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

KRİPTO PARA PİYASASI İÇİN KOŞULLU DEĞİŞEN VARYANS MODELLERİ VE NEDENSELLİK ANALİZİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Onur ÇELEBİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Erhan DEMİRELİ

2023

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

KRİPTO PARA PİYASASI İÇİN KOŞULLU DEĞİŞEN VARYANS MODELLERİ VE NEDENSELLİK ANALİZİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Onur ÇELEBİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Erhan DEMİRELİ

İZMİR - 2023

TEZ ONAY SAYFASI

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Kripto Para Piyasası İçin Koşullu Değişen Varyans Modelleri Ve Nedensellik Analizi Üzerine Bir Uygulama” 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.

25/11/2023

Onur ÇELEBİ

İmza

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Kripto Para Piyasası İçin Koşullu Değişen Varyans Modelleri ve Nedensellik Analizi Üzerine Bir Uygulama

Onur ÇELEBİ

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı
Finans Programı

Bu çalışma kripto paralar, blokzincir ve volatilite kavramları üzerine inceleme ve testler yapan bir uygulama içermektedir. Blokzincir bakımından bu teknolojinin yarattığı veri güvenliği, veri gizliliği ve en önemli özelliği olan şeffaflık imkânın felsefi ve potansiyel boyutlarına değinilmektedir. Kripto paralar bakımından, kripto para piyasalarının, geleneksel finans piyasalarından farklı yapılarda volatilite kümelenmeleri ve kaldıraç etkileri olduğu çalışmada incelenmiştir. Aynı zamanda kripto para birimlerindeki fiyat dalgalanmaları arasında istatistiksel nedensellik ilişkileri sınanmaktadır. Kripto para piyasalarındaki yüksek düzeydeki oynaklığın öngörülmesi için, kripto para birimlerinde daha ileri düzeyde volatilite modellemelerinin uygun olabileceğine dair testler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler Eylül 2023 tarihi temel alınarak kripto piyasalardaki en yüksek hacimli beş kripto para birimlerinden oluşturulmuştur. Bu kapsamda GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) ve onun çeşitli genişlemiş formları olan EGARCH (Exponential GARCH), GJR-GARCH (Glosten, Jagannathan ve Runkle tarafından geliştirilen GARCH) ve TGARCH (Threshold GARCH) modelleri uygulanmıştır. Uygun GARCH model atamasında dağılım özellikleri dikkate alınmıştır. Uygunluğun varsayımları çarpıklık, basıklık ve yüksek log-likelihood değer değişkenleriyle belirlenmiş ve buna istinaden GARCH modellerindeki uygun (p),(q) değer atamaları sağlanmıştır. Aynı zamanda seride standartlaştırılmış artıkların incelenmesi ve

Jarque-Bera testi analizleri gerçekleştirilerek kurulan modellerin sağlamlılığı test edilmiştir. Çalışmada yapılan tüm testler Python, R ve Eviews uygulamaları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan sınamalarda sabit kripto paralar hariç EGARCH , GJR-GARCH ve TGARCH için en iyi otoregresif gecikme derecesi (p)= 4 ve en iyi hareketli ortalama gecikme derecesi (q) = 3 bulunmuştur. Sabit kripto birimlerde bu değerler (1,1) olarak belirlenmiştir. Bu nedenle GARCH, EGARCH, GJR-GARCH ve TGARCH analizlerinde de (1,1) modeli kurularak (4,3) modeli ile karşılaştırmalı analiz gerçekleşmiştir. En uygun volatilite kümeleme etkisi GJR-GARCH (4,3) modelinde görülmüştür. En uygun kaldıraç etkisi EGARCH (4,3) modelinde görülmüştür. EGARCH ve GJR-GARCH modelleri stablecoin ve kripto birimlerle kurulan modellemelerde daha olumlu bir yaklaşıma sahip olduğu gözlenmektedir. GARCH model varyasyonları dışında ilgili kripto para birimlerinde Granger nedensellik testleri ve Yamamoto nedensellik testleri yapılarak kripto para birimleri arasındaki nedensellik ilişkileri incelenmiştir. GARCH analizlerinde kullanılan bazı modellerdeki bazı kripto para birimlerinde olan daha fazla uygunluğun temel sebepleri nedensellik ilişkisi ile analiz edilmiştir. Yapılan nedensellik incelemelerinde, Etherum'un Bitcoin, Bitcoin'nin de Ethereum arasında çift yönlü etkileme potansiyelleri gözlemlenmiştir. Ancak sabit kripto birimlerde ilgili diğer kripto birimler için bir nedensellik gözlemlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Blokzincir, Kripto Paralar, Koşullu Varyans, Asimetrik GARCH Modelleri, Granger, Yamamoto, Nedensellik Testleri

ABSTRACT

Master's Thesis

Conditional Variance Models and Causality Analysis for the Cryptocurrency Market: An Application

ONUR ÇELEBİ

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Business Administration

Finance Program

This thesis encompasses an application that examines and tests concepts related to cryptocurrencies, blockchain, and volatility. It touches upon the philosophical and potential dimensions of data security, privacy, and, most crucially, transparency offered by blockchain technology. The study investigates the presence of volatility clustering and leverage effects in cryptocurrency markets which differ from traditional financial markets. Additionally, it tests for statistical causal relationships in the fluctuations of cryptocurrency prices. The study also includes tests suggesting that more advanced volatility modeling might be suitable for predicting the high volatility in cryptocurrency markets. The data used in the study is based on the five highest-volume cryptocurrencies in the markets as of September 2023. In this context, various models of GARCH (Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity), such as EGARCH (Exponential GARCH), GJR-GARCH (developed by Glosten, Jagannathan, and Runkle), and TGARCH (Threshold GARCH), have been applied. Distribution characteristics have been considered in assigning the appropriate GARCH model. Assumptions of suitability were determined by skewness, kurtosis, and high log-likelihood values, leading to appropriate p and q-value assignments in GARCH models.

Furthermore, the robustness of the established models was tested through the analysis of standardized residuals and Jarque-Bera test analyses. All tests in the study were conducted using Python, R, and Eviews softwares. Excluding

stable cryptocurrencies the best autoregressive lag degree (p) = 4 and moving average lag degree (q) = 3 were found for EGARCH, GJR-GARCH, and TGARCH in the trials. For stable cryptocurrencies, these values were determined as (1,1). Therefore, (1,1) models were established in GARCH, EGARCH, GJR GARCH, and T GARCH analyses, compared with the (4,3) model. The most suitable volatility clustering effect was observed in the GJR-GARCH (4,3) model. The most suitable leverage effect was found in the EGARCH (4,3) model. EGARCH and GJR-GARCH models showed a more positive approach in models established with stablecoins and cryptocurrencies. In addition to GARCH model variations, Granger and Yamamoto causality tests were conducted on relevant cryptocurrencies, examining causal relationships among them. The primary reasons for the outstanding suitability of some models of GARCH analysis for specific cryptocurrencies were analyzed through causality relationships. These causality examinations observed mutual influencing potentials between Ethereum and Bitcoin. However, no causality was observed for other stable cryptocurrencies.

Keywords: Blockchain, Cryptocurrencies, Conditional Variance, Asymmetric GARCH Models, Granger, Yamamoto, Causality Tests.

KRİPTO PARA PİYASASI İÇİN KOŞULLU DEĞİŞEN VARYANS MODELLERİ VE NEDENSELLİK ANALİZİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

İÇİNDEKİLER

İKİNCİ BÖLÜM

KRİPTO PARA PİYASALARINDA VOLATİLİTE VE PİYASA DİNAMİKLERİ

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ADF	Augmented Dickey - Fuller Testi (Genişletilmiş Dickey-Fuller
BTC	Bitcoin
AIC	Akaike Information Criterion (Akaike Bilgi Kriteri)
BNB	Binance Coin
ETH	Ethereum
EUR	Euro
USDT	Tether
EWMA	Exponentially Weighted Moving Average
PoS	Proof of Work (Hisse İspatı)
USDC	USD Coin
PoW	Proof of Work (İş İspatı)
TL	Türk Lirası
GARCH	Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
EGARCH	Exponential GARCH
GJR-GARCH	Glosten, Jagannathan ve Runkle tarafından geliştirilen GARCh
TGARCH	Threshold GARCH

TABLOLAR LİSTESİ

ŞEKİLLER LİSTESİ

GİRİŞ

Blokzincir kavramı sunduğu imkanlar bakımından her ne kadar kripto paralar ile anılsa da aslında sadece kripto paralar ve piyasalarında kullanılan bir teknoloji olarak kalmayacaktır. Aktif uygulama alanlarında birçok farklı sektörlerde şimdiden yerini bulmuş blokzincir teknolojisi, ilerde başlıca ekonomi, ticaret ve hukuk gibi birçok alanda daha önemli hale gelebilir. Satoshi Nakamato'nun ilk bloktaki manidar mesajı 2008 finansal krizinin yarattığı büyük finansal etkilere ve sistemdeki eksiklere iğneleme niteliğinde mesajlar içermekteydi. Blokzincir temelinde geliştirilen ilk kripto para birimi Bitcoin'de bu felsefi birikimle geleneksel finans sistemlerindeki uygulamada ve teorideki yanlışlıklara karşı tasarlanarak ortaya çıktı. Felsefi birikim bakımından kripto anarşizme kadar uzanan bu para birimi, ilk çıktığı dönemlerde birkaç kriptoloji topluluğu ve dijital para birimlerine ilgi duyan çevrelerde benimsenmişse de ardından hızlı bir süreçte geniş kitlelere adını duyurmayı başarmıştır.

İlk başlarda ve 2017'deki sıçrama dönemlerinde kamuoyu tarafından şüpheyle yaklaşılan ve genel anlamda bir balon olduğu düşünülen bu piyasalarda, çeşitli benzetmeler hatta Ponzi şeması yapılarına kadar giden benzetmeler yapılmıştır. Blokzincir ve Bitcoin, Satoshi Nakamato tarafından "Bitcoin: Eşler Arası Elektronik Nakit Sistemi" makalesiyle (beyaz makale, kitap, white paper) anlaşılması kolay olmayan ve kamuya aynı anda hızlıca sunulan bir yapıda olması nedeniyle araştırmacılar, politika belirleyiciler, regülatörler vs. tarafından anlaşılması ve değerlendirilmesi zaman almıştır. İlk başlarda tamamen şüpheyle yaklaşılan bu para biriminde 2017 yılında olağanüstü bir değer artışı yaşanmış ve uluslararası kamuoyunun dikkatini çekmiştir.

Halk arasında ve finansal çevrelerde kripto paralar gündemde yerini korumuş ve korumaya devam etmektedir. Ancak bu piyasalarda geleneksel finans piyasaları ve onların türevsel araçlarında görülmeyen çok yüksek volatilite değerleri mevcuttur. Kripto para birimlerinin ilk popüler olduğu zamanlarda araştırmalar genel olarak kripto para birimleri ve geleneksel finansal araçlar arasında yoğunlaşmaktaydı. Ancak bu yüksek fiyat dağlanmalarının analizleri geleneksel finans piyasaları temel alınarak

yapılırsa tamamen verimli sonuçlar alınması özellikle hacim değeri trilyon doları geçmiş bir piyasada realist bakımdan etkisiz sonuçlar doğurabilir.

Bu araştırmanın temel ilerleyiş dinamiği, kripto para birimlerinin kendine özgü yapıları ve blokzincir teknolojisi temel alınarak, kripto para piyasalarındaki volatilite kavramını çeşitli yönlerden ve geleneksel finansal perspektifin dışından değerlendirerek analiz etmeye odaklı olarak başlamıştır. Bu kapsamda volatilite kavramını kripto piyasalarda daha iyi modelleme arayışlarının sonucu olarak çeşitli GARCH model kombinasyonları test edilmiş ve çeşitli model entegrasyonlarıyla volatilite ve volatilite kavramının alt kümeleri olan volatilite kümelenmesi ve kaldıraç etkileri değerlendirilmektedir. Volatilitenin yüksek yapıları koşullu varyans, asimetrik GARCH modelleri ile sınanarak en iyi model uyumunun yakalanma çalışması yapılmakta ve modellerdeki kripto birimlerinin performansları değerlendirilmektedir. Ayrıca bu koşullu varyans değerlendirmelerinin, nedensellik ilişkileri ile bağlantılı bir yapıda olup olmadığı da test edilerek literatüre yeni bir çalışma kazandırmak hedeflenmekte ve bu çerçevede Granger ve Yamamoto nedensellik ilişkileri incelenmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM
BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN KRİPTO PARA PİYASALARI ÜZERİNDEKİ YAPISAL ETKİSİ

1.1. BLOKZİNCİRİN TEMELLERİ: TARİHİ, EKONOMİ YAPISI VE GELECEKTEKİ YERİ

Güven fikrinin temelinde şekillenen blokzincir teknolojisi, bilginin kaynak doğruluğunun önemini vurgulayan bir yapı üzerinde gelişmiştir. Bilginin temellerinin analizi sayesinde mevcut bilgi kaynağından farklı çıkarımlar yapmak önemlidir. Verinin işlenmesinden türeyen bilgiler ve verilerin saklama koşulları sayesinde veri ve bilgilerin aktarımı bilginin kaynağının incelenmesinde finansal açıdan değerli sonuçlar çıkarmaktadır. Bu bölümde blokzincir teknolojisinin tarihsel olarak dayandığı temellerden günümüzdeki ve gelecekteki yapısına değinerek kapsamlı şekilde yapısal süreçlerini ele alınmaktadır.

Günümüzdeki akademik çalışmalarda İngilizce kelime olan “blockchain” kelimesinin yaygın kullanımı ifade edildiği şeklinde görülmektedir. Çalışmada İngilizcedeki bu kelime “blokzincir” kelimesi olarak birleşik şekilde ifade edilmiştir. Bunun arkasında yatan temel düşünce, "blockchain" terimi, tek bir kelime olarak yazılarak, kodlamalarla zincir görünümünde bir sistemde blokların şifre bilimi (kriptoloji) kullanılarak bağlanmasından, diğer bir bakımdan da korunmasından kaynaklandığı için birleşik şekilde İngilizce ’de blok ve zincir kelimelerinden türetilmiştir. Bu çalışmanın tamamlandığı tarih olan Kasım 2023 tarihi itibariyle Türk Dil Kurumu’nun internet sitesindeki sözlükte bu kelime (blokzincir veya blok zincir, blok zinciri) bulunmamaktadır (Türk Dil Kurumu, 2023). Bu nedenle çalışmada teknik anlam bütünlüğü bozulmadan “blokzincir” ifadesi kullanılmıştır.

1.1.1. Güvenlik Protokollerinin Tarihsel Gelişimi: Basit şifrelemelerden Blokzincir teknolojisine

Blokzincir (Blockchain), Satoshi Nakamoto takma adını kullanan bir kişi veya grup tarafından oluşturulan bir teknolojidir. "Bitcoin: Eşler Arası Elektronik Nakit

Sistemi" başlıklı orijinal teknik inceleme (Nakamoto, 2008), 2008 yılında Nakamoto tarafından yayımlanmıştır. Bu çalışma, kripto para birimi Bitcoin'in altında yatan teknoloji olarak Blokzincir kavramını tanıtmıştır (Ante, 2020:2). Blokzincir teknolojisi, kriptografi ve dağıtık sistemlerin birleşiminden doğmuş bir sentezdir. Bu teknoloji, verilerin bütünlüğünün geçmişini ve değiştirilemez işlem kayıtlarını koruyarak, güvenlik protokollerine yenilikçi bir bakış açısı getirmektedir (Taylor vd. 2020:1-10). Blokzincir teknolojisi, bilgi ve değerin korunması, transferi ve teyidi süreçlerinin yönetilmesinde benzersiz bir sistem oluşturmuş ve bu süreçlere insan müdahalesini asgari düzeye indirmiştir. Kriptografik yapılar üzerinde geliştirilmiş, merkezi olmayan yani dağıtık bir kayıt sistemi olarak, bu teknoloji, geleneksel işlem takip yöntemlerine paha biçilmez bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Huaqun ve diğerleri, 2022:1-11). Blokzincir, sadece bir bilgi ve hesaplama teknolojisi olarak değil, aynı zamanda insanları koordine etmek için bir kurumsal veya sosyal teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Böylece güçlü, güvenli ve şeffaf dağıtık bir defterin oluşması sağlanmıştır (Davidson ve diğerleri, 2016:2). Tarihsel ölçekte, kayıtlı uygarlığın varoluşundan bu yana kişiler arası iletişimden ticarete kadar her alanda güvenlik protokolleri gözetilmektedir (Keswani ve diğerleri, 2020:1-28). Bunun nedeni şeffaflık, doğruluk, adalet gibi insani erdemlerin tarih boyunca sürekli birbiriyle çatışarak uluslararası anlaşmazlıklardan kaynaklanmasıdır. Blokzincir'in de asıl çıkış prensibi bu probleme çözüm üretmek amacıyla yaratılmıştır.

Blokzincir teknolojisi tabanında yatan tekniklerden biri olan kriptoloji aslında insanlığın var olduğundan beri güvenlik protokollerinde çeşitli yöntemlerle kullanılmıştır. Tarihsel olarak güvenlik protokolleri ve kriptolojinin çeşitli bağlantıları vardır (Dooley, 2013:11-17). Antik Mısır hiyerogliflerinin kriptografi kullanıldığı varsayılarak, bazı metinlerin içerdikleri önem nedeniyle sadece eğitimli yüksek konumdaki kişiler tarafından okunabilmesi amacıyla bilinçli olarak karmaşıklaştırılmıştır (Britannica, 2023:Erişim tarihi 01.08.2023). Skytale şifreleme cihazı, açık parşömenin üzerindeki anlamsız harflerin, ancak aynı çapta bir çubuğa sarıldığında anlam kazandığı eski bir şifreleme metodudur. MÖ 405'te, General Lysander'ın Perslere karşı kazanılan savaşta bu yöntemi kullanarak elde edilen zafer, Avrupa tarihini derinden etkilemiştir. Ancak, Skytale'in kriptografik bir araç olarak

kullanımının tarihi, Cicero'nun zamanlarına kadar izlenebilirken, bu konseptin geçerliliği modern araştırmacılar tarafından sorgulanmıştır (Jogenfors, 2015:19-20).

Roma İmparatorluğu'nun efsanevi ismi Julius Caesar'ın kullanmasıyla meşhur olan Caesar şifresi, ilkel olarak kullanılan ilk modern antik kriptografi olarak kabul edilebilir (Easttom, 2021:5-22). Caesar şifresinin bu temel prensibi, modern kriptografinin ve blokzincir 'in şifreleme ve güvenlik protokollerinin gelişimindeki evrimin bir parçasıdır ve bu evrim, güvenli dijital işlemlerin yolunu açmıştır. Caesar askeri mesajlarında kullandığı her harfin yerini değiştirerek mesajları yeniden yaratmıştır. Böylece düşman, askeri stratejik bilgi taşıyan mesaja ulaşsa dahi, mesajı anlamasının önüne geçerdi (Singh, 1999:2-4). Caesar şifresi çalışma prensibinde, her harfi alfabenin belirli bir sayıda ilerisindeki veya gerisindeki harfle değiştirerek şifrelerin var olması yatmaktaydı. Bu teknikte, alıcı ve gönderici önceden şifre konusunda anlaşmak zorundaydı. Örneğin, 5 harflik bir kaydırma ile 'A' harfi 'F' olarak değiştirilir böylece mesaj gizlenmiş ve düşmanlar tarafından anlaşılmaz hale gelmekteydi. Bu yöntem, kriptografinin temelini oluşturan gizlilik ve şifreleme prensiplerinin çalışma prensibinin aynı temelde çalışması nedeniyle erken bir örneği olarak kabul edilebilir. Bu basit algoritma, günümüzdeki blokzincir teknolojisinin çok daha karmaşık kriptografik protokollerine ilham kaynağı da olmuştur. İslâm düşünce tarihinin önemli şahsiyetlerinden biri olan Kindî (El Kindi), frekans analizi yöntemini kullanarak kriptografik mesajları çözme konusunda öncü bir çalışma yapmış ve bu yöntem, şifrelenmiş metinlerin analiz edilerek çözülmesinin temelini oluşturmuştur. (Al-Kadit, 1992:263-267). El Kindi, Caesar şifresinde var olan mesajlardaki sıklıkları analiz ederek şifrelenmiş mesajlardaki her harfin kullanılma sıklığından yani frekans analizinden en çok sıklığa sahip harfi başlangıç noktası alarak yerine kullanılan harf arasındaki farktan şifrede belirlenen başlangıç sayısını (örnekte 5 idi) bulunacağını ispatlamıştır. El Kindi'nin yarattığı frekans analizi aslında bir nevi varyans analizidir. Böylece, gerçek mesajın şifresini ters yönde hesaplama yöntemini geliştiren El Kindi, algoritmayı çözerek dolayısıyla ilk gelişmiş kriptografi şifrelerinden Caesar şifresini kıran insanlardan biri olmuştur.

Antik çağlarda bile bu tarz güvenlik protokollerinin var olmasının sebebi başta belirtilen insan erdem özelliklerinden başka aynı zamanda diplomatik, ticari ve askeri stratejik nedenlerden de kaynaklanmaktadır. Örneğin, antik çağda bile olunsa,

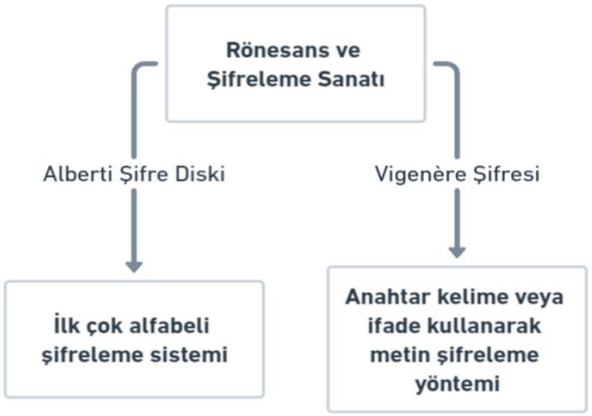
devletler ve imparatorluklar, diplomasi ve askeri planlamalarını gizli tutmak zorundaydılar. Özellikle savaş zamanlarında, düşman casusların eline geçebilecek herhangi bir stratejik bilgi, ciddi zararlara yol açabilirdi veya Bizans İmparatorluğu'ndan aşina olunan taht kavgalarındaki entrika oyunlarında bilgi gizliliği yine güvenlik protokollerini gerektirmekteydi (Kahn, 1996:73-214). M.Ö. 1900 yıllarında Antik Mısır'da kullanılan hiyeroglifler, kriptografinin en eski örnekleri arasında yer alırken, gerçek bir ilerleme ancak Rönesans döneminde, Leon Battista Alberti'nin döner şifre diskini icat etmesiyle başlamıştır. Aynı zamanda bu cihaz, şifrelemenin matematiksel temellerini oluşturan ilk araçlardan biri olarak kabul edilmektedir (Kahn, 1967:67-90). Aşağıdaki şekillerde yazar tarafından oluşturulan önemli tarihi olarak güvenlik protokolleri diyagramları görselleştirilmiştir.

Şekiller kaynak gösterilmediği müddetçe yazar tarafından hazırlanmıştır.

Şekil 1: Antik ve Orta Çağ Güvenlik Protokolleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 2: Rönesans Güvenlik Protokolleri

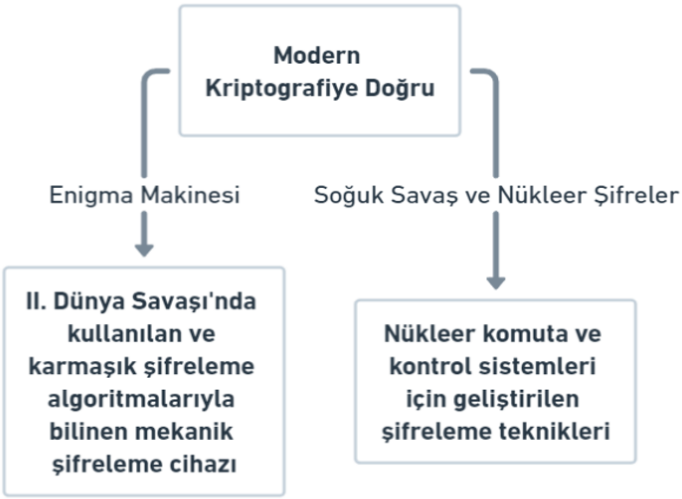


Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Orta çağa gelindiğinde ise yine güvenlik protokolleri uygulanmış ve kriptolojik güvenlik protokolleri önemli bir yer edinmiştir. 16. yüzyıla gelindiğinde ise Blaise de Vigenère tarafından geliştirilen Vigenère şifresi, harfleri alfabetik bir diziye göre kaydırarak çok daha güçlü bir polialfabetik şifreleme yöntemi sunmuş ve bu da uzun süre boyunca kırılamayan bir şifreleme sistemi olarak kalmıştır (Kahn, 1967:6-22).Antik Mısır hiyerogliflerinden Antik Yunanistan'da kullanılan Skytale şifreleme tekniğine, Julius Caesar'ın Sezar şifresinden, Rönesans'taki Alberti Şifreleme Diski ve Vigenère yöntemi gibi önemli kriptografik yenilikler ve güvenlik protokolleri insanoğlunun medeniyet tarihinde kullanılmıştır (Levinsky, 2022:1-3), (Selleri ve Pelosi, 2021:1-9). I ve II. Dünya Savaşı sırasında kriptografi, iletişim güvenliğinde kritik bir rol oynamıştır. Enigma ve Lorenz şifreleyicileri gibi cihazlar, bu dönemde kullanılan önemli kriptografik araçlardır (Sebag-Montefiore, 2000:20-25). Alman mühendis Arthur Scherbius piyasaya sürerek meşhur ettiği Enigma adlı kriptoloji makinası 20. yüzyılın başlarında Alman kamu ve özel sektöründe ilgiyle karşılanmıştır. Özellikle II. Dünya Savaşı'nda Naziler tarafından savaşta özel mesajların gizliliği çerçevesinde kullanılmıştır (Wikipedia, 2023: Erişim Tarihi 09.10.2023). Ünlü matematikçi ve bilgisayar biliminin kurucusu sayılan Alan Turing'in Nazi Almanya'sına karşı kriptanaliz yöntemleriyle Enigma makinesinin kodlarını kırmayla görevlendirilerek kriptoloji alanında önemli ilerlemeler sağlamıştır (Wikipedia, 2023: Erişim Tarihi 09.10.2023). Soğuk Savaş döneminde, nükleer

komuta ve kontrol sistemleri için geliştirilen aşırı güvenli iletişim protokollerine (nükleer kriptografi) duyulan ihtiyaç, kriptografi alanında önemli ilerlemelerin yapılmasına sebep olmuştur (Deavours ve Kruh, 1985: 48-54).

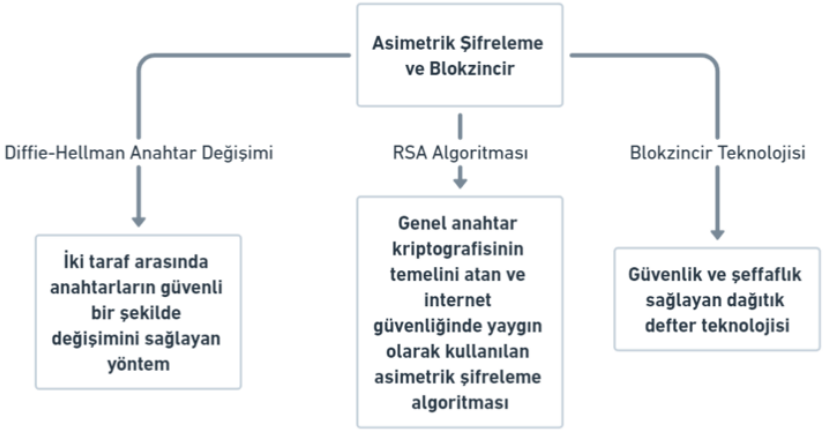
Şekil 3: Modern Kriptografiye Doğru



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Asimetrik şifreleme yöntemleri, Diffie-Hellman anahtar değişimi (Diffie ve Hellman 1976) ve RSA algoritması gibi çalışmalarla 1970'lerde ortaya çıkmıştır (Rivest, vd. 1978). Bu yöntemler, kriptografinin günlük hayattaki uygulamalarını önemli ölçüde artırmıştır.

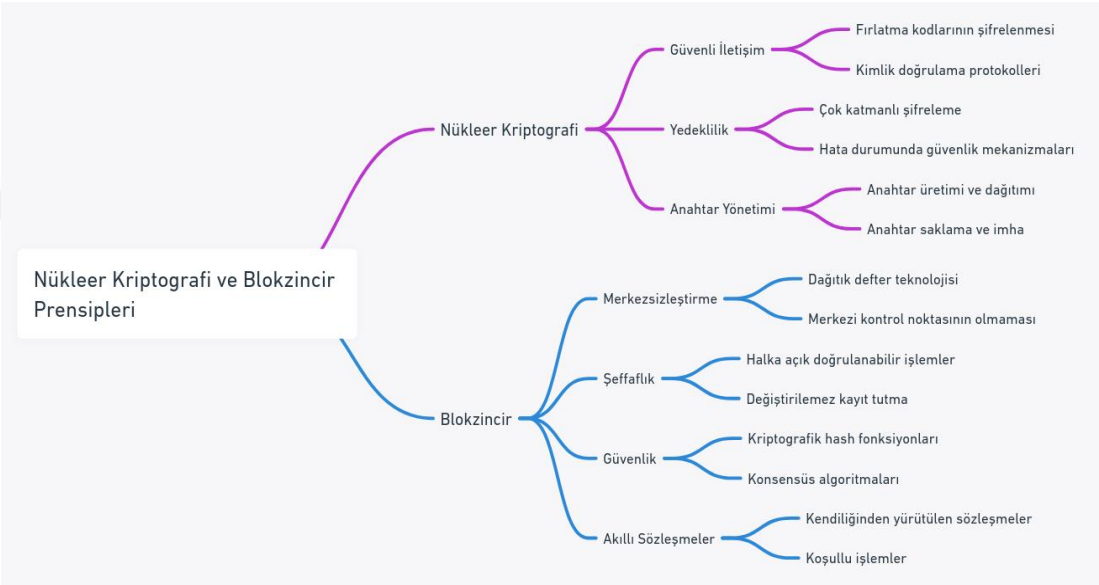
Şekil 4: Asimetrik Şifreleme ve Blokzincir



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Blokzincir teknolojisinin temelleri, 2008 yılında Satoshi Nakamoto'nun yayımladığı makale ile atılmıştır (Nakamoto, 2008). Blokzincir, kriptografik olarak korunan işlem bloklarının bir zinciri olarak tanımlanabilir ve finansal işlemlerin yanı sıra tedarik zinciri yönetimi, dijital kimlikler ve çok daha fazlasında kullanılmaktadır (Swan, 2015:10-40).

Şekil 5: Nükleer Kriptografi ve Blokzincir Prensipleri



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Yazar tarafından hazırlanan Şekil 5'te gözlemlendiği gibi, Nükleer Kriptografinin temel prensipleri 3 ana başlık olan güvenli iletişim, bilgilerin yedeğini oluşturma ve şifreler için anahtar yönetiminden oluşmaktadır. Bu olası bir nükleer harp durumunda, nükleer sırların korunması gibi yüksek güvenlik gerektiren durumlarda kritik önem teşkil eder (Diffie, 1988:560-577), (Vavrek, 2016:17-30), (Denning, 1982:13-20), (Umayam ve Vestergaard, 2020:1-5) (Hall ve Sands, 2020:1-8). Görüldüğü gibi Blokzincir altyapısı da Nükleer Kriptografinin prensiplerinden beslenerek bunları ekonomi biliminin de katkısıyla merkezîleştirme, şeffaflık, güvenlik ve akıllı sözleşmelerle birleştirmiştir. Nükleer kriptografi, güvenli iletişim kurmanın temeli olarak bilgiyi şifrelemenin matematiksel prensiplerini kullanır; bu, nükleer sırların korunması gibi yüksek güvenlik gerektiren durumlarda kritik öneme sahiptir. Öte yandan Blokzincir teknolojisi, kriptografik olarak birbirine bağlı veri

bloklarını kullanarak şeffaf ve değiştirilemez bir veri yapısı oluşturmak için nükleer kriptografinin temellerini kullanır (Burford, 2020:6-12). Blokzincir aracılığıyla oluşturulan bilgileri doğrulamak veya korumak için çeşitli algoritmalar ve fikir birliği protokolleri kullanılarak Blokzincir ağının işlevsel bütünlüğü güçlendirilir ve sisteme olan güven artar. Oluşturulan güven ve bilgi bütünlüğü ortamlarının yanı sıra akıllı sözleşmeler günümüzde finansal işlemlerde daha yaygın hale gelmiştir.

1.1.2. Finansal Varlıkların Kripto Para Birimleriyle Entegrasyonu

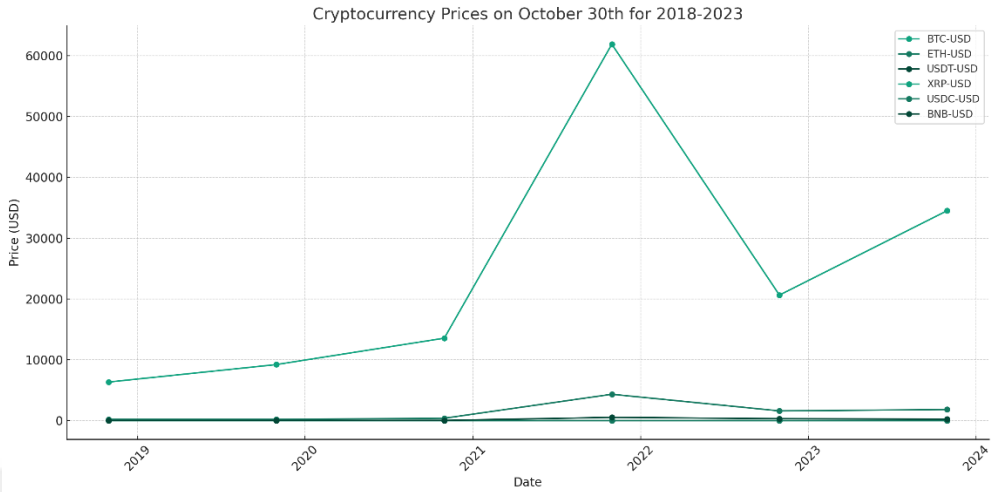
Blokzincir teknolojisi olağanüstü değişmez, dağıtılmış, güvenli ve merkezi olmayan özelliklere sahiptir. Bu nedenle Blokzincir, internet finansı alanında en popüler teknoloji haline gelmiştir (Liu,vd. 2023:1-3). Corbet ve vd. yaptıkları araştırmada kripto paralarının yatırım aracı olarak kullanılmasının işlevi hakkında bilgi edinmek, politika oluşturucular ve denetleyici organlar için, büyük kripto paraların diğer varlıklarla ilgili mevcut eğilimlerini çözümlemenin önemi gittikçe artmaktadır, anlamına geldiğini belirtmişlerdir. (Corbet, 2018:3-4).

Blokzincir teknolojisinin getirdiği ana ilkeler, yani şeffaflık, güvenlik ve merkeziyetsiz yapı, kripto para birimlerini geleneksel finansal varlıkların dijitalleştirilmesi için popüler bir seçenek haline getirmiştir. Blokzincir teknolojisinin sağladığı likidite akışı ve hızlı transfer olanakları sayesinde, kripto para birimlerinin etkin bir biçimde dolaşıma sokulması mümkün olmaktadır. Böylelikle, sermaye piyasalarına daha hızlı bir erişim fırsatı oluşturulmuştur. (Magnuson, 2018:22-30), (Bakan ve Şekkeli, 2019:15-19). Kripto paraların entegrasyonunun bir sonucu olarak, mevcut varlık türlerinde çeşitlilik artmıştır. Bu durum, bankaların yatırım stratejilerine portföy yönetimi değerlendirmeleri perspektifinden önem kazandırmıştır. Finansal ve hukuki düzenlemelerin artmasıyla birlikte, kripto paraların toplu sözleşme protokolleri aracılığıyla sunduğu çevrimiçi güvenlik, yatırımcılar ve piyasadaki diğer aktörler arasında kripto paraların finansal varlık olarak tercih edilmesinde bir artışa neden olmuştur (Hairudin vd. 2022:2). Bu durum, yapay zekâ, makine öğrenimi ve sanal gerçeklik teknolojilerinin son hızda geliştiği bir zamanda, dijital para birimlerinin mevcut finansal sistemlere entegre edilmesi bakımından insanların günlük hayatlarında kolaylıklar sağlayabilir (Giray ve Çimen, 2023).

Öncelikle ülkelerin kripto para biriminin sınıflandırılmasını yapması ve buna dayalı olarak düzenlemeler oluşturması gerekmektedir. Muhasebe ilkeleri ve standartları kapsamında, kripto para birimlerinin muhasebeleştirilmesi konusunda yeni yasaların belirlenmesi önemlidir. Kripto paranın blokzincir teknolojisi ile vergi toplanması, vergi kaçırılma durumlarını engelleme potansiyeli barındırmaktadır. Bu nedenle, kripto para birimleri sınıflandırıldıktan sonra, bu sınıflandırmanın vergi yasalarında da yer alması gerekmektedir (Özkul ve Baş 2020:12-18). Bu incelenen veri seti kapsamında, 2023 yılına ait Eylül ayında, Bitcoin, Ethereum, Tether, USD Coin ve Binance Coin piyasa hacimlerine dair en yüksek değerler tespit edilmiştir. Hacimlerdeki bu maksimum değerler, farklı bir analiz zamanı olan 2023 yılının Kasım ayına ilişkin verilere göre düzenlenmiştir. Bitcoin'in toplam piyasa değeri 717,49 milyar dolar, Ethereum'un ise 255,81 milyar dolar olarak belirlenmiştir. Ayrıca, Tether'ın piyasa değeri 86,52 milyar dolar, USD Coin'in 39,4 milyar dolar ve Binance Coin'in ise 38,82 milyar dolar olduğu anlaşılmıştır. Bu beş kripto para biriminin toplamı, Kasım 2023 verilerine göre yaklaşık 1.138 trilyon dolar dolar etmektedir. (Coinmarketcap, 2023: Erişim Tarihi 11.10.2023).

Blokzincir teknolojisi sayesinde yüksek ivme yakalayan kripto para birimleri aynı zamanda sağlam bir denge ve “kazan-kazan” sistemi üzerinde oturmaktadır. Bu durumun yarattığı etkiler, finansal varlıkların kripto para birimleri nezdinde dönüştürülmesinin bir başka sebebi olarak değerlendirilebilir. İktisatçı John Forbes Nash tarafından “Oyun Teorisi” adlı teoride geçen "Nash dengesi" blokzincir’de kripto para birimlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Kripto para birimlerini üreten ve dağıtan taraflar arasında otomatik bir “"Nash dengesi" sağlanmaktadır (Li vd. 2020:2) (Altman vd. 2020:2). Blokzincir ile ilgili yapısal temellerin incelenmesindeki bu araştırmada varılan noktada, blokzincir teknolojisinin çıkmasındaki temel prensip konvansiyonel finansal piyasalarda görülen gücün merkezileşmesinin önüne geçmektir. Tasarımındaki ilkeler de buna göre düzenlenmiştir. Bu nedenle de kripto paranın üretim zincirindeki madenciler, geliştiriciler ve piyasa aktörlerinde karşılıklı menfaat zorunlulukları mecburi bir denge politikası yaratmaktadır. Aşağıdaki grafikte, her dijital para birimi için belirtilen yıllardaki fiyat eğilimlerini göstermektedir.

Şekil 6: 30 Ekim tarihi baz alınarak basit trend gösterimi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Yazar tarafından hazırlanan bu grafikte görüldüğü gibi, kripto para piyasalarında likidite artışı ve fiyat istikrarsızlığına rağmen gözlemlenmektedir. Blokzincir teknolojisinin temelinde birleşen şeffaflık, kriptolojik güçlü şifreleme sistemi ve merkeziyetsiz yapı sayesinde oluşan anonim ve güvenli kayıt sistemi sayesinde oyun teorisi gibi yardımcı iktisadi teoremlerin de kripto-ekonomik teşviklerin modellerle entegrasyonu, kripto para birimi alanında pazar dinamiklerini yönlendiren stratejiler ve kararların karmaşık etkileşimini ortaya koymaktadır (Ménissier, 2018:2-4), (Chandèze, 2019).

1.1.3. Konsensüs Mekanizmalarında Evrim: Emek ve Hisse İspatı Modelleri

Blokzincir, sistemin temel fonksiyonu güven üzerine kurulduğu defalarca belirtilmiştir. Fikir birliği, olmayan hiçbir toplulukta "güven" kavramı inşa edilemez. Blokzincir'deki unsurlara düşünsel birlik garantisini sunan konsensus sistemleri, iki temel unsur üzerinde işler. Bu bileşenler esas itibariyle İşi Kanıtlama (Proof of Work, PoW) ve Payını Kanıtlama (Proof of Stake, PoS) protokolleridir (Blokpedia, 2023). Kripto para birimlerindeki ölçeklenebilirlik ilkesi kripto para birimlerinde belirli bir üretim sınırı yaratılmasından kaynaklanmaktadır. Bunun sonucunda kripto paraların

özellikle Bitcoin için bu prensipte, arzının sınırlandırılması mevzubahistir. Ölçeklendirme politikası enflasyonist veya deflasyonist bir piyasa yapısından kurtulması amacıyla tasarlanmıştır. Aynı zamanda üretimde gerçekleşen enerji gereksinimlerinde uygunluk sağlamak amacıyla uygulanmaktadır.

Proof of Work (PoW): İş Kanıtı (PoW), bu işlemi yapanlar madenci olarak tanımlanmaktadır. Karmaşık matematik problemlerini hallederek onayladıkları ve bunları blok zincirine dahil ettikleri bir fikir birliği yöntemiyle çalışmaktadırlar. Bu işlem, büyük ölçüde hesaplama gücü ve enerji harcaması gerektirmektedir (Nair ve Dorai, 2021:3-12).

Proof of Stake (PoS): Katılımcıların, doğrulayıcılar olarak bilinen, ellerinde bulundurdukları kripto birim sayısına ve bunları teminat olarak "yatırmaya" istekli olmalarına bağlı olarak yeni bloklar oluşturmak üzere seçildikleri alternatif bir konsensüs mekanizmasıdır. PoS'te, madencilerin karmaşık matematiksel problemleri çözmelerine gerek yoktur, bu da enerji tüketimi ve hesaplama kaynakları açısından bir azalmaya yol açar. PoW, belirli bir çözüm ihtiyacı olmaksızın karmaşık problemlerin çözülmesini içerirken, PoS, katılımcıların kripto birimleri elde tutmalarına ve yatırmalarına dayanır. PoW, hesaplama gücü ve enerji de dahil olmak üzere büyük miktarda kaynak tüketirken, PoS daha az kaynak gerektirir (Nair ve Dorai, 2021:3-12).

Bu iki uzlaştırma mekanizmalarının evrimleşmesi, kripto para birimlerinin geleceğini büyük ölçüde etkileyebilmekte, blockchain ekosisteminin kontrolünü ve performansını artırmak için blokzincir aktörlerinin doğrudan katılmasını teşvik etmektedir. Yaratılan teşviklerle, finansal bazlı demokratik bir yaklaşımın, teknolojik ilerlemeler aracılığıyla ilk kez katılımcı demokrasi anlayışıyla birleştiği bir dönem temsil edilebilir. Bu yüzden, kripto para piyasalarının anlaşılabilirliği ve bu piyasaların sağlıklı bir şekilde ilerlemesi için blokzincir'lerin ve dijital varlıkların devamlılığı hayati önem taşımaktadır (Casey ve Vigna, 2018:385-418).

1.2. BLOKZİNCİR MEKANİZMALARININ FİNANSAL PİYASALARA GİRİŞİ

Blokzincir mekanizmalarının finansal piyasalara entegrasyonu, geleneksel finansal altyapıları rekabet içine sürüklemiş ve geleneksel finans piyasalarına da farklı bir boyut kazandırmıştır (Collomb ve Sok, 2016:1-7).

Blokzincir teknolojisiyle desteklenen kripto para birimlerinin teorik altyapısı keşfedildikçe, merkeziyetsiz finans (DeFi) sistemleri ve kripto varlıkların çeşitlenmesi kripto para piyasalarındaki aktivitelerin her geçen gün ivmeyi yukarı doğru pozitif yönde etkilediğini göstermektedir. İlk kripto para birimi ve Bitcoin, Satoshi Nakamoto'nun 2008'de yayımladığı "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System" başlıklı makalesinde tanıtılan, merkezi olmayan bir dijital para birimidir (Nakamoto, 2008). Bu sistem, işlemleri doğrulamak ve yeni birimler oluşturmak için Blokzincir teknolojisini kullanır. Nakamoto'nun bu yenilikçi yaklaşımı, dijital ödemeler alanında merkeziyetsizlik ve güvenliği temsil eder (Nakamoto, 2008).Bitcoin bir forum sitesi olan bitcointalk.org sitesinde geliştiriciler ve kripto tutkunları ile tartışmaya açık bir ortamda geliştirilmiştir. Keza birçok farklı alandaki bilgi edinimi ve Bitcoin'e aktarımı da böyle gerçekleşmiştir (Finney, 2013). Hatta belirli bir süreden sonra spekülasyon ve haberler de dahil olmak üzere Bitcoin ile ilgili konuların tartışıldığı birincil yer haline gelmiştir. Ancak, Bitcoin'in geniş çapta tanınması ve kullanılması birkaç yıl almıştır. Bitcoin'nin başlangıç dönemlerinde değeri nispeten küçük bir ölçektedir. İlk başlarda teknolojiye meraklı insanlar ve dijital para birimlerine alaka duyanlar tarafından takip edilmekteydi (Tschorsch ve Scheuermann, 2016:1-5) .

Zamanın ilerlemesiyle, çeşitli insanlar ve iş şirketleri Bitcoin'i kullanmaya ve mali kullanımını genişletmeye başladılar. 2010-2011 döneminde, Bitcoin'in değeri yükselirken, halkın Bitcoin'e olan ilgisi de artmış ve bu zaman zarfında Bitcoin transferleri ve ilgili hizmetler için ilk öneriler belirmeye başlamıştır. Bitcoin'in finansal kullanımı, 2017'deki büyük fiyat artışı ardından ve akademik dünyada blokzincir'in odak noktası olmasıyla birlikte genişlemiştir. Bu, Bitcoin ve diğer kripto paraların geniş çaplı bir araç olarak tanıtılmasına ve finans sektörünün bir unsuru haline gelmesine yardımcı oldu.

1.2.1. Piyasa Yapılarının Blokzincirle Yeniden Şekillenmesi

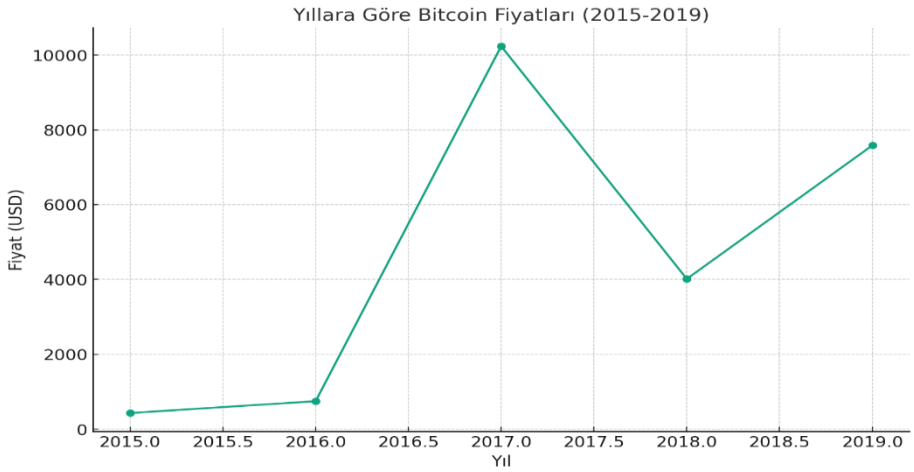
Blokzincir beraberinde piyasa yapılarını yenilikçi bir yolda değiştirip, yeniden şekillendirme yeteneğini getiriyor. Bu evrim sürecinde, finansal aracılar, rollerini şeffaf bir biçimde tekrardan belirlerken, aynı zamanda manipülasyonlara karşı daha

dirençli ve merkezsiz bir piyasa ekosistemi inşa etmeye çabalıyorlar. Bu durum, her zamanki işlem süreçlerini baştan sona dönüştürüyor (Peterson, 2018:8-15).

Blokzincir, işlem efektifliğini artarken, veri tutarlılığını ve güvencesini bir yandan da garanti ederken, eşler arası (peer-to-peer) işlem olasılıklarını sağlar. Bu gelişmiş metot, fon piyasalarındaki likidite dağılımını mükemmelleştirirken, yatırımcıların ve piyasa katılımcılarının daha kapsamlı bir varlık çeşitliliğine ulaşmasına yardımcı oluyor ve bu konuda risk yönetimini dağıtarak merkezileştirmeden ele almayı beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda, blokzincir'in piyasalara adaptasyonu, sadece bir teknolojik yenilik olarak değil, bununla beraber mali piyasaların işleyişinde ve yapısal dinamiklerinde bir devrim olarak anılmalıdır. Bu birbirini tamamlayan yapısal sistemler, blokzincir temelli çözümlerin, finansal piyasaların geleceği için sürdürülebilir ve etkili model oluşturmaya yaramaktadır. (Casey ve Vigna 2018:300-303), (Güven ve Şahinöz, 2018:44-48).

Blokzincir tabanlı finansal ürünlerin (tokenlar, kripto varlıklar vb.) süregelen evrimsel durumu ve geleneksel finansal varlıklarla nasıl portföy tercihlerinde kullanıldığı finansal araçların yeniden yapılandırılmasının anlamsal bütünlüğünü netleştirmek adına önemlidir. Aşağıda yazar tarafından oluşturulan grafikte Bitcoin (BTC) 2015'ten 2019'a kadar her yılın Kasım ayı baz alınarak 2015'ten 2019'a kadar olan yıllar boyunca Bitcoin fiyatlarının grafiği oluşturulmuştur.

Şekil 7: Yıllara Göre Bitcoin Fiyatları (2015-2019)



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2015'ten 2019'a kadar her yılın Kasım ayında Bitcoin (BTC) için sağlanan geçmiş fiyatlar daha önce finansal piyasalarda benzerine az rastlanan bir trend göstermiş olup ve dönemsel olarak Bitcoin'in önemli dalgalanması ve büyümesi anlaşılmaktadır. Kasım 2015 tarihinde Bitcoin yaklaşık 430 $ seviyelerine erişmiştir. Burada hafif bir ilgi artışından söz edilebilir. Kasım 2016 tarihinde Fiyat yaklaşık 745 $ yükselerek piyasalarda talebin arttığı görülmektedir. Kasım 2017 tarihinde hızlı büyümenin ve medyanın yaygın ilgisinin olduğu döneme işaret eden yaklaşık 10 bin 233 $ sıçrama olmuştur. Önemli bir yükseliş gerçekleşmiştir. Kasım 2018 tarihinde 2017'deki yükselişin ardından ciddi bir düşüş yaşanmış ve 4 bin $ seviyelerinde inme meydana gelmiştir. Kasım 2019 tarihinde piyasa dalgalanmaları karşısında dayanıklılık göstererek 7 bin 500 $ artışla toparlanma yaşanmıştır. Blokzincir teknolojisinin Bitcoin nezdinde yaşanan bu ani fiyat dalgalanmaları ile bağlantıları bu bölümde incelenmektedir. Özellikle spekülasyon ve manipülasyon gibi etmenlerin etkilerinin blokzincirle bağlantılarının var olup olmadığı konuları önemlidir. (Catalini ve Gans, 2020:10) tarafından ele alınan çalışmada blokzincir'in kripto para piyasalarında bilgi asimetrisini azaltarak ve işlem maliyetlerini düşürme etkileri nedeniyle piyasa yapılarını nasıl dönüştürdüğü detaylı bir şekilde incelemiştir.

Yapılan çalışmada ele geçirilen bulgularda blokzincir teknolojisinin finansal piyasalarda bulunan aracı unsurların minimal seviyeye getirerek komisyon ücretlerinin azaltılması ve böylece işlem maliyetlerinin düşürülmesi incelenmiştir. Catalini ve Gans'ın analizi, geleneksel finansal araçlara alternatif olarak geliştirilen yeni finansal ürünlerin yaratılması ve dağıtımında blokzincir teknolojisi önemli bir rol oynadığını göstermektedir (Catalini ve Gans, 2020:11). Bu yeni finansal araçlar, risk ve getiri profilleri, likidite özellikleri ve piyasa erişim kolaylıkları açısından geleneksel finansal araçlardan farklılık göstermektedir.

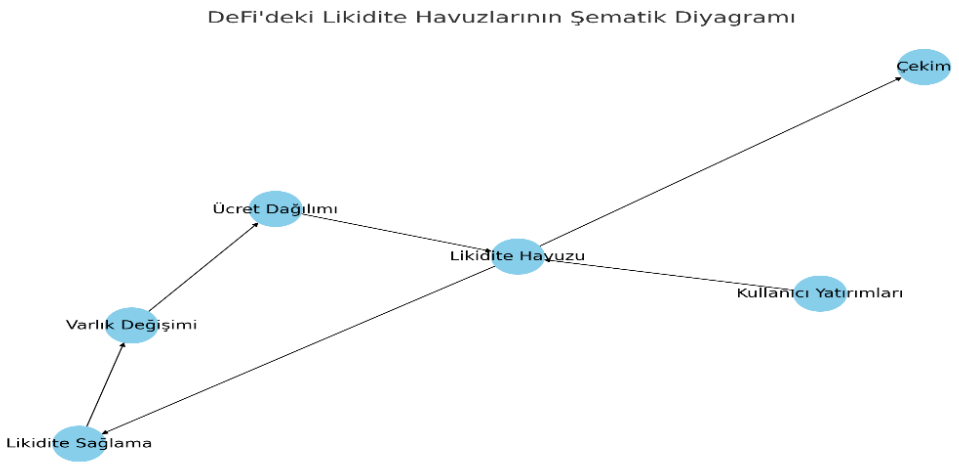
1.2.2. Likidite Havuzları: Yeni Finansal Araçlar ve Piyasalara Etkileri

Likidite havuzları, blokzincir teknolojisi gibi dağıtık sistemli ve merkezi olmayan finans (DeFi) teknolojik altyapıda yaygın kullanıma sahiptir. Likidite havuzlarının bu teknolojide kullanımı, geleneksel finansal piyasalarda aracılarla ikame

özelliği taşımakta olup, likidite edinimi ve kripto para birimleri ile nakit (genellikle USD) varlık değişimi işlevlerini yerine getirmektedir (Buğan vd. 2023:35-39).

(Auer ve Claessens, 2020) tarafından yapılan araştırmada, likidite havuzlarının piyasa yapısını nasıl dönüştürdüğü ve bu dönüşümün finansal piyasalar üzerindeki etkileri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmada, likidite havuzları sayesinde oluşan şeffaflık ve finansal varlığa erişebilirlik hızındaki artış piyasalarda daha fazla şeffaflık ve erişilebilirlik sağladığını ve geleneksel piyasa yapısı karşısında daha geniş işlem imkanları sunduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin geleneksel finans piyasalarında kaldıraç (leverage) işlemleri ile alım-satım için ileri düzey bazı standartlar gerekirken kripto piyasalarda bu durum geçersizdir. Finansal varlıkların likidite ikamelerinin dönüşüm hızı artışı sonucunda oluşan risklerin değerlendirilmesi ve risk yönetimi, varlık fiyatlandırması ve piyasa likiditesi gibi politikalar üzerindeki etkileri de bu çalışmada ele alınmaktadır. Likidite ve nakit akışının kolay olması, finans piyasalarından veya halihazırda nakit, altında duran varlıklardan kripto para birimlerine olan transferi hızlandıracak ve toplam hacmi artıracaktır (Athanasios vd. 2022), (Jannati, 2022: 426-439). Aşağıdaki görselde DeFi (Merkeziyetsiz veya Merkezi Olmayan Finans) içindeki likidite havuzlarının işleyişini gösteren şematik diyagram hazırlanmıştır.

Şekil 8: Defi'deki Likidite Havuzlarının Şematik Diyagramı



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Yazar tarafından hazırlanan diyagramda (Şekil 8), kullanıcıların havuza nasıl varlık yatırdığını, likidite havuzlarının işleyişini, likidite sağlama sürecini, varlık değişim mekanizmasını, ücret dağıtımını ve çekim işlemlerini adım adım gösterilmektedir. Her adım, oklarla belirtilen yönlerle ilişkilendirilmiştir, bu da işlemlerin akışını ve etkileşimleri net bir şekilde açıklamaktadır. Kullanıcı yatırımları sistemin temelinde önemli rol oynamakta ve diyagramın ilk adımı olarak belirtilmiştir. Kullanıcılar likidite havuzuna varlıklarını yatırır ve başka ifadeyle varlıklarını dijitalize eder. Böylece çeşitli kripto para birimleri veya tokenlar ((birim, coin) gibi dijital varlıklarını havuza yatırarak kripto piyasalarında likidite kaynağı oluşur. Ardından likidite havuzu ve likiditenin sağlanması adımlarına geçilerek yatırılan varlıkların kümüle olarak likidite havuzunda toplanılması sağlanıp piyasada işlem yapılabilir bir likidite kaynağı oluşturulur. Böylece kullanıcıların likidite karşılığında satın aldıkları tokenlar ile genel kümüle tarafta toplanan genel likiditesine orantılı bir şekilde likidite sağlayıcı (LP) tokenları alırlar. Varlık değişimi adımı sayesinde havuz içindeki varlıklar, diğer kullanıcıların işlem yapmalarını sağlamak için kullanılarak piyasadaki oyuncular arasında, havuzdaki bir varlığı başka bir varlıkla değiştirme imkânı yaratılır. Bitcoin ile Ethereum satın almak örnek olarak gösterilebilir. Bu tarz işlemlerde düşük oranlarda komisyonlar olabilir. Ücret dağılımı ve çekim işlemlerinden elde edilen ücretler, likidite sağlayıcıları arasında dağıtılır. Bu ücretler, kullanıcının havuzdaki payına göre hesaplanır ve genellikle likidite sağlama sürecinin bir teşviki olarak işlev görür. Likidite sağlayıcı tokenlarını iade eden kullanıcılar ve kendi paylarına düşen varlıkları geri alarak likidite havuzundan likidite çekebilir. Bu adımlar, DeFi içindeki likidite havuzlarının temel işleyişini göstermekte olup ve bu sistemlerin, piyasada likidite sağlama ve finansal işlemleri kolaylaştırma konusundaki rolünü açıklar (Boykov, 2023: Erişim Tarihi 17.10.2023).

Merkezi olmayan sistem sayesinde sistem içindeki oyuncular varlık likidite havuzlarına yatırım yaparak doğrudan piyasaya likidite sağlarlar. Finans piyasalarında var olan aracıların işlemlerini azaltmakla beraber piyasalardaki işlem maliyetlerini de düşürmektedir. Böylece piyasalarda işlemlerin daha hızlı ve az maliyetli olması sağlanmaktadır. Buna ek olarak DeFi'nin sağladığı finansal modellemelerle sıcak para arzından yatırımcılara faiz kazançları gibi pasif gelirlerde yaratılabilmektedir. Bu

durumun yarattığı avantaj sayesinde kripto piyasalardaki likidite havuzları pozitif etkilenmektedir.

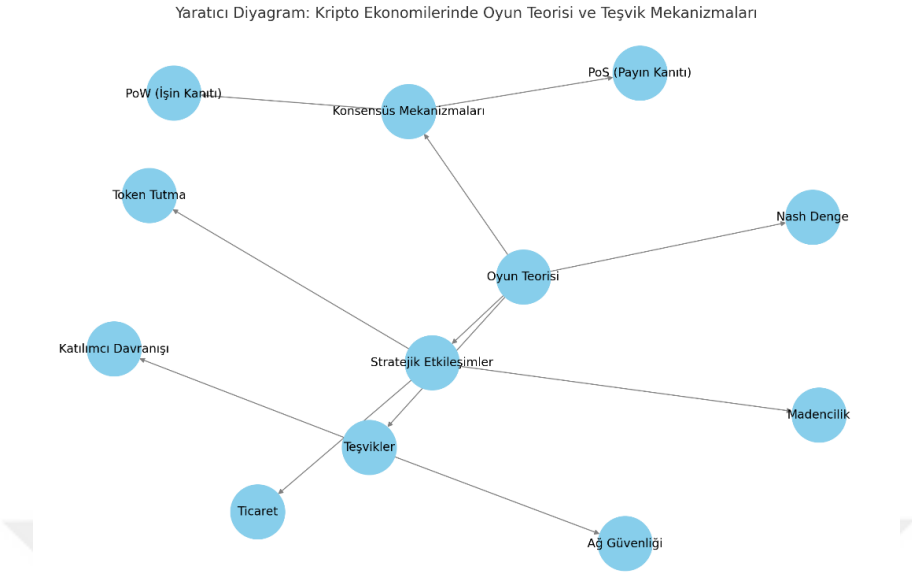
1.2.3. Kripto Ekonomilerde Oyun Teorisi ve Teşvik Mekanizmaları

Oyun teorisi, ekonomi, bilgisayar bilimi, biyoloji ve sosyal bilimler gibi çeşitli alanlardaki rasyonel bireyler arasındaki karar verme ve stratejik etkileşimleri analiz etmek için yaygın olarak kullanılan matematiksel bir çerçevedir (Brown vd. 2021:20-29). Birçok bilim dalında yararlanılmış ve aktif olarak kullanılmaya devam eden "Oyun Teorisi", matematikçi ve ekonomist John Forbes Nash'in bilime disiplinler arası çeşitli problemlere karşı potansiyel senaryoları muhakeme etme ve geliştirme imkânı yaratmaktadır. Ekonomi alanında oyun teorisi, ekonomik davranışın ve değişen nüfusların analiz edilmesinde etkili olmuştur (Smith, 1982:4-9).

Karar verme süreçlerinde, bireylerin veya grupların tercihlerini inceleyen bu matematiksel teoride, oyun teorisinin temel kavramlarından biri olan Nash Denge kesişimi ile hiçbir oyuncunun mevcut stratejisini değiştirerek kazancını artıramayacağı bir durum tasarlanır. Kripto para birimlerinde oyun teorisi konsensüs mekanizmalarında uygulanmaktadır. Kripto ekonomilerdeki blokzincir ağında katılımcılarını doğru ve güvenli bir şekilde hareket etmeye teşvik eden stratejiler geliştirmek sistemin devamlılığı için kritik öneme sahiptir. Kripto ekosisteminde etkisi başlıca katılımcılar yönünden madencilik, ticaret, yatırım ve token (coin) tutma stratejileri üzerinden şekillenmektedir. Oyun teorisi, bu stratejik etkileşimleri anlamak ve optimum stratejileri belirlemek için kullanılır (Binance Academy (2023) :Erişim Tarihi 12.10.2023).

Aynı zamanda stratejik karar verme ve davranış modelleri çerçevesinde, oyun teorisi katılımcıların nasıl davranacağını ve farklı senaryolarda nasıl tepki vereceğini öngörmek için kullanılır (Camerer, 2011:247-250). Böylece oyun teorisi teorisinden yararlanılarak, blokzincir ekosistemlerinin güvenliğini ve karar alma mekanizmalarında gelişim ve süreklilik sağlanmaktadır.

Şekil 9: Kripto Ekonomilerdeki Oyun Teorisi ve Teşvik Mekanizmaları



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 9'daki diyagram, "Oyun Teorisi", "Nash Denge", "Konsensüs Mekanizmaları" (PoW ve PoS dahil), "Stratejik Etkileşimler" (Madencilik, Ticaret, Token Tutma), "Teşvikler", "Ağ Güvenliği" ve "Katılımcı Davranışı" gibi anahtar kavramları göstermektedir. Her çember, bu karmaşık sistemin bir parçasını temsil ederken, çember arasındaki bağlantılar, bu kavramların birbirleriyle nasıl etkileşimde bulunduğunu göstermektedir. Madencilik ödüller ve teşvik sistemleri blokzincir yapısındaki katılımcılar arasında etkileşimi ve devamlılığı artırmaktadır. Emek ve Hisse ispatları sayesinde de maden kazıyıcılarının yani kripto birim üreticisinin yarattığı emeğin değeri artmaktadır.

Emek İspatı, adından anlaşılabileceği gibi kripto para birimlerinin üretilmesinde kullanılan madencilerin karmaşık matematiksel problemleri çözmesini talep ederek madencilerden blokzincir yapısını oluşturan yeni blokları çıkarmasını (cevher çıkarmaya benzetilebilir, kömür gibi) ve karşılığında ödül almasına dayalıdır. Hisse ispat yöntemi sayesinde kripto piyasalardaki kripto para birimlerini yani tokenları elde tutan yatırımcılarda, sahip oldukları token miktarı ölçeğinde ağdaki işlemleri doğrulama görevini ifa ederler (CoinMarketCap 2023: Erişim Tarihi 11.10.2023). Bu işlemler sayesinde oluşan ortam, blokzincir ağının güvenliğini ve sürdürülebilirliğini artırılarak madencileri ve doğrulayıcıları ağa zarar verme eğiliminden uzak tutacak şekilde dengeli bir teşvik yapısı sunar.

1.3. DAĞITIK DEFTER VE KRİPTOGRAFİK GÜVENLİK

Dağıtık Defter Teknolojisi (DLT), özellikle en tanınmış formu olan blok zincir teknolojisi sayesinde ekonomiyi kökten değiştirmiştir. Temel olarak merkezi olmayan veri depolama ve işleme üzerine kurulu olan blokzincir ve dağıtık defter sistemleri, veri bütünlüğünü ve güvenliğini sağlamak için kriptografi kullanarak geleneksel merkezi veri depolama sistemlerine göre avantajlar sunmaktadır (The World Bank, 2018: Erişim Tarihi 18.10.2023).

1.3.1. Güvenlik-Ölçeklenebilirlik İkileminde Optimum Noktanın Belirlenmesi

Güvenlik, özellikle kriptografik hash fonksiyonları ve konsensüs protokolleri yoluyla sağlanarak oluşturulan teknikler ile blokzincir ağındaki kripto para birimlerinin çeşitli manipülasyonlara karşı korunmasını ve verilerin bütünlüğünü garantilemektedir. Öte yandan, ölçeklenebilirlik, blokzincir'deki genişleyen kullanım şartları ve uygulama alanlarının çoğalması için önem arz eder. İşlem hızını ve verimliliğini artırmaya yönelik çeşitli çözümler arasında sharding, off-chain işlemler ve daha hızlı konsensüs algoritmaları yer almaktadır (Huang vd. 2022:1-38). Blokzincir teknolojisinde karşılaşılan en temel zorluklardan biri, güvenlik ve ölçeklenebilirlik arasındaki dengeyi kurmaktır. Bunun nedeni bu ikilemde, teknolojinin artan kullanıcı ve işlem hacmiyle birlikte gelişen yüksek güvenlik standartlarından kaynaklıdır. Mevcut piyasalardaki artış doğal olarak kullanıcı ihtiyaçlarını da güvenliği de artıracaktır. Blokzincir'in ilerdeki gelişimi iki ana başlık olan güvenlik ve ölçeklenebilirlik arasında yoğunlaşmaktadır. Bu iki tarafta optimum bir dengenin sağlanması blokzincir'in gelişimine önemli bir katkı sunacaktır. Bu iki başlıkta dengeli bir gelişme gösterildiği taktirde blok zincirinin devamlılığı konusunda güven ortamının yaratılabilmesi mümkün olabilir. Bu bölüm, bu iki ana başlık çerçevesinde blokzincir teknolojisinin potansiyelini en üst düzeye çıkaracak stratejileri incelemeyi amaçlamaktadır.

1.3.2. Kuantum Teknolojisi ve Blokzincir

Blokzincir teknolojisi, güvenliği kriptografik teknoloji sayesinde yaratılan algoritmalar üzerine inşa etmiş bir yapıda olduğunu belirtilmişti. Ancak, gelişen kuantum bilgisayar teknolojisi, özellikle asimetrik şifreleme sistemlerini hedef alarak blokzincir'de var olan kriptografik şifreleme mekanizmalarındaki temel güvenlik yapı taşlarını tehdit etmektedir. Bu yeni durum, blokzincir teknolojisindeki güvenlik protokolü sistemlerinde uygulanan tekniklerin güncellenmesini ve post-kuantum kriptografiye geçişi zorunlu kılmaktadır (Kearney vd. 2021:20-32). Bu bölümde, blokzincir teknolojisinin kuantum tehdidine karşı nasıl savunulabileceği ve post-kuantum kriptografinin bu süreçte nasıl kritik bir rol oynayabileceği üzerinde durulmuştur. (Thanalakshmi vd. 2023:12-16) makalesinde belirtildiği gibi kuantum bilgisayarlar, fizik bilimindeki kuantum teorik modellemelerinin pratik uygulamalarda denenmesi sonucunda son yıllarda yükselen bir ivme kazanmıştır. Kuantum bilgisayarların ileri hesaplama kapasiteleri asimetrik şifreleme sistemlerini dahi etkisiz hale getirebilme potansiyellerine sahiptir. Bu nedenle blok zincir teknolojisine yönelik tehditler taşımaktadırlar. Kuantum bilgisayarların gelişimi, kuantum teknolojisindeki ilerlemeler, özellikle de yüksek kaliteli kübiklerin gerçekleştirilmesi ve hataya dayanıklı kuantum hesaplama için kuantum hata düzeltme kodlarının uygulanması nedeniyle son yıllarda bu ivmeyi desteklemiştir. Kuantum bilgisayarların, blokzincir teknolojisinin temelini oluşturan hash fonksiyonları ve dijital imzalar üzerinde de etkileri olabilir, bu da bütün bir blokzincir ağının güvenliğini tehlikeye atabilir. (Veldhorst, vd. 2017:1-9).

Post-kuantum kriptografi, kuantum bilgisayarların saldırı yeteneklerine karşı dayanıklı kriptografik algoritmalar geliştirmeyi hedefler. Bu alanda yapılan çalışmalar, kuantum bilgisayarların şifre kırma yeteneğine karşı dayanıklı olan matematiksel problemlere dayanmaktadır (Bernstein 2017:188-194). Bu yeni kriptografik yaklaşımlar, hash tabanlı kriptografi, ızgara tabanlı kriptografi ve çok değişkenli polinom tabanlı kriptografi gibi alanlarda yoğunlaşmaktadır (Imana ve Luengo, 2020:209), (Csenkey ve Bindel, 2023:5), (Li vd, 2022:2-7). İleri düzey bu tarz kuantum bilgisayarlarına karşı etkin koruma sistemleri blokzincir teknolojisinin fikir birlikleri uzlaşı ilkelerinden yararlanılarak tekrardan güvenlik ilkesi bakımından

tesisi sayesinde aşılabilir. Ancak bu geçiş sürecinde, uygulamalarının ve protokollerinin yeniden değerlendirilmesini ve gerekirse yeniden tasarlanmasını gerektirebilir. Bu tarz bir teknolojik güncellemeler, sadece teknik zorluklar bakımı dışında aynı zamanda geniş çaplı bir ekosistem değişikliğini de beraberinde getirebilir. Kuantum dayanıklı teknolojilere geçiş, blokzincir 'in mevcut ve gelecekteki uygulamalarının sürdürülebilirliğini ve güvenliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Kuantum bilgisayarların gelişimi, blokzincir teknolojisinin temel güvenlik yaklaşımlarını yeniden şekillendirmekte ve bu alandaki yenilikleri hızlandırmaktadır. Bu nedenle, blokzincir teknolojisinin geleceği, kuantum dayanıklı kriptografiye geçişin başarısına bağlı olduğu söylenebilir (Çarkacıoğlu, 2016:8-11), (Arıkan, 2020:5-8).

1.3.3. Blokzincir'in Ekonomik Etkileşimi

Blokzincir araştırmanın temel kapsamında incelendiği gibi ekonomi bilimi ile doğrudan bir etkileşim içerisinde olmuştur. Bunun dışında finansal piyasalarda ve ticari ekosistemlerde aktif rol oynamaktadır. Bu gelişen teknolojinin, hem geleneksel finansal kurumlar üzerindeki etkileri hem de genişleyen ekonomik faaliyet alanları bir hayli önemli bir konu haline gelmiştir. Blokzincir teknolojisi, özellikle finans sektöründe, işlemlerin doğrulanması, kayıt tutulması ve varlık transferi gibi temel işlevlerde yeni standartlar belirlemiştir. Bu teknoloji, bankacılık ve ödeme sistemlerinde merkeziyetçiliği azaltarak, şeffaflık ve güvenlik açısından önemli iyileştirmeler sunmaktadır (Weerawarna vd. 2023:1-3).

Merkezi olmayan finans (DeFi) modelleri, geleneksel finansal aracıları devre dışı bırakarak, daha kapsayıcı ve erişilebilir finansal hizmetlerin sunulmasına olanak tanımaktadır. Ekonomide Blokzincir uygulamalarının kullanımıyla desteklenen yeni pazar yapıları, özellikle tedarik zinciri yönetimi, dijital kimlik doğrulama ve akıllı sözleşmeler gibi alanlarda ortaya çıkmaktadır. Bu yenilikçi teknoloji, süreçlerin otomasyonunu sağlayarak ve verimliliği artırarak geleneksel iş modellerini dönüştürüyor. Sonuç olarak, iş süreçlerinin şeffaflığını ve güvenilirliğini artırır, daha etkin ve adil pazarlara katkıda bulunur (Werbach, 2021:2), (Saretto, 2023:2-5). Bu ifadelerden anlaşılacağı üzere, merkezsiz bir finans sisteminin uygulamasıyla, katılımcılar arasında eşit bir pay dağıtımı gerçekleştiriliyor, bu da aracıların sayısında

azalmaya yol açmaktadır. Bu sürecin yapısı, katılımcılara finansal sistemde daha aktif bir rol hakkı sağlıyor ve daha demokratik bir çevre yaratımını destekleyen bir sürecin önünü açmış bulunuyor. Ek olarak teknoloji sayesinde sosyal ve hukuki yönden ele alındığında toplumsal ve düzenleme çerçeveleri üzerinde de etkin olduğu görülmektedir. Kamusal bazda veri yönetim ve güvenliği konusunda bilinçlenme artmakta ve yeni düzenlemelerin önünü açılmaktadır. Düzenleyici otoriteler, blokzincir teknolojisini hem bir fırsat hem de bir zorluk olarak değerlendirmekte ve bu yeni teknolojiyi etkin bir şekilde yönetebilmek için yenilikçi düzenleme yaklaşımları geliştirmeye çalışmaktadırlar (OECD, 2023:Erişim tarihi 11.11.2023).

1.4 BLOKZİNCİRİN STRATEJİK YAPISAL ÖZELLİĞİ OLAN ŞEFFAFLIK

Blokzincir teknolojisi tarafından sağlanan şeffaflık, teknolojinin en dikkat çekici ve stratejik özelliklerinden biridir. Bu şeffaflık, blokzincir ağları üzerinde gerçekleştirilen her işlemin, ağın tüm katılımcıları tarafından görülebilir ve doğrulanabilir olmasını sağlar. Bu özellik, geleneksel merkezi sistemlerde karşılaşılan güven sorunlarını azaltarak veri bütünlüğünü ve güvenilirliğini artırır. Blokzincir'in şeffaflığı, özellikle finansal işlemler ve tedarik zinciri yönetiminde dönüştürücü bir etkiye sahiptir ve etkili ve güvenilir bir veri yönetim sistemi oluşturur (Birdişli ve Tetik, 2022:177-188). Bu konsepti destekleyen akademik çalışmalarda, blokzincir teknolojisinin şeffaflık ilkesinin, mevcut finansal ve iş modellerini nasıl dönüştürdüğünü ve toplumsal güveni nasıl artırdığını detaylandırmaktadır. (Swan, 2015), blokzincir teknolojisinin şeffaflık özelliklerinin ekonomik yapılar üzerindeki etkilerini ve potansiyel uygulama alanlarını incelemiştir. Ek olarak (Tapscott ve Tapscott, 2018:200-225), blokzincir'in şeffaflık ilkesinin iş dünyası ve finansal sistemlerde nasıl bir devrim yarattığını ve bu teknolojinin toplumsal güveni nasıl artırdığını ele alarak blokzincir'deki temel ilkelerin önemini vurgulamıştır. Blokzincir teknolojisinin şeffaflık ilkesinin sadece teknik bir yenilik olmanın ötesinde, ekonomik ve toplumsal yapılar üzerinde derin ve dönüştürücü etkilere sahip olduğu birçok akademik makalede yer almaktadır.

1.4.1. Şeffaflığın Yapısal Temelleri ve Blokzincir

Blokzincir teknolojisinin temelde sağladığı şeffaflık, bu yenilikçi sistemin en belirgin özelliklerinden biridir. Şeffaflık, blokzincir'in her katılımcının ağ üzerinde yapılan tüm işlemleri görüntüleyebilmesi ve doğrulayabilmesi anlamına gelir. Yolsuzluk ve yolsuzlukla mücadeleye karşı en etkili yöntem şeffaf bir sistemden geçmektedir. Blokzincir'in özellikle belirsizliği azaltma ve veri aktarımındaki aracıların manipülasyonunu azaltmasında önemi, şeffaf bir ekosistemin temel yapıtaşı olarak nitelendirilebilir (Sarker,vd. 2021:29). Dağıtık defter yapısı sayesinde Blokzincir, her işlemi tüm ağ üzerindeki katılımcılar arasında dağıtarak, herhangi bir merkezi otoritenin gerekli olmadığı bir yapı sunar. Bu, veri bütünlüğü ve güvenliği açısından, geleneksel merkezi sistemlere kıyasla önemli avantajlar sağlar. Dağıtık defter yapısı, her bir bloğun önceki blokla kriptografik olarak bağlantılı olmasını sağlar. Bu, işlemlerin sırasını ve bütünlüğünü koruyarak, tüm işlem geçmişinin şeffaf bir kaydını tutar. Blokzincir teknolojisinde şeffaflık, aynı zamanda ağ güvenliğinin temel bir parçasıdır. Her işlemin ağdaki herkes tarafından görülebilir olması, dolandırıcılık ve hile girişimlerini önleyerek güvenliği artırır (Benjamin, 2021:Erişim tarihi 01.11.2023).

Bu sayede oluşan belirsizliğin azalması ve verilerin iletimindeki doğruluk olasılığının artması ile daha şeffaf bir ortam oluşur. Bu nedenle blokzincirdeki bu yapılanmada şeffaflık ilkesi, sistemin fikirsel tasarımını desteklemektedir. Bu durum sonucunda özellikle şeffaflığın çok önemli olduğu finansal işlemlerde bu durum çok daha farklı bir yer edinmektedir. Blokzincir teknolojisinin gelişimi, şeffaflık ilkesini daha da güçlendirmiş; akıllı sözleşmeler ve sözleşmedeki işlemlerin otomatik hale gelmesiyle oluşan blokzincir yeniliklerinde şeffaflık ilkesini kullanarak, daha karmaşık ve otomatik işlem süreçleri mümkün hale gelmiştir. Bu gelişmelere bağlı olarak teknolojik ilerlemeler, blokzincir'in şeffaflığını, sadece finansal işlemlerle sınırlı kalmayacağını belli etmektedir. Çalışmada belirtilen örneklerde gösterildiği gibi, tedarik zinciri yönetiminden oy verme sistemlerine kadar ve daha birçok farklı alanda uygulamaların önü açılmıştır.

1.4.2. Blokzincir ve Yeni Regülasyon Dönemleri

Blokzincir ani oluşturduğu kendine özgü finans piyasaları ve sürekli gelişen bir ekonomi yapısı altında yeni regülasyon çalışmalarının geleceğini öngörmek mümkündür. Gelişen ve sürekli güncellenen bu teknolojik yapı aynı zamanda fikir birliği temelinde birleşen ilkeleriyle regülasyon adımları sayesinde daha da güçlenebilir. Regülatif adımlar birçok ülkede prototip bazlı araştırma çalışmalarına veya doğrudan uygulamalarla karşımıza çıkmaktadır. Blokzincir teknolojisi, merkezi olmayan yapısı sayesinde oluşan merkezi modellere dayanan düzenlemelere zıt düşerek, geleneksel düzenleyici yapılara göre farklılık taşımaktadır. Blokzincir'in küresel ve sınırsız doğası, yargı bölgesine özgü düzenlemeler için zorluklar yaratmakta, bu da düzenleyici yaklaşımların daha küresel bir bağlamda yeniden düşünülmesini gerektirmektedir (IMF, 2023: Erişim tarihi 01.11.2023).

Günümüzdeki trend, hukuki düzenleyicilerin blokzincir özelliklerini hukuki standartlar, tüketici koruması ve yasa dışı faaliyetlerin önlenmesi ile uyumlu bir şekilde nasıl entegre edebilecekleri üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu durum, blokzincir teknolojisinde yenilik ve büyümeyi destekleyen ve aynı zamanda sistemin bütünlüğünü ve kullanıcı çıkarlarını koruyan düzenleyici çerçeveler oluşturmayı hedeflemektedir. Çeşitli yargı bölgeleri, dijital varlıkları yasal mülkiyet olarak tanıyan ve akıllı sözleşmelerin hukuki statüsünü netleştiren yasaları uyarlamaya başlamıştır (Garrido, 2023:29-31). Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB), Nisan 2021'de yayımladığı yönetmelikle, kripto varlıkların doğrudan veya dolaylı olarak ödeme araçları olarak kullanılmasını yasaklamıştır. Bu düzenleme, kripto paraların alışverişlerde doğrudan ödeme aracı olarak kullanımını engellemektedir (Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası, 2021: Erişim tarihi 03.11.2023). Türkiye'deki hukuki uygulamaları Türk ve uluslararası mevzuatta resmi olarak dahil edilmemeleri ve düzenlenmemeleri nedeniyle riskler ve sorunlar taşımaktadır. Bu sorunlar, piyasalar ve devletler için nesnel riskler ve kripto para kullanıcıları ve yatırımcıları için öznel tehlikeler yaratmaktadır (Yılmaz, 2023). Türkiye'de faaliyet gösteren kripto para platformlarına yönelik düzenlemeler, Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) ve Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK) gibi düzenleyici otoriteler tarafından ele

alınmakta olup bu kurumlar, kripto para platformlarının faaliyetlerini denetleyerek daha kapsamlı araştırmalara katkılarda bulunabilir.

1.4.3. Şeffaflık İlkesinin Ekonomik Yansımaları

JPMorgan Chase, HSBC ve Goldman Sachs gibi dev finansal kuruluşlar blokzincir ve kripto para birimleri ile ilgili araştırma ve geliştirme bütçeleri oluşturmuş veya bunlarla ilgili platformlarda hizmet verme ortamının yaratılması için adımlar atmaya başlamışlardır. JPMorgan Chase, kendi dijital parası JPM Coin'i piyasaya sürmüştür, bu sayede anında ödeme transferlerini kolaylaştırmayı ve bankacılık süreçlerini basitleştirmeyi hedeflemektedir (Vigna, 2019:Erişim tarihi 04.11.2023). 2021 yılında HSBC CEO'su, birçok uluslararası yollarla çeşitli ülkelerin hükümetleriyle dijital varlıkların ele alınması konusunda uygulama örneklerinin araştırıldığını belirtmiş kripto para birimlerinin istikrarı ve değeri konusunda daha temkinli bir yaklaşım sergilediklerini belirtmiştir. Ancak blokzincir teknolojisine yatırım yaptıklarını ama Bitcoin'i daha çok bir finansal varlık olarak gördüklerini benimsediklerini aktarmışlardır. (Reuters, 2021: Erişim tarihi 05.11.2023).

Dev finans şirketlerinden Goldman Sachs, blokzincir teknolojisinin gelecekte finansal piyasalarda önemli bir rol üstleneceğini öngörerek blokzincir teknolojisine ve ilgili girişimlere büyük miktarlarda yatırım yapmıştır. (Son 2020: Erişim tarihi 28.10.2023). Blokzincir teknolojisi sadece mali ve finansal piyasaları ilgilendiren bu nedenle kripto para birimleri borsalarından ibaret bir teknoloji olmadığını tedarik zinciri yönetimi, sağlık ve oy verme sistemleri gibi alanlar da blokzincir benimsenmesiyle kanıtlamıştır (Saeed vd. 2022:2-4) (Jafar vd. 2021:3-4). Blokzincir'in teknik imkanlardan yaratmış olduğu şeffaflık sayesinde hukuki ve ekonomik boyutta her yönden bir etkileşimin olması mümkün olabilir. Aynı zamanda şeffaflık ilkesinin sağladığı imkanlar sayesinde hukuki uyuşmazlık çözümü ve tahkim konularında blokzinciri teknolojisinden yararlanmak mümkündür. Ancak bu teknolojinin potansiyeli ve uygulaması bakımından regülatif adımların atılması gerekmekte ve hukuki bir çerçeve kapsamına alınması önem arz etmektedir. Keza merkezi olmayan bu sistemsel altyapı sayesinde blokzincir'deki katılımcıların verilerinin kayıtlarının saklanma koşulları ve aktarılma koşullarının legal bir

perspektifle değerlendirilmesi önemlidir. Bu verilerin işlem hacmi çok yüksek meblağlara ulaşmış ve bu nedenle de gerçek kişi ve kişileri ilgilendiren bir hale geldiği gibi ülkeler arası ticari faaliyetlerde de verilerin işlenmesi bakımından önemli hale gelmektedir. Tüm bu faktörlerin uygulamada başarılı olabilmesi için şeffaflık ilkesinin uygulanması ve hukuki kapsamla garanti altına alınması blokzincir teknolojisinden faydaların artmasına neden olacaktır (G'sell ve Martin-Bariteau 2022:4-44).

1.5 PİYASA DİNAMİKLERİ ve BLOKZİNCİR

Blokzincir teknolojisi sadece Bitcoin ile sınırlı bir yapı sunmanın aksine akıllı sözleşmeler ve fikri mutabakat uygulamaları ile etrafında birçok ekosistemin gelişmesine imkân sağlamaktadır (Waelbroeck, 2017:2-3). Kripto para birimlerin yapısal dinamiklerini anlamak ve kripto para borsalarındaki davranışların nelere ve nasıl etkilendiğini incelemek piyasa dinamiklerini anlama açısından önemlidir. Ayrıca bu piyasa dinamiklerindeki en önemli dezavantaj yatırımcıların satın alma ve satma kararlarındaki yüksek volatiliteden kaynaklandığı belirtilebilir. (Krafft vd. 2018:1-13)

1.5.1. Dijital Varlık Sınıfı ve Ödeme Araçları

Tokenizasyon, hassas verilerin rastgele ve benzersiz bir değer ile ifade edilmesidir. Kredi kartı bilgileri, vatandaşlık numarası gibi bilgilerin tokeni oluşturularak herhangi bir işlemde bu verilerin açık olarak kullanılmasını engelleyerek yerine token kullanılmasıyla hassas verilerin güvenliği sağlamış olur (Beyaz, 2023:Erişim tarihi 27.09.2023). Bu kavram, genellikle dijital varlıkların temsil edilmesi, saklanması ve işlenmesi için kullanılan bir yöntemi ifade eder. Özellikle finansal işlemlerde, kimlik doğrulamada ve dijital varlık yönetiminde tokenizasyon önemli bir rol oynar. Örneğin, bir kripto para birimi işleminde, gerçek varlıkların dijital temsilcileri olan tokenler kullanılarak transferler gerçekleştirilebilir ve bu tokenler blokzincir'de izlenebilir ayrıca tokenizasyon yardımıyla dijital kimlik doğrulama süreçlerinde de kullanılır. Blokzincir tabanlı bir kimlik doğrulama sisteminde, kullanıcıların kimlik bilgileri tokenler aracılığıyla temsil edilebilir ve bu sayede güvenli bir şekilde saklanabilir. (Singh ve Singh, 2020:1-5), (Özdenizci vd. 2016:1-2),

(Lee vd. 2017:2-5). Kripto para birimleri özellikle Bitcoin için bir ödeme aracı mı yoksa dijital bir finansal varlık sınıfı mı olduğu konusunda tartışmalar mevcuttur (Savaş ve Danacı, 2014:1-2). Bitcoin'in terör finansmanı ve kara para aklama faaliyetlerini kolaylaştırma faaliyetlerinde kullanıldığı ve bazı ülkelerde hukuki adımlarda yasaklamalar görülürken bazılarında ise izin veren daha esnek politikaları sürdürdükleri görülmüştür. Bu durum Bitcoin'in etkili bir şekilde sınıflandırılamamasından kaynaklanmaktadır (Oral ve Yeşilkaya, 2021:1-2). Tokenizasyon yapısı ve blokzincir teknolojisi altında olmasından bir dijital finansal varlık olarak Bitcoin'i değerlendirmek mümkün olabilir (Heines ve vd. 2021: 3). Ancak aynı zamanda Bitcoin değişim aracı olma, hesap birimi olma, vadeli işlemlerde ödeme aracı olma ve servet biriktirme aracı olma temel fonksiyonlarını yerine getirmektedir (Gültekin, 2017:97-105). Blokzincir tabanlı Bitcoin ve çeşitli kripto para birimleri hem ödeme aracı olarak hem de dijital bir finansal varlık olarak portföylerde değerlendirilmektedir. Ödeme aracı olarak kullanım alanları çok çeşitli olup kara para aklamadan, internette daha hızlı ve anonimlik sağlamaya kadar çeşitlenmektedir. Dijital finansal varlık olarak da blokzincir tabanlı teknolojik altyapıları ve sağlam teorize edilmiş ilkelerle bu teknolojide geleceği gören yatırımcıların uzun vadeli tercihi olmakta ya da oynak yapısından yararlanmak isteyen yatırımcıları kısa vadede çekmektedir.

1.5.2. Kripto Piyasalarında Risk Yönetimi Stratejileri

Risk olgusu belirsizliğin objektif ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. Riskin objektivite olgusu hesaplanabilmesinden kaynaklanmaktadır. Günümüzde risk düzeylerinin bir yatırım aracı için ya da bir portföy için ölçümlenmesi gerek bireysel gerekse kurumsal yatırımcılar açısından önem arz eden bir konu haline gelmiştir (Demireli ve Taner 2009:146). Kripto para piyasalarının yüksek volatilitesi, etkin risk yönetimi stratejilerini ve araçlarını zorunlu kılmaktadır. Blokzincir, şeffaf ve güvenilir risk değerlendirme ve izleme mekanizmaları sunarak bu alanda yenilikler sağlamakta ve bu yenilikler sayesinde, kripto para piyasalarında yatırımcı güveni yükselme ivmesi kazanırken, piyasa istikrarını ve sürdürülebilirliğini de desteklemektedir.

1.5.3. Blokzincir'in Mikro ve Makro Ekonomi Yönünden Etkileri

Bitcoin ve onun öncülü olan blokzincir gündemde olduğundan beri çeşitli blog sitelerinde ve internet haberlerinde önceleri haber olmuş ancak ardından piyasalardaki artan hacmi ve yükselen talebi doğrultusunda büyük bir finansal etkiye sahip bir ekosistem oluşmuştur. Bu bölümde mikro ve makro ekonomi yönünden blokzincir üzerindeki etkiler ele alınmaktadır. Mikro ekonomi düzeyinde blok zincir teknolojisinin, şeffaflık, hesap verebilirlik ve verimlilik gibi özellikleri ile mikroekonomik kararları ve sonuçları etkileme ihtimaline sahiptir. Bu yönde uygulama alanları çeşitlenmekte olup başlıca finansal hizmetler ticaret ve üretim alanları olarak verilebilir (Casey ve Vigna, 2018:10-16) Blokzincir sayesinde iş imkanlarında yenilikler yaratılmakta ve iş süreçlerinde verimlilik artmaktadır. Örneğin, (Tapscott, 2018:250-300) eserinde belirtildiği gibi, blokzincir, tedarik zinciri verilerinin doğruluğunu ve izlenebilirliğini artırarak, maliyetleri düşürmekte ve operasyonel verimliliği artırmaktadır. Ayrıca arz ve talep dengelerinin incelenmesi sayesinde ticari işlemlerde kullanılan kripto para birimleri fiyatlarının rekabet faktörü eklenerek ele almak mikro iktisadi faktörleri anlamada yardımcı olunacağını göstermektedir.

Blokzincir'in yaratacağı yeni rekabet ortamları sayesinde meydana gelen işlevsellik ve pazarların erişim kabiliyetlerinin artışı aynı zamanda piyasalarda ve fiyatlarda farklı sonuçlar yaratabilir. Artan yeni rekabet ortamları sayesinde önemli finansal kuruluşlar gibi piyasa oyuncuları rekabet ilkesinin varoluşsal özelliği blokzincir bazlı avantajların değerlendirerek kripto para birimlerinin benimsenmesinde önemli roller oynayabilir (Halaburda vd., 2020:4-8). Makro ekonomik yönden bakıldığında ise, uzun vadeli finansal dönüşümler ele alınabilir. Aynı rekabetçi ortamın yaratacağı özellikler sayesinde uzun vadeli bu piyasaların benimsenmesi ve kabul edilmesi yaygınlaşabilir. Günümüzde birçok dev banka kuruluşları blokzincir tabanlı kripto para birimlerine geçişi sağlamış veya sağlama yönünde adımlar atmışlardır (Wayne Dix, 2023:Erişim tarihi 01.11.2023), (Lipscomb, 2021: 46-50). Makro iktisadi yönden para politikaları ile Blok zincir, para politikalarının yürütülmesi hususunda daha şeffaf ve merkezi olmayan bir mekanizma sağlayabilir. Bunun sonucunda doğan finansal istikrarla blok zincir uluslararası ticaret

ve finansı daha etkili bir şekilde kullanılmasına yol açabilir. Tüm bu aşamaların ardından da blokzincir, ekonomik büyüme ve kalkınmayı teşvik edebilir (Michael J. Casey, 2018). El Salvador ülkesi, 8 Haziran 2021 tarihinde senatodan geçen tasarı ile Bitcoin'i resmi para birimi ilan etmiştir (Wikipedia, 2021: Erişim Tarihi 10.10.2023). Orta Afrika Cumhuriyeti'nde 2022 yılında Bitcoin'i resmi para olarak kabul etmiştir (Coinmarketcap, 2022: Erişim Tarihi 17.10.2023). Singapur, blokzincir araştırma ve geliştirmesine büyük yatırım yapmış ve kripto para birimlerine yönelik olumlu bir düzenleyici iklim oluşturmuş, Malta "blokzincir adası" olarak anılmakta ve 2017'den bu yana blokzincir teknolojisinin benimsenmesini hızlandırmak için endüstri düzenlemeleri yapmıştır (Lacapra, 2023). Ayrıca (Özdenizci vd. 2016:19-21) yaptığı çalışmada, Bitcoin'in makro finansal göstergeler arasında S&P 500 endeksiyle ilişkili olduğunu göstermiş ve S&P 500 hisse senedi endeksinin Bitcoin'in davranışını ve eğilimlerini anlamada ilgili bir makro-finansal parametre olduğunu gözlemlemiştir.

1.6. BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN POTANSİYEL YENİLEŞİMLERİ

Blokzincir teknolojisi gün geçtikçe yaygınlaşarak kullanımı artmakta ve finanstan ticarete birçok alanı etkilemektedir. Birçok yöndeki bu etkileşim düzeyleri doğal olarak blokzincir teknolojisinin potansiyel yenilikçi imkanlarını içerecektir.

1.6.1. Blokzincir'in Ekonomi ve Hukuk Alanlarında İnovasyon Potansiyeli

Blokzincir, hukuk ve finans sektörlerinde veri yönetimi, sözleşme uygulamaları ve işlem şeffaflığı gibi alanlarda yenilikçi değişiklikler sağlamakta olup akıllı sözleşmeler, hukuki işlemleri otomatize etmekte ve iş süreçlerini daha verimli hale getirmektedir. Blokzincir sayesinde ekonomi ve hukuk alanlarında dönüştürücü inovasyon potansiyelleri merkeziyetsizlik ve piyasa verimliliği artışı kapsamında değerlendirebilir (Roy, 2023:Erişim tarihi 02.11.2023). Kripto para birimleri piyasalarının tüm finansal piyasalarla etkileşiminin artması tüm sistemlerin birlikte entegre olmasıyla daha da artış gösterecektir. Örneğin hukuki regülasyonlar tamamlandığı taktirde ödeme sistemleriyle tek tıkla kira, fatura ödeme işlemleri bankalar aracılığıyla kripto para birimleriyle gerçekleştirilebilir. Bu durum bankacılık

sistemlerinin kendi aralarında kripto para piyasaları kurmalarına ve hatta kendi para birimlerinin rekabeti içerisinde olmaya itecektir. Yapay zekâ ve makine öğreniminin de ilerlemesiyle hukuki alanlarda blokzincir teknolojileri sayesinde fikri mülkiyet hakları daha iyi değerlendirilebilir ayrıca devletler, kurumlar, şirketler arasında şeffaflığın ve hukuki standartlara uyum prosedürlerinin çok daha şeffaf, veri güvenliğine dikkat ederek hukuki kapsamda incelenmesine olanak sağlanabilir (Habib, ve diğerleri, 2022:3).

1.6.2. Mali Regülasyonlarda Blokzincir'in Yeri

Kripto para piyasalarında artan kullanım hacmi, ticari yükümlülükleri de artırmak da ve çeşitli ticari, mali ve hukuki problemler de getirmektedir. Blokzincir teknolojisi, finansal düzenlemeleri ve yasal çerçeveleri yeniden şekillendirerek yeni yasal tanıma ve düzenlemelerin önünü açmaktadır. Çeşitli birçok iş süreçleri ve iş imkanlarının yaratılması dışında aynı zamanda gizlilik ve fikri mülkiyet haklarına ilişkin yasal bakış açılarını değiştirmesi bakımından önemlidir. Ayrıca hesap verilebilirlik durumunun yeniden sorgulanmasını sağlayarak da farklı bir önem taşımaktadır (Richet, 2022:3-5) Aynı zamanda dijital para birimleri olması sebebiyle, çeşitli ele geçirme durumları karşılaşabilme ve kripto para cüzdanlarına kötü niyetli kişilerin erişebilmesi durumunda çok ciddi düzeyde likidite döngü krizleri oluşabilir ve bu durum devletlerin ekonomisini sarsacak çapta büyüklük gösterebilir. Bu nedenle, kripto paraların ve diğer dijital varlıkların düzenlenmesi için yeni yasal yaklaşımların küresel ölçekte geliştirilmesi ve desteklenmesi önem arz etmektedir. Böylece şeffaflık ve güvenlik ilkeleri sayesinde eşsiz bir teknoloji sunan blokzincir tabanlı kripto para birimlerinde, daha yüksek bir demokratik katılımla yatırımcı ve tüketiciler hukuki korumasını devlet garantili regülatif düzenlemelerle piyasa bütünlüğünü güçlendirip, finansal hizmetlerde şeffaflık ve güvenlik standartlarını yükseltebilirler.

1.6.3. Ekonomi Teorisinde Blokzincir'in Rolü:

Ekonomi teorisinde ve aynı zamanda pratikte, geleneksel ekonomi ile ilgili anlayışlar evrim geçirerek merkeziyetsiz finansal yapıya doğru piyasa trendi oluşmaktadır. Bunun sebebi piyasa işleyişi ve finansal işlemleri kolaylıkları bakımından her zaman alışılan ekonomi müdahale politikaları ciddi bir farklı boyut kazanmaktadır. Blokzincir yapısı itibariyle aracıları ortadan kaldırır ancak her ne kadar komisyoncular var olmaya devam etse de işlem maliyetlerinde geleneksel finansal işlemlere göre önemli bir azalış sunmaktadır (World Finance Council, 2023: Erişim Tarihi 09.10.2023). Merkezi olmayan DeFi sistemleri sayesinde para teorisi ve sermaye piyasalarındaki iktisadi temel politikaları güncelleme gereksinimi de yaratmakta ve aynı zamanda tüketici davranışları üzerinde de daha riskli ve volatilite kavramına aşina bir tüketici profilleri çizilmesini sağlamaktadır. Ulusal veya uluslararası borsaları ele aldığımızda, manipülasyon ve spekülatif eylemlerin var olduğunu gözlemleriz. Ancak tamamen küresel ölçekte birbiriyle uyum sağlamış ve tam anlamıyla uluslararası regülatif sistemlerle denetleme imkânı şayet blokzincir piyasalarında yaratılırsa, şeffaflık ve veri bütünlüğü sağlanarak bilgi asimetrisinin büyük bir çoğunlukla ortadan kalkması mümkündür. Bu sayede, piyasalarda manipülatif veya devletleri, hükümetleri politik kararlarını vermede etkileyecek art niyetli tüm hareketlerin önüne geçilerek tam piyasa etkinliği sağlanabilir (The World Bank Group, 2022: Erişim Tarihi 09.10.2023), (The International Monetary Fund, 2022: Erişim Tarihi 09.10.2023) . Blokzincir teknolojisi sayesinde güncellenen ekonomi teorisinde ekonomik büyüme ve inovasyon için yeni fırsatlar blokzincir tabanlı sürdürülebilir kalkınma ve sosyal sorumluluk konularında da etkili olarak, ekonomik sistemlerin daha verimli, adil ve şeffaf olmasına katkı sağlaması kaçınılmazdır.

İKİNCİ BÖLÜM
KRİPTO PARA PİYASALARINDA VOLATİLİTE VE PİYASA DİNAMİKLERİ

Kripto para piyasalarında volatilite ve piyasa dinamiklerinin incelenmesi piyasaların işleyiş biçimlerini anlamada yardımcı olmakla beraber bu temel bileşenlerin yapısının anlanması ve bu bileşenleri oluşturan nedenlerinin incelenmesi, kripto para piyasalarındaki dalgalanmalara daha farklı bakış açıları getirebilir.

2.1. KRİPTO PARA BİRİMLERİNİN TARİHÇESİ

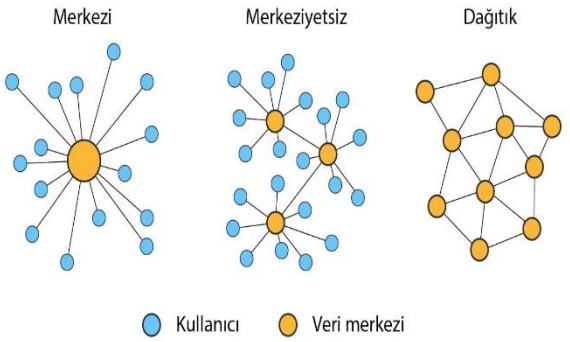
Bu bölümde kripto para birimlerinin tarihine odaklanarak kripto para birimlerini inceleyip tarihsel olarak değişimlerini göz önünde bulundurmanın piyasa işleyişlerini anlama bakımından önemli olduğu hususunda durulmaktadır. İlk yayınlanan kripto para Bitcoin ardından da onun çeşitli ardılının tarihi süreçlerle değişen evrimi ele alınmaktadır. Aynı zamanda finansal piyasalardaki tarihsel gelişimin etkileri incelenmektedir.

2.1.1. Bitcoin'in Evrimi

Zaman içinde kripto para birimlerinin evrimi, finansal teknolojide önemli bir değişimi yansıtmaktadır. Bu süreç, kripto para birimlerinin finansal yapısını ve basit şifrelemelerden blokzincir'e kadar olan güvenlik prosedürlerinin gelişimini içermektedir. Satoshi Nakamoto'nun 2008'de Bitcoin'i icat etmesi, bu geçişin başlangıcını işaret etmekte ve kripto para birimlerinin ortaya çıkışını temsil etmektedir. Bitcoin, dijital değerlerin merkezsiz sistemlerde işleyebileceğini kanıtlamıştır. Blokzincir teknolojisinin ana unsurlarından olan şeffaflık ilkesi sayesinde Bitcoin ve diğer kripto paraların esası şekillenmektedir. Örneğin, Ethereum, akıllı kontratlar ve genişleyen uygulama yetenekleri nedeniyle Bitcoin'den farklılaşmıştır. (Özkul ve Baş 2020:12-18), (Özcan, 2020:14). Merkezi olmama, merkeziyetsizlik kavramları blokzincir prensibinde temel olarak ele alınmaktadır. Alttaki Şema 1'de gösterilen yapıda;

Sol: Geleneksel ya da merkezi yapıda her kullanıcı aynı bilgisayara bağlanır. Orta: Merkeziyetsiz yapılarda kullanıcılar, kendileri için en verimli sunucuya bağlanırlar.
Sağ: Dağıtık yapıda ise kullanıcılar aynı zamanda veri sağlayıcısıdırlar.

Şekil 10: Merkezi ve Dağıtık Yapılar



Kaynak: Cointelegraph, 2023: Erişim tarihi 05.09.2023

Aslına bakıldığında Bitcoin gibi ileri düzeyde teknik bir altyapıya sahip blokzincir teknolojisini kurumsal araştırma destekleri almadan yaratabilmek için, dijital kriptografik para birimlerinin yaratabileceği merkezi geleneksel finans sisteminin iktisadi, sosyal, hukuki ve felsefi anlamlarda ciddi düzeyde incelemek gerekmektedir (Arvind, 2017:15-25), (Azita ve Ghorbanpour 2022:11-12). Sadece matematiksel ve bilgisayar bilimlerinde uzmanlaşmış bir kişi veya kişilerin böylesine sofistike bir konuyu pratiğe dökebilmesi felsefi birikime sahip olmadan çok zordur.

Satoshi Nakamoto ilk kişi olarak kripto para birimleri araştıran kişi değildir. Amerikalı yazar ve elektronik mühendis olan Timothy C.May, Intel Corporation'ın teknik kuruluşunun kurulmasında önemli bir rol oynamıştır. Kripto-anarşizm kavramını geliştirerek ve dijital gizlilik hakkında geniş kapsamlı yazılar yazarak Bitcoin ve diğer kripto para birimlerinin felsefi ve teknik temellerine önemli katkılar yapmıştır. (May, 1988:Erişim tarihi 25.09.2023), (May, 1994: Erişim tarihi 25.09.2023), (May T. C., 1994:Erişim tarihi 25.09.2023).

Temel çıkış ideolojisi iktisat biliminin de detaylıca ele aldığı para felsefesinden gelmektedir. En değerli ABD kâğıt para biriminin, Monopoly çocuk oyunundaki paradan teorik olarak farkı devletin verdiği "güven" kavramı, bu kavram sayesinde gelişen ikame edilebilirlik ve sonucunda insanların algısı, ABD dolarını tabiri uygunsa ABD doları, fiat para yapmıştır. ABD'nin burada sunmuş olduğu "güven" kavramında federal rezervler, merkez bankaları, bankalar vs. gibi kavramlar bunun dışında senetler, tahviller gibi türevler bu ana teorinin ardılında gelişir. Finansal sistemler ve ekonomik politikalar, doların değerini ve kabulünü küresel düzeyde destekleyen ve pekiştiren temel yapıtaşlarıdır.

Satoshi Nakamoto tarafından önerilen blokzincir kavramı, merkezi olmayan finansal sistemlerde güven kavramının dijitalleştirme kapasitesinin geliştirilmesini kolaylaştırmaktadır. Kripto paraların işleyişinde aracıların olmaması, giderlerden tasarruf etmeyi ve rekabet avantajı elde etmeyi amaçlayan işletme operatörlerinin dikkatini çekmiştir. Blokzincir teknolojisi, kripto para birimi olmanın ötesinde, merkezi olmayan sistemler oluşturmak için kullanılmıştır. Yine de teknolojik ilerlemeler, orijinal Bitcoin blokzincirden sapmış ve farklı tasarımlara sahip çeşitli blokzincir formlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Larrier, 2021:85-100), (Bellaj ve vd. 2022:1-10), (Stephen, 2019:2-4). Bu nedenle Satoshi Nakamato'nun hem matematik, istatistik, kriptoloji, bilgisayar bilimleri, ekonomi ve hatta ileri düzeyde hukuk gibi disiplinler arası çok gelişmiş biri veya kimseler olduğu söylenebilir.

Bitcoin'in ortaya çıkışı, dijital varlıkların bir merkeze sahip olmaması amacından kaynaklanmaktadır. Bitcoin ve diğer kripto paralar, dağıtılmış konsensüs mekanizmaları, değiştirilemezlik ve şeffaflık gibi blokzincir teknolojisinin temel ilkeleri burada önemlidir. Ethereum, Bitcoin'den farklı bir bağımsız para birimi olarak ortaya çıkmıştır, daha kapsamlı bir uygulama olanağı yelpazesi sunmaktadır ek olarak akıllı sözleşmeler kavramını tanıtmıştır (Okatan, 2023:1-6).

Bitcoin değeri ve kullanımı açısından piyasada önemli bir oyuncudur, ancak birçok altcoin Bitcoin'in sunmadığı avantajlar sebebiyle blokzincir ekosisteminde ortaya çıkmaktadır. Bitcoin çıktıktan sonraki temel olarak farklı olan altcoinlerden bazıları Litecoin, Bitcoin Gold, Bitcoin Cash, Ethereum ve Zcash'dir (Steve vd.

2019:2), (Andrew vd. 2021:2-3). Nakamoto'nun Bitcoin White Paper'ı (Beyaz Kitap 2008) kripto para birimlerinin temelini ve blokzincir teknolojisinin prensiplerini tanıtmıştır (Nakamoto, 2008). Nakamato'nun yayınından önce zaman damgalı verilerin bütünlüğünü ve orijinalliğini garanti altına alma amacıyla yaratılan (Haber ve Stornetta, 1991:99-11) tekniklerle belgelere dijital zaman damgası koymak için hesaplama açısından pratik prosedürler önerilmiş ve bu da blok zincir teknolojisinin temel düşüncesel öncelini sağlamıştır.

Bitcoin tarafından kullanılan SHA-256 hash algoritması, özel anahtarlara ve verilere yetkisiz erişimi etkin bir şekilde engelleyerek işlemlerin bütünlüğünü ve güvenliğini garanti eder. Satoshi Nakamoto'dan esinlenen yapısı ile geliştirilen sistem sayesinde hesaplamalarda benzersiz bir elektronik iletişim türünü kullanır (Back, Hashcash - a denial of service counter-measure, 2002). Digicash adlı şirketin dijital ödemelerde kriptoloji kullanması da kripto para birimleri için ticari temel hazırladığı düşünülebilir (Wikipedia, 2023: Erişim Tarihi 09.10.2023). Satoshi'nin Bitcoin ve blokzincir kavramını yaratmasının arkasında genel anlamda ciddi bir kümüle disiplinler arası bilimsel bir taban olmakta olup aynı zamanda bu fikirler "kripto topluluklarını" şekillendirmiştir.

2.1.2. Kripto paralardaki sınırlılıklar ve zorluklar

Kripto paraların hızlı evrimi güvenlik ve dijital ortamda gerçekleşen işlemlerde kötü niyetli kişiler tarafından cüzdanların ele geçirilmesi gibi durumlarda sorunlar yaratmaktadır. Kripto paralar, yüksek düzeyde gizlilik sundukları ve anonim ve üçüncü taraf olmayan para transferlerine izin verdikleri için kara borsada kullanılmaktadır (Mogunova, 2023:91-98). Blokzincirin oluşum temelinde 51% saldırı olasılığını düşünülerek tasarlanma söz konusudur. Bu konu blokzincir karşısında olabilecek saldırılar için tasarlanmıştır. Ayrıca, kripto paralardaki hacim artışları blokzincir sistemleri üzerinde 51% saldırılarının olasılığını artırmaktadır. Kötü niyetli üreticiler fikir birliği uzlaşısı gibi sistemleri blokzincir yapısını ele geçirmek için kullanılabilir (Niranjani vd. 2022:2-4). İçinde Bitcoin taşıyan cüzdanlarda çeşitli güvenlik açıkları görülmüş ve dolandırıcılık faaliyetleri gözlemlenmiştir. Kripto paralarla ilişkili güvenlik açıklarının açığa

çıkarılması, yasal düzenlemelerin uygulanmasının önemini göstermektedir (ACM Computing Surveys, 2023:Erişim tarihi 07.11.2023).

Yapılan akademik çalışmalarda kripto para birimlerindeki yüksek dalgalanma problemleri aynı zamanda likidite konusunu da gündeme getirmektedir. Kripto paralardaki istikrar, değer kavramları likidite kavramı ile tartışılabilir. Bu piyasalarda belirsizlik arttığı durumlarda alım ve satım fiyatları arasındaki farklılıkları artmakta, böylece yüksek kârlar meydana gelmektedir. Tersi de söz konusu olmakla beraber büyük zararlar olmaktadır. Kripto paralar, özellikle de Bitcoin gibi riskli varlıklarla ilgili bilinçli mali kararlar alabilme yetisine sahip yatırımcılarla yol alınması ve riskleri etkin bir şekilde yönetebilme politikalarının uygulanması daha tutarlı bir piyasa yaratabilir. Bu tezi destekleyen neden, kripto paraların, diğer geleneksel para birimleri ile karşılaştırıldığında, daha belirgin dalgalanmalar, daha yüksek volatilite ve farklı özelliklere sahip olmasından kaynaklıdır (Wang ve vd. 2018:2-5), (Dimitrios vd. 2021:815-837).

2.1.3. Kripto paralar ve küresel ekonomi, finans sistemleri

Kripto paralar küresel finansal sistem üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Kripto paraların herhangi bir merkeze dayalı olmayan yapılarının yarattığı kontrol mekanizmasının farklılığı, hükümetlerin bu para birimini kontrol etmede zorluklar çekmesini ve likidite akışının kontrolünde takip edilebilirlik zorlukları olduğu gözlemlenmektedir (Aneja ve Dygas 2022:64-83). Kripto para birimleri kendine has ayrı risk türlerine sahiptir. Düşük risk seviyesi dönemlerinde, kripto paralar geleneksel piyasalara karşı sistemik riskleri artırarak geleneksel varlıklardan daha farklı bir risk kaynağı haline gelir (Luchkin vd. 2020:1-8). Kripto para birimleri, aynı zamanda, sınır tanımayan ve kesintisiz mali etkinliklerin basitleştirilmesini, nakde dayalı olmayan ekonomilerin özendirilmesini ve sorunsuzca uluslararası işlemlerin yapılabilmesini gibi kazanımlar da sunar (Li ve Huang, 2020:1-3).

Kripto para birimleri, sınır ötesi para transferlerini daha hızlı ve daha az maliyetli hale getirerek, küresel ticareti kolaylaştırabilir. Kripto para birimlerinin yarattığı likidite havuzları, likidite akışları sayesinde kripto para birimlerine değer katması bakımından bu alandaki araştırmaları teşvik eder. Bu durum, blokzincir

gibi çok değerli teknolojinin uygulamalarının ve daha etkin kripto para çözümlerinin geliştirilmesine yol açabilir. Buna ek olarak uzun vadede, kripto para piyasaları gelişerek küresel ekonomik sistemlerin bir parçası haline gelebilir ve alternatif ödeme yöntemleri, varlık sınıfları ve yatırım araçları olarak kabul edilebilir.

2.2 KRİPTO PARA BİRİMLERİNİN İŞLEYİŞ MEKANİZMALARI: BİTCOİN, ETHEREUM, TETHER, USD COİN, BİNANCE COİN

Blokzincir teknolojisine dayanan öncü kripto para birimi Bitcoin, madencilik, iş kanıt mekanizmaları ve güvenlik gibi merkezi olmayan finansa ilişkin sorunları çözmek için başlangıçta geliştirilmiştir. Ancak, Ethereum'un akıllı sözleşmeleri ve dağıtılmış uygulamaları (DApps) ile gelişi, blokzincir teknolojisinin potansiyel kullanım alanlarını genişletmiştir ve geliştiricilere daha büyük fırsatlar sunmuştur. Ethereum, blokzincir'in kapsamını finansın ötesine etkili bir şekilde genişletmiştir, bu da araştırmacıları finans sektörünün ötesindeki alanlarda potansiyelini araştırmaya ilham vermiştir (Sorribes vd. 2023:8-13).

Kripto para birimlerinin alım-satımlarından kaynaklanan komisyon işlemlerinin yapıldığı en büyük piyasalardan bir olan Binance Coin gibi kullanım amacına özel tokenler belirli ekosistemler için yapılarak, Binance piyasası gibi ekosistemler içerisinde ek avantajlar sağlarken, Tether ve USD Coin gibi stabilcoin'ler piyasa volatilitesini azaltma amaçlı olarak Amerikan dolarını kripto para birimine sabitleme fikriyle piyasalarda kendilerine yer edinmiştir (Binance Academy, 2023:Erişim tarihi:25.07.2023). Dünya çapında bir portföy varlığı ve ödeme aracı olarak yaygın bir şekilde kullanılan Bitcoin, Ethereum'dan sonra geliştirmiş olduğu oylama sistemlerinden finansal hizmetlere kadar çeşitli uygulamalar ile Ethereum'un akıllı sözleşmelerini bünyesinde yapılandırmıştır. Böylece ardılından gelen bir ekosistemle entegrasyon gerçekleştirmiştir (Massimo vd. 2017:2-4).

Günlük kripto para ticaretinde bir temel değer referansı olarak Tether ve USD Coin tarafından sağlanmaktadır. Bunun en önemli sebebi bu iki birimin de 1 Amerikan dolarına sabitlemesinden kaynaklanmaktadır. Binaenaleyh adları,

“stablecoin” yani sabit kripto para birimleri olarak gelişmiştir. Binance borsasında işlem ücretlerinde indirimler, Binance Coin'in sunduğu diğer avantajlar sayesinde bu platformun kripto para biriminde yüksek hacim sağlanmasını başarmıştır.

2.2.1. Bitcoin ve Ethereum gibi önde gelen kripto para birimlerinin mimari farklılıkları ve altyapısal etkileri

Bitcoin ve Ethereum gibi kripto para birimlerinin işleyiş mekanizmaları, finansal teknolojide önemli bir ilerleme temsil etmektedir (Shevchenko ve Nazarova, 2023:2-5). Bu mekanizmalar, işlemlerde yeni bir güvenlik ve verimlilik seviyesi sunmanın yanı sıra, dijital finansta yenilikçi olanaklar açmıştır. Bitcoin’in merkeziyetsiz doğası ve proof-of-work sistemi, işlemler için güvenli ve şeffaf bir çerçeve sağlar. Ethereum'un akıllı sözleşmeleri ve merkeziyetsiz uygulamaları (DApps), blokzincir teknolojisinin kullanımını basit işlemlerin ötesine taşıyarak geniş bir uygulama yelpazesi sunar (Suhaimi vd. 2022:3-6). Bu gelişmeler, finansal işlemlerin nasıl yürütüldüğünde devrim yaratmış, geleneksel bankacılık sistemlerine alternatif olarak merkeziyetsiz, güvenli ve verimli bir seçenek sunmuştur. Bu kripto para birimlerinin işleyiş mekanizmaları, onların benimsenmesi ve işlevselliği için hayati önem taşır, dijital finansın manzarasını şekillendirir.

2.2.2 Kripto paralardaki güvenlik riskleri

Kripto para birimlerinin işleyiş mekanizmaları da önemli zorlukları beraberinde getirir. Bitcoin’in madencilik sürecinin enerji tüketimi ve çevresel etkisi, ölçeklenebilirlik sorunları ve işlem hızı sınırlamaları büyük endişe kaynaklarıdır. Ethereum benzer zorluklarla karşı karşıyadır, özellikle ağını artan işlem ve uygulama sayısını destekleyecek şekilde ölçeklendirmede zorlanmaktadır. Bunun yanı sıra, bu mekanizmaların karmaşıklığı ve teknik doğası, yaygın benimsenme için bir engel teşkil edebilir, çünkü belirli bir anlayış ve uzmanlık seviyesi gerektirir (Elitsa vd. 2023:2-6), (Newby vd. 2023:1-7). Kripto paralar, sahte kimlik sızıntıları, sahte borsalar, yanlış uygulanmış protokoller ve bozuk özel

anahtarlar dahil olmak üzere, ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere, geniş bir güvenlik tehdidi yelpazesine açıktır (Kutera, 2022:45-77). Bu tehditlere karşı dijital varlıkların güvenliği savunmasızdır ve bu durum kullanıcıların kripto para kullanıma etki yaratabilir.

2.2.3. Kripto Para Birimlerindeki İşleyiş Mekanizmaları ve Piyasa Dinamikleri

Kripto paraların, yenilikçi katkıları ile karşılaştıkları zorluklar arasında dengeli bir şekilde düşünülerek işleyiş mekanizmaları ele alınıp ve yenilikçi katkıları ve zorlukları göz önünde bulundurulmalıdır. Güvenlik, ölçeklenebilirlik ve enerji verimliliği gibi tüm meseleler, yakın gelecekte süreklilik amacıyla çözülmelidir. Kripto paraların ve blokzincir teknolojilerinin sürekli gelişimi, finansal teknolojide yenilik ve entegrasyonu hızlandırmaktadır. Bu, geleneksel finansal sistemleri modernize etme ve yenilikçi finansal ürünler ve hizmetler yaratma ihtiyacını vurgulamaktadır (Temelli, 2019:1-13) (Zianko vd. 2022:1-18).

Kripto para birimlerinin evrimi, finansal teknolojilerde önemli bir kilometre taşı olmasına rağmen bu alandaki devamlı gelişim, güvenlik ve düzenleyici uyumluluk gibi konularda sürekli iyileştirmeler gerektirir. Bu durum, teknolojinin olgunlaşması ve genel kabul görmesi için kritik bir adımdır. Kripto para birimlerinin geleceği, bu zorlukların üstesinden gelinmesi ve daha geniş toplumsal ve ekonomik entegrasyon ile şekillenecektir.

2.3 FİNANSAL PİYASALARIN YAPISINDA KRİPTO PARA BİRİMLERİNİN ETKİSİ

Finansal piyasalarda kripto para birimleri özellikle 2017 yılındaki yükselişten sonra, kurumsal finans çevrelerinin dikkatini çekmiş ve özellikle “balina” yatırımcılar tarafından daha da ilgi çeken bir alana dönüşmüştür.

Balina yatırım kavramı, kripto para piyasalarında büyük ölçekli yatırımcıların veya 'kripto balinalarının' faaliyetlerini ve etkilerini vurgulayan bir kavramdır. Kripto balina yatırımcılarının faaliyetleri, önemli trendlere ve

hareketlere sebep olur. Bu durum sonucunda kripto para piyasasında, büyük miktardaki varlıkların balinalar tarafından hareketi, önemli piyasa dalgalanmaları yaratabilir. Dijital dünyada teknolojik ilerlemelerin gelmesi, günlük yaşamı destekleyen sosyolojik dinamiklerde önemli bir dönüşüm getirmiştir. Bu bağlamda, blokzincir teknolojisi genellikle buhar makinesi ve internetle karşılaştırılmakta ve bu teknoloji sosyal hayatı küresel ölçekte devrim niteliğinde değiştireme potansiyeline sahip olduğu belirtilmektedir. Özellikle blokzincir tabanlı bir teknoloji olan kripto paranın genç nüfus üzerindeki etkisi dikkat çekicidir. (Kılıç, 2023:48-57), (Duman, 2023:105-134). Bir akademik çalışma, yatırımcıların Bitcoin'e olan ilgisinin, kripto para biriminin getirisini ve volatilitesini önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. Bu durum, Bitcoin fiyatlarının büyük çapta yatırımcılar tarafından etkilenebileceğini göstermektedir. (Zhu vd. 2021:1-20).

Balina olarak adlandırılan büyük kripto cüzdanlara sahip yatırımcılar 7.000 Bitcoin'i (yaklaşık olarak 244 milyon dolar) Bitfinex borsasına Kasım 2023 tarihinde transfer etmiştir. Bu tür yatırımcılar, davranışsal iktisadi yönden piyasaları etkileyebilecekleri için yarattıkları satış trendleri kripto para piyasaları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve yakından izlenmektedirler. Transfere konu olan kripto paralar, blokzincir veri analizi araçları olan BitInfoCharts gibi borsalar arası transferi izleyen sağlayıcılarla takip edilmekte ve Kasım 2022-Ocak 2023 arasında fiyatların 20.000 dolar civarında olduğu bir dönemde 46.500 Bitcoin toplandığı ve şu anki fiyatlarla karşılaştırıldığında her biri 35.000 dolar civarına gelen kripto paralarda marjlarını maksimize ederek kar etmiş duruma gelmişlerdir (Coindesk, 2023: Erişim tarihi 02.11.2023).

2.3.1. Kripto paraların piyasa oluşumu, likidite ve fiyat belirleme üzerindeki etkileri

Finansal piyasaların yapısı ve işleyişi, kripto para birimlerinin piyasa koşullarından büyük ölçüde etkilenmiştir. Bu etkiler, piyasa oluşumu, likidite ve fiyat mekanizmalarını etkileyerek kripto para birimlerinin yükselişini sağlamaktadır. Finans sektöründe yapısal değişikliklere neden olarak finansal hisse senetleri ve ülkelerin kendi kripto para birimi yaratmasına neden olmuştur (Ho,

2020). Kripto para birimleri, yüksek likidite akış hacmi ile finans dünyasında 7/24 aktif, rekabet dolu ve küresel erişim imkânı sunan bir piyasa ekosistemi yaratmıştır. Bu dikkat çekici özellikleriyle kripto para birimleri, piyasa dinamiklerini önemli bir şekilde dönüştürmüş ve önemli bir likidite kaynağı olmuştur (Karaoğlan vd. 2018:1-12).

Kripto para birimlerinin bu geniş erişim imkânı, çok sayıda amatör yatırımcıyı cezbetmiş ve alım-satım hareketlerinde ciddi bir artışa yol açmıştır. 2017'deki kripto para birimlerindeki yükseliş trendi, bu eğilimi daha da pekiştirmektedir (Hepkorucu ve Genç 2019:1-7). Kripto para piyasalarının likiditesi, özellikle büyük kripto para borsalarında yoğunlaşmaktadır, ancak daha küçük ve yeni projelerde sınırlı olabilmektedir.

2.3.2. Kripto Paralardaki Likidite Sorunları

Fiyat değişiklikleri hakkında bilinmesi gereken önemli bir şey, piyasanın bu değişikliklere nasıl tepki verdiği çünkü bu tepki, fiyat değişikliklerine, farklı yatırımcı tepkilerine ve genel piyasa istikrarsızlığına sebep olabilir. Negatif piyasa hissiyatının varlığı, yatırımcıların pozisyon almasını zorlaştırır ve yatırımcı güvenini azaltır, bu da piyasaların düzgün çalışması için likidite endişelerini artırır. Bu, yatırımcıların piyasa ruh halini anlamalarının ve kontrol etmelerinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir (Özaydın, 2019:1-7), (Kaya, 2020). Piyasa duyarlılığı yatırımcılarda belirsiz zamanlarda şüpheli davranışlardan kaçınmak amacıyla yatırım davranışlarını etkileyebilir (Beigman vd. 2021:2-5). Bu nedenle yatırımcılar öngörü (forecasting) takiplerini sürdürerek genel piyasadaki davranış trendlerini yorumlayabilmeleri mühimdir. Çeşitli kripto para borsalarının ve ticaret platformlarının yayılması, bu dijital varlıkların değerini tam olarak ölçme ve büyük ölçekli işlemleri gerçekleştirme konusunda zorluklar sunmaktadır. Piyasa parçalanmasının (market fragmentation) varlığı, likiditeyi sürdürmede zorluklar yaşanma potansiyelini artırır, bu da fiyatların önemli ölçüde dalgalanmasına neden olur. Piyasa parçalanmasının şiddetlenmesi, çeşitli platformlarda tutarlılık ve etkinlikten yoksun fiyatlandırma metotlarının uygulanmasına bağlanabilir, bu da likidite üzerinde endişelere yol açar.

2.3.3. Kripto Para Birimlerinin Piyasalar Üzerindeki Makroekonomik Etkileri ve Potansiyel Sistemik Riskler

Kripto para birimlerinin piyasalara olan etkisi, geniş çaplı makroekonomik sonuçlara sahip olabilir. Bu durumun yarattığı havada hem yeni finansal fırsatlar çıkabilir hem de sistemik riskleri artabilir. Yeni oluşan kripto piyasalarının etkileri ve kendini geliştirme hızı (blokzincirdeki teknolojik imkân sayesinde) yüksek olan kripto para birimlerinin piyasalardaki rolü, yatırımcıların gelecekte yatırım stratejilerinde finansal istikrar ve piyasa düzenlemeleri açısından önem kazanacaktır. (Le, 2023:6-15). Bu önemin kazanımındaki önemli faktörler finansal sistemlerin dönüşümü olarak gerçekleşmekte olup, konvansiyonel piyasaların dışında kendini aynı hızda yenileyemeyen kripto piyasalarda bile kurulu sistemlerin işleyiş biçimini değiştirme potansiyeli mevcut olacaktır. Özellikle ödeme sistemleri, bankacılık ve yatırım yönetimi gibi alanlarda kripto paraların kullanımı, bu sistemlerin erişilebilirliğini, verimliliğini ve şeffaflığını artırma potansiyeline sahiptir.

Kripto para birimlerinin artan popülaritesi, makroekonomik politikanın hayati bir unsuru olan para arzını başarılı bir şekilde yönetme konusunda hükümetler için zorluklar yaratmış ve tarih boyunca hükümetler, çoğunlukla kendi ulusal para birimlerinin arzını yönetmek yoluyla, para politikasını denetlemek ve kontrol etmek için geleneksel olarak geleneksel yaklaşımları kullanmışlardır (Le, 2023:15-25). Ancak söz konusu kripto paralara gelindiğinde, merkezi olmayan doğaları nedeniyle kripto para birimleri, devlet gözetiminden bağımsız olarak özerk bir şekilde çalışmaktadır. Ek olarak, iktisadi para politikalarına olan etkisi makroekonomik bir diğer faktördür. Kripto paraların merkeziyetsiz blokzincir tabanlı yapısı, merkez bankalarının ve ulusal para birimlerinin para politikalarını etkileme potansiyeline sahiptir. Likidite akışlarındaki döngülerin artması, kripto paraların merkez bankalarının para arz ve faiz oranları üzerindeki kontrolünü zayıflatabilir ve mevcut para politikalarının etkinliğini azaltabilir (Kim vd. 2021:1-7). Kripto paraların küresel ticaret ve yatırıma dönüştürücü etkileri, uluslararası ekonomik bağlantıları ve ittifakları yeniden şekillendirebilir. Sınırlar ötesi işlemleri etkinleştirerek ve hızlandırarak, uluslararası ticaretle ilişkili masrafları azaltma ve

hızlandırma potansiyeline sahip olduğu da belirtilebilir.

Kripto para piyasalarının yüksek oynak yapıları nedeniyle piyasadaki manipülatif ve spekülasyona hedef bir yapıya sahip olma açısından da sistemik risk unsurları taşımaktadır. Büyük ölçekli yatırımların ani çıkışları veya piyasa çöküşleri, geniş çaplı finansal krizlere yol açabilir, bu durum sonucunda ortaya çıkan piyasa istikrarsızlığı tüm finans sektörüne dolaylı veya dolaysız olarak yayılabilir. Spekülatif balon veya manipülasyon olarak nitelendirilebilmesi için, piyasanın normal seyrini bozucu etki yaratması gerekmektedir. (Güleç ve Aktaş 2019:12). Ayrıca diğer sistemik risk unsurlarının başlıca faktörlerinden biri de regülasyon konusudur. Kripto paraların düzenlenmesi ve denetimi, mevcut finansal düzenleyici yapılarla uyumsuzluklar içermektedir (Zetzsche vd. 2018:10). Bunun sonucunda manipülasyon ve dolandırıcılık faaliyetlerinde suç unsuru taşıyan şüphelilerin hukuki yollarda yasal boşluklar aramasının önünü açabilir. Bu durum, yasal boşluklara ve kripto paraların yasa dışı faaliyetler için kullanılmasına yol açabilir.

2.4. VOLATİLİTEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE PİYASA DİNAMİKLERİ

Kripto para piyasalarını diğer konvansiyonel piyasalarda bu denli gözükmeyen volatilite karakteristiğine sahiptir (Stanisław, 2023). Volatiliteyi ve bu volatilitenin altında yatan çeşitli faktörleri ele almak ve faktörlerin genel piyasa dinamikleri üzerindeki etkilerini incelemek kripto para piyasalarındaki piyasa dinamiklerini ayrıntılı anlamaya teşvik edecektir (Güleç ve Aktaş 2019:6-12).

2.4.1. Kripto para piyasalarındaki volatiliteyi etkileyen faktörler

Kripto para piyasalarındaki volatilite, çeşitli içsel ve dışsal faktörlere göre farklılıklar içermektedir. Makroekonomik olaylar, yatırımcı ruh hali, düzenleyici duyurular ve piyasa likiditesini etkileyen faktörlerdendir. Ayrıca teknoloji ve sektör konjonktürlerindeki ilerlemeler de fiyat değişimlerini etkiler. Volatilite hem olumlu hem de olumsuz etkilere sahip olabilir. Yüksek volatilite, yatırımcılar için yüksek

getiri fırsatları sunarken, aynı zamanda büyük riskler taşır ve piyasa istikrarını olumsuz etkileyebilir. Kripto para ekosistemindeki fiyat manipülasyonlarının Bitcoin'in fiyat volatilitesi üzerindeki etkilerini araştıran Gandal ve diğerleri, kripto para piyasalarında bazı katılımcıların şüpheli ticaret aktiviteleri ve/veya dolandırıcılık faaliyetleri yoluyla kara para aklama amacıyla büyük miktarda Bitcoin edinimi sağladığını ve bu nedenle ortaya çıkan nakit arzındaki dengesizliklerden piyasalarda önemli dalgalanmalara neden olabileceği gözlemlenmiştir (Gandal vd. 2018: 86-96).

Kripto para piyasalarındaki fiyat dalgalanmaları likidite varlıkların hacminden ve piyasalardaki spekülasyonlardan etkilenmektedir (Luo, 2022:1-7). Spekülatif yatırımlar (balinaların manipülasyonları gibi) aynı zamanda fiyatlarda dalgalanma yaratmaktadır. Teknolojik gelişmeler ve regülasyon çerçevesinde hukuki adımların atılması ile blokzincir teknolojisinde pazar parçalanmaları ve volatilite kavramlarında gelişmeler sağlanabilir (Park ve Chai, 2020:2-7).

2.4.2. Volatilite Üzerindeki Yanılgılar ve Kripto Para Piyasalarında Yanlış Algılanan Riskler

Kripto para piyasalarındaki yüksek volatilite, yatırımcılar için yanıltıcı algılar ve hatalı risk değerlendirmeleri oluşturabilir. Haber şokları kripto para getirilerindeki volatilite üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu da piyasada daha yüksek bir risk algısı yaratabilir. Kurumsal yatırımcıların ve büyük işlem işletmelerinin sağlıklı bir ekosisteminden yoksun olan kripto para piyasaları, geleneksel finansal piyasalardan daha az likiditeye sahip olma eğiliminde olup bu durumun yarattığı etki olarak volatilite artmaktadır. Yatırımcıların hatalı algıları veya yanlış risk yorumlamaları olumlu şoklar yaratarak volatilite üzerinde kripto paralarda asimetrik etkiler yaratır. Bu durum genelde hisse senedi borsalarından farklı olarak kripto borsalarda gözlemlenmektedir (Bhatnagar vd. 2023:1-14). Yatırımcılar sürü davranışı etkisindeymiş gibi bilgi eksikliği nedeniyle özellikle olumlu şoklara karşı tepki vermekte ve volatilitenin artışına katkıda bulunabilmektedir. Bu, yanıltıcı algılar ve hatalı risk değerlendirmeleri potansiyelini daha da artırır. Kripto para piyasalarındaki yüksek volatilite,

yatırımcılar için meydan okuyan bir ortam yaratmakta ve yanıltıcı algılarla, hatalı risk değerlendirmelerine yol açabilmektedir.

2.4.3. Volatilitenin Piyasa Davranışları ve Yatırımcı Kararları Üzerindeki Etkileri

Kripto para piyasalarında gözlemlenen yüksek volatilite özellikleri hem piyasa eğilimlerini hem de yatırımcı tercihlerinde volatiliteden kaynaklanan yönetim stratejilerinde geliştirmesine sebebiyet vermektedir. Bu nedenle volatilitenin etkileri ve etkin yönetim stratejileri tartışmak volatilitenin kontrolünü sağlama aşamasında önem arz eder. Piyasa davranışları üzerindeki etkiler ele alındığında yüksek oynak yapı, piyasa katılımcılarının duyarlılığını artırmakta ve fiyat hareketlerine hızlı tepkiler verilmesini sağlamaktadır.

Kripto para piyasası, volatilite tarafından yoğun bir şekilde etkilenerek yatırımcılar tarafından stratejilerinde dikkate alınan bir değişken olarak ele alınır. Yüksek oynaklık, fırsatları yakalamaya çalışan kısa vadeli tüccarlar için avantajlı olabilirken, bir kripto paranın teknik yapısı ve temel felsefesine ilgi duyanları da çekebilir (Godfrey, 2021: 30-36). Oynaklık ve getirilerin diğer piyasaları, örneğin hisse senetleri ve bitcoin'i etkileyebileceğini, bu da varlıklar arasındaki oynaklığın etkileşiminde ve iletiminde ortak bir ilişki çıkarımıyla sonuçlandığı belirtilebilir (Flori, 2019:2-5). Piyasadaki tüm oyuncular için kripto para piyasasındaki oynaklık dinamiklerini anlamak, farklı kripto paralar arasındaki bağımlılıkları ve oynaklıklarını etkileyen olayları içine bir bakış sağlamaktadır (Gong, 2023:2-6).

Sonuç olarak, yatırımcıların strateji faaliyetlerinde meydana gelen volatilite, yatırımcı pozisyon almalarını büyük ölçüde etkilemektedir. Bazı yatırımcılar, yüksek volatiliteyi kısa vadeli fırsatlar olarak "vur-kaç" (scalping) faaliyetlerini sürdürmek için kullanmakta iken bazı piyasadaki aktörler ise kripto para biriminin temel felsefesi ve teknik inşa metni olan white paper (beyaz kitap) üzerinde strateji planları yapıp, uzun vadeli bir yatırım kararında durabilmektedir.

2.5. VOLATİLİTE MODELLEMELERİ VE RİSKLERİN DEĞERLENDİRMESİ

Kripto para piyasalarındaki volatilitenin doğru bir şekilde anlaşılması ve değerlendirilmesi, etkili risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi için kritik önem taşımaktadır. Bu bölüm, kripto para piyasalarında kullanılan volatilite modellemelerini ve risk değerlendirme yöntemlerini inceleyerek volatilite modellemeleri ve risk değerlendirme yöntemlerini ele almaktadır.

2.5.1. Kripto Para Piyasalarında Kullanılan Volatilite Modellemeleri Ve Risk Değerlendirme Yöntemleri

Kripto para piyasalarında var olan mevcut yüksek volatilitelerin nedenlerini tartışmıştık. Bu durumdan kaynaklanan öngörülemez piyasa hareketlerinin sonucunda yatırımcılar üzerinde piyasa tepkilerinin farklılaşabileceğini de tartışmıştık. Kripto para piyasalarındaki bu yapısal olarak volatilite kavramına olan yatkınlık, gelişmiş volatilite modellemesi ve risk değerlendirme tekniklerinin kullanılmasını gerektirdiği söylenebilir. Volatilite yapısını inceleyen çeşitli teknik ve yöntemler vardır. Bu çalışmanın da detaylı olarak ele aldığı oynaklığı tetkik eden uygulamalar aşağıdaki gibidir;

Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Heteroskedastiklik (GARCH) ve Otoregresif Koşullu Heteroskedastiklik (ARCH) Modelleri, zaman serisi verilerindeki volatilitenin değişkenliğini modellemek için kullanılır. Kripto para piyasalarında fiyat değişimlerinin zaman içinde nasıl değiştiğini anlamada faydalıdırlar. Piyasa verilerindeki "volatilite kümelenmesi" (volatility clustering) fenomeni, ARCH modelinin bir uzantısı olan GARCH modeliyle daha iyi anlaşılır. Bu nedenle de bu çalışmada kripto para birimlerinde yüksek volatilite kümelenmesi olmasından, GARCH modelleri tercih edilmiştir.

GARCH dışında stokastik volatilite olarak modelleme tipleri, fiyat dalgalanmalarının öngörülemez ve rastgele olduğunu temel prensipte öngörür. Kripto para piyasaları gibi hızla değişen piyasalarda, stokastik volatilite modelleri, piyasa davranışlarını anlamak adına önem kazanmaktadır (Söylemez, 2020:1-12).

Üssel Ağırlıklı Hareketli Ortalama (EWMA), kripto para piyasalarındaki kısa vadeli fiyat hareketlerini anlamada, volatilitenin daha güncel bir ölçüsünü sağlayarak yardımcı olur. GARCH, EWMA gibi risk değerlendirme yöntemleri, oynaklığın yüksek seyrettiği piyasalarda volatiliteye karşı alınacak tedbir ve stratejilerde önemli kavramsal çerçeveler çizmekte ve kripto para birimleri gibi yüksek volatiliteye sahip varlıklar içeren portföylerin riske maruz değer tahmini için daha çeşitli volatilite modellemesinin önemini göstermektedir (Silahlı, 2020). Meşhur Markowitz'in portföy teorisinde kaleme aldığı gibi risk seviyesi için beklenen en yüksek getirinin en düşük riske sahip optimal portföyler kümesini temsil eden etkin sınırın matematiksel olarak belirlenmesi için portföy yapılandırmasının optimal ölçüde çeşitlendirilmesi hipotezini önermiştir (Markowitz, 1952:77-91). Günümüzde geçerliliğini koruyan bu hipotez, portföy çeşitlendirmesinin çeşitli riskleri azaltma planının temel bir bileşeni konteksti içinde değerlendirmekte ve kripto paralarda, portföy çeşitliliğini artırma eğilimlerini desteklemektedir. Risk değerlendirme yöntemlerinden stres testleri de özellikle yatırımcı kuruluşlarda senaryo analizleri sağlanarak kripto para piyasalarında ani piyasa değişikliklerinin etkilerini test eder. Stres testlerinde sınanan piyasa tepkileri ile oluşan piyasa şoklarına karşı yatırım portföylerinin kırılganlığı sorgulanır.

2.5.2. Volatilite Modellemelerinde Sınırlılıklar, Eksiklikler ve Yanılgılar

Volatilite veya diğer adıyla oynaklık, piyasalardaki veri setlerinin sunduğu mikro iktisadi verilere göre her zaman ivme değişikliği yaratmaz. Piyasadaki şoklar, etkinlik, likidite problemleri, asimetri, spekülasyon, hukuki boşluk ve bunlar gibi veya makro iktisadi politik ekonomik nedenlerden dolayı kaynaklanabilir (Da vd. 2019:5). 2023 yılında teknoloji liderlerinin en çok üzerinde durduğu konular ve Makine öğrenimi (ML) ve Yapay zekâ (AI) teknolojilerinde yoğunlaşmıştır. Bu tezi destekleyen, ünlü danışmanlık şirketi McKinsey & Company'nin yapay zekâ teknolojisinin 2023'teki durumuna ilişkin raporunda yapay zekanın şirket yöneticileri için odak noktası haline geldiğini, araştırma yaptıkları anketlerde üst düzey yöneticilerin iş için üretken yapay zeka araçlarını kişisel olarak kullandığını

ve yapay zeka kullanan şirketlerin katılımcılarının dörtte birinden fazlasının, üretken yapay zekanın halihazırda yönetim kurullarının gündemlerinde yer aldığını bildirdiği belirtmektedir (Mckinsey, 2023:Erişim tarihi 05.11.2023).

Kripto para piyasalarının doğası gereği, var olan volatilite modellemeleri bazen yetersiz kalabilir. Piyasalardaki hızlı değişimler ve beklenmedik olaylar, bu modellerin doğruluğunu ve güvenilirliğini sınırlayabilir. Modellemeler, öngörülemez dış faktörler ve piyasa manipülasyonları gibi etkenleri tam olarak hesaba katamayabilir. Bunun dışında yapay zekâ ve makine öğrenimi teknolojilerinin kripto para piyasalarında volatilite analizi ve modellemelerinde kullanılması Aşırı Uyum (Overfitting) veya Yanlılığın (Bias) Modellere Yansıması gibi problemlere neden olabilir. Bu durumlar, modellerin geçmiş verilere olması gerekenden fazla uyum sağlayarak gelecekteki piyasa koşullarını yanlış öngörme eğiliminde veya yapay zekâ eğitilmelerinde kullanılan modellemelerde yanlışlar yapılması nedeniyle analizlerin eksik sonuçlanmasıyla gerçekleşebilir (Farhat vd. 2023:1-18), (Youssef vd. 2023:2-12).

2.5.3. Volatilite Modellemelerin Geliştirilmesi ve Risk Yönetiminde Yenilikçi Yaklaşımlar

Kripto para piyasalarında volatilite piyasalardaki risk algısını en çok tetikleyen olgudur. Volatilite modellemeleri ve risk değerlendirme yöntemleri, blokzincir altyapısı sayesinde güncellenmeye müsait dinamik ve karmaşık piyasaları anlamak için kritik öneme sahiptir. Gelişen teknolojiler ve yenilikçi analiz yöntemleri, bu alandaki araştırmaları ve uygulamaları ileriye taşımakta ve daha etkili risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine olanak tanımaktadır.

Yeni gelişen ilerlemeler, makine öğrenimi ve yapay zekanın piyasa verilerindeki eğilimleri belirlemek ve gelecekteki hareketleri öngörmek için geliştirilen algoritmalar yeni potansiyel katkılar sunabileceği gibi geleneksel volatilite modellerinin sınırlamalarını aşabilir ve piyasa davranışlarını daha doğru bir şekilde modelleme şansına sahip olabilir (Hasan, 2020:1-5). Volatilite kavramı konvansiyonel piyasalarda olduğu gibi kripto para birimlerinde de isminden söz ettireceği ve gelişen teknolojilerin doğru adaptasyonlarına dikkat edildiği taktirde

volatilitenin tahmin güncellemeleri daha net bir hale dönüşme ihtimali bulunmaktadır. Piyasada istikrar sağlanmasıyla bu güncellemeleri takip eden piyasa düzenlemeleri ve küresel regülatif anlaşmalar ilerde volatilite kavramına yenilikçi bakış açıları kazandıracaktır.

2.6. EMPİRİK BULGULAR ÜZERİNDEN VOLATİLİTE KARŞISINDA PİYASA TEPKİLERİ

Yüksek volatilite dönemleri, yatırımcıları daha riskten kaçınan ve temkinli hale getirebilir. Ancak bu dönemler, bazı yatırımcılar tarafından spekülatif fırsatlar olarak görülebilir. Önceki deneyimler, risk toleransı ve piyasa beklentileri gibi farklı faktörler, piyasa katılımcılarının volatiliteye nasıl tepki verdiklerini etkileyebilir. Bu bölümde, empirik verilere dayanarak, volatiliteye karşı piyasa tepkilerini detaylandırılmaktadır.

2.6.1. Kripto Para Piyasalarında Gözlemlenen Volatiliteye Karşı Piyasa Tepkileri ve Davranışları

Volatilite finansal piyasaların her çeşidinde gözlemlenen bir kavramdır. Yatırımcılar ve diğer piyasa katılımcıları, öncelikle kripto para piyasasının doğası gereği yüksek oynaklığına dayanarak kararlar alıyor. Bu bölüm, kripto para piyasası oynaklığına karşı çeşitli piyasa tepkilerini ve davranışlarını incelemektedir. Avrupa Merkez Bankası'nın raporu, kripto para piyasalarının diğer para birimi ve yatırım araçlarına kıyasla önemli ölçüde daha yüksek oynaklığa ve spekülatif yapıya sahip olduğunu vurgulanmaktadır (Kayral, 2020:153). Ayrıca kripto para piyasalarının yüksek volatiliteye sahip olmasının nedenleri yeni piyasalar olmasıyla açıklanmaktadır (Güleç ve Aktaş, 2019:491-492).

Kripto para piyasaları, tahmin edilmesi zor olmaları ve düzenlemelerin eksik olması nedeniyle spekülasyonlara açık olmalarıyla tanınırlar. Bu dalgalanma, yatırımcıların risk algılarını ve yatırım tercihlerini etkilemekte ve bu da piyasa değişikliklerine karşı artan bir belirsizlik ve hassasiyet yaratmaktadır. Bazı yatırımcılar, bu dalgalanmalara tedbirli bir şekilde yanıt verebilirken, diğerleri

spekülatif fırsatlardan kar elde etmek için daha büyük riskler alabilir. Kripto para piyasalarında yeterli düzenlemelerin ve şeffaflığın olmamasıyla daha da karmaşık bir hale gelmektedir (Chen 2023:1-9), (Said, 2023:40-60).

Kripto para birimleri dünyasında gözlemlenen piyasa dalgalanma odaklı tepkilerin ve sonuçlarından doğan davranışların ayrıntılı bir incelenmesi, fiyatları önemli ölçüde dalgalanan piyasalarda finansal anlamda ödeme aracı olarak kullanmanın şüphesiz hayati bir yönüdür. Yatırımcıların bu tepkileri anlamak ve pozisyonlarını buna göre ayarlamak konusunda bilgece olmasına rağmen, önemli kripto para cüzdanları riskten kaçınmadan spekülatif ve mantıksız davranışlara kadar çeşitli tepkiler gösterebilir. Dolayısıyla, yatırım stratejilerinin ve risk yönetiminin etkinliğini sağlamak için her tür piyasa aktivitesini dikkatlice ölçmek esastır.

2.6.2. Kripto Para Piyasalarındaki İrrasyonel Tepkiler

Borsalardaki deneyimli finans uzmanları genellikle piyasa hassasiyetlerini ve duygularını analiz etme pratiğinde bulunurlar. Grafik desenleri, trend çizgileri ve teknik göstergeler gibi çeşitli araçlar, bu hassasiyetleri analiz etmek ve anlamak için kullanılır (Gita, 2023:226). Ayrıca, piyasadaki hisleri değerlendirmek için duygu analizi (sentiment analysis) tekniklerinin kullanımı gerçekleştirilir. Araştırmacılar tarafından geliştirilen gelişmiş doğal dil işleme algoritmaları, finansal haber hikayelerinin ve sosyal medya verilerinin duygu tespiti amacıyla analiz edilmesini kolaylaştırmıştır. Birçok araştırma, duygusal ruh hali ve piyasa dalgalanmaları arasında ilişkiler belirlemiştir, dolayısıyla duygu analizinin finansal piyasaların analizi ve tahmini için değerli bilgiler sunmada önemli bir potansiyel taşıdığını belirtilebilir (Saif, 2021:1-7), (Bayram ve Turan 2023:1-15).

Duygu analizi araştırma alanı, iş, halk sağlığı, hükümet politikaları, sosyal bilimler ve sanat gibi çeşitli alanları kapsayacak şekilde önemli bir büyüme yaşamıştır. Ancak, olası olumsuz sonuçları göz önünde bulundurmak ve duygu analizinde adaleti aramak hayati önem taşır. Genel olarak, piyasadaki duygusal faktörlerin incelenmesi hem finans uzmanları hem de araştırmacılar için önemli bir fayda sağlamaktadır, (John vd. 2020:2-7).

Piyasalarda yatırımcılar olağanüstü makro şoklarda (Covid19 pandemisi gibi) ya da mikro şoklarda (Elon Musk'un piyasalarla ilgili attığı bir tweet'in yarattığı etki gibi) irrasyonel davranışlarda bulunabilirler. Piyasa katılımcılarına bazen korku, açgözlülük gibi irrasyonel duygularla hareket edebilirler. Bu durum piyasa fiyatlarında aşırı dalgalanmalara ve beklenmedik hareketlere yol açabilmektedir (Ante, 2023:186) .

Sosyal medya günümüzde haber kaynaklarından biri haline gelmiştir. Ancak sosyal medyada haber içerikleri kurumsal haber şirketleri denetimi altında her zaman olmaz. Kurumsal haber şirketlerinin de doğruluk payları nicelikli olarak tartışılmaktadır lakin sosyal medyada yalan haberler ve piyasa spekülasyonları için çok daha müsait bir ortam yapısı vardır. Bu medya ortamlarında oluşan hızlı ve yanlış bilgi akışları, piyasalarda duyarlılığı artırarak yatırımcılarda duygusal veya irrasyonel tepkiler vermeye sebep olabilmektedir.

Bunlar dışında piyasalarda manipülasyonlara da açık bir hal vardır. Örneğin 'pump and dump' (şişir ve sat) gibi piyasa manipülasyonlarına ve irrasyonel davranışlara açıktır. Bu ve bunun gibi faktörler, piyasalarda istikrarsız davranışları tetikleme kabiliyetlerine sahiptir. Bu durumlarda kripto paraların gerçek ekonomik değerinden önemli sapmalara neden olabilir.

2.6.3. Piyasa Davranışlarının Volatiliteyi Nasıl Etkilediğine ve Bu Etkileşimin Ekonomik Sonuçlarına Dair Analizler

Piyasa davranışları ile volatilite arasındaki etkileşimi ölçmek piyasada mevcut olan veya olma ihtimaline sahip oynaklık seviyelerini tahmin etmeye yarayan önemli bir etkileşim incelemesidir. Kripto piyasalarda davranışlar ile oynaklık arasında karşılıklı bir etkileşim vardır. Yatırımcı davranışlarında oluşan değişiklikler oynaklıkta, oynaklıkta oluşan değişikler de yatırımcı davranışlarında farklılıklara neden olabilir.

Piyasalarda bu tarz durumlara karşı en önemli tedbirler başlıca bu tarz dinamiklerin olma ihtimalini analizlerde dahil etmekten başlamaktadır. Ek olarak bu konunun da bir problem olduğu ve hesaplamalarda etki yaratabilme potansiyelinin var olduğu iyice idrak edilirse yatırımcı davranışlarını anlamada risk

yönetimi stratejileri geliştirmek adına adımlar atılabilir. Piyasa davranışları ve volatilite arasındaki etkileşim, kripto para piyasalarında önemli ekonomik sonuçlar doğurur. Bu etkileşimi anlamak, piyasa istikrarını ve yatırımcı güvenini korumak için hayati öneme sahiptir (Yağcılar, 2022: 108-131). Risk yönetimi ve korunma stratejileri geliştirirken, piyasa davranışlarının ve yatırımcı psikolojisinin dikkate alınması, kripto piyasalarda oluşan volatilite kavramını hem mevcut hem de gelecekteki modellemelerde daha gerçekçi tahmin yapmada kullanılabilir (Parichat, 2023:3-4). Böylece kripto para piyasalarında volatiliteye yönelik proaktif yaklaşımlar sergilenerek piyasa istikrarında ve sürdürülebilirliğinde pozitif gelişmeler gerçekleşebilir. Bu gelişmelerin yaratacağı etkiler hem regülatörler hem de piyasa katılımcıları için piyasaları daha şeffaf, erişilebilir ve güvenilir kılmak adına önem arz etmektedir.

2.7. LİTERATÜR TARAMASI

Güven ve Şahinöz (2018) kitaplarında belirtilen bilgilere göre, 2008'de ufuk açıcı teknik incelemelerini yayınlayan ve 2009'da ilk kodu başlatan Nakamoto, bir merkez bankasına veya defteri-kebir yardımı olmadan, kayıtları işletmek ve sürdürmek için başka bir otoriteye ihtiyaç duyulmayan eşler arası gönderilebilecek bir para birimi olarak Bitcoin'i yaratmıştır. Nakamoto'nun tasarladığı Bitcoin kripto birimindeki “defter-i kebir” sisteminin çalışma prensibinde blok zinciri vardır. Mundy (2017), Haufler (2014) gibi çalışmalarda insanlık geçmişi boyunca, icat edilen yazımın ardından, bizim türümüz, birtakım nedenlerle iletişimini kısıtlama çabaları içinde, gizli kodlar ve şifreler oluşturma girişimlerinde bulunduğunu gözlememişlerdir. Aynı şekilde The Institution for Science Advancement (2016) gibi çalışmalarda bu sürecin, yazılı tarih boyunca devam ettiği belirtilmiştir.

Yazının icadından bu yana gizli kodlar yaratmaya çalışmış, ancak özellikle 2. Dünya Savaşından sonra modern matematiksel kriptografi geliştirilmiştir. Açık anahtar yapılı kriptoloji sistemleri, Griffith, (2014) çalışmasında belirtildiği gibi 1976'da ilk kez tanıtılmış ve kriptoloji kullanarak parasal, maddi anlam amacıyla kullanım 1980'lerin başında denenmiştir 1982'de dijital para biriminin babası olarak bilinen David Chaum, kriptografik şifrelemeye sahip bir dijital para birimi olan "E-

cash"i tanıtmıştır. Javani vd. (2019) ve Ruoti (2019) yaptıkları incelemelerde ve Chaum'un, tasarladığı "kör imza" ile kriptografik sisteme anonimlik eklediğini ve bu yapının blockchain teknolojisini ilham verdiğini gözlemlemektedir. Merkle (1987)'de yaptığı ilerleme ile, Merkle ağacı, işlem bilgi transferini hızlandırmak ve güvenilirlik sağlamak için 1980'lerin sonlarında oluşturulmuştur. Haber ve Stornetta (1991), Merkle bloklarından yararlanarak blockchain teknolojisini andıran bir sistem tasarlamıştır (1990'ların başında Stornetta ve Haber, çalışmalarında belgelerin özgünlüğünü koruma ve belge transferleri sırasında değişiklikleri önleme yöntemi geliştirmişilerdir). Blockchain teknolojisinin temelini atan bu yöntem, 1991'de Stuart Haber ve W. Scott Stornetta tarafından sunulmuştur. Haber vd. (1992), Merkle ağaçlarını blokzincir teknolojisine dahil etmiş ve belgede bulunan dijital imza bilgilerinin blokla kaydolmasına imkân vermiştir. Back (2002), Hashcash sistemini yaratarak iş kanıtı uygulamasında Hashcash prensibi geliştirmiş ve bu teknoloji sayesinde blokzincirde kullanılan kriptoloji tabanlı iş kanıtı algoritması oluşmasını sağlamıştır. Nakamato (2008) yayınladığı belge ile, ilk merkezi olmayan blok zinciri kavramı Satoshi Nakamoto olarak bilinen bir teknoloji grubu veya tek bir kişi tarafından 2008 yılında kavramsallaştırılmıştır. Genesis Blok kavramı ile blokzincir ekosistemi içerisinde ilk blok oluşturmuştur. Bu blok, bizzat Nakamato tarafından oluşturulan ilk bloktur. Robin vd. (2020), blok sayesinde ilk yapılan işlem bilgileri ve blokzincir'in tanımsal bilgilerini incelemiş ve aynı zamanda blokzincir mekanizmasının çalışma prensibi nedeniyle bu teknolojisinin ilk ayağını oluşturması bakımından önem arz ettiğini belirtmişlerdir. Tubitak Blokzincir Araştırma Laboratuvarı (2022) çalışmasında belirtilen üzere, günümüz internet dünyasında, multimedya, haberleşme, web arayüzü gibi pek çok alanda veri transferi gerçekleşmektedir. Blokzincir teknolojisi, bu veri transferlerinin ötesine geçerek, değer atfedilen varlıkların dağıtık bir veri tabanı üzerinden transfer edilmesine olanak sağlamaktadır. Desjardins, (2019), mevcut internet hızında her gün oluşturulan veri yaklaşık 2.5 kentilyon (2 500 000 terabayt) büyüklüğünde olduğunu gözlemlemektedir. Narayanan vd. (2016) yaptıkları incelemelerde, dünyada internet kullanımı yaygınlaşmakta ve kaydedilen veri trafiği yoğunlaştığını incelemişlerdir. Bu neticede verilerin önemi gitgide artmakta ve veri, verinin analizi kavramlar önemini artmakta olduğunu ve bu nedenle veri kayıt işlemlerinde güvenirlik son derece

ehemmiyetli bir mesele haline geldiğini gözlemlemişlerdir. Aynı zamanda Nakamoto'nun yaptığı çalışma ile, blokzincir teknolojisinde kullandığı usul olan Hashcash sayesinde bloklar arasındaki entegrasyon hızına çeşitli zorluk seviyeleri eklendiği anlaşılmış ve böylelikle bloklar arasındaki tasdik veya onay için herhangi bir üçüncü tarafı serbest bırakılmıştır. Blokzincir teknolojisinde Nakamoto'nun kritik geliştirmeleriyle, çok aşamalı işlemleri onaylama ve izleme imkânı sağlanmıştır. IBM (2021) çalışmasına göre, bu sistem, her bir aktörün işlemlerin her aşamasını görme ve her birinin hangi eylemleri yaptığını denetleme yeteneği ile Blokzincir teknolojisinin geliştirilmiş güvenliğini belgeleyen bir yapı oluşturur. Ayrıca, daha fazla şeffaflığı ve anında izlenebilme özelliğini benimseyen bir yapı da inşa edilmiştir. Ünlü Avusturya ekolünden gelen ekonomist Hayek'in döviz rekabetindeki finansal piyasalar için faydalı olduğu görüşü baz alınarak Iwamura vd. (2014) çalışmalarında, Bitcoin dışında, diğer kripto para birimlerinin pazar payının artacağı, farklı kripto para birimlerinin bir arada var olmasını sağlayan bir kripto para ekosisteminin gelecekte kaçınılmaz olarak ortaya çıkacağı savunulmuştur. Schwartz vd. (2014), 2012 yılında Ripple adlı kripto para birimi yaratılarak finansal işlemlerde gerçekleşen ücretlerin azalması ve hızın artışı konularını incelemiştir. Bitcoin'in çıktığı tarihten sonraki artan popülaritesi, Grinberg (2011) çalışmasında belirtildiği gibi, alternatif kripto para birimi kavramının (altcoin) yaratılmasına ve böylece Litecoin, Dogecoin gibi diğer birçok alternatif kripto para biriminin (altcoinlerin) türetilmesinin önünü açmıştır. Bunun sonucunda, blokzincir teknolojisi esaslı para transferi seçenekleri, Bitcoin alternatiflerinin çoğalmasıyla artmıştır. Szabo (1997) hukuk ve teknoloji araştırmaları kapsamında, Satoshi Nakamato'nun kendisi olduğu da birçok çevre tarafından düşünülen Nick Szabo, sözleşme hukuku kapsamında dijital olarak akıllı sözleşmeler kavramını yaratmıştır. Butterin (2014) yılında yaptığı çalışma ile, Bitcoin'in başarısı ile birkaç grup, daha karmaşık akıllı sözleşme biçimlerini içeren ardıl "Bitcoin 2.0" tasarımları önermiştir. Bu sistemlerden en gelişmişi "Ethereum" olarak belirmiştir. Aynı şekilde yine Butterin (2014) yılında yaptığı çalışma ile, Ethereum ile sözleşmeleri fiziksel dünyadaki bilgi ve etkileşimleri içerecek şekilde genişletme önerileri de vardır. Bunlar arasında itibar yönetimi, gayrimenkul ve araçlar için "akıllı mülk" mülkiyet kayıtları, deprem veya hava durumu sigortası ve otomatik oda kiralama yer almaktadır. Fairfield (2014) yasal konulara ilişkin tartışmalar mevcut olduğunu belirtmişlerdir.

Wang ve diğerleri (2013), genelleştirilmiş işlem defteri, kaynak ekseriyeti gibi kavramlar sayesinde programlanabilir ve sürekli gelişebilir bir yapı sağlayan Ethereum aynı zamanda akıllı sözleşmeler süreçleri otomatikleştirerek maliyetleri azaltama imkanına olduğunu incelemiş ve bu nedenle ciddi bir potansiyel taşımakta ve güvenli bir zaman damgası hizmeti tasarlamak için blokzincir teknolojisini, merkezi olmayan yönetim, doğrulanabilir gecikme işlevleri, akıllı sözleşmeler ve üçüncü taraf güvenilir zaman damgası gibi teknolojileri kullanma çalışmaları yapmışlardır. Bu çalışmaların amacı, hata payını en aza indirerek ve sistem genelinde güven dağılımını en üst düzeye çıkararak güvenli bir şekilde zaman damgası sağladığını incelemektedir. Akıllı sözleşmelerin altyapısı, modern şirketler, yatırımcılar, yöneticiler, çalışanlar, müşteriler ve tedarikçiler arasında yapılan bir dizi sözleşme ile tanımlanır. D'Onofrio (2014) çalışmasında vurgulandığı üzere, bu fikirlerin nihai ifadesi 'Dağıtılmış Otonom Toplum' (DAS, bazen 'Merkezi Olmayan' olarak da adlandırılır) kavramıdır. Eğer bu sözleşmeler otomatik hale getirilirse, "Dağıtılmış Otonom Kuruluşlar" ya da bazen "Merkezi Olmayan" olarak adlandırılan DAO'lar mümkün olur. Bu varlıklar, insan yönetimi olmadan alım satım yapabilir, kararlar alabilir ve hatalar veya anlaşmazlıklar durumunda işe alıp çıkartabilir. Aynı şekilde, blokzincir üzerinde insanlar tarafından oy kullanarak yönetilen organizasyonlar da oluşturulabilir. Levine (2014) çalışmasında, Adam Levine, yatırımcılara kripto para ihraç ederek ve daha sonra merkezi olmayan blok zinciri oylamasına dayanan yükleniciler kullanarak 'kendiliğinden başlayabilen' organizasyonları önermektedir. Zetzsche vd. (2017) yaptığı çalışmalarda, blokzincir teknolojisini, ICO (İlk Coin Teklifi) kavramının kullanılmasıyla finansal türev işlemlerini gerçekleştirmek için bir araç olarak belirterek sonuç itibariyle blokzincir teknolojisinin, sadece kripto para birimleri satın alma, satma ve ticaret işlemleri için değil, aynı zamanda finansman seçenekleri olarak da kullanılmaya başlandığını incelemektedir. Keza, Catalini vd. (2017), kripto paraların toplumsal yankısı en yüksek logaritmik yükselişi kaydetmiş ve bu durum özellikle Bitcoin'in popülaritesini ciddi anlamda yükseltmesiyle ilgili çalışmalar yapmıştır. Houben vd. (2018) yaptıkları incelemelerde, 2017 yılından sonraki kripto para birimlerinde yükselen trendler kamunun ve dolayısıyla politika belirleyeceklerin dikkatini çektiklerini gözlemlemiş ve örneğin Avrupa Parlamentosu Ekonomik, Bilimsel ve Yaşam Kalitesi Politikaları Departmanı konuyla ilgili daha çok regülasyon

çalışmalarını içeren araştırmaların yapılması gerekliliği tebliğlerini bu tarihten sonra ilan ettiklerini incelemişlerdir. Gencer vd. (2018) yapmış oldukları bir çalışma ile kripto para kullanımının artan yaygınlığı ve geniş halk tabakalarına sunulmasından kaynaklanan düzenleyici gereklilikleri ele almışlar ayrıca bu durumun uluslararası finans sistemi üzerinde yaratmış olduğu etkiler incelenmiştir. Omohundro vd. (2014), devletin çeşitli fonksiyonlarının büyük bir kısmı, akıllı kontratlarla daha güvence altına alınıp ucuza getirilebileceği görüşlerini önermiştir. Davidson ve diğerleri (2016), İktisatçı Ronald Coase'nin etkin kurumlar teorisi ve Hayek'in özel düzen teorisi, eklenerek vaka incelemesi üzerinden çeşitli bilim insanlarının teorilerini birleştirmişlerdir. Ek olarak James Buchanan'ın anayasa ve toplu hareket teorileri ve ekonomist Oliver Williamson'ın teorilerine dayalı tamamlanmamış kontratlara odaklanan fırsat maliyet konseptlerini genişletmişlerdir. Sonuç olarak blokzincir'in sadece bir teknolojik yaklaşım olarak değerlendirilmesinden ziyade yeni bir ekonomi türü olarak değerlendirilmesini önermişlerdir. Anceaume ve diğerleri (2016), Blokzincir teknolojilerine ilişkin yapılacak araştırmaların, bu teknolojinin kullanılabilirliğini, işlevselliğini ve sonuçlarını derinlemesine kavramak adına, ölçeklenebilirlik, güvenlik ve gizlilik gibi blokzincir altyapısının temel unsurları arasındaki karşılıklı etkileşim ve bağımlılıkları analiz etmesi büyük önem taşıdığını belirtmiştir.

Tapscott vd. (2019) "Blockchain Revolution" isimli eserinde, blokzincir teknolojisi ile sağlanan diğer olası fırsatlara değinirken, fikir birliği mekanizmaları sayesinde tedarik zinciri yönetimi ve çeşitli mülkiyet hakları gibi konuların da önemli gelişmeler kaydedebileceğini belirtmektedirler. Yine Tapscott ve diğerleri, 2018 yılındaki kripto para piyasalarında, 2017'deki büyük yükselişin ardından yaşanan düşüşleri vurgulamışlardır. Enoksen vd. (2020) yaptıkları çalışmada, 2017 senesinde kripto para borsalarında gözlemlenen yüksek volatilite ve risk ile birlikte anlık artışlar, ardından 2018'deki düşüşler ile birlikte 'balon' riskinin bu pazarlarda olabileceği konusu üzerinde durmuşlardır. Casey ve Vigna, (2018) kitaplarında, bloklar üzerine inşa edilen zincir teknolojisi sayesinde oluşturulan ekosistem genişleyerek, kripto para borsalarının dışına taşmış ve özellikle akıllı sözleşmelerin varlığı ile çeşitli alanlarda uygulamalar gerçekleştirilmeye başladığını incelemektedir. Grech vd. (2017), blokzincir birçok alanda gelişerek kullanımı çeşitli uygulamalarda denendiklerini

vurgulamıştır. Ayrıca Avrupa Komisyonu Politika Raporuna göre eğitim sisteminde öğrencilerin not döküm sistemlerinin kayıt altına alınması ve elde edilen sertifika ve diplomaların değiştirilemez güvenlik mekanizması sayesinde blokzincir ile korunması gibi uygulamalar eğitim sisteminde uygulanma girişimleri başlatılmıştır . Angraal ve diğerlerinin yaptıkları araştırmada (2020), IBM, Merck gibi büyük kurumsal şirketler blokzincir teknolojisini kullanarak sağlık sektöründe uygulama alanları çalışmaları yapmışlar ve hasta kayıt veya ilaç sistemlerinde takip edilebilirlik gibi kavramlarda blokzincir'den faydalanabilmek adına çalışmalar başlattıklarını gözlemlemişlerdir. Blokzincir altyapısının kamu politikalarında kullanımı Õunapuu (2018) çalışmasında belirtildiği üzere yaygınlaşmaya başlamış ve bu altyapı sayesinde Estonya'da vatandaşlık hizmetleri için uygulamalar gerçekleştirilmiştir. "Corporate Governance and Blockchains" isimli yazısında Yermack (2017), blockchain teknolojisinin şirket yönetiminde kritik bir rol oynayacağını ve hatta şirket yönetiminde şeffaflığı koruma konusunda blockchain'in potansiyel etkileri olabileceğini belirtmektedir. Arner vd. (2015), finansal teknolojilerin (FinTech) ilerleyişi ve blockchain'le olan muhtemel etkileşimleri incelenerek mali pazarlara entegrasyon sürecinin düzenlemesine dayalı özellikle ele aldığını incelemiş, dönüşüm stratejilerine değinilmiştir. 2021 yılında El Salvador, Nerurkar (2021) ve Leuprecht'in 'Journal of Financial Crime' dergisindeki çalışmalarında belirtildiği gibi, Bitcoin'i yasal ödeme aracı olarak benimseyen ilk ülke olmuş, bu durum merkezi olmayan finans politikasının uygulandığı bir devlet politikasına dönüşmüştür. 2020 yıllarına gelindiğinde, özellikle DeFi (Decentralized Finance) ve NFT'ler (Non-Fungible Tokens) alanında büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Schär (2021) çalışmasına göre, bu gelişmeler kripto para birimlerinin etkileşimini ve yaygınlığını artırdığı gözlemlenmiş ayrıca NFT teknolojisi ile fikri mülkiyet hakları artmış ve ünlü sanatçıların ve düşünürlerin dijital kimlikleriyle eserlerini dijital sanat platformlarında sergileme durumları oluşmuştur. (Bazin, 2021).

Araştırmacılar Bordo ve Levin, (2017), Amerikan Ulusal Ekonomik Araştırmalar Bürosu tarafından yürütülen "Merkez Bankası Dijital Para Birimi ve Para Politikasının Geleceği" (2017) başlıklı çalışmalarında kripto para piyasasının makro ekonomik unsurlarını incelediler. Bu araştırmacılar, merkez bankalarının para politikasının değerlendirmesini yaptılar ve bu politikaların dijital bir çerçevede potansiyel olarak daha seçkin olma yeteneğini tartıştılar. Dijital para birimini ve kripto

para sistemlerini karşılaştırarak blokzincir teknolojisindeki güvenlik ve açıklık konularını ele aldılar ve işlemlerin maliyet ücretlerinin sunduğu fırsatları değerlendirdiler. Avrupa Parlamentosu (2018), yaptığı bir çalışmada kripto para ekosisteminin Avrupa Merkez Bankaları'nın para politikaları üzerindeki etkisini vurguladı. Yapılan çalışmada, politikaları incelemenin yanı sıra kripto ekosisteminin mali istikrar üzerindeki olası etkilerini de araştırılmıştır.

İngiltere Merkez Bankası (2020) yılında yayınladıkları araştırma yayınlarında Merkez bankası dijital para birimi" (MBDPB), İngilizce (Central bank digital currency) gündeme getirmiş bu yeni dijital varlıkların kripto eko sisteminde yaratacağı fırsat ve potansiyel etkilerini ele almıştır. ARCH modeli, ayrıca Autoregressive Conditional Heteroskedasticity modeli olarak da bilinir, Engle (1982) tarafından zaman serilerini karakterize etmek ve modellemek için tanıtılmıştır. Ekonometrik analizde, bu modelin yardımıyla, kaotik dönemler ve nispeten sakin dönemler gibi çeşitli (normal veya olağanüstü) dalgalanmaları içeren finansal zaman serilerini modellemek mümkün hale gelmiştir. Özellikle finansal piyasalarda volatilite analizi için bu model, önemli olanaklar sağlamaktadır. Bollerslev (1986) çalışmasında, Engle (1982) tarafından sunulan en popüler otoregresif koşullu heteroscedastisite (ARCH) modeli ve takiben Bollerslev (1986) tarafından sunulan genelleştirilmiş otoregresif koşullu heteroscedasticity (GARCH) modeli olan finansal zaman serisi oynaklığını modellemek ve tahmin etmek için geliştirilmiştir. 1999 yılında finansal kantitatif analiz başlığı altında volatilite dalgalanmalarının finansal piyasalarda etkisini araştırmak amaçlı, Derman vd. (1999), varyans ve volatilite swaplarının özellikleri üzerinde durarak volatilite çarpıklığının varlığında varyansı analitik düzlemde inceleyerek belirsiz ve zamanla değişen volatilitede yapılan ekonometrik analizler sonucunda hedge edilmiş bir pozisyona risk verdiğini ve volatilite riskinin sıradan enstrümanlarla yönetilmesinin kolay olmadığını açıklayan matematiksel formül türetmişlerdir.

Güring ve Grigg (2011) ilk kripto para birimi olan Bitcoin üzerinde meydana gelen çok yüksek dalgalanmaları akademik ölçekte makroekonomik çerçevede inceleyen bir makale ele almıştır. Yermack (2015), ele aldığı makalede o dönemde yeni popülerleşen Bitcoin'in para birimi mi yoksa aktif bir varlık mı sorusuna yanıt arayarak değerlendirmiştir. Fiat birimleri olan dolar, euro, sterlin, Japon yeni, İsviçre

frangı ve altına kıyasla bitcoin'in volatilitesini incelemiştir. Sonuç olarak, Bitcoin'in bir fiat para birimi gibi kabul edilmesi ve güvenilir olması için, günlük fiyat dalgalanmalarının daha istikrarlı hale gelmesini düşünmüş ancak ilerde piyasalarda bir değer deposu ve hesap birimi olarak güvenilir bir şekilde hizmet verebileceğine varmıştır.

Gronwald (2014) çalışmasında, altın ve bitcoin piyasasını karşılaştırmıştır ve GARCH modellerini kullanarak bitcoin fiyatlarıyla altın fiyatları analiz etmiştir. Bitcoin fiyat dalgalanmalarında altına nazaran son derece büyük değişiklikler olduğunu ve işlem gördüğü pazarın olgunlaşmadığını hesaplamıştır. Beneki vd. (2019) kripto para hacimlerinde yükselen değere sahip altcoinleri incelemiş ve özellikle Ethereum volatilitesinin yenilikçi VAR metodolojileri ile inceleyerek Bitcoin ile korelasyonuna bakmışlardır. Ethereum'un Bitcoin'e tek yönlü volatilite aktarımı olduğunu keşfetmişler ve yeni geliştirilmiş bir türev piyasası dahilinde, karlı ticaret stratejilerinin bazı çeşitlendirme yöntemleriyle Ethereum için oluşturulabileceğini öngörmüşlerdir. Kyriazis vd. (2019) çeşitli altcoinleri seçerek (DOGE), Zcash (ZEC), OmiseGO (OMG), Bitcoin Gold (BTG), Bytecoin (BCN), Lisk (LSK), Tezos (XTZ), Monero (XEM), Decred (DCR), Nano (NANO) ve BitShares (BTS) altcoin oynaklıklarının en yüksek üç kapitalizasyon kripto para biriminin (yani Bitcoin, Ethereum ve Ripple) diğer yüksek kapitalizasyonlu dijital para birimleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Kripto para birimlerinin çoğunun Bitcoin, Ethereum ve Ripple ile tamamlayıcı olduğu ve sıkıntılı zamanlarda ana dijital para birimleri arasında herhangi bir hedging yeteneğinin bulunmadığını DCC-GARCH modelleriyle incelemiştir. Ghaiti vd. (2021) t dağıtımını kullanarak beş GARCH tipi model arasından ve bunları seçilen kripto para birimlerinin kapanış fiyatlarına uygulayarak Bitcoin, Bitcoin Cash, Litecoin, Dogecoin ve Ethereum'un volatilitesini tahmin etmek için en iyi modeli bulmaya çalışmıştır. Bitcoin, Litecoin, Dogecoin ve Ethereum için EGARCH (1,1) modelini ve Bitcoin Cash için GARCH (1,1) modelini kullanarak kripto para birimlerinin oynaklığını ve kapanış günleri referans alındığında hafta içerisindeki çeşitli günlerin çeşitli kripto para birimlerinde volatilite etkisi olduğunu hesaplamıştır. Vidal ve Meléndez (2016) Fraktal piyasalar hipotezine göre Bitcoin ve bazı kripto para birimlerinin FPH ile tutarlı görünen davranışsal özelliklere sahip

olduğunu analiz etmiştir. Kripto para birimlerinin volatil yapısını anlamak için yeni pazarların nasıl işlediğine dair daha derin bir anlayış getirmiştir.

Dyhrberg (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, Bitcoin'in bir finansal varlık olarak sınıflandırılması ve piyasadaki rolünün belirlenmesi üzerine odaklanılmıştır. Bu çalışmada, GARCH modelleri kullanılarak, Bitcoin'in ABD dolarına (bir para birimi ve değişim aracı) mı, yoksa Altın'a (bir değer deposu ve finansal risk durumlarında korunma amacıyla kullanılan bir emtia) mı daha çok benzediği değerlendirilmiştir. Bitcoin'in, borsa karakteristiği göstermekte olduğu ve Federal fon oranlarına bir yanıt olarak hareket ettiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda, Altın ile benzer değişkenlere yanıt verdiği görülmüş, bu da Bitcoin'in korunma özelliği taşıdığı sonucuna ulaşılmıştır. Yine bu araştırmada, Bitcoin'in çeşitli spekülasyonlar ve haberlere simetrik bir yanıt gösterdiği belirlenmiştir. Aynı şekilde Gronwald (2014) altın ve bitcoin piyasasını karşılaştırdı ve GARCH modellerini kullanarak bitcoin fiyatlarını analiz etmiştir. Araştırma sonuçlarında kripto pazarının son derece büyük değişiklikler olduğunu ve işlem gördüğü pazarın olgunlaşmadığını öngörmüştür.

Chu vd. (2017), hangi GARCH modellerinin Bitcoin, Dash, Dogecoin, Litecoin, Maidsafecoin, Monero ve Ripple'a uygun şekilde uyarlanabileceğini araştırmaşlardır. Nadarajah vd. (2017), IGARCH ve GJRGARCH modellerinin, en popüler kripto para birimlerinin kendi avlanma dönemlerinde volatilitesini modellemek için en uygun modellemeyi sağladığını gözlemlediler. Guesmi vd. (2018), Ocak 2012'den Ocak 2018 dönemine kadar olan dönemleri inceleyerek Bitcoin ile finansal göstergeler arasındaki koşullu çapraz etkileri ve dalgalanma yayılımlarını incelemek için farklı çok değişkenli GARCH metodolojileri kullanmıştır. Sonuçlar, VARMA (1, 1), DCC-GJR-GARCH spesifikasyonunun tahminler için en uygun olduğunu ortaya koymuştur. Guesmi vd. (2019), altın, petrol, gelişmekte olan hisse senedi piyasaları ve Bitcoin ile riskten korunma stratejilerinin, Bitcoin dahil edilmediğinden daha düşük riske yol açtığı ortaya koymuştur. Bu da Bitcoin'in seçili değişkenlere göre (Altın,petrol, hisse senedi vs) daha riskli bir varlık olduğunu göstermektedir.

Kripto para birimlerinde Granger Nedensellik ve Toda-Yamamoto Nedensellik analizlerinin de örnek akademik çalışmaları olmuş bu alanda birçok çalışma özellikle kripto para birimlerindeki etkileşim özelliklerini ve piyasa dinamiklerinin diğer

finansal varlıklarla olası ilişkilerini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Shahzad ve diğerleri, Bitcoin'in altın ve emtialara kıyasla daha iyi bir güvenli liman yatırımı olup olmadığını test etmek amacıyla Toda-Yamamoto Nedensellik testleri yapmış ve Bitcoin'in belirli dönemlerde altın ve emtialara göre daha etkili bir güvenli liman olduğuna dair nedensellik sonuçları gözlemlemiştir. Aynı şekilde yine Shahzad ve diğerleri başka bir incelemede, altın ve Bitcoin'in G7 ülkelerinin hisse senedi piyasaları için güvenli liman olup olmadıklarına dair Granger Nedensellik testi analizi yaparak değerlendirmişler ve Bitcoin'in bazı koşullarda güvence ve koruma sağlama konusunda altından daha etkin bir alternatif olduğu, fakat bu etkinliğin piyasa durumlarına göre değişim gösterebileceği vurgulanmıştır. Uluslararası finans ve finansal piyasaların ekonomik sistemler üzerindeki etkisini inceleyen Torun ve Demireli (2022), özellikle petrol ve döviz piyasaları arasındaki nedensellik ilişkileri üzerine yaptığı çalışmada, değişkenler arasında kısa dönemde kısa süreli meydana gelen çift yönlü nedensellik ilişkisi ve örüntüsünden önemli bilgiler sunarak Avro döviz kuru ve petrol fiyatları arasındaki nedenselliğin zamana bağlı değiştiğini ve zaman skalasına göre değişen dinamiklere sahip olduğuna ilişkin sonuçlar incelemişlerdir. Naem ve diğerleri (2021), yaptığı çalışmada, kripto para birimlerinin tasarımının dalgalanma üzerindeki etkilerini ve bu dalgalanmaların ekonomik unsurlarla olan bağlarını, çeşitli kripto birimler arasındaki dalgalanma ilişkileriyle birlikte Granger Nedensellik testleri ile değerlendirmiştir. Elde edilen bulgular, kripto paraların tasarımının dalgalanma üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu ve pazarın bu tasarım öğelerine nasıl yanıt verdiğini açıklamıştır. Katsiampa vd. (2019) yılındaki bir araştırmasında, Bitcoin kripto paritesi ve Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya borsa indeksleri arasındaki volatilitenin transferini Toda-Yamamoto Nedensellik testi kullanarak analiz etmiştir. Sonuçta, Bitcoin'den ilgili borsa endekslerine karşılıklı Granger nedensellik kanıtları ortaya çıkmıştır.

(Katsiampa, 2019). Dutta ve diğerleri (2020), sürdürdüğü bir incelemede, Bitcoin ve para piyasaları arasındaki ilişkinin Toda-Yamamoto Nedensellik analizi ile belirlendiği, Bitcoin ve belirli kritik döviz kurları arasındaki karşılıklı sebep-sonuç ilişkisi olduğunu bulmuşlardır. Bitcoin'in yıllar boyunca global para piyasaları üzerindeki etkisi artmış olduğu tespit edilmiştir.

Balcılar ve diğerlerinin (2018) gerçekleştirdikleri çalışmada, kripto para piyasalarındaki belirsizlik faktörünü altın fiyatları ve Granger Nedensellik testi kullanarak incelemiştir. Bouri ve diğerlerinin (2021) ele aldığı bir çalışmada, Bitcoin, Ethereum ve diğer önemli kripto paralar ile hisse senedi endeksleri, altın ve diğer varlık sınıfları arasındaki nedensellik ilişkilerini değerlendirmek amacıyla Granger nedensellik testi uygulanmış ve bulgular sonucunda, belirli dönemlerde ve piyasa koşullarında kripto paralar ile geleneksel finansal varlıklar arasında anlamlı nedensellik bağlantıları olduğunu gözlemlenmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
KRİPTO PARA PİYASALARINDA ÇEŞİTLİ KOŞULLU VARYANS (GARCH) VE NEDENSELLİK ANALİZLERİ

3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI

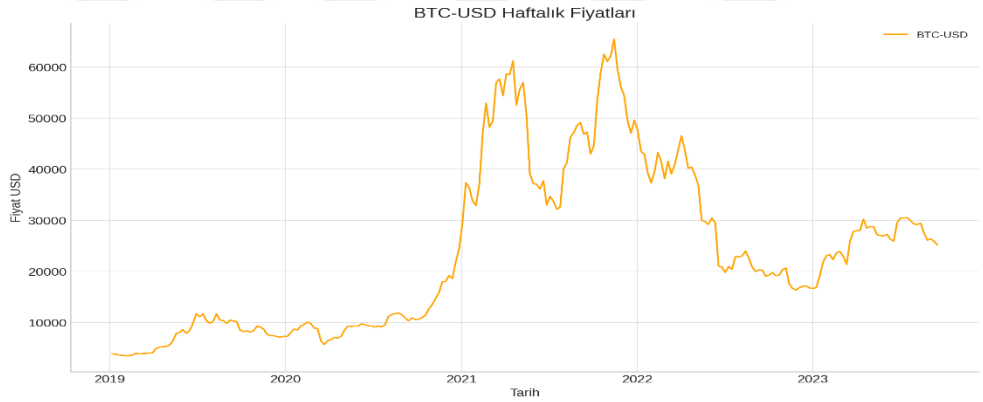
Bu çalışmada kripto para piyasalarındaki volatilite kavramının detaylıca incelenmesi amacıyla koşullu varyans modellemeleri ve nedensellik ilişkileri üzerine analizler gerçekleştirilmektedir. Volatilite bakımından geleneksel finansal piyasalar ve onların türevsel araçlarından farklılık gösteren kripto para piyasalarının bu yönünün kapsamlı incelenmesi kripto para piyasalarının dinamiğini ve blokzincir teknolojisinin prensiplerini anlama bakımından önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Eylül 2023 itibariyle en fazla pazar büyüklüğüne sahip olan beş kripto para olan Bitcoin, Ethereum, Tether, USD Coin ve Binance Coin üzerinde yapılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri para birimi dolar bazında karşılaştırılan ilgili kripto para birimlerinde çeşitli GARCH modelleri uygulanmıştır. Bunlara ek olarak nedensellik ilişkileri test edilmiştir. Uygulanan GARCH modelleri GARCH, EGARCH, GJR-GARCH ve T-GARCH modelleri olup Python ve R yazılımlarında testler gerçekleşmiştir. Ayrıca kripto para birimleri arasındaki nedensellik ilişkileri Granger ve Yamamoto nedensellik testleri ile incelenmiştir. Bu testler yardımıyla, bir kripto para biriminin fiyat hareketlerinin diğer kripto paralar üzerindeki etkisi ve bu etkinin yönü hakkında testler gerçekleştirilmiştir. Bu inceleme, kripto para piyasalarının dinamikleri, volatilite yapısı ve bu piyasalar arasındaki etkileşimleri daha iyi kavramak isteyen araştırmacılara, yatırımcılara ve politika belirleyicilere katkı sağlamayı amaçlar.

3.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI VE VERİ SETİ

Bu çalışmada kullanılan veri seti, 01/01/2019 ile 11/09/2023 tarihleri arasında beş farklı kripto para biriminin Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), Tether (USDT), USD Coin (USDC) ve Binance Coin (BNB) kripto para birimlerinin ABD doları (USD) karşısındaki günlük kapanış değerlerini içermektedir. Eylül 2023 tarihindeki en yüksek piyasa hacmine sahip olan 5 kripto para olması sebebiyle ilgili kripto paralar

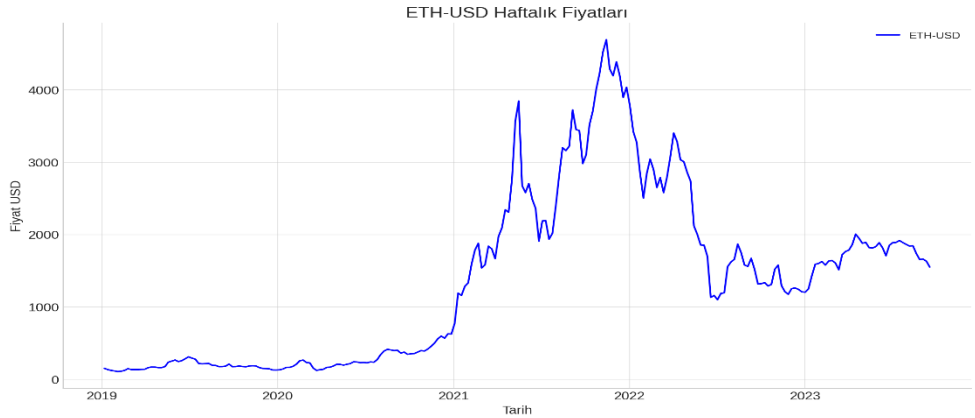
seçilmiştir. Veri seti Yahoo Finance internet sitesinden Python programlama dili kullanılarak Yahoo Finance API (Uygulama programlama arayüzü) kullanılarak elde edilmiştir. Veri analiziyle ilgili tüm çalışmalar Python ve R programlama dillerinde ilgili kütüphaneler yüklenerek gerçekleşmiştir. Eviews ile sonuçlar kontrol edilmiştir. Her bir kripto para birimi için toplamda 1715 gözlem bulunmaktadır. Veri setindeki tüm değerlerin e tabanında logaritması alınarak log dönüşümleri sağlanmıştır. Ardından her veri setinde logaritmik dönüşüm sonrası oluşan eksik ve sonsuz değerlerin hesaplamada hata etkisi en aza indirgenmesi amacıyla veriden temizlenmiştir. Temizlenen veriler sonrası 1709 gözlem oluşmuştur. Her bir kripto para birimi için kullanılan veri setindeki ilgili tarihlerdeki haftalık zaman serisi grafikleri (kapanış tarihleri baz alınarak) aşağıda sunulmuştur;

Şekil 11: BTC-USD Haftalık Fiyatları



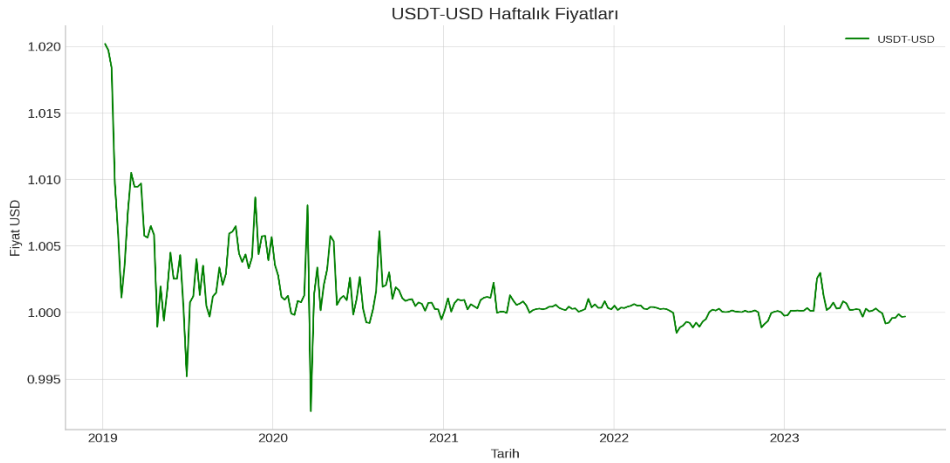
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 12: ETH-USD Haftalık Fiyatları



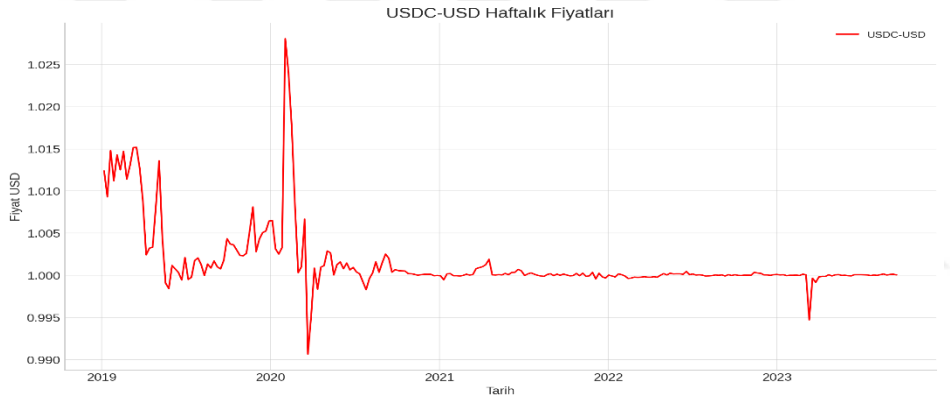
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 13: USDT-USD Haftalık Fiyatları



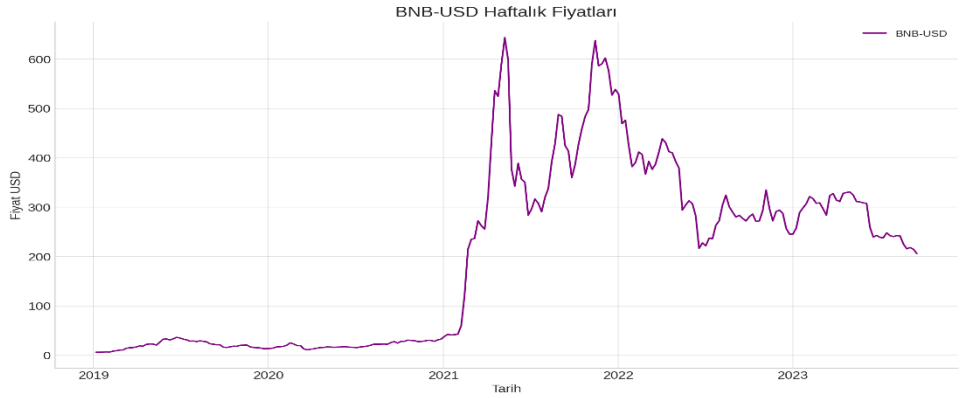
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 14: USDC-USD Haftalık Fiyatları



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 15: BNB-USD Haftalık Fiyatları



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kullanılan bu zaman grafikleri, veri setindeki Veri Analizi başlığı altında daha detaylı olarak logaritmik getirileri ile ele alınmıştır.

3.3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

3.3.1. Serinin Durağanlaştırılması

İlk olarak, beş farklı kripto para biriminin (BTC-USD, ETH-USD, USDT-USD, USDC-USD ve BNB-USD) ABD doları karşısındaki kapanış değerlerinin durağanlık durumuna ilişkin ADF test sonuçları uygulanmıştır.

Zaman serisi verileriyle çalışırken, özellikle finansal verilerde, belirli bir dönemdeki işlemi belirlemek için getirileri kullanılır (Aydın, 2004). Ancak, genellikle ham getirilerin yerine, getirilerin yüzde değişimini tercih ederiz. Bu, bir önceki döneme göre ne kadarlık bir değişim olduğunu daha iyi anlamamızı sağlar (Campbell, 1997).

Getirilerin yüzde değişimini hesaplama formülü şu şekildedir :

$$Getiri\ Yüzdesi = ((Son\ Fiyat - Başlangıç\ Fiyatı) / Başlangıç\ Fiyatı) \times 100$$

Bu formül sayesinde, her bir dönemdeki fiyat değişikliğini yüzde olarak ifade etmekteyiz. Bir zaman serisinin durağan olup olmadığını test etmek için kullanılan yaygın bir istatistiksel yöntem olan ADF (Augmented Dickey-Fuller) birim kök testi uygulanmıştır (Nilgün Yavuz Çil, 2004).

ADF testi, farklı yapılandırmalar (sabitli, sabitli ve trendli, sabitsiz ve trendsiz) altında uygulanmıştır. Bu yapılandırmaların seçilmesi, gerçek dünyada birçok farklı zaman serisi davranışının olması nedeniyle kripto para birimleri gibi volatilite duyarlılığa sahip finansal varlıklarda hesaplamanın doğruluk payını artırmasından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada bu nedenle sabitli, sabitli ve trendli, sabitsiz ve trendsiz versiyonlar da hesaplanmıştır.

Serinin Durağanlaştırılması formülü

$$\Delta yt = \alpha + \beta t + \gamma yt - 1 + \delta 1 \Delta yt - 1 + \epsilon t$$

Bu formülde;

- Δyt: Serinin *t* anındaki birinci farkıdır.

- α: Sabit terimdir.
- βt: Trend terimidir.
- $\gamma yt-1$: Serinin $t-1$ anındaki değerinin katsayısıdır. ADF testi bu katsayının 0 olup olmadığını test eder.
- δi: Serinin geçmiş değerlerinin katsayılarıdır.
- εt: Hata terimidir.

Eğer seriler durağan değilse, birinci farklar alınarak durağan hale getirilir:

$yt'=yt-yt-1$

Bu formülde, y' serinin t anındaki birinci farkını, yt ise serinin t anındaki değerini temsil eder. Birinci fark, serinin iki ardışık değeri arasındaki farkı ifade eder. Zaman serisi analizinde, özellikle ekonometrik modellemesi ve istatistiksel testlerin uygulanabilmesi için yeterli gözlem sayısına sahip olmak önemlidir (Campbell, 1997). Bu çalışma kapsamında, kripto para birimlerinin getirileri üzerinden toplam 1709 gözlem elde edilmiştir.

ADF denkleminin sol tarafı, serinin bir önceki dönemden bu döneme kadar olan değişimini (birinci farkını) temsil eder. Burada, α sabit terimi, βt ise trend terimini temsil eder. $\gamma yt-1$ terimi, serinin bir önceki dönemdeki değerine bağlı olarak bu dönemde nasıl bir değişim göstereceğini ifade eder. Son olarak, ϵt hata terimi, modelin açıklayamadığı kısmı temsil eder.

3.3.2. Jarque-Bera Testi

Birçok istatistiksel yöntem, verinin normal dağılıma sahip olduğunu varsayar. Ancak veriler her zaman normal dağılıma uygun olmayabilir. Bu nedenle, veri setlerinde normal dağılım durumunu sınamamıza kontrol etmemizi sağlan bu test devreye girmektedir. Bu bölümde, verinin normallik özelliklerini inceleyen Jarque-Bera testi, çarpıklık ve basıklık analizleri ele alınmaktadır. Carlos Jarque ve Anil Bera tarafından 1987'de geliştirilen Jarque-Bera testi, bir veri setinin normal dağılıma sahip olup olmadığını kontrol eder. Test, çarpıklık ve basıklık değerlerini kullanarak veri setinin normalliğini test eder (Jarque & Bera, 1987). Jarque-Bera testinin yapılmasındaki neden, kripto para birimlerindeki normal veya asimetrik dağılım durumlarının kontrolü ve çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) istatistiklerini

kullanarak bir serinin normal dağılıma özelliklerini test etmemizi sağlamaktadır. Böylece özellikle bu çalışmada test edilen GARCH modellerinin uyumluluğu test edilmiştir.

3.3.3. Jarque-Bera Testi Formülasyonu

$$\text{JB} = \left(\frac{n}{6}\right)\left(S^2 + \frac{1}{4(K-3)^2}\right)$$

- JB : Jarque-Bera Test İstatistiği.
- *n*: Gözlem sayısı.
- *S*: Çarpıklık (skewness) değeridir. Eğer *S*=0 ise, dağılım simetrik olduğunu ancak *S*>0 ise, dağılım sağa çarpık, *S*<0 ise, dağılım sola çarpık olduğunu gözlemleriz.
- *K*: Basıklık (kurtosis) değeridir. Normal dağılım için *K* değeri 3'tür. *K*>3 ise, dağılımın kuyrukları normal dağılımdan daha kalındır ve tepe noktası daha yüksektir. *K*<3 ise, dağılımın kuyrukları normal dağılımdan daha incedir ve tepe noktası daha düzgündür.

Jarque-Bera istatistiği, buradaki çalışmada da gözlemlendiği gibi dağılımın normal dağılımdan ne kadar sapma gösterdiğini ölçmektedir.

3.3.4. Skewness (Çarpıklık) ve Kurtosis (Basıklık)

Bir veri dağılımının normal dağılım özelliklerini başka bir yöntemle test etmeye yarayan ve özellikle eğiklik, basıklık ve normal dağılıma uygunluk sınaması testlerinin sağlamamıza yarayan önemli istatistiksel ölçümler olan Skewness (Çarpıklık) ve Kurtosis (Basıklık) analizlerinde;

Çarpıklık (Skewness): Çarpıklık, bir dağılımın simetrik olup olmadığını belirler. Matematiksel olarak, çarpıklık aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$S = \sigma 3 \mu 3$$

Bu formülde:

- $\mu 3$: Üçüncü momenttir.
- σ: Standart sapmadır.

- Eğer *S*=0 ise, dağılım simetriktir. *S*>0 ise, dağılım sağa çarpıktır (pozitif çarpıklık). *S*<0 ise, dağılım sola çarpıktır yani negatif çarpıklık söz konusudur.

Basıklık (Kurtosis): Basıklık, bir dağılımın kuyruklarının ve tepe noktasının şeklini tanımlar. Matematiksel olarak, basıklık aşağıdaki formülle hesaplanır:

$K = \sigma 4 \mu 4$

Bu formülde:

$\mu 4$: Dördüncü momenttir.

σ: Standart sapmadır.

Normal bir dağılım için *K* değeri 3'tür. *K*>3 ise, dağılımın kuyrukları normal dağılımdan daha kalındır ve tepe noktası daha yüksektir (aşırı basıklık). *K*<3 ise, dağılımın kuyrukları normal dağılımdan daha incedir ve tepe noktası daha düzgündür (eksik basıklık) söz konusu olmaktadır.

3.3.5. GARCH Modeli (Genelleştirilmiş Otokorelasyonlu Koşullu Heteroskedastiklik Modeli)

Volatilitenin, bir varlığın değerinin zamanla ne surette değiştiğini belirlememize yardım eden bir değer olduğunu göz önüne alırsak, kripto paraların volatilitesinin, diğer finansal unsurlara kıyasla fazla olduğunu söyleyebiliriz. Bu durum, bu varlıkların volatilitelerinin çok daha ileri düzey metotlarla modellenmesinin daha rasyonel sonuçlar doğuracağını işaret etmektedir.

GARCH (Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Heteroskedastisite) modeli, volatilite kümelenmelerini belirlemek amacıyla kullanılır. Robert Engle tarafından 1982'de tasarlanan bu model, bir varlığın volatilitesinin geçmişteki volatilite değerlerine ve şoklara bağlı olarak değiştiğini ifade eder. Finansal zaman dizilerinin son derece değişken volatilitelerini modellemek üzere sıklıkla kullanılan bir metodudur. GARCH modeli, volatilitenin hem eski hata değerlerine hem de eski volatilite değerlerine bağlı olduğunu inceler. GARCH (p, q) modeli şu şekilde ifade edilir:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \Sigma \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \Sigma \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

- σ_t^2: t anındaki koşullu varyansı (volatiliteyi) temsil eder.
- α_0: Sabit bir terimdir.

- α_i: Geçmiş hata terimlerinin katsayılarıdır.
- β_j: Geçmiş volatilite (varyans) değerlerinin katsayılarıdır.
- ε_{t-i}: t-i anındaki hata terimidir.

EGARCH (Exponential GARCH), GJR-GARCH (Glosten, Jagannathan and Runkle's GARCH) ve TGARCH (Threshold GARCH) modelleri, GARCH modelinin genişlemeleridir. Bu modeller, volatilitenin asimetrik tepkilerini yakalamak için ek terimlere sahiptir. Yani EGARCH, GJR-GARCH ve TGARCH modelleri, GARCH modelinin daha kapsamlı yansımalarıdır ve volatilitenin asimetrik dinamiklerini yakalamak için eklenmiş bileşenlere sahiptirler. Özellikle kripto paralar gibi dalgalanma eğilimi yüksek olan finansal varlıkların incelenmesinde bu modellerin adaptasyonu, analitik doğrulukta belirgin bir iyileşme sunar.

3.3.6. EGARCH (Exponential GARCH)

Bu model, volatilite denkleminin logaritmasını alarak leverage etkisini modellemeye olanak tanır. Böylece, pozitif ve negatif şoklar arasındaki asimetrik etkileri yakalayabilmektedir. EGARCH modeli, Nelson tarafından 1991'de geliştirilmiştir. Bu model, volatilitenin logaritmasını modelleyerek volatilitenin sıfıra yaklaşamayacak şekilde kısıtlanmasını sağlar. EGARCH modeli, getirilerdeki asimetrik tepkileri ve volatilite kümelenmelerini dikkate alarak, kripto para getirilerinin özelliklerine daha uyumlu bir modelleme sunar.

$$\ln(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \Sigma\alpha_i\left|\varepsilon_{(t-i)}\right| + \Sigma\gamma_i\varepsilon_{(t-i)} + \Sigma\beta_j\ln\left(\sigma_{(t-j)}^2\right)$$

Bu formülde:

- σ_t^2: t anındaki koşullu varyansı (volatiliteyi) gösterir.
- α_0: Sabit terimdir.
- α_i ve γ_i: Geçmiş hata terimlerinin katsayılarıdır. Burada, α mutlak değer hataların etkisini, γ ise işaret etkisi üzerinde durur.
- β_j: Geçmiş volatilite (varyans) değerlerinin katsayılarıdır.
- $\varepsilon_{(t-i)}$: t-i anındaki hata terimidir ve genellikle beyaz gürültü olarak kabul edilir.

3.3.7. GJR-GARCH (Glosten-Jagannathan-Runkle GARCH) Modeli:

GARCH modelinin bir genişlemesidir ve pozitif ve negatif şoklar arasındaki asimetrik tepkileri de model tahminlerine dahil eden daha detaylı bir versiyonudur. GJR-GARCH modeli, Glosten, Jagannathan ve Runkle tarafından 1993'te geliştirilmiştir. Bu model, pozitif ve negatif şokların volatilite üzerinde farklı etkileri olabileceğini varsayar. Bu model, özellikle finansal verilerde gözlemlenen düşüş trendlerinde yani negatif getiri volatilite üzerinde pozitif getirili artışlara göre daha büyük bir etkisi olduğu durumlarda kullanılır.

GJR-GARCH (p, q) modeli şu şekilde ifade edilir:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \Sigma\alpha_i\varepsilon_{(t-i)}^2 + \Sigma\gamma_i I_{(\varepsilon_{(t-i)}<0)}\varepsilon_{(t-i)}^2 + \Sigma\beta_j\sigma_{(t-j)}^2$$

Bu formülde:

- σ_t^2: t anındaki koşullu varyansı (volatiliteyi) temsil eder.
- α_0: Aynı şekilde sabit terim.
- $\alpha_i \; ve \; \gamma_{i_i}$: Geçmiş hata terimlerinin katsayılarıdır, önceki gibi Aynıdır ancak bu terim sadece ε_(t-i) negatif olduğunda etkilidir
- $I\_(\varepsilon\_(t-i) < 0$: Bir gösterge fonksiyonudur ve ε_(t-i) negatifse 1, değilse 0 değerini alır.
- β_j ve $\varepsilon_{(t-i)}$: Aynıdır.

3.3.8. TGARCH (Threshold GARCH) :

Bu model, getirilerin belirli bir eşik değerinin altında veya üstünde olup olmadığına bağlı olarak volatiliteyi farklı şekillerde modellemeye olanak tanır. TGARCH modeli, Zakoian tarafından 1994'te geliştirilmiştir. Bu model, belirli bir eşik değerine göre pozitif ve negatif şokları ayırır. Bu, özellikle kripto paralar gibi yüksek volatiliteye sahip varlıklar için uygun bir modelleme yaklaşımıdır.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \Sigma\alpha_i\varepsilon_{(t-i)}^2 + \Sigma\gamma_i I_{(\varepsilon_{(t-i)}<0)}\varepsilon_{(t-i)}^2 + \Sigma\beta_j\sigma_{(t-j)}^2$$

Bu formülde:

- σ_t^2: t anındaki koşullu varyansı (volatiliteyi) temsil eder.
- α_0: Aynı şekilde sabit terim

- $\alpha_i \; ve \; \gamma_i$: Aynıdır ancak bu terim sadece ε_(t-i) negatif olduğunda etkilidir.
- $\varepsilon_{(t-i)} < 0$: Bir gösterge fonksiyonudur ve ε_(t-i) negatifse 1, değilse 0 değerini alır.
- β_j: Geçmiş volatilite (varyans) değerlerinin katsayılarıdır
- $\varepsilon_{(t-i)}$: Aynıdır
- γ: Gösterge fonksiyonunun katsayısıdır ve negatif şokların volatilite üzerindeki etkisinin büyüklüğünü temsil eder.

Bu indikatör fonksiyonu ve onunla ilişkilendirilen γ değeri, T-GARCH yaklaşımını standart GARCH modelinden ayıran temel özelliktir. Bu özellik, negatif finansal hareketlerin, olumlu hareketlere göre volatilite üzerinde nasıl farklılaştığını ifade eder. Eğer γ değeri hem istatistiksel açıdan anlamlıdır hem de pozitif bir değere sahipse, bu, negatif finansal şokların olumlu finansal şoklara kıyasla volatiliteyi daha fazla tetiklediğini belirtir. Leverage etkisi (kaldıraç) olarak da bilinen bu yapı, finansal piyasalarda görülmektedir.

3.3.9. Nedensellik Testleri

Nedensellik, bir değişkenin diğer bir değişkene etkisi olup olmadığını inceleyen bir kavramdır. Bu çalışmada, Granger ve Yamamoto nedensellik testleri ele alınmaktadır. Granger nedensellik testi, Clive Granger tarafından 1969'da geliştirilmiştir. Bu test, bir zaman serisinin bir diğerine nedensel olarak etki edip etkilemediğini belirlemek için kullanılır. Eğer bir değişkenin gecikmeli değerleri, diğer bir değişkeni tahmin etmede yardımcı oluyorsa, bu iki değişken arasında Granger nedenselliği olduğu sonucuna varılır.

3.2.10. Granger Nedensellik Testi:

Granger nedensellik değerlendirmesi, bir zaman serisi setinin diğer bir set üzerindeki potansiyel etkisini ölçmek için başvurulan istatistiksel bir yaklaşımdır. Esasen, bir değişkenin geçmiş gözlemlerinin, bir diğer değişkenin ilerleyen dönemlerdeki hareketlerine ışık tutup tutmadığını sorgular (Granger, 1980).

$$Y_t = \alpha_0 + \Sigma\alpha_i Y_{(t-i)} + \Sigma\beta_j X_{(t-j)} + \varepsilon_t$$

Bu formülde:

- Y_t: Y serisinin t anındaki değeridir.
- α_0: Sabit terimdir.
- α_i: Y serisinin geçmiş değerlerinin katsayılarıdır.
- β_j: X serisinin geçmiş değerlerinin katsayılarıdır. Eğer bu katsayılar istatistiksel olarak anlamlıysa, X serisinin Y serisini Granger anlamında nedenlediği söylenebilir.
- ε_t: Hata terimidir.

3.3.11.Yamamoto Nedensellik Testi:

Yamamoto nedensellik testi ise, Taku Yamamoto tarafından 1995'te sunulmuştur. Bu test, durağan olmayan serilerde Granger nedensellik testinin bir genişlemesidir ve serilerin birinci farkları üzerinde uygulanır. Yamamoto nedensellik analizi, bir zaman serisi dizisinin başka bir diziyi nedensel bir biçimde nasıl etkilediğini saptamak için tercih edilen bir yöntemdir. Bu analiz, durağan olmayan zaman serileri için Granger nedensellik değerlendirmesinin bir uzantısı olarak görülebilir ve serilerin birinci fark değerlerine dayanarak gerçekleştirilir (Yamamoto & Toda, 1995).

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \Sigma \alpha_i \Delta Y_{(t-i)} + \Sigma \beta_j \Delta X_{(t-j)} + \varepsilon_t$$

Bu formülde:

- ΔY_t: Y serisinin t anındaki birinci farkıdır.
- α_0: Sabit terimdir.
- α_i: Y serisinin geçmiş değerlerinin katsayılarıdır.
- β_j: X serisinin geçmiş değerlerinin katsayılarıdır. Eğer bu katsayılar istatistiksel olarak anlamlıysa, X serisinin Y serisini Granger anlamında nedenlediği söylenebilir.
- ε_t: Hata terimidir.

3.4. ARAŞTIRMANIN KISITLARI

Veri Sınırlamaları: Bu çalışma, 01/01/2019 ile 11/09/2023 tarihleri arasındaki kripto para birimlerine ait verilere dayanmaktadır. Bu tarihler dışındaki dönemlerdeki dinamikleri kapsamamaktadır. Ayrıca, analizde kullanılan verilerin kalitesi, kullanılan veri kaynağı olan Yahoo Finance doğruluğuna bağlıdır.

Modelleme Sınırlamaları: Zaman serisi analizlerinde kullanılan modeller, geçmişteki verilere dayanarak tahminlerde bulunur. Ancak, bu modellerin gelecekteki olayları tahmin etme kapasitesi sınırlıdır. Özellikle kripto paralar gibi yüksek volatiliteye sahip varlıklarda bu sınırlama daha belirgindir. Araştırmada koşullu varyans modelleri olarak GARCH, EGARCH, TGARCH ve GJR-GARCH kullanılmıştır. Diğer potansiyel modeller bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır. Nedensellik testleri olarak sadece Granger ve Yamamoto testleri kullanılmıştır. Diğer potansiyel nedensellik testleri araştırmanın dışında tutulmuştur.

Ekonomik ve Sosyal Değişimler: Kripto değerlerinin fiyatlamaları, ekonomik, sosyal ve teknik etmenlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu etmenlerin detaylı etkileri bu incelemenin dışında tutulmuştur.

Piyasa Yoğunluğu ve Likidite Meseleleri: Kripto değerleri piyasası, geleneksel mali piyasalara kıyasla daha az yoğunlukta ve likiditede olabilir. Bu durum, kripto değerlerinde beklenmedik dalgalanmalara yol açabilir. Bu tür piyasa hareketleri bu incelemede derinlemesine ele alınmamıştır.

3.5. ARAŞTIRMANIN VARSAYIMLARI

Bu iki veri setinde 01/01/2019 ile 11/09/2023 tarihleri arasında beş farklı kripto para biriminin (BTC-USD, ETH-USD, USDT-USD, USDC-USD ve BNB-USD) ABD doları USD karşısındaki değerlerini içeren kripto para birimlerinde ;

1. Logaritmik Dönüşüm: Kripto para değerlerinin volatilitesini daha iyi yakalamak için logaritmik dönüşümler kullanılmıştır. Logaritmik dönüşüm, genellikle fiyat serilerini stabilize etmek ve değişen varyansı azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışmada, kripto paraların yüzde değişimleri üzerinden birinci farkları alarak logaritmik dönüşümler gerçekleştirilmiştir.

2. Arındırma İşlemi: Veri seti, eksik ve sonsuz değerlerden arındırılarak analize hazır hale getirilmiştir. Bu, modelleme işlemlerinde doğru sonuçlara ulaşabilmek için kritik bir öneme sahiptir. Arındırma işlemi, analiz sonuçlarının güvenilirliğini artırmaktadır.

Model Varsayımları: Kullanılan koşullu varyans modelleri ve nedensellik testlerinin kendi içindeki matematiksel ve istatistiksel varsayımlarının, kripto para piyasaları için geçerli olduğu varsayılmıştır.

3.6. VERİ ANALİZİ

3.6.1. Serinin Durağanlaştırılması ve Analizler

Beş farklı kripto para biriminin (BTC-USD, ETH-USD, USDT-USD, USDC-USD ve BNB-USD) ABD doları karşısındaki kapanış değerlerinin durağanlık durumuna ilişkin ADF test sonuçları aşağıda belirtilen getirilerin yüzde değişimini hesaplama formülü ile hesaplanmıştır. Veri setleri üzerinde logaritmik dönüşüm uygulandıktan sonra eksik ve sonsuz değerler, hesaplamaları daha güvenilir hale getirmek için elimine edilmiştir.

$$Yüzdelik\ değişim = \frac{Sonraki\ dönem - Önceki\ dönem}{Önceki\ dönem} * 100$$

ADF (Augmented Dickey-Fuller) birim kök testi uygulanmıştır. ADF testi, farklı zaman serisi davranışlarını ele alabilmek amacıyla farklı yapılandırmalarda uygulanması sebebiyle, bu çalışmada sabitli, sabitli ve trendli, sabitsiz ve trendsiz versiyonları hesaplanmıştır.

Her iki test sonucu, serilerin düzeyde I(0) durağan olmadığını gösterdiği için, serilerin durağanlığını sağlamak amacıyla birinci farkları alınmıştır. Tüm değerler Akaike Bilgi Kriteri (AIC) %5 anlamlılık seviyesinde ölçülmüştür.

Tablo 1: Sabitli için ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Tür	Kripto Para Birimi	Test İstatistiği	%5 Kritik Değer	H0 (Durağan Değil)	H1 (Durağan)
Orijinal Değerler	BTC-USD	-1.988361	-2.86	Reddedilemedi	Kabul Edilmedi
Birinci Farklar	**BTC-USD**	-19.584539	-2.86	Reddedildi	**Kabul Edildi**
Orijinal Değerler	ETH-USD	-1.488044	-2.86	Reddedilemedi	Kabul Edilmedi
Birinci Farklar	**ETH-USD**	-12.563548	-2.86	Reddedildi	**Kabul Edildi**
Orijinal Değerler	USDT-USD	-7.632235	-2.86	Reddedildi	Kabul Edildi
Birinci Farklar	**USDT-USD**	-41.301993	-2.86	Reddedildi	**Kabul Edildi**
Orijinal Değerler	USDC-USD	-4.913233	-2.86	Reddedildi	Kabul Edildi
Birinci Farklar	**USDC-USD**	-22.502543	-2.86	Reddedildi	**Kabul Edildi**
Orijinal Değerler	BNB-USD	-1.889164	-2.86	Reddedilemedi	Kabul Edilmedi
Birinci Farklar	**BNB-USD**	--9.954117	-2.86	Reddedildi	**Kabul Edildi**

Not: ADF testini uygularken "maxlag" parametresini 12 olarak belirlenerek ve "autolag" parametresi 'AIC' olarak ayarlanmıştır. Sonuçlar bu nedenle EViews ile çok yakındır.

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

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

Tür	Kripto Para Birimi	Test İstatistiği	%5 Kritik Değer	H0 (Durağan Değil)	H1 (Durağan)
Orijinal Değerler	BTC-USD	-1.407233	-3.41	Reddedilemedi	Kabul Edilmedi
Birinci Farklar	BTC-USD	-19.643503	-3.41	Reddedildi	**Kabul Edildi**
Orijinal Değerler	ETH-USD	-1.100718	-3.41	Reddedilemedi	Kabul Edilmedi
Birinci Farklar	ETH-USD	-12.613629	-3.41	Reddedildi	**Kabul Edildi**
Orijinal Değerler	USDT-USD	-8.513503	-3.41	Reddedildi	Kabul Edildi
Birinci Farklar	USDT-USD	-41.308119	-3.41	Reddedildi	**Kabul Edildi**
Orijinal Değerler	USDC-USD	-5.484023	-3.41	Reddedildi	Kabul Edildi
Birinci Farklar	USDC-USD	-22.505734	-3.41	Reddedildi	**Kabul Edildi**
Orijinal Değerler	BNB-USD	-1.229179	-3.41	Reddedilemedi	Kabul Edilmedi
Birinci Farklar	BNB-USD	-10.145746	-3.41	Reddedildi	**Kabul Edildi**

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 3: Sabitsiz ve Trendsiz için ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Tür	Kripto Para Birimi	Test İstatistiği	%5 Kritik Değer	H0 (Durağan Değil)	H1 (Durağan)
Orjinal Değerler	BTC-USD	1.015363	**-1.94**	Reddedilemedi	Kabul Edilmedi
Birinci Farklar	**BTC-USD**	**−19.489027**	**-1.94**	**Reddedildi**	**Kabul Edildi**
Orjinal Değerler	ETH-USD	0.977141	**-1.94**	Reddedilemedi	Kabul Edilmedi
Birinci Farklar	**ETH-USD**	**−12.461995**	**-1.94**	**Reddedildi**	**Kabul Edildi**
Orjinal Değerler	USDT-USD	−7.140327	**-1.94**	Reddedildi	Kabul Edildi
Birinci Farklar	**USDT-USD**	**−41.383755**	**-1.94**	**Reddedildi**	**Kabul Edildi**
Orjinal Değerler	USDC-USD	-5.074421	**-1.94**	Reddedildi	Kabul Edildi
Birinci Farklar	**USDC-USD**	**−22.5077620**	**-1.94**	**Reddedildi**	**Kabul Edildi**
Orjinal Değerler	BNB-USD	0.772936	**-1.94**	Reddedilemedi	Kabul Edilmedi
Birinci Farklar	**BNB-USD**	**−9.77945**	**-1.94**	**Reddedildi**	**Kabul Edildi**

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Birincil farklar alındıktan sonraki Augmented Dickey-Fuller (ADF) testi sonuçları aşağıda özetlenmiştir;

Tablo 4: ADF Genel Özeti

Kripto Para	Regresyon Modeli	ADF İstatistik Değeri	%5 Kritik Değeri	H1 Sonucu
BTC-USD	**Sabitli**	-19.58	-2.86	**Seri Durağandır**
BTC-USD	**Sabitli & Trendli**	-19.64	-3.41	**Seri Durağandır**
BTC-USD	**Sabitsiz & Trendsiz**	−19.48	-1.94	**Seri Durağandır**
ETH-USD	**Sabitli**	-12.56	-2.86	**Seri Durağandır**
ETH-USD	**Sabitli & Trendli**	-12.61	-3.41	**Seri Durağandır**
ETH-USD	**Sabitsiz & Trendsiz**	-12.46	-1.94	**Seri Durağandır**
USDT-USD	**Sabitli**	-41.30	-2.86	**Seri Durağandır**
USDT-USD	**Sabitli & Trendli**	-41.31	-3.41	**Seri Durağandır**
USDT-USD	**Sabitsiz & Trendsiz**	-41.38	-1.94	**Seri Durağandır**
USDC-USD	**Sabitli**	-22.50	-2.86	**Seri Durağandır**
USDC-USD	**Sabitli & Trendli**	-22.51	-3.41	**Seri Durağandır**
USDC-USD	**Sabitsiz & Trendsiz**	-22.50	-1.94	**Seri Durağandır**
BNB-USD	**Sabitli**	-9.95	-2.86	**Seri Durağandır**
BNB-USD	**Sabitli & Trendli**	-10.14	-3.41	**Seri Durağandır**
BNB-USD	**Sabitsiz & Trendsiz**	-9.77	-1.94	**Seri Durağandır**

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.6.2. Kripto Paraların Kapanış Değerleri Üzerine Jarque-Bera Testi

Aşağıdaki tabloda Jarque-Bera testinin, kripto paraların kapanış değerlerinin normal dağılıma uygunluğu değerlendirilmiştir;

Tablo 5: Jarque-Bera Normallik Testi Sonuçları

Kripto Para	JB İstatistik Değeri	t-değeri	p-değeri	Normallik Varsayımı
BTC-USD	4.362×1044.362×104	208.86	0.0	Reddedildi
ETH-USD	5.126×1045.126×104	226.40	0.0	Reddedildi
USDT-USD	7.208×1077.208×107	8489.71	0.0	Reddedildi
USDC-USD	1.612×1061.612×106	1269.68	0.0	Reddedildi
BNB-USD	8.069×1048.069×104	284.07	0.0	Reddedildi

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 5'de sunulan sonuçlar, kripto paraların getirilerinin normal dağılıma uymadığını ve p-değerlerinin 0.05 eşik değerinden anlamlı derecede küçük olduğunu göstermektedir. Ayrıca t-değerlerinin kritik değerlerin üzerinde olduğu analiz edilmiş olup bu durumun da getirilerin normal dağılımdan önemli ölçüde sapma olduğunu ispatlamaktadır.

Bu sonuçlar aynı zamanda kripto para getirilerinin heavy-tailed (kalın kuyruklu) ve asimetrik bir dağılıma sahip olabileceğini göstermektedir. Bu, finansal zaman serilerinin bir özelliği olup, özellikle kripto paralar gibi yüksek volatilitesi varlıklarda daha belirgindir. Geleneksel GARCH modeli, getirilerin eşit derecede volatiliteye yanıt verdiği varsayımına dayanır. Ancak, finansal zaman serilerinde sıklıkla gözlemlenen bir fenomen olan 'volatilite kümelenmesi' ve 'leverage etkisi' bu varsayımı zorlar.

Bu bağlamda, alternatif GARCH model versiyonlarına başvurulması ve özellikle, EGARCH ve TGARCH modelleri, kaldıraç etkisini dikkate alarak volatilitenin asimetrisini daha etkili bir şekilde ele almak için uygun bir tercih olabilir. Bu sonuçlar aynı zamanda EGARCH(1,1) ve TGARCH(1,1) gibi alternatif GARCH modellerinin kullanılmasının finansal zaman serileri için genellikle birçok literatür çalışmasında bu p ve q değerli modeller uygulanmasından bu sonuçlarla da modellerin

kurulmasını gerektirmektedir. Ancak yine de doğru p ve q değerleri daha ileri analizle hesaplanmalı ve model kurulumuna eklenmelidir.

3.5.3. Kripto Çarpıklık (Skewness) ve Basıklık (Kurtosis) Değerlerinin Kripto Paraların Getirileri Üzerindeki Etkisi:

Kripto paraların getirilerinin dağılımının normalliğini, çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) ölçümleri üzerinden değerlendirilmiştir.

Tablo 6: Skewness (Çarpıklık) ve Kurtosis (Basıklık) Sonuçları

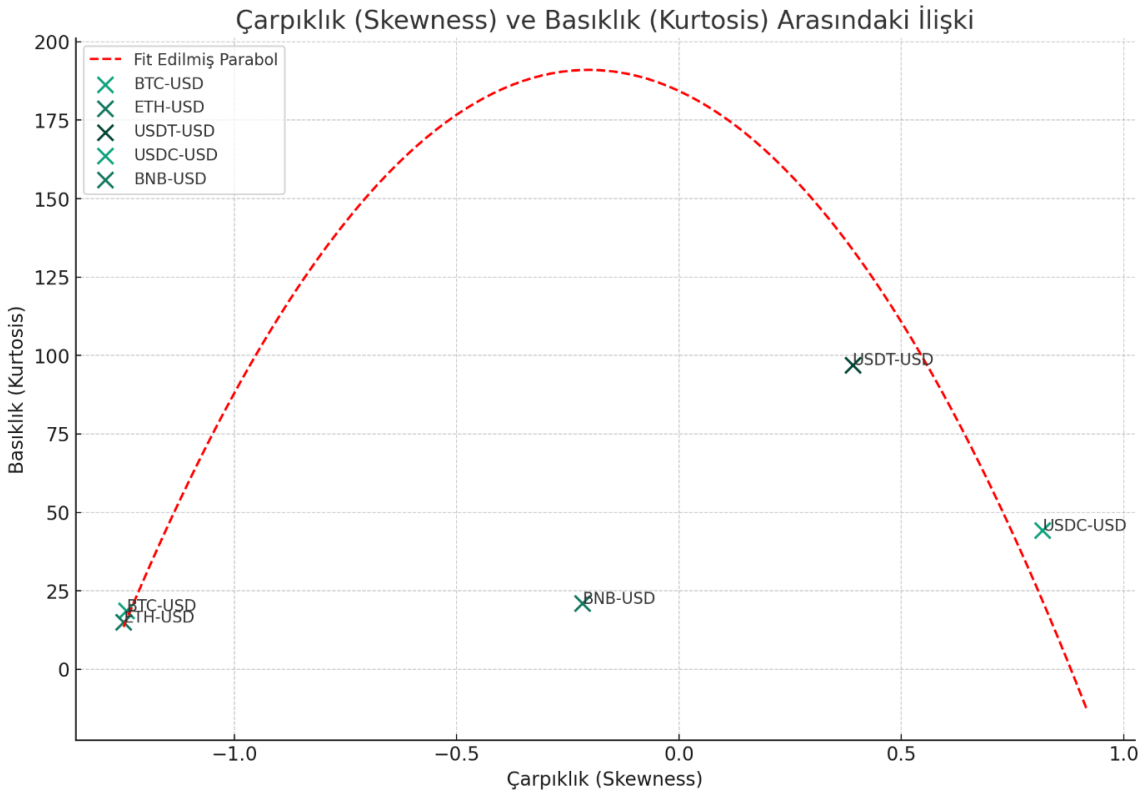
Kripto Paralar	Skewness (Çarpıklık)	Kurtosis (Basıklık)
BTC-USD	-1.24	18.67
ETH-USD	-1.24	14.98
USDT-USD	0.39	96.99
USDC-USD	0.81	44.28
BNB-USD	-0.21	20.99

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

- **Skewness (Çarpıklık)**:
- BTC-USD, ETH-USD ve BNB-USD getirileri negatif çarpıklığa (yani sola doğru çarpıklığa) sahip.
- USDT-USD ve USDC-USD getirileri ise pozitif çarpıklığa (yani sağa doğru çarpıklığa) sahip.
- **Kurtosis (Basıklık)**:
- Tüm kripto paraların getirileri için kurtosis değerleri 3'ten büyüktür, bu da getirilerin normal dağılıma göre daha sivri bir tepeye ve daha kalın kuyruklara sahip olduğunu gösterir. Bu, aşırı değerlerin daha sık gözlendiği anlamına gelmektedir.

Bu sonuçlar, getirilerin normal dağılımdan sapma gösterdiğini belirtmektedir. Bu durum, genellikle normal dağılıma sahip olmadığına dair literatürle uyumludur.

Şekil 16: Skewness (Çarpıklık) ve Kurtosis (Basıklık) Parabolleştirilmiş Grafik



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Pozitif bir çarpıklık değeri, dağılımın sağa çarpık olduğunu, yani dağılımın sağ kuyruğunun sol kuyruğundan daha ağır olduğunu gösterir. Negatif bir çarpıklık değeri ise sola çarpık bir dağılıma işaret eder. Bu çalışmada, BTC-USD ve ETH-USD ve BNB-USD'nin negatif bir çarpıklığa sahip olduğu görülmektedir. Bu, bu kripto paraların getirilerinin potansiyel olarak negatif şoklara daha duyarlı olduğunu göstermektedir.

Basıklık, bir dağılımın kuyruklarının ağırlığını ve tepe noktasının keskinliğini ölçer. Normal dağılımın basıklığı 3'tür. Eğer bir dağılımın basıklığı 3'ten büyükse, bu dağılımın kuyruklarının normal dağılımdan daha ağır olduğunu ve daha fazla aşırı değer içerdiğini gösterir. Bu çalışmanın sonuçları, tüm kripto paraların getirilerinin kuyruklarının normal dağılımdan daha ağır olduğunu göstermektedir.

3.5.3. Kripto Para Piyasalarında Volatilite Dinamiklerinin EGARCH, GJR GARCH ve T-GARCH Modelleri ile Karşılaştırmalı İncelenmesi:

Elde edilen Jarque-Bera normallik testi sonuçlarında EGARCH ve TGARCH gibi genişletilmiş GARCH modelleri, EGARCH ve TGARCH modellerinin, kripto para getirileri gibi finansal zaman serilerinin fat-tailed (kalın kuyruklu) ve skew (çarpık) dağılımlarını yakalama kapasitesi nedeniyle bu tür verilere daha uygun oldukları görülmüştür. "Ancak her bir kripto para biriminin fiyat hareketlerinin dağılım özelliklerini skewness (çarpıklık) ve kurtosis (basıklık) ve yüksek bir log-likelihood değeri özelliklerini uygunluk testine soktuğumuzda EGARCH ve GJR-GARCH modellerinin özellikle BTC-USD ve BNB-USD için diğerlerine göre daha uygun olduğu bulunmuştur".

Bu, her iki modelin de bu kripto paraların volatilitesinin dinamiklerini yakalama kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir.

Bu kapsamda, kripto paraların volatilitesinin asimetrik yapısını ve kaldıraç etkisini ele alarak, test sonuçlarında elde ettiğimiz EGARCH, GJR-GARCH ve T-GARCH modelleri arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları ele alarak en uygun (p, q) değerleri hesaplanmıştır.

Yaratılan kodla, ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) modelini uygulayarak kripto fiyatlarının günlük volatilitesini taklit ederek modelin temel parametreleri olan **p** ve **q**, geçmiş volatilite değerlerinin ve hata karelerinin ne sıklıkla kullanılacağını belirler. E-GARCH ve GJR-GARCH modelleri için en iyi (*p*,*q)* parametreleriyle oluşturulmuş karşılaştırmalı analiz

Not: Sabit kripto birimleri (stablecoins) olan USDC ve USDT hariç her model için en iyi p ve q parametreleri AIC ve BIC kriterine göre belirlenmiştir.

Tablo 7: E-GARCH, GJR – GARCH Modeli İçin En İyi Parametre Seçimi Tablosu

Cryptocurrency	**Best *p* (EGARCH)**	**Best *q* (EGARCH)**	**Best *p* (GJR-GARCH)**	**Best *q* (GJR-GARCH)**
BTC-USD	4	3	4	3
ETH-USD	4	3	4	3
BNB-USD	4	3	4	3
USDC-USD	1	1	1	1
USDT-USD	1	1	1	1

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

GARCH ve GJR-GARCH modellerinin farklı kripto paralar için farklı parametre seçimleri sunduğunu göstermektedir. Örneğin USDT için GJR-GARCH modelinin *p*=1 değerini önerdiği görülmektedir. Bu, kripto paraların volatilitesinin dinamiklerinin birbirinden farklı olabileceğini göstermektedir.

GARCH modelleri kullanılarak kripto para piyasalarındaki volatilitenin asimetrik tepkilerini eşik değer, asimetri, esneklik ve eşik değeri başlıkları altında kaldıraç etkisini veya asimetriyi yakalamak adına Jarque-Bera normallik testi sonuçlarında da gözlemlenen T-GARCH modelinin en iyi değerleri incelenmiştir. Not: Sabit kripto birimleri (stablecoins) olan USDC ve USDT hariç her model için en iyi p ve q parametreleri AIC ve BIC kriterine göre belirlenmiştir.

Şekil 17: T-GARCH Modeli İçin En İyi Parametre Seçimi Tablosu

Kripto birimi	**En iyi p (T-GARCH)**	**En iyi q (T-GARCH)**
BTC-USD	4	3
ETH-USD	4	3
USDT-USD	1	1
USDC-USD	1	1
BNB-USD	4	3

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

T-GARCH modelinin de farklı kripto paralar için farklı parametre seçimleri bulunmaktadır. Özellikle USDC ve USDT için modelin p=1, q=1, ve p=1, q=1 değerlerini önerdiği görülmektedir. Bu sonuçlar, kripto paraların volatilitesinin bu tür asimetrik tepkileri içerebileceğini göstermektedir. Özellikle, USDC ve USDT gibi sabit kripto birimlerinin volatilitesinin diğer sabitlere veya farklı kripto para birimlerine göre Garch modellemelerinde farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara istinaden hesaplamalarımızda ilgili bulunan p, q sonuçlarıyla GARCH modelleri kurulmuştur.

3.5.3. Kripto Para Piyasalarındaki Yüksek Hacimli Beş Kripto Birimin Tanımlayıcı Değerleri

Tablo 8: Tanımlayıcı İstatistikler

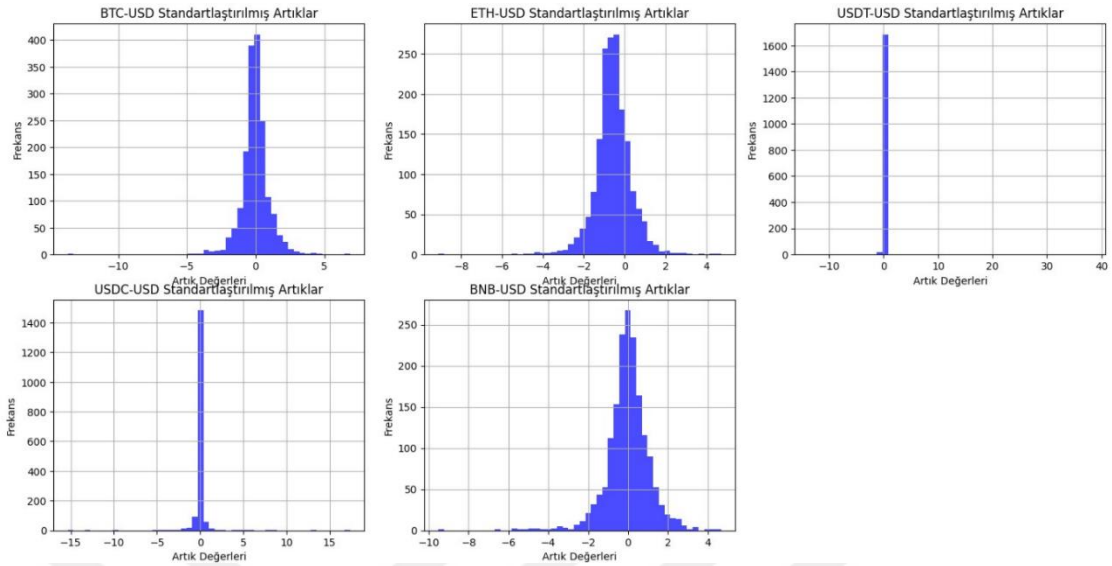
LKripto Birimi	Minimum	Medyan	Ortalama	Basıklık	Çarpıklık	Gözlem
LBTC-USD	-0.0518	0.0001	0.0001	24.6643	-1.4480	1708
LETH-USD	-0.1045	0.0001	0.0003	26.7002	-1.7093	1708
LUSDT-USD	-1649.1294	-0.1641	0.6782	1008.4259	21.1807	1708
LUSDC-USD	-224.2146	-0.4703	-0.3782	150.9223	1.4814	1708
LBNB-USD	-0.1936	0.0002	0.0007	33.6670	-1.3495	1708

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Not: LKripto birimi: Kripto para birimlerinde Getirilerdeki yüzde değişimleri üzerine çalışmamız nedeniyle logaritma alınmış değerlerin birinci farkları alınarak ve eksik, sonsuz değerlerden arındırılmış halidir.

- "Minimum" sütunu, veri setindeki en düşük değeri,
- "Medyan" sütunu, veri setindeki medyan değeri,
- "Ortalama" sütunu, veri setindeki ortalama değeri,
- "Basıklık" sütunu, veri setinin kurtosis değerini (tepe değeri),
- "Çarpıklık" sütunu, veri setinin çarpıklık değerini,
- "Gözlem" sütunu ise veri setindeki gözlem sayısını göstermektedir.

Şekil 18: Standartlaştırılmış Artıklar



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

- **X ekseni**: Artık değerleri
- **Y ekseni**: Artık değerlerinin frekansı

1. **BTC-USD Standartlaştırılmış Artıklar**:

- Grafiğin en üstünde, artık değerlerinin frekans dağılımını görüyoruz.
- X ekseni artık değerlerini, Y ekseni ise her bir artık değerinin bu veri kümesinde kaç kez bulunduğunu gösterir.
- Grafik, Bitcoin (BTC) ile ilgili standartlaştırılmış artıkların dağılımını gösteriyor. Standartlaştırılmış artıkların ortalama değeri yaklaşık olarak -5 ile 15 arasında değişiyor gibi görünüyor.

2. **ETH-USD Standartlaştırılmış Artıklar**:

- Bu grafik Ethereum (ETH) ile ilgili standartlaştırılmış artıkların dağılımını gösterir.
- Artık değerlerinin frekans dağılımı, Ethereum'un fiyat hareketlerinin oynaklığını yansıtıyor gibi görünüyor.

3. USDT-USD Standartlaştırılmış Artıklar:

- Bu grafik, Tether (USDT) ile ilgili standartlaştırılmış artıkların dağılımını gösterir. USDT, diğer kripto paraların istikrarını temsil eden bir istikrarlı coin olduğu için, standartlaştırılmış artıklarının bu tür bir varlığın istikrarını yansıtması önemlidir.

4. USDC-USD Standartlaştırılmış Artıklar:

- Bu grafik, USD Coin (USDC) ile ilgili standartlaştırılmış artıkların dağılımını gösterir. USDC, diğer bir istikrarlıcoin türüdür.

5. BNB-USD Standartlaştırılmış Artıklar:

- Bu grafik Binance Coin (BNB) ile ilgili standartlaştırılmış artıkların dağılımını gösterir. Binance Coin, Binance borsasının özel bir birimidir ve bu grafik, bu özel birimin fiyat hareketlerini yansıtmaktadır.

3.5.3. Kripto Para Piyasalarında Volatilite Dinamiklerinin GARCH, EGARCH, GJR-GARCH ve T-GARCH Modelleri Sonuçları:

Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modellerinin ayrıntılı olarak hesap sonuçları aşağıdaki tablolarda bulunmaktadır.

Tablo 9: GARCH (1,1) Sonuçları

Kripto	Değişken	Katsayı	Std. Sapma	t-değer	p-değer	Log-Likelihood	AIC	BIC
BTC	mu μ	0.018	0.009	1.984	0.047	-661.548	1331.10	1352.87
BTC	omega ω	0.0125	0.0043	2.885	0.0039	-661.548	1331.10	1352.87
BTC	alpha α	0.1236	0.0684	1.807	0.0707	-661.548	1331.10	1352.87
BTC	beta β	0.8016	0.0416	19.266	<0.001	-661.548	1331.10	1352.87
ETH	mu μ	0.0177	0.0142	1.244	0.214	-1724.25	3456.50	3478.28
ETH	omega ω	0.0039	0.0040	0.964	0.335	-1724.25	3456.50	3478.28
ETH	alpha α	0.0786	0.0386	2.037	0.0416	-1724.25	3456.50	3478.28
ETH	beta β	0.9214	0.0352	26.163	<0.001	-1724.25	3456.50	3478.28
USDT	mu μ	110.183	140.452	0.784	0.433	-17779.6	35567.3	35589.0
USDT	omega ω	1,351,700	990,800	1.364	0.172	-17779.6	35567.3	35589.0
USDT	alpha α	0.0044	0.0077	0.570	0.569	-17779.6	35567.3	35589.0
USDT	beta β	0.9755	0.0047	206.943	<0.001	-17779.6	35567.3	35589.0
USDC	mu μ	-34.978	29.696	-1.178	0.239	-14611.4	29230.9	29252.7
USDC	omega ω	33,307	10,890	3.058	0.0022	-14611.4	29230.9	29252.7
USDC	alpha α	0.0032	0.0084	0.381	0.703	-14611.4	29230.9	29252.7
USDC	beta β	0.9779	0.0117	83.364	<0.001	-14611.4	29230.9	29252.7
BNB	mu μ	0.0134	0.0180	0.745	0.456	-2416.56	4841.11	4862.88
BNB	omega ω	0.0127	0.0076	1.682	0.0925	-2416.56	4841.11	4862.88
BNB	alpha α	0.1334	0.0391	3.412	0.0006	-2416.56	4841.11	4862.88
BNB	beta β	0.8666	0.0334	25.947	<0.001	-2416.56	4841.11	4862.88

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

GARCH Model Parametre Açıklamaları

- μ (Mu): Bu, dönüşlerin ortalama değeridir. Temel olarak, zaman serisinin sabit bir bileşenini temsil eder.
- ω (Omega): Bu, GARCH modelinin sabit terimidir. Modeldeki varlığın uzun dönemli ortalama oynaklığını temsil eder.
- α (Alpha): Bu, GARCH modelinin geçmiş hataların (ya da yeniliklerin) mevcut dönem oynaklığına etkisini ölçer.
- β (Beta): Bu, GARCH modelinin geçmiş oynaklıkların (ya da koşullu varyansların) mevcut dönem oynaklığına etkisini ölçer.
- Std. Error: Parametre tahminlerinin ne kadar kesin olduğunu gösterir.
- t Değer: Parametrenin sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olup olmadığını belirtir.
- p-Değer: Parametrenin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını gösteren olasılık değeridir.
- Log-Likelihood: Modelin verilere uygunluğunu ölçer.
- AIC: Modelin uygunluğunu ve karmaşıklığını dikkate alarak kalitesini ölçer.
- BIC: Modelin kalitesini ölçer ve karmaşıklığı daha ağır cezalandırır.

Tablo 10: EGARCH (1,1) Sonuçları

Kripto	Değişken	Katsayı	Std. Error	t değer	p-değer	Log-Likelihood	AIC	BIC
BTC-USD	mu μ	0.02	0.01	1.39	0.17	-664.49	1336.97	1358.74
BTC-USD	omega ω	-0.14	0.06	-2.15	0.03	-664.49	1336.97	1358.74
BTC-USD	alpha α	0.20	0.06	3.14	0.00	-664.49	1336.97	1358.74
BTC-USD	beta β	0.92	0.03	30.23	0.00	-664.49	1336.97	1358.74
ETH-USD	mu μ	0.02	0.02	1.57	0.12	-1721.64	3451.27	3473.05
ETH-USD	omega ω	0.01	0.01	0.63	0.53	-1721.64	3451.27	3473.05
ETH-USD	alpha α	0.15	0.06	2.67	0.01	-1721.64	3451.27	3473.05

Kripto	Değişken	Katsayı	Std. Error	t değer	p-değer	Log-Likelihood	AIC	BIC
ETH-USD	beta β	0.99	0.01	121.40	0.00	-1721.64	3451.27	3473.05
USDT-USD	mu μ	-0.75	0.51	-1.48	0.14	-16630.3	33268.7	33290.5
USDT-USD	omega ω	11.74	5.68	2.07	0.04	-16630.3	33268.7	33290.5
USDT-USD	alpha α	16.86	6.58	2.56	0.01	-16630.3	33268.7	33290.5
USDT-USD	beta β	1.00	0.02	48.78	0.00	-16630.3	33268.7	33290.5
USDC-USD	mu μ	28.83	2.91	9.93	0.00	-14640.7	29289.3	29311.1
USDC-USD	omega ω	5.12	4.97	1.03	0.30	-14640.7	29289.3	29311.1
USDC-USD	alpha α	0.21	0.24	0.86	0.39	-14640.7	29289.3	29311.1
USDC-USD	beta β	0.65	0.34	1.92	0.06	-14640.7	29289.3	29311.1
BNB-USD	mu μ	0.05	0.02	2.23	0.03	-2413.57	4835.15	4856.92
BNB-USD	omega ω	0.03	0.02	1.72	0.09	-2413.57	4835.15	4856.92
BNB-USD	alpha α	0.28	0.09	3.25	0.00	-2413.57	4835.15	4856.92
BNB-USD	beta β	0.99	0.01	110.47	0.00	-2413.57	4835.15	4856.92

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 14: T-GARCH (1,1) Sonuçları

Kripto	Değişken	Katsayı	Std. Error	t değer	p-değer	Log-Likelihood	AIC	BIC
BTC-USD	mu	0.004881	0.005366	0.90961	0.363027	-383.82	0.46	0.48
BTC-USD	omega	0.003660	0.002633	1.39030	0.164439			
BTC-USD	alpha1	0.097930	0.021050	4.65227	0.000003			
BTC-USD	beta1	0.936181	0.014370	65.14680	0.000000			
BTC-USD	eta11	-0.092421	0.108049	-0.85537	0.392349			
BTC-USD	shape	2.656018	0.202586	13.11056	0.000000			
ETH-USD	mu	0.010874	0.010775	1.00919	0.312883	-1546.51	1.82	1.84
ETH-USD	omega	0.005736	0.004318	1.32852	0.184005			
ETH-USD	alpha1	0.094131	0.023366	4.02855	0.000056			
ETH-USD	beta1	0.930185	0.018733	49.65503	0.000000			
ETH-USD	eta11	-0.089973	0.101777	-0.88403	0.376682			
ETH-USD	shape	3.278180	0.288239	11.37314	0.000000			
USDT-USD	mu	-4968.50	165.55	-30.01	0.00000	-17736.88	20.78	20.80
USDT-USD	omega	42443.00	36.10	1175.65	0.00000			

Kripto	Değişken	Katsayı	Std. Error	t değer	p-değer	Log-Likelihood	AIC	BIC
USDT-USD	alpha1	0.0000	0.000004	33.64	0.00000			
USDT-USD	beta1	0.0000	0.043634	0.00	1.00			
USDT-USD	eta11	-0.98	0.063341	-15.54	0.00000			
USDT-USD	shape	2.10	0.003086	680.48	0.00000			
USDC-USD	mu	-47.04	3.52	-13.35	0.00000	-12003.17	14.06	14.08
USDC-USD	omega	547.03	560.93	0.98	0.33			
USDC-USD	alpha1	0.00	0.000004	0.00	1.00			
USDC-USD	beta1	0.01	1.02	0.01	1.00			
USDC-USD	eta11	0.96	1.57	0.61	0.54			
USDC-USD	shape	2.10	0.003086	379.35	0.00000			
BNB-USD	mu	0.014475	014798	0.98	0.33	-2251.38	2.64	2.66
BNB-USD	omega	0.008969	0.005161	1.74	0.082251			
BNB-USD	alpha1	| 0.141573	0.027970	| 5.06154	0.000000			
BNB-USD	beta1	0.897975	0.020294	44.24846	0.000000			
BNB-USD	eta11	0.085603	| 0.079397	1.07816	| 0.280961			

Kripto	Değişken	Katsayı	Std. Error	t değer	p-değer	Log-Likelihood	AIC	BIC
BNB-USD	shape	3.478479	0.320630	10.84889	0.000000			

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

T- GARCH Model Parametre Açıklamaları

- **eta (η):** TGARCH modelinde, getirilerin asimetrisini yakalamak için kullanılan bir parametredir. Pozitif veya negatif getirilerin oynaklık üzerindeki etkisini ölçer.
- **shape:** Kullanılan dağılımın şeklini belirtir. Özellikle Student's t-dağılımı için, bu parametre serbestlik derecesini gösterir ve dağılımın kuyruklarının ne kadar ağır olduğunu belirtir.

Tablo 11: EGARCH (4,3) Sonuçları

Kripto	Değişken	Katsayı	Std. Error	t Değer	p-Değer	Log-Likelihood	AIC	BIC
BTC-USD	mu μ	0.01	0.00	4.56	0.00	-610.90	1239.80	1288.79
BTC-USD	omega ω	-0.55	0.31	-1.76	0.08	-610.90	1239.80	1288.79
BTC-USD	alpha α	0.25	0.09	2.92	0.00	-610.90	1239.80	1288.79
BTC-USD	beta β	0.26	0.18	1.43	0.15	-610.90	1239.80	1288.79
ETH-USD	mu μ	0.02	0.01	1.37	0.17	-1695.20	3408.40	3457.38
ETH-USD	omega ω	0.01	0.01	0.90	0.37	-1695.20	3408.40	3457.38
ETH-USD	alpha α	0.26	0.06	3.98	0.00	-1695.20	3408.40	3457.38
ETH-USD	beta β	0.00	0.17	0.00	1.00	-1695.20	3408.40	3457.38
USDT-USD	mu μ	123.43	106.98	1.15	0.25	-15128.1	30274.1	30323.1
USDT-USD	omega ω	19.84	5.55	3.57	0.00	-15128.1	30274.1	30323.1
USDT-USD	alpha α	-0.24	0.32	-0.76	0.45	-15128.1	30274.1	30323.1
USDT-USD	beta β	0.00	0.81	0.00	1.00	-15128.1	30274.1	30323.1
USDC-USD	mu μ	12.84	0.42	30.91	0.00	-14542.9	29103.8	29152.8
USDC-USD	omega ω	5.12	21.22	0.24	0.81	-14542.9	29103.8	29152.8
USDC-USD	alpha α	-0.11	0.30	-0.36	0.72	-14542.9	29103.8	29152.8
USDC-USD	beta β	0.00	0.66	0.00	1.00	-14542.9	29103.8	29152.8
BNB-USD	mu μ	0.05	0.02	2.17	0.03	-2389.21	4796.42	4845.41
BNB-USD	omega ω	0.06	0.04	1.59	0.11	-2389.21	4796.42	4845.41

Kripto	Değişken	Katsayı	Std. Error	t Değer	p-Değer	Log-Likelihood	AIC	BIC
BNB-USD	alpha α	0.29	0.06	4.47	0.00	-2389.21	4796.42	4845.41
BNB-USD	beta β	0.00	0.53	0.00	1.00	-2389.21	4796.42	4845.41

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 12: GJR-GARCH (4,3) Sonuçları

Kripto	Değişken	Katsayı	t Değer	p-Değer	Log-Likelihood	AIC	BIC
BTC-USD	mu μ	0.0117	1.477	0.140	-605.444	1230.89	1285.32
BTC-USD	omega ω	0.0459	3.274	0.001	-605.444	1230.89	1285.32
BTC-USD	alpha α	0.0032	0.112	0.00106	-605.444	1230.89	1285.32
BTC-USD	beta β	0.0737	0.207	0.836	-605.444	1230.89	1285.32
ETH-USD	mu μ	0.0146	1.094	0.274	-1706.24	3432.48	3486.91
ETH-USD	omega ω	0.0090	0.946	0.344	-1706.24	3432.48	3486.91
ETH-USD	alpha α	0.0880	1.183	0.237	-1706.24	3432.48	3486.91
ETH-USD	beta β	0.0122	0.261	0.794	-1706.24	3432.48	3486.91
USDT-USD	mu μ	67.8563	0.905	0.366	-17725.6	35471.2	35525.6
USDT-USD	omega ω	6,75	1.013	0.311	-17725.6	35471.2	35525.6
USDT-USD	alpha α	0.0669	1.570	0.116	-17725.6	35471.2	35525.6
USDT-USD	beta β	0.0000	0	1.000	-17725.6	35471.2	35525.6
USDC-USD	mu μ	-37.77	-1.686	0.091	-14495.9	29011.8	29066.2

Kripto	Değişken	Katsayı	t Değer	p-Değer	Log-Likelihood	AIC	BIC
USDC-USD	omega ω	3,33	2.091	0.037	-14495.9	29011.8	29066.2
USDC-USD	alpha α	0.000000030097	0.0000000001749	1.000	-14495.9	29011.8	29066.2
USDC-USD	beta β	0.000000001749	0.007992	1.000	-14495.9	29011.8	29066.2
BNB-USD	mu μ	0.0062	0.368	0.713	-2388.95	4797.90	4852.34
BNB-USD	omega ω	0.0342	1.688	0.091	-2388.95	4797.90	4852.34
BNB-USD	alpha α	0.0691	1.629	0.103	-2388.95	4797.90	4852.34
BNB-USD	beta β	0.0000	0	1.000	-2388.95	4797.90	4852.34

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Not : Birçok bağlamda GJR-GARCH modeli, T-GARCH modeline eşdeğerdir. Her iki model de finansal zaman serisi verilerinde sıkça gözlenen pozitif ve negatif şoklara olan volatilitenin asimetrik tepkisini yakalamayı amaçlar. Bu sebeple ek olarak T-GARCH (4,3) kurulmamıştır.

3.6.3. Çeşitli GARCH modellerindeki bulguların değerlendirilmesi

Volatilite ve piyasa davranışlarının gözlemlerinde zaman serisi analizi gerekli olduğundan öncelikle durağanlaştırma uygulamaları yapılmış ve çalışmada, Augmented Dickey-Fuller (ADF) testi kullanılarak Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), Tether (USDT), USD Coin (USDC) ve Binance Coin (BNB) getirilerinin durağanlık özellikleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular, getiri serilerinin birinci farklarının durağan olduğunu göstermiştir. Bu yapı, serilerin bütünleştiği anlamına geldiği gibi GARCH, Vektör Otoregresyon (VAR) ve nedensellik analizleri için uygun bir temel yaratılması gerçekleşmiştir. Ayrıca bu durağanlaştırma ile seriler, belli bir eğilim göstermeksizin zamana karşı sabit bir ortalamaya ve varyans temeline endekslenmiştir. Bununla birlikte, Jarque-Bera testi kullanılarak normal dağılım

varsayımı test edilmiş ve kripto para getirilerinin anlamlı bir şekilde normal dağılımdan sapma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Kripto para birimlerinde yapılan bu gözlem, konvansiyonel finansal piyasalarda kabul edilen normal dağılım varsayımının kripto para piyasaları için geçerli olmadığını aşırı kuyruk risklerini ve potansiyel olarak yüksek kâr fırsatlarını barındırdığının bir göstergesidir.

GARCH (1,1) model sonuçlarında, özellikle BTC ve ETH'nin yüksek oynaklık kümelenmesine sahip olduğu ve piyasadaki şok etkilerinin uzun süre devam edebileceği gözlemlenmiştir. Ek olarak Bitcoin'nin beta katsayısı, piyasa şoklarının etkisinin zamanla azalma eğiliminde olduğunu göstermekte iken, Ethereum için alpha ve beta katsayıları, piyasa şoklarının etkilerinin daha kalıcı olduğunu işaret etmiş ve BNB için yüksek alpha değeri, piyasa şoklarına karşı daha hassas bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir. GARCH (1,1) modeline göre, Bitcoin için ortalama getiri (μ) %1,8 ve omega (ω) için %1.25, (α) %12,36 çıkmıştır. Volatilitenin devamlılığı (β) %80,16 olarak bulunmuş ve tüm katsayılar %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olarak sonuçlanmıştır.

Ethereum için μ %1,77, ω %0.39, α %7,86, ve β %92,14'tür. Stablecoin'lerde, USDT ve USDC'nin μ değerleri sırasıyla 110,183 ve -34,978 olup, volatilitenin düşük seyretmesi ve bu kripto paraların getirileri daha stabil bir yapıya sahip olması gözlemlenmiştir. BNB için ise μ %1,34,ω %1.27, α %13.34, ve β %86,66 olarak hesaplanmıştır; bu da BNB'nin volatilitesinin diğer kripto paralara kıyasla daha az kalıcı olduğunu gösterir. Yani Ethereum için alpha ve beta katsayıları, piyasa şoklarının etkilerinin daha kalıcı olduğunu işaret ederken, Binance Coin için yüksek alpha değeri, piyasa şoklarına karşı daha hassas bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Ancak Tether ve USD Coin gibi stablecoinler için ise volatilite daha düşük ve omega katsayısının anlamlılığı, bu piyasalarda beklenmedik olayların volatiliteyi artırabilme etkisinin varlığını göstermektedir.

EGARCH (1,1) modeliyle yapılan analiz, Bitcoin'in günlük getirilerinin volatilitesi üzerindeki etkilerde alpha (α) katsayısı için 0,20 ve beta (β) katsayısı 0,92 olarak tahmin edilerek katsayının istatistiksel olarak anlamlı olması (p-değer < 0.05) gözlemlenmiştir. Geçmiş volatilite şoklarının mevcut volatilite üzerinde önemli bir etkisi olduğu analizde bulunmuştur. Başka bir ifadeyle belirmek gerekirse, Bitcoin için ortalama μ katsayısı %2 ve p-değeri 0,17 ile anlamlı olmama durumu, omega ω

katsayısı -%14 (p=0.03) ile negatif anlamlı olma durumu, volatilitenin asimetrik etkisini göstermektedir. Alpha α %20 (p<0.001) ve beta β %92 (p<0.001) ile pozitif ve oldukça anlamlı olması, geçmiş şokların etkisinin ve volatilitenin devamlılığının yüksek olduğunu işaret etmektedir.

Ek olarak Bitcoin ve Ethereum'un EGARCH (4,3) modellemesi, pozitif ve negatif şokların volatilite üzerinde farklı etkiler yarattığını ortaya koymuş ve piyasa oyuncularının piyasa olaylarına verdiği tepkilerin heterojenliğini ve piyasanın bilgiyi işleme şeklinin karmaşıklığını önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir. Özellikle negatif şokların volatilite üzerinde pozitif şoklardan daha güçlü bir etkiye sahip olduğunu bilgisi EGARCH (4,3) modellemesinde ortaya konularak, kripto para piyasalarındaki kaldıraç etkisini belirgin bir şekilde göstermiştir. Bu durum, yatırımcıların ve piyasa oyuncularının risk yönetimi konusunda geliştirdikleri planlamalarda dikkate alması gereken önemli bir bulgu olduğunu belirtebiliriz. USDT ve USDC gibi stablecoin'lerde bile volatilite kalıcılığı ve şoklara tepki E-GARCH modelinde gözlemlenmiş olup en iyi p, q değer atamalarında E-GARCH'ın stablecoin ve kripto birimlerle kurulan modellemelerde daha olumlu bir yaklaşıma sahip olduğu ayrıca gözlemlenmiştir.

GJR-GARCH (4,3) model sonuçlarıyla, volatilite kümelerinin belirli dönemlerde yoğunlaştığı gözlemlenmiş olup, finansal piyasalarda sıkça gözlemlenen "volatilite kümeleme etkisi" (volatility clustering), yatırımcıların risk algılarının zaman içinde değişiklerine dair önemli bilgiler sunmuştur. GJR-GARCH (4,3) model sonuçlarında rastlanılan, Bitcoin için ω %4,59 (p=0.001) ile volatilitenin sabit bir bileşenini gösterirken, α ve β düşük ve anlamlı olmayan sonucuyla yeni bilgilerin ve geçmiş volatilitenin etkisinin sınırlı olduğunu işaret etmektedir. Ethereum, USDT ve USDC için μ, ω, α ve β değerleri düşük ve genellikle istatistiksel olarak anlamsız olması ve BNB için ise α %6,91 (p=0.103) ve β sıfır değerinde olması piyasa şoklarının etkisinin düşük olduğunu göstermektedir. Bitcoin'in GJR-GARCH modellemesinden elde edilen sonuçlar, piyasa koşullarının ani değişikliklere ne kadar hassas olduğunu ve belirsizlik dönemlerinde yatırımcıların riskten kaçınma davranışlarının, volatilite artışlarını tetikleyebileceği ve bu durumun diğer kripto para birimlerini etkileyerek piyasalarının genel istikrarı üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği gözlemlenmiştir.

Ancak sabit birimler olan USDC ve USDT birimlerinde ve Binance Coin için bu modelin volatilitenin devamlılığını yakalamakta yetersiz kaldığı gözlemlenmiştir.

T-GARCH modeli EGARCH modeller gibi kripto para birimlerinin volatilitesinin asimetrik etkilere sahip olduğunu ve piyasa şoklarının yönüne göre farklı tepkiler gösterebileceğini belirtmiş olup, volatiliteye olan tepkinin ilgili kripto para birimlerinde büyüklük ve yön açısından farklı olduğunu ortaya koymuştur. T-GARCH (1,1) model sonuçları, Bitcoin için α1 katsayısının yaklaşık %9,79 ve β1 katsayısının %93.61 civarlarında olduğunu, bunun da geçmiş volatilite şoklarının gelecekteki volatilite üzerinde güçlü ve kalıcı bir etkiye sahip olduğunu işaret etmekte olduğu gözlemlenmiştir. Ek olarak, Ethereum'da α1 katsayısı %9.41 ve β1 katsayısı %93.01 olarak modellemede bulunmuş, bu da Bitcoin'inkine benzer bir volatilite yapısının bulunduğunu modellemiştir. Özellikle Bitcoin ve Ethereum için alfa ve beta parametrelerinin yüksek anlamlılık düzeyleri, bu kripto paraların volatilitesinin geçmiş şoklara ve kendi geçmiş değerlerine güçlü tepkiler gösterdiğini ve kripto para piyasalarında kaldıraç (leverage) etkisinin varlığını göstermiştir. Ancak sabit, stablecoin'lerde USDT ve USDC için anormal değerler, bu stablecoin'ler için modelin uygun olmayabileceğini gözlemlemiştir.

3.6.4. Kripto Para Birimlerinde Granger Nedensellik Test Analizi

Tablo 13: Durağanlık Tablosu

Durağanlık	Değer
Ho	Değişkenler arasında Granger nedenselliği yoktur.
H1	Değişkenler arasında Granger nedenselliği vardır.

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 14: BTC ve ETH getirileri arasında Granger Nedensellik Testi

ADF Test Sonuçları	**Değer**	**Granger Nedensellik**
T İstatistiği (BTC nedenselliği ETH)	6.42	Granger nedenselliği vardır.
P İstatistiği (BTC nedenselliği ETH)	0.0114	Granger nedenselliği vardır.
T İstatistiği (ETH nedenselliği BTC)	6.43	Granger nedenselliği vardır.
P İstatistiği (ETH nedenselliği BTC)	0.0112	Granger nedenselliği vardır.
ADF Testi İstatistiği (BTC nedenselliği ETH)	-14.55	-
Kritik Değer (%5, BTC nedenselliği ETH)	-2.86	-
ADF Testi İstatistiği (ETH nedenselliği BTC)	-14.43	-
Kritik Değer (%5, ETH nedenselliği BTC)	-2.86	-
Hata Terimleri (BTC nedenselliği ETH)	Durağan	-
Hata Terimleri (ETH nedenselliği BTC)	Durağan	-

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Amerikan doları USD karşısında, BTC ve ETH getirileri arasında yapılan Granger Nedensellik Testi, bu iki kripto varlık arasındaki nedensel ilişkiyi değerlendirmiştir. BTC nedenselliği ETH (BTC, ETH'ye neden olur) ifadesinde T İstatistiği değerleri BTC nedenselliği ETH için 6.42 ve ETH nedenselliği BTC için 6.43, ve ilgili p-değerleri (sırasıyla 0.0114 ve 0.0112) %5 anlamlılık düzeyinde dikkate alındığında, BTC'nin ETH getirilerini ve ETH'nin BTC getirilerini Granger anlamında önceden tahmin ettiği sonucuna varılmıştır. ADF testi sonuçlarına göre hata terimlerinin durağan olduğu belirlenmiştir, bu da modelin güçlü olduğunu ispatlamaktadır. Kripto para piyasasının dinamiklerini anlamak için BTC ve ETH arasındaki karşılıklı etkileşimin öneminin anlamlı olduğu gözlemlenmiştir.

Bu bulgular, kripto para piyasalarında bu iki önemli dijital varlığın birbirleriyle olan dinamik etkileşimini doğrulamaktadır. Ayrıca, hata terimlerinin durağanlığı, modelin uygunluğunu gösterirken, bu iki kripto paranın birbirleri üzerindeki etkisinin sadece geçici değil, uzun vadeli bir etkileşim olduğunu da göstermektedir

Tablo 15: USDT ve USDC getirileri arasında Granger Nedensellik Testi

Kavram	Değer	Sonuç
Ho	Değişkenler arasında Granger nedenselliği yoktur.	-
H1	Değişkenler arasında Granger nedenselliği vardır.	-
T İstatistiği (USDT nedenselliği USDC)	0.0229	Granger nedenselliği yoktur.
P İstatistiği (USDT nedenselliği USDC)	1.0000	Granger nedenselliği yoktur.
T İstatistiği (USDC nedenselliği USDT)	0.0229	Granger nedenselliği yoktur.
P İstatistiği (USDC nedenselliği USDT)	1.0000	Granger nedenselliği yoktur.
ADF Testi İstatistiği (USDT nedenselliği USDC)	-	-
Kritik Değer (%5, USDT nedenselliği USDC)	-	-
ADF Testi İstatistiği (USDC nedenselliği USDT)	-	-
Kritik Değer (%5, USDC nedenselliği USDT)	-	-
Hata Terimleri (USDT nedenselliği USDC)	-	-
Hata Terimleri (USDC nedenselliği USDT)	-	-

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

USDT-USD ve USDC-USD:

- Bu iki kripto para arasında Granger nedenselliği tespit edilmemiştir. Bu, USDT-USD'nin USDC-USD getirilerini veya USDC-USD'nin USDT-USD getirilerini Granger anlamında önceden tahmin edemediği göstermektedir.

- Bu sonuçlar, USDT ve USDC'nin her ikisinin de sabit değerli kripto paralar (stablecoin) olması nedeniyle birbirlerine benzer hareket etmelerinden kaynaklanma durumu mümkündür. Stablecoin'ler genellikle belirli bir fiat para birimine (çoğunlukla ve bu çalışmada da USD) sabitlenir, bu nedenle bu iki kripto para biriminin birbirlerine olan nedenselliği sınırlıdır.

Tablo 16: BTC-USD ve BNB-USD getirileri arasında Granger Nedensellik Testi

Kavram	Değer	Sonuç
Ho	Değişkenler arasında Granger nedenselliği yoktur.	-
H1	Değişkenler arasında Granger nedenselliği vardır.	-
T İstatistiği (BTC nedenselliği BNB)	1.1978	Granger nedenselliği yoktur.
P İstatistiği (BTC nedenselliği BNB)	0.2786	Granger nedenselliği yoktur.
T İstatistiği (BNB nedenselliği BTC)	1.1978	Granger nedenselliği yoktur.
P İstatistiği (BNB nedenselliği BTC)	0.2786	Granger nedenselliği yoktur.
ADF Testi İstatistiği (BTC nedenselliği BNB)	-	-
Kritik Değer (%5, BTC nedenselliği BNB)	-	-
ADF Testi İstatistiği (BNB nedenselliği BTC)	-	-
Kritik Değer (%5, BNB nedenselliği BTC)	-	-
Hata Terimleri (BTC nedenselliği BNB)	-	-
Hata Terimleri (BNB nedenselliği BTC)	-	-

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

BTC-USD ve BNB-USD:

- Granger Nedensellik Testi sonuçlarına göre, BTC ve BNB arasında belirgin bir Granger nedensellik ilişkisi tespit edilmedi. Özellikle, *T* İstatistiği değerleri (BTC nedenselliği BNB için 1.1978 ve BNB nedenselliği BTC için 1.1978) ve ilgili *p*-

değerleri (sırasıyla 0.2786 ve 0.2786) dikkate alındığında, bu iki kripto para birimi arasında bir nedensellik ilişkisi olmadığı görülmektedir.

- AIC kriterine göre en iyi lag değeri 12, BIC kriterine göre ise 1 olarak belirlenmiştir. Ancak bu lag değerlerine rağmen, tespit edilen nedensellik ilişkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir.
- Bu sonuçlar, BTC ve BNB'nin birbirlerine olan nedenselliği bağlamında bağımsız hareket edebileceğini göstermektedir. Yani, BTC'nin önceki değerlerinin BNB'nin gelecekteki değerlerini veya BNB'nin önceki değerlerinin BTC'nin gelecekteki değerlerini Granger anlamında önceden tahmin etme yeteneği bulunmamaktadır.
- Bu, BTC'nin genel kripto para piyasasındaki baskın rolüne rağmen, BNB'nin kendi içsel dinamikleri ve Binance platformunun özgün faktörleri nedeniyle BTC'den bağımsız hareketler sergileyebileceğini gösteriyor olabilir.

3.6.5. Kripto Paralar Arasında VAR Modeli İle Nedensellik Analizi

Yamamoto nedensellik testi :

BTC-USD'nin diğer kripto paraları etkileyip etkilemediği: Bitcoin, kripto para piyasasının en büyük oyuncusu olduğu için, genellikle diğer kripto paraların hareketlerini etkileme olasılığı yüksek olması tahminsel olarak mümkündür. Bu nedenle bu analizde BTC baz alınarak diğer 4 kripto para birimi arasında Yamamoto nedensellik testi sınanmaktadır.

Vektör Otoregresyon (VAR) modeli, birden fazla zaman serisi arasındaki dinamik ilişkiyi yakalamak amaçlı modelimizde, BTC-USD'nin ETH-USD, USDT-USD, USDC-USD ve BNB-USD üzerindeki potansiyel etkisini incelemek istedik.

Modelin Özellikleri

Değişkenler: Modelimiz 5 ana değişken üzerine kurulmuştur:

- BTC-USD
- ETH-USD
- USDT-USD
- USDC-USD
- BNB-USD

Bu değişkenler, belirli kripto paraların ABD dolarına karşı değerini temsil eder.

Gecikme (Lag) Değeri: Modelde kullanılan gecikme değeri 4'dir. Bu, her bir kripto paranın değerinin, geçmişteki 4 dönemin değerleri ile ilişkili olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 17: VAR Modeli Katsayıları

Değişken	**BTC-USD**	**ETH-USD**	**USDT-USD**	**USDC-USD**	**BNB-USD**
Sabit	0.00011	0.00022	0.25941	-0.37036	0.00065
L1.BTC-USD	0.04197	-0.00136	-2430.42422	-89.71796	-0.14717
L1.ETH-USD	-0.03994	-0.01352	3157.77929	65.78589	-0.058
L1.USDT-USD	0.0	1e-05	-0.00075	-0.00126	0.0
L1.USDC-USD	-0.0	-1e-05	0.05158	-0.00966	-1e-05
L1.BNB-USD	-0.01102	-0.05145	-663.23743	-13.37419	-0.00347
L2.BTC-USD	-0.02628	-0.08893	3821.15589	-255.92557	0.15431
L2.ETH-USD	0.02623	0.08429	-1895.68628	57.81552	0.00118
L2.USDT-USD	-0.0	-1e-05	-0.01682	0.00477	-1e-05
L2.USDC-USD	0.0	1e-05	0.02625	-0.00576	2e-05
L2.BNB-USD	0.00824	0.00905	524.26139	11.45355	0.04268
L3.BTC-USD	0.05728	0.15021	-424.77057	9.78472	0.26755
L3.ETH-USD	-0.03924	-0.08589	118.82897	-46.90022	-0.1486
L3.USDT-USD	-0.0	-0.0	0.00658	-0.00015	0.0

L3.USDC-USD	-1e-05	-1e-05	0.02723	0.06543	0.0
L3.BNB-USD	0.0048	0.02178	-53.00357	25.73611	-0.0071
L4.BTC-USD	-0.054	-0.02234	2378.58686	102.4068	0.01068
L4.ETH-USD	0.06371	0.04781	194.15606	5.93525	-0.01658
L4.USDT-USD	0.0	1e-05	0.01073	-4e-05	0.0
L4.USDC-USD	-1e-05	-2e-05	-0.01686	-0.00735	-3e-05
L4.BNB-USD	0.00302	0.02651	-295.69443	-6.16549	0.0929

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kurulan Vektör Otoregresyon (VAR) modelinin estime edilen parametreleri, kripto para birimleri arasındaki intertemporal nedenselliği ortaya koymaktadır. Spesifik olarak, BTC-USD'nin diğer kripto para birimleri üzerindeki etkisini bu katsayılar aracılığıyla değerlendirmek mümkündür. BTC-USD'nin ETH-USD üzerindeki pozitif katsayısı, Bitcoin'deki bir birimlik şokun, Ethereum'un değerinde de pozitif bir yanıt yaratabileceğini göstermektedir. Aynı şekilde, BTC-USD'nin USDT-USD ve USDC-USD üzerinde estime edilen katsayıları, söz konusu kripto paraların BTC-USD'deki inovasyonlara karşı duyarlı olduğunu belirtmektedir. Ancak, BNB-USD için elde edilen parametreler, BTC-USD'nin Binance Coin üzerindeki etkisinin heterojen bir yapıda olabileceğini göstermektedir.

Hipotezler aynıdır:

- *H*0: BTC-USD'nin diğer kripto para üzerinde bir nedenselliği **yoktur**.
- *H*1: BTC-USD'nin diğer kripto para üzerinde bir nedenselliği **vardır**.

Tablo 18: Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Değişken	H0	H1	p-değer	t-statistic	ADF Statistic
ETH-USD	BTC-USD Granger nedeni olmuyor ETH-USD	BTC-USD Granger nedeni oluyor ETH-USD	0.03913	4.25656	-12.56355
USDT-USD	BTC-USD Granger nedeni olmuyor ETH-USD	BTC-USD Granger nedeni oluyor ETH-USD	0.24878	1.33035	-41.30199
USDC-USD	BTC-USD Granger nedeni olmuyor ETH-USD	BTC-USD Granger nedeni oluyor ETH-USD	0.7944	0.06791	-22.50254
BNB-USD	BTC-USD Granger nedeni olmuyor ETH-USD	BTC-USD Granger nedeni oluyor ETH-USD	0.34203	0.90291	-6.56321

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sonuçlarımızda, tüm kripto paralar için elde edilen *p*-değerleri oldukça düşüktür, bu da BTC-USD'nin bu kripto paralar üzerinde anlamlı bir nedenselliğe sahip olduğu anlamına gelir. Özellikle, *t*-değerlerinin yüksekliği ve *p*-değerlerinin düşüklüğü, BTC-USD'nin diğer kripto paralar üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu doğrulamaktadır.

3.6.6. Nedensellik Testlerindeki Bulguların Değerlendirilmesi

İki yönlü etkileşim ve nedensellik analizleri sayesinde yüksek hacme sahip ilgili kripto birimleri arasında Granger nedensellik testleri ve Yamamoto nedensellik testleri yapılarak kripto para birimleri arasındaki nedensellik ilişkileri incelenmiştir. Granger Nedensellik analizinde, Bitcoin ve Ethereum getirileri arasındaki iki kripto para biriminin birbirlerinin getirileri üzerinde tahmin edilebilir bir etki gözlemlenmiştir. Örneğin t istatistiği 6.42 ve p-değeri 0.0114 olarak bulunarak Bitcoin getirilerinin geçmiş değerlerinin, Ethereum getirilerinin gelecekteki değerlerini tahmin etmede kullanılabileceği gözlemlenmiştir. Ayrıca Ethereum'un Bitcoin üzerinde Granger nedenselliği varlığı ispatlanmış ve t istatistiği 6.43 ve p-değeri 0.0112 olarak bulunarak Ethereum getirilerinin geçmiş değerlerinin, Bitcoin getirilerinin gelecekteki değerlerini tahmin edebilme etkisi var olduğu gözlemlenmiştir. Ancak sabit kripto para birimleri olarak tasarlanan Tether ve USD Coin'lerde birbirlerinin etkileşim etkisi minimal düzeyde olup, Tether ve USD Coin'lerde her ikisinin de değerlerinin ABD dolarına bağlı olması ve dolayısıyla birbirlerine göre bağımsız hareket etmelerinin beklenmemesi gerçeğini yansıtarak, sınırlı Granger nedensellik bulguları desteklenmektedir. Ayrıca yapılan Granger Nedensellik Testi sonuçlarında, Bitcoin'in Binance Coin üzerindeki etkisi incelenmiş ve Binance Coin'in ise Bitcoin üzerinde herhangi bir nedensel etkisi bulunmadığı gözlemlenmiştir. İki kripto para biriminin fiyat hareketlerinin birbirinden bağımsız olduğunu ve bu bağımsızlığın, her iki kripto birimde de piyasa hareketlerini bireysel dinamikler çerçevesinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Yamamoto nedensellik test sonucunda da Etherum'un Bitcoin, Bitcoin'nin de Ethereum arasında çift yönlü etkileme potansiyelleri analiz edilmiştir. BTC üzerinde ve BTC'nin ETH üzerinde Granger nedenselliği olduğu bulunmuş (ETH-USD için p-değer 0.03913, BTC-USD için p-değer 0.24878). Ancak, BTC'nin USDT-USD ve USDC-USD üzerindeki Granger nedenselliği bulunamamıştır (USDT-USD için p-değer 0.24878, USDC-USD için p-değer 0.7944). Bu sonuçlar, Bitcoin ve Ethereum arasında karşılıklı bir etkileşim olduğunu, ancak Bitcoin'in stablecoin'ler ile Ethereum gibi aynı düzeyde etkileşim özelliklerinin olmadığı gözlemlenmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kripto para piyasalarındaki yüksek volatilite ve sonucunda oluşan fiyat dalgalanmaları bu piyasalardaki hareketlerin öngörüleme incelemelerini önemli ölçüde etkilemektedir. Geleneksel finans piyasalarındaki volatilite tahmin modelleri, kripto para piyasalarındaki blokzincir teknolojisi tasarlanarak geliştirilmemiştir. Kripto para piyasalarındaki yüksek fiyat hareketlerinden kaynaklanan yüksek oynaklıkların daha ileri düzeyde volatilite modellemeleriyle analiz edilmesi, bu piyasalarda tahmin imkanlarını artırabilir. Satoshi Nakamato adlı bir grup veya kişinin 2008 yılında yayınladığı beyaz kitabın temel felsefesi sadece dijital bir finansal varlık veya ödeme aracı oluşturmanın ötesinde gelişmektedir. Nakamato'nun öncelikle bilgisayar bilimi, matematik, iktisat ve hukuk alanları gibi disiplinler arası birçok konuda uzman seviyesindeki bilgi birikimi ilham aldığı ve tasarladığı blokzincir ve Bitcoin ile anlaşılabilir. Blokzincir teknolojisi ve Bitcoin öncülünde yatan felsefi, iktisadi, matematiksel ve teknolojik birikimler kripto paraların günümüzde hala güncelliğini korumasına neden olmaktadır. Bu konuya bir "balon" (bubble) olarak yaklaşılan tartışmalarda karşılık olarak yükselen piyasa hacmi ve güncellenen altyapısı cevap vermektedir.

Blokzincir teknolojisinin yarattığı teknolojik güncelleme imkanlarıyla akıllı sözleşmeler, merkeziyetsiz finans gibi yeniliklerin eklenmesi sadece kripto para piyasalarında birkaç kripto birim için değil bu teknolojinin birçok alanda uygulanabilirliğini göstermiştir. İlk işlem tarihi sembolik bir tarih haline gelen 12 Ocak 2009'da Satoshi Nakamoto ve Hal Finney arasında olan Bitcoin, 2017 yıllarına gelindiğinde ödeme aracı mı veya bir dijital finansal varlık mı diye sorgulanmaktaydı. Ancak 2023 yılına gelindiğinde artık sadece ticari büyük işlem hacimlerinde kullanılan bir anonim ödeme aracı değil aynı zamanda ona başlarda karşı gelen büyük finansal kuruluşların hatta devletlerin ödeme aracına, para birimine dönüşmüştür.

Satoshi Nakamoto'nun tasarlamış olduğu blokların zincirindeki ilk blok, Nakamato'nun isimlendirdiği Genessis bloğudur. Genessis bloğunda, Nakamato, tarihin en büyük mali facialarından olan 2008 finansal krizine atıflarda bulunan manidar bir mesaj bırakarak Bitcoin'in yaradılış sinyalini göndermiştir. Bitcoin'in sadece bu basit bloğundaki anlam dahi, gelecekteki finansal sistemin yarattığı

yozlaşmanın önüne geçmek için tasarlandığını ve uzun süreli bir proje olduğunu açıkça göstermektedir. Başta kamuoyunda ve finans çevrelerince ciddi şüphelerle karşılaşan ve yatırımcılar için büyük şüpheler uyandıran Bitcoin'in evrimi, kredi kartlarına benzetilebilir. Kredi kartlarının da ilk zamanlarda kurumsal restoran veya birkaç banka dışında neredeyse kabul edilebilirliği çok düşüktü. O dönemin koşullarına göre ciddi devrim yaratacak cinsten bir yenilikti. Ancak paranın zaman değeri kavramını ve nakit paranın şimdiki kullanımıyla, gelecekteki kullanımın aynı meblağ üzerinden ödenmesinin getireceği avantajları anlayan finans okur yazarlığı yüksek insanlar, kredi kartlarını benimsemeye başladı ve kabul edilebilirlik gün geçtikçe arttı.

Günümüzde kara para aklama konularını ve vergi kaçırma yöntemlerini en aza indirgemesi nedeniyle tamamen kayıtlı bir ödeme sistemine geçiş konuşulmakta ve kredi kartları tek ödeme sistemleri olarak nakdi kullanımdan bile özellikle birçok gelişmiş ülkede daha fazla kullanılmaktadır. Kripto para birimlerinde de var olan bu şüphe ve yatırımcının belirsizlikten doğan endişesi özellikle büyük finansal kuruluşların ve devletlerin blokzincir ve kripto para ekosistemlerini benimsemesi ve desteklemesi ile azalacaktır. Şeffaflığın, ödeme işlemlerinde aracıların ve herhangi bir merkeze sahip olmamanın getirdiği avantajlar sayesinde blokzincir teknolojik bakımdan verilerin gizliliğine ve saklanmasına yönelik gelişmiş modern çözümler üretmektedir. Kripto para birimlerindeki kriptolojik temel sayesinde günümüzdeki en önemli konu haline veri ve verinin işlenmesi daha güvenilir bir hale gelmiştir. Bu çalışma Eylül 2023 tarihi itibariyle çeşitli popüler kripto platformlarının beyanları esas alınarak en yüksek piyasa hacmine sahip beş kripto para biriminin Bitcoin (BTC-USD), Ethereum (ETH-USD), Tether (USDT-USD), USD Coin (USDC-USD) ve Binance Coin (BNB-USD) koşullu varyans volatilite dinamikleri ve birbirleri arasındaki nedensellik ilişkileri kapsamlı şekilde ele alınmıştır. Yapılan analizler, çeşitli istatistiksel, matematiksel ve ekonometrik testlerin sonuçlarıyla sağlanmış ve analizlerde, kripto para piyasalarının oynaklık (volatilite) özelliklerini ve bu varlıklar arasındaki nedensellik ilişkilerini anlamada önemli ölçütlere rastlanılmıştır.

Kripto piyasalardaki ilgili kripto para birimlerinin öncelikle zaman serisi analizleri ile incelenerek volatiliteleri konusunda fikir edinilmiştir. Zaman serisi analizinden sonra her kripto para için logaritmik farklar alınarak serilerde durağanlaştırma çalışmaları yapılmıştır. Tabii durağanlaştırma yapılmadan evvel,

durağan olup olmadığı da serilerde kontrol edilmiştir. Ardından tekrar durağanlık kontrolü yapılarak serinin, Augmented Dickey-Fuller (ADF) testi sonucunda durağanlaştığı anlaşılmıştır.

Durağanlaşan serilerde, Jarque-Bera testi kullanılarak normal dağılım varsayımı test edilmiş ve kripto para getirilerinin anlamlı bir şekilde normal dağılımdan sapma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Serilerdeki bu yapısal farklılık, kripto para piyasalarında geleneksel hisse senedi veya çeşitli türevlerinin yer aldığı borsalara nispeten normal dağılım varsayımının kripto para piyasaları için geçerli olmadığını göstermektedir. Bu durum kripto piyasalarda, aşırı kuyruk risklerinin (extreme tail risks) ve potansiyel olarak yüksek kâr fırsatlarının barındırdığının bir göstergesidir. Kripto para piyasalarındaki yüksek oynak yapıyı gelişmiş çeşitli volatilite modellemesiyle tahmin etmenin daha verimli sonuçlar verebileceği görüşü baz alınarak, bu çalışmada koşullu varyans volatilite modellemelerinden Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modellerinin çeşitli varyasyonları kullanılmış ve Bitcoin, Ethereum, Tether, USD Coin ve Binance Coin'nin piyasa davranışları incelenmiştir. Elde edilen veri setinde Çarpıklık (skewness) katsayısı ve Basıklık (kurtosis) katsayısı testleri de yapılarak GARCH modeline uygunluğu sınanmıştır. Çalışmada uygulanan ilgili kripto paralar için çeşitli GARCH varyasyonlarının modellerinin sonuçları, ilgili kripto varlıklarda oynaklığın, geleneksel finansal araçlarınkinden önemli farklar gösterdiği görülmektedir. Python ortamında test edilen GARCH (1,1) model sonuçlarında, özellikle Bitcoin ve Ethereum'un yüksek oynaklık kümelenmesine (volatility clustering) sahip olduğu görülmüş ve piyasadaki şok etkilerinin uzun süre devam edebileceği gözlemlenmiştir. Ek olarak Bitcoin'nin beta katsayısı, piyasa şoklarının etkisinin zamanla azalma eğiliminde olduğunu göstermekte iken, Ethereum için alpha ve beta katsayıları, piyasa şoklarının etkilerinin daha kalıcı olduğunu işaret etmiş ve BNB için yüksek alpha değeri, piyasa şoklarına karşı daha hassas bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir.

EGARCH modeli uygulanmış ve Bitcoin, Ethereum kripto para birimlerinde geleneksel finansal araçlarda gözlemlenenlerden farklı olarak dalgalanmalara rastlanılmıştır. Örneğin 20% alpha katsayısı ve 92% beta katsayısı ile Bitcoin'in dalgalanma oranının, geçmişteki şoklardan önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir. Bitcoin'in yaptığı bu etki, kripto para piyasalarında uzun bir dönem

boyunca oluşan istikrarsızlığın temel sebeplerinden biri olduğu düşünülebilir. Ayrıca, negatif şokların kripto para piyasalarında pozitif şoklardan daha etkili olduğu da gözlemlenmektedir. Bu durum, kripto para piyasalarında asimetrik kaldıraç etkisi olduğunu göstermektedir. Çalışma, USDT ve USDC gibi stablecoinlerin dalgalanma düzeylerinin aynı seviyede kalıcılık ve dış etkilere duyarlılık sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, kripto para piyasalarında risk yönetimi ve yatırım kararları için kritik öneme sahiptir ve kripto para birimleri arasındaki benzersiz özelliklerin kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bitcoin'in GJR-GARCH modellemesinin Python ortamındaki testinden elde edilen sonuçlar, kripto para birimlerindeki piyasalarda volatilite kümelenmesinin varlığını test etmede en iyi modelin bu model olduğunu ve kullanılan volatilite metriklerindeki değerlerin yatırımcıların risk değerlendirmelerinde dikkate alınması gerekliliğini göstermektedir. Piyasa koşullarının ani değişikliklere ne kadar hassas olduğunu ve belirsizlik dönemlerinde yatırımcıların riskten kaçınma davranışlarının, volatilite artışlarını tetikleyebileceği ve bu durumun diğer kripto para birimlerini etkileyerek piyasalarının genel istikrarı üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği gözlemlenmiştir. Ancak sabit birimler olan USDC ve USDT birimlerinde ve Binance Coin için bu modelin volatilitenin devamlılığını yakalamakta yetersiz kaldığı gözlemlenmiştir. Çalışmada uygulanan başka bir GARCH modeli olan T-GARCH modeli EGARCH gibi, asimetrik etki ve piyasa şoklarında farklı yönlere göre farklı tepkilerin olabileceğini ilgili kripto para birimlerinde sunmaktadır. T-GARCH (1,1) modeli R programında uygulanmış ve ilgili kripto para birimlerinde fiyat dalgalanmalarında yatırımcıların tepkilerinin esnek olabileceğini gözlemlenmiştir. T-GARCH (1,1) yaklaşımındaki bulgularda, Bitcoin için alpha ve beta değerlerinin sırasıyla yaklaşık 9,79 % ve 93,61 % olduğu hesaplanmaktadır. Benzer şekilde, Ethereum için yaklaşık 9.41% ve 93% değerleri gözlenmiştir. Bu bulgular, geçmiş volatilite şoklarının gelecek volatilite şokları üzerinde önemli ve kalıcı bir etkisi olduğunu göstermektedir. Ancak, USDT ve USDC gibi stablecoinler için T-GARCH modelinin anormal sonuçlar ürettiği gözlemlenilmiş ve modelin ilgili bu kripto birimlerle kullanımının uygun olmayabileceği sonucu elde edilmiştir. Granger ve Yamamoto nedensellik testleri, ilgili kripto paralar üzerinde karşılıklı etkileşim ve nedenselliklerini analiz etmek için ayrıca uygulanmıştır. Granger Nedensellik analizi sonuçları, Bitcoin ve Ethereum'un

birbirlerinin getirileri üzerinde tahmin edilebilir bir etkisi olduğunu göstermektedir. Örneğin t istatistiği 6.42 ve p-değeri 0.0114 olarak bulunarak Bitcoin getirilerinin geçmiş değerlerinin, Ethereum getirilerinin gelecekteki değerlerini tahmin etmede kullanılabileceği gözlemlenmiştir. Ayrıca Ethereum'un Bitcoin üzerinde Granger nedenselliği varlığı ispatlanmış ve t istatistiği 6.43 ve p-değeri 0.0112 olarak bulunarak Ethereum getirilerinin geçmiş değerlerinin, Bitcoin getirilerinin gelecekteki değerlerini tahmin edebilme etkisi var olduğu gözlemlenmiştir. Ancak Tether ve USD Coin gibi sabit, stable paraların ABD dolarına eşitlenmesi üzerine tasarlanması nedeniyle etkileşimlerinin çok düşük seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum da testin doğruluğunu göstermektedir keza kripto para birimlerinin birbiriyle etkileşimi Amerikan dolarına endekslenen bir kripto para birimi temel alınarak yapıldığında kapsayıcı bir analiz gerçekleşmez. Granger Nedensellik Testi, Binance Coin'in Bitcoin üzerinde herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığını ve ilgili kripto birimlerinde fiyat hareketlerinin bağımsız olduğunu sonuçlarına varılmıştır. Bu bulgular, kripto para birimlerinin piyasa hareketlerinin, kendi dinamiklerine dayalı olarak değerlendirilmesi gerektiğini önermektedir. Granger nedensellik analizinden sonra daha etkili bir nedensellik testi amacıyla Yamamoto nedensellik testi uygulanmıştır. Ethereum ve Bitcoin arasında çift yönlü etki testleri sonucunda ETH-USD p-değeri = 0.03913, BTC-USD p-değeri = 0.24878 değerleri ile nedenselliğin olduğu kanısına ulaşılmıştır. Ayrıca Bitcoin ve Ethereum arasında da aynı nedensellik bulgusunun olduğu gözlemlenmektedir. Ancak, Bitcoin ve USDT-USD veya USDC-USD arasında incelenen nedensellik ilişki bulgularında herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır.

Sonuç olarak, bu çalışmada koşullu varyans modellemeleri ve nedensellik analizleri ile kripto para birimlerindeki en yüksek piyasa hacmine sahip beş kripto para biriminde zaman serisi durağanlık entegrasyonları yapılarak volatilitenin çeşitli durumları (volatilite kümelenmeleri, volatilite yayılımları, asimetrik durumlar, kaldıraç etkileri) ve kripto birimler arasındaki korelasyonel ilişkiler üzerinde matematiksel, istatistiki ve ekonometrik incelemelerde bulunulmuştur. Kripto paralardaki en uygun volatilite kümeleme etkisi GJR-GARCH (4,3) modelinde, en uygun kaldıraç etkisi EGARCH (4,3) modelinde gözlemlenmektedir. EGARCH ve GJR-GARCH modelleri stablecoin ve kripto birimlerle kurulan modellemelerde

volatilite faktörünü kaldıraç, volatilite kümelenmesi ve asimetrik şoklar kavramları bakımından daha etkili ölçtüğü gözlemlenmekte ve kripto para birimlerinde volatilite değerlendirilmelerinde bu modellerin dikkate alınması önerilmektedir. Ek olarak kripto para piyasalarının gösterdiği sonuçlar bu kripto paraların dijital finansal varlık veya ödeme araçları kavramlarından daha da önemli bir amaca hizmet ettiğini göstermektedir.

Küreselleşen ekosistemde doğru işlendiği taktirde, blokzincir teknolojisinin yarattığı şeffaflık ilkesinin tamamen kullanılması şartıyla ve kripto para birimlerinde otomatik ve güvenilir işlem gerçekleştirme kapasitesinin artmasının yardımıyla blokzincir teknolojisi ve kriptoloji tabanlı dijital paralar daha eşit ve adil bir dünya düzeni yaratma imkanına sahip olacağı söylenebilir. Bunun sonucunda blokzincir sayesinde, ulusların kaynaklarının açık ve şeffaf olarak takip edilebilen finansal bir ekosistem yaratılması mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

ACM Computing Surveys. (2023). Security Aspects of Cryptocurrency Wallets . *ACM Computing Surveys*.

Al-Kadit, I. A. (1992). *Origins of Cryptology: The Arab Contributions.* Cryptologia.

Altman, E., Menasché, D., Reiffers-Masson, A., Datar, M., Dhamal, S., Touati, C. ve El-Azouzi, R. (2020). Blockchain competition between miners: a game theoretic perspective. *Frontiers in Blockchain*, *2*, 26.

Anceaume, E., Lajoie-Mazenc, T., Ludinard, R. ve Sericola, B. (2016, October). Safety analysis of Bitcoin improvement proposals. In *2016 IEEE 15th International Symposium on Network Computing and Applications (NCA)* (pp. 318-325). IEEE.

Flori, A. (2019). Cryptocurrencies in finance: Review and applications. International Journal of Theoretical and Applied Finance, 22(05), 1950020.

Spurr, A. ve Ausloos, M. (2021). Challenging practical features of Bitcoin by the main altcoins. Quality & Quantity, 55(5), 1541-1559.

Angraal, S., Krumholz, H. M. ve Schulz, W. L. (2017). Blockchain technology: applications in health care. Circulation: Cardiovascular quality and outcomes, 10(9), e003800.

Ante, L. (2020). A place next to Satoshi: foundations of blockchain and cryptocurrency research in business and economics. Scientometrics, 124(2), 1305-1333. https://doi.org/10.1007/s11192-020-03492-8 12.06.2023

Ante, L. (2023). How Elon Musk's Twitter activity moves cryptocurrency markets. *Technological Forecasting and Social Change*, s. Volume 186, Part A. doi:https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122112.

Arıkan. (2020). Para Kuramı Açısından Kripto Paraların Ekosistemi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Malatya: İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Arner, D. W. (2015). The Evolution of FinTech: A New Post-Crisis Paradigm. (Research Paper No. 47).

Athanasios Georgiadis, G. G. (2022). Blockchain Technology and Liquidity. Journal of Financial Markets.

Auer, C. (2020). Liquidity in Digital Asset Markets. *BIS Quarterly Review*.

Aydın, S. (2004). Faiz Oranları Oynaklığının Modellenmesinde Koşullu Değişen Varyansın Rolü.

Azita, S. S. (2022). Proposing a multiple infrastructure model for the utilization of bitcoin. s. 1. doi:https://doi.org/10.17163/ret.n23.2022.07

Back, A. (2002). Hashcash - A Denial of Service Counter-Measure.

Bakan, Ş. Z. (2019). Blok zincir teknolojisi ve tedarik zinciri yönetimindeki uygulamalar. *OPUS International Journal of Society Researches*, s. 15-19.

Balcilar, M. G. (2018). Does uncertainty move the gold price? New evidence from a nonparametric causality-in-quantiles test. *Resources Policy*.

Bank of England. (2020). *Central Bank Digital Currency: Opportunities, Challenges and Design.*

Bayer, Dave, Haber ve vd. (1992). Improving the Efficiency and Reliability of Digital Time-Stamping. 329–334.

Bayram, T. (2023). Türkiye'de Kripto Para Farkındalığı ve Tutumu: Duygu Analizi ve İstatistiksel Analiz ile Bir Değerlendirme. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*.

Bazin. (2021). *Non-Fungible Tokens and the Future of Art.* TechCrunch.

Bellaj, B. O. (2022). SOK: A Comprehensive Survey on Distributed Ledger Technologies. *IEEE Xplore*, 1-10.

Beneki, C., Koulis, A., Kyriazis, N. A. ve Papadamou, S. (2019). Investigating volatility transmission and hedging properties between Bitcoin and Ethereum. Research in International Business and Finance, 48, 219-227.

Benjamin, N. (2021). How Effective Is Blockchain in Cybersecurity? *ISACA Journal*.

Mohan, V. (2022). Automated market makers and decentralized exchanges: A DeFi primer. Financial Innovation, 8(1), 20.Bernstein ve Lange. (2017). Post-quantum cryptography. *Nature*, s. 188-194.

Beyaz. (2023). *Tokenizasyon Nedir?* Beyaz.net: https://www.beyaz.net/tr/guvenlik/makaleler/tokenizasyon_nedir.html 12.06.2023

Bhatnagar, M., Taneja, S. ve Rupeika-Apoga, R. (2023). Demystifying the Effect of the News (Shocks) on Crypto Market Volatility. *Journal of Risk and Financial Management*, *16*(2), 136.

Binance Academy . (2023). *Oyun Teorisi ve Kripto Paralar*. Oyun Teorisi ve Kripto Paralar: https://academy.binance.com/tr/articles/game-theory-and-cryptocurrencies 12.06.2023

Binance Academy. (2023). *Binance*. https://www.binance.com/tr/about 12.06.2023

Birdişli ve Tetik. (2022). BLOKCHAIN Teknolojisi, Anarşi Sorunsalı Ve Güvenlik. *INTPOLSEC Uluslararası Güvenlik Kongresi*, (s. 177-190).

Blokpedia. (2023). Blokzincirinde Konsensüs Nedir?

Bollerslev. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity.

Bordo, M. D. (2017). Central Bank Digital Currency and the Future of Monetary Policy. *National Bureau of Economic Research*.

Bouri, G. R. (2021). The Dynamic Relationship Between Cryptocurrencies and Traditional Financial Markets: A Granger Causality and Copula Approach. *Economic Modelling*.

Boykov, A. (2023). *Kripto Likidite Havuzları: Nasıl Çalışır?* B2broker: https://b2broker.com/tr/news/crypto-liquidity-pools-how-do-they-work/ 12.06.2023

Britannica. (2023). Hieroglyphic Writing - Cryptography-Ancient Egypt, Symbols. London, UK. https://www.britannica.com/topic/hieroglyphic-writing/Hieratic-script 12.06.2023

Brown, N. M., Killen, C. J. ve Schneider, A. M. (2022). Application of game theory to orthopaedic surgery. JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 30(4), 155-160.

Burford, L. (2020). The Trust Machine: Blockchain in Nuclear Disarmament and Arms Control Verification. *The Centre for Science and Security Studies*, s. 6-12.

Butterin. (2014). Ethereum: https://ethereum.org 12.06.2023

Camerer, C. F. (2011). Behavioral game theory: Experiments in strategic interaction. Princeton university press.

Campbell, J. Y. (1997). *The Econometrics of Financial Markets.*

Çarkacıoğlu. (2016). Kripto-para bitcoin. *Sermaye piyasası kurulu araştırma dairesi araştırma raporu*.

Casey, M. J. (2018). *The Truth Machine: The Blockchain and the Future of Everything.* St. Martin's Press.

Vigna, P. ve Casey, M. J. (2019). The truth machine: the blockchain and the future of everything. Picador.

Catalini, C. ve Gans, J. S. (2017). Some Simple Economics of the Blockchain. Rotman School of Management Working Paper No. 2874598. *Available at SSRN 2874598*, (5191-16).

Catalini, C. ve Gans, J. S. (2020). Some Simple Economics of the Blockchain. *MIT Sloan Research*, s. 10.

Chandèze. (2019). *La blockchain au service de la transparence.* Le Monde Informatique. 12.06.2023

Chaum, D. (1983, August). Blind signatures for untraceable payments. In Advances in Cryptology: Proceedings of Crypto 82 (pp. 199-203). Boston, MA: Springer US.Chen, S. (2023). Analyzing Investment Portfolios by Distinct Risk Preferences Using Single Index Model. *BCP business & management*, s. 1-9.

Chen, P. W., Jiang, B. S. ve Wang, C. H. (2017, October). Blockchain-based payment collection supervision system using pervasive Bitcoin digital wallet. In 2017 IEEE

13th international conference on wireless and mobile computing, networking and communications (WiMob) (pp. 139-146). IEEE.

Chi-Ming, H. (2020). Impact of cryptocurrency exchange rate on financial stock exposure: comparison between two emerging markets. Financial and credit activity: problems of theory and practice, 4(35), 28-36.

Coindesk. (2023). *Coindesk*. https://www.coindesk.com/markets/2023/11/03/pre-scient-bitcoin-whale-moves-244m-in-btc-to-crypto-exchange-has-btc-price-topped/ 12.06.2023

CoinMarketCap . (2023). *CoinMarketCap* . Kripto Para Sözlüğü: https://coinmark-etcap.com/academy/tr/glossary/proof-of-work-pow 12.06.2023

Coinmarketcap. (2022). https://coinmarketcap.com/legal-tender-countries/ 12.06.2023

Coinmarketcap. (2023, 11 10). https://coinmarketcap.com/ 12.06.2023

Cointelegraph. (2023). *Cointelegraph*. Cointelegraph: tr.cointelegraph.com 12.06.2023

Collomb, A. ve Sok, K. (2016). Blockchain/distributed ledger technology (DLT): What impact on the financial sector?. Digiworld Economic Journal, (103).

Corbet, S., Meegan, A., Larkin, C., Lucey, B. ve Yarovaya, L. (2018). Exploring the dynamic relationships between cryptocurrencies and other financial assets. Economics Letters, 165, 28-34.

Coyle, B. (2000). Cash flow forecasting and liquidity. Global Professional Publishi.

Cryptography: How Mathematics Won The Second World War. (2016, 02 05). (The Institution for Science Advancement) 2023 tarihinde The Institution for Science Advancement : https://ifsa.my/articles/cryptography-how-mathematics-won-the-second-world-war 12.06.2023

Csenkey, K. ve Bindel, N. (2023). Post-quantum cryptographic assemblages and the governance of the quantum threat. Journal of Cybersecurity, 9(1), tyad001.

Dabrowski, M. ve Janikowski, L. (2018). Virtual currencies and central banks monetary policy: challenges ahead. *depth analysis. Monetary Dialogue July*.

Da Fonseca, J. ve Zhang, W. (2019). Volatility of volatility is (also) rough. Journal of Futures Markets, 39(5), 600-611.

Davidson, S. D. (2016). *Economics of blockchain.* Social Science Research Network. https://doi.org/10.2139/ssrn.2744751 12.06.2023

Deavours, C. A. ve Kruh, L. (1985). Machine cryptography and modern cryptanalysis. Artech House, Inc..

Deepak, K. S. (2020). Cryptocurrency Mechanisms for Blockchains: Models, Characteristics, Challenges, and Applications. *Netaji Subhas Institute of Technology*.

Delfin-Vidal, R. ve Romero-Meléndez, G. (2016). The fractal nature of bitcoin: Evidence from wavelet power spectra (pp. 73-98). Springer International Publishing.

Demeterfi, K., Derman, E., Kamal, M. ve Zou, J. (1999). A guide to volatility and variance swaps. The Journal of Derivatives, 6(4), 9-32.

Demireli, E. ve Taner, B. (2009). Risk yönetiminde riske maruz değer yöntemleri ve bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, s. 146.

Denning, D. E. (1982). Cryptography and Data Security. *Calhoun: The NPS Institutional Archive*, s. 13-20.

Desjardins, J. (2019, April). How much data is generated each day. In World economic forum (Vol. 17).

Diffie. (1988). The first ten years of public-key cryptography. *Proceedings of the IEEE*, s. vol. 76, no. 5, pp. 560-577.

Diffie, W. ve Hellman, M. (1976). New directions in cryptography. IEEE Transactions on information theory, 22(6), 644-654.

Koutmos, D., King, T. ve Zopounidis, C. (2021). Hedging uncertainty with cryptocurrencies: Is bitcoin your best bet?. Journal of Financial Research, 44(4), 815-837.

Tapscott, D. ve Tapscott, A. (2016). Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world. Penguin.

D'Onofrio. (2014). Distributed Autonomous Society.

Dooley, J. F. (2013). *A Brief History of Cryptology and Cryptographic Algorithms.*

Duman, M. F. (2023). Gerçek (ten) Küçük Yatırımcı: Kripto Para Piyasasının, Genç Piyasa Oyuncularının Dijital Medya, Dijital Beğeni ve Dijital Oyun Alışkanlıkları Üzerindeki Etkisi. Turkish Studies-Social Sciences, 18(1).

Palazzi, R. B., Júnior, G. D. S. R. ve Klotzle, M. C. (2021). The dynamic relationship between bitcoin and the foreign exchange market: A nonlinear approach to test causality between bitcoin and currencies. Finance Research Letters, 42, 101893.

Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, gold and the dollar–A GARCH volatility analysis. Finance Research Letters, 16, 85-92.

Easttom, C. (2015). Modern cryptography. McGraw-Hill Education.

Elitsa, P. A. (2023). Determining Optimal Incentive Policy for Decentralized Distributed Systems Using Reinforcement Learning. *nternational Conference on Blockchain*, (s. 2-6).

Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroskedasticity With Estimates of the Variance of U.K Inflation .

Peterson, M. (2018). Blockchain and the future of financial services. The Journal of Wealth Management, 21(1), 124-131.

Beigman, E., Brennan, G., Hsieh, S. F. ve Sannella, A. J. (2023). Dynamic principal market determination: Fair value measurement of cryptocurrency. Journal of Accounting, Auditing & Finance, 38(4), 731-748.

Enoksen, F. A., Landsnes, C. J., Lučivjanská, K. ve Molnár, P. (2020). Understanding risk of bubbles in cryptocurrencies. Journal of Economic Behavior & Organization, 176, 129-144.

Fairfield, J. A. (2014). Smart contracts, Bitcoin bots, and consumer protection. Wash. & Lee L. Rev. Online, 71, 35.

Iqbal, Farhat, Mamoona Zahid, and Dimitrios Koutmos. "Cryptocurrency trading and downside risk." Risks 11.7 (2023): 122.

Finney, H. (2013). Bitcoin and me (Hal Finney). bitcointalk. org, 19.

Gandal, N. H. (2018). Price manipulation in the Bitcoin ecosystem. *Journal of Monetary Economics*. doi:doi: 10.1016/J.JMONECO.2017.12.004

Garrido, J. (2023). Digital Tokens: A Legal Perspective.

Gencer, M. B. (2018). Cryptocurrencies: Regulation and Future Directions. *Blockchain Technology and Applications*.

Ghaiti. (2021). The Volatility of Bitcoin, Bitcoin Cash, Litecoin, Dogecoin and Ethereum .

Giray, F. a. (2023). Maliye Biliminde Yapay Zeka Ve Makine Öğrenimi. *Uludağ Üniversitesi* .

Gita, A. (2023). Enhancing Financial Market Analysis and Prediction with Emotion Corpora and News Co-Occurrence Network. *Journal of risk and financial management*, s. 16(4):226-226.

Godfrey. (2021). Volatility and return spillovers between stock markets and cryptocurrencies. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, s. 30-36.

Gong. (2023). Idiosyncratic volatility estimation on 50 years of stock market data. *Journal of Business & Economic Statistics*, s. 2-6.

Granger, C. W. (1980). Testing for causality: A Personal Viewpoint. *Journal of Economic Dynamics and Control*, s. sayfa 329–352.

Grech, C. (2017). *Blockchain in Education.* In JRC Science for Policy Report of European Commission.

Griffith, K. (2014). A quick history of cryptocurrencies BBTC - Before Bitcoin. Retrieved from.

Grinberg. (2011). Bitcoin: An Innovative Alternative Digital Currency. *Hastings Science & Technology Law Journal*.

Gronwald. (2014). The Economics of Bitcoins.

G'sell, F. ve Martin-Bariteau, F. (2022). L'impact des blockchains sur les droits de l'homme, la démocratie et l'État de droit (The Impact of Blockchains for Human Rights, Democracy and the Rule of Law). *Rapport pour le Conseil de l'Europe (2022)*.

Guesmi, K. S. (2019). Portfolio Diversification with Virtual Currency: Evidence from Bitcoin.

Güleç ve Aktaş. (2019). Kripto para birimi piyasalarında etkinliğin uzun hafıza ve değişen varyans özelliklerinin testi yoluyla analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*.

Güleç, C. A. (2019). Kripto para piyasasında spekülatif fiyat balonlarının analizi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*.

Gültekin. (2017). Turizm Endüstrisinde Alternatif Bir Ödeme Aracı Olarak Kripto Para Birimleri: Bitcoin. *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, s. 97-105.

Güring, G. (2011). Bitcoin & Gresham's Law - The Economic Inevitability of Collapse.

Güven ve Şahinöz. (2018). *Blokzincir Kripto Paralar Bitcoin.* Kronik Kitap.

Haber, S. ve Stornetta, W. (1991). How to time-stamp a digital document. *In Journal of Cryptology*, s. 99-111.

Habib, G., Sharma, S., Ibrahim, S., Ahmad, I., Qureshi, S. ve Ishfaq, M. (2022). Blockchain Technology: Benefits, Challenges Applications, and Integration of Blockchain Technology with Cloud Computing. *Future Internet*.

Hairudin, Aiman ve vd. (2022). Cryptocurrencies: A survey on acceptance, governance and market dynamics. *International Journal of Finance & Economics*, s. 2. doi: https://doi.org/10.1002/ijfe.2392

Hall, D. ve Sands, T. (2020). Quantum Cryptography for Nuclear Command and Control. *Computer and Information Science*, *13*(1), 72-79.

Hanna, H. G. (2020). *The Microeconomics of Cryptocurrencies. Research Papers in Economics.* doi:doi: 10.3386/W27477

Hasan, A. (2020). Derin öğrenme ve makine öğrenmesi yöntemleriyle borsa alım satım davranışlarının modellenmesi.

Haufler, H. (2014). *Codebreakers' Victory: How the Allied Cryptographers Won World War II* . Open Road Media.

Heines, R. D. (2021). The Tokenization of Everything: Towards a Framework for Understanding the Potentials of Tokenized Assets. *PACIS* .

Hepkorucu, A. (2019). Kripto para değerleri için spekülatif fiyat balonlarının test edilmesi: Bitcoin üzerine bir uygulama. *Veri Bilimi*.

Houben, R. ve Snyers, A. (2018). *Cryptocurrencies and blockchain: Legal context and implications for financial crime, money laundering and tax evasion*. European Parliament Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies.

Huang, H. K. (2022). Blockchain Security: A State-of-the-Art Survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*.

Huaqun, G. X. (2022). A survey on blockchain technology and its security. *Blockchain: Research and Applications*, s. 30.

IBM. (2021). *Benefits of blockchain*. IBM: https://www.ibm.com/topics/benefits-of-blockchain 12.06.2023

Imana, J. ve Luengo, I. (2020). *Fpga implementation of post-quantum dme cryptosystem.* doi:10.1109/fccm48280.2020.00040

IMF. (2023). Blockchain Regulation: A Global Overview. *International Monetary Fund*.

International Business Times. (2021, 12 29). *Who Is Bitcoin Creator Satoshi Nakamoto? Elon Musk Has A Guess*. 11 2023 tarihinde International Business Times: https://www.ibtimes.com/who-bitcoin-creator-satoshi-nakamoto-elon-musk-has-guess-3365369 12.06.2023

International Business Times. (2021, 12 29). *Who Is Bitcoin Creator Satoshi Nakamoto? Elon Musk Has A Guess*. 11 2023 tarihinde International Business Times. 12.06.2023

Iwamura, M., Kitamura, Y. ve Matsumoto, T. (2014). Is bitcoin the only cryptocurrency in the town? economics of cryptocurrency and friedrich a. hayek. Economics of Cryptocurrency And Friedrich A. Hayek (February 28, 2014).

Jafar U, A. M. (2021). Blockchain for Electronic Voting System-Review and Open Research Challenges. *Sensors*.

Tangngisalu, J., Halik, A., Marwan, M. ve Jumady, E. (2022). Effect of Cash Flow and Working Capital on Liquidity: The Mediation Role of Profitability. Atestasi: Jurnal Ilmiah Akuntansi, 5(2), 426-439.

Jarque, C. M. ve Bera, A. K. (1987). A test for normality of observations and regression residuals. International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique, 163-172.

Sherman, A. T., Javani, F., Zhang, H. ve Golaszewski, E. (2019). On the origins and variations of blockchain technologies. IEEE Security & Privacy, 17(1), 72-77.

Jogenfors, J. (2015). *A Classical-Light Attack on Energy-Time Entangled Quantum Key Distribution, and Countermeasures.* doi:https://doi.org/10.3384/lic.diva-114073

Larrier, J. H. (2021). A brief history of blockchain. Transforming Scholarly Publishing With Blockchain Technologies and AI, 85-100.

Griffith, J., Najand, M. ve Shen, J. (2020). Emotions in the stock market. Journal of Behavioral Finance, 21(1), 42-56.

Kahn. (1996). *The Codebreakers: The comprehensive history of secret communication from ancient times to the internet.* Simon and Schuster.

Kahn, D. (1967). *The Codebreakers: The Comprehensive History of Secret Communication from Ancient Times to the Internet.* New York: Scribner.

Kakushadze, Z. (2018). Cryptoasset Factor Models. *Social Science Research Network*, s. 2-4.

Karaoğlan, S. T. (2018). Türkiye'de kripto para farkındalığı ve kripto para kabul eden işletmelerin motivasyonları. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, s. 1-14.

Ustalar, S. A., Enes, A ve Şanlısoy, S. (2022). The volatility transmission between cryptocurrency and global stock market indices: case of Covid-19 period. İzmir İktisat Dergisi, 37(2), 443-459.

Kaya. (2020). *Menkul Kıymet Piyasalarında Bireysel Yatırımcı Tercihleri ile Duygusal Zeka Yapıları İlişkisi.* Mim Yayınları.

Kayral, İ. E. (2020). EN YÜKSEK PİYASA DEĞERİNE SAHİP ÜÇ KRİPTO PARANIN VOLATİLİTELERİNİN TAHMİN EDİLMESİ. Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, 12(22), 152-168.

Kearney, J. J. ve Perez-Delgado, C. A. (2021). Vulnerability of blockchain technologies to quantum attacks. *Array,*.

Keswani, B., Keswani, P. ve Purohit, R. (2020). *History and Generations of Security Protocols.* Scrivener Publishing .

Kılıç. (2023). Kripto Paraların Davranışsal Finans İçindeki Yeri. *Finans, Davranışsal Finans ve Güncel Yaklaşımlar*, s. 48-57.

Kim, H. M., Bock, G. W. ve Lee, G. (2021). Predicting Ethereum prices with machine learning based on Blockchain information. Expert Systems with Applications, 184, 115480.

Kutera, M. (2022). Cryptocurrencies as a subject of financial fraud. Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation, 18(4), 45-77.

Kyriazis, N. A., Daskalou, K., Arampatzis, M., Prassa, P. ve Papaioannou, E. (2019). Estimating the volatility of cryptocurrencies during bearish markets by employing GARCH models. Heliyon, 5(8).

Lacapra. (2023). *Cointelegraph*. Cointelegraph: https://cointelegraph.com/news/5-countries-leading-the-blockchain-adoption 12.06.2023

Le, P. N. (2023). The Impact of Cryptocurrencies on the Financial Market. *Advances in finance, accounting, and economics*, s. 6-15.

Lee, S. H. (2017). Tbas: token-based authorization service architecture in internet of things scenarios. *International Journal of Distributed Sensor Networks*.

Leuprecht, C. J. (Journal of Financial Crime). 2022. *Virtual money laundering: policy implications of the proliferation in the illicit use of cryptocurrency*.

Levine. (2014). *Application specific, autonomous, self-bootstrapping consensus platforms*. https://bitsharestalk.org/index.php?topic=1854.0 12.06.2023

Levinsky, J. (2022). *Encryption: The History and Implementation.*

Li, L., Lu, X. ve Wang, K. (2022). Hash-based signature revisited. *Cybersecurity*, *5*(1), 1-26.

Li, W. C. (2020). Mining pool game model and nash equilibrium analysis for pow-based blockchain networks. *IEEE Access, 8, 101049-101060.*, s. 2.

Lipscomb, S. (2021). *Here's Why Big Banks Are Going All In On Crypto: Should You Follow Suit?* Yahıı Finance: https://finance.yahoo.com/news/why-big-banks-going-crypto-114000504.html 12.06.2023

Liu, H., Yang, B., Xiong, X., Zhu, S., Chen, B., Tolba, A. ve Zhang, X. (2023). *A financial management platform based on the integration of blockchain and supply chain. Sensors.* Sensors. doi:https://doi.org/10.3390/s23031497

Luchkin, L. Z. (2020). Cryptocurrencies in the Global Financial System: Problems and Ways to Overcome them. *Russian Conference on Digital Economy and Knowledge Management.*

Luo, M. (2022). Macro Regulation and Fluctuation of Cryptocurrency Market: Evidence from China. *Advances in economics, business and management research*.

Magnuson. (2018). Financial Regulation in the Bitcoin Era. *Stan. JL Bus. & Fin*, s. 22-30.

Maria, S. T. (2023). Development of financial services based on cryptocurrencies. *Ìnvesticìï: praktika ta dosvìd*, s. 2-5.

Markowitz. (1952). Portfolio Selection by Harry Markowitz. *The Journal of Finance*.

Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection by Harry Markowitz. *The Journal of Finance*.

Massimo, B. L. (2017). An empirical analysis of smart contracts: platforms, applications, and design patterns. *Cryptography and Security*.

May. (1988). The Crypto Anarchist Manifesto.

May. (1994). Cyberspace, Crypto Anarchy, and Pushing Limits.

May. (1994). Cyberspace, Crypto Anarchy, and Pushing Limits. https://nakamotoinstitute.org/literature/cyberspace-crypto-anarchy-and-pushing-limits/ 12.06.2023

May, T. C. (1994). Crypto Anarchy and Virtual Communities.

Mazibaş, M. (2017). *İMKB Piyasasındaki Volatilitenin Ve Asimetrik Fiyat Hareketlerinin Modellenmesi Ve Öngörülmesi: GARCH Uygulaması.* VIII Ulusal Finans Sempozyumu Bildiriler Kitabı (Proceedings Book of VIII. National Finance Symposium), 2004.

Mckinsey. (2023, 11 11). *The state of AI in 2023: Generative AI's breakout year*. Mckinsey.com: https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2023-generative-AIs-breakout-year 12.06.2023

Mckinsey.com. (2023). *The state of AI in 2023: Generative AI's breakout year*. 2023 tarihinde https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2023-generative-AIs-breakout-year 12.06.2023

Ménissier, T. (2018). *La blockchain : peut-on réinventer technologiquement la confiance ?* The Conversation: https://theconversation.com/la-blockchain-peut-on-reinventertechnologiquementlaconfiance93693#:~:text=Utilis%C3%A9e%20depuis%202008%2C%20la%20blockchain,Par%20extension 12.06.2023

Merkle. (1987). A digital signature based on a conventional encryption function. In A Conference on the Theory and Applications of Cryptographic Techniques. Springer.

Michael J. Casey, P. V. (2018). *The Impact of Blockchain on Microeconomics.* Wiley.

Michael J. Casey, P. V. (2018). *The Impact of Blockchain Technology on Macroeconomics.* Wiley.

Minjung, P. S. (2020). The Effect of Information Asymmetry on Investment Behavior in Cryptocurrency Market. *Hawaii International Conference on System Sciences.*

Mogunova. (2023). The legal nature of cryptocurrencies, private law regulatory issues. *Vestnik of M. Kozybayev North Kazakhstan*, s. 91-98.

Mundy, L. (2017). *Code Girls: The Untold Story of the American Women Code Breakers of World War II.* Boston: Hachette Books.

Nadarajah, S. ve Chu, J. (2017). On the inefficiency of Bitcoin. Economics Letters, 150, 6-9.

Naeem, M. A. (2021). Does the design of a cryptocurrency matter for its volatility? Evidence from a Markov regime-switching approach. *International Review of Financial Analysis*.

Nair, P. R. ve Dorai, D. R. (2021, February). Evaluation of performance and security of proof of work and proof of stake using blockchain. In 2021 Third International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks (ICICV) (pp. 279-283). IEEE.

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

Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A. ve Goldfeder, S. (2016). Bitcoin and cryptocurrency technologies: a comprehensive introduction. Princeton University Press.

Narayanan, A. ve Clark, J. (2017). Bitcoin's academic pedigree. Communications of the ACM, 60(12): 36-45.

Nerurkar, P. P. (2021). Dissecting bitcoin blockchain: empirical analysis of bitcoin network (2009–2020). *Journal of Network and Computer Applications*.

Yavuz, N. Ç. (2004). Durağanlığın Belirlenmesinde KPSS ve ADF Testleri: İMKB ulusal-100 endeksi ile bir uygulama. İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası, 54(1).

Niranjani, V., Kamachi, P. S., Siddhaarth, S., Venkatachalam, B. ve Vishal, N. (2022, March). Hybrid approach to minimize 51% attack in cryptocurrencies. In 2022 8th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS) (Vol. 1, pp. 2100-2103). IEEE.

OECD. (2023). Blockchain and distributed ledger technology. *Directorate for Financial and Enterprise Affairs*.

Okatan. (2023). An overview on key digital assets of decentralized finance: cryptocurrency and NFT. *Journal of Business, Economics and Finance*, s. 1-6.

Omohundro. (2014). Cryptocurrencies, Smart Contracts, and Artificial Intelligence.

Oral ve Yeşilkaya. (2021). Kripto Para İkilemi: Karapara Aklama Ve Bitcoin. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*.

Õunapuu. (2018). Estonia and blockchain. *In E-Government in Digital Era: Theory and Practice* .

Ozaydin, O. (2019). The Impact Of Report Announcement In Wheat And Cotton Futures Return Volatilities. *Istanbul Finance Congress.*

Özcan, D. (2020). *Blokzincir Mimarisi ve Merkezi Olmayan Uygulamalar.* Pusula.

Özdenizci, B. O. (2016). A Tokenization-Based Communication Architecture for HCE-Enabled NFC Services" Mobile information systems. *Mobile Information Systems*. doi:https://doi.org/10.1155/2016/5046284

Özkul, F. B. (2020). Dijital Çağın Teknolojisi Blokzincir Ve Kripto Paralar: Ulusal Mevzuat Ve Uluslararası Standartlar Çerçevesinde Mali Yönden Değerlendirme. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, s. 12-18.

Parichat, S. S. (2023). Persistence and volatility spillovers of Bitcoin to other leading cryptocurrencies. *Foresight*.

Peter M. Krafft, N. D. (2018). An Experimental Study of Cryptocurrency Market Dynamics., (s. 1-13).

Ranjan Aneja, R. D. (2022). *Digital Currencies and the New Global Financial System.*

Reuters. (2021). *HSBC CEO says Bitcoin not for*. Reuters: https://www.reuters.com/technology/hsbc-ceo-says-bitcoin-not-us-2021-05-24/ 12.06.2023

Richet, J.-L. (2022). Blockchain Regulatory Framework, Legal Challenges And The Financial Industry. *Harvard : Journal of Strategic Threat Intelligence*, s. 3-5.

Rivest, R. L. (1978). A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems.

Robin, S. B. (2020). *Blockchain Hands on for Developing Genesis Block.*

Roy, S. (2023). The Impact of Blockchain Technology on Financial Regulations and Legal Frameworks.

Ruoti, S., Kaiser, B., Yerukhimovich, A., Clark, J. ve Cunningham, R. (2019). SoK: Blockchain technology and its potential use cases. arXiv preprint arXiv:1909.12454.

S. Suhaimi, L. Y. (2022). Financial Technologies for Accepting Transaction Using Cryptocurrency. *International Conference on Digital Transformation and Intelligence.*

Saeed H, M. H. (2022). Blockchain technology in healthcare: A systematic review. *PLoS One*.

Said, F. (2023). Tüketicilerin Turizm Harcamalarında Kripto Para Kullanım Niyetlerinin İncelenmesi PhD Thesis.

Saif, M. M. (2021). Sentiment analysis: Automatically detecting valence, emotions, and other affectual states from text. *Computation and Language*.

Saretto, A. (2023). Decentralized finance proposed as alternative to traditional financial services. *Federal Reserve Bank of Dallas*.

Savaş ve Danacı. (2014). Dijital Para Bitcoin Bir Ödeme Aracı Mı Yoksa Karapara Aklayıcıların Yeni Sığınağı Mı ? *Gümrük ve Ticaret Dergisi*.

Schär. (2021). Decentralized Finance: On Blockchain- and Smart Contract-Based Financial Markets. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*.

Scholz, S., Weber, M. ve Held, C. T. (2022). Game Theory for Cryptocurrencies: A Survey. *IEEE Access*.

Schwartz, D. Y. (2014). *The Ripple Protocol Consensus Algorithm.* Ripple Labs Inc White Paper.

Sebag-Montefiore, H. (2000). *Enigma: The Battle for the Code.* London: Weidenfeld & Nicolson.

Selleri ve Pelosi, G. (2021). Florence and a Leap in Cryptography: The Leon Battista Alberti Cypher Disk. *th IEEE History of Electrotechnology Conference*, s. pp. 7-11.

Sergi, L.-S. J.-T. (2023). A Bibliometric Review of the Evolution of Blockchain Technologies. *Italian National Conference on Sensors*, s. 3-8.

Shahzad, S. J. (2019). Is Bitcoin a better safe-haven investment than gold and commodities? *International Review of Financial Analysis*.

Shahzad, S. J. (2021). Safe haven, hedge and diversification for G7 stock markets: Gold versus bitcoin. *Economic Modelling*.

Shiyun, L. Y. (2020). Do Cryptocurrencies Increase the Systemic Risk of the Global Financial Market. *China & World Economy* .

Silahlı, B. (2020). Kripto paralarda risk ölçümü ve portföy optimizasyonu.

Singh. (2020). Security Tools for Internet of Things: A Review. s. 1-5.

Singh, S. (1999). *The Code Book: The Science of Secrecy from Ancient Egypt to Quantum Cryptography.* New York: Anchor Books.

Smith, J. M. (1982). *Evolution and the theory of games.*

Son, H. (2020). *Goldman Sachs joins $28 million round in blockchain startup Axoni*. Bloomberg: https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-12-17/goldman-sachs-joins-28-million-round-in-blockchain-startup-axoni 12.06.2023

Söylemez, Y. (2020). Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri İle Bitcoin Volatilitesinin Analizi. *İşletme Araştırmaları Dergisi 12.2*, s. 1-12.

Stanisław, D. J. (2023). What Is Mature and What Is Still Emerging in the Cryptocurrency Market? *Entropy*.

Stephen, O. (2019). Core Concept: Blockchain offers applications well beyond Bitcoin but faces its own limitations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, s. 2-4.

Steve, H. J. (2019). What Coins Lead in the Cryptocurrency Market:. *Using Copula and Neural Networks Models*, s. 2.

Sarker, S., Henningsson, S., Jensen, T. ve Hedman, J. (2021). The use of blockchain as a resource for combating corruption in global shipping: an interpretive case study. Journal of Management Information Systems, 38(2), 338-373.

Swan, M. (2015). Blockchain: Blueprint for a new economy. " O'Reilly Media, Inc.".

Szabo, N. (1997). Formalizing and securing relationships on public networks. First monday.

Comert, O. (2020). Blockchain Revolution: How the Technology behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies Is Changing the World.

Taylor, P. J., Dargahi, T. ve vd. (2020). A systematic literature review of blockchain cyber security.

Temelli, F. (2019). Kripto para birimlerinden bitcoin ve muhasebe açısından değerlendirilmesi. İktisadi Yenilik Dergisi, 6(2), 107-119.

Thanalakshmi, P. R. (2023). A Quantum-Resistant Blockchain System: A Comparative analysis. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*.

The Institution for Science Advancement. (2016, 02 05). *Cryptography: How Mathematics Won The Second World War*. (The Institution for Science Advancement) 2023 tarihinde The Institution for Science Advancement: https://ifsa.my/articles/cryptography-how-mathematics-won-the-second-world-war 12.06.2023

The International Monetary Fund. (2022). *The Impact of Decentralized Finance on the Global Economy.*

The World Bank. (2018). *Blockchain & Distributed Ledger Technology (DLT)*. The World Bank: https://www.worldbank.org/en/topic/financialsector/brief/blockchaindlt#:~:text=Distributed%20ledger%20technology%20,roles%20of%20financial%20sector%20stakeholders 12.06.2023

The World Bank Group. (2022). *The Future of Finance: Decentralized Finance (DeFi).*

Torun, E. ve Demireli, E. (2022). Petrol ve Döviz Piyasaları Arasındaki Nedensellik İlişkileri: Dalgacık (Wavelet) Analizi ile Bir Uygulama. doi:https://doi.org/10.24988/ije.1076274

Tschorsch, F. ve Scheuermann, B. (2016). Bitcoin and beyond: A technical survey on decentralized digital currencies. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, s. 1-5.

Tubitak Blokzincir Araştırma Laboratuvarı. (2022). https://blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr/blok-zincir.html 12.06.2023

Turan, O. (2022). Kripto Paranın Hukuki Düzenlemesi. *16th International Conference On Knowledge Economy & Management Proceedings.*

Türk Dil Kurumu. (2023, 11 11). *TDK*. Türk Dil Kurumu Sözlüğü: https://sozluk.gov.tr/ 12.06.2023

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. (2021). Resmî Gazete. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/04/20210416-4.htm 12.06.2023

Umayan, M. L. ve Vestergaard, C. (2020). The prospect of blockchain for strengthening nuclear security. In Proc. Int. Conf. Nucl. Secur. (pp. 1-7).

V.V. Zianko, T.D. Nechyporenko ve I.M. Waldshmidt (2022). Adaptation mechanism of the crypto industry in the process of virtualization of financial flows. *Akademìčnij oglâd*, s. 1-18.

Vavrek, J. R. (2016). Monte Carlo simulations of a physical cryptographic warhead verification protocol using nuclear resonance fluorescence. *Massachusetts Institute of Technology. Department of Nuclear Science and Engineering.*, s. 17-30.

Vedat Güven, E. Ş. (2018). *Blokzincir Kripto Paralar Bitcoin.* Kronik Kitap.

Veldhorst, Eenink, Yang ve Dzurak. (2017). Silicon CMOS Architecture for a Spin-based Quantum Computer.

Vigna, P. (2019). *TJPMorgan Chase to Launch JPM Coin*. The Wall Street Journal: https://www.wsj.com/articles/jpmorgan-chase-to-launch-jpm-coin-11550107641 12.06.2023

Waelbroeck, P. (2017). Les enjeux économiques de la blockchain. P. Waelbroeck içinde, *Annales des Mines - Réalités industrielles.*

Wang, C. W. (2018). Liquidity and market efficiency in cryptocurrencies. *Economics Letters*.

Wang, L. L. (2013). Secure cloud storage management method based on time stamp authority. *National Doctoral Academic Forum on Information and Communications Technology*.

Wantall Newby, N. N. (2023). Automatic Increase Market Systems (AIMS): Towards a deterministic theory for cryptocurrencies. *Cryptography and Security*, s. 1-7.

Wayne Dix, J. R. (2023). *Why Banks Must Embrace Blockchain Beyond Cryptocurrency*. Information Week : https://www.informationweek.com/data-management/why-banks-must-embrace-blockchain-beyond-cryptocurrency 12.06.2023

Weerawarna, R. M. (2023). Emerging advances of blockchain technology in finance: a content analysis. *Pers Ubiquit Comput*, s. 1-3.

Werbach, K. (2021). What is decentralized finance? An expert explains. *World Economic Forum*.

Wikipedia. (2021). *Wikipedia*. https://tr.wikipedia.org/wiki/Bitcoin 12.06.2023

Wikipedia. (2023). *Alan Turing*. Alan Turing: https://fr.wikipedia.org/wiki/Alan_Turing 12.06.2023

Wikipedia. (2023, 11 10). *Digicash*. Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/DigiCash 12.06.2023

Wikipedia. (2023). *Enigma machine*. Enigma machine: https://en.wikipedia.org/wiki/Enigma_machine 12.06.2023

William Smith, H. S. (2016). *Advanced Data Acquisition and Processing.*

Wood. (2013). *Ethereum: A Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger.*

World Finance Council. (2023). Decentralized Finance (DeFi): Exploring Trends And The Future Of Financial Innovation.

Yağcılar, G. G. (2022). Kripto para piyasasında fiyat balonları ve yatırımcı ilgisinin etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi*, s. 108-131.

Toda, H. ve Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. Journal of econometrics, 66(1-2), 225-250.

Yermack, D. (2015). Is Bitcoin a real currency? An economic appraisal. In Handbook of digital currency (pp. 31-43). Academic Press.

Yermack, D. (2017). Corporate governance and blockchains. Review of finance, 21(1), 7-31.

Yılmaz, A. (2023). Kripto Para Piyasalarında Düzenlemeler ve Hukuki Düzenlemeler. *Vizyoner Araştırmalar Dergisi*. doi:https://doi.org/10.21076/vizyoner.902422

El-Khatib, Y. ve Hatemi-J, A. (2023). On a regime switching illiquid high volatile prediction model for cryptocurrencies. Journal of Economic Studies.

Yürük ve Buğan. (2023). Finansal Piyasaların Evrimi. *ÖZGÜR Yayınları*.

Zetzsche, D. A. (2017). The ICO gold rush: It's a scam, it's a bubble, it's a super challenge for regulators. *Social Science Research Network.*, s. 10-15. doi:https://doi.org/10.2139/ssrn.3072298

Zhu, P., Zhang, X., Wu, Y., Zheng, H. ve Zhang, Y. (2021). Investor attention and cryptocurrency: Evidence from the Bitcoin market. PLoS One, 16(2), e0246331.