmadığı Sıradan En Küçük Kareler Yöntemiyle, nedensellik ilişkisinin var olup olmadığı da Toda Yamamoto Nedensellik yöntemiyle test edilmiştir. Çalışma kapsamında veri seti olarak 14.06.2018-01.12.2021 tarihleri arasında kripto para birimlerinin günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır. Araştırma sonucunda Engle Granger Testine göre BTC ile seçilen altcoinler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi bulunamamıştır. OLS testine göre bağımsız ve bağımlı değişkenler arasında kısa dönemli ilişkinin var olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Toda

Yamamoto Testine göre BTC'den ADA, ETH, IOTA, TRX, XLM alt coinlerine doğru granger nedensellik olduğu, BTC'den BNB ve LTC coinlerine doğru granger nedensellik olmadığı ve BTC'den etkilenmedikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitcoin, Altcoin, Engle Granger Eşbütünleşme Testi, Toda Yamamoto Nedensellik Testi



ABSTRACT

Master's Thesis

Cointegration and Causality Analysis Between Bitcoin and Selected Altcoins in the Cryptocurrency Market

Ayça KARA

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Business Administration

Finance Program

Crypto currencies have emerged in a decentralized structure as an alternative to traditional investment tools, with technology evolving over time. The success of Bitcoin, which has the highest market capitalization in the crypto money market, has paved the way for virtual currencies and many alternative cryptocurrencies (altcoins) have been created with some regulations and changes over time. The purpose of the study is to identify the relationship and causality between Bitcoin leading the crypto monetary market and the selected subcoins, and to provide information that investors can benefit from more scientifically. For this purpose, the cointegration and causality relationship between Bitcoin and Ethereum (ETH), Binance Coin (BNB), Cardano (ADA), Litecoin (LTC), Tron (TRX), Stellar (XLM), IOTA altcoins was measured. Whether a long-term relationship exists has been tested by the Engle Granger Cointegration method, whether the short-term relationship exists has been tested by the Ordinary Least Squares Method, and whether the causality relationship exists has been tested by the Toda Yamamoto Causality method. Within the scope of the study, the daily closing prices of cryptocurrencies between 14.06.2018-01.12.2021 were used as a data set. As a result of the research, according to the Engle Granger Test, no long-term cointegration relationship was found between BTC and selected altcoins. According to the OLS test, it was concluded that there is a short-term relationship between independent and dependent variables. According to the Toda Yamamoto

Test, it was concluded that there is granger causality from BTC to ADA, ETH, IOTA, TRX, XLM sub-coins, that there is no granger causality from BTC to BNB and LTC coins, and that they are not affected by BTC.

Keywords: Bitcoin, Altcoin, Engle-Granger Cointegration Test, Toda-Yamamoto Causality Test



KRİPTO PARA PİYASASINDA BİTCOİN VE SEÇİLMİŞ ALTCOİNLER ARASI EŞBÜTÜNLEŞME VE NEDENSELLİK ANALİZİ

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	xi
TABLolar LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİ

1.1	BLOK ZİNCİRİ TEMEL KAVRAMLARI	3
1.1.1	Veri	3
1.1.2	Veri Tabanı	4
1.1.3	Blok	4
1.1.4	Düğüm (Node)	5
1.1.5	Dijital İmza	6
1.2	BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİ TANIMI	7
1.3	BLOK ZİNCİRİ YAPISI	8
1.3.1	Eşler Arası Ağ/Eşten Eşe Ağ	8
1.3.2	Dağınık Defter Teknolojisi	8
1.3.3	Mutabakat Mekanizması	10
1.3.3.1	İş İspatı (PoW) Algoritması	11
1.3.3.2	Hisse İspatı (PoS) Algoritması	12

1.3.4 Kriptografi	12
1.4 BLOK ZİNCİRİ AĞ TÜRLERİ	13
1.4.1 Açık Blok Zinciri	13
1.4.2 Özel Blok Zinciri	14
1.4.3 Konsorsiyum Blok Zinciri	15
1.5 BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI	16

İKİNCİ BÖLÜM

KRİPTO PARA PİYASASI

2.1 KRİPTO PARA KAVRAMI VE TANIMI	18
2.2 KRİPTO PARALARIN TARİHSEL GELİŞİMİ	19
2.3 KRİPTO PARA BİRİMLERİNİN ÖZELLİKLERİ	21
2.4 KRİPTO PARA BİRİMLERİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI	23
2.5 KRİPTO PARA BİRİMLERİ	25
2.5.1 Bitcoin (BTC)	26
2.5.2 Ethereum (ETH)	30
2.5.3 Litecoin (LTC)	33
2.5.4 Binance Coin (BNB)	34
2.5.5 Cardano (ADA)	35
2.5.6 IOTA	37
2.5.7 Tron (TRX)	39
2.5.8 Stellar (XLM)	40
2.6 LİTERATÜR TARAMASI	41

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BİTCOİN VE ALTCOİNLERİN ARASINDAKİ İLİŞKİ İÇİN

EŞBÜTÜNLEŞME VE NEDENSELLİK ANALİZİ

3.1 ARAŞTIRMANIN AMACI	54
3.2 ARAŞTIRMANIN KAPSAMI VE VERİ SETİ	54
3.3 ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	57

3.3.1 Durağanlık Testleri	58
3.3.1.1 Genişletilmiş Dickey- Fuller Testi (ADF)	58
3.3.1.2 Phillips-Perron Testi (PP)	59
3.3.2 Engle Granger Eşbütünleşme Testi	60
3.3.3 Toda Yamamoto Nedensellik Testi	61
3.4 VERİ ANALİZİ	63
3.4.1 ADF ve PP Bulguları	63
3.4.2 Engle Granger Eşbütünleşme Testi Bulguları	66
3.4.3 Sıradan En Küçük Kareler Yöntemi (OLS)	70
3.4.4 Toda Yamamoto Nedensellik Testi Bulguları	75
SONUÇ VE ÖNERİLER	79
KAYNAKÇA	84

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ADA	Cardano
ADF	Augmented Dickey - Fuller Testi (Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testi)
AIC	Akaike Information Criterion (Akaike Bilgi Kriteri)
ARDL	Sınır Testi
ATH	All Time High
BİST	Borsa İstanbul
BNB	Binance Coin
BTC	Bitcoin
CCL	Cardano Hesaplama Katmanı
CLS	Cardano Anlaşma Katmanı
CNY	Çin Yuanı
EFT	Elektronik Fon Transferi
ETH	Ethereum
EUR	Euro
FPE	Son Öngörü Hatası
G20	Gelişmiş En Büyük 20 Ekonomi
GPU	Graphics Processing Unit (Grafik İşlemci Birimi)
HQ	Hannan-Quinn Bilgi Kriterleri
JPY	Japon Yeni
LR	Olabilirlik Oranı Testi
LTC	Litecoin
OLS	Küçük Kareler Yöntemi (Ordinary Least Squaresen)
P2P	Peer to Peer (Eşten eşe)
PoS	Proof of Work (Hisse İspatı)
PoW	Proof of Work (İş İspatı)
PP	Phillips-Perron Testi
R²	Açıklama Gücü

S&P500	Standard and Poor's 500 index
SHA	Secure Hash Algorithms
SIC	Schwarz Information Criterion (Schwarz Bilgi Kriteri)
TCMB	Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TL	Türk Lirası
TRX	Tron
USD	Amerikan Doları
USDT	Tether
VAR	Vector Auto Regression (Vektör Otoregresyon)
VECM	Vektör Hata Düzeltme Modeli (Vector Error Correction Model)
XAU	Spot Altın
XLM	Stellar
XRP	Ripple

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Sabitli için ADF-PP Birim Kök Testi Sonuçları	s.63
Tablo 2: Sabitli ve Trendli için ADF-PP Birim Kök Testi Sonuçları	s.64
Tablo 3: Sabitsiz ve Trendsiz ADF-PP Birim Kök Testi Sonuçları	s.65
Tablo 4: ADA ve BTC için Kurulan Model Sonucunda Elde Edilen Hata Terimlerinin Durağanlığının Sınaması	s.66
Tablo 5: LTC ve BTC için Kurulan Model Sonucunda Elde Edilen Hata Terimlerinin Durağanlığının Sınaması	s.67
Tablo 6: BNB ve BTC için Kurulan Model Sonucunda Elde Edilen Hata Terimlerinin Durağanlığının Sınaması	s.67
Tablo 7: ETH ve BTC için Kurulan Model Sonucunda Elde Edilen Hata Terimlerinin Durağanlığının Sınaması	s.68
Tablo 8: XLM ve BTC için Kurulan Model Sonucunda Elde Edilen Hata Terimlerinin Durağanlığının Sınaması	s.68
Tablo 9: TRX ve BTC için Kurulan Model Sonucunda Elde Edilen Hata Terimlerinin Durağanlığının Sınaması	s.69
Tablo 10: IOTA ve BTC için Kurulan Model Sonucunda Elde Edilen Hata Terimlerinin Durağanlığının Sınaması	s.69
Tablo 11: Tahmin Edilmek İstenen Regresyon Modelleri	s.71
Tablo 12: ADA ve BTC için En Küçük Kareler Yöntemi	s.71
Tablo 13: LTC ve BTC için En Küçük Kareler Yöntemi	s.72
Tablo 14: BNB ve BTC için En Küçük Kareler Yöntemi	s.72
Tablo 15: ETH ve BTC için En Küçük Kareler Yöntemi	s.73
Tablo 16: XLM ve BTC için En Küçük Kareler Yöntemi	s.73
Tablo 17: TRX ve BTC için En Küçük Kareler Yöntemi	s.74
Tablo 18: IOTA ve BTC için En Küçük Kareler Yöntemi	s.75
Tablo 19: Uygulama için Hipotez Kurulumu	s.76
Tablo 20: Uygun Gecikme Uzunluğu: VAR Modeli	s.77
Tablo 21: Toda-Yamamoto Nedensellik Testinin Sonuçları	s.77

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: İlk Blok (Genesis) Kaydından Sonra Tüm Blokların Birbirini Takip Ettiği Yapı	s.4
Şekil 2: Blok Başlığının İçinde Yer Alan Bilgiler	s.5
Şekil 3: Ağ Yapısı Türleri	s.9
Şekil 4: Blok Zincir Türleri	s.15
Şekil 5: 2014-2022 Tarihleri Arası Kripto Para Birimlerinin Toplam Piyasa Değerleri	s. 26
Şekil 6: Bitcoin Sembol ve Logoları	s. 27
Şekil 7: 2014-2022 Yılları Arasında Bitcoin'in Dolar Cinsinden Değeri	s. 29
Şekil 8: 2016-2022 Yılları Arasında Ethereum'un Dolar Cinsinden Değeri	s. 32
Şekil 9: 2013-2022 Yılları Arasında Litecoin'in Dolar Cinsinden Değeri	s. 33
Şekil 10: 2017-2022 Yılları Arasında Binance Coin 'in Dolar Cinsinden Değeri	s. 35
Şekil 11: 2017-2022 Yılları Arasında Cardano'nun Dolar Cinsinden Değeri	s. 37
Şekil 12: 2017-2022 Yılları Arasında IOTA'nın Dolar Cinsinden Değeri	s. 38
Şekil 13: 2017-2022 Yılları Arasında Tron 'un Dolar Cinsinden Değeri	s. 39
Şekil 14: 2014-2022 Yılları Arasında Stellar'ın Dolar Cinsinden Değeri	s. 41
Şekil 15: Kripto Para Birimlerinin Piyasa Değerleri	s. 54
Şekil 16: Kripto Para Birimlerinin İşlem Hacmi	s. 55
Şekil 17: Kripto Para Birimlerinin Dolar Cinsinden Günlük Kapanış Fiyatlarının Zaman Serisi Grafikleri	s. 56

GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte dijital ortamda gerçekleşen işlemlere olan ilgi günden güne artmaktadır. Bu nedenle birçok kavram dijitalleşmeye başlamış ve teknoloji altyapılı dijital para birimleri, finansal sistemde önemli bir paya sahip olmayı başarmıştır. Kripto para birimleri, dijital para ekosistemin temel yapı taşı oluşturmaktadır. Dijital ortam üzerinden gerçekleşen işlemlerin yayılmasıyla birlikte kullanıcılar için sistemde güven ortamının yaratılması önem arz etmektedir. Blok zinciri altyapısını kullanan kripto para birimlerinde bu güven kriptoloji (şifreleme) yardımıyla sağlanmaktadır. Blok zincir teknolojisinde şifreleme yönteminin olması, kişilerin kimliklerinin korunmasını ve işlemlerin güvence altına alınmasını sağlamaktadır. Ayrıca kripto para birimlerinin belli bir merkeze bağlı olmaması, işlem maliyetlerinin düşük olması, transfer işlemlerinin 7/24 yapılabiliyor olması günden güne kullanım alanlarının ve popülerliğinin artmasına sebep olmuştur.

Kripto para piyasası içinde en yüksek piyasa değerine sahip olan Bitcoin'in piyasadaki başarısı, sanal paraların önünü açmış olup zamanla gerçekleştirilen bazı düzenlemeler ve değişiklikler ile Bitcoin'e alternatif birçok kripto para birimleri (altcoin) oluşturulmuştur. Kripto para birimleri, yatırımcılar için yüksek kazanç sağlayan bir yatırım aracı olmanın yanı sıra fiyatlarındaki oynaklığının fazla olması sebebiyle risk düzeyi de yüksektir. Bu piyasaya yatırım yapmak isteyenlerin, Bitcoin ile birlikte Altcoinlerin fiyat hareketlerini yakından takip etmeleri çok önemlidir. Kripto para birimlerini portföyüne eklemek isteyen yatırımcının, daha bilgili ve bilinçli bir biçimde eklemesi yatırımın verimliliğini olumlu yönde etkileyecektir. Çalışmanın amacı kripto para piyasasına öncülük eden Bitcoin ile seçilmiş altcoinler arasındaki ilişkinin ve nedenselliğin varlığını tespit ederek yatırımcıların daha bilimsel nitelikte yararlanabileceği bilgiler ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda Bitcoin ile Ethereum(ETH), Binance Coin (BNB), Cardano (ADA) , Litecoin (LTC), Tron (TRX), Stellar (XLM), IOTA altcoinlerinin arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi ölçülmüştür. Uzun dönemli ilişkinin var olup olmadığı Engle Granger Eşbütünleşme yöntemiyle, kısa dönemli ilişkinin var olup olmadığı Sıradan En Küçük Kareler Yöntemiyle, nedensellik ilişkisinin var olup olmadığı da Toda Yamamoto Nedensellik yöntemiyle test edilmiştir. Çalışma üç bölümden oluşmaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde kripto para birimlerinin altyapısını oluşturan blok zincir teknolojisine yer verilmiştir. Bu bağlamda, blok zincir teknolojisini iyi anlamak için bazı temel kavramlar açıklanmış ve blok zincir teknolojisinin tanımı yapılmıştır. Ardından blok zincir yapısı ve ağ türleri açıklanmıştır. Son olarak blok zincir teknolojisinin sağladığı avantaj ve dezavantajlar sıralanarak birinci bölüm tamamlanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde kripto para kavramı, tanımı, tarihsel gelişim süreci, özellikleri, avantaj ve dezavantajları açıklanmıştır. Ardından araştırmanın konusu olan Bitcoin ve seçilmiş kripto para birimleri hakkında bilgilere yer verilmiştir. Son olarak kripto paralar ile ilgili literatür taraması yapılmış ve ikinci bölüm tamamlanmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde Bitcoin ile seçilmiş altcoinler arasında olan uzun dönemli ilişki Engle Granger Eşbütünleşme Testiyle, kısa dönemli ilişki sıradan en küçük kareler yöntemiyle ve değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi de Toda Yamamoto Nedensellik Testi yöntemi ile analiz edilmiştir. Araştırmanın amacı, kapsamı, veri seti, yöntemi açıklanmış ve bulgulara yer verilmiştir. Bulunan sonuçlar değerlendirilerek yorumlanmış ve önerilerde bulunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİ

1.1 BLOK ZİNCİRİ TEMEL KAVRAMLARI

Blok zinciri teknolojisinin sistemini iyi anlamak adına bazı kavramların açıklanması gerekmektedir. Bu nedenle veri, veri tabanı, blok, düğüm (node), madencilik ve dijital imza kavramları açıklanacaktır.

1.1.1 Veri

Veri kelimesinin kökeni Latince dilinden gelmekte olup İngilizce’de data olarak ifade edilmektedir. Veri tek başına bir anlam ifade etmez. Veri, toplanarak, işlenerek, gruplanarak, özetlenerek, yorumlanarak anlamlandırılmaya çalışılır. Veri, bütün bu süreçlerden geçtikten sonra işlenerek enformasyona ve bilgiye dönüşür. Böylece tek başına bir işlevi bulunmayan veri anlam kazanmış olur (Doğan ve Arslantekin, 2016:6).

Veri birçok kişi tarafından üretilebilir. Verinin işlenmesi kadar işlenen verinin güvenli bir biçimde muhafaza edilmesi ve sonraki nesillere eksiksiz, değiştirilmeden aktarılması önemlidir. Bu sebeple geçmişten bugüne bir sürü veri saklama ve bu verileri iletme yöntemleri kullanılmış ve geliştirilmiştir. (Güçlü, 2019:3).

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte veriler, veri tabanları yardımıyla daha güvenli bir şekilde bilgisayar ortamında muhafaza edilerek korunmaya başlamıştır. Blok zinciri teknolojisinin alt yapısında bulunan birçok yöntem aracılığıyla bilgisayar ortamında veriler ya da bilgiler kayıt edilip, saklanıp karşı tarafa güvenli bir şekilde aktarılabilmektedir.

1.1.2 Veri Tabanı

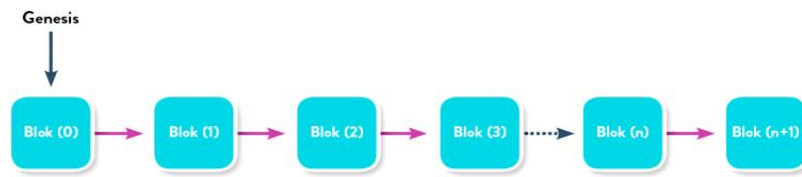
Veri tabanları, işlenmiş veri ve bilginin depolandığı, saklandığı alanlardır. Nesilden nesile bilgi aktarımı ve bilginin saklanması birçok yöntemle yapılmıştır. Zaman içerisinde elde edilen bilginin ve verinin artmasıyla birlikte ilkel yöntemler yerine daha güvenli yöntemlere ihtiyaç duyulmuş ve veriler, veri tabanı aracılığıyla elektronik ortamda muhafaza edilmeye başlanmıştır. Veri tabanı ile muhafaza edilen veriler, daha düzenli, daha güvenli ve daha ulaşılabilir kılınmıştır.

Blok zinciri teknolojisi, blok adı verilen yapılar aracılığıyla veriyi ve bilgiyi güvenli bir şekilde depolamaktadır. Bu yönüyle blok zinciri teknolojisi veri tabanı görevini üstlenmektedir.

1.1.3 Blok

Blok, Blokzincir teknolojisinde verilerin muhafaza edildiği yapılara verilen isimdir. Bloklar doğrusal olarak bir zincir şeklinde dizilir. Bu zincir yapısındaki ilk blok “genesis (başlangıç)” bloğu olarak adlandırılmaktadır (Palabıyık, 2020:7). Şekil 1’de blok yapısı gösterilmiştir.

Şekil 1: İlk Blok (Genesis) Kaydından Sonra Tüm Blokların Birbirini Takip Ettiği Yapı

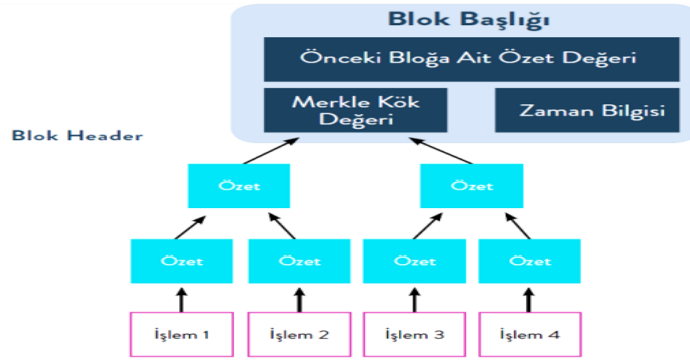


Kaynak: (Usta ve Doğantekin, 2018:118).

Bloklar iki temel yapıdan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi, blok içerisinde yer alan veriler iken ikincisi, blok içerisinde yer alan verilerin bütünlüğünü sağlamak ve korumak için bulunan blok başlıklarıdır (Usta ve Doğantekin, 2018:120). Blok başlıkları, kendisinden bir önce gelen bloğun özet (hash) değeri, bütün bloklardaki verilerin özetlenmesi sonucunda elde edilen Merkle kök değeri ve son olarak bloğun

oluşturulduğu zamana ait bilgileri içermektedir (Palabıyık, 2020:7). Şekil 2'de blok başlığının içeriği gösterilmiştir.

Şekil 2: Blok Başlığının İçinde Yer Alan Bilgiler



Kaynak: (Usta ve Doğantekin, 2018:118).

En baştan en sona kadar olan bütün bloklara ulaşmak mümkündür. Bu sebeple her bir bloğun içerisinde bulunan verilere ve gerçekleşen işlemlere zaman gözetmeksizin erişilebilmektedir. Bu durum blokzinciri teknolojisini denetlenebilir ve doğrulanabilir kılmaktadır.

1.1.4 Düğüm (Node)

Blokzincir teknolojisi ağında yer alan cihazlar, node (düğüm) olarak adlandırılmaktadır. İnternete bağlı ve IP adresi olan bütün cihazlar düğüm olabilmektedir. Blokzincirin işleyiş süreci, düğümlerin aktif olarak çalışmasına bağlıdır. Her bir düğüm, oluşturulan blokların birer kopyasını saklayarak blokzincir ağına yardımcı olmaktadır. Bütün düğümler eşit olup yalnızca ağı destekleme sırasında farklı görevler üstlenebilmektedirler (Güçlü, 2019:7).

Blok zincirinin altyapısı düğümlerden oluşmaktadır. Bu düğümlerin temel görevleri ağda yer alan verileri depolamak ve korumaktır. Blok zincirine yeni bir blok eklemek isteyen madenci, bloğu ağda bulunan her bir düğümle paylaşmaktadır. Düğümlerin bloğu onaylayıp onaylamaması, bloklardaki imza ve işlemlerin geçerliliğine bağlı olarak değişmektedir (Karayılan, 2019:7).

1.1.5 Dijital İmza

Blok zinciri teknolojisinde bir işlemi gerçekleştirmek ve tamamlamak için dijital imza yardımıyla doğrulanması gerekmektedir. Blok zincirinde bulunan verilerin güvenliği için dijital imza yöntemi büyük bir öneme sahiptir.

Dijital imza için özel ve açık anahtar ikilisinin her kullanıcı da bulunması gerekmektedir. Özel anahtar, gerçekleşen işlemleri imzalamak için kullanılırken, açık anahtar ise imzalanmış bütün işlemlere herkesin ulaşabilmesi için kullanılmaktadır. Dijital imza iki aşamada gerçekleştirilmektedir. İlk aşama, imzalama işlemi olup ikinci aşama ise doğrulama işlemidir. Örneklendirmek gerekirse; Şenol, işleme imza atmak istediğinde işlemde oluşturulan bir özet değer üretmektedir. Ardından üretilen özet değer, özel anahtar yardımı ile şifrelenerek Sema'ya orijinal veriler ile birlikte iletirilir. Sema, şifreli bir şekilde eline ulaştırılan özeti, Şenol'un göndermiş olduğu açık anahtar aracılığıyla çözerek mesajın yeni bir özetini oluşturur. Son aşamada ise Sema, kendisinin oluşturduğu özet değer ile Şenol'un oluşturduğu özet değeri karşılaştırarak kontrolü sağlar ve özetler aynı ise doğrulama işlemi gerçekleştirir (Ünal ve Uluyol, 2020:169). Dijital ortamda verilerin güvenli bir şekilde saklanabilmesi ve iletilebilmesi kullanıcılar açısından oldukça önemlidir. Dijital imza aşamalarının tamamlanmasının ardından verilerin güvenliği sağlanmış olur. Dijital imza işlemi de bu yönüyle kullanıcılara birtakım avantajlar sağlamaktadır. Dijital imzanın sağladığı avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Altundağ, 2006:64);

- Dijital imza ile iletilmek istenen mesaj ya da verinin istenmeyen kişiler tarafından değiştirilmesi, öğrenilmesi ve bozulması engellenebilmektedir.
- Dijital ortamlarda gerçekleşen işlemlerde, taraflar birbirlerini tanımadığından dolayı kimliklerini güvenli bir şekilde doğrulayamamaktadır. Dijital imza yardımıyla gerçekleşen işlemlerde bilgi veya mesaj, iletilmek istenen alıcıya eksiksiz bir şekilde ulaşmaktadır.
- Gönderici ve alıcı, yapılan işlemi inkâr edemez. Çünkü dijital imza ispat aracı görevini üstlenmektedir.

1.2 BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİ TANIMI

Blok zincir teknolojisi, ilk olarak 2008 yılında Satoshi Nakamoto takma isimli kişi veya kişilerin “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System ” isimli makaleyi yayınlaması ile hayatımıza girmiştir. Blok zinciri genel anlamda Bitcoin ile birlikte ortaya çıksa da, birçok kullanım alanına sahip olup kripto para birimlerinin çok ötesine geçmektedir.

Blok zincir teknolojisi, birbirini hiç tanımayan kullanıcıların halka açık bir şekilde paylaşılan işlem kayıtlarına güvenmelerini sağlamaktadır. Yani birbirine güveni olmayan tarafların üzerinde işlem gerçekleştirdiği ağı güvence altına almaktadır. Blok zinciri sisteminin başlangıç aşamasında yer alan kurallar ve bu kurallara göre gerçekleşen kayıtlar, tüm kullanıcılara dağıtımı sağlanarak güven ortamı yaratmaktadır (Karayılan, 2019:6).

Blok zincir, kullanıcıların bir aracı hizmetine gerek duymadan bir bilgisayar ağı üzerinden yapılan işlemlerin şifrelenerek halka açık bir biçimde paylaşıldığı, doğrulandığı ve kendinden bir önceki bloğa eklenerek işlem kaydının tamamlandığı dağınık defter teknolojisidir (Mete, 2019:11).

Blok zincir teknolojisi, içinde bilginin ve verinin yer aldığı blokların oluşturulduğu ve bu blokları zincire ekleyen algoritmaların olduğu matematiksel bir hesaplama alt yapısına sahiptir. Blok zinciri ismini, mekanizmada oluşturulan blokların birbirine bağlı olmasından dolayı zincir şeklinde dizilmesinden almaktadır. Bu zincirde gerçekleşen bütün işlemler tek bir veri tabanında muhafaza edilir. Bu veri tabanında saklanan işlemlerin kopyası her bir kullanıcıda mevcuttur. Bu sayede veri tabanının çökmesi durumunda ya da dışarıdan bir müdahale söz konusu olduğunda sistem işlemeye devam edebilmektedir (Kandiye, 2020:7).

1.3 BLOK ZİNCİRİ YAPISI

1.3.1 Eşler Arası Ağ/Eşten Eşe Ağ

Eşler Arası Ağ/Eşten Eşe Ağ literatürde P2P (Peer to Peer) olarak da yer almaktadır. Bu ağ kişiden kişiye verilerin paylaşım ve dağıtım sürecini kapsar. Bu sistem blok zincirinin güvenilir bir biçimde çalışmasına olanak tanımaktadır.

Ağda yer alan bütün kullanıcılar eşit veya eş olarak tanımlanmaktadır. Burada bulunan her bir eş, bir bilgisayarı temsil eder. Sürecin tamamlanması için kullanıcıların fikir birliği içerisinde olmasını yeterli olduğundan belli bir merkeze bağlı değildir. Bir kişinin hatası ile tüm sistem etkilenmeyip yalnızca hata yapan eşin bağlantısı kesilir ve ağ hala aktif olmaya devam eder (Durbilmez ve Türkmen, 2019:32).

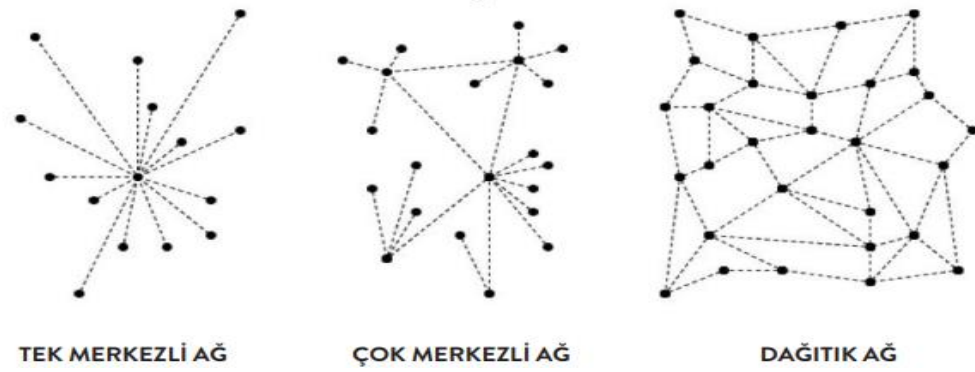
Eşler arası ağ zincirinde, bütün düğümler eşittir. Bir bilgisayar ağa bağlıyken yapılan tüm işlemler bilgisayara kopyalanarak düğüm gerçekleşir. Bu sayede blok zincirine kopyalanan bilgiler ortadan kaldırılamaz, değiştirilemez ve kayıp olamaz. Birçok kullanıcının birlikte oluşturduğu bu düğümü yok etmek ve değiştirmek pek de mümkün değildir (Palabıyık, 2020:8).

1.3.2 Dağınık Defter Teknolojisi

Dağınık defter teknolojisi, farklı farklı kişiler arasında paylaşılan bir veri tabanına dayanmaktadır. Bu defterin amacı, işlemlerin kaydedilmesi ve onaylanması sürecinde belli bir merkezi otoriteye bağlı kalmadan sürecin tamamlanmasını sağlamaktadır (Karayılan, 2019:5).

Dağınık defter teknolojisi ile işlemler kişiden kişiye (peer to peer) gerçekleşmektedir. Bu sayede işlem kayıtları, şeffaf ve değiştirmesi imkânsız bir biçimde birden fazla yerde saklanması mümkün olacaktır. Kaydedilen ve saklanan veriler, bir ya da birkaç yerde kaybolması durumunda diğer kullanıcılar tarafından saklanabilecektir (Ayaz, 2020:14).

Şekil 3: Ağ Yapısı Türleri



Kaynak: (Usta ve Doğantekin, 2019:29).

Blok zinciri teknolojisinin dağıtık ağ yapısının daha iyi anlaşılması için tek merkezli ve çok merkezli ağ yapısının anlaşılması gerekmektedir. Bu sebeple Şekil 3'te kripto para birimlerinin dağıtık ağ yapısının yanında diğer ağ yapılarının görseli beraber gösterilmiştir. Tek merkezli ağ yapısı, verileri tek bir merkez tarafından muhafaza etmek için tasarlanmıştır. Tüm sorumluluk ve kontrol tek bir merkezi aittir. Bu nedenle merkezde meydana gelebilecek bir sorun tüm ağa yayılmakta ve ağın durumunu kötü etkilemektedir. Ağda yer alan bilgisayarlar birbirleri ile direkt iletişim kurmak yerine bağlı oldukları merkez yardımıyla irtibat kurabilmektedir. Çok merkezli ağ yapısında ise tek bir merkez yerine birden çok merkez yer almaktadır. Fakat çok merkezli ağ yapısının da belli bir merkezi otoriteye bağlı olmasından dolayı belirli sayıdaki merkezlerde yaşanacak problemler sonucunda ağ olumsuz etkilenebilmektedir (Dinçel 2020:33-34).

Dağıtık ağ yapısında ise belli bir merkez bulunmamaktadır. Veriler sistem içerisinde bulunan tüm kullanıcılar tarafından muhafaza edilmektedir. Kullanıcılar anonim özelliği taşısalar bile sistemin başlangıçta belirlemiş olduğu kurallar sayesinde güvenli ortamı sağlanmaktadır.

Dağıtık ağ yapısındaki veriler tüm kullanıcılar tarafından kayıt altına alındığından, bir kişi yüzünden oluşabilecek hata veya saldırı sonucunda ağ yapısı ve veri düzeni etkilenebilir. Hata ve saldırı sonucunda oluşabilecek risk tek bir kullanıcı ya da merkez yerine birden çok kullanıcıya eşit oranda dağıtılmıştır.

Bu bilgiler ışığında, dağınık defter teknolojisinin temel özelliklerini aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür (Palabıyık, 2020:10).

- Detaylı Kayıt Etme: Dağınık defter teknolojisi, yapılan işlemlerin saatini, tarihini, imzasını vb. birçok bilgiyi ayrıntılı bir biçimde sunmaktadır.
- Merkeziyetsizlik: Diğer ağ yapılarından bu özelliği ile ayrılmakta olup tek bir merkezi kuruma bağlı olmadan birçok kullanıcı tarafından kayıt edilir.
- Şeffaflık: Defter herkes tarafından görülecek şekilde tasarlanmış olup halka açık bir yapıdadır.
- Güvenilirlik: İnsandan insana (peer to peer) gerçekleşen işlemler sayesinde ağın bir ya da birkaç yerde muhafaza edilebiliyor olması güven ortamı yaratmaktadır.

1.3.3 Mutabakat Mekanizması

Dağınık bir yapıda olan blok zincir sisteminde yer alan verilerin eşlenik bir kopyasını bütün makinelerde muhafaza edilebilmesi için sistemin bütününe içeren mutabakat sağlanması gerekmektedir. Birden fazla kullanıcının yer aldığı sistemde, sisteme dâhil edilmek istenen her bir verinin belli bir standardı olması gerekmektedir. Bu sayede sistemin bütünlüğü sağlanmaktadır. Blok zinciri sisteminde birbirini tanımayan kullanıcılar yer aldığından dolayı beraberliği sağlamak için sistemin bütünü tarafından kabul görmüş kurallar olması gerekmektedir. Kurulacak olan sistemler, farklı amaçlar doğrultusunda, istekleri bakımından değişiklik göstereceğinden sistem tarafından oluşturulacak olan kurallar da farklılaşacaktır. Bu kurallar bütününe sağlama ve görüş birliğine varma süreci “mutabakat yapısı” olarak adlandırılmaktadır (Palabıyık, 2020:10-11).

Belirli bir mutabakat yapısı oluşturulmuş sistemde yer alan bütün kullanıcıların uyması gereken kurallar bütününe işleyişi “mutabakat süreci” olarak adlandırılmaktadır. Fiziki ortamda bir araya gelen kişiler yazılı ya da sözlü bir şekilde kayıt altına alarak mutabakat sağlarken, dijital ortam da bu mutabakatın sağlanması için yazılım kodlarına gereksinim duyulmaktadır. Bu esnada block zinciri teknolojisi ortaya çıkmaktadır. İlk başta, Blok zinciri teknolojisi yardımıyla mutabakat yapısı (kurallar) belirlenip veriler kayıt edilerek muhafaza edilmektedir. Sağlamış olduğu bu

avantaj ile sistem üzerinden verilerin silinmesinin ve değiştirilmesinin önüne geçilecektir. Bu sayede sistem güvenilir bir yapı sergileyecektir (Usta ve Doğantekin, 2019:24).

Mutabakat süreci esnasında düğümlerdeki ağ yapısı değişikliğe uğrayabileceğinden farklı görünümlere sebep olmaktadır. Farklı görünümlerin olması sorunlara yol açarken bu sorunların ortadan kaldırılması gerekmektedir. Sorunları çözmek ve tek bir noktada buluşmak için mutabakat algoritmaları kullanılmaktadır.

Dağıntık bir yapı sergileyen bir sistemde görüş birliğine varmak zor olup süreci yavaşlatmaktadır. Mutabakat algoritmaları yardımıyla düğümelerde oluşacak sıkıntı, mesajların gecikmesi ve sırasının şaşması vb. gibi oluşabilecek problemlerin önüne geçilebilmektedir. Sistemdeki sürecin daha düzgün işleyebilmesi için mutabakat algoritmalarının işlevi çok önemlidir (Durbilmez ve Türkmen, 2019:34). Mutabakat algoritmalarından en bilinenleri İş İspatı (PoW) ve Hisse İspatı (PoS) olduğu için yalnızca bu iki mutabakat algoritması açıklanmıştır.

1.3.3.1 İş İspatı (PoW) Algoritması

Blok zincir teknolojisinde en çok tercih edilen algoritma iş ispatıdır. İş ispatı algoritması, blok zinciri ağında yer alan bilgisayarların bu ağda gerçekleşen işlemlerin yapıldığının kanıtlanmaya ve zincire yeni blokların eklenmeye çalışıldığı bir yöntemdir (Yaylamış, 2022:21).

Bu algoritmada blok üretimi ve mutabakat sürecine madencilik adı verilmektedir. Blok ekleme ve üretme işlemi, madenci adı verilen kişiler tarafından yapılmaktadır. Madenciler daha önceden belli olan özet (hash) değerini bulmak için karmaşık hesaplamalar yaparak deneme yanılma-yöntemi ile birbirleriyle yarış içerisine girerler. İstenilen özet (hash) değerine ilk erişen madenci, yeni blok üretmeye hazır hale gelmektedir. Madenciler, yapılan işlemlerin doğruluğunu ispatladıktan sonra onaylayıp karşılığında ödüllendirilirler (İslam, 2019:21).

Bitcoin, PoW algoritmasını kullanan kripto para birimidir. Bu algoritmayı kullanmayı tercih eden madencilerin özel donanımlı bilgisayarlara ihtiyaçları vardır. Ağ yapısı genişledikçe enerji tüketimi daha da artacak ve bu da beraberinde maliyetin artmasına sebep olacaktır.

1.3.3.2 Hisse İspatı (PoS) Algoritması

Hisse ispatı, iş kanıtının zayıf yönlerini ortadan kaldırmak için tasarlanmıştır. Bu algoritma, iş ispatı ile aynı amacı taşımakla birlikte sonuca ulaşma süreci yönüyle iş ispatı algoritmasından ayrılmaktadır.

Bu algoritmada her bir bloğun doğrulanabilmesi tarafların elinde ne kadar kripto para olduğuyla ilişkilidir. Hisse ispatında karmaşık matematiksel problemlerin çözümüne ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu algoritmadaki düşünce, belli bir miktarda elinde varlığı bulunan bir kişinin ağa saldırma ihtimalinin düşük olmasıdır.

Hisse ispatında, her bir bloğu doğrulamak için kullanıcılar, belirlenen miktarda kripto para birimlerini kilitlemektedir. Kilit ortadan kalkana kadar kilitlenen cüzdana saklanır ve bu tutar ile hiçbir işlem yapılamamaktadır. Kilitlenmek istenen tutar, her kullanıcı için değişiklik gösterebilmektedir. Bloğun doğrulanma işleminin tamamlanmasının ardından cüzdana kilitlenen tutar ile orantılı bir biçimde pay edilmektedir. Daha fazla kripto para birimine sahip olan kişinin şansı ve pay oranı daha fazladır (Yayla, 2022:21-22).

İş ispatı algoritmasındaki gibi büyük donanımlı bilgisayarlara gerek duyulmadığı için bu algoritmada enerji tüketimi ve maliyetleri azalmaktadır. Ethereum'un yaratıcısı Vitalik Buterin, Ethereum kripto para biriminin iş ispatı algoritmasından pay ispatı algoritmasına geçmesini uygun görmüştür. Çünkü hisse ispatı algoritmasının amacı, hem enerji tüketiminin hem de sisteme karşı yapılacak olan saldırıların azalmasını sağlamasıdır.

1.3.4 Kriptografi

Dijital ortam üzerinden gerçekleşen işlemler, teknolojinin de gelişmesiyle birlikte günden günde yayılmaktadır. Böylelikle dijital sistemde güven ortamının yaratılması önem arz etmektedir. Blok zinciri sisteminde bu güven kriptoloji yardımıyla sağlanmaktadır.

Kriptoloji ismi Yunancadaki kryptos (gizli saklı) ve logos (yazı, sözcük, bilim) kelimelerinden türetilmiştir. Türkçe'de şifreleme olarak ta adlandırılmaktadır. Verinin gizliliğini sağlamak adına kriptoloji kullanılmaktadır. Açık bir veriyi belirlenen

kurallar kapsamında şifreleyerek gizli hale getirmektedir. Buradaki en büyük amaç kullanıcının güvence altına alınması ve geçmiş kayıtların şifrelenerek üçüncü bir kişi tarafından değiştirilmesine ya da herhangi bir müdahalede bulunulmasına izin vermemektir. Bu sayede blok zincir teknolojisinde şifreleme yönteminin olması kişilerin kimliklerinin korunmasını ve işlemlerin güvence altına alınmasını sağlamaktadır. Müdahale, yalnızca şifrelemeyi yapan kişinin kullandığı anahtar ile söz konusu olabilmektedir (Ayaz, 2020:16).

1.4 BLOK ZİNCİRİ AĞ TÜRLERİ

Blok zinciri, Bitcoin kripto para birimiyle ortaya çıkmış olsa da farklı farklı kullanım alanları da mevcuttur. Günümüzde birbirinden farklı sektör grupları bu teknolojiyi benimsemeye çalışmaktadır. Fakat bütün sektörlerin çalışma alanları ayrı olduğundan tek tip blok zinciri ağı yeterli olmamaktadır. Bu sebeple blok zincir teknolojisinde değişik ağ yapılarının ortaya çıkması kaçınılmaz olmuştur. Aşağıda kısaca bu ağ yapılarına yer verilmiştir.

1.4.1 Açık Blok Zinciri

Açık blok zinciri, bütün kullanıcılara açıktır. Sisteme katılım sağlamak isteyen herkes erişim hakkına sahiptir. Kullanıcıların kimliği gizlidir. Tutulan kayıtlar ve gerçekleşen işlemler herkes tarafından incelenebildiği için sistem şeffaftır. Açık blok zinciri ağı, belli bir merkezi otoriteye bağlı olmadığı için kişi ya da kişiler tarafından manipüle edilme riskini azaltmaktadır (Dinçel, 2020:65). Bu zincir türüne örnek olarak Ethereum, Litecoin ve Bitcoin gösterilebilir.

Bu blok zincirinde işlemler, iş ispatı (PoW) ya da pay ispatı (PoS) mutabakat mekanizmaları ile yapılmaktadır. Bu sistemde kullanıcıların ağa katılması herhangi bir izne tabi değildir. Fakat mutabakat sürecine katılım için izin gereklidir. Bu sistemde yer olan kullanıcılar, mutabakat sistemine izin alarak iştirak edebiliyor, blok oluşturabiliyor ve bu blokları doğrulayabiliyor ise bu duruma “kısmen izin gerektirmeyen sistem” denir. Bunun yanı sıra izin almadan bu işlemleri

gerçekleştirirse “bütünüyle izin gerektirmeyen sistem” olarak adlandırılmaktadır (Atahan, 2020:7).

Açık blok zincirinin avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir (İslam, 2019: 33-34);

- Blok zinciri altyapısının maliyetinin olmaması
- Ağın dışarıdan biri tarafından korunmasına gerek kalmadan kendi güvenliğini kendisinin sağlaması
- Merkeziyetsiz yapıda uygulamalar yapılabilmesi
- Birçok açıdan maliyet avantajı sağlaması.

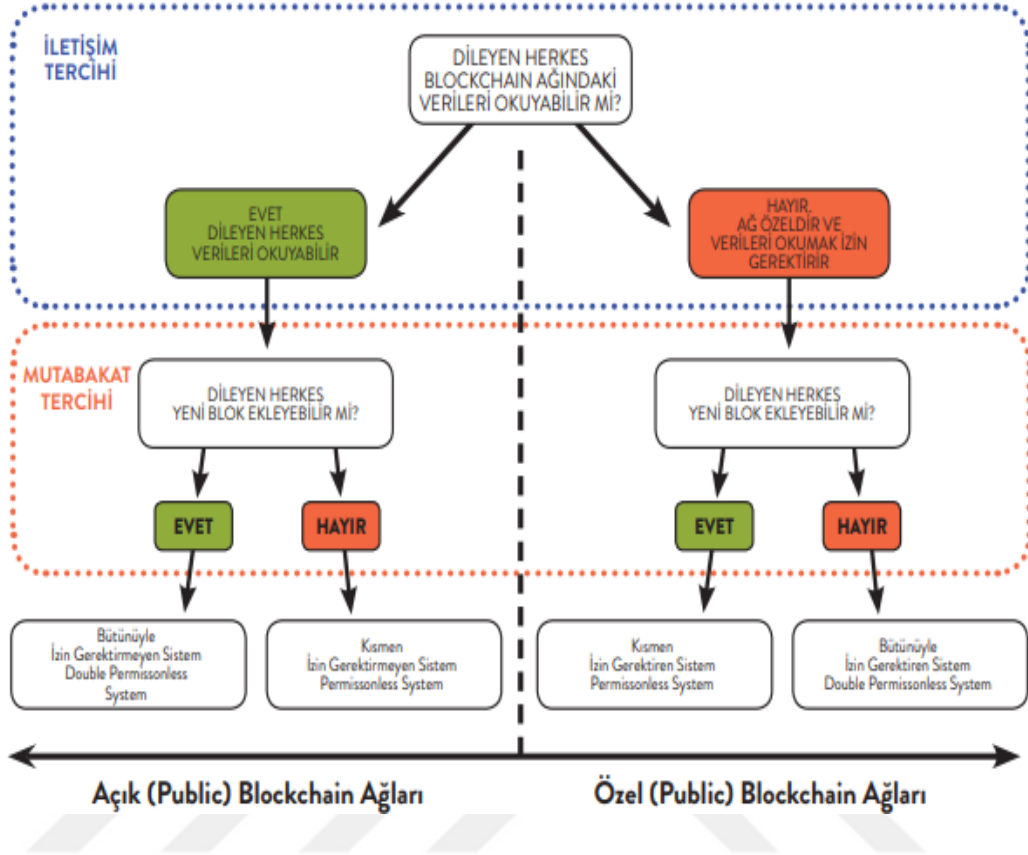
1.4.2 Özel Blok Zinciri

Ethereum, Bitcoin ve Litecoin gibi açık blok zinciri ağına sahip olan kripto para birimleri, finans kuruluşları vb. kurumlar için uygun görülmemektedir. Bu ağ yapısını tercih edenler anonim olarak ağa katılmaktadır. Bu nedenle büyük işletmeler blok zinciri teknolojisini ihtiyaçlarına yönelik kullanmak için bir arayış içine girmiştir.

Bu zincir türü, firmalarda çalışan bazı bireylerin kullanması ve bilmesi gereken özel bilgileri depolamak için tercih edilmektedir. Firma bilgilerinin halka açık olması gizlilik ve güvenlik açısından sıkıntı yaratabilmektedir. Bu sebeple belli başlı firmalar bu blok zincirini tercih ederek kendini güvence altına almak istemektedir (Dinçel, 2020:66).

Özel blok zinciri ağlarında sistem yöneticisinin izni olmadan kullanıcılar ağa katılamamaktadır. Sistemde katılımcı olmaya izin verilse bile görüş birliği sürecinde, ağa katılan herkes için hak tanınmamakta ve bunun için özel izin gerekmektedir. Özel Blok zincirinde yer almak isteyen kullanıcılar izin alarak katılım sağlayabiliyor fakat görüş birliği sürecinde izin almadan blok oluşturup onaylıyorsa bu durum, “kısmen izin gerektiren sistem” olarak adlandırılmaktadır. Özel blok zincirinde hem katılım sürecinde hem de fikir birliği sürecinde izni olan katılımcılar, blok oluşturup onaylıyorsa bu durum, “bütünüyle izin gerektiren sistem” olarak adlandırılmaktadır (Atahan, 2020:7). Şekil 4’te açık ve özel blok zinciri ayrıntılı bir şekilde gösterilmektedir.

Şekil 4: Blok Zinciri Türleri



Kaynak: (Usta ve Doğantekin, 2019:34).

1.4.3 Konsorsiyum Blok Zinciri

Bu zincir türü özel blok zincirine benzetilmektedir. Konsorsiyum blok zincirinde her bir kullanıcının sisteme erişmek için izin alması gerekmektedir. Fakat bu zincirde kararlar ve izinler tek bir kişi yerine birçok kişinin yer aldığı bir kurul tarafından verilmektedir (Gültekin, 2019:29).

Konsorsiyum Blok Zincirinde, ağ ile ilgili kararları bir kurul verdiği için görüş birliği dışındaki kullanıcılara kapalıdır. Bu ağ türünde işlemler daha hızlı gerçekleştiği için verimlilik düzeyi oldukça yüksektir.

1.5 BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Blok zinciri, hayatımıza girmesiyle birlikte farklı bir bakış yaratmış, keşfedildikçe yaygınlaşmış ve günümüzde yaygınlaşmaya devam etmektedir. Blokzincir teknolojisinin sağladığı avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Dikilitaş, 2018:18; Seyhan ve Akleyek, 2018:31):

➤ Blok zinciri, dağınık bir düğüm ağına sahip olduğundan veriler birçok cihazda saklanır. Birçok cihazda depolanması, blok zinciri sistemi ve içinde yer alan verileri teknik sıkıntılara ve beklenmedik durumlara karşı korumaktadır. Bu sistemde tek bir hata merkezi yoktur. Çünkü her bir ağ düğümü, verilerin bir kopyasını alıp depolayabilme özelliğine sahiptir. Bu sebeple tek bir düğümün çalışmaması durumunda ağın güvenliği etkilenmemektir.

➤ Blok zincirinde onaylanma süreci tamamlandıktan sonra yapılan işlemlerin değişikliğe uğratılması ve iptal edilmesi oldukça zordur. Bu özelliği ile kötü niyetli kullanıcıların davranışlarını kısıtlamaktadır.

➤ Blok zinciri şeffaftır. Sistem içerisinde yer alan bütün kullanıcıların, ağda gerçekleştirilen bütün işlemlerin geçmiş ve şuan ki durumlarına yönelik bilgi toplamasına olanak tanımaktadır.

➤ Blok zincirinin kullanıcılarına sağlamış olduğu dijital imza ve onaylama süreci sayesinde her bir düğüm arasında yapılan işlemler aracı kuruma gerek kalmadan gerçekleşmektedir.

➤ Blok zinciri yılın 365 günü de açık bir sistemdir. Bu sistemde kullanıcılar 7/24 işlem yapabilmektedir.

Blok zincir teknolojisinin birçok farklı alanda kullanılması ile birlikte günden güne popülerliği artsa da bu sistemin getirdiği bazı dezavantajlar söz konusu olabilmektedir. Bu dezavantajları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Ayaz, 2020:54-55; Tüfekçi ve Karahan, 2019:166).

➤ Blok zinciri ağı üzerinde gerçekleşen işlemlerin miktarı arttıkça sistemin boyutu da beraberinde artış göstermektedir. Blok zincirinde yer alan her bir düğüm, doğrulama ve onaylama işlemlerini yapabilmek için birçok farklı türdeki veriyi muhafaza etmektedir. Bu sebeple veri sayısı büyüdükçe sistemin işleyişi yavaşlamaktadır.

➤ Blok zinciri altyapısını kullanan ve en popüler olanı Bitcoin kripto para birimidir. Bitcoin üretimi için ciddi bir enerji gerekmektedir. Bu da elektrik tüketiminin yıllık bazda artışına sebep olarak çevresel zararlara yol açmaktadır.

➤ Blok zincirinin kullanım alanları günden günde genişlese de sahip olduğu teknoloji daha başlangıç aşamasındadır. Bazı olumsuzluklardan arınması gerekmektedir. Blok zinciri teknolojisinin daha başlangıç aşamasında olmasından kaynaklı belli bir uygulama standardı yoktur. Yasal düzenlemeler ve denetimdeki belirsizlikler bu teknolojinin benimsenmesini geciktirmektedir.



İKİNCİ BÖLÜM

KRİPTO PARA PİYASASI

2.1 KRİPTO PARA KAVRAMI VE TANIMI

Kripto para kavramı, yaklaşık 10 yıllık bir zaman diliminde, küresel ekonomi piyasalarında yeni bir olgu olmayı başarmıştır. Kripto para birimleri, piyasada var olan ödeme sistemlerine alternatif bir para birimi olarak yerini almıştır. Aynı zamanda yatırım aracı olarak ta kullanılmaktadır. Kripto paralar, ilk kez 1982 yılında David Chaum tarafından ifade edilmiştir. 1998 yılında Wei Dai tarafından kripto paraların altyapısını oluşturan şifreleme tekniği ortaya atılsa da herhangi bir merkezi otoritenin destekte bulunmadığı açık kaynak kodlu ödeme sisteminin gelişmesine ilk kez Satoshi Nakamoto öncülük etmiştir (Metin ve Yakut, 2018: 68).

Kripto para kavramı (İng. Crypto, currency, cryptocurrency), kendine has özellikleri olan dijital birimleri ifade etmektedir (Durdu, 2018:11). Kripto paralar, arada bir aracı ve güven ortamı olmasına gerek duymayan aynı zamanda merkeziyetsiz bir yapıya sahip sanal para birimleri olarak tanımlanmaktadır. Kripto para birimleri, parasal bir değere sahip yüzlerce kod yardımıyla yazılmış veri bütünüdür. Dijital ortamda işlem yapan kullanıcıların güvenlik problemi ile karşı karşıya kalması, teknolojiye yönelik güven unsurunun azalmasına yol açmıştır. Bu güven probleminin ortadan kalkması için geliştirilen yollardan biri de kriptolojidir. Kriptoloji dijital ortamlarda gerçekleştirilen işlemlerin güvenliğinin sağlanması bakımından çok önemli bir noktada olup bilgiye ulaşmak için kullanıcı dışındaki erişimi mümkün kılmamaktadır (Güleç, Çevik ve Bahadır, 2018:19-20).

Kripto paralar geleneksel paralardan farklı olarak altyapısı kriptografi (şifreleme) yöntemine ve Matematiksel bilimine dayanmaktadır

Bu paralar şifreler vasıtasıyla sanal cüzdanlara yerleştirildikleri ve kriptografi (şifreleme) yöntemi kullandığı için kripto para ismini almaktadır (Deniz: 2020:16).

2.2 KRİPTO PARALARIN TARİHSEL GELİŞİMİ

Teknoloji altyapılı dijital para birimleri, finansal sistemde önemli bir paya sahiptir. Kripto para birimlerinin ilk ortaya çıkışı 2008 yılında hayatımıza giren Bitcoin olarak bilinse de aslında bu sistemin altyapısı daha da eskilere dayanmaktadır (Ünalır, 2021:20).

Eskilere gidildiğinde Bitcoin'in oraya çıkışından önce ilk olarak bilgisayar bilimcisi ve şifreleme uzmanı olarak anılan David Chaum, 1983 yılında DigiCash şirketini kurmuştur. Hemen ardından e-Cash olarak adlandırılan yazılımı tasarlamıştır. David Chaum, bu yazılım ile birlikte kullanıcıların anonim olmasını sağlamış ve dijital ortamda paranın transferini kolaylaştırmıştır. E-Cash, tam anlamıyla bir para birimi olarak görülme de kullanıcılar arasında gerçekleşecek para transferinin gizli ve güvenli olmasını sağlayan bir araç niteliğindedir. DigiCash şirketini en önemli kılan olay ise şifreleme sistemlerini geliştirerek günümüz çağında dijital para birimlerinin temelini atmış olmasıdır (Altay, 2017: 36). 1988 yılına gelindiğinde, e-Cash sistemi yıllar içerisinde yeterli kullanıcıya ulaşamadığı için iflas edip kapanmıştır. Devamında bu teori gelecekteki kripto para birimlerine ışık olmuş ve yol göstermiştir (Usta ve Doğanterkin, 2018:46).

1998 yılında Wei-Dai tarafından kripto para birimleri üzerine önemli çalışmalar ortaya atılmıştır. Wei Dai, ilk olarak şifreli para olarak tanımladığı kripto paralarla, kriptografi vb. yöntemler aracılığıyla, arkasında merkezi bir otorite bulunmayan bağımsız işlemler yapılabileceğini savunmuştur. Wei-Dai, B-Money düşüncesini ortaya atarak dağıtılmış elektronik nakit sistemi kurmayı hedeflemiştir.

Wei Dai, B-Money isimli çalışması ile kripto para birimi sistemini özetlemiş ve sistemin nasıl kullanılması gerektiğini anlatmıştır (Ünalır, 2021:21).

Wei-Dai tarafından tasarlanan B-Money sisteminin kullanıcıları takma adlara sahiptir. Her bir gelen mesajı, gönderici imzalar ve bu sayede mesaj şifrelenmiş olur. Wei-Dai 1998 yılında kendi sitesinde yayınladığı yazıda iki protokolden bahsetmiştir. İlk protokolde kullanıcı hesaplarının nasıl güncelleneceği ve paranın sahipliği konularına değinmiştir. İkinci protokolde ise veri tabanının güvenliği için kayıt yapacak olan kişilerin alt kümesinin oluşturulmasını istemiştir (Bayrak, 2019:30).

Wei Dai'nin önermiş olduğu yöntemler geliştirilememekle birlikte bugünkü kripto para birimlerinin ortaya çıkmasında büyük rol oynamıştır.

1998 yılında Chyperpunk oluşumu üyelerinden bilgisayar uzmanı ve şifreleme bilimcisi Nick Szabo, Bit Gold'u tasarladı. Bitcoin ve benzer yönleri bulunan diğerkripto para birimleri gibi Bit Gold, konu ile alakası olan çözümlerin şifrelenme yöntemiyle birleştirilip yayınlanmasının ardından yapılan işlemlerin kanıtlanması işlevini yerine getirmesi için oluşturulan elektronik para sistemidir (Polat, 2018:37-38). Buraya kadar gerçekleştirilen çalışmalar daha fazla ilerleyememiş yalnızca Bitcoin kripto para biriminin doğuşuna vesile olmuştur.

Kripto paraların doğuşu, 2008 yılında, Bitcoin ile gerçekleşmiştir. Kripto para birimlerinin ortaya çıkışıyla alakalı farklı görüşler bulunsa da en dikkat çeken ABD'de başlayan Mortgage krizi sonrasındaki güven ortamının azalmasıdır. Yaşanan krizin ardından finansal sistemde birçok değişim meydana gelmiştir. Ülkelerin borsaları çökmüş, finansal kuruluşlar ve işletmeler büyük zarara uğramış ve finansal sistemin neredeyse tamamını oluşturan büyük bankalar batmıştır. Finansal sisteme olan güvenin zedelenmesi ile birlikte euro, dolar gibi para birimlerine alternatif olarak belirli bir merkezi otoriteye bağlı olmayan Bitcoin ortaya çıkmıştır (Dilek, 2018:10).

Bitcoin kripto para birimi, 2008 yılında, Satoshi Nakamoto takma ismini kullanan birey ya da bireyler tarafından yayınlanan "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System " makalesi yardımıyla tüm dünyaya duyurulmuştur (Altay, 2017: 36). Satoshi Nakamoto yayımladığı makalede, Bitcoin kripto para birimi anlatmış ve sistemin altyapısına dair bilgilere yer vermiştir. Makalede sistemin güvenli, şeffaf, merkeziyetsiz bir yapıda olduğu, kullanıcıdan kullanıcıya işlem yapan ve sistem içerisindeki kullanıcılar vasıtasıyla kontrolü sağlanan bir para sistemi olduğundan bahsedilmektedir. (Uysal, 2019:4).

Satoshi Nakamoto'nun oluşturduğu kriptoloji (şifreleme)'ye dayalı sistem pek çok kullanıcının ilgisini çekmiştir. Satoshi Nakamoto, 3 Ocak 2009 yılında 30.000 satırlık kod ile Bitcoin kripto para biriminin başlangıcını duyurmuştur. Oyun konsol geliştiricisi olan Hal Finney, Satoshi Nakamoto'nun kod yazımı konusundaki ilk yardımcısı olmuştur. Gün geçtikçe destekçileri artmış ve sistem ayağa kalmaya başlamıştır. 2010 yılında Bitcoin ile ödeme sistemini az miktarda tüccar kesimi kabul etmeye başlamıştır (Fırat ve Daşdemir, 2021:87). 22 Mayıs 2010 yılında Mahlası

Laszlo Hanyecz olan bir kişi tarafından 10.000 Bitcoin (BTC) ile 2 adet pizza sipariş verilmesi ile ilk ticari işlem gerçekleşmiştir (Güven ve şahin, 2021:82).

Bitcoin kripto para biriminin gün geçtikçe popüerliği artması ile birlikte kullanım alanları da yaygınlaşmıştır. Bitcoin'in artan başarısıyla birlikte ona alternatif olarak birçok kripto para birimi ortaya çıkmıştır. Bitcoin kripto para birimi ile aşağı yukarı aynı tasarıma sahip fakat her birinin kendisine ait Blok zinciri ağı olan bu kripto paralara altcoin ismini vermiştir (Usta ve Doğantekin, 2018:45-46).

2009'dan bu yana CoinMarketCap verilerine göre 9973 tane altcoin bulunmaktadır (CoinMarketCap, 2022: Erişim Tarihi 03.07.2022). Binlerce Altcoin içinden bazıları başarısız olup piyasadan silinirken, birçoğu da sanal kripto para borsalarında, Bitcoin kripto para biriminin değeriyle irtibatlı bir şekilde dalgalanmalara devam etmiştir. Oluşturulan alternatif kripto paraların bazıları Bitcoin'in popüerliğinden spekülatif kar kazanmayı amaçlarken, bazıları da arkalarında birtakım denenmek istenen projeler olduğu için piyasaya sunulmuştur (Demirhan, 2019:56).

2.3 KRİPTO PARA BİRİMLERİNİN ÖZELLİKLERİ

Geleneksel finansal sistem içerisinde var olan merkezi elektronik para ve bankacılık sistemlerinin aksine belli bir merkezi olmayan kripto para birimleri, Block-Zincir (BlockChain) veri tabanını ile işlem gerçekleştirilmektedir. Kripto para birimleri, merkeziyetsiz sistemlerde ve bu sistem kurulurken belirlenen oranlarda kamuya açık ve herkes tarafından bilinen metotlarla üretilmektedirler (arkacıoğlu 2016, 8-9). Kripto para birimlerinin özellikleri aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- Dolaşıma sunulacak olan kripto para biriminin miktarı, para arzının kuralı ve zamanlaması, kripto sistemi kurulurken belirlenmektedir (arkacıoğlu 2016, 8-9).
- Kripto para sistemlerinde üçüncü bir tarafa gerek yoktur. Kripto sistemi güvenli'dir. Fakat taraflar birbirine güvenmemektedir (arkacıoğlu 2016, 8-9).
- Kripto paralar ile sanal paralar arasındaki fark karıştırılmaktadır. Kripto para birimleri sanal paralar gibi ulusal para birimlerine dayalı değildir. Kripto para birimleri

kendi başlarına bir para birimidir. Kripto paralar hiçbir merkezi otoriteye bağlı olmadıkları için düzenlenmez ve denetlenmezler (Çarkacıoğlu, 2016: 8-9).

➤ Kripto para sistemlerinin tamamına yakını açık kaynak kodlu yazılımdır. Bitcoin, diğer şirketlerin aksine kar amacı gütmeyen açık kaynak kodlu tasarlanmıştır. İstedikleri işlemlere ve şifrelemeye sahip kripto para birimlerine sahip olmak isteyen kişi veya gruplar yazılımın kaynak kodlarını bilgisayarına yükleyip açık kaynaklı olmasının avantajlarından yararlanabilirler (Durdu, 2018: 20-29).

➤ Kripto para sisteminde kullanıcılar gerçek kimliklerini açıklamadan sisteme girip para hareketlerini gerçekleştirebildikleri için kripto para birimleri anonimlik özelliği taşımaktadır (Durdu, 2018: 20-29).

➤ Kripto para birimlerinde şifreleme tekniklerinin kullanılması en önemli özellikleri arasındadır. Blok zincirinde varolan dijital defterlerin, paranın üretim aşamasında ve o an sistemde olan kullanıcıların hesap hareketlerinin üzerinde şifreleme teknikleri güvenliği sağlamaktadır. Hash fonksiyonları, simetrik anahtar ve açık anahtar şifreleme ve son olarak dijital imza tekniği şifreleme yöntemleri arasında en çok tercih edilen uygulamalardır (Durdu, 2018: 20-29).

➤ Dolaşımda olan bütün kripto para birimlerinin sabitlenebilmesi için kripto paraların üretimi gün geçtikçe azalmaktadır (Güler, 2021: 22-23).

➤ Kripto para piyasasının tüm kullanıcıları bireysel olarak dijital cüzdan ve bir hesap oluşturmak zorundadır. Oluşturulan kişisel dijital cüzdan ve hesaba dışarıdan ikinci kişilerin müdahale etmesi imkânsızdır (Gönül, 2019: 6-7).

➤ Kripto para birimleri sanal bir yapıda olup fiziki bir karşılığı bulunmamaktadır (Bilseloğlu, 2022: 36).

➤ Kripto paraların yer aldığı sistemde varolan blok zincir teknolojisi nedeniyle yapılan işlemlerin geri dönmesi ve değişikliğe uğraması mümkün değildir (Akkoyuncu, 2021: 5-6).

➤ Kripto para sisteminde gerçekleşen işlemler şeffaf, hızlı ve global niteliktedir. Bitcoin kripto para biriminin ilk piyasaya sürüldüğü andan itibaren yapılan bütün işlemleri herkes görebilmektedir (Öncül, 2021: 32-34).

➤ Kripto para birimi sisteminde var olan kullanıcılar, gün içinde her saatte istedikleri noktaya, istedikleri miktardaki parayı hızlı ve güvenilir bir şekilde gönderim

sağlayabilmektedir. Paranın transferinde zaman ve mekân kısıtlaması söz konusu değildir (Mamedov, 2022: 18-21).

2.4 KRİPTO PARA BİRİMLERİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Günden güne kripto para birimlerine olan ilgi artmakta olup daha fazla kişi veya kurumlar bu piyasada daha çok yer edinmeye başlamıştır. Kripto para birimlerinin pek çok avantajı ve dezavantajı bulunmaktadır. Bazı ülkeler kripto para birimlerinin kullanılmasına izin verirken, bazıları da yasaklamayı tercih etmiştir. Kullanıcıdan kullanıcıya para transferinin hızlı, güvenilir ve 7/24 olması avantajlarından yalnızca birkaçıdır. İşlem maliyetleri oldukça ucuz olup bir bankaya gerek duyulmaksızın iki farklı blok zincir adresi arasında aktarım yapabilmek mümkündür (Ağaçkesen, 2022: 24-25). Kripto para birimleri merkeziyetsiz oldukları için takas için kullanımı mümkündür. Kripto para birimlerinin avantajlarını özetlemek gerekirse aşağıdaki gibi listelenir (Tüfek, 2017: 78-79):

- Kripto para birimleri vergi, beyanname ve kayıt gibi yasal yaptırımlara tabi değildir. Bu sebeple devlet tarafından vergi kesintisi uygulanmamaktadır.
- Gizlilik önemli olup, merkezi otoriteye sahip kurum ve kuruluşlar, yapılan hiçbir işlemi ve hareketleri takip edemez. Para transferi ve miktarı, kullanıcıların kendi istekleri haricinde başka kullanıcılar tarafından bilinemez.
- İşyeri sahipleri için komisyon uygulanmaz.
- Kripto para birimlerinde global olarak işlem yapıldığı için mevcut bankacılık sistemine kıyasla transfer maliyetleri oldukça düşük ve hızlıdır (Akkoyuncu, 2021: 12-13).
- Aracı kuruma gerek duyulmaksızın yapılan bütün işlemler güvenilir bir mekânda gerçekleştirilmektedir (Akkoyuncu, 2021: 12-13).
- Kripto para birimlerinin dışındaki diğer enstrümanlar da enflasyon riskinin fazla olmasına karşın, kripto paralarda bu risk oldukça düşüktür. Enflasyon riskinin az olmasının en büyük sebeplerinden biri, piyasaya arz edilecek miktarın ilk aşamada belirlenmiş olması ve müdahale edebilecek bir otoritenin bulunmamasıdır (Akkoyuncu, 2021: 12-13).

➤ Kripto paralar için zaman ve mekân konusunda hiçbir kısıtlama olmadığından dolayı hafta sonu veya resmi tatillerde de işlemlerin gerçekleşmesi elektronik işlemler için avantaj sağlamaktadır (Bahadır ve Güleç, 2018: 20).

Kripto para birimlerinin dezavantajları ise aşağıdaki gibidir:

➤ Kripto para sisteminde kullanıcının cüzdanını kaybetmesi, cüzdanın içindeki kripto para birimlerinin de kaybolması anlamına gelmektedir. Kayıp olan kripto paraların geri dönüşü olmadığı gibi sistem içerisinde tekrar var olmaması da büyük bir dezavantaj olarak kabul edilmektedir (Garayev, 2021: 19-20).

➤ Kripto para kullanıcıların kimliklerinin belli olmaması ve devlet gözetimi altında olmaması yasadışı işlemlerin yapılmasına kolaylık sağlamaktadır. Silah kaçakçılığı, uyuşturucu, kara para aklama vb. gibi yasadışı işlemlere altyapı oluşturmaktadır. Ayrıca kripto para birimlerinin devlet gözetiminde olmaması, bir sıkıntı ile karşı karşıya kalındığında, yasal bir işlemin uygulanmaması problemini beraberinde getirmektedir (Günay ve Kargı, 2018: 64-65).

➤ Kripto para birimlerinde enflasyonun etkisi çok az olsa da, arz miktarının önceden belirli yani kısıtlı olması deflasyonist etkiye sebep olabilmektedir (Çakrarioğlu, 2016: 14).

➤ Yapılan işlemlerin geri alınması veya iptali söz konusu olmamaktadır (Tüfek 2017: 78-79).

➤ Kripto para sisteminin birçok ülke tarafından kabul görülmemesi en büyük dezavantajlarından biridir. Henüz birçok ülkede para birimi olarak kabul görmediği için kripto paraların kullanımı engellenmek ve önüne geçilmek istenmektedir (Ceylan, 2019: 33-34).

➤ Fiyat volatilitesi nedeniyle kullanıcılar ve yatırımcılar açısından önemli derecede riskler taşımaktadır.

➤ Riski seven yatırımcıların daha çok var olduğu bu piyasada, bazı yatırımcılar hala geleneksel finans içerisinde yer alan enstrümanları tercih etmektedir (Ağaçkesen, 2022: 25).

➤ Kripto para birimleri, merkezi bir veri tabanına sahip olmadığı için ağ sürekli birçok farklı yerde aktif olarak faaliyet göstermektedir. Farklı lokasyonlardaki kişiler blok zincirine yeni halka eklemek için uğraşır. Bu durum da işlem gücünün yüksek olmasını sağlamaktadır. Bir başka deyişle, çok yüksek düzeylerde elektrik kullanımına

ihtiyaç vardır. Kripto para birimlerinin miktarının epeyce fazla olması nedeniyle blok zincir sisteminde varolan tüm kripto paraların yıllık elektrik tüketimi ve maliyeti çok yüksektir (Kaplanhan, 2018:112).

2.5 KRİPTO PARA BİRİMLERİ

Kripto paralar, ilk başlangıcını 2008 yılında Satoshi Nakamoto tarafından yayımlanan “Bitcoin: A peer-to-Peer Electronic Cash System” isimindeki makale ile birlikte yapmıştır. Makalenin yayınlamasının ardından piyasada ilk ortaya çıkan kripto para birimi Bitcoin olmuştur. Bitcoin’in piyasadaki başarısı, sanal paraların önünü açmış olup zamanla gerçekleştirilen bazı düzenlemeler ve değişiklikler ile Bitcoin’e alternatif bir sürü kripto para birimleri oluşturulmuştur. Alternatif olarak oluşturulan kripto para birimleri, Bitcoin’e benzer bir şekilde geliştirildikleri için Altcoin olarak adlandırılmıştır. Günden güne alternatif kripto para birimlerinin sayısı artmakta olup birbirinden farklı özelliklere sahip bu paralar, piyasa içerisinde hızlıca yerini almayı başarmıştır. Piyasada bulunan Altcoinlerin değeri Bitcoin’e bağlı olduğundan Bitcoin’de meydana gelecek değişiklik, alternatif kripto para birimleri üzerinde etkili olmaktadır (Bilseloğlu, 2022:34).

Altcoinler, çoğu zaman Bitcoin kripto para birimi ile hareket etse de, fiyat manipülasyonuna ve dalgalanmasına daha müsaittir. Fiyat oynaklığının fazla olması sebebiyle yatırım açısından daha riskli konumdadırlar (Kılıç, 2022:63). 2009’dan bu yana CoinMarketCap verilerine göre 9974 tane kripto para birimi bulunmaktadır (CoinMarketCap, 2022: Erişim Tarihi 03.07.2022). Binlerce Altcoin içinden bazıları başarısız olup piyasadan silinirken, birçoğu da sanal kripto para borsalarında, Bitcoin kripto para biriminin değeriyle irtibatlı bir şekilde dalgalanmalara devam etmiştir. Örnek vermek gerekirse, en büyük kripto para borsası Binance aracılığıyla bir sürü coin alım satımı yapılmaktadır. Oluşturulan alternatif kripto paraların bazıları Bitcoin’in popülerliğinden spekülative kar kazanmayı amaçlarken, bazıları da arkalarında birtakım denenmek istenen projeler olduğu için piyasaya sunulmuştur (Demirhan, 2019:56). Kripto para piyasasında yer alan bütün kripto para birimlerinin toplam piyasa değeri, 2014-2022 tarihleri aralığında Şekil 5’te gösterilmiştir.

Şekil 5: 2014-2022 Tarihleri Arası Kripto Para Birimlerinin Toplam Piyasa Değerleri



Kaynak: <https://coinmarketcap.com/> Erişim Tarihi (03.04.2022)

2014 yılından 2017 yılına kadar kripto para piyasasında bulunan para birimlerinin toplam piyasa değeri stabil şekilde seyrederken 2018 yılında piyasa ivme kazanmış ve yükselmiştir. 2020 yılının ortalarına doğru piyasada bulunan coinlerin çoğaldığını ve piyasa değerlerinin arttığını söylemek mümkündür. 2021'in Kasım ayında, para birimlerinin toplam piyasa değerleri bu zamana kadar ki en yüksek rakamına ulaşmış olup bu rakam 2.770.352.701.377 dolar olarak kayıtlara geçmiştir.

Kripto para piyasasında işlem gören birçok kripto para birimi olmasına rağmen çalışmanın konusu olan Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), Binance Coin (BNB), Cardano (ADA), Litecoin (LTC), Tron (TRX), Stellar (XLM) ve IOTA coinlerine değinilmiştir.

2.5.1 Bitcoin (BTC)

2009 yılında Satoshi Nakamoto takma ismini kullanan kişi ya da kişiler tarafından Bitcoin; “ A Peer to Peer Electronic Cash System” makalesinin yayımlanması ile günlük hayatımıza girmiştir.

Bitcoin piyasaya sürülen ilk kripto para birimidir. Günümüzde alternatif birçok kripto para birimi piyasaya sürülse de aralarından en popüler ve en büyük piyasa değerine sahip olanı hâlâ Bitcoin'dir.

Bitcoin, dijital para ekosistemin temel yapı taşıdır. Bu kripto para birimi, kullanıcılar arasında alım-satımı mümkün kılan değer saklama aracıdır. Bitcoin sistemi kullanıcılar açısından ulaşılabilir, güvenli ve hızlıdır. Açık kaynak kodlu bir sisteme sahip olan Bitcoin, geleneksel para birimleri aracılığıyla gerçekleştirilebilen her işlemi yapabilmektedir. Bitcoin, sistemin güvenliği için kriptoloji (şifreleme) yöntemi ve dijital imzaları kullanmaktadır. Bitcoin'in sahip olduğu anahtar sistemi ile her bir kullanıcının yapmış olduğu işlemler ispatlanabilmektedir (Antonopoulos, 2014:1).

Bitcoin'in çıkarılmasındaki en büyük amaç, internet ortamındaki alım-satım işlemlerinin birçoğunun belli bir merkezi otoriteye bağlı üçüncü şahıslar veya finansal kuruluşlar tarafından yapılması kullanıcılar her ne kadar güvenilir bir ortam sunsa da bu sistemin zayıf ve eksik yönlerinin de mevcut olmasıdır. Bitcoin ile birlikte aracı kurum gerektirmeksizin yapılan işlemler, maliyeti düşürmektedir (Nakamoto, 2008:1).

İşlem maliyetlerinin düşük olması ve aynı zamanda anonim bir şekilde global olarak işlem görebiliyor olması günden güne kullanım alanlarının artmasına sebep olmuştur.

Bitcoin (BTC) birçok sembol ile gösterilmekte olup Şekil 6'da gösterimlerine yer verilmiştir.

Şekil 6: Bitcoin Sembol ve Logoları



Kaynak: (Cengiz, 2018: 91).

Bitcoin sisteminin arkasında yatan kuramlar, teknik içeriğe sahip olsa da kullanımı oldukça basittir. Kullanıcı tarafından hangi cüzdan programı olduğu fark etmeksizin herhangi biri indirilir. Bu indirilen kişisel cüzdanlar sayesinde Bitcoin

alım-satımı ve transferi mümkün hale gelir. Bitcoin zaman gözetmeksizin para birimleri (Dolar, Euro, TL vb.) ile takas edilebilir (Çarkacıoğlu, 2016:12).

Bitcoin'in yer aldığı sistemde gecikmeli ödeme, bankada para transferi sırasında yaşanan sıkıntılar, EFT, Havale vb. gibi masraflar yoktur. Bitcoin, günün herhangi bir saatinde, yalnızca birkaç dakikada başka bir kişiye, bilgisayar ve cep telefonu yardımıyla iletilebilir. Hiçbir merkezi kurum bu sisteme ve transfer sürecine müdahale edemez (Çarkacıoğlu, 2016:12).

Belli bir merkezi otorite tarafından yönetilmediği için işlemlerin kontrolünü sağlamak, üretimi arttırmak ve yasadışı işlemleri önlemek adına kriptografi (şifreleme) sistemi kullanılmaktadır (Karaoğlu, 2018:16).

Bitcoin üretimi için toplam arz miktarı 21 milyon ile sınırlandırılmıştır. Bitcoin üretimi belli bir merkez tarafından gerçekleştirilemez. Bitcoin'in üretimi, bütün kullanıcılar aracılığıyla, bilgisayarda matematiksel sorunların çözümüne yardımcı olan yazılım sayesinde elektronik bir şekilde gerçekleşmektedir. Bu gerçekleşen işleme 'Mining' kripto para madenciliği denmektedir. Kullanıcıların madencilik süreci, Bitcoin toplam arz miktarına ulaşana kadar devam etmektedir. Madenciler tarafından karmaşık matematiksel problemler çözülmeden yeni Bitcoin piyasaya sürülemez. Madenciler ile birlikte yapılan her işlem blok zincirine eklenip kayıt edilmekte ve yapılan işlem onaylanmaktadır. Madenciler yarış halinde olup yaptığı işlemler sayesinde ödüllendirilirler. Sistem, madencilere ilk başta 50 Bitcoin ile ödüllendirirken bu ödül her 4 yılda bir yarıya düşürülecek şekilde ayarlanmıştır. (Güleç, Çevik ve Bahadır, 2018:24).

Bitcoin kripto para biriminin özellikleri özetlemek gerekirse aşağıdaki gibi sıralanabilir (Tan, 2019:21-22; Kılıç ve Çütcü, 2018:238; Öncül, 2021:32-33).

➤ Bitcoin matematiksel alt yapılı teknoloji ile P2P network ağı kullanarak yapılan transferlerin güvenli olmasını sağlamaktadır. Transfer sırasında yapılan her türlü işlem gizli olup üçüncü şahıslar tarafından müdahale etme imkanı söz konusu değildir.

➤ Kullanıcılar arasında yapılan transferin maliyeti oldukça düşüktür. Kullanıcılar arasında kredi kartı, PayPal, Western Union vb. ödeme araçlarına gerek yoktur.

➤ Bitcoin bölünebilir özelliğe sahiptir. Bu kripto para biriminin 8 basamağa kadar (0,00000001) kadar bölünmesi mümkündür. Bitcoin'in en küçük birimine verilen isim Satoshi'dir. Yani 100 milyon Satoshi, bir birim BTC'ye eşittir.

➤ Bitcoin geleneksel para birimlerinin aksine enflasyona neden olmaz. Üretim miktarı önceden sınırlandırıldığı için enflasyon ile mücadelede önemli bir silahtır.

➤ Bitcoin ile işlem yapmak için zaman sınırı bulunmaz. İşlemler 7/24 fiziki bir ortam gerektirmeksizin yapılabilmektedir.

➤ Bitcoin sisteminde gerçekleşen işlemler hızlı, açık ve global niteliktedir. Bitcoin'in ilk piyasaya sürüldüğü 2009 yılından bu yana gerçekleşen bütün işlemler, herkes tarafından görülebilmektedir. Kullanıcılar işlemleri gerçekleştirdiği an itibariyle bütün dünyadaki Bitcoin kripto ağına yayılır ve kısa bir zaman sonra onaylanır.

➤ Sistem üzerinde gerçekleşen hiçbir işlem geri döndürülememektedir.

➤ Bitcoin işlemlerinde aracılara ödenen komisyon bulunmamaktadır. Bitcoin blok zinciri üzerindeki işlemler, her 10 dakikada bir blok haline getirilip onaylanmaktadır.

Şekil 7: 2014-2022 Yılları Arasında Bitcoin'in Dolar Cinsinden Değeri



Kaynak: <https://coinmarketcap.com/> Erişim Tarihi (03.04.2022)

2014-2022 yılları arasındaki Bitcoin'in dolar cinsinden değerine şekil 7'de yer verilmiştir. Bitcoin'in fiyat grafiği incelendiğinde, 2014 yılından 2016 yılının sonlarına kadar dalgalanmalı bir şekilde giden Bitcoin, 2017 yılı itibariyle yükselişe geçmiştir. 2018 yılına gelindiğinde ise durağanlaşma ve düşüş dönemine girilmiştir. 2019 yılında ise yavaş yavaş yükseliş emareleri göstermiş ancak asıl büyük yükselişi 2020 yılında gösterip 2021 yılında dalgalanmaların ardından 66.971.83\$ ile yeni bir ATH (All Time High) yapmıştır. O dönemden itibaren günümüze kadar düşüşe geçmiştir.

2.5.2 Ethereum (ETH)

Ethereum, Bitcoin'den sonra en büyük piyasa değerine sahip olan ve en fazla işlem gören kripto para birimidir. 2013 yılında yalnızca bir fikir olarak ortaya atılmış ve 2014 yılına kadar yazılım sistemi geliştirilmiştir. Ethereum'un kurucusu olan Rus kökenli Vitalik Buterin tarafından 2015 yılında, Kuzey Amerika Bitcoin Konferansı'nda tanıtımı yapılmıştır (Öncül, 2021:41). Ethereum, blok zinciri altyapısının geliştirilmesi ve birçok farklı alanlarda kullanılması amacıyla oluşturulmuş bir işletim sistemidir (Güler, 2021:29).

Altcoin adı altında yer alsa da diğer kripto para birimlerinden ayrılan birçok özelliği mevcuttur. Ethereum kripto para birimi, Ethereum ağı üzerinde bulunan çalışmalardan yalnızca biridir. Ethereum ağının para birimi olarak bilinen Ether, internet ile anlık ve az maliyetli para transferine imkân tanımaktadır. Buterin de Satoshi Nakamoto'dan esinlenmiş ve sanal para denemelerinin etkisinde kalmıştır. Ethereum blok zincirindeki yeni oluşumlarla birlikte Ethereum altyapılı kripto para birimleri çıkmış olup bunların en önemlileri Ethereum Classic, Metropolis ve EtherZero biçiminde sıralanmaktadır (Bilgili, 2022:19).

Ethereum, programlanabilen blok zinciri yapısı olması yönüyle diğer kripto para birimlerinden farklılaşmaktadır. Yani Ethereum keşfedilmeden önce blok zinciri üzerinde yalnızca kripto para transferi yapılabiliyorken, keşfedildikten sonra kullanıcılar için transfer işleminin yanı sıra blok zinciri sisteminde uygulama yazabilmeyi mümkün kılmıştır (Pehlivan, 2020:26). Blok zinciri sistemi için sağladığı bu imkan sayesinde, kullanıcılara kolaylık sağlamak ve yeni kripto para birimlerinin

ortaya çıkmasına yardımcı olmaktadır. Ethereum, tasarladığı sistem ile bireysel verilerin başka kullanıcılar tarafından depolanıp farklı amaçlar için kullanılmasını engellemektedir. Sistem, gerçekleştirilen her bir işlemin dağınık ve anonim bir yapıda saklanmasına olanak tanıdığı için kullanıcı bilgilerine erişilmesini mümkün kılmamaktadır (Öncül, 2021:41).

Ethereum, Bitcoin kripto para birimi gibi blok zincir tabanlı olup merkeziyetsiz bir yapıya sahiptir. Fakat Bitcoin ile benzerlikleri bulunsa da aralarında bir takım farklılıklar söz konusudur. Bu önemli farklılıklar aşağıdaki gibi listelenebilir;

➤ Ethereum kripto para biriminde blok ekleme süresi 15 saniye iken Bitcoin kripto para biriminde bu süre daha uzun olup 10 dakika sürmektedir. Bu durum Ethereum için avantajlı olup sistemde yapılan işlemlerin hızlı bir biçimde onaylanmasını sağlamaktadır (Yavuz, 2019:20)

➤ Ethereum, Bitcoin'den farklı olarak doğrulama algoritması olan Ethash'ı kullanmaktadır (Yavuz, 2019:20)

➤ Ethereum'un madenciliği için Bitcoin'de olduğu gibi donanımlı makinelere gerek yoktur. Bitcoin kripto para birimindeki gibi güce dayalı bir madencilik yerine, yalnızca hafızanın ve işlemcinin olması yeterli olduğundan ekran kartı (GPU) kullanılmaktadır. Bu durum Ethereum'un üretiminde güç tasarrufu sağlamanın yanı sıra minimum işlem ücretleri ile çalışmasına olanak sağlamaktadır (Öncül, 2021:41-42).

➤ Diğer bir farklılık ise madencilik faaliyetlerinde ortaya çıkmaktadır. Bitcoin kripto para biriminde bu faaliyetler her dört yılda bir kesintiye uğramaktadır. Bitcoin için üretilcek miktar belirlenmiş olup, bu miktar ise yaklaşık 21 milyon civarındadır. Ethereum kripto para biriminde ise Bitcoin'in üretiminde olduğu gibi üst sınır belirlenmemiş olup yalnızca yıllık üretim miktarı 18 milyonu aşmayacak şekilde sınırlandırılmıştır (Deniz, 2020:30-31).

➤ Ethereum'u Bitcoin'den farklılaştıran en belirgin özelliği, akıllı kontratları kullanmasıdır. Bu sözleşmeler, arada aracı kuruma gerek olmadan alım-satıma konu olabilecek her şeyin değişimine olanak sağlayan bilgisayar programıdır. Akıllı kontratlar ile yapılacak olan bütün işlemler birer koda dönüştürülerek muhafaza edilir ve blok zincirinde yer alan kullanıcılar yardımıyla denetlenir. Bu özelliklerin yanı sıra akıllı kontratlar, para transferi, alım satıma konu olan hizmet ya da ürünlerin

işlemlerini muhasebeleştirmeye olanak tanımaktadır. Örnek vermek gerekirse; gayrimenkul sahibi olmak isteyen bir kişi, işlem sırasında akıllı kontratları tercih ederse başlangıcı, blok zinciri ağından karşı tarafla birlikte alım-satım koşullarının yer aldığı dijital kontratı oluşturmakla yapacaktır. Kontratta kodlanmış olan ödeme, sona erdirmeye ve benzeri gibi işlemler yapılmaya başlandığı anda kontrat aktif olur ve işlemler Ethereum ağına kayıt edilir. İşlem sona erdiğinde her iki kullanıcının kontratına dijital makbuzlar iletilir ve süreç tamamlanmış olur (Yavuz, 2019:20).

Şekil 8: 2016-2022 Yılları Arasında Ethereum'un Dolar Cinsinden Değeri



Kaynak: <https://coinmarketcap.com/> Erişim Tarihi (03.04.2022)

2016-2022 yılları arasında Ethereum'un dolar cinsinden değerine Şekil 8'de yer verilmiştir. Ethereum'un fiyat grafiği incelendiğinde, 2016-2017 yılları arasındaki değerinin çok dalgalanmalar göstermediği ve stabil bir şekilde ilerlediğini söylemek mümkündür. 2017 yılının başlarında yükselişe geçmiş olup 2018 yılında daha da artmıştır. 2018 Şubat ayında Ethereum'un değerinde sert bir düşüş meydana gelmiş ve değeri 1300 dolardan yaklaşık 380 dolar civarlarına inmiştir. 2020 yılının Ekim ayında, Ethereum değeri büyük bir ivme kazanmış ve hızlıca yükselmeye başlamıştır. Kasım 2021'de değeri, 4.620,55 dolar olmuş ve bu zamana kadarki en yüksek fiyatına ulaşmıştır. Ocak 2022'de büyük bir düşüş meydana gelmiş ve ardından Ethereum'un değeri büyük dalgalanmalarla hareket etmiştir.

2.5.3 Litecoin (LTC)

Litecoin, Ekim 2011’de Google şirketinde mühendislik yapmış olan Charlie Lee aracılığı ile piyasaya çıkarılmıştır. Litecoin, açık kaynak kodlu, kriptografik (şifreleme) ve merkeziyetsiz bir yapıdadır. Eşler arası ağını kullanan bir altcoindir (Kılıç, 2020:29). Piyasaya sürülen ilk Altcoin olma özelliği taşıyan Litecoin, boyut ve adet olarak küçük yapıdaki işlemlerin daha hızlı bir biçimde yapılması amacını taşımaktadır (Teke, 2022:62). Diğer kripto paralara göre daha hızlı işlem hızı ve gelişmiş depolama imkanı sunmasından kaynaklı daha verimli bir kripto para birimidir (Hazır, 2021:68).

Bitcoin, yatırımcıları tarafından altın, Litecoin ise gümüş olarak görülmektedir. Litecoin, Bitcoin’e rakip olma düşüncesiyle çıkarılmamış olup aksine tamamlayıcı görevini üstlenmesi ve Bitcoin’de yapılan hataların giderilmesi için piyasaya sürülmüştür. Litecoin zaman içerisinde gelişmiş ve Bitcoin cüzdan sağlayıcısı Coinbase’in de yardımları ile değeri daha üst seviyelere taşınmıştır. Bitcoin ile benzerlikleri bulunsa da aralarında bir takım farklılıklar söz konusudur (Bilseloğlu, 2022:45, Hazır, 2021:70):

- Litecoin şifreleme sistemi olarak Bitcoin’in kullandığı SHA-256 yerine Scrypt (parola tabanlı anahtar üretme) kullanmaktadır.
- Bitcoin üretiminin üst sınırı 21 milyon adet iken Litecoin için bu miktar 84 milyon adet olup Bitcoin’in arzının yaklaşık 4 katı kadardır.
- Blok oluşturma ve işlem hızı Bitcoin’e göre daha kısa olup bu süre yaklaşık olarak 2,5 dakikadır.
- Madencilik açısından bakıldığında ise kazma işleminin hızı daha kısa sürede yapıldığından kullanıcılar arası transfer daha az maliyetli olacaktır.
- Bitcoin’in üretimi için daha yüksek işlem hacmi gerektiğinden kişisel bilgisayarlar yardımıyla madencilik yapılamamakta birlikte Litecoin için yapılabilir.

Şekil 9: 2013-2022 Yılları Arasında Litecoin'in Dolar Cinsinden Değeri



Kaynak: <https://coinmarketcap.com/> Erişim Tarihi (03.04.2022)

2013-2022 yılları arasında Litecoin'in dolar cinsinden değerine Şekil 9'da yer verilmiştir. Litecoin'in fiyat grafiği incelendiğinde, 2013 yılında LTC, 3.3\$ seviyelerinden 39.79\$ seviyelerine kadar yükselmiştir. Fakat devamında düşüş başlamış ve 2014 yılından 2017 yılına kadar stabil ilerlemiş, sonrasında ise 358\$ seviyelerine çıktığı görülmüştür. 2018 yılı itibariyle bir düşüş söz konusudur. Fakat Litecoin 2020 Eylül aylarından itibaren tekrar bir yükselişe geçmiştir. Buradan ATH (All Time High) yaparak 385\$ seviyelerine ilerlediği ve o zamandan itibaren günümüze kadar düşüş içerisinde olduğunu söylemek mümkündür.

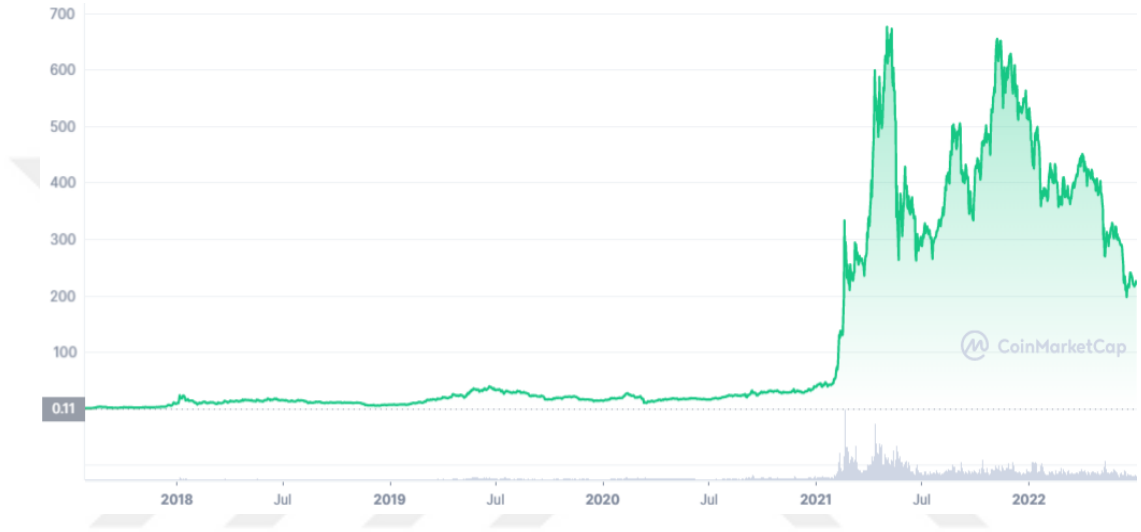
2.5.4 Binance Coin (BNB)

Binance Coin, 2017 yılında Binance kripto para borsasının piyasaya sürdüğü bir kripto para birimidir. İlk çıktığında Ethereum tabanlı (ERC-20) bir altcoin iken bir süre sonra kendine ait blok zinciri olan BEP2 tabanlı bir altyapı sistemine geçiş yapmıştır. Binance Coin ilk piyasaya çıkacağı zaman yarısı halka satılmış, devamı ise toplamda 100 milyon adet ile sınırlandırılmış olup bu kripto para biriminin madenciliği yapılamamaktadır (Bilgili, 2022:20).

Binance, piyasaya sürdüğü BNB'nin fiyat istikrarını sağlaması için kendi çıkardığı coini satın almakta ve bu coinleri yakmaktadır. Binance Coin, Binance borsasında işlem ücreti ödemek için avantajlı konumdadır. Binance Coin,

yatırımcılarına indirim seçeneği sunmaktadır. Binance coin ile işlemleri gerçekleştirirken ilk dört yıl için indirim oranları sırasıyla %50, %25, %12,5, %6,75 olarak belirlenmiştir (Öncül, 2021:46-47). Binance kripto para borsası olarak en çok katılımcıya sahip ve güvenilir bir borsa olması sebebiyle kendi piyasaya sürdüğü coin ekstra güvenilirlik taşımaktadır (Hazır, 2021:85).

Şekil 10: 2017-2022 Yılları Arasında Binance Coin 'in Dolar Cinsinden Değeri



Kaynak: <https://coinmarketcap.com/> Erişim Tarihi (03.04.2022)

2017-2022 yılları arasında Binance Coin'in dolar cinsinden değeri Şekil 10'da gösterilmiştir. 2017 yılının başlarından itibaren yükseliş trendinde olan BNB, 0.1078\$ fiyat seviyesinden 2021 Şubat ayında, 51.06\$ kadar yükselmiştir. Asıl büyük yükselişi bu dönemde yapmaya başlamıştır. Fiyat buradan sonra 675\$ dolar seviyelerine kadar çıkmış, 2022 yılı içerisinde kadar dalgalanma bir şekilde devam etmiştir. 2022 yılı Mayıs ayından günümüze kadar düşüş eğiliminde olduğu görülmektedir.

2.5.5 Cardano (ADA)

Cardano kripto para biriminin çalışmaları 2015 yılında başlamıştır. Blok zinciri geliştiricisi ve bu zincir için yapılan birçok projeye katkıda bulunan Charles Hoskinson tarafından 2017 yılında piyasaya çıkarılmıştır. Cardano'nun piyasaya çıkarılmasındaki en önemli amaçlardan biri, kripto para birimlerinin geliştirilme biçimini

farklılaştırmaya yönelik bir proje olmasıdır. Kripto para birimi olmasının yanı sıra Cardano, küresel boyutta adil bir şekilde finansal hizmet sağlama görevini de üstlenmektedir (Bilgili: 2022:23).

Cardano'nun arzı 45 milyar adet ile sınırlıdır. Cardano, kullanıcılarına coinlerini daha güvenli bir biçimde muhafaza edebilmesi için Deedalus adında açık kodlu dijital bir cüzdan sunmaktadır. Cardano, Algoritma açısından daha avantajlı bir konumda olup, PoW algoritması yerine PoS algoritmasını kullanmayı tercih eder. Her iki algoritmada da ödül sistemi kullanılmaktadır. PoW algoritmasıyla yapılan madencilikte, bloğa ilk erişen madencinin ödüle sahip olması büyük bir rekabet ortamı yaratır ve bu olay enerji maliyetlerinin yükselmesine yol açar. Bu kapsamda; Cardano'nun Pos algoritmasını kullanmasındaki en büyük avantaj, PoS algoritmasındaki ödül sistemi, daha adil bir ortam yaratarak elektrik tüketiminin maliyetini azaltmakta olup Cardano kripto para birimine olan ilginin artmasına yol açacaktır (Dere, 2019:31).

Cardano, hesaplama (CCL) ve anlaşma (CSL) katmanlarından oluşmaktadır. İki katmandan oluşması dijital sözleşmeler açısından daha esnek bir kullanım imkânı sağlamaktadır. Bu yapılan ayırım sayesinde kullanıcılar, sözleşmenin şeklini ve uygulamasını kendi isteklerine göre düzenleyebilecektir (Dere, 2019:31). Anlaşma katmanı muhasebe defteri gibi görülmekte olup yeni meydana gelecek blokların ve işlemlerin onaylanması bu katman yardımıyla yapılmaktadır. Hesaplama katmanının hedefi ise kara para aklama gibi yasa dışı kabul edilen işlemleri engellemek olduğundan bu katmanda yapılan bütün işlemlerin nasıl ve neden yapıldığı konusu hakkında bilgiler sunmaktır. (Kılıç, 2020:31).

Şekil 11: 2017-2022 Yılları Arasında Cardano’nun Dolar Cinsinden Değeri



Kaynak: <https://coinmarketcap.com/> Erişim Tarihi (03.04.2022)

2017-2022 yılları arasında Cardano’nun dolar cinsinden değerine Şekil 11’de yer verilmiştir. 2017 yılında 0.020\$ seviyelerinde olan ADA, 2018 yılı başlarında 1.1\$ seviyelerine kadar yükseliş gerçekleştirmiş ve buradan bir düşüşe geçmiştir. 2021 yılı Şubat ayına kadar dalgalanmalı bir şekilde ilerleyen ADA, bu tarihten itibaren yükselişe geçmiş ve 2.9\$ seviyelerini görerek ATH (All Time High) yapmıştır. Buradan itibaren ise günümüze kadar bir düşüş içerisinde olduğunu görmek mümkündür.

2.5.6 IOTA

IOTA, 2014 yılında geliştirilmeye başlanmış ve 2015 yılında Almanya’da David Sonstebo, Dominik Schiener ve Sergey Ivanchenglo tarafından çıkarılmıştır. IOTA, nesnelerin interneti ile bağlantılı olarak işleyen merkeziyetsiz bir yapıda ve işlem ücreti bulunmayan kripto para birimidir. İşlem ücretinin olmaması çok küçük miktarlarda yapılacak olan işlemler için avantaj sağlamaktadır (Uysal, 2019:12). Bu kripto para biriminin diğerlerinden ayrılan en büyük özelliği blok zinciri teknolojisi ve madencilik hizmetinin olmamasıdır. IOTA, internet ile bağlantılı olan makineler

arasında güvenli transferi ve iletişimi sağlamanın yanı sıra açık kaynak kodlu ayrıştırılmış defter niteliğindedir (Bilseloğlu, 2022:53).

IOTA Tangle teknolojisini kullanmaktadır. Tangle teknolojisi, işlemlerin ücretsiz, hızlı ve güvenli olmasını sağlamaktadır. Bu teknoloji sayesinde diğer kripto para birimlerinden farklılaştırılmaktadır. Yapısı diğer blok zincirlerine göre daha basit olup yapılan işlemler daha anlaşılabilir. Blok zincirinde kullanıcı sayısı arttıkça işlem hızı yavaşlarken, Tangle teknolojisini kullanan IOTA’da işlem hızı artış göstermektedir. Bu teknoloji sayesinde yapılan her işlem, önceki işlemler ile onaylanmakta olup sistem kendi güvenliğini yaratmaktadır (Öncül, 2021:45-46).

Şekil 12: 2017-2022 Yılları Arasında IOTA’nın Dolar Cinsinden Değeri



Kaynak: <https://coinmarketcap.com/> Erişim Tarihi (03.04.2022)

2017-2022 yılları arasında IOTA’nın dolar cinsinden değerine Şekil 12’de yer verilmiştir. 2017 yılında 0.41 seviyelerinde olan IOTA, yine aynı yıl Aralık ayında 5.3\$ seviyelerine çıkarak ATH (All Time High) yapmıştır. Buradan itibaren 2021 Şubat ayında düşüş gerçekleşmiştir. 2021 Şubat ayından itibaren ise yükseliş başlamış ve 0.4\$ seviyelerinden tekrar 2.3\$ seviyelerine çıkmıştır. Buradan itibaren günümüze kadar düşüş eğiliminde olduğunu söylemek mümkündür.

2.5.7 Tron (TRX)

Tron, Singapur kökenli bir kripto para birimidir. Birçok kripto para gibi belli bir merkeze bağlı olmamakla birlikte blok zinciri altyapısını kullanmaktadır. Tron kripto para birimi, eğlence sektörüne hizmet vermesi amacıyla piyasaya sürülmüştür (Kılıç, 2020:30).

Akıllı sözleşmeler ile beraber asıl amacı eğlence olan platforma bütün kullanıcılar serbestçe içerik üretebilir, muhafaza edebilir ve bu içerikleri kendi aralarında paylaşabilir. Bu platform, her bir üyesi için online oyun, bahis, sosyal medya ve içerik yönetimi gibi uygulamaları kullanma olanağı sağlamaktadır. Platformda yer alan bireyler, ürettikleri içeriklerin kullanılmasıyla birlikte dijital varlıklar elde etmektedirler. Sistemin en büyük avantajlarından biri kazanılan bu dijital varlıkların halka arz edilmesine fırsat sağlayan bir alt yapıyı içinde barındırmasıdır. Tron, platformda uygulama üretecek kullanıcıların yüksek komisyon bedelleri ödememesi için Apple Store ve Google Play'e karşı bir tehdit olarak çıkarılmış olup bu uygulamaları aradan kaldırarak düşük maliyeti hedeflemektedir (Bilseloğlu, 2022:60).

Şekil 13: 2017-2022 Yılları Arasında Tron 'un Dolar Cinsinden Değeri



Kaynak: <https://coinmarketcap.com/> Erişim Tarihi (03.04.2022)

2017-2022 yılları arasında Tron'un dolar cinsinden değerine Şekil 13'te yer verilmiştir. 2017 yılı itibariyle 0.00332\$ seviyelerinde olan Tron, 2017 yılının sonlarına doğru yükselişine başlayıp 2018 yılı Ocak ayında ATH (All Time High) yaparak 0.22\$ seviyelerini görmüş ve buradan itibaren düşüş sürecine girmiştir. 2021 yılına kadar dalgalı bir şekilde ilerleyen Tron, 2021 yılında tekrar yükselerek 0.16\$ seviyelerine kadar çıkmıştır. Bu seviyelerden düşerek günümüze kadar dalgalı bir şekilde devam etmiştir.

2.5.8 Stellar (XLM)

Stellar, 2014 yılında Jed McCaleb ve Joyce Kim tarafından piyasaya sürülmüştür. İlk başta Stellar ismi ile çıkarılan kripto para birimi, kullanmış olduğu ağ ile karıştırılmaması için 2015 yılında Lumens olarak da adlandırılmaya başlanmıştır. Toplam üretim miktarı 100 milyar adet ile sınırlandırılmıştır. Stellar Lumens, kendi ağının güvenli olmasını sağlamaktadır. Stellar, Dağılık Hizmet Engelleme atakları olarak adlandırılan sahte trafik yoğunluğunu engellemek için her transfer sürecinde yalnızca 0.00001 Stellar ağ ücreti almaktadır. Alınan ücret sayesinde transfer sürecinin maliyeti önemli derecede azalmakta ve blok zincirinde en ucuz transfer bedeli olmasına imkân tanımaktadır (Dere, 2019:30-31).

Stellar kripto para biriminin temel görevi, dağılık ve açık kaynak kodlu ödeme sistemi yardımıyla bankalar arasında gerçekleşen varlık transferini daha hızlı, güvenli ve ucuz bir biçimde yapılmasına olanak tanımaktır. Stellar Lumens, uluslararası platformlara katkı sağlamayı amaç edindiğinden kendisini geleceğin bankacısı olarak görmektedir.

Şekil 14: 2014-2022 Yılları Arasında Stellar’ın Dolar Cinsinden Değeri



Kaynak: <https://coinmarketcap.com/> Erişim Tarihi (03.04.2022)

2014-2022 yılları arasında Stellar’ın dolar cinsinden değerine Şekil 14’de yer verilmiştir. 2014 yılından itibaren 2017 yılının sonuna kadar stabil bir şekilde ilerlemiş 2018 yılında 0.89\$ seviyelerine kadar çıkmıştır. Bu seviyelerden düşüş ise 2020 yılına kadar devam etmiştir. 2020 yılından itibaren ise yükseliş tekrar başlamış olup 0.71\$ seviyelerine çıkmıştır. Buradan günümüze kadar ise düşüş devam etmiştir.

2.6 LİTERATÜR TARAMASI

Gün geçtikçe bilinirliği artan kripto para birimleri, yatırımcıların dikkatini çekerek kısa bir sürede geleneksel yatırım araçlarına alternatif yatırım aracı olmayı ve birçok yatırımcının portföyünde yer almayı başarmıştır. Bu sebeple birçok araştırmaya konu olmuştur. Çalışmanın bu bölümünde kripto para piyasası ile ilgili yapılan yerli ve yabancı çalışmalara yer verilmiştir.

Elbeck ve Baek (2015), çalışmasında Bitcoin kripto para biriminin fiyatları ile S&P 500 endeksi arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 19.07.2010-19.02.2014 tarihleri arasında ilgili değişkenlerin günlük kapanış fiyatlarını kullanmıştır. Yöntem olarak en küçük kareleri tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda Bitcoin fiyatları ile S&P 500 endeksi arasında bir ilişki olmadığını ve S&P 500 endeksinin Bitcoin’in fiyatındaki değişimden etkilenmediğini tespit etmiştir.

Pournarakis v.d (2015), çalışmasında S&P 500 endeksi ile Bitcoin kripto para birimi arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 27.10.2014 ve 12.01.2015 dönemini kapsayan ilgili değişkenlerin günlük kapanış fiyatlarını kullanmıştır. Verilerin Logaritmik getiri serileri olarak analize dâhil etmiştir. Araştırmasının yöntem olarak Vektör Hata Düzeltme modelini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucuna S&P 500 endeksinin uzun vadede Bitcoin fiyatları üzerinde olumsuz yönde bir etkisi olduğunu tespit etmiştir.

Mentel vd. (2016), çalışmasında, Bitcoin kripto para birimi ile döviz kurları arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Yöntem olarak GARCH ve ARMA yöntemlerini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda, Bitcoin ile seçili döviz kurları arasında (Çin Yuanı, Dolar, İngiliz Poundu, Euro, ve Polonya Zlotisi) arasında herhangi bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Song (2016), araştırmasında Bitcoin kripto para birimi ile döviz kurları ve borsa endekleri arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Yöntem olarak Johansen Eşbütünleşme Testi, Vektör Hata Düzeltme Modelini ve Linear Regresyon Modelini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda Bitcoin ile döviz kurları ve borsa endekleri arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu tespit etmiştir. Bunun yanı sıra borsa endekleri ile Bitcoin arasında pozitif ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Ciaian, Rajcaniovad ve Kancs (2017), çalışmasında Bitcoin kripto para birimi seçilmiş 16 adet alternatif kripto para birimleri arasında kısa ve uzun dönemli ilişkinin varlığını tespit etmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 2013-2016 yılları arasındaki kripto para birimlerinin günlük kapanış fiyatlarını kullanmıştır. Veri seti olarak ARDL Sınır Testi Yaklaşımını tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda Bitcoin ile seçilmiş alternatif kripto para birimleri arasında kısa ve uzun dönemli ilişkinin olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca kısa ve uzun dönemli ilişkinin gücünü karşılaştırdığında, kısa dönemli ilişkinin uzun dönemli ilişkiye göre çok daha güçlü olduğu sonucuna varmıştır.

İçellioğlu ve Öztürk (2017), çalışmasında Bitcoin ile seçili döviz kurları arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. 29.04.2013- 22.09.2017 dönemini kapsayan verileri kullanmıştır. Yöntem olarak uzun dönemli ilişkiyi ölçmek için Engel-Granger, Johansen Eşbütünleşme testini, nedensellik için Granger Nedensellik Testini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda Bitcoin'in kısa ve uzun dönemde döviz kurlarından bağımsız bir şekilde hareket ettiğini tespit etmiştir.

Nunes (2017), çalışmasında BTC ile S&P 500 endeksi, altın, petrol, 6 aylık Amerikan tahvil getirileri, 1 yıllık Amerikan tahvil getirileri arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Araştırmanın yöntemi olarak Johansen Eşbütünleşme testi ile Vektör Hata Düzeltme Modelini tercih etmiştir. Veri seti olarak 01.01.2013 ve 28.08.2017 dönemini kapsayacak şekilde ilgili değişkenlerin günlük kapanış fiyatlarını kullanmıştır. Johansen Eşbütünleşme testinin sonucuna göre, Bitcoin ile seçilen diğer değişkenlerin arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını tespit etmiştir. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisini tespit ettikten sonra VECM testini uygulamıştır. VECM testinin sonuna göre Bitcoin ile altın ve 6 aylık Amerikan tahvil getirileri arasındaki uzun vadeli ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı çıktığını tespit etmiştir.

Ağan ve Aydın (2018), çalışmasında Bitcoin ile Yen, Yuan, Kanada Doları, Amerikan Doları, Euro ve İngiliz Sterlini arasındaki ilişkiyi ölçmeye amaçlamıştır. 29.04.2013-29.06.2018 dönemini kapsayan verileri kullanmıştır. Araştırmanın yöntemi olarak Hacker-Hatemi-J nedensellik testini tercih etmiştir. Çalışmanın sonucuna göre Bitcoin kripto para biriminden Yen, Yuan, Kanada Doları, Amerikan Doları, Euro ve İngiliz Sterline doğru bir nedenselliğe rastlamamıştır. Bitcoin'in para birimlerinden bağımsız hareket ettiği sonucuna ulaşmıştır. Bitcoin ve Amerikan Doları arasında zıt yönlü ilişki bulmuştur. Kanada Doları ve Yen'in Bitcoin kripto para birimin fiyatı ile aynı yönde hareket ettiğini tespit etmiştir.

Aslan (2018), çalışmasında Blockchain teknolojisinin maliyetlere etkisi ve kripto paraların arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Stellar, Bitcoin Cash, Litecoin, Ripple, Bitcoin ve Ethereum coinlerinin 2013-2018 dönemini kapsayan veri setini kullanmıştır. Yöntem olarak VAR Analizleri ve Granger Nedensellik Testini tercih etmiştir. Çalışmasında kripto paraların fiyatlanmasında Bitcoin ile çift yönlü nedensellik ilişkisinin ve Stellar, Bitcoin Cash ve Litecoin'in Bitcoin üzerinde açıklayıcı gücünün olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Güleç, Çevik ve Bahadır (2018), çalışmasında Bitcoin ile döviz, hisse senedi emtia piyasaları ve faiz arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 2012-2018 dönemlerini kapsayan aylık verileri kullanmıştır. Yöntem olarak Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testlerini tercih etmiştir. Bitcoin kripto para biriminin faizin nedeni olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Kılıç ve Çütücü (2018), çalışmasında Bitcoin ve BİST arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 02 Şubat 2012-06 Mart 2018 tarihleri arasındaki günlük Bitcoin değerleri ve günlük BIST 100 endeksi değerlerini kullanmıştır. Yöntem olarak Eşbütünleşme testlerinden Engle Granger ve Gregory-Hansen testlerini kullanırken, nedensellik testi olarak Toda-Yamamoto ve Hacker-Hatemi-J testlerini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda Bitcoin ile BİST arasında uzun dönemli bir ilişkiye rastlamamıştır. Toda-Yamamoto Nedensellik Testinin sonucunda göre BİST'den Bitcoin'e doğru tek yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmış olup, Hacker-Hatemi-J nedensellik testinde değişkenler arasında herhangi bir ilişki bulamamıştır.

Oktar ve Salihoğlu (2018), çalışmasında Bitcoin'in Türk lirası cinsinden değeri ile Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası'nın para arzı, ortalama fonlama maliyeti, 10 yıllık devlet tahvil oranı, banka mevduatı ve aylık faiz oranı arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkiyi ölçmeyi hedeflemiştir. 2013-2018 yılları arasındaki verileri kullanmıştır. Araştırmanın yöntemi olarak vektör otoregresif (VAR), Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testlerini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda Bitcoin kripto para biriminin değeri ile TCMB para arzı ve bir aylık faiz oranları arasında kısa ve uzun dönemli ilişki olduğu ve Bitcoin'i etkiledikleri sonucuna varmıştır.

Akçalı ve Şişmanoğlu (2019), çalışmasında kripto paralar arasındaki ilişkiyi test etmeyi amaçlamıştır. Veri seri olarak 07.08.2015 - 21.11.2018 yılları arası Bitcoin ile birlikte Ripple, Ethereum, Stellar, Litecoin, Monero, Dash ve Nem'e ait dolar cinsinden günlük kapanış fiyatlarını kullanmıştır. Yöntem olarak Toda-Yamamoto Nedensellik Testini uygulamıştır. Çalışma sonucuna göre Bitcoin ile Ripple ve Stellar arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi olduğu, Bitcoin kripto para biriminden Litecoin'e ve Nem'e doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Dash kripto para biriminden Bitcoin'e doğru tek yönlü ilişki tespit etmiş olup, Bitcoin ile Ethereum ve Monero arasında nedensellik ilişkisi saptayamamıştır.

Çakın (2019), çalışmasında Bitcoin'in, döviz kuru olarak Euro, İsviçre frangı, İngiliz sterlini, Çin yuanı, Japon yeni, kripto para birimi olarak LTC, ETH, XRP ile olan uzun dönemli ilişkisini ve değişkenlerin birbirleri ile olan nedensellik ilişkisini ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 4 Ocak 2016 - 28 Şubat 2019 dönemini kullanmıştır. Yöntem olarak Johansen Eşbütünleşme testi ile Granger Nedensellik

Testinin tercih etmiştir. Çalışması sonucunda Bitcoin'in kripto paralarla pozitif ve güçlü ilişkisi olduğunu ve Bitcoin ile sadece Ripple'ın arasında nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bitcoin ile döviz kurları arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edememiştir.

Dere (2019), çalışmasında Bitcoin kripto para birimi ile faiz oranları, borsa endeksleri, döviz kurları ve emtialar arasındaki ilişkiyi ölçmeyi hedeflemiştir. Veri seti olarak 16.07.2010-16.05.2019 dönemlerini kapsayan günlük verileri kullanmıştır. Araştırmanın yöntemi olarak Granger Nedensellik Testi, VAR Model'ine dayalı Etki-Tepki ve Varyans Ayırıştırma Analizlerini tercih etmiştir. Granger nedensellik testi sonuçlarını değerlendirdiğinde Bitcoin kripto para birimi ile faiz oranları, borsa endeksleri, döviz kurları ve altın arasında tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna varmıştır. Faiz oranları, döviz kurları ve altından Bitcoin'e doğru tek yönlü bir ilişki tespit etmişken, borsa endekslerinden Bitcoin'e doğru bir nedensellik tespit etmiştir. VAR Model'ine dayalı Etki-Tepki analizi sonuçlarına göre faiz oranlarında oluşan şokların Bitcoin kripto para birimini etkilediğini gözlemlemiştir. Dolar cinsinden haftalık libor faizinde meydana gelen bir şok Bitcoin kripto para biriminde ikinci dönemde pozitif etkiye, dördüncü ve on ikinci dönemde negatif etkiye sebep olduğu sonucuna ulaşmıştır. Euro Aylık libor faizine verilen şok, Bitcoin kripto para biriminde on birinci dönemde pozitif etkiye yol açarken, Euro haftalık libor faizinde meydana gelen şokta ise 3. Dönemde negatif, 8. ve 11. Dönemde ise pozitif etkiye yol açtığı sonucuna ulaşmıştır.

Gönül (2019), çalışmasında Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Dash, Bitcoin cash, Ripple kripto para birimleri ile altın, tahvil, gecelik repo, petrol ve Bist100 endeksi arasındaki ilişkiyi ölçmeyi hedeflemiştir. Veri seti olarak 2018-2019 yılları arasındaki günlük verileri kullanmıştır. Yöntem olarak Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda Bitcoin değişkeninin Tahvil piyasasını etkilediğini tespit etmiştir. Dash kripto para biriminin Petrol'ün nedeni, Petrol'ün Bitcoin Cash'in nedeni, Litecoin'in tahvilin nedeni, Repo ve Altın'ın Ripple'ın nedeni olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ethereum'un değişkenler ile nedensellik ilişkisinin olmadığını tespit etmiştir.

Göttfert (2019), çalışmasında Bitcoin ile Ethereum, EOS, Litecoin, Bitcoin Cash ve Ripple arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Yöntem olarak Engle-

Granger Eşbütünleşme testi, Johansen Eş bütünleşme testi ve Vektör Hata Düzeltme modelini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda her iki eş bütünleşme testine göre Bitcoin ile EOS kripto para birimi hariç seçilen bütün kripto para birimleri ile arasında uzun dönemli ilişkinin olduğunu tespit etmiştir. Vektör Hata Düzeltme modelinin sonuçlarına göre, Bitcoin kripto para biriminin fiyatının Litecoin, Ripple, Ethereum ve Bitcoin Cash kripto para birimlerinin fiyatlarına uzun vadede istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sebep olduğu sonucuna varmıştır.

Konuşkan, Teker, Ömürbek, ve Bekçi (2019), çalışmalarında Bitcoin, Ethereum ve Ripple kripto paralarının arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 01.01.2018-31.12.2018 dönemini kapsayan günlük verileri tercih etmiştir. Araştırmanın yöntemi olarak Johansen Eşbütünleşme Testi ve Vektör Hata Düzeltme Modelini kullanmıştır. Çalışmalarının sonucunda Bitcoin, Ethereum ve Ripple arasında kısa dönemli ilişki tespit etmiştir. Uzun dönemli ilişki açısından değerlendirdiğinde seçilen kripto para birimleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu sonucuna varmıştır.

Laçin (2019), çalışmasında Euro, Japon Yeni, Yuen, Sterlin, Rupee para birimleri ile Bitcoin kripto para biriminin arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 01.01.2014-01.01.2018 dönemini kapsayan günlük verileri kullanmıştır. Araştırmanın yöntemi olarak Gregory ve Hansen testi ile Granger Nedensellik analizini tercih etmiştir. Araştırmasının sonucunda Euro, Japon Yeni, Yuen, Sterlin, Rupee para birimlerin Bitcoin para birimini etkilemediğini tespit etmiştir. Nedensellik açısından baktığında Yuen para biriminden Bitcoin'e doğru pozitif bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Topaloğlu (2019), çalışmasında Bitcoin kripto para birimi ile Euro, Japon Yeni, İngiliz Sterlini, Avustralya Doları, Kanada Doları, İsviçre Frankı, Yuan Renminbisi ve İsveç Kronu para birimleri arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. 03.02.2012-04.10.2017 dönemleri arasındaki günlük verileri kullanmıştır. Araştırmanın yöntemi olarak, yapısal kırılmalı Gregory ve Hansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testlerini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda Bitcoin ile seçilmiş olan para birimleri arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Nedensellik açısından bakıldığında CNY para birimi ile Bitcoin arasında tek yönlü pozitif bir ilişki tespit etmiştir. Gregory ve Hansen testine göre 2013 yılının Nisan ve

Aralık ayrılarında yapısal kırılmaların olduğu sonucuna ulaşmıştır. Diğer para birimlerinin Bitcoin'i etkilemediğini tespit etmiştir.

Aksoy ve Teker (2020), çalışmasında Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash, Litecoin kripto para birimlerinin arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 18.01.2018-24.12.2019 döneminin kapsayan günlük kapanış fiyatlarını tercih etmiştir. Araştırmanın yöntemi olarak Toda-Yamamoto nedensellik testini kullanmıştır. Çalışmasının sonucunda bütün kripto para birimlerinin litecoin'in nedeni olduğu; Bitcoin, Ethereum ve Ripple'in, Btcash'in nedeni olduğu ve Bitcoin ile Litecoin'in, Btcash ile Ethereum'un, BtcCash ile Ripple'in, Ethereum ile Ripple'in, Litecoin ile Ripple'in karşılıklı olarak birbirlerini etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Demiroğlu (2020), çalışmasında Bitcoin ve Ethereum arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 20.03.2016-23.02.2020 dönemini kapsayan haftalık verileri kullanmıştır. Yöntem olarak Engle Granger ve Toda Yamamoto Nedensellik testini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda Bitcoin ile Ethereum arasında eşbütünleşme olmadığını ve nedensellik ilişkisinin bulunmadığını tespit etmiştir.

Deniz (2020), çalışmasında altın ve brent petrol fiyatları ile Bitcoin, Ethereum, Ripple, Tether, Bitcoin Cash, Bitcoin SV ve Litecoin fiyatlarının arasındaki ilişkiyi ölçmeyi hedeflemiştir. Veri seti olarak 03.04.2018-31.12.2019 tarihleri arasındaki günlük verileri kullanmıştır. Yöntem olarak VAR modeli, Johansen eş bütünleşme testleri ve Granger nedensellik testlerini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda bitcoin ve altın fiyatları arasında kısa dönemli ilişki olduğu, Bitcoin ile Altın arasında nedensellik olduğu ve Ethereum, Ripple, Tether, Bitcoin Cash, Bitcoin SV ve Litecoin' in Altın ve brent Petrol arasında nedensellik olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Gonzalez, Jareño ve Skinner (2020), çalışmasında Bitcoin kripto para birimi ile, Ripple, Bitcoin SV, Ethereum, EOS, Bitcoin Cash, Tether, Binance Coin, Litecoin ve Tezos altcoinleri arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak Ocak 2015 - Mart 2020 tarihleri arasındaki günlük kapanış fiyatlarını kullanmıştır. Çalışmasında, Doğrusal Olmayan Sınır Testi Yaklaşımı (NARDL) yöntemini tercih etmiştir. NARDL yöntemin sonuçlarına göre Bitcoin ile seçilmiş olan kripto para birimleri arasında uzun dönemli ilişkinin var olduğunu tespit etmiştir. Altcoin getirileri ile Bitcoin kripto para birimi getirisinin aynı yönde hareket ettiği sonucuna ulaşmıştır.

Kılıç (2020), çalışmasında bitcoin ve en yüksek işlem hacmine sahip altcoinlerinin (Tether, Ethereum, Litecoin, Bitcoin Cash, Ripple, Ethereum Klasik, Tron, Bitcoin SV, Eos) arasındaki uzun dönemli ilişkiyi tespit etmeyi amaçlamıştır. Bitcoin ve altcoinler arasındaki ilişkinin tespiti için Maki Eşbütünleşme ve ARDL Sınır yöntemlerini tercih etmiştir. Maki eşbütünleşme testinin sonucuna göre 11 eşleşmede uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi bulunmuş olup, ARDL Sınır testi sonucuna göre 4 eşleşmede eşbütünleşme olduğunu sonucuna ulaşmıştır. Bitcoin ile Ethereum Klasik, Tether ve Ripple'nin arasında güçlü bir ilişki tespit etmiştir. Bulgularının sonucunda uzun dönemde aynı yönde hareket eden kripto paralar arasında portföy oluşturulamayacağını tespit etmiştir.

Kim, Canh ve Park (2020), çalışmasında Bitcoin, Stellar, Litecoin, BCH, Ripple, Ethereum, EOS ve BNC kripto para birimlerinin birbirleri arasındaki nedensellik ilişkisini ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 23.07.2017 – 28.11.2019 tarihleri arasındaki kripto para birimlerinin günlük kapanış fiyatlarını kullanmıştır. Yöntem olarak Granger Nedensellik testini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda kripto para birimlerinin arasında nedensellik ilişkisinin güçlü olduğunu tespit etmiştir. Kripto paralar arasındaki nedensellik ilişkisinin gücü karşılaştırıldığında Bitcoin ile Ethereum, Ripple ile seçilen bütün kripto para birimleri arasında daha güçlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu tespit etmiştir.

Samırcas (2020), çalışmasında Bitcoin kripto para biriminin fiyatı ile Bitcoin'in popülaritesi arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Araştırmanın yöntemi olarak Toda Yamamoto testini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda Bitcoin'in fiyatı ile popülaritesi arasında nedensellik ilişkisinin olduğu ve bu ilişkinin Bitcoin fiyatından popülaritesine doğru tek yönlü olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bitcoin'in fiyatında olan değişimin Bitcoin'e olan ilgiyi arttırıp azaltacağını tespit etmiştir.

Akkoyuncu (2021), çalışmasında Ethereum, Ripple, NEO, Litecoin, Stellar, EOS, Monero ve Tron kripto para birimlerinin Bitcoin üzerindeki etkisini araştırmayı hedeflemiştir. Veri seti olarak 2017 Ekim-2021 Eylül dönemleri arasındaki aylık verileri tercih etmiştir. Çalışmanın yöntemi olarak ARDL sınır analizi ve Granger nedensellik testini kullanmıştır. Araştırmasının sonucuna göre Bitcoin ve diğer kripto para birimlerinin arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Nedensellik

testine göre Bitcoin ile Eos kripto para biriminin arasında herhangi bir ilişki olmadığı ve diğer kripto para birimleri ile çift ve tek yönlü ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Bakır (2021), çalışmasında ekonomik göstergeler ile Bitcoin ve Ethereum arasındaki ilişkiyi ölçmeyi hedeflemiştir. Veri seti olarak 03.12.2019 ve 03.12.2020 dönemleri arasındaki Bitcoin ve Ethereum'un fiyatını, G20' de bulunan 19 ülkenin borsa endeksini, altın, Brent Petrol, platin ve gümüşün fiyatını, VIX, OFR endekslerini, Bitcoin ve Ethereum'un toplam piyasa ağırlığını, işlem hacmini, tweet, Google arama ve transfer sayısını, hash gücünü kullanmıştır. Yöntem olarak panel veri analizi, Granger nedensellik analizi, Pedroni eşbütünleşme analizini tercih etmiştir. Eşbütünleşme testi sonucuna göre değişkenler arasında uzun dönemli ilişki tespit edememiştir. Nedensellik analizine göre Bitcoin açısından değerlendirdiğinde; Bitcoin ile G20' de bulunan 19 ülkenin borsa endeksi, Brent Petrol, volatilité endeksi, finansal stres endeksi ve kripto para piyasası hacmindeki ağırlığı ile karşılıklı nedensellik ilişkisi olduğunu sonucuna ulaşırken, altın fiyatı ve platinden Bitcoin'e doğru tek yönlü ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ethereum açısından değerlendirdiğinde; Ethereum ile finansal stres endeksi, toplam kripto para piyasası hacmindeki ağırlığı, altın, gümüş, platin ve volatilité endeksi arasında karşılıklı ilişki tespit ederken Brent Petrol'den Ethereum'a doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit etmiştir.

Çaykara (2021), çalışmasında USD/TRY, EUR/TRY ile kripto para birimlerinden BTC, LTC, XRP, DOGE ve DASH coinlerinin arasındaki ilişkiyi tespit etmeye amaçlamıştır. Veri seti olarak 2015-2019 yıllarını kapsayan haftalık kapanış verileri kullanmıştır. Yöntem olarak Var Analizi ve Granger Nedensellik Testini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda döviz kurları ve kripto paralar arasında uzun dönemli ilişkinin olduğu ve BTC/TRY ile DASH/TRY para birimleri arasında negatif yönlü bir ilişki, BTC/TRY ile XRP/TRY ile de pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Dönmez, Şen ve Hazır (2021), çalışmasında Bitcoin Cash, Ethereum, Litecoin ve Ripple arasındaki ilişkiyi ölçmeyi hedeflemiştir. 03.08.2017 – 17.03.2020 dönemini kapsayan veri seti kullanmıştır. Yöntem olarak Granger Nedensellik Testi ve Vektör Otoregresif (VAR) modelini tercih etmiştir. Granger Nedensellik Testine göre Bitcoin Cash fiyatının; Litecoin, Ripple, Ethereum altcoinlerinin fiyatının nedeni olduğu, Litecoin fiyatının; Ethereum ve Ripple'ın fiyatının nedeni olduğu, Ethereum'un

Ripple'in nedeni olduğu sonucuna ulaşmıştır. Vektör Otoregresif modeline göre Bitcoin Cash'in birinci dönemdeki değişimin hata varyansının kendisinden, ikinci dönemde ise %91,87'si kendisinden, %0,45'i Ethereum'dan, %3,71'i Litecoin 'den ve %3,94'ü Ripple'dan, üçüncü dönemde %81,25'i kendisi tarafından, %6,39'u Ethereum, %5,83'ü Litecoin ve %6,51'i Ripple tarafından kaynaklandığı sonucuna ulaşmıştır. Ethereum'un birinci dönemdeki değişimin hata varyansının %59,68'i Bitcoin Cash altcoininden, %40,31'i kendisinden ve diğer dönemlerde Bitcoin Cash'in etkisi artarken kendisinin dolaylı kaynaklanan etkinin azaldığı ve ikinci dönemden itibaren %8 oranında Litecoin'in de etkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Litecoin tarafından bakıldığında değişimin hata varyansının maksimum oranla Bitcoin Cash ve Ethereum, minimum oranla kendisinden kaynaklandığı sonucuna ulaşmıştır. Ripple' da ise ilk dönemlerde hata varyansının maksimum kısmının Bitcoin Cash tarafından, son dönemlerde %32,56'sı Bitcoin Cash, %8,38'i Ethereum, %18,44'ü Litecoin ve %40,60'ı kendisi tarafından açıklandığı sonucuna ulaşmıştır.

Garayev (2021), çalışmasında Bitcoin ile ham petrol, altın ve borsa endeksi arasındaki ilişkiyi ölçmeyi hedeflemiştir. Ekonometrik model olarak Granger Nedensellik Testi, Johansen Eşbütünleşme Testi VAR Modeli yardımıyla Etki-Tepki Analizi ve Varyans Ayrıştırması kullanmıştır. Veri seti olarak 31.08.2010-28.02.2021 dönemini kapsayan aylık verilerden yararlanmıştır. Değişkenler arasında kısa dönemli bir ilişkiye rastlamamış olup uzun dönemli ilişki olduğunu tespit etmiştir. VAR modeline göre Bitcoin fiyatları petrol, altın fiyatları ve S&P 500 borsa endeksinden önemli düzeyde etkilenmediği sonucuna ulaşmış olup Granger nedensellik testi sonuçlarına göre değişkenlerin Bitcoin değerlerinin nedeni olmadığını sonucuna ulaşmıştır.

Kartal ve Yağlı (2021), çalışmasında Bitcoin ile BİST100 (Türkiye), BOVESPA (Brezilya), MOEX (Rusya), NIFTY50 (Hindistan) , SHANGAI (Çin) , JSE (Güney Afrika) borsaları arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 01 Ocak 2013- 31 Aralık 2019 tarihleri arasındaki aylık verileri kullanmıştır. Araştırmasının yöntemi olarak Johansen Eşbütünleşme ve Granger nedensellik testi tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda Bitcoin kripto para birimi ile analize dahil edilen borsa endeksleri arasında uzun dönemli ilişki olduğunu tespit etmiştir. Nedensellik açısından baktığında Bitcoin'in bağımlı olduğu varsayımı altında Rusya

ve Türkiye borsa endekslerinden Bitcoin kripto para birimine doğru nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bitcoin'in bağımsız değişken olduğu varsayımında ise Çin'in borsa endeksi ile Bitcoin kripto para birimi arasında kısa dönemli ilişki olduğunu tespit etmiştir. Bitcoin kripto para biriminin fiyatının, arasında nedensellik olduğu borsa endekslerine yatırım yapanların kararlarını kısa dönemde etkileyebileceği sonucuna ulaşmıştır.

Kaya (2021), çalışmasında edilen BNB, ETH, XRP ve USDT kripto para birimlerinin arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 01.01.2018 - 03.05.2021 dönemini kapsayan haftalık kapanış fiyatlarını kullanmıştır. Yöntem olarak ARDL sınır testi ile Toda-Yamamoto nedensellik testini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda seçilen kripto para birimleri arasında uzun dönemli ilişkinin ve tüm kripto paraların BNB'nin nedeni olduğu, BNB ve ETH arasında çift yönlü bir ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Kubar ve Toprak (2021), çalışmasında bitcoin ve seçilmiş altcoinler arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 21.08.2020-07.01.2021 dönemini kapsayan Bitcoin ile birlikte Ethereum, Tether, Ripple, Litecoin, Cardano, Polkadot, Bitcoin Cash, Stellar ve Chainlink'e ait dolar cinsinden günlük kapanış fiyatlarını kullanmışlardır. Çalışmasında yöntem olarak Granger Nedensellik Testini tercih etmiştir. Çalışma sonucunda Bitcoin ile Tether kripto para birimi arasında ilişki bulunmazken, diğer tüm kripto paralarla aynı yönde bir ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Kurt (2021), çalışmasında Brent Petrol ile Bitcoin ve Ethereum kripto para birimleri arasındaki ilişkiyi ölçmeyi hedeflemiştir. Veri seti olarak 10.12.2019-01.10.2020 tarihleri arasındaki verileri kullanmıştır. Çalışmanın yöntemi olarak Granger nedensellik testini tercih etmiştir. Araştırmasının sonucunda Bitcoin kripto para birimi açısından baktığında Bitcoin ile Brent Petrol arasında tek yönlü bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Ethereum kripto para birimi açısından baktığında ise Ethereum ile Brent Petrol arasında çift yönlü ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Kripto para birimleri arasındaki ilişkiyi test ettiğinde aralarında nedensellik ilişkisi olmadığını gözlemlemiştir.

Öncül (2021), çalışmasında Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash, EOS, Stellar, Litecoin, IOTA, Binance Coin ve Tether kripto para birimleri ile BİST 30,

DAX ve Dow Jones 30 endekleri arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 9.11.2017 - 31.12.2020 dönemini kapsayan günlük verileri tercih etmiştir. Araştırmanın yöntemi olarak Granger nedensellik ve VAR modelini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda Bitcoin, Bitcoin Cash ve EOS kripto para birimleri ile BİST 30 endeksi arasında, Bitcoin ile DAX endeksi arasında, Ripple ile DJ30 endeksi arasında pozitif nedensellik olduğunu tespit etmiştir.

Öztürk ve Demirhan (2021), çalışmasında Türkiye'nin Gayri Safi Yurtiçi Hasılası, M2 para arzı ve tüketici güven endeksinin Bitcoin ve Ethereum kripto para birimleri üzerindeki etkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak Ocak 2016-Aralık 2020 dönemini kapsayan aylık verileri kullanmıştır. Yöntem olarak Tam Uyarlanmış En Küçük Kareler Yöntemi ve Johansen Eşbütünleşme Testini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda Bitcoin açısından bakıldığında Bitcoin'in tüketici fiyat endeksi ile pozitif, M2 para arzı ile negatif ilişki içerisinde olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ethereum açısından bakıldığında Ethereum'un da Bitcoin ile aynı sonuçları verdiğini tespit etmiştir. Bitcoin ve Ethereum' u karşılaştırdığında Ethereum kripto para biriminin değişkenlerden daha çok etkilendiğini gözlemlemiştir.

Şak (2021), çalışmasında Pozitif ve negatif şokların olduğu dönemlerde Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin cash, Litecoin, Eos, Binance coin, Stellar, Monero, Dash, Ethereum Classic, Neo ve Zcash kripto paralarının arasındaki ilişkiyi ölçmeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 26.7.2017-27.2.2020 dönemini kapsayan günlük kapanış fiyatlarını kullanmıştır. Araştırmasında yöntem olarak Hatemi-J asimetrik nedensellik testini tercih etmiştir. Yaptığı analizine göre her kripto paranın negatif ve pozitif şoklarda farklı hareket ettiği sonucuna ulaşmıştır.

Tunçel, Alptürk ve Gürsoy (2021), çalışmasında Bitcoin, Ethereum, Ripple, Tether, Litecoin ve Bitcoin cash kripto para birimlerinin değeri ile popüleritesi arasındaki ilişkiyi ölçmeyi hedeflemiştir. Veri seti olarak 06.08.2017-19.04.2020 dönemini kapsayan haftalık verileri kullanmıştır. Yöntem olarak Hatemi-j asimetrik nedensellik testini tercih etmiştir. Çalışmasının sonucunda Bitcoin, Ethereum, Ripple, Tether, Litecoin ve Bitcoin Cash kripto para birimlerinin değeri ile popüleritesi arasında bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bitcoin, Ethereum ve Bitcoin Cash'in değeri ile popüleritesi arasında hem pozitif hem negatif yönlü ilişki tespit ederken,

Litecoin ve Tether kripto para birimlerinin değerleri ile sadece negatif yönlü bir ilişki tespit etmiştir.

Yaman (2021), alışmasında Bitcoin fiyatlarının borsa ve döviz kurları ile arasındaki ilişkiyi tespit etmeyi amaçlamıştır. 02.02.2012–01.09.2020 dönemini kapsayan Bitcoin fiyatı ve BIST100 endeks değerini veri seti olarak kullanmıştır. Yöntem olarak ilk aşamada bitcoin ve BIST100 arasındaki ilişkiyi ölçmek için Engle-Granger ve Gregory-Hansen Eşbütünleşme ve Toda Yamamoto Nedensellik Testini tercih etmiştir. İkinci aşamada ise bitcoin ve seçilmiş para birimleri (USD, EUR, JPY, GBP, CNY ve INR) arasındaki ilişkiyi ölçmek için Engle-Granger Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testini kullanmıştır. Bitcoin ve seçilen döviz kurları arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını tespit etmiş olup, CNY'den BTC'ye doğru tek yönlü ilişki olduğu, USD, EUR, JPY, GBR ve INR para birimleri ile BTC arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna varmıştır. Bitcoin ve BIST100 arasındaki ilişki için uzun dönemli bir ilişkinin olmadığı ve BIST100'den BTC'ye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Adıyaman ve Ay (2022), çalışmasında bitcoin ve altcoinler arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır. Veri seti olarak 01.01.2018-31.12.2020 dönemini kapsayan günlük verileri kullanmıştır. Araştırmanın yöntemi olarak Johansen eşbütünleşme testi, Vektör Hata Düzeltme Modeli ve Granger nedensellik testini tercih etmiştir. alışmasının sonucunda değişkenlerin arasında uzun dönemli ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Nedensellik testine göre Cardona'dan Bitcoin'e, Bitcoin'den Ethereum'a ve Cardano'dan Binance Coin' doğru tek yönlü nedensellik tespit etmiştir.

Korkmazgöz, şahin ve Ege (2022), alışmasında Bitcoin kripto para birimi ile BIST 100, BIST Mali, BIST Teknoloji endekleri arasındaki ilişkinin incelenmesini hedeflemiştir. Araştırmasının yöntemi olarak ARDL sınır testini tercih etmiştir. Veri seti olarak 01.01.2012-28.02.2021 dönemini kapsayan aylık verileri kullanmıştır. alışmasının sonucunda BIST Mali endeksi ile uzun dönemli ilişkinin varlığından söz ederken, BIST 100 ve BIST Teknoloji endeksleri ile herhangi bir ilişki tespit edememiştir. Bitcoin kripto para birimi ile seçilen endeksler arasında kısa dönemli ilişkinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BİTCOİN VE ALTCOİNLERİN ARASINDAKİ İLİŞKİ İÇİN

EŞBÜTÜNLEŞME VE NEDENSELLİK ANALİZİ

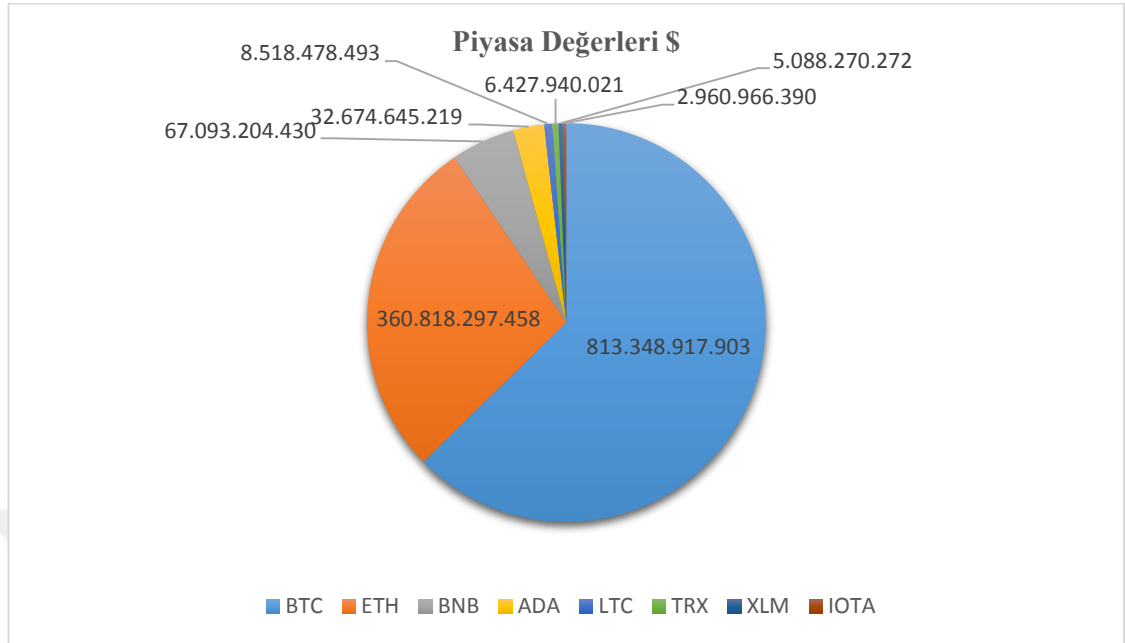
3.1 ARAŞTIRMANIN AMACI

Çalışmanın amacı kripto para piyasasına öncülük eden Bitcoin ile seçilmiş altcoinler arasındaki ilişkinin ve nedenselliğin varlığını tespit ederek yatırımcıların daha bilimsel nitelikte yararlanabileceği bilgiler ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda Bitcoin ile Ethereum(ETH), Binance Coin (BNB), Cardano (ADA) , Litecoin (LTC), Tron (TRX), Stellar (XLM), IOTA altcoinlerinin arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişki ölçülmüştür. Uzun dönemli ilişkinin var olup olmadığı Engle Granger Eşbütünleşme yöntemiyle, kısa dönemli ilişkinin var olup olmadığı Sıradan En Küçük Kareler Yöntemiyle (OLS), nedensellik ilişkisinin var olup olmadığı da Toda Yamamoto Nedensellik yöntemiyle test edilmiştir.

3.2 ARAŞTIRMANIN KAPSAMI VE VERİ SETİ

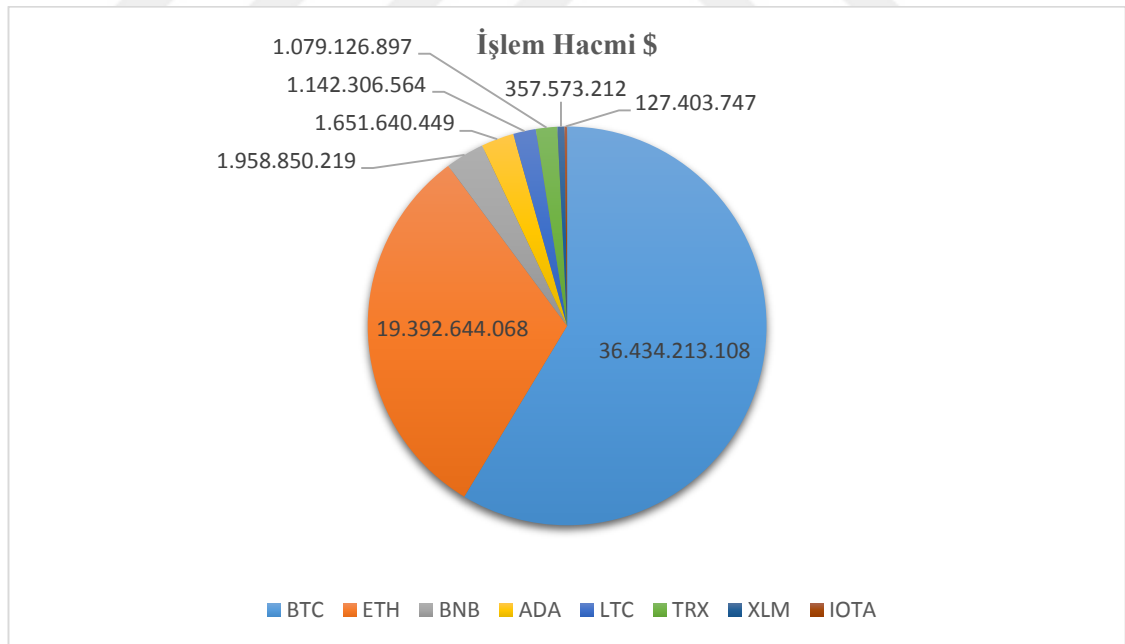
Çalışma kapsamında, kripto para birimlerinin zaman serilerinin başlangıç tarihleri tüm değişkenlerde farklılık gösterdiği için ortak bir tarih aralığı belirlenmiş ve 14.06.2018-01.12.2021 tarihleri arasındaki kripto para birimlerinin dolar cinsinden günlük kapanış fiyatları analize dahil edilmiştir. Günlük kapanış fiyatları Investing sitesinden temin edilmiştir. Verilerin analizinde E-Views 9.00 paket programı kullanılmıştır. Gözlem sayısı her bir coin için 1267 adet alınmıştır. Verilerin Logaritmik getiri serileri alınarak analize dâhil edilmiştir. Analizde kullanılan coinlerin piyasa değeri, işlem hacmi Şekil 15 ve 16'da yer almaktadır. Şekil 17'de kripto para birimlerinin dolar cinsinden günlük kapanış fiyatlarının zaman serisi grafiklerine yer verilmiştir. Çalışmada BTC bağımsız değişken olup, diğer bütün altcoinler bağımlı değişken olarak kabul edilmiştir.

Şekil 15: Kripto Para Birimlerinin Piyasa Değerleri



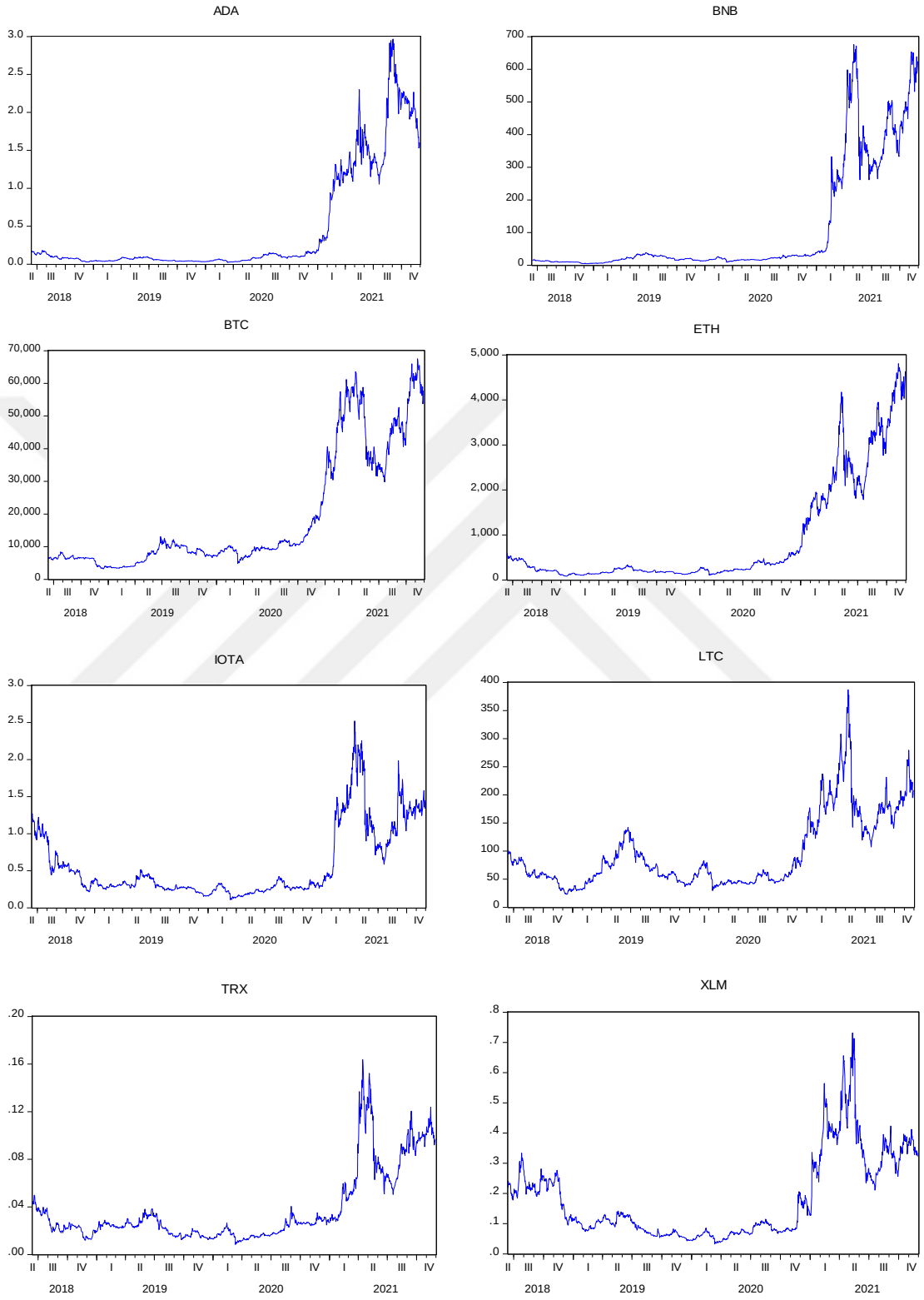
Kaynak: <https://coinmarketcap.com/> Erişim Tarihi (12.01.2022)

Şekil 16: Kripto Para Birimlerinin İşlem Hacmi



Kaynak: <https://coinmarketcap.com/> Erişim Tarihi (12.01.2022)

Şekil 17: Kripto Para Birimlerinin Dolar Cinsinden Günlük Kapanış Fiyatlarının Zaman Serisi Grafikleri



Zaman serisi grafiklerine göre kripto para birimlerinin değeri 2018 yılına düşüşle başlamış olup 2019 yılında yükseliş trendinde olduğu görülmektedir. 2020 yılının 4. Çeyreğinden sonra büyük bir yükseliş trendine girmiştir. 2021 yılının 2. Çeyreğinde talep ve kripto para birimlerinin değerlerinin azaldığı ve 2021'in 3. Çeyreğinde talebin ve kripto para birimlerinin değerinin yeniden arttığı görülmüştür.

2021 yılında kripto para piyasası en yüksek işlem hacmine ulaşmıştır. 2021 yılında kripto para birimlerinin değerlerinin artmasının en büyük sebeplerinden biri de büyük ölçekli kurumsal firmaların Bitcoin'e yatırım yapması ve yapacağını açıklaması olmuştur. Kurumsal firmaların Bitcoin'e olan ilgisi, küçük yatırımcılarında dikkatini çekmiş ve bu piyasaya olan ilgi ve bilinirliğin artmasına sebep olmuştur. 2021 yılında bu piyasaya olan ilginin atmasının diğer sebeplerinden biri de kripto para piyasası, birçok ülke tarafından gün geçtikçe kabul görmeye başlamıştır. 2021 yılında ilk olarak El Salvador, Bitcoin kripto para birimini yasal para birimi olarak tanımlamıştır. Birçok ülkenin de bu piyasayı destekler nitelikte açıklamalar yapması kripto para yatırımcıların piyasaya güveninin artmasına sebep olmuştur.

3.3 ARAŞIRMANIN YÖNTEMİ

Çalışmada kullanılacak olan analiz modellerini belirlemek için seçilen bütün değişkenlere ilk aşamada birim kök testleri uygulanarak (ADF, PP) durağanlık sınaması yapılmıştır. Birim kök testleri sonucunda durağanlık koşulunu sağlamayan değişkenlerin farkları alınarak durağan hale getirilmiştir. Bütün değişkenler birinci mertebeden $I(1)$ durağan çıktığı için aralarındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını tespit etmek amacıyla Engle-Granger Eşbütünleşme Testinden tercih edilmiştir. Engle Granger Eşbütünleşme Testinin sonucuna göre değişkenler arasında uzun dönemli ilişki çıkmadığı için kısa dönemli ilişkinin var olup olmadığı Sıradan En Küçük Kareler Yöntemiyle (OLS) test edilmiştir. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin tespiti için de Toda Yamamoto Nedensellik Testi uygulanmıştır. Bu testin seçilmesinin nedeni ise değişkenler arasında ilişki bulunsa da bulunmasa da analizin yapılabilmesini mümkün kılmasıdır.

3.3.1 Durağanlık Testleri

Bir serinin analizinin yapılmadan önce, seriyi yaratan sürecin zamanla sabit olup olmadığının bilinmesi gerekmektedir. İlk aşamada değişkenlerin durağan olup olmadıklarını test etmek amacıyla birim kök testleri uygulanmaktadır. Değişkenlerin birbirleri arasında anlamlı ilişkiler içinde olabilmesi için zaman serilerinin durağan olması önemlidir. Bu serilerde gecikmeli değerlerin, sabit bir ortalama, otokovaryans ve varyansa sahip olması gerekmektedir. Zaman serilerinin birim köke sahip olup (durağan değil) olmadığını (durağan) test etmek için yapılan çalışmada ADF ve PP birim kök testleri uygulanmıştır (Sarıkovanlık ve diğerleri, 2020:17).

3.3.1.1 Genişletilmiş Dickey- Fuller Testi (ADF)

Bu test Dickey-Fuller tarafından 1979 yılında geliştirilmiştir. ADF testindeki amaç gecikme değerlerini doğru tespit ederek modele ekleyip otokorelasyon problemini ortadan kaldırmaktır. Gecikme değerleri bilgi kriterlerine göre belirlenmektedir. Literatürde gecikme uzunluklarını hesaplamak için genellikle Schwarz ve Akaike Bilgi Kriterleri kullanılmaktadır (Çiğdem, 2016:217).

ADF testi uygulandıktan sonra elde edilen sonuçlara göre hesaplanan test istatistiği değeri kritik değerden küçük ise serilerin durağan olduğu yani birim kök içermediği sonucuna ulaşılmaktadır. Tersisi durumda ise zaman serileri durağan olmayıp birim kök içermektedir.

ADF testi için p gecikme sayısını, ε_t hata terimini göstermek üzere denklemler (1,2,3) aşağıdaki gibidir (Aygün, 2022:48)

Sabitli ADF denklemi:

$$\Delta y_t = \mu + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Sabitli ve Trendli ADF denklemi:

$$\Delta y_t = \mu + y_t + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Sabit ve Trendsiz ADF denklemi:

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Yukarıda yer verilen denklemlerin hipotez kurulumu değişmemektedir. ADF birim kök testi için hipotezler aşağıdaki gibi kurulur (Sarıkovanlık ve diğerleri, 2020:18).

$H_0: \delta = 1$ ise seri birim kök içermektedir. Durağan değildir. Y_T değeri bir önceki değerinden etkilenmemektedir.

$H_1: \delta < 1$ ise seri birim kök içermez. Durağandır. Geçmiş dönemdeki şoklar belli bir döneme kadar etkisini devam ettirse de, etkiler zamanla azalacak ve kısa sürede yok olacaktır.

3.3.1.2 Phillips-Perron Testi (PP)

ADF birim kök testinde gecikmeli değerler modele eklenerek otokorelasyon problemi ortadan kaldırılmaktadır. PP testi ise hata teriminin modele bağımlılığını azaltarak heterojen bir şekilde dağılmasına olanak tanıyıp otokorelasyon sorununun ortaya çıkmasını engellemektedir (Torun, 2015:61).

PP testi için T gözlem sayısını, ε_t hata terimini $\hat{\mu}$ ve $\hat{\alpha}$ katsayıları göstermek üzere denklemler (z) aşağıdaki gibidir (Özgür, 2020:19)

$$y_t = \mu + \alpha y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$y_t = \mu + \beta \left(t - \frac{1}{2} T \right) + \alpha y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

PP testinde elde edilen sonuçlara göre hesaplanan test istatistiği değeri kritik değerden küçük ise serilerin durağan olduğu yani birim kök içermediği sonucuna ulaşılmaktadır. Ters durumda ise zaman serileri durağan olmayıp birim kök içermektedir. ADF testinde olduğu gibi PP testinde de hipotezler aynı şekilde kurulmaktadır.

3.3.2 Engle Granger Eşbütünleşme Testi

Eşbütünleşme testi 1986 yılında Granger, 1987 yılında Engle ve Granger tarafından ele alınmış ve geliştirilmiştir. Bu testin amacı değişkenlerin arasında uzun dönemli ilişkinin var olup olmadığını test etmektir. Engle Granger Eş Bütünleşme testini uygulayabilmek için ilk koşul değişkenlerin birinci mertebeden $I(1)$ durağan çıkmasıdır (Yıldırım, 2014:96).

Engle Granger Testi ile yalnızca bir eşbütünleşme ilişkisine bakılır. Bu noktada bağımlı ve bağımsız değişkenlerin iyi ayırt edilmesi gerekmektedir.

Engle Granger Testi iki aşamalı bir yöntemdir. Bu teste başlanmadan önce değişkenlerin birinci mertebede $I(1)$ durağan çıktığından emin olunmalıdır. Değişkenler durağan ise ilk aşamaya geçilerek serilerin düzey değerleri ile En Küçük Kareler (OLS) Yöntemiyle regresyon modeli tahmin edilir. Regresyon modeli tahmini ile hata terimlerine ait kalıntılar ortaya çıkmaktadır. İkinci aşamada regresyon denkleminde elde edilen kalıntıların durağanlığı test edilmektedir. Birim kök testleri yardımıyla durağanlık testi gerçekleştirilir. Yapılan testin sonucunda kalıntılar düzey değerlerinde $I(0)$ durağan ise değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna varılmaktadır. Eğer değişkenler düzeyde durağan çıkmıyorsa eş bütünleşme ilişkisinin varlığından söz etmek mümkün değildir.

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı söz konusu ise vektör hata düzeltme modeli (VECM) uygulanmalıdır. Değişkenler arasında uzun dönemde denge sağlansa bile kısa dönemde bakıldığında birtakım dengesizlikler olabilmektedir. Bu sebeple kısa dönemde değişkenler arasındaki dengeyi sağlamak için VECM kullanılmaktadır (Aygün, 2022:65).

İki değişkenli regresyon denklemi aşağıdaki gibi kurulmaktadır (Baki,2018:74)

$$X_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_t + k_t \quad (6)$$

Model 6'da X_t bağımlı değişkeni, Y_t bağımsız değişkeni, k_t ise OLS sonucunda elde edilen hata terimlerinin kalıntılarını göstermektedir. Hata terimlerinin kalıntıları (k_t) birim kök testi ile sınanmaktadır.

Engle Granger Yönteminin hipotezleri aşağıdaki gibidir (Sarıkovanlık ve diğerleri, 2020:129);

H_0 =Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur.
(Hata terimlerinin kalıntıları durağan değildir)

H_1 = Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır.
(Hata terimlerinin kalıntıları durağandır)

3.3.3 Toda Yamamoto Nedensellik Testi

Toda Yamamoto Nedensellik (1995) testinin temeli, Granger (1969) aracılığı ile geliştirilen nedensellik testinden gelmektedir. Fakat ne kadar Granger Nedensellik testinin temeline dayalı olsa da aralarında birtakım farklılıklar bulunmaktadır.

Nedensellik testlerinden Granger'ın uygulanabilmesi için bütün serilerin aynı dereceden durağan olması şartı aranmaktadır. Toda Yamamoto Nedensellik testinde ise zaman serilerinin aynı dereceden durağan olmasına gerek yoktur. Bu test, farklı dereceden bütünleşik seriler için nedenselliğin test edilmesine imkân tanımaktadır. Ayrıca Toda Yamamoto testinde değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmaması önemli değildir. Bu test ile değişkenler arasında ilişki bulunsa da bulunmasa da analizin yapılabilmesini mümkündür (Erdem ve Yenilmez, 2018:13).

Toda Yamamoto Testinin temeli Var modeline dayanmaktadır. Fakat bu test geleneksel nedensellik testlerinde kullanılan VECM ve VAR yöntemlerinden farklılaştırılmıştır. Toda ve Yamamoto tarafından geliştirilmiş olan gecikmesi arttırılmış (genişletilmiş) VAR modeli ile zaman serileri düzeyde durağan çıkmasa da modeli tahmin edebilmek mümkündür. Ayrıca bu durumda WALD testinin de kullanılabilmesi mümkündür. Çünkü geliştirilen yeni VAR modeli, değişkenler arasındaki eş bütünleşme ilişkisini ve değişkenlerin durağanlık düzeylerini önemsememektedir. Toda Yamamoto testi için en önemli nokta oluşturulacak modelin ve değişkenlerin maksimum bütünleşme derecelerinin doğru belirlenmesidir (Kocabıyık ve diğerleri, 2020: 356)

Toda Yamamoto testi uygulamadan önce VAR modeli yardımıyla serilerin uygun gecikme uzunluklarının belirlenmesi gerekmektedir. Uygun gecikme uzunluğu için (k) ve serilerin maksimum durağanlık seviyesi (dmax) belirlenerek toplanır. $K+d_{max}$ ile uygun gecikme uzunluğu tespit edilerek WALD testi uygulandıktan sonra Toda Yamamoto Testine geçilmektedir. Buradaki en kritik nokta maksimum

durağanlık seviyesinin (d_{max}), uygun gecikme uzunluğundan (k) küçük olması gerekmektedir. Aksi takdirde bu test, doğru sonuçlar vermemektedir (Akkas ve Sayılğan, 2015:575).

VAR modeli aşağıdaki denklemler yardımı ile tahmin edilebilmektedir (Doğan, 2017:6).

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \alpha_{2i} + u_t \quad (7)$$

$$X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \beta_1 + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \beta_{2i} Y_{t-1} + z_t \quad (8)$$

Toda Yamamoto Nedensellik Testinin aşamalarını aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür (Barlas, 2021:141; Aygün, 2022: 61)

✓ İlk olarak zaman serileri için birim kök testleri yardımıyla maksimum bütünleşme derecesi (d_{max}) belirlenmelidir.

✓ İkinci aşamada VAR modeli ve bu modelde kullanılacak bilgi kriterleri yardımıyla uygun gecikme uzunluğu (k) belirlenmelidir.

✓ Üçüncü aşamada elde edilen uygun gecikme uzunluğuna maksimum bütünleşme derecesi eklenerek ($k+d_{max}$) modele dahil edilmelidir.

✓ Dördüncü aşamada ise zaman serileri arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığına bakılmaksızın üçüncü aşamada elde edilen VAR modeline Granger testi uygulanarak kurulan hipotezler Wald Testi yardımıyla analiz edilir.

✓ Son aşamada ise nedensellik testi sonuçları yorumlanır.

Çalışma için kurulan modeller aşağıdaki gibidir;

H_0 : Bağımsız değişken bağımlı değişkenin granger nedeni değildir.

H_1 : Bağımsız değişken bağımlı değişkenin granger nedenidir.

Analiz sonucunda elde edilen olasılık değeri, 0.05' in altında ise yokluk hipotezi (H_0) reddedilerek alternatif hipotez (H_1) kabul edilmektedir. Bu durumda yokluk hipotezi kabul edilirse değişkenler arasında nedensellik ilişkinin var olmadığını,

alternatif hipotez kabul edilirse de değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin var olduğu sonucuna ulaşılır.

3.4 VERİ ANALİZİ

3.4.1 ADF ve PP Bulguları

Çalışmada ADF ve PP testlerinde gözlem sayısı günlük olduğundan dolayı gecikme uzunluğu Akaike bilgi kriterine göre belirlenmiştir. Ham verilere logaritmik dönüşüm yapılmıştır. Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3’de ADF ve PP birim kök testinin sonuçları gösterilmiştir. Yapılan her iki testin sonucuna göre seriler düzeyde $I(0)$ durağan çıkmamıştır. Bu sebeple serilerin birinci farkı $I(1)$ alınarak durağan hale getirilmiştir.

Tablo 1: Sabitli için ADF-PP Birim Kök Testi Sonuçları

Ho: Seriler durağan değildir.					
H1: Serilen durağandır.					
SABİTLİ					
Değişken	Seviye	ADF Hesaplanan İstatistik	ADF Kritik Değer	PP Hesaplanan İstatistik	PP Kritik Değer
LNBTC	Düzye	-0.058403	-2.863622	-0.027721	-2.863615
ΔLNBTC	Birinci Fark	-16.61465	-2.863622	-38.85455	-2.863617
LNETH	Düzye	0.351676	-2.863633	0.520867	-2.863615
ΔLNETH	Birinci Fark	-10.19723	-2.863633	-39.69993	-2.863617
LNTRX	Düzye	-1.054796	-2.863619	-1.028790	-2.863615
ΔLNTRX	Birinci Fark	-24.87710	-2.863619	-38.65752	-2.863617
LNADA	Düzye	0.115098	-2.863622	0.165209	-2.863615
ΔLNADA	Birinci Fark	-16.55744	-2.863622	-38.42303	-2.863617
LNiota	Düzye	-1.437081	-2.863619	-1.435316	-2.863615
ΔLNiota	Birinci Fark	-23.84159	-2.863619	-38.90880	-2.863617
LNLTC	Düzye	-1.268372	-2.863622	-1.176383	-2.863615

Δ LNLTTC	Birinci Fark	-16.66702	-2.863622	-38.62300	-2.863617
LNBNB	Düzye	0.170307	-2.863633	0.512374	-2.863615
Δ LNBNB	Birinci Fark	-9.482119	-2.863633	-38.41757	-2.863617
LNxLM	Düzye	-1.193742	-2.863617	-1.295087	-2.863615
Δ LNxLM	Birinci Fark	-37.63402	-2.863617	-37.57774	-2.863617

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

NOT: %5 anlamlılık seviyesinde ölçülmüştür. ADF ve PP testlerinde gözlem sayısı günlük olduğundan dolayı gecikme uzunluğu Akaike bilgi kriterine göre belirlenmiştir.

Tablo 2: Sabitli ve Trendli için ADF-PP Birim Kök Testi Sonuçları

H₀: Seriler durağan değildir.					
H₁: Serilen durağandır.					
SABİTLİ VE TRENDLİ					
Değişken	Seviye	ADF Hesaplanan İstatistik	ADF Kritik Değer	PP Hesaplanan İstatistik	PP Kritik Değer
LNBTCT	Düzye	-2.115563	-3.413376	-2.079170	-3.413365
Δ LNBTCT	Birinci Fark	-16.65046	-3.413376	-38.87628	-3.413368
LNETH	Düzye	-2.298988	-3.413370	-2.453694	-3.413365
Δ LNETH	Birinci Fark	-10.47320	-3.413393	-39.90573	-3.413368
LNTRX	Düzye	-2.405054	-3.413370	-2.414318	-3.413365
Δ LNTRX	Birinci Fark	-24.92220	-3.413370	-38.72434	-3.413368
LNADA	Düzye	-2.833000	-3.413376	-2.094501	-3.413365
Δ LNADA	Birinci Fark	-24.13724	-3.413370	-38.53169	-3.413368
LNİOTA	Düzye	-2.315116	-3.413370	-2.326949	-3.413365
Δ LNİOTA	Birinci Fark	-23.92101	-3.413370	-39.11415	-3.413368
LNLTCT	Düzye	-2.488372	-3.413376	-2.416896	-3.413365
Δ LNLTCT	Birinci Fark	-16.70062	-3.413376	-38.68051	-3.413368
LNBNB	Düzye	-1.747290	-3.413393	-1.554952	-3.413365
Δ LNBNB	Birinci Fark	-9.581911	-3.413393	-38.45568	-3.413368
LNxLM	Düzye	-1.764340	-3.413368	-1.857792	-3.413365
Δ LNxLM	Birinci Fark	-37.65951	-3.413368	-37.60321	-3.413368

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

NOT: %5 anlamlılık seviyesinde ölçülmüştür. ADF ve PP testlerinde gözlem sayısı günlük olduğundan dolayı gecikme uzunluğu Akaike bilgi kriterine göre belirlenmiştir.

Tablo 3: Sabitsiz ve Trendsiz ADF-PP Birim Kök Testi Sonuçları

Ho: Seriler durağan değildir.					
H1: Serilen durağandır.					
SABİTSİZ VE TRENDSİZ					
Değişken	Seviye	ADF Hesaplanan İstatistik	ADF Kritik Değer	PP Hesaplanan İstatistik	PP Kritik Değer
LNBTC	Düzy	1.475055	-1.941074	1.524849	-1.941074
ΔLNBTC	Birinci Fark	-16.54006	-1.941074	-38.79191	-1.941074
LNETH	Düzy	1.103223	-1.941076	1.180898	-1.941074
ΔLNETH	Birinci Fark	-10.14192	-1.941076	-39.66942	-1.941074
LNTRX	Düzy	-0.592416	-1.941074	-0.571638	-1.941074
ΔLNTRX	Birinci Fark	-24.88196	-1.941074	-38.66645	-1.941074
LNADA	Düzy	-0.755133	-1.941074	-0.737337	-1.941074
ΔLNADA	Birinci Fark	-16.52563	-1.941074	-38.41091	-1.941074
LNIOTA	Düzy	-0.987041	-1.941074	-0.991527	-1.941074
ΔLNIOTA	Birinci Fark	-23.85088	-1.941074	-38.92330	-1.941074
LNLTC	Düzy	0.198350	-1.941074	0.188052	-1.941074
ΔLNLTC	Birinci Fark	-16.66848	-1.941074	-38.63265	-1.941074
LNB NB	Düzy	1.460680	-1.941076	1.841258	-1.941074
Δ LNB NB	Birinci Fark	-9.357749	-1.941076	-38.35871	-1.941074
LN XLM	Düzy	-0.580667	-1.941074	-0.584508	-1.941074
Δ LN XLM	Birinci Fark	-37.64801	-1.941074	-37.50114	-1.941074

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

NOT: %5 anlamlılık seviyesinde ölçülmüştür. ADF ve PP testlerinde gözlem sayısı günlük olduğundan dolayı gecikme uzunluğu Akaike bilgi kriterine göre belirlenmiştir.

3.4.2 Engle Granger Eşbütünleşme Testi Bulguları

Değişkenlerin durağan hale gelmesiyle ilk aşama tamamlanmış olup Tablo 1, 2 ve 3'te gösterilmiştir. İkinci aşamada değişkenlerin arasındaki uzun dönemli ilişkiyi ölçmek için Engle Granger Eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Engle-Granger Eşbütünleşme testinin uygulanmasının sebebi tüm değişkenlerin aynı mertebeden ve birinci farkı alındığında durağan çıkmasıdır.

Bu yöntem yalnızca iki değişken arasında eşbütünleşme ilişkisi ölçüldüğünde sağlıklı sonuçlar vermektedir. Bu sebeple çalışmada Bitcoin ile diğer coinlerin arasındaki ilişki tek tek incelenmiştir.

Engle Granger yöntemi iki aşamalı bir yöntem olup, ilk aşamada değişkenler için regresyon modeli tahmin edilmiş ve hata teriminin kalıntıları elde edilmiştir. İkinci aşamada ise elde edilen kalıntıların durağanlığı ADF birim kök testi yardımıyla sınanmıştır. Birim kök testi sonucunda test değeri, kritik değerden büyük çıkarsa kalıntıların durağan olmadığı yani iki değişken arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı sonucuna varılmaktadır. Bu sonuca göre iki değişken arasında uzun dönemli ilişki varlığından söz edilememektedir. Test uygulanırken Akaike bilgi kriterinden yararlanılmıştır.

Tablo 4: ADA ve BTC için Kurulan Model Sonucunda Elde Edilen Hata Terimlerinin Durağanlığının Sınaması

Ho: Değişkenler arasında eşbütünleşme yoktur.	
H ₁ : Değişkenler arasında eşbütünleşme vardır.	
T istatistiği	
ADF Testi İstatistiği	-2.055570
Kritik Değer (%5)	-2.863515

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

ADA ve BTC için kurulan regresyon modelinden elde edilen hata terimlerinin kalıntılarına ADF birim kök testi ile durağanlık sınaması gerçekleştirilmiştir. Tablo 4'de sonuçlar yer almaktadır. Sonuçlara göre hesaplanan test istatistiği değeri, %5 önem düzeyinde test edilen kritik değerden büyük çıktığı için kalıntıların durağan

olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bitcoin (BTC) ile Cardano (ADA) kripto para birimlerinin arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığı tespit edilmiştir. İki değişken arasında uzun dönemli ilişki yoktur.

Tablo 5: LTC ve BTC için Kurulan Model Sonucunda Elde Edilen Hata Terimlerinin Durağanlığının Sınaması

Ho: Değişkenler arasında eşbütünleşme yoktur. H ₁ : Değişkenler arasında eşbütünleşme vardır.	
T istatistiği	
ADF Testi İstatistiği	-2.791030
Kritik Değer (%5)	-2.863624

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

LTC ve BTC için kurulan regresyon modelinden elde edilen hata terimlerinin kalıntılarına ADF birim kök testi ile durağanlık sınaması gerçekleştirilmiştir. Tablo 5’de sonuçlar yer almaktadır. Sonuçlara göre hesaplanan test istatistiği değeri, %5 önem düzeyinde test edilen kritik değerden büyük çıktığı için kalıntıların durağan olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bitcoin (BTC) ile Litecoin (LTC) kripto para birimlerinin arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığı tespit edilmiştir. İki değişken arasında uzun dönemli ilişki yoktur.

Tablo 6: BNB ve BTC için Kurulan Model Sonucunda Elde Edilen Hata Terimlerinin Durağanlığının Sınaması

Ho: Değişkenler arasında eşbütünleşme yoktur. H ₁ : Değişkenler arasında eşbütünleşme vardır.	
T istatistiği	
ADF Testi İstatistiği	-1.827525
Kritik Değer (%5)	-2.863626

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

BNB ve BTC için kurulan regresyon modelinden elde edilen hata terimlerinin kalıntılarına ADF birim kök testi ile durağanlık sınaması gerçekleştirilmiştir. Tablo

6’da sonuçlar yer almaktadır. Sonuçlara göre hesaplanan test istatistiği değeri, %5 önem düzeyinde test edilen kritik değerden büyük çıktığı için kalıntıların durağan olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bitcoin (BTC) ile Binance Coin (BNB) kripto para birimlerinin arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığı tespit edilmiştir. İki değişken arasında uzun dönemli ilişki yoktur.

Tablo 7: ETH ve BTC için Kurulan Model Sonucunda Elde Edilen Hata Terimlerinin Durağanlığının Sınaması

Ho: Değişkenler arasında eşbütünleşme yoktur. H ₁ : Değişkenler arasına eşbütünleşme vardır.	
T istatistiği	
ADF Testi İstatistiği	-2.791030
Kritik Değer (%5)	-2.863624

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

ETH ve BTC için kurulan regresyon modelinden elde edilen hata terimlerinin kalıntılarına ADF birim kök testi ile durağanlık sınaması gerçekleştirilmiştir. Tablo 7’de sonuçlar yer almaktadır. Sonuçlara göre hesaplanan test istatistiği değeri, %5 önem düzeyinde test edilen kritik değerden büyük çıktığı için kalıntıların durağan olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bitcoin (BTC) ile Ethereum (ETH) kripto para birimlerinin arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığı tespit edilmiştir. İki değişken arasında uzun dönemli ilişki yoktur.

Tablo 8: XLM ve BTC için Kurulan Model Sonucunda Elde Edilen Hata Terimlerinin Durağanlığının Sınaması

Ho: Değişkenler arasında eşbütünleşme yoktur. H ₁ : Değişkenler arasına eşbütünleşme vardır.	
T istatistiği	
ADF Testi İstatistiği	-2.078802
Kritik Değer (%5)	-2.863615

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

XLM ve BTC için kurulan regresyon modelinden elde edilen hata terimlerinin kalıntılarına ADF birim kök testi ile durağanlık sınaması gerçekleştirilmiştir. Tablo 8’de sonuçlar yer almaktadır. Sonuçlara göre hesaplanan test istatistiği değeri, %5 önem düzeyinde test edilen kritik değerden büyük çıktığı için kalıntıların durağan olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bitcoin (BTC) ile Stellar (XLM) kripto para birimlerinin arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığı tespit edilmiştir. İki değişken arasında uzun dönemli ilişki yoktur.

Tablo 9: TRX ve BTC için Kurulan Model Sonucunda Elde Edilen Hata Terimlerinin Durağanlığının Sınaması

Ho: Değişkenler arasında eşbütünleşme yoktur. H ₁ : Değişkenler arasına eşbütünleşme vardır.	
T istatistiği	
ADF Testi İstatistiği	-2.078802
Kritik Değer (%5)	-2.863615

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

TRX ve BTC için kurulan regresyon modelinden elde edilen hata terimlerinin kalıntılarına ADF birim kök testi ile durağanlık sınaması gerçekleştirilmiştir. Tablo 9’da sonuçlar yer almaktadır. Sonuçlara göre hesaplanan test istatistiği değeri, %5 önem düzeyinde test edilen kritik değerden büyük çıktığı için kalıntıların durağan olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bitcoin (BTC) ile Tron (TRX) kripto para birimlerinin arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığı tespit edilmiştir. İki değişken arasında uzun dönemli ilişki yoktur.

Tablo 10: IOTA ve BTC için Kurulan Model Sonucunda Elde Edilen Hata Terimlerinin Durağanlığının Sınaması

Ho: Değişkenler arasında eşbütünleşme yoktur. H ₁ : Değişkenler arasına eşbütünleşme vardır.	
T istatistiği	
ADF Testi İstatistiği	-2.855037
Kritik Değer (%5)	-2.863619

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

BTC ve IOTA için kurulan regresyon modelinden elde edilen hata terimlerinin kalıntılarına ADF birim kök testi ile durağanlık sınaması gerçekleştirilmiştir. Tablo 10'da sonuçlar yer almaktadır. Sonuçlara göre hesaplanan test istatistiği değeri, %5 önem düzeyinde test edilen kritik değerden büyük çıktığı için kalıntıların durağan olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bitcoin (BTC) ile IOTA kripto para birimlerinin arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığı tespit edilmiştir. İki değişken arasında uzun dönemli ilişki yoktur.

3.4.3 Sıradan En Küçük Kareler Yöntemi (OLS)

Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığı tespit edildikten sonra kısa dönemli ilişkinin varlığının tespitinde ve açıklanmasında sıradan en küçük kareler yönteminden (OLS) yararlanılmıştır.

OLS, iki değişken arasındaki kısa dönemli ilişkiyi olabildiğince gerçeğe yakın bir denklem olarak yazmada kullanılmaktadır ve regresyon modellerinin tahmin edilmesinde kullanılan en uygun yöntemdir.

Kısa dönemli ilişkilerin varlığını sınamada kullanılan OLS yönteminin temel koşulu ise modele dahil edilecek olan değişkenlere ait zaman serilerinin düzeyde durağan çıkmasıdır. Bu bağlamda uygulama gerçekleştirilirken tüm değişkenlere ait zaman serilerinin farkları alınarak seviyede $I(0)$ durağan hale gelmeleri sağlanmıştır.

Katsayıların anlamlılığını tespit etmek için kurulan mevcut ve alternatif hipotezler aşağıda sunulmuştur.

H_0 : X değişkeni ile Y değişkeni arasında kısa dönemli ilişki mevcut değildir.

- H_1 : X değişkeni ile Y değişkeni arasında kısa dönemli ilişki mevcuttur.

Oluşturulan modelin genel olarak anlamlılığını sınamak için oluşturulan hipotezler aşağıda sunulmuştur.

- H_0 : Model anlamlı değildir.
- H_1 : Model anlamlıdır.

Yöntem uygulandıktan sonra elde edilen Olasılık değerleri 0.05'ten küçükse H_0 hipotezi reddedilmekte ve alternatif hipotez kabul edilmektedir.

Tahmin edilmek istenen regresyon modellerine Tablo 11'de yer verilmiştir.

Tablo 11: Tahmin Edilmek İstenen Regresyon Modelleri

$ADA = \alpha_0 + \alpha_1 BTC$
$LTC = \alpha_0 + \alpha_1 BTC$
$BNB = \alpha_0 + \alpha_1 BTC$
$ETH = \alpha_0 + \alpha_1 BTC$
$XLM = \alpha_0 + \alpha_1 BTC$
$TRX = \alpha_0 + \alpha_1 BTC$
$IOTA = \alpha_0 + \alpha_1 BTC$

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Kurulan modelde α_0 sabit sayıyı, α_1 bağımsız değişkenin katsayısı, ifade etmektedir. Bitcoin (BTC) değişkeni bağımsız, diğer bütün değişkenler bağımlı değişken olarak seçilmiştir.

Tablo 12: ADA ve BTC için En Küçük Kareler Yöntemi

$ADA = \alpha_0 + \alpha_1 BTC$				
Değişken	Katsayı	Standart Hata	T-İstatistiği	Olasılık Değeri
LNBTC	1.039934	0.018548	80.34096	0.0000
C	-4.07E-06	0.175732	-90.90120	0.0000
R² Değeri: 0.486010				
F-Statistic Değeri: 0.000000				

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

OLS testi için gerçekleştirilen regresyon denklemi $ADA = 1.039934BTC + (-4.07E-06)C$ bu şekilde kurulmuştur. OLS sonuçları Tablo 12’de gösterilmiştir. Regresyon denkleminin olasılık değeri 0.05’ten küçük çıktığı için bağımsız değişkenin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle BTC ile ADA değişkeni arasında kısa dönemli ilişki olduğu tespit edilmiştir. BTC’de ki 1 birimlik artış ADA’da 1.040 birimlik artışa neden olmuştur. R² değeri 0.486010 çıkmış olup dolayısıyla bağımsız değişken (BTC) bağımlı değişkeni (ADA) %48 açıklamıştır. Kurulan basit regresyon modelinin F-Statistic değeri 0.05 güven düzeyinden küçük olduğu için modelin anlamlı çıktığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 13: LTC ve BTC için En Küçük Kareler Yöntemi

LTC= $\alpha_0 + \alpha_1 BTC$				
Değişken	Katsayı	Standart Hata	T-İstatistiği	Olasılık Değeri
LNBTC	1.123367	0.009213	66.75217	0.0000
C	-0.001326	0.087286	-16.50096	0.0000
R² Değeri: 0.646551				
F-Statistic Değeri: 0.000000				

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

OLS testi için gerçekleştirilen regresyon denklemi LTC=1.123367BTC+ (-0.001326)C bu şekilde kurulmuştur. OLS sonuçları Tablo 13’de gösterilmiştir. Regresyon denkleminin olasılık değeri 0.05’ten küçük çıktığı için bağımsız değişkenin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle BTC ile LTC değişkeni arasında kısa dönemli ilişki olduğu tespit edilmiştir. BTC’de ki 1 birimlik artış LTC’de 1.123367 birimlik artışa neden olmuştur. R² değeri 0.646551 çıkmış olup dolayısıyla bağımsız değişken (BTC) bağımlı değişkeni (LTC) %65 açıklamıştır. Kurulan basit regresyon modelinin F-Statistic değeri 0.05 güven düzeyinden küçük olduğu için modelin anlamlı çıktığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 14: BNB ve BTC için En Küçük Kareler Yöntemi

BNB= $\alpha_0 + \alpha_1 BTC$				
Değişken	Katsayı	Standart Hata	T-İstatistiği	Olasılık Değeri
LNBTC	0.975732	0.015224	99.62616	0.0000
C	0.001271	0.144239	-74.45905	0.0000
R² Değeri: 0.525732				
F-Statistic Değeri: 0.000000				

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

OLS testi için gerçekleştirilen regresyon denklemi BNB=0.975732BTC+ 0.001271C bu şekilde kurulmuştur. OLS sonuçları Tablo 14’de gösterilmiştir.

Regresyon denkleminin olasılık değeri 0.05'ten küçük çıktığı için bağımsız değişkenin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle BTC ile BNB değişkeni arasında kısa dönemli ilişki olduğu tespit edilmiştir. BTC'de ki 1 birimlik artış BNB'de 0.975732 birimlik artışa neden olmuştur. R^2 değeri 0.525732 çıkmış olup dolayısıyla bağımsız değişken (BTC) bağımlı değişkeni (BNB) %53 açıklamıştır. Kurulan basit regresyon modelinin F-Statistic değeri 0.05 güven düzeyinden küçük olduğu için modelin anlamlı çıktığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 15: ETH ve BTC için En Küçük Kareler Yöntemi

ETH= $\alpha_0 + \alpha_1 BTC$				
Değişken	Katsayı	Standart Hata	T-İstatistiği	Olasılık Değeri
LNBTC	1.248339	0.012174	102.5445	0.0000
C	-5.734051	0.115338	-49.71500	0.0000
R² Değeri: 0.892618				
F-Statistic Değeri: 0.000000				

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

OLS testi için gerçekleştirilen regresyon denklemi ETH=1.248339BTC+ (-5.734051C) bu şekilde kurulmuştur. OLS sonuçları Tablo 15'de gösterilmiştir. Regresyon denkleminin olasılık değeri 0.05'ten küçük çıktığı için bağımsız değişkenin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle BTC ile ETH değişkeni arasında kısa dönemli ilişki olduğu tespit edilmiştir. BTC'de ki 1 birimlik artış ETH'de 1.248339 birimlik artışa neden olmuştur. R^2 değeri 0.892618 çıkmış olup dolayısıyla bağımsız değişken (BTC) bağımlı değişkeni (ETH) %89 açıklamıştır. Kurulan basit regresyon modelinin F-Statistic değeri 0.05 güven düzeyinden küçük olduğu için modelin anlamlı çıktığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 16: XLM ve BTC için En Küçük Kareler Yöntemi

XLM= $\alpha_0 + \alpha_1 BTC$				
Değişken	Katsayı	Standart Hata	T-İstatistiği	Olasılık Değeri
LNBTC	0.984068	0.017085	34.09056	0.0000
C	-0.001390	0.161873	-46.18060	0.0000

R² Değeri: 0.429381
F-Statistic Değeri: 0.000000

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

OLS testi için gerçekleştirilen regresyon denklemi $XLM=0.984068BTC+ (-0.001390)C$ bu şekilde kurulmuştur. OLS sonuçları Tablo 16’da gösterilmiştir. Regresyon denkleminin olasılık değeri 0.05’ten küçük çıktığı için bağımsız değişkenin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle BTC ile XLM değişkeni arasında kısa dönemli ilişki olduğu tespit edilmiştir. BTC’de ki 1 birimlik artış XLM’de 0.984068 birimlik artışa neden olmuştur. R² değeri 0.429381 çıkmış olup dolayısıyla bağımsız değişken (BTC) bağımlı değişkeni (XLM) %43 açıklamıştır. Kurulan basit regresyon modelinin F-Statistic değeri 0.05 güven düzeyinden küçük olduğu için modelin anlamlı çıktığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 17: TRX ve BTC için En Küçük Kareler Yöntemi

TRX= $\alpha_0 + \alpha_1 BTC$				
Değişken	Katsayı	Standart Hata	T-İstatistiği	Olasılık Değeri
LNBTC	1.023221	0.012107	50.53727	0.0000
C	-0.001091	0.114705	-81.05078	0.0000
R² Değeri: 0.476097				
F-Statistic Değeri: 0.000000				

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

OLS testi için gerçekleştirilen regresyon denklemi $TRX=1.023221BTC+ (-0.001091)C$ bu şekilde kurulmuştur. OLS sonuçları Tablo 17’de gösterilmiştir. Regresyon denkleminin olasılık değeri 0.05’ten küçük çıktığı için bağımsız değişkenin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle BTC ile TRX değişkeni arasında kısa dönemli ilişki olduğu tespit edilmiştir. BTC’de ki 1 birimlik artış TRX’de 1.023221 birimlik artışa neden olmuştur. R² değeri 0.476097 çıkmış olup dolayısıyla bağımsız değişken (BTC) bağımlı değişkeni (TRX) %48 açıklamıştır. Kurulan basit regresyon modelinin F-Statistic değeri 0.05 güven düzeyinden küçük olduğu için modelin anlamlı çıktığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 18: IOTA ve BTC için En Küçük Kareler Yöntemi

IOTA= $\alpha_0 + \alpha_1 BTC$				
Değişken	Katsayı	Standart Hata	T-İstatistiği	Olasılık Değeri
LNBTC	1.083600	0.016134	36.50001	0.0000
C	-0.001466	0.152861	-41.78632	0.0000
R² Değeri: 0.480192				
F-Statistic Değeri: 0.000000				

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

OLS testi için gerçekleştirilen regresyon denklemi $IOTA = 1.083600BTC + (-0.001466C)$ bu şekilde kurulmuştur. OLS sonuçları Tablo 18’de gösterilmiştir. Regresyon denkleminin olasılık değeri 0.05’ten küçük çıktığı için bağımsız değişkenin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle BTC ile IOTA değişkeni arasında kısa dönemli ilişki olduğu tespit edilmiştir. BTC’de ki 1 birimlik artış IOTA’da 1.083600 birimlik artışa neden olmuştur. R² değeri 0.480192 çıkmış olup dolayısıyla bağımsız değişken (BTC) bağımlı değişkeni (IOTA) %48 açıklamıştır. Kurulan basit regresyon modelinin F-Statistic değeri 0.05 güven düzeyinden küçük olduğu için modelin anlamlı çıktığı sonucuna ulaşılmıştır.

3.4.4 Toda Yamamoto Nedensellik Testi Bulguları

Toda Yamamoto testinde değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmaması önemli değildir. Bu test ile değişkenler arasında ilişki bulunsa da bulunmasa da analizin yapılabilmesini mümkündür. Yapılan çalışmada değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi çıkmamıştır. Bu sebeple Nedensellik testi olarak Toda-Yamamoto seçilmiştir. Bu test, eşbütünleşme ilişkisi çıkmasa da değişkenler arasında nedensellik testi yapılmasını mümkün kılmaktadır.

Test için kurulan hipotezler her bir değişken için Tablo 19’da gösterilmiştir. Toda-Yamamoto nedensellik testini yapmadan önce VAR modeli yardımıyla her bir değişken için gecikme uzunluğu belirlenirken birim kök testleri ile maksimum bütünüleşme sayısı belirlenmelidir. Yanlış gecikme uzunluğu testin sonucunu etkileyecektir. Bu sebeple nedensellik testlerinden önce ki en kritik nokta doğru

gecikme uzunluğu ve maksimum bütünleşme sayısı ile bir sonraki aşamaya geçmektir. $k+d_{max}$ denkleminin her bir değişken için bulunması gerekir. d_{max} sayısının k sayını geçmemesi gerekmektedir. Aksi takdirde bu test uygulanamaz. K uygun gecikme uzunluğunu ifade ederken, d_{max} maksimum bütünleşme sayısını ifade eder.

Çalışmada yapılan ADF ve PP birim kök testi sonuçlarına göre her bir değişken için maksimum bütünleşme derecesi (d_{max}) 1 olarak bulunmuştur. En uygun gecikme uzunluğunun (k) belirlenmesini göstermek için örnek teşkil etmesi amacıyla değişkenler arasından XLM(Stellar) coini seçilmiş ve Tablo 20 'de gösterilmiştir. XLM değişkeni için gecikme uzunluğunu belirlerken günlük verilerden yararlanıldığı için Akaike kriteri dikkate alınmıştır. Değişkenin gecikme uzunluğu 5 olarak belirlenmiştir. Toda-Yamamoto nedensellik testinin sonuçları Tablo 21' de gösterilmiştir.

Tablo 19: Uygulama için Hipotez Kurulumu

	Değişkenlerin Adı	Hipotez Kurulumu
1	BTC ve ADA	Ho: BTC'den ADA'ya doğru bir nedensellik ilişkisi yoktur. H1: BTC'den ADA'ya doğru bir nedensellik ilişkisi vardır.
2	BTC ve BNB	Ho: BTC'den BNB'ye doğru bir nedensellik ilişkisi yoktur. H1: BTC'den BNB'ye doğru bir nedensellik ilişkisi vardır.
3	BTC ve ETH	Ho: BTC'den ETH'ye doğru bir nedensellik ilişkisi yoktur. H1: BTC'den ETH'ye doğru bir nedensellik ilişkisi vardır.
4	BTC ve IOTA	Ho: BTC'den IOTA'ya doğru bir nedensellik ilişkisi yoktur. H1: BTC'den IOTA'ya doğru bir nedensellik ilişkisi vardır.
5	BTC ve LTC	Ho: BTC'den LTC'ye doğru bir nedensellik ilişkisi yoktur. H1: BTC'den LTC'ye doğru bir nedensellik ilişkisi vardır.
6	BTC ve TRX	Ho: BTC'den TRX'e doğru bir nedensellik ilişkisi yoktur. H1: BTC'den TRX'e doğru bir nedensellik ilişkisi vardır.
7	BTC ve XLM	Ho: BTC'den XLM'e doğru bir nedensellik ilişkisi yoktur. H1: BTC'den XLM'e doğru bir nedensellik ilişkisi vardır.

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 20: Uygun Gecikme Uzunluğu: VAR Modeli

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-2585.305	-2585.305	0.208950	4.110096	4.118258	4.1131163
1	4403.445	4403.445	3.17e-06	-6.985615	-6.961129*	-6.976413*
2	4411.251	4411.251	3.15e-06	-6.991662	-6.950852	-6. 976326
3	4413.492	4413.492	3.16e-06	-6.988867	-6.931732	-6. 967396
4	4419.694	4419.694	3.15e-06	-6.992366	-6.918906	-6. 964760
5	4424.425	4424.425	3.15e-06	-6.993527*	-6.903744	-6. 959787
6	4426.613	4426.613	3.16e-06	-6.990648	-6.884540	-6. 950773
7	4427.232	4427.232	3.17e-06	-6.985277	-6.862845	-6. 939267
8	4428.978	4428.978	3.18e-06	-6.981697	-6.842940	-6. 929552

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Not: * İlgili bilgi kriterine bağlı olarak en uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir. Uygun gecikme uzunluğu Akaike(AIC) kriterine göre belirlenmiştir.

Tablo 21: Toda-Yamamoto Nedensellik Testinin Sonuçları

Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	k+dmax değeri	K ² İstatistik Değeri	Olasılık	Nedensellik İlişkisi
BTC	ADA	3+1	12.06566	0.0169	Var
BTC	BNB	3+1	7.802364	0.0991	Yok
BTC	ETH	6+1	587.9395	0.0000	Var
BTC	IOTA	5+1	17.10749	0.0089	Var
BTC	LTC	2+1	5.958765	0.1136	Yok

BTC	TRX	2+1	10.48734	0.0148	Var
BTC	XLM	5+1	18.70174	0.0047	Var

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Toda Yamamoto testi uygularken tek bir bağımsız değişken ve birden fazla bağımlı değişken ele alınmıştır. Her bir bağımlı değişkenin, BTC(Bitcoin)’den etkilenip etkilenmediği analiz edilmiştir. Tek yönlü nedensellik testi yapılmıştır. Toda Yamamoto testinin sonucunu yorumlarken olasılık değerleri dikkate alınır. Olasılık değeri 0.05’ten küçük ise bağımsız değişkenden bağımlı değişkene doğru nedensellik olduğunu veya etkilediğini söyleyebiliriz. Tablo 21’de gösterilen Toda Yamamoto testinin sonuçların göre BTC’den ADA, ETH, IOTA, TRX, XLM coinlerine doğru granger nedensellik olduğu ve BTC’den etkilendikleri sonucuna varılmıştır. Sayılan coinlerin olasılık değerleri 0.05’ten küçük çıkmıştır. Bu sebeple yokluk Hipotezi (H0) kabul reddedilip, alternatif hipotez (H1) kabul edilmiştir. BTC’den BNB ve LTC coinlerine doğru granger nedensellik olmadığı ve BTC’den etkilenmedikleri sonucuna varılmıştır. Sayılan coinlerin olasılık değerleri 0.05’ten büyük çıkmıştır. Bu sebeple Yokluk Hipotezi (H0) kabul edilip, alternatif hipotez (H1) reddedilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kripto para kavramı, geçmişten bugüne yaklaşık 10 yıllık bir zaman diliminde, küresel ekonomi piyasalarında yeni bir olgu olmayı başarmıştır. Piyasada var olan ödeme sistemlerine alternatif bir para birimi olarak yerini almıştır. Kripto paralar, arada bir aracı ve güven ortamı olmasına gerek duymayan aynı zamanda merkeziyetsiz bir yapıya sahip sanal para birimleri olarak tanımlanmaktadır. Kripto para birimler Blok zincir teknolojisi altyapısını kullanmaktadır.

Blok zincir teknolojisi, birbirini hiç tanımayan kullanıcıların halka açık bir şekilde paylaşılan işlem kayıtlarına güvenmelerini sağlamaktadır. Yani birbirine güveni olmayan tarafların üzerinde işlem gerçekleştirdiği ağı güvence altına almaktadır. Blok zinciri sisteminin başlangıç aşamasında yer alan kurallar ve bu kurallara göre gerçekleşen kayıtlar, tüm kullanıcılara dağıtımı sağlanarak güven ortamı yaratmaktadır.

Bitcoin piyasaya sürülen ilk kripto para birimidir. Kripto para piyasası içinde en yüksek piyasa değerine sahip olan Bitcoin'in piyasadaki başarısı, sanal paraların önünü açmış olup zamanla gerçekleştirilen bazı düzenlemeler ve değişiklikler ile Bitcoin'e alternatif bir sürü kripto para birimleri (altcoin) oluşturulmuştur. Kripto para birimlerine olan ilginin artmasıyla birlikte bu para birimleri, yatırımcıların portföy oluşturma sürecinde daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır. Kripto para piyasası, yatırımcılarının yüksek kazanç elde etmesini sağlamasının yanında yüksek riski de beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda kripto para birimlerinin kripto para piyasasına öncülük eden Bitcoin ile altcoinlerin arasındaki ilişkinin yakından takip edilmesi önem arz etmektedir. Kripto para birimlerini portföyüne eklemek isteyen yatırımcının, daha bilgili ve bilinçli bir biçimde eklemesi yatırımın verimliliğini olumlu yönde etkiyecektir. Çalışmanın amacı kripto para piyasasına öncülük eden Bitcoin ile seçilmiş altcoinler arasındaki ilişkinin ve nedenselliğin varlığını tespit ederek yatırımcıların daha bilimsel nitelikte yararlanabileceği bilgiler ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda Bitcoin ile Ethereum(ETH), Binance Coin (BNB), Cardano (ADA) , Litecoin (LTC), Tron (TRX), Stellar (XLM), IOTA altcoinlerinin arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişki ölçülmüştür. Uzun dönemli ilişkinin var olup olmadığı Engle Granger Eşbütünleşme yöntemiyle, kısa dönemli ilişkinin var

olup olmadığı Sıradan En Küçük Kareler Yöntemiyle, nedensellik ilişkisinin var olup olmadığı da Toda Yamamoto Nedensellik yöntemiyle test edilmiştir. Çalışma kapsamında, kripto para birimlerinin zaman serilerinin başlangıç tarihleri tüm değişkenlerde farklılık gösterdiği için ortak bir tarih aralığı belirlenmiş ve 14.06.2018-01.12.2021 tarihleri arasındaki kripto para birimlerinin dolar cinsinden günlük kapanış fiyatları analize dahil edilmiştir. Günlük kapanış fiyatları Investing sitesinden temin edilmiştir. Verilerin analizinde E-Views 9.00 paket programı kullanılmıştır. Gözlem sayısı her bir coin için 1267 adet alınmıştır. Verilerin logaritmik getiri serileri alınarak analize dahil edilmiştir.

Literatürde yapılan benzer çalışmaların birçoğu kripto para birimlerinin birbirleri ile olan ilişkilerini tespit etmeye yöneliktir. Bu çalışma, Bitcoin'in piyasaya yön veren kripto para birimi olduğunu göz önünde bulundurarak Bitcoin ile seçili altcoinler arasındaki ilişkiyi ve nedenselliği tespit etmesi yönüyle diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Çalışmada kullanılacak olan analiz modellerini belirlemek için seçilen bütün değişkenlere ilk aşamada birim kök testleri uygulanarak (ADF, PP) durağanlık sınaması yapılmıştır. Bütün değişkenler birinci mertebeden $I(1)$ durağan çıktığı için aralarındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını tespit etmek amacıyla Engle-Granger Eşbütünleşme Testi seçilmiştir. Engle Granger Testi ile yalnızca bir eşbütünleşme ilişkisine bakılır. Bu noktada bağımlı ve bağımsız değişkenlerin iyi ayırt edilmesi gerekmektedir. Çalışmada, BTC bağımsız değişken ve diğer bütün değişkenler bağımlı değişken olarak seçilmiştir. Bu sebeple bağımsız değişken ile bağımlı değişkenlerin her biri ile ayrı ayrı model kurulmuştur.

Engle Granger Eşbütünleşme Testi için ilk aşamada her bir değişken için kurulan regresyon modelinden hata terimleri elde edilmiştir. Engle Granger yönteminde ilk aşamada elde edilen hata terimlerinin kalıntıları kayıt edilerek ilk aşama tamamlanmıştır. İkinci aşamada hata terimlerinin durağanlık sınaması (ADF) yapılmıştır. Sonuçlara göre bağımsız değişken ve bağımlı değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Yani iki değişken arasında uzun dönemli ilişkinin varlığından söz etmek mümkün değildir.

Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığı tespit edildikten sonra kısa dönemli ilişkinin varlığının tespitinde ve açıklanmasında sıradan en küçük

kareler yönteminden (OLS) yararlanılmıştır. OLS, iki değişken arasındaki kısa dönemli ilişkiyi olabildiğince gerçeğe yakın bir denklem olarak yazmada kullanılmakta olup regresyon modellerinin tahmin edilmesinde kullanılan en uygun yöntemdir. Kısa dönemli ilişkilerin varlığını sınamada kullanılan OLS yönteminin temel koşulu ise modele dahil edilecek olan değişkenlere ait zaman serilerinin düzeyde durağan çıkmasıdır. Bu bağlamda uygulama gerçekleştirilirken tüm değişkenlere ait zaman serilerinin farkları alınarak seviyede $I(0)$ durağan hale gelmeleri sağlanmıştır.

En küçük kareler yöntemi (OLS) yöntemine göre;

- BTC’de ki 1 birimlik artış ADA’da 1.039934 birimlik artışa neden olduğu ve BTC’nin ADA’yı %48 oranında açıkladığı,
- BTC’de ki 1 birimlik artış LTC’de 1.123367 birimlik artışa neden olduğu ve BTC’nin LTC’yi %64 oranında açıkladığı,
- BTC’de ki 1 birimlik artış BNB’de 0.975732 birimlik artışa neden olduğu ve BTC’nin BNB’yi %52 oranında açıkladığı,
- BTC’de ki 1 birimlik artış ETH’de 1.248339 birimlik artışa neden olduğu ve BTC’nin ETH’yi %89 oranında açıkladığı,
- BTC’de ki 1 birimlik artış XLM’de 0.984068 birimlik artışa neden olduğu ve BTC’nin XLM’i %42 oranında açıkladığı,
- BTC’de ki 1 birimlik artış TRX’de 1.023221 birimlik artışa neden olduğu ve BTC’nin TRX’i %47 oranında açıkladığı,
- BTC’de ki 1 birimlik artış IOTA’da 1.083600 birimlik artışa neden olduğu ve BTC’nin IOTA’yı %48 oranında açıkladığı sonucuna ulaşılmıştır.

En Kareler Yönteminden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde bağımsız değişken ile bağımlı değişkenler arasında kısa dönemli ilişkinin var olduğu tespit edilmiştir.

Bitcoin’in altcoinleri açıklama gücü, hemen hemen birçok altcoinde yüksek çıkmıştır. Ancak altcoinleri etkileyen başka faktörlerde bulunmaktadır. Bu durumda altcoinlerdeki değişimin en büyük sebebi Bitcoin olsa da başka faktörlerden de eş zamanlı şekilde etkilenebileceği için yalnızca Bitcoin fiyatlarına bakarak karar vermek doğru sonuçlar vermeyecektir. Kripto para birimlerini etkileyen diğer faktörler araştırıldığında, Gönül (2019), çalışmasında bazı ekonomik göstergelerin kripto para birimlerini etkilediği, Aksoy ve Teker (2020), çalışmasında altcoinlerin birbirlerini

etkilediği, Bakır (2021), çalışmasında kripto para birimlerinin altın ve Brent Petrol'den etkilendiği sonucuna ulaşmıştır. Bitcoin'in XLM kripto para birimini açıklama gücü diğer kripto para birimlerini açıklama gücüne göre düşük çıkmıştır. Bunun sebebinin, işlem hızının Bitcoin'den daha hızlı ve ucuz olmasından kaynaklanmasının yanı sıra XLM kripto para biriminin büyük ve global firmalarla iş birliği yapması, XLM fiyatlarındaki değişime sebep olan daha önemli faktörler olduğunu göstermektedir. Bitcoin'in ETH kripto para birimini açıklama gücü diğer kripto para birimlerini açıklama gücüne göre yüksek çıkmıştır. Bunun sebebinin ise Ethereum ne kadar altcoin sınıfına girse de Bitcoin'den sonra en yüksek piyasa değerine ve işlem hacmine sahip bir kripto para birimidir. Bu sebeple Bitcoin ile birlikte hareket etme ihtimali diğer kripto para birimlerine göre daha yüksektir.

Toda Yamamoto Nedensellik Testinin seçilmesinin nedeni değişkenler arasında ilişki bulunsa da bulunmasa da analizin yapılabilmesini mümkün kılmasıdır. Toda Yamamoto Nedensellik Testinde her bir değişken için gecikme uzunluğu belirlenmelidir. Gecikme uzunluğu değişkenlerin maksimum bütünleşme derecesi ve en uygun gecikme uzunluğu (k) toplanması ile elde edilmektedir. ADF ve PP birim kök testi testleri yardımı ile maksimum bütünleşme derecesi (dmax) 1 olarak bulunmuştur. En uygun gecikme uzunluğu, her bir değişken için VAR modeli yardımıyla Akaike(AIC) kriterine göre belirlenmiştir. Bu test ile her bir bağımlı değişkenin, BTC(Bitcoin)'den etkilenip etkilenmediği analiz edilmiştir. Bu nedenle Tek yönlü nedensellik testi yapılmıştır.

Toda Yamamoto testinin sonuçların göre BTC'den ADA, ETH, IOTA, TRX, XLM coinlerine doğru granger nedensellik olduğu ve BTC'den etkilendikleri sonucuna varılırken, BTC'den BNB ve LTC coinlerine doğru granger nedensellik olmadığı ve BTC'den etkilenmedikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırma sonuçları, Literatür incelemesinde ele alınan çalışmalar içerisinde Bitcoin kripto para biriminden Ethereum altcoinine doğru nedensellik olduğunu ortaya çıkaran Akkoyuncu (2016), Adıyaman ve Ay (2022), Bitcoin ve TRX'e doğru nedensellik olduğu sonucuna varan Akkoyuncu (2016), kripto paralar arasında kısa dönemli ilişki olduğunu tespit eden Ciaian vd. (2017), Karaağaç ve Altınırmak (2018) çalışmasının sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Bitcoin ile altcoinler arasındaki ilişkiyi ölçen modele daha fazla bağımsız değişken eklenerek (makroekonomik göstergeler, sosyal medya yorumları, döviz kuru, pay piyasası) yeni çalışmalar yapılabilir.



KAYNAKÇA

Ağaçkesen, E. (2022). *Bitcoin ile Hisse Senedi Piyasaları Arasındaki Karşılıklı İlişkinin İncelenmesi: Türkiye ve Seçilmiş Ülkeler*. İstanbul: Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Ağan, B. ve Aydın, Ü. (2018). Kripto Para Birimlerinin Küresel Etkileri: Asimetrik Nedensellik Analizi. *Uluslararası Katılımlı 22. Finans Sempozyumu*. 797-816.

Akçalı, B. ve Şişmanoğlu, E. (2019). Kripto Para Birimleri Arasındaki İlişkinin Toda-Yamamoto Nedensellik Testi İle Analizi. *Ekev Akademi Dergisi*. (78): 99-122.

Akkaş, M. E. ve Sayılğan, G. (2015). Fiyatları ve Konut Kredisi Faizi: Toda-Yamamoto nedensellik testi. *Journal of Economics, Finance and Accounting*. 2 (4): 572-583.

Akkoyuncu, H. (2021). *Kripto Paralar ve Fiyat Hareketleri: Ekonometrik Bir Analiz*. Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Akleylek, S. ve Seyhan, K. (2018). Blok Zinciri Bileşenleri ve Uygulamaları Üzerine Bir Derleme. *İnformasiya Təhlükəsizliyinin Aktual Multidissiplinar Elmi-Praktiki Problemləri, IV Respublika Konfransı Bildiri Kitabı*.

Aksoy, E. , Teker, T. ve Mazak, M. (2020). Kripto Paralar ve Fiyat İlişkileri Üzerine Bir Analiz: Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi ile Bir İnceleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. (37): 110-129.

Altay, F. (2017). 21. Yüzyılda Para Kavramı Bitcoin- Kripto Para- I. *Yeni İpek Yolu Konya Ticaret Odası Dergisi*. 39(357): 34- 39.

Altundağ, S. (2006). Dijital İmzanın Ticari Hayatta Kullanılması ve Düzenlenmesi. *Gazi Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*. 10(1): 55-76.

Antonopoulos, A. M. (2014). *Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies*. O'Reilly Media. Inc.

Aslan, A. (2018). *Kripto Para Olgusu ve Blockchain Teknolojisi: Ekonomik Aktörlerin Tepkisi, Maliyet Analizi, Var Modeli ve Granger Nedensellik Testi*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Atahan, M. (2020). *Blockchain Teknolojisi ve Finansal Proje Örneklerinin Karşılaştırılması*. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ay, M. ve Adıyaman, G. (2022). Bitcoin ve Altcoinler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. (47): 31-46.

Ayaz, Ş. K. (2020). *Blokzincir Teknolojisi ve Bilişim Toplumundaki Geleceği Bağlamında Kurum Kavramı Üzerine Araştırma*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Aygün, M. (2022). *Makroekonomik Değişkenler ile Borsa İstanbul Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Toda-Yamamoto Testi*. Edirne: Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Baek, C. ve Elbeck, M. (2015). Bitcoins As an Investment or Speculative Vehicle? A First Look. *Applied Economics Letters*. 22(1): 30-34.

Bakır, E. (2021). *Covid-19 Pandemisi Sürecinde Kripto Para Birimleri ile Ekonomik Göstergeler Arasındaki İlişki*. Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Baki, İ. (2018). *Türkiye'deki Enerji Tüketiminin Belirleyicileri: Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizleri*. Ankara: Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Barlas, B. (2021). *Türkiye’de Tüketici Kredileri ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Kredi İvmesi ve Kredi Değişkenleri Açısından Değerlendirmesi*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Bayrak, F. (2019). *Kripto Paraların Finansal Hizmetlerdeki Yeri, Önemi ve Etkileri: Bir Uygulama Portföy Örneği*. İstanbul: Arel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Bilgili, E. (2022). *Finansal Piyasalar ve Yatırım Yönetimi Bilim Dalı Kripto Paralar ve Merkezi Olmayan Finans Uygulamaları*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Bilseloğlu, A. T. (2022). *Kripto Paranın Doğuşu, Gelişimi ve Türkiye’deki Seyri*. Ankara: Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Cengiz, K. (2018). En Popüler Kripto Para Birimi: Bitcoin. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*. 1(2):87-100.

Ceylan, M. E. (2019). *Bitcoin Ekonomisi: Kripto Para Bitcoin’in Finans Sektörü İçindeki Yeri*. Batman: Batman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ciaian, P., Rajcaniovad, M. ve Kancs, A. (2017). Virtual Relationships: Short- And Long-Run Evidence From Bitcoin And Altcoin Markets. *Journal of International Financial Markets*. 1042-4431.

Çakın, M. (2019). *Kripto Paralar: Bitcoin, Döviz Kurları ve Alternatif Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Çarkacıoğlu, A. (2016). “Kripto-Para Bitcoin”. Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Raporu. Ankara.

Çaykara, U. (2021). *Seçili Kripto Paralar ile Döviz Kurları Arasındaki Nedensellik İlişkisi Üzerine Ampirik Bir Uygulama*. Sivas: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Çiğdem, G. (2016). *Gelişmekte Olan Ülkeler ve Türkiye’de Cari Açık Sorunu*. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Demirhan, H. (2019). *Sanal Kripto Paraların Satın Alma Gücü Bakımından Değerlendirilmesi: Bitcoin Örneği*. Nevşehir: Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Demiroğlu S. (2020). Bitcoin ve Ethereum Arasındaki İlişki: Toda- Yamamoto Nedensellik Testi. *International Journal Of Social, Humanities And Administrative Sciences*. 6(33). 1903-1911.

Deniz, E. A. (2020). *Finansal Piyasalarda Kripto Para Uygulamaları: Kripto Para Fiyatlarını Etkileyen Faktörler*. İstanbul: Işık Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Dere, Y. (2019). *Kripto Para Birimi Bitcoin ile Ekonomik Göstergeler Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Dikilitaş, Y. (2021). *Blokzincirin Tedarik Zincirinde Kullanımı İçin Taslak Bir Mimari*. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dilek, Ş. (2018). Blockchain Teknolojisi ve Bitcoin, Analiz, Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı (SETA). 231. Erişim adresi: <https://setav.org/assets/uploads/2018/02/231.-Bitcoin.pdf>.

Dinçel, C. (2020). *Blok Zinciri Teknolojisinin Muhasebe ve Denetim Mesleğine Etkisi*. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Doğan, K. ve Arslantekin, S. (2016). Büyük Veri: Önemi, Yapısı ve Günümüzdeki Durum. *DTCF Dergisi*. 56(1): 15-36.

Dönmez, C. Ç. , Şen, D. ve Hazır, U. (2021). Kripto Para Dinamikleri: Bitcoin Cash, Ethereum, Litecoin ve Ripple. *Int. J. Adv. Eng. Pure Sci.* 33(4): 636-650.

Durdu, E. (2018). *Kripto Para Birimi Olarak Bitcoin ve Ceza Hukuku*. İstanbul: Galatasaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Fırat, S. ve Daşdemir, E. (2021). Kripto Paralarda Miktar Teorisi Uygulaması: Bitcoin Örneği ve Covid-19 Salgının Etkisi. *İstanbul İktisat Dergisi*. 71(1): 81-102.

Garayev, B. (2021). *Makroekonomik Değişkenler ile Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi: Bitcoin Uygulaması*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Georgoula, I., Pournarakis, D., Bilanakos, C., Sotiropoulos, D. ve Giaglis, G. (2015). Using Time-Series and Sentiment Analysis to Detect the Determinants of Bitcoin Prices. *Mediterranean Conference on Information Systems*. 1-12.

González, M., Jareño, F. ve Skinner, F. S. (2020). Nonlinear Autoregressive Distributed Lag Approach: An Application on the Connectedness between Bitcoin Returns and the Other Ten Most Relevant Cryptocurrency Returns. *Mathematics*. 8(5): 810.

Gönül, C. (2019). *Kripto Para Biriminin Ekonomik Göstergelere Etkisi*. Kütahya: Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Göttfert, J. (2019). *Cointegration Among Cryptocurrencies: A Cointegration Analysis of Bitcoin, Bitcoin Cash, EOS, Ethereum, Litecoin and Ripple*. Sweden: Umea University.

Güçlü, K. (2019). *Blokzincir Teknolojisi ve Gümrük İşlemlerinde Blokzincir Uygulama Alanlarının İncelenmesi*. Ankara: T.C. Ticaret Bakanlığı.

Güleç, F. Ö. , Çevik, E. ve Bahadır, N. (2018). Bitcoin ile Finansal Göstergeler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 7(2): 2146-3417.

Güler, M. (2021). *Kripto Paraların Gelişimi, Geleceği ve Ekonomiye Etkileri*. Ankara: Bahçeşehir Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Gültekin, B. (2019). *Blok Zinciri Tabanlı Elektronik Seçim Sistemi Tasarımı ve Kısmi Uygulaması*. İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü.

Günay, H. F. ve Kargı, V. (2018). Kripto Paranın Vergilendirilmesi Fikrinin Mali Yönden Değerlendirilmesi. *Journal Of Life Economics Dergisi*. 5(3): 2148-4139.

Güven, Ö. ve Şahin, B. (2021). Güncel Haliyle Bitcoin ve Piyasadaki Değeri Üzerine Bir İnceleme. *TroyAcademy*. 6(1): 80-89.

İçellioğlu, C. Ş. ve Öztürk, M. B. E. (2018). Bitcoin ile Seçili Döviz Kurları Arasındaki İlişkinin Araştırılması: 2013-2017 Dönemi için Johansen Testi ve Granger Nedensellik Testi. *Maliye ve Finans Yazıları*. 1(109): 51-70.

İslam, A. (2019). *Blok Zinciri Teknolojisi ve Kripto Paralar: Mevcut Durum, Potansiyel ve Risk Analizi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kandiye, A. (2020). *Blokzinciri (Blockchain) Teknolojisinin İnşaat Sektöründe Kullanımı*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kaplanhan, F. (2018). Kripto Paranın Türk Mevzuatı Açısından Değerlendirilmesi: Bitcoin Örneği. *Vergi Sorunları Dergisi*. (353): 105-123.

Karaağaç, G. A. ve Altınırmak, S. (2018). En Yüksek Piyasa Değerine Sahip On Kripto Paranın Birbirleriyle Etkileşimi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*. (79): 123-138.

Karaoğlu, S. , Arar, T. ve Bilgin, O. (2018). Türkiye’de Kripto Para Farkındalığı ve Kripto Para Kabul Eden İşletmelerin Motivasyonları. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*. 6(2):15-28.

Karayılan, H. (2019). *Blok Zincir ve Finansal Teknoloji Çözümleri için Uygulamaları*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

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

Kaya, M. (2021). Seçili Kripto Para Birimleri Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisinin Analizi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*. 13(2): 28-50.

Kılıç, D. (2020). *Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Bitcoin ve Altcoinlere İlişkin Ekonometrik Bir Uygulama*. Yalova: Yalova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kılıç, İ. B. (2022). *Kripto Paraların Vergilendirilmesi: Karşılaştırmalı Analiz*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kılıç, Y. ve Çütcü, İ. (2018). Bitcoin Fiyatları ile Borsa İstanbul Endeksi Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 13(3): 235-250.

Kim, M. J., Canh, N. Phuc ve Park, S. Y. (2020). Causal Relationship Among Cryptocurrencies: A Conditional Quantile Approach. *Finance Research Letters*. 1544-6123.

Kocabıyık, T. , Aksoy, E. ve Teker, T. (2020). Makroekonomik Değişkenlerin Park Maveria III Gayrimenkul Sertifikası Fiyatı Üzerine Etkisinin Toda-Yamamoto Analizi İle Keşfi. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*. 8(21): 347 – 365.

Konuşkan, A. , Teker, T. , Ömürbek, V. ve Bekçi, İ. (2019). Kripto Paraların Fiyatları Arasındaki İlişkinin Tespitine Yönelik Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 24(2): 311-318.

Korkmazgöz, Ç. , Şahin, S. ve Ege, İ. (2022). Bitcoin ve Borsa İstanbul Endeksleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*. 24(1): 89 – 108.

Kubar, Y. ve Toprak Y. (2021). Bitcoin ve Altcoin’ler Arasındaki İlişkinin Granger Nedensellik Testi ile Analizi. *Journal Of Emerging Economies And Policy*. 6(1): 233-247.

Kurt, A. (2021). *Pandemi Döneminde Brent Petrol ve Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi*. Afyonkarahisar: Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Laçın, G. C. (2019). *Elektronik Para ve Dijital Para Sistemleri: Bitcoin ve Döviz Kurları Arasındaki İlişkinin Analizi*. Mersin: Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Mamedov, N. (2022). *Bitcoin ile Borsa Endeksleri İlişkisi: Yükselen Piyasa Ekonomileri İçin Panel Veri Analizi Uygulaması*. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Mete, S. (2019). *Blok Zincir Sistemlerinin Finans Piyasalarındaki Yeri ve Kripto Paralarda Fiyat Balonlarının İncelenmesi*. İstanbul: Ticaret Üniversitesi Finans Enstitüsü.

Metin, İ. ve Yakut, E. (2018). Kripto Para Girişimciliğinde Güven Faktörü Üzerine Bir Araştırma. *Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi*. 7(2): 67-78.

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-peer Electronic Cash System. *Decentralized Business Review*. 21260.

Nunes, B. S. R. (2017). *Virtual Currency: A Cointegration Analysis Between Bitcoin Prices and Economic and Financial Data*. Lizbon: ISCTE-IUL.

Oktar, S. ve Salihoğlu, E. (2018). Merkezi Olmayan Dijital Para Birimlerinin Merkez Bankası Parasal Büyüklükleri ile İlişkinin Analizi: Bitcoin Örneği. *Social Sciences Studies Journal*. 4(22): 4164-4177.

Öncül, M. (2021). *Bazı Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler Bağlamında Pay Piyasaları ile Seçili Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin Analizi*. Sivas: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Özgür, Ö. (2020). *Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Birim Kök Testlerinin Gecikme Uzunluğuna Olan Duyarlılığı*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Öztürk, S. ve Demirhan, H. (2021). Bitcoin ve Ethereum'un Türkiye'deki Fiyat Dinamikleri Karşılaştırması. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*. 11(4): 2110-2119.

Palabıyık, Ö. (2020). *Blokszincir Teknolojisinin Bankacılık Sektörü İstihdamı Üzerine Olası Etkileri*. Kırklareli: Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Pehlivan, İ. (2020). *Kripto Paraların Muhasebeleştirilmesi ve Raporlanması*. Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Polat, M. (2018). *Sosyal Medya ve Yatırım Araçlarının Değeri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Bitcoin Örneği*. Sakarya: Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Samirkas, M. C. (2020). Google Aramaları ile Bitcoin Fiyatı Arasındaki İlişkinin Tespiti. *PressAcademia Procedia*. 11 (1): 67-72.

Sarıkovanlık, V., Koy, A., Akkaya, M., Yıldırım, H. H. ve Kantar, L. (2020). Finans Biliminde Ekonometri Uygulamaları. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Song, Y. (2016). *A Study of Bitcoin Price's Relationship With Local Currency Exchange Rate and Stock Market Index in Emerging Economies Using VECM*. (Doctoral Thesis). New York: ETD Collection for Fordham University.

Szetela, B., Mentel, G., ve Gędek, S. (2016). Dependency Analysis Between Bitcoin And Selected Global Currencies. *Dynamic Econometric Models*. 16(1):133-144.

Şak, N. (2021). Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Hatemi-J Asimetrik Nedensellik Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*. 12(29): 149-175.

Tan, D. G. (2019). *Kripto Para Piyasaları: Bitcoin ve Altcoin Analizi*. Kütahya: Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Topaloğlu, E. E. (2019). Kripto Para Bitcoin ve Döviz Kurları İlişkisi: Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 17(2): 367-382.

Torun, N. (2015). *Birim Kök Testlerinin Performanslarının Karşılaştırılması*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Tunçel, M. B. , Alptürk, Y. ve Gürsoy, S. (2021). Kripto Paraların Popülaritesi ile Değerleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Asimetrik Nedensellik Testi Uygulaması. *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*. 4(1): 68-76.

Tüfek, B. Ü. (2017). *Elektronik Ödeme Araçları ve Geleceğin Yaklaşımı Kripto Para*. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Tüfekçi, A. ve Karahan, Ç. (2019). Blok zincir Teknolojisi ve Kamu Kurumlarınca Verilen Hizmetlerde Blokzincirin Kullanım Durumu. *Verimlilik Dergisi*. (4): 157-193.

Türkmen, S. Y. ve Durbilmez, S. E. (2019). Blockchain Teknolojisi ve Türkiye Finans Sektöründeki Durumu. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 4(1):30-45.

Usta, A. ve Doğantekin, S. (2019). Blockchain 101. Erişim adresi: https://bkm.com.tr/wp-content/uploads/2019/08/15082019_kitap.pdf

Uysal, Ü. (2019). *Kripto Para ve Kripto Paranın Ticarete Kullanımı: Girişimcilerin ve Yatırımcıların Kripto Paraya İlişkin Tutumlarının İncelenmesi*. Muğla: Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ünal, G. Ve Uluyol, Ç. (2020). Blok Zinciri Teknolojisi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*. 13(2):167-175.

Ünalır, B. (2021). *Kripto Paraların Gelişimi ve Dünya Finans Sektörü İçindeki Yeri*. Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yaman, K. (2021). *Kripto Paralar, Finansal Piyasalar ile İlişkileri ve Bitcoin Örneği*. Ankara: Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yavuz, M. S. (2019). Ekonomide Dijital Dönüşüm: Blockchain Teknolojisi ve Uygulama Alanları Üzerine Bir İnceleme. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 4(1). 15-29.

Yaylaşı, G. S. (2022). *Blok Zincir Teknolojisinin Öğrenimi İçin Bir Simülatör Tasarımı*. İstanbul: Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Yenilmez, F. ve Erdem, M. S. (2018). Türkiye ve Avrupa Birliği'nde Ekonomik Büyüme ile Enerji Tüketimi Arasındaki İlişki: Toda-Yamamoto Nedensellik Testi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 19(1): 71-95.

Yıldırım, H. (2018). Günlük Bitcoin ile Altın Fiyatları Arasındaki İlişkinin Test Edilmesi: 2012 – 2013 Yılları Arası Johansen Eşbütünleşme Testi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*. 7(4): 2328-2343.