

HİTİT SOSYAL BİLİMLER DERGİSİ

Hitit Journal of Social Sciences

e-ISSN: 2757-7949

Cilt | Volume: 18 • Sayı | Number: 1

Nisan | April 2025

Kripto Para Birimleri Arasındaki Volatilité Yayılımının Analizi: Piyasa Değeri Yüksek Kripto Para Birimlerinden Kanıtlar

Analysis of Volatility Spillover Between Cryptocurrencies: Evidence from High-Cap Cryptocurrencies

Murat KAYA

Corresponding Author | Sorumlu Yazar

Doç. Dr. | Assoc. Prof.

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,

Finans ve Bankacılık Bölümü, Burdur, Türkiye

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Economics and Administrative Sciences,

Department of Finance and Banking, Burdur, Türkiye

mkaya@mehmetakif.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-5988-0773>

<https://ror.org/04xk0dc21>

Makale Bilgisi | Article Information

Makale Türü | Article Type: Araştırma Makalesi | Research Article

Geliş Tarihi | Received: 24.09.2024

Kabul Tarihi | Accepted: 14.02.2025

Yayın Tarihi | Published: 30.04.2025

Atıf | Cite As

Kaya, M. (2025). Kripto Para Birimleri Arasındaki Volatilité Yayılımının Analizi: Piyasa Değeri Yüksek Kripto Para Birimlerinden Kanıtlar. *Hitit Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(1), 18-38. <https://doi.org/10.17218/hititsbd.1555090>

Değerlendirme: Bu makalenin ön incelemesi iki iç hakem (editörler - yayın kurulu üyeleri) içerik incelemesi ise iki dış hakem tarafından çift taraflı kör hakemlik modeliyle incelendi. Benzerlik taraması yapılarak (Turnitin) intihal içermediği teyit edildi.

Etik Beyan: Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

Etik Bildirim: husbededitor@hitit.edu.tr
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/hititsbd>

Çıkar Çatışması: Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Finansman: Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır.

Telif Hakkı & Lisans: Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Review: Single anonymized - Two Internal (Editorial board members) and Double anonymized - Two External Double-blind Peer Review

It was confirmed that it did not contain plagiarism by similarity scanning (Turnitin).

Ethical Statement: It is declared that scientific and ethical principles have been followed while conducting and writing this study and that all the sources used have been properly cited.

Complaints: husbededitor@hitit.edu.tr - <https://dergipark.org.tr/tr/pub/hititsbd>

Conflicts of Interest: The author(s) has no conflict of interest to declare.

Grant Support: The author(s) acknowledge that they received no external funding to support this research.

Copyright & License: Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC 4.0.

Analysis of Volatility Spillover Between Cryptocurrencies: Evidence from High-Cap Cryptocurrencies

Abstract

Cryptocurrencies are financial assets that have left their mark on the first quarter of the 21st century. After they started to be traded in the financial markets, with the increase in transaction volumes in a short time, many new cryptocurrencies were produced and started to be traded in the market. The features that distinguish cryptocurrencies from traditional financial assets such as their production processes, their lack of physical existence and their decentralized structure have attracted attention. Another important feature that attracts attention is undoubtedly the serious price fluctuations in cryptocurrencies. The serious price fluctuations experienced by cryptocurrencies have highlighted the volatile structure of the market. For this reason, analyzing the volatility spillover between crypto assets has become important for both investors and researchers. In this study, the volatility spillover between the top 4 cryptocurrencies with the highest market value in the cryptocurrency market was analyzed. In the analyzes, daily returns between 13.07.2020 and 05.09.2024 were used for BTC (Bitcoin), ETH (Ethereum), BNB (Binance Coin) and SOL (Solano) and the dynamic connection between cryptocurrencies was examined by creating a TVP-VAR model for the analysis of volatility spillover. From the analysis findings; It has been determined that the total dynamic connection in the volatility of cryptocurrencies was affected by the developments regarding the Covid-19 Pandemic and the approval of Bitcoin ETFs and increased during these periods. In addition, it was found that the strength of the total volatility spillover among cryptocurrencies was not high and that BNB and BTC among the cryptocurrencies were volatility transmitters, while ETH and SOL were volatility receivers during the analysis period. When the variables that are volatility transmitters among cryptocurrencies are ranked in terms of their impact, it was determined that the currency that is the strongest volatility transmitter is BNB, followed by BTC. On the other hand, SOL is the cryptocurrency that receives the most volatility among cryptocurrencies that are volatility receivers, while ETH is in second place. It was determined that the past price shocks of the relevant cryptocurrency are primarily effective in explaining the change in the volatility of cryptocurrencies. The fact that the volatility spillover relationship of the 4 cryptocurrencies included in the analysis is not very high can be evaluated as they can be kept in the same portfolio and their risk-contaminating effects on each other may be limited. In addition, considering BNB's feature as the highest volatility transmitter, creating and monitoring portfolios will be important in terms of investment efficiency. Similarly, the fact that SOL receives strong volatility from other cryptocurrencies can be evaluated as another issue to be considered in investment processes.

Keywords: Cryptocurrency, Bitcoin, Ethereum, Volatility Spillover, TVP-VAR

Kripto Para Birimleri Arasındaki Volatilite Yayılımının Analizi: Piyasa Değeri Yüksek Kripto Para Birimlerinden Kanıtlar

Öz

Kripto paralar 21. yüzyılın ilk çeyreğine damgasını vuran finansal varlıklardır. Finansal piyasalarda işlem görmeye başlamalarının ardından kısa süre içerisinde işlem hacimlerinin artması ile çok sayıda yeni kripto para birimi üretilerek piyasada işlem görmeye başlamıştır. Kripto paraların üretim süreçleri, fiziksel varlığa sahip olmamaları, merkeziyetsiz yapıları gibi geleneksel finansal varlıklardan ayrılan özellikleri dikkat çekmiştir. Dikkat çeken bir diğer önemli özellikleri ise şüphesiz kripto para birimlerinde yaşanan ciddi fiyat dalgalanmaları olmuştur. Kripto para birimlerinin yaşamış oldukları bu fiyat dalgalanmaları piyasanın volatil yapısını ön plana çıkarmıştır. Bu nedenle kripto varlıklar arasındaki volatilite yayılımının analiz edilmesi gerek yatırımcılar gerekse araştırmacılar açısından önem kazanmıştır. Bu çalışmada kripto para piyasasında en yüksek piyasa değerine sahip 4 kripto para birimi arasındaki volatilite yayılımı analiz edilmiştir. Analizlerde BTC (Bitcoin), ETH (Ethereum), BNB (Binance Coin) ve SOL (Solano) için 13.07.2020 ile 05.09.2024 tarihleri arasında ait günlük getiriler kullanılmış ve volatilite yayılımının analizi için TVP-VAR modeli oluşturularak kripto para birimleri arasındaki dinamik bağlantı incelenmiştir. Analiz bulgularından, kripto para birimlerinin volatilitelerindeki toplam dinamik bağlantının Covid-19 Pandemisi ve Bitcoin ETF'lerinin onaylanmasına ilişkin gelişmelerden etkilendiği ve bu dönemlerde artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, kripto para birimleri arasındaki toplam volatilite yayılımının gücünün yüksek olmadığı, kripto para birimlerinden BNB ve BTC'nin analiz dönemi içerisinde volatilite yayıcısı, ETH ve SOL'un ise volatilite alıcısı özellik gösterdiği bulgusu elde

edilmiştir. Kripto para birimleri arasında volatilite yayıcısı olan değişkenler etki güçleri açısından sıralandığında en güçlü volatilite yayıcısı olan para biriminin BNB olduğu ve bunu BTC'nin takip ettiği belirlenmiştir. Diğer yandan SOL, volatilite alıcısı olan kripto para birimleri arasında volatilitayı en çok alan kripto para birimi olurken, ETH ise ikinci sıradadır. Kripto para birimlerinin volatilitelerindeki değişimin açıklanmasında öncelikle ilgili kripto para biriminin kendi geçmiş fiyat şoklarının etkili olduğu belirlenmiştir. Analizlerde dikkat çeken bir diğer husus ise özellikle BNB ve BTC'nin SOL'a güçlü şekilde volatilite yaymasıdır. Analize dahil edilen 4 kripto para biriminin volatilite yayılım ilişkisinin çok yüksek olmaması, aynı portföyde bulundurulabilecekleri ve birbirlerine risk bulaştırıcı etkilerinin sınırlı olabileceği şeklinde değerlendirilebilir. Bunun yanı sıra BNB'nin en yüksek volatilite yayıcısı olma özelliği dikkate alınarak portföylerin oluşturulması ve takip edilmesi, yatırım verimliliği açısından önem taşıyacaktır. Benzer şekilde SOL'un da diğer kripto para birimlerinden güçlü şekilde volatilite alması, yatırım süreçlerinde dikkat edilmesi gereken bir diğer husus olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Kripto Para, Bitcoin, Ethereum, Volatilite Yayılımı, TVP-VAR

Giriş

Kripto paralar, sürekli yeni finansal araçların eklendiği finansal piyasalara 21. yüzyılın ilk çeyreğinde dahil olan ve geleneksel finansal araçlardan yapısal özellikleri ile ayrılan finansal varlıklardır. Özellikle fiziksel bir yapıya sahip olmamaları, kripto paraların finansal piyasalardaki ezberleri bozan özelliğini oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra özellikle ihraç edilme amaçlarının altındaki eleştirel yaklaşım da piyasa aktörlerinin dikkatini çekmiştir. Geleneksel finansal piyasalardaki merkezîyetçi yapıya tepki olarak 2009 yılında Satoshi Nakamoto tarafından başlatılan sürecin ilk çıktısı olan Bitcoin (BTC) finansal piyasalardaki yerini almıştır. Fiziksel varlığa sahip olmamaları nedeniyle başlangıçta tam olarak anlaşılamayan Bitcoin ve akabinde ihraç edilen yeni kripto para birimleri, günümüzde finansal piyasalardaki yerlerini sağlamlaştırmışlardır. Kripto para piyasalarında ortaya çıkan gelişmeler geleneksel finansal sistemdekenden daha hızlı yaşanmış ve kısa süre içerisinde kripto para piyasalarındaki göstergelerde hızlı artışlar yaşanmıştır. Bu bağlamda kripto para birimi sayısı, işlem hacmi ve piyasa değerlerinde önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Coinmarketweb verilerine göre 2024 yılı Eylül ayı itibarıyla kripto para piyasasının toplam piyasa değeri yaklaşık 1,92 Trilyon \$ olup ilk kripto para birimi olan BTC'nin (%55,76) piyasada hakimiyeti bulunurken bu para birimini sırasıyla ETH (%14,26), USDT (%6,16), BNB (%3,75), SOL (%3,11) takip etmektedir. Günümüzde ayrıca artan talep ve popüleritelerine bağlı olarak geleneksel finansal sistemdeki varlık türlerine benzer şekilde yeşil kripto para birimleri, İslami kripto para birimleri vb. türdeki kripto paralarda piyasalarda işlem görmektedir.

Kripto paraların, Merkez Bankalarından bağımsız bir yapıya sahip olmaları, üretimlerinin bir Merkez Bankası yerine dijital ortamlarda madenci olarak tanımlanan yapılar tarafından gerçekleştirilmeleri, merkezi otoritelerden bağımsız ve dağıtık bir yapıya sahip olmaları ile üretim miktarına ilişkin sınırları temel özelliklerini oluşturmaktadır (Güven ve Şahinöz, 2021, s.3). Bunların yanı sıra kripto para birimlerinin en dikkat çekici bir diğer özelliği ise para birimlerinin fiyatlarında ortaya çıkan aşırı dalgalanma ve piyasanın volatil yapısıdır. Bu dalgalanma, piyasanın ilk ve piyasaya hâkim durumdaki para birimi olan BTC ölçeğinde örneklendirilecek olursa, BTC'nin piyasalarda işlem görmeye başladığı yıl olan 2009'daki fiyatı yaklaşık 1\$ seviyelerinde iken 2024 Eylül itibarıyla yaklaşık 54.252 \$ seviyelerine yükselmiştir. Bu trende benzer bir değişim, stabil coin olarak değerlendirilen fiyatı nispeten sabit kabul edilen kripto para birimi dışındaki diğer kripto para birimleri için de geçerli olmuştur. Fakat burada önemli olan husus bu değişim trendinin sürekli artış yönlü olmaması diğer bir bakış açısı ile piyasada sert düşüşlerin de yaşanmış olmasıdır. Piyasada işlem görmeye başladıkları dönemden bugüne kadar farklı dönemlerde sert dalgalanmalar gösteren kripto para

piyasaları, özellikle Covid-19 Pandemisinden ciddi ölçüde etkilenmiştir²¹. Bunun yanı sıra her ne kadar merkeziyetsiz yapıları sayesinde siyasi ve makroekonomik gelişmelerden etkilenmeyecekleri iddiası ile piyasalara meydan okusalar da uluslararası finansal gelişmelere tepkisiz kalamamışlardır. Hatta bu yeni finansal araçlardan bazıları günümüzün önemli iletişim kanalları olan sosyal medya paylaşımlarından dahi etkilenecek fiyat değişimleri yaşamışlardır.

Kripto paralara yatırım yapan ekonomik birimler, piyasaların gelişim süreci içerisinde farklılaşmıştır. Piyasaların gelişmeye başladığı ilk dönemlerde piyasada işlemler genellikle bireysel yatırımcılar tarafından gerçekleştirilip domine edilirken, kripto piyasasının artan önemi kurumsal yatırımcıları da cezbetmiştir. Günümüzde kripto parayla ilgili yatırımı düşünen orta düzey bireysel yatırımcı grubuna ek olarak, kurumsal fon yöneticileri de kripto paraları aşırı oynaklıklarına rağmen yüksek getiriler üretebilen, yatırım yapılabilir bir varlık sınıfı olarak görmektedirler (Ji ve diğerleri, 2019, s.257; Smales, 2021, s.1). Değişen bu yatırımcı grubu için şüphesiz yatırım kararı verme sürecinde dikkate alınan faktörler arasında, varlık fiyatlarında meydana gelen dalgalanmalar önemli bir yer almaktadır. Volatilite veya oynaklık, bir varlığın zaman içindeki fiyat değişkenliğini ifade etmekte olup finans teorilerindeki en yaygın risk ölçüsüdür (Woebbecking, 2021, s.274). Finansal piyasalarda oynaklık bir varlığın fiyatındaki sapmayı ifade ederken yatırımcılara kar fırsatları sağlayabilmektedir (Gupta ve Chaudhary, 2022, s.2). Bu yönüyle kripto para yatırımcıları için piyasadaki volatilite son derece önemlidir. Volatilite finansın merkezi bir konusu olup volatiliteyi tahmin etmek ve öngörmek, riski, varlık fiyatlandırmasını, yatırım stratejilerini, piyasa verimliliğini ve portföyleri seçmek için kritik öneme sahiptir (Ahmed ve diğerleri, 2024, ss.1-2).

Volatilite ile ilgili olan bir diğer husus ise varlıklar arasında bu volatilitenin yayılmasıdır. Nitekim finansal piyasaların gerek zaman gerekse mekân olarak bu kadar entegre olduğu bir dönemde, varlık fiyatları arasındaki bağlantı önem kazanmaktadır. Piyasada fazla sayıda kripto para birimi işlem görürken, kripto para birimlerinin her biri farklı niteliğe sahip olup genel olarak coin, token veya stabil coin olarak sınıflandırılmaktadır. Yatırımcılar açısından etkili bir yatırım ve risk yönetim süreci gerçekleştirmek için kripto para birimlerinin birbiriyle bağlantısını ve şokların bir kripto para biriminden diğerine nasıl geçtiğini anlamaları son derece önemlidir (Smales, 2021, s.1).

Kripto paralar, finansal piyasalara yakın bir zaman diliminde giriş yapmalarına rağmen geniş bir piyasa kabulü ile karşılaşmış ve hızlı bir gelişim göstermişlerdir. Bu kapsamda kripto paralar gerek yatırım gerekse akademik çalışmaların vazgeçilmezleri arasına girerek birçok hedge fonu ve varlık yöneticisi tarafından portföylere ve yatırım stratejilerine dahil edilen varlıklar haline gelmiş ve akademik araştırmaların da popüler konuları arasına girmiştir (Fang ve diğerleri, 2022, s.1). Kripto para piyasalarının ve borsalarının son yıllardaki gelişimi, akademik araştırmacılar, politika yapıcılar, düzenleyiciler ve yatırımcılar arasında büyük ilgi uyandırmıştır. Kripto para piyasalarındaki hızlı değer artışları, oldukça spekülative olan dijital varlıkların getirileri ve volatilitelerine olan ilgiyi arttırmıştır (Kyriazis, 2021, s.1). Son yıllarda yatırımcıların, piyasa katılımcılarının ve medyanın dikkatini çekmesiyle birlikte piyasaya yeni kripto para birimleri dahil olmuştur. Bu gelişme ile kripto para piyasasının işlem hacmi ve değerinin önemli ölçüde artması, kripto piyasalarındaki volatiliteyi araştırma motivasyonunu üst düzeye çıkarmıştır (Ahmed ve diğerleri, 2024, ss.1-2). Kripto para birimlerinin volatilite yapısını ve piyasadaki volatilite yayılımını araştırmak, kripto para piyasasındaki bilgi iletim mekanizmasının anlaşılmasına katkı sunarak piyasa katılımcılarına faydalı bilgiler

sağlamaktadır. Literatürde kripto para birimi volatilite yayılımı ve bilgi iletim mekanizmalarına odaklanan teoriler ve ampirik çalışmalar iki gruba ayrılmaktadır. İlk grup, kripto para birimlerinin volatilite yayma mekanizmasını ekonomik temeller ve küresel sermaye tahsisi ile ilişkilendirerek incelemektedir. Diğer grup ise, kripto para piyasasının verimsiz olduğunu ve yatırımcıların diğer kripto paraların performansını değerlendirerek, belirli bir kripto para biriminde spekülasyon veya korunma fırsatı arayacağı ve böylece ilişkili bir bilgi kanalı aracılığıyla kripto para getirilerinin bulaşıcı bir şekilde birlikte hareket etmesine neden olacağı görüşünü savunmaktadır (Liu ve Serletis, 2019, s.780).

Bu çalışmada kripto para piyasasında en yüksek piyasa değerine sahip 4 kripto para birimi arasındaki volatilite yayılımı analiz edilmiştir. Araştırmada kripto para birimlerinin 13.07.2020 ile 05.09.2024 tarihleri arasına ait günlük getirileri kullanılmıştır. Volatilite yayılımının analizi için TVP-VAR modeli oluşturularak kripto para birimleri arasındaki dinamik bağlantı incelenmiştir. Literatürde volatilite yayılımının ağırlıklı olarak GARCH modelleri kullanılarak analiz edilmesine karşılık bu çalışmada kripto para birimleri arasındaki volatilite yayılımının zamana duyarlı şekilde dinamik olarak TVP-VAR modeli kullanılarak analiz edilmesi, çalışmanın literatürdeki diğer çalışmalardan farklılaşmasını sağlamaktadır.

1. Literatür Özeti

Kripto para birimlerinin volatilite yayılımını inceleyen araştırmalar temelde iki başlıkta sınıflandırılabilir. Birinci grupta yer alan araştırmalar kripto para birimlerinin kendi aralarındaki volatilite yayılımını incelerken ikinci grup çalışmalar ise kripto para birimleri ile farklı finansal varlıklar arasındaki ilişkiyi incelemektedirler. Bu çalışmada kripto para birimlerinin kendi aralarındaki volatilite yayılımının analiz edilmesi nedeniyle birinci grup kapsamındaki kripto para birimleri arasındaki volatilite yayılımını konu alan çalışmalardan bazılarına ilişkin özet bilgilere aşağıda yer verilmiştir.

Kripto para birimleri arasındaki volatilite yayılımının analiz edildiği çalışmalarda ağırlıklı olarak GARCH Modelleri kullanılmıştır. Koutmos (2018), çalışmasında 18 kripto para biriminin 07.08.2015 ile 17.07.2018 tarihleri arasına ait verilerini kullanarak değişkenler arasındaki getiri ve volatilite yayılımını analiz etmiş ve GARCH modellerini uyguladığı analizlerde; getiri ve volatilite yayılımında BTC'nin öncü kripto para birimi olduğu ayrıca getiri ve volatilite yayılımının zaman içerisinde istikrarlı olarak arttığı bulgusuna ulaşmıştır. Baur ve Dimpfl (2018), çalışmalarında kripto para piyasasındaki en büyük 20 para birimi için asimetrik volatilite özelliğini GARCH modelleri ile analiz etmişler ve analiz bulguları; kripto para piyasasında asimetrik etkilerin hisse senedi piyasalarına kıyasla daha fazla olduğunu göstermiştir. Liu ve Serletis (2019), çalışmalarında BTC, ETH ve LTC'nin 07.08.2015 ile 27.04.2019 tarihleri arasına ait verilerini kullanarak kripto para birimleri arasındaki getiri ve volatilite yayılımı ilişkisini analiz etmişlerdir. GARCH modeli bulguları; kripto para birimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir volatilite yayılımı olduğunu göstermiştir. Katsiampa, Corbet ve Lucey (2019), çalışmalarında BTC, ETH ve LTC'ye ait 07.08.2015 ile 10.07.2018 tarihleri arasına ilişkin verileri kullanarak BEKK-GARCH modeli aracılığı ile değişkenler arasındaki volatilite yayılım ilişkisini analiz etmişlerdir. Analiz bulgularına göre; kripto para birimlerinin fiyat oynaklıklarının kendi geçmiş şoklarına ve volatilitelerine bağlı olduğu bunun yanı sıra BTC, ETH ve LTC arasında karşılıklı ayrıca ETH'den LTC'ye tek yönlü volatilite yayılımı olduğu belirlenmiştir. Beneki ve diğerleri, (2019), çalışmalarında 08.08.2015 ile 10.06.2018 tarihleri arasına ait verileri kullanarak BTC ve ETH arasındaki volatilite yayılımını BEKK-GARCH modeli ile analiz etmişlerdir. Analiz bulguları; ETH'den BTC'ye tek taraflı volatilite yayılımı

olduğu göstermiştir. Kumar ve Anandarao (2019), çalışmalarında BTC, ETH, XRP ve LTC'ye ait 15.08.2015 ile 18.01.2018 tarihleri arasına ilişkin verileri kullanarak, kripto para birimleri arasındaki volatilité yayılımını GARCH modelleri ile analiz etmişlerdir. Analiz bulguları; analiz edilen dönem boyunca BTC'den ETH ve LTC'ye istatistiksel olarak anlamlı bir volatilité yayılımı olduğunu göstermiştir. Wang ve Ngene (2020), çalışmalarında BTC, XRP, ETH, EOS, LTC, ETC ve ZEC'in 08.01.2019 ile 24.07.2019 tarihleri arasına ait verilerini kullanarak, kripto para birimleri arasındaki volatilité yayılımını analiz etmişler ve GARCH modeli bulguları; BTC'nin en güçlü volatilité yayan kripto para birimi olduğunu ayrıca BTC'nin diğer para birimleri üzerindeki etkisinin, diğer para birimlerinin BTC üzerindeki etkisinden daha hızlı ve istikrarsızlaştırıcı yönde olduğunu göstermiştir. Yukarıda GARCH Modelleri kullanılarak kripto para birimleri arasındaki volatilité yayılımının analiz edildiği çalışmalarda analize dahil edilen farklı kripto para birimleri arasında volatilité yayılımının tespit edildiği açıkça görülmektedir. Ayrıca söz konusu çalışmalardan farklı olarak Kırhasanoğlu ve Karavardar (2023), BTC, ETH, USDT, BNB ve ADA getirilerine ilişkin serilerin volatilité yapısını analiz ettikleri çalışmalarında 2019-2022 yılları arasına ait verileri kullanmışlar ve getiri serilerinin modellenmesinde ARCH tipi modellerin daha uygun olacağını tespit etmişlerdir.

Literatürde GARCH modellerinin dışında farklı modeller aracılığı ile kripto para birimleri arasındaki volatilité yayılımını analiz eden çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmada da kullanılan analiz yöntemi olan TVP-VAR modeli aracılığıyla gerçekleştirilen analizler değerlendirildiğinde; Ali, Musa ve Youssef (2023), çalışmalarında seçili kripto para birimlerinin 01.04.2022 ile 31.03.2023 tarihleri arasındaki verilerini kullanarak değişkenlerin Silikon Vadisi Bankası'nın iflası öncesi ve sonrası dönemdeki getiri ve volatilité yayılımını analiz etmişlerdir. TVP-VAR analizi bulguları; kripto paralar arasındaki getiri ve oynaklık yayılımının Silikon Vadisi Bankası'nın çöküşünden sonra arttığını ayrıca BTC ve ETH'nin volatilité yayıcısı, stabil kripto para birimlerinin ise hem getiri hem de volatilité alıcısı konumunda olduklarını göstermiştir. Ayrıca Polat (2023), çalışmasında BTC, ETH, BNB, XRP, DOGE, LINK, BCH'nin 01.01.2020 ile 11.05.2022 tarihleri arasına ilişkin verilerini kullanarak volatilité ve getiri yayılımını analiz ettiği çalışmasında TVP-VAR analizi bulguları; Covid-19 Pandemisinin değişkenler arasındaki dinamik bağlantıyı önemli ölçüde etkilediğini, toplam bağlantılılığın pandeminin resmi ilanı ile zirveye ulaştığını ayrıca BTC, ETH ve LINK'in en önemli volatilité yayıcıları olduğunu göstermiştir.

Literatürde yer alan çalışmalarda farklı kripto para birimleri analizlere dahil edilmiş olmakla birlikte analiz bulgularının çoğunda volatilité yayma gücü açısından BTC'nin ön plana çıktığı görülmektedir. Bu kapsamda; Ji ve diğerleri, (2019), çalışmalarında 6 farklı kripto para birimi arasındaki getiri ve volatilité yayılımını 07.08.2015 ile 22.02.2018 tarihleri arasına ait verileri kullanarak analiz etmişlerdir. Analiz bulguları; hem getiri hem de volatilité yayılımında BTC ve LTC'nin öncü olduğunu göstermiştir. Qiao, Zhu ve Hau (2020), çalışmalarında 13 farklı kripto para biriminin 21.04.2014 ile 12.10.2019 tarihleri arasına ait verilerini kullanarak kripto para birimlerinin birlikte hareket etme, volatilité yayımlarını analiz etmişlerdir. Analiz bulguları; BTC ile diğer kripto para birimleri arasında kısa ve uzun vadede pozitif bir korelasyon olduğunu ayrıca BTC'nin hem getiri hem de volatilité yayılımı açısından öncü kripto para birimi olduğunu göstermiştir. Sensoy ve diğerleri, (2021), çalışmalarında 12 farklı kripto para biriminin 01.04.2013 ile 23.08.2018 tarihleri arasına ait verilerini kullanarak değişkenler arasındaki getiri ve volatilité yayılımını kümeleme analizi ile incelemişlerdir. Analiz bulguları; getiri ve volatilité kümeleme yapılarının farklı kripto para birimleri arasında değişkenlik

gösterdiğini ayrıca BTC, LTC ve ETH'nin getiri ve volatilite yayılımında etkin olduklarını göstermiştir. Mensi ve diğerleri, (2021), çalışmalarında 8 farklı kripto para birimi arasındaki volatilite yayılımını araştırdıkları çalışmalarında analiz bulguları; volatilite yayılımının 2017 yılından sonra arttığını ve analiz edilen dönem içerisinde BTC, ETH ve LTC'nin volatilite yayıcısı, DASH, XMR, XRP, XLM ve XEM'in ise volatilite alıcısı olduğunu göstermiştir. Bouri ve diğerleri (2021) çalışmalarında 15 farklı kripto para biriminin 07.08.2015 ile 11.03.2020 yılları arasına ait verilerini kullanarak, kripto para birimleri arasındaki volatilite yayılımını davranışsal bir faktör olan yatırımcı mutluluğu perspektifinden ele almışlardır. Analiz bulguları; kripto para birimleri arasında volatilite yayılımının var olduğunu, BTC ve DASH'ın en önemli volatilite yayıcı kripto para birimleri olduğunu ve yatırımcıların mutsuzluk düzeyleri yükseldikçe genel piyasa oynaklığının arttığını göstermiştir. Bu çalışmalara ek olarak daha önce özetlenen Koutmos (2018), Wang ve Ngene (2020) ve Polat (2023)'ün çalışmalarında da BTC öncü volatilite yayıcı para birimi olarak tespit edilmiştir.

Yukarıda ifade edilen çalışmalardan farklı olarak literatürde BTC'nin volatilite yayılımında öncü olmadığı bulgusuna ulaşan çalışmalar da bulunmaktadır. Yi ve diğerleri (2018), 8 farklı kripto para biriminin 04.08.2013 ile 01.04.2018 tarihleri arasına ait verilerini kullanarak değişkenlerin arasındaki statik ve dinamik volatilite yayılımını analiz ettikleri çalışmalarında kripto para birimleri arasındaki volatilitenin dönemsel olarak değişkenlik göstermekle birlikte 2016 yılından sonra arttığını, kripto para birimlerinin volatilite yayma veya alma özelliklerinin kısmen piyasa değerleri ile ilişkili olduğunu ve BTC'nin volatilite yayıcı etkisinin olmakla birlikte öncü olmadığını belirlemişlerdir. Bu çalışmanın yanı sıra Nguyen ve diğerleri, (2023), 34 farklı kripto para biriminin 13.02.2019 ile 06.04.2021 tarihleri arasına ilişkin verilerini kullanarak getiri ve volatilite yayılımını analiz ettikleri çalışmalarında grafik tabanlı yöntemler kullanmışlardır. Analiz bulguları; bazı küçük kripto para birimlerinin beklenmedik şekilde piyasa üzerinde orantısız bir etki uyguladığını, BTC ve ETH gibi büyük kripto para birimlerinin ise daha az etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca Büberkökü (2021), çalışmasında bu çalışmanın analiz sonuçlarından elde edilen bulgulara benzer olarak BNB'nin en güçlü volatilite yayıcı kripto para birimi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Büberkökü çalışmasında BTC, BNB, BCH, XLM ve LINK'e ait 20.09.2017 ile 30.04.2021 tarihleri arasına ilişkin günlük getiri serilerini kullanarak değişkenler arasındaki getiri ve volatilite yayılımını Cheung ve Ng (1996) testi aracılığı ile analiz etmiştir. Analiz bulguları; kripto para birimlerinin hem getiri hem de volatilitelerinde eş zamanlı ve güçlü bir etkileşim olduğunu ayrıca getiri yayılımında XLM'in, volatilite yayılımında ise BNB'nin öncü olduğunu göstermiştir.

Literatürde küresel ölçekli gelişmelerin kripto para piyasalarındaki volatilite yayılımına etkisini inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Bu kapsamda en önemli küresel gelişmelerden birisi olan Covid-19 Pandemisi araştırmalardaki yerini almıştır. Yousaf ve Ali (2020), çalışmalarında BTC, ETH ve LTC arasındaki getiri ve volatilite yayılımını Covid-19 Pandemisi dönemi ile öncesini karşılaştırarak analiz etmişlerdir. VAR-DCC-GARCH modeli kullandıkları çalışmalarında pandemi öncesi dönemi temsilen 1 Ocak-31 Aralık 2019 tarihleri arasına ait, pandemi dönemini temsilen ise 1 Ocak-22 Nisan 2020 tarihleri arasına ait verileri kullanmışlardır. Analiz bulguları; pandemi öncesi dönemdeki volatilite yayılımlarının istatistiki olarak anlamlı olmamakla birlikte, pandemi döneminde BTC'den ETH'ye tek yönlü, ETH ile LTC arasında ise çift yönlü volatilite yayılımı olduğunu göstermiştir. Polat ve Kabakçı Günay (2021) çalışmalarında piyasa değeri en yüksek 10 kripto para birimi içinden seçilen BTC, ETH, BNB, XRP, USDT, BCH, LTC ve EOS'un 26.07.2017 ile 28.10.2020 tarihleri arasına ilişkin

verilerini kullanarak, değişkenler arasındaki volatilité yayılımını incelemişlerdir. Analiz bulguları; kripto para birimleri arasındaki volatilité yayılımının, özellikle Covid-19 Pandemisinin resmi duyurusuyla aynı zamana denk gelen 11 Mart 2020'den sonra belirgin şekilde yoğunlaştığını ve ETH'nin Covid-19 Pandemisinin resmi duyurusundan önce volatilitéyi yayan en önemli kripto para birimi olduğunu göstermiştir. Ataş (2022), çalışmasında BTC, ETH, BNB ve ADA'ya ait verileri kullanarak değişkenler için asimetrik volatilité bulgularını Covid-19 Pandemisi öncesi ve sonrası dönem için karşılaştırmalı olarak analiz etmiştir. GJR-GARCH modelinin uygulandığı analiz bulgularından; kripto para birimlerinin tümü için pandemi öncesi dönemde asimetrik volatilité özelliğinin olmadığı pandemi sonrası dönemde ise asimetrik volatilité bulgularına rastlandığı belirlenmiştir. Chen ve Sun (2024), çalışmalarında BTC, ETH, LTC, BNB ve ADA'nın 31.12.2017 ile 10.04.2022 tarihleri arasına ait verilerini kullanarak, incelenen dönem içerisindeki fiyat balonlarını belirlemeyi ayrıca kripto para birimlerinin risk özelliklerini belirleyerek aralarındaki getiri ve volatilité yayılımını analiz etmeyi amaçlamışlardır. Analiz bulguları; Covid-19 Pandemisi döneminde piyasada uzun süren balon dönemlerinin olduğunu, BNB hariç kripto para birimlerinin volatilitésinin kalıcı özellik gösterdiğini, pandemi döneminde kripto para birimleri arasındaki bağlantının zirveye ulaştığını ayrıca BTC ve ETH arasında getiri ve volatilité yayılımının güçlü olduğunu göstermiştir.

Kripto para birimleri arasındaki volatilité yayılımını piyasa koşulları ile ilişkilendirerek analiz eden çalışmalara da literatürde rastlanmaktadır. Balli ve diğerleri (2020) çalışmalarında BTC, XRP, XLM, LTC, XMR ve DASH'ın 05.08.2014 ile 23.07.2018 tarihleri arasına ait verilerini kullanarak, kripto para birimleri arasındaki dinamik ilişkileri analiz etmişlerdir. Genelleştirilmiş Tahmin Hatası Varyans Ayrıştırması bulguları; kripto para birimleri arasındaki ilişkilerin kısa vadede, orta ve uzun vadeye kıyasla çok daha güçlü olduğunu ayrıca ekonomik belirsizliğin artmasıyla kripto para birimleri arasındaki bağlantının azaldığını göstermiştir. Aslanidis, Bariviera ve Perez-Lobardo (2021) çalışmalarında kripto para birimlerinin Ağustos 2015 ile Temmuz 2020 dönemleri arasına ait verilerini kullanarak, değişkenler arasında getiri ve volatilité yayılımının arttığı bulgusuna ulaşmışlardır. Kazova ve Büyükyılmaz Ercan (2021) çalışmalarında BTC, ETH, XRP, ADA, LTC, BCH, XLM, LINK, TRX ve DOGE'nin volatilité yapılarını 2017-2021 yılları arasına ait verileri kullanarak değişen varyans modelleri ile analiz etmişlerdir. Analiz bulguları, BTC, ADA ve LINK getirilerinde meydana gelen negatif şokların, diğer kripto para birimlerinde ise pozitif şokların, volatilité üzerinde daha etkili olduğunu göstermiştir. Sila ve diğerleri, (2024), çalışmalarında BTC, ETH, BNB, LTC, ADA, XRP, TRX ve DOGE'nin 05.07.2019 ile 31.05.2024 tarihleri arasına ilişkin verilerini kullanarak değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Analiz bulguları; kripto para birimleri arasındaki ilişkinin önemli olayları yansıttığını, ilişki düzeyinin düşük veya yüksek olduğu dönemlerin kripto para piyasasındaki belirli olaylarla ve makroekonomik gelişmeler ile bağlantılı olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmaların yanı sıra Gemici ve Polat (2021) kripto para birimleri arasındaki volatilité yayılımına ek olarak nedensellik ilişkilerini, Gubadlı ve Sarıkovanlık (2023) ise volatilité kümelenmesini analiz etmişlerdir. Gemici ve Polat, çalışmalarında BTC, ETH ve LTC'nin 07.08.2015 ile 10.07.2018 tarihleri arasına ait verilerini kullanarak, kripto para birimleri arasındaki volatilité yayılımını yapısal kırılmalar açısından analiz etmişlerdir. Ortalamada ve varyansta nedensellik analizi bulguları; BTC'den LTC ve ETH'ye tek yönlü ortalama nedensellik olduğunu, ancak LTC ve ETH'den BTC'ye ortalama nedensellik olmadığını ayrıca varyans denklemlerine dahil edilen yapısal kırılmalar göz önünde bulundurulduğunda LTC'den BTC'ye

kısa vadeli nedensellik ve BTC'den LTC'ye uzun vadeli nedensellik olduğunu göstermiştir. Gubadlı ve Sarıkovanlık ise, çalışmalarında BTC, XLM, LTC, ETH, USDT ve XRP'nin volatilite yapısı, asimetrik ilişkileri ve kaldıraç etkisini araştırdıkları çalışmalarında 09/11/2017 ile 31/07/2022 tarihleri arasına ait verileri kullanmışlardır. WinBUGs uygulaması gerçekleştirilen çalışmada, kripto para birimlerinin tamamı için yoğun bir volatilite kümelenmesinin var olduğu ayrıca bunun sürekli ve düşük öngörülebilirlikte olduğu tespit edilmiştir.

2. Veri Seti

Kripto para birimleri arasındaki volatilite yayılımının analiz edildiği bu çalışmada, 05.09.2024 tarihi itibarıyla Coinmarketcap verilerine göre en yüksek piyasa değerine sahip 4 kripto para birimi analize dahil edilmiştir. Bu kapsamda analize dahil edilen kripto para birimleri BTC (Bitcoin), ETH (Ethereum), BNB (Binance Coin) ve SOL (Solano) olmuştur. Araştırmancının iki kısıtı bulunmakta olup bunlardan ilki; çalışmada öncelikle en yüksek piyasa değerine sahip ilk 5 kripto para birimi arasındaki ilişkilerin analizi hedeflenmiş olmasına rağmen USDT'nin stabil coin olarak değerlendirilen yapısı gereği volatil özellik göstermemesi nedeniyle analiz sürecinde kapsam dışı bırakılması, ikincisi ise; analize dahil edilen SOL'un piyasalarda 2020 yılında işlem görmeye başlaması nedeniyle analizlerde değişkenlerin 13.07.2020 tarihinden itibaren ulaşılabilen verilerinin kullanılmasıdır. Literatürde volatilite yayılımının ağırlıklı olarak GARCH modelleri ile analiz edilmesine karşılık bu çalışmada kripto para birimleri arasındaki volatilite yayılımının zamana duyarlı olarak dinamik şekilde TVP-VAR modeli kullanılarak analiz edilmesi, çalışmanın literatürdeki diğer çalışmalardan farklılaşmasına olanak sağlamaktadır. Analizlerde söz konusu kripto para birimlerinin 13.07.2020 ile 05.09.2024 tarihleri arasına ait getiri serileri $(P_t - P_{t-1}) / P_{t-1}$ formülü aracılığı ile hesaplanmış olup volatilite yayılımının analizi için getirilerin karesi alınmıştır. Veriler investing.com adresinden elde edilmiş olup çalışmada kullanılan veri setine ait özet bilgiler aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1. Değişkenlere İlişkin Özet Bilgiler

Kripto Para Birimi	Piyasa Değeri (05.09.2024)	Tarih Aralığı	Veri Türü
BTC (Bitcoin)	\$1.127.357.770.164		
ETH (Ethereum)	\$288.776.756.278	13/07/2020	Günlük Getiri Serileri
BNB (Binance Coin)	\$74.058.365.276	-	
SOL (Solano)	\$62.594.591.555	05/09/2024	

3. Yöntem

Çalışmada, analize dahil edilen BTC, ETH, BNB ve SOL arasındaki volatilite yayılımı TVP-VAR modeli kullanılarak incelenmiştir¹.

TVP-VAR(p) modeli aşağıdaki gibi gösterilmektedir (Antonakakis ve diğerleri, 2020, ss.3-7):

$$y_t = A_t z_{t-1} + \epsilon_t \quad \epsilon_t | \Omega_{t-1} \sim N(0, \Sigma_t) \quad (1)$$

¹ Araştırmada uygulanan TVP-VAR analizi, David Gabauer tarafından oluşturulan https://davidgabauer.shinyapps.io/connectedness_approach/ web adresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

$$\begin{aligned} \text{vec}(\mathbf{A}_t) &= \text{vec}(\mathbf{A}_{t-1}) + \xi_t & \xi_t | \Omega_{t-1} &\sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \Xi_t) \\ \mathbf{z}_{t-1} &= \begin{pmatrix} y_{t-1} \\ y_{t-2} \\ \vdots \\ t_{t-p} \end{pmatrix} & \mathbf{A}'_t &= \begin{pmatrix} A_{1t} \\ A_{2t} \\ \vdots \\ A_{pt} \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (2)$$

Yukarıdaki denklemlerde, y_t ve $\mathbf{z}_{t-1}$ sırasıyla $m \times 1$ ve $mp \times 1$ boyutlu matrisleri gösterirken, $\mathbf{A}_t$ ve $\mathbf{A}_{it}$ sırasıyla $m \times mp$ ve $m \times m$ boyutlu matrisleri temsil etmektedir. ϵ_{it} , $m \times 1$ boyutlu ve ξ_t ise $m^2 p \times 1$ boyutlu matrisi ifade etmektedir. Zamanla değişen varyans-kovaryans matrisleri olan Σ_t ve Ξ_t ise sırasıyla $m \times m$ ve $m^2 p \times m^2 p$ boyutlu matrisleri göstermektedir. Ayrıca $\text{vec}(\mathbf{A}_t)$ ise $m^2 p \times 1$ boyutlu bir vektör olarak $\mathbf{A}_t$ 'nin vektörleştirilmiş şeklini sembolize etmektedir.

Zamana göre değişen katsayılar ve varyans kovaryans matrisleri, Diebold ve Yılmaz'ın (2014) geliştirilmiş bağlantılılık prosedürünün tahminine yönelik kullanılmaktadır. Bu kapsamda Koop ve diğerleri, (1996) ile Pesaran ve Shin (1998) tarafından ortaya çıkarılan geliştirilmiş etki-tepki fonksiyonları (GIRF) ve geliştirilmiş öngörü hata varyans ayrıştırması (GFEVD), prosedürün temelinde yer almaktadır. GIRF ve GFEVD'nin hesaplanması için, Wold teoremine dayalı olan TVP-VAR, hareketli ortalamaya (VMA) dönüştürülmektedir.

GIRF'ler i değişkenindeki bir şokun tüm j değişkenlerindeki tepkilerini açıklamaktadır.

$$\text{GIRF}_t(\mathbf{H}, \delta_{j,t}, \Omega_{t-1}) = E(y_t + \mathbf{H}e_j | \delta_{j,t}, \Omega_{t-1}) - E(y_{t+j} | \Omega_{t-1}) \quad (3)$$

$$\Psi_{j,t}(\mathbf{H}) = \frac{\mathbf{B}_{H,t} \Sigma_t e_j}{\sqrt{\Sigma_{jj,t}}} \frac{\delta_{j,t}}{\sqrt{\Sigma_{jj,t}}} \quad \delta_{j,t} = \sqrt{\Sigma_{jj,t}} \quad (4)$$

$$\Psi_{j,t}(\mathbf{H}) = \sum_{j,j,t}^{-\frac{1}{2}} \mathbf{B}_{H,t} \Sigma_t e_j \quad (5)$$

GFEVD aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$\phi_{ij,t}^g(J) = \frac{S_{ii,t}^{-1} \sum_{t=1}^{J-1} (u_i' A_t S_t u_j)^2}{\sum_{j=1}^N \sum_{t=1}^{J-1} (u_i' A_t S_t A_t' u_i)} \quad \widetilde{\phi}_{ij,t}^g J = \frac{\phi_{ij,t}^g(J)}{\sum_{j=1}^N \phi_{ij,t}^g(J)} \quad (6)$$

Denklem (6)'da u_i , i konumunda sıfır vektörüdür ve $\Sigma_{j=1}^N \widetilde{\phi}_{ijt}^N(J) = \mathbf{1}$ ve $\Sigma_{i,j=1}^N \widetilde{\phi}_{ijt}^N(J) = N'$ dir. Toplam bağlantılılık indeksi (TCI) GFEVD esasına dayalı olarak aşağıdaki biçimde gösterilmektedir.

$$c_t^g(J) = \frac{\sum_{i,j=1, i \neq j}^N \widetilde{\phi}_{ijt}^g(J)}{\sum_{i,j=1}^N \widetilde{\phi}_{ijt}^g(J)} \quad (7)$$

Model, değişkenlerin herhangi birinde ortaya çıkan şokun diğer değişkenlere nasıl yayıldığını ifade etmektedir.

Diğerlerine Toplam Yönlü Bağlantılılık (To Others) "i" değişkeninden diğer tüm "j" değişkenlerine şokun yayılımını göstermekte olup aşağıdaki biçimde gösterilmektedir.

$$c_{i \rightarrow jt}^g(J) = \sum_{j=1, i \neq j}^N \widetilde{\phi}_{ijt}^g(J) \quad (8)$$

Diğerlerinden Toplam Yönlü Bağlantılılık (From Others) ise “i” değişkeninin diğer tüm “j” değişkenlerinden aldığı şoku göstermekte olup aşağıdaki biçimde gösterilmektedir.

$$c_{i \leftarrow jt}^g = \sum_{j=1, i \neq j}^N \tilde{\phi}_{ijt}^g(J) \quad (9)$$

“Diğerlerine toplam yönlü bağlantılılık” tan “Diğerlerinden toplam yönlü bağlantılılığın”, çıkartılması ile “Net Toplam Yönlü Bağlantılılık” (Net) elde edilmektedir.

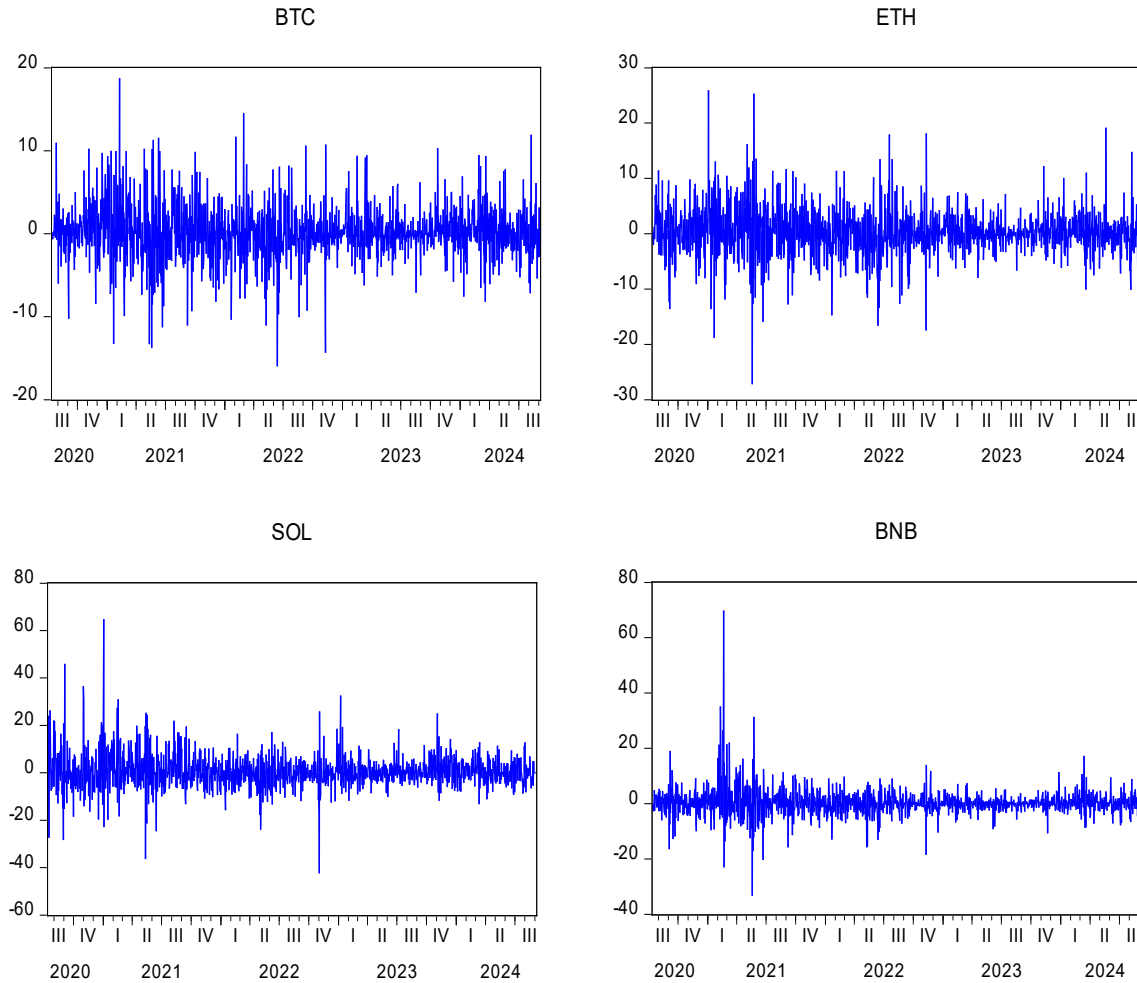
$$c_{it}^g = c_{i \rightarrow jt}^g(J) - c_{i \leftarrow jt}^g(J) \quad (10)$$

C_{it} ’nin pozitif bir değer alması, volatilitiyi yayıcı etki gösterdiğini yani “i” değişkeninin diğer değişkenlerden etkilendiğinden daha çok analize dahil edilen diğer değişkenleri etkilediğini ifade etmektedir. Buna karşılık C_{it} ’nin negatif bir değer alması ise, “i” değişkeninin volatiliti alıcısı olduğunu ifade etmektedir (Antonakakis ve diğerleri, 2019, ss.8-9).

4. Araştırma Bulguları

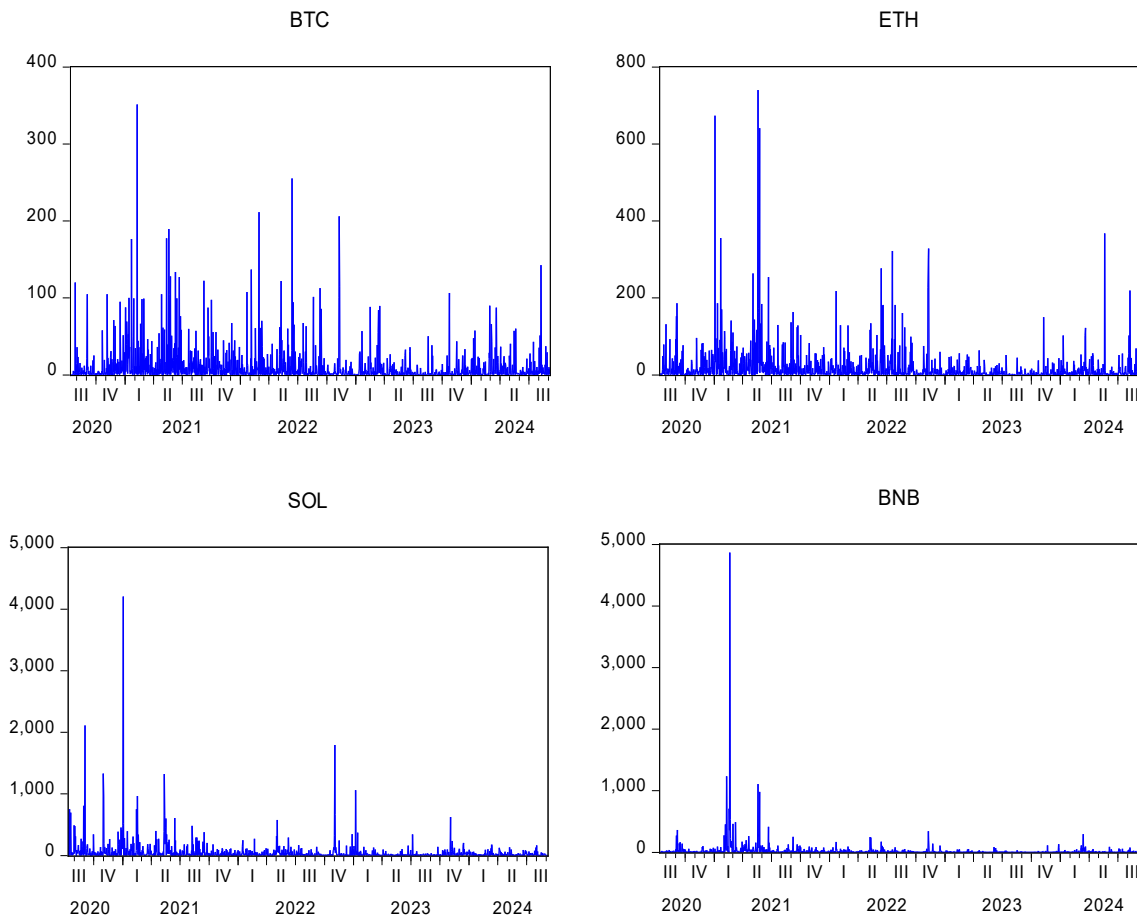
BTC, ETH, BNB ve SOL arasındaki volatiliti yayılımının TVP-VAR modeli ile analiz edildiği çalışmadan elde edilen bulgular, zaman yolu grafikleri, tanımlayıcı istatistikler ve TVP-VAR modeli bulguları sıralamasıyla aşağıda sunulmaktadır.

Şekil 1. Değişkenlerin Getiri Grafikleri



Kripto para birimlerinin getiri grafikleri incelendiğinde; BTC, ETH, BNB ve SOL'un dalgalı bir seyir gösterdiği görülmektedir. BTC ve ETH'nin getiri oynaklığı yüksektir. Kripto para birimi getirilerindeki oynaklığın benzer dönemlerde ortaya çıktığı görülmektedir. Analize dahil edilen kripto para birimlerinin getirileri yaklaşık olarak 2020 yılının son çeyreği ile 2022 yılı ilk yarısı arasında dalgalı bir seyir göstermektedir. Bu dalgalı seyrin ortaya çıkmasındaki en temel faktörün 2020 yılında ortaya çıkan Covid-19 Pandemisinin olduğu söylenebilir. Pandeminin etkisinin azalması ile kısmen durağanlaşan kripto para piyasalarında ikinci dalgalanma döneminin başladığı yıl ise 2024 yılı olmuştur. 2024 yılına Bitcoin ETF'lerine onay verilmesi ile başlayan kripto para piyasaları, bu gelişmelere bağlı olarak dalgalanan seyir göstermeye başlamıştır. Yatırımcıların Bitcoin ETF'lerine olan talepleri spot Bitcoin fiyatlarının dalgalanmasına sebep olarak piyasadaki var olan yapısal hareketliliği daha da arttırmıştır.

Şekil 2. Değişkenlerin Volatilite Grafikleri



Kripto para birimlerinin volatilite grafikleri incelendiğinde, getiri grafiklerine benzer şekilde Covid-19 Pandemisinin etkisi görülmekte ve volatilitenin analiz edilen dönemde iki kez kümelendiği görülmektedir. Volatilitedeki ilk artış döneminin yaklaşık 2021-2022 yılları arası ortaya çıktığı özellikle BTC ve ETH'de ise 2024 yılı başından itibaren ikinci bir artışın meydana geldiği söylenebilir.

Tablo 2. Değişkenlerin Volatilite Serilerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

	BTC	ETH	BNB	SOL
Ortalama	10,587	17,933	23,121	50,365
Varyans	597,748	2.144,248	20.267,988	27.732,098
Çarpıklık	5,500*** (0.000)	8,100*** (0.000)	27,164*** (0.000)	13,21*** (0.000)
Aşırı Basıklık	45,515*** (0.000)	95,657*** (0.000)	889,723*** (0.000)	285,300*** (0.000)
Jarque-Bera	138.499*** (0.000)	594.565*** (0.000)	50.189.*** (0.000)	5.189*** (0.000)
ERS	-10,900*** (0.000)	-9,717*** (0.000)	-13,708*** (0.000)	-12,135*** (0.000)
Q(10)	39,263*** (0.000)	131,372*** (0.000)	134,449*** (0.000)	152,739*** (0.000)
Q2(10)	3,825 (0.693)	83,958*** (0.000)	1,927 (0.944)	2,365 (0.901)

Not: (.) olasılık değerlerini, ***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 oranında anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 2’de, analizlerde kullanılan kripto para birimlerinin volatilite serilerine ilişkin tanımlayıcı istatistiklerine bakıldığında, serilerin normal dağılmadığı ayrıca tümünün durağan olduğu görülmektedir. Tablodan serilerin çarpıklık ve basıklık katsayılarına bakıldığında ise tüm serilerin sağa çarpık ve sivri dağılıma sahip oldukları görülmektedir.

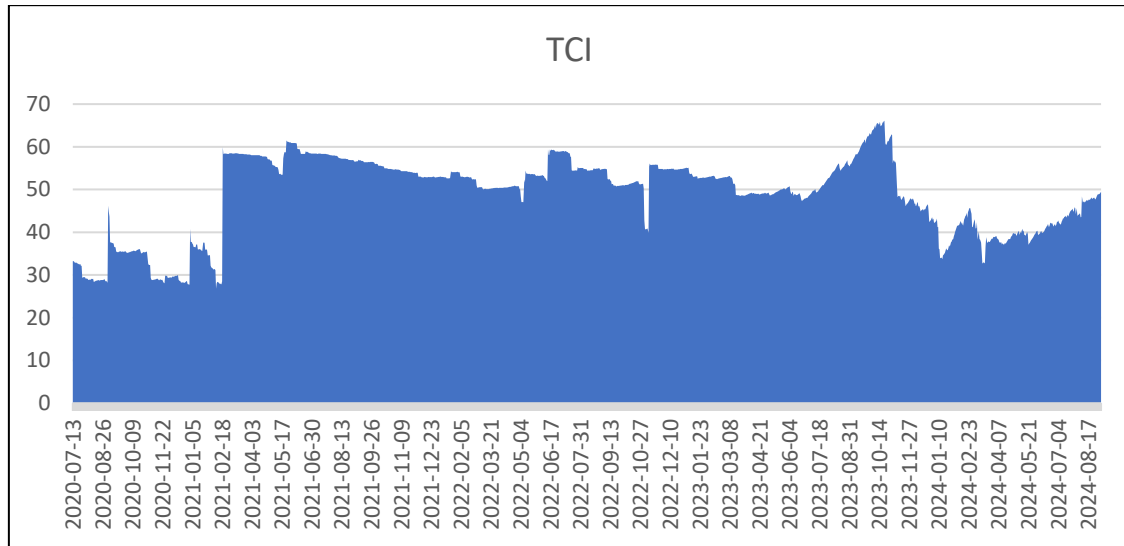
Tablo 3. Ortalama Dinamik Bağlantılılık Tablosu

	BTC	ETH	BNB	SOL	Diğerlerinden (from)
BTC	59,22	23,95	13,27	3,56	40,78
ETH	22,23	51,24	17,88	8,65	48,76
BNB	11,69	14,31	70,34	3,66	29,66
SOL	7,17	6,91	12,83	73,09	26,91
Diğerlerine (to)	41,09	45,17	43,99	15,86	146,11
Kendisi Dahil	100,30	96,41	114,33	88,95	cTCI/TCI
NET	0,30	-3,59	14,33	-11,05	48,70/36,53

Tablo 3’te kripto para birimlerinin volatiliteleri arasındaki ortalama dinamik bağlantılılık ilişkileri yer almaktadır. Tabloda yer alan NET ifadesi, analize dahil edilen bir değişkenin diğer değişkenlere yaymış olduğu volatilite ile diğer değişkenlerden almış olduğu volatilite arasındaki farkı göstermektedir. NET katsayısının pozitif bir değer alması, ilgili değişkenin volatilite yayıcısı, negatif bir değer alması ise volatilite alıcısı olduğu anlamına gelmektedir. Tablodaki NET katsayılarına bakıldığında, analize dahil edilen kripto para birimlerinden BTC ve BNB’nin volatilite yayıcısı, ETH ve SOL’un ise volatilite alıcısı olduğu görülmektedir. Kripto para birimleri arasında volatilite yayıcısı olan değişkenler etki güçleri açısından sıralandığında en güçlü volatilite yayıcısı olan para biriminin BNB olduğu ve bunu BTC’nin takip ettiği görülmektedir. Diğer yandan SOL, volatilite alıcısı olan kripto para birimleri arasında

volatilitiyi en çok alan kripto para birimi olurken, ETH ise ikinci sıradadır. Tablodan her bir değişkenin volatilitesinde meydana gelen değişimin kaynağı hakkında da yorum yapılabilmektedir. Bu bağlamda; BTC'nin volatilitesinde meydana gelen değişimin en büyük oranda kendisinden (%59,22) kaynaklandığı, volatilitisini ikinci sırada etkileyen değişkenin ETH (%23,95) olduğu ve en düşük etkilime gücüne sahip değişkenin ise SOL (%3,56) olduğu söylenebilir. Ayrıca diğer kripto para birimleri açısından da süreç değerlendirildiğinde; ETH'nin volatilitesinde meydana gelen değişimin en büyük oranda kendisinden (%51,24) ikinci sırada BTC'den (%22,23) son sırada ise SOL'dan (%8,65) kaynaklandığı, BNB'nin volatilitesinde meydana gelen değişimin en büyük oranda kendisinden (%70,34) ikinci sırada ETH'den (%14,31) son sırada ise SOL'dan (%3,66) kaynaklandığı, SOL'un volatilitesinde meydana gelen değişimin en büyük oranda kendisinden (%73,09) ikinci sırada BNB'den (%12,83) son sırada ise ETH'den (%6,91) kaynaklandığı görülmektedir. Kripto para birimlerindeki volatilitenin kaynakları genel olarak değerlendirildiğinde, tüm kripto para birimleri için en büyük volatilitate kaynağının kendi geçmiş şokları olduğu ayrıca kripto para birimleri arasındaki volatilitate yayılımının çok yüksek olmadığı (%48,70) söylenebilir. Volatilitate yayılımının çok yüksek olmaması aynı zamanda söz konusu varlıkların aynı portföyde riskin azaltılması amacıyla kullanılabileceğini ifade etmektedir.

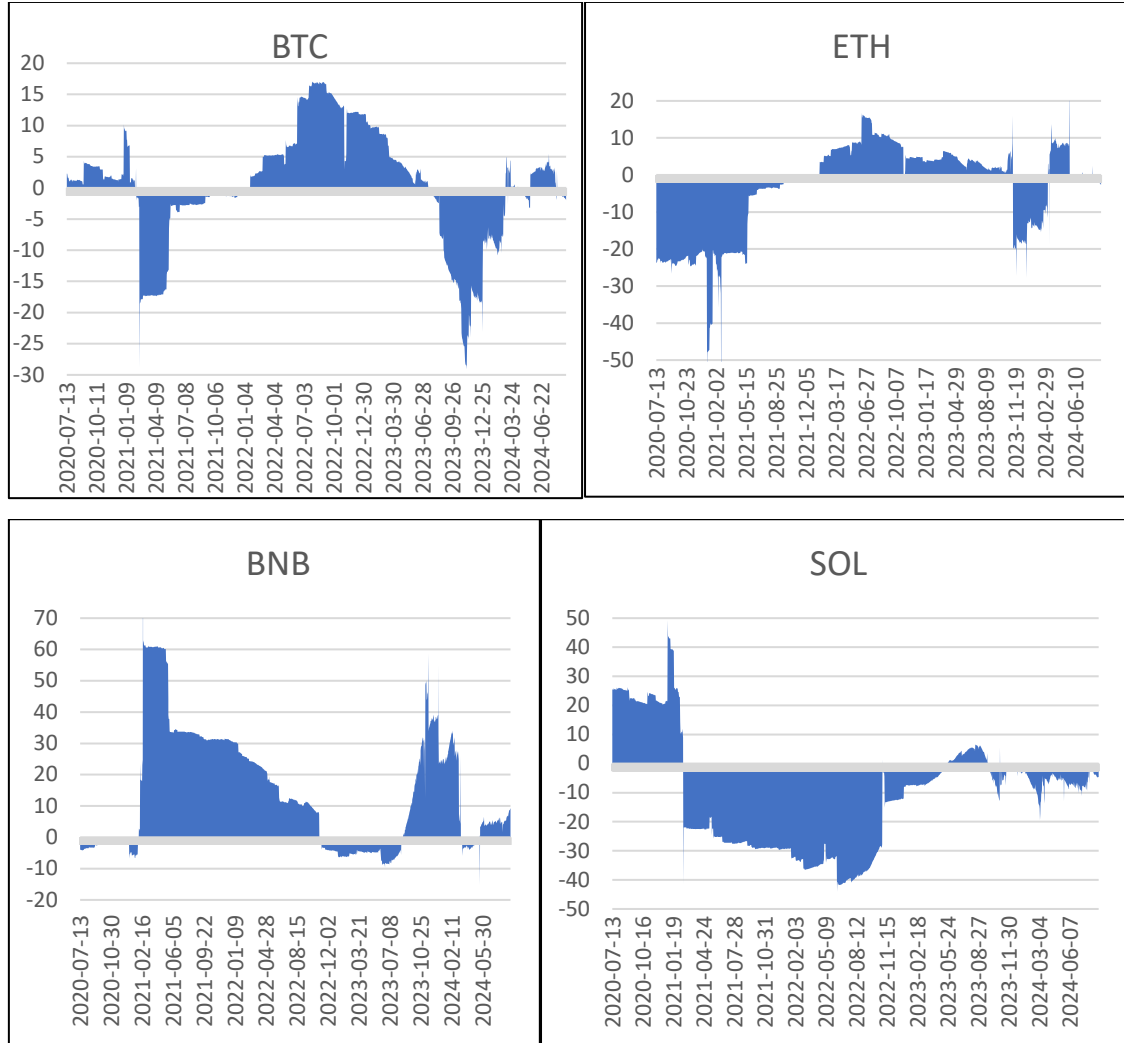
Şekil 3. Toplam Dinamik Bağlantılılık Grafiği



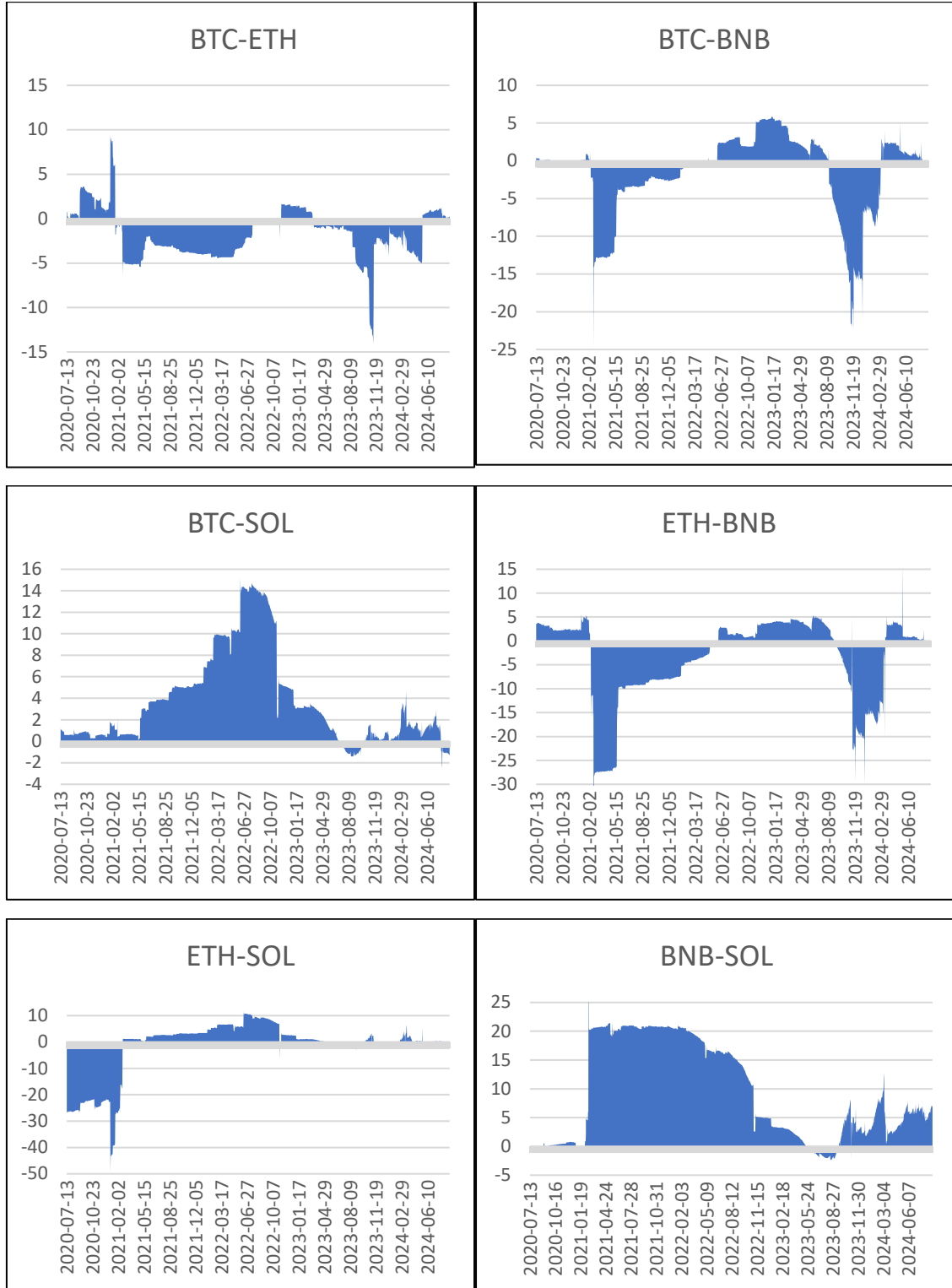
Şekil 3'te analizde kullanılan kripto para birimlerinin volatilitelerindeki toplam dinamik bağlantılılık ilişkisi yer almaktadır. Kripto para birimleri arasındaki toplam bağlantılılık ilişkisi yatay bir seyir izlemekte olup analiz dönemleri içerisinde farklı zaman dilimlerinde artış ve azalış yönlü değişimler meydana gelmiştir. Varlıklar arasındaki dinamik ilişki 2020 yılı sonlarında dalgalı bir yapı göstermekle birlikte 2021 yılının ilk çeyreğinden itibaren artış göstererek analiz edilen dönem içerisindeki birinci zirve noktasına ulaşmıştır. Zirvenin ardından düşüşe geçen toplam bağlantılılık 2022 yılı ortalarında tekrar yükselmeye başlayarak ikinci zirvesini yaşamıştır. İkinci zirveden sonraki süreç incelendiğinde; 2023 yılı son çeyreğine kadar dalgalı seyir dikkat çekerken 2023 yılının sonlarında ise analiz döneminin en yüksek zirvesine ulaştığı görülmektedir. 2020, 2021 ve 2022 yıllarındaki dalgalanma ve yaşanan zirveler için pandeminin etkisinden söz etmek mümkündür. 2023 yılı sonlarında kripto para birimleri volatiliteleri arasındaki ilişkinin en yüksek seviyeye ulaşmasını ise Bitcoin ETF'lerine

ilişkin beklentilerin piyasa üzerindeki etkisi sonucu varlık fiyatlarında dalgalanmalar yaşanmaya başlaması ile açıklamak mümkündür.

Şekil 4. Net Toplam Yönsel Bağlantılılık Grafiği



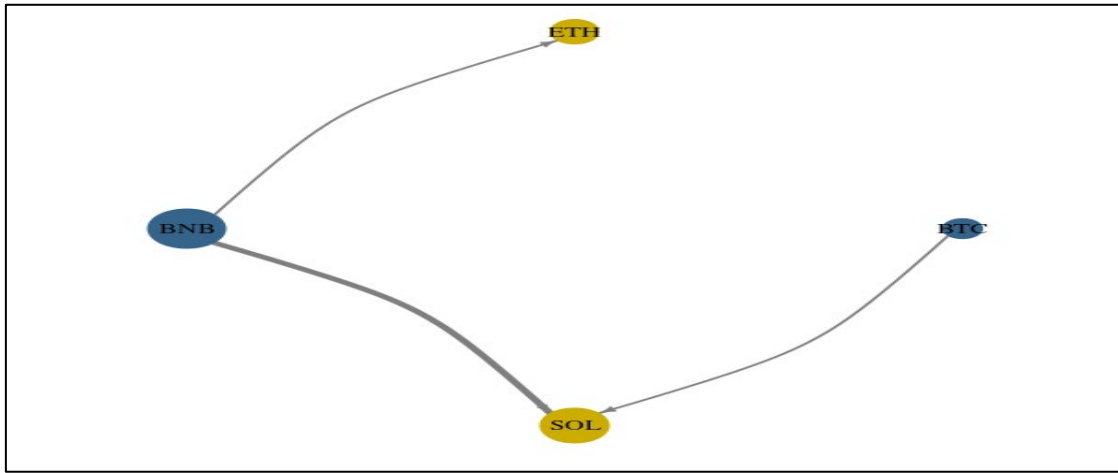
Değişkenler 0 ekseninin üzerindeki pozitif alanda volatilite yayıcısı konumda, 0 ekseninin altındaki negatif alanda ise volatilite alıcısı konumda bulunmaktadır. Bu bağlamda analizde kullanılan kripto para birimlerinin volatilitelerine ilişkin Şekil 4'teki Net Toplam Yönsel Bağlantılılıklarına bakıldığında; BTC'nin 2021 yılı ile 2023 yılının ikinci yarısında volatilite alıcısı konumda olduğu diğer dönemlerde ise volatilite yayıcısı konumuna geçtiği görülmektedir. BNB analiz edilen süre içerisinde genel trend olarak volatilite yayma özelliği gösterirken, ETH 2022 yılının ilk çeyreğine kadar olan dönemler ile 2023 yıl sonu ve 2024 yılının ilk çeyreğinde volatilite alıcısı konumdadır. SOL ise ağırlıklı olarak volatilite alıcısı olmanın yanı sıra 2021 yılının ilk çeyreğine kadar volatilite yayma özelliği göstermektedir.

Şekil 5. Net Çift Yönlü Dinamik Bağlantılılık Grafiği

Şekil 5'teki kripto para birimleri arasındaki Net Çift Yönlü Dinamik Bağlantılılık ilişkileri değerlendirildiğinde; analiz dönemi süresince BTC'nin SOL üzerinde ağırlıklı olarak güçlü şekilde volatilité yayıcı bir etkisinin olduğu görülmektedir. BTC'nin ETH ve BNB ile olan ilişkisine bakıldığında ise kripto para birimlerinin volatilité alıcı ve yayıcı olma özelliklerinin analiz dönemi içerisinde farklılaştığı görülmekle birlikte BTC'nin diğer iki kripto para

biriminden volatilite aldığı dönemlerin daha uzun bir zaman dilimi sergiledikleri söylenebilir. Net Çift Yönlü Dinamik Bağlantılılık ETH açısından incelendiğinde; ETH ile BNB arasındaki volatilite yayılımının değişkenlik göstermekle birlikte analiz dönemi süresince ETH'nin BNB'ye yaymış olduğu volatiliteden daha güçlü şekilde BNB'den volatilite aldığı görülmektedir. Ayrıca ETH'nin SOL üzerinde 2021 yılı ilk çeyreğinden itibaren volatilite yayıcı etki gösterdiği görülürken ETH, SOL'dan 2021 yılı ilk çeyreğine kadar güçlü şekilde volatilite almaktadır. Net Çift Yönlü Dinamik Bağlantılılık ilişkisinin en dikkat çekicilerinden birisi BNB ve SOL arasında meydana gelmiş olup analiz dönemi boyunca BNB, SOL üzerinde volatilite yayıcı etki göstermiş olup bu yayıcı etkinin en güçlü olduğu dönem 2021-2023 yılları arasındaki dönem olmuştur. Bu bilgiler ışığında aralarında volatilite yayılımının düşük düzeyde olduğu kripto para birimlerinin riskin azaltılması amacıyla aynı portföyde çeşitlendirme aracı olarak kullanılabileceği söylenebilir.

Şekil 6. Ağ Planı Grafiği



Şekil 6'da yer alan ağ planı, analize dahil edilen kripto para birimlerinin volatilite ilişkilerini şematik olarak sunmaktadır. Şekil 6'da yer alan ve mavi ile renklendirilmiş kripto para birimleri analiz edilen zaman dilimi içerisinde volatilite yayma özelliği gösteren değişkenleri ifade ederken sarı ile renklendirilmiş olan kripto para birimleri ise volatilite alıcısı durumunda olan değişkenleri göstermektedir. Şekilde, kripto para birimlerini sembolize eden yuvarlakların büyüklükleri değişken yapıda görülmektedir. Bunun sebebi yuvarlakların büyüklüğünün ilgili değişkenin volatilite yayma veya alma özelliği ile orantılı olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca grafikteki okların yönü aynı zamanda volatilitenin transfer yönünü gösterirken, okların kalın olması yayılan veya alınan volatilitenin yüksek olduğunu ifade ederken okların ince olması ise düşük olduğunu ifade etmektedir. Şekil 6'daki ağ planı incelendiğinde, analiz edilen zaman dilimleri içerisinde BNB ve BTC'nin volatilite yayıcısı olduğu görülürken ETH ve SOL'un ise volatilite alıcısı olduğu görülmektedir. BNB en büyük volatilite yayıcısı olan kripto para birimi olurken en fazla volatiliteyi SOL ve ETH'ye yaymaktadır. Diğer taraftan ikinci volatilite yayıcısı olan BTC'nin de SOL'a volatilite yaydığı görülmektedir.

Sonuç

Kripto paralar 21. yüzyılın ilk çeyreğinde finansal piyasalara hızlı giriş yapmış varlıklardır. Merkez Bankalarından bağımsız olarak merkeziyetsiz bir yapıya sahip olmaları bu varlıkların finansal piyasalardaki birçok varlıktan farklılaşmasına sebep olmuştur. Bunun yanı sıra fiziksel forma sahip olmamaları, dijital ortamlarda ve sınırlı sayıda üretilmeleri gibi sıra dışı özellikleri

bu varlıkların gündemde kalmasına imkân sağlamıştır. İlk kripto para birimi olan Bitcoin'in finansal varlık olarak piyasalarda işlem görmesiyle birlikte başlayan süreç, kısa zamanda kripto para birimi sayısının artması ve işlem hacimlerinin yükselmesi ile devam etmiştir. Yatırımcılar tarafından bir yatırım fenomeni olarak görülse de sağladığı kazançlar kripto para birimlerinin popülaritesini arttırmıştır. Süreç içerisinde yaşanan gelişmeler bu piyasaların farklı bir özelliğini daha ortaya çıkarmış olup o özellik varlık fiyatlarında aşırı dalgalanmaların yaşanmasıdır. Yatırımcıların aşırı kar veya zarar elde etmelerine sebep olan kripto paralar bu yönüyle akademik çalışmalarda popülaritesini de arttırmıştır.

Bu çalışmada coinmarketcap verilerine göre en yüksek piyasa değerine sahip olan 4 kripto para biriminin volatilitate ilişkileri TVP-VAR modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Analizlerde BTH, ETH, BNB ve SOL'un 13.07.2020 ile 05.09.2024 tarihleri arasına ait verileri kullanılmıştır. Analiz bulgularına göre, kripto para birimleri volatiliteleri arasındaki ilişki analiz edilen dönem içerisinde dalgalanan bir seyir göstermiş ve birkaç kez zirve yaşamıştır. Zirve dönemlerinin yaşanmasında kronolojik olarak öncelikle Covid-19 Pandemisinin ikinci olarak ise Bitcoin ETF'lerine ilişkin beklentilerin piyasa üzerinde etkili olarak varlık fiyatlarında dalgalanmalara sebep olduğu söylenebilir. Yapılan analizlerden kripto para birimlerinden BNB ve BTC'nin analiz dönemi içerisinde volatilitate yayıcısı konumunda oldukları ETH ve SOL'un ise volatilitate alıcısı oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca kripto para birimlerinin volatilitelerindeki değişimin açıklanmasında öncelikle ilgili kripto para biriminin kendi geçmiş şoklarının etkili olduğu bulgusu elde edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarından BTC'nin volatilitate yayıcısı konumunda olduğu bulgusu literatürdeki BTC'nin volatilitate yayıcısı olduğu bulgusuna ulaşan Koutmos (2018), Yi, Xu ve Wang (2018), Ji ve diğerleri, (2019), Wang ve Ngene (2020), Qiao, Zhu ve Hau (2020), Mensi ve diğerleri, (2021), Bouri ve diğerleri, (2021), Nguyen ve diğerleri, (2023), Ali, Musa ve Youssef (2023), Polat (2023)'in çalışmalarıyla örtüşmektedir. Ayrıca çalışmadan elde edilen BNB'nin öncü volatilitate yayıcısı olduğu bulgusu ise Büberkökü (2021)'in bulguları ile örtüşmektedir. Buna karşılık bu çalışmanın analiz bulgularından elde edilen ETH'nin volatilitate alıcısı olduğu bulgusu, literatürdeki ETH'nin volatilitate yayıcısı olduğu bulgusuna ulaşan Katsiampa ve diğerleri, (2019), Beneki ve diğerleri, (2019), Yousaf ve Ali (2020), Sensoy (2021), Mensi ve diğerleri, (2021), Polat ve Kabakçı Günay (2021), Ali, Musa ve Youssef (2023), Polat (2023) ve Chen ve Sun (2024)'in çalışmalarından bu yönüyle farklılaşmaktadır.

Bu çalışmada gerçekleştirilen analizlerden elde edilen bulgular portföy yönetim süreci açısından değerlendirildiğinde, analize dahil edilen 4 kripto para biriminin volatilitate yayılım ilişkisinin çok yüksek olmaması, aynı portföyde bulundurulabilecekleri ve birbirlerine risk bulaştırıcı etkilerinin sınırlı olabileceği şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca BNB'nin en yüksek volatilitate yayıcısı olma özelliği dikkate alınarak portföylerin oluşturulması ve takip edilmesi, yatırım verimliliği açısından önem taşıyacaktır. Benzer şekilde SOL'un volatilitate alıcısı olma özelliği yatırım süreçlerinde dikkat edilmesi gereken bir diğer husus olarak değerlendirilebilir. Kripto para birimlerinin popülaritesinin akademik çalışmalarda güncelliğini koruyacağı varsayıldığında, bundan sonraki araştırmalarda veri seti pandemi dönemini içerecek kripto para birimlerinin seçilerek analizlerin yapılması Covid-19 Pandemisinin kripto para piyasaları üzerindeki etkilerini ortaya çıkarabilecektir. Bunun yanı sıra piyasa değeri yerine işlem hacmi vb. kriterler üzerinden belirlenen kripto para birimleri arasındaki getiri ve/veya volatilitate yayılımlarının analiz edilmesine ek olarak kripto para birimleri arasındaki nedensellik ilişkilerinin de incelenmesi yatırımcıların portföy oluşturma süreçlerine katkı sağlayabilecektir.

Kaynakça

- Ahmed, M. S., El-Masry, A. A., Al-Maghyreh, A. I., & Kumar, S. (2024). Cryptocurrency volatility: A review, synthesis and research agenda. *Research in International Business and Finance*, 102472. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2024.102472>
- Ali, S., Moussa, F., & Youssef, M. (2023). Connectedness between cryptocurrencies using high-frequency data: A novel insight from the silicon valley banks collapse. *Finance Research Letters*, 58, 104352. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104352>
- Antonakakis, N., Cuñado, J., Filis, G., Gabauer, D., & de Gracia, F., P. (2019). Oil and asset classes implied volatilities: Dynamic connectedness and investment strategies (June 6, 2019). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3399996> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3399996>
- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Gabauer, D. (2020). Refined measures of dynamic connectedness based on time-varying parameter vector autoregressions. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(4), 84. <https://doi.org/10.3390/jrfm13040084>
- Aslanidis, N., Bariviera, A. F. & Perez-Laborda, A. (2021). Are cryptocurrencies becoming more interconnected? *Economics Letters*, 199, 109725. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2021.109725>
- Ataş, B. (2022). Kripto para piyasalarının Covid-19 pandemisinde asimetrik volatilite karakteristiği. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(1), 121-136. <https://doi.org/10.18037/ausbd.1095129>
- Balli, F., de Bruin, A., Chowdhury, M. I. H. & Naeem, M. A. (2020). Connectedness of cryptocurrencies and prevailing uncertainties. *Applied Economics Letters*, 27(16), 1316-1322. <https://doi.org/10.1080/13504851.2019.1678724>
- Baur, D. G., & Dimpfl, T. (2018). Asymmetric volatility in cryptocurrencies. *Economics Letters*, 173, 148-151. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.10.008>
- Beneki, C., Koulis, A., Kyriazis, N. A., & Papadamou, S. (2019). Investigating volatility transmission and hedging properties between Bitcoin and Ethereum. *Research in International Business and Finance*, 48, 219-227. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.01.001>
- Bouri, E., Gabauer, D., Gupta, R., & Tiwari, A. K. (2021). Volatility connectedness of major cryptocurrencies: The role of investor happiness. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 30, 100463. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2021.100463>
- Büberkökü, Ö. (2021). Kripto para kripto para birimleri arasındaki getiri ve volatilite yayılımının incelenmesi. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(2), 1-16. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1930746>
- Chen, B. X., & Sun, Y. L. (2024). Risk characteristics and connectedness in cryptocurrency markets: New evidence from a non-linear framework. *The North American Journal of Economics and Finance*, 69, 102036. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2023.102036>
- Diebold, F. X., & Yılmaz, K. (2014). On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms. *Journal of Econometrics*, 182, 119-34. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2014.04.012>
- Fang, F., Ventre, C., Basios, M., Kanthan, L., Martinez-Rego, D., Wu, F. & Li, L. (2022). Cryptocurrency trading: A comprehensive survey. *Financial Innovation*, 8(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s40854-021-00321-6>
- Gemici, E. & Polat, M. (2021). Causality-in-mean and sausality-in-variance among Bitcoin, Litecoin and Ethereum. *Studies in Economics and Finance*, 38(4), 861-872. <https://doi.org/10.1108/SEF-07-2020-0251>
- Gubadlı, M., & Sarıkovanlık, V. (2023). Kripto para piyasasında volatil davranışların asimetrik stokastik volatilite modeli ile testi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 19(1), 61-82. <https://doi.org/10.17130/ijmeb.1175863>
- Gupta, H., & Chaudhary, R. (2022). An empirical study of volatility in cryptocurrency market. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(11), 513. <https://doi.org/10.3390/jrfm15110513>
- Güven, V., & Şahinöz E. (2021), Blokzincir, kripto paralar, Bitcoin, Satoshi dünyayı değiştiriyor, İstanbul: Kronik Kitap.

- Ji, Q., Bouri, E., Lau, C.K.M., & Roubaud, D. (2019). Dynamic connectedness and integration in cryptocurrency markets. *International Review of Financial Analysis*, 63, 257-272. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.12.002>
- Katsiampa, P., Corbet, S., & Lucey, B. (2019). Volatility spillover effects in leading cryptocurrencies: A BEKK-MGARCH analysis. *Finance Research Letters*, 29, 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.03.009>
- Kazova, F., & Ercan, A. B. (2021). Kripto para birimlerinin volatilitte yapılarının karşılaştırmalı analizi. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, (35), 33-57. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2021.36.984568>
- Kırhasanoğlu, Ş., & Karavardar, A. (2023). Kripto para piyasasında işlem gören seçili kripto paraların volatilitte tahmini: GARCH, TGARCH ve EGARCH modelleri ile bir uygulama. *Mali Çözüm Dergisi*, 32, 83-108. Erişim adresi: <https://archive.ismmmo.org.tr/docs/malicozum/175malicozum/06.pdf>
- Koop, G., Pesaran, M. H., & Potter, S. M. (1996). Impulse response analysis in nonlinear multivariate models. *Journal of Econometrics*, 74, 119-147. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(95\)01753-4](https://doi.org/10.1016/0304-4076(95)01753-4)
- Koutmos, D. (2018). Return and volatility spillovers among cryptocurrencies. *Economics Letters*, 173, 122-127. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.10.004>
- Kumar, A. S., & Anandarao, S. (2019). Volatility spillover in crypto-currency markets: Some evidences from GARCH and wavelet analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 524, 448-458. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.154>
- Kyriazis, N. A. (2021). A survey on volatility fluctuations in the decentralized cryptocurrency financial assets. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(7), 293. <https://doi.org/10.3390/jrfm14070293>
- Liu, J., & Serletis, A. (2019). Volatility in the cryptocurrency market. *Open Economies Review*, 30(4), 779-811. <https://doi.org/10.1007/s11079-019-09547-5>
- Mensi, W., Al-Yahyaee, K.H., Al-Jarrah, I M.W., Vo, X. V., & Kang, S. H. (2021). Does volatility connectedness across major cryptocurrencies behave the same at different frequencies? A portfolio risk analysis. *International Review of Economics & Finance*, 76, 96-113. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.05.009>
- Nguyen, A.P.N., Mai, T.T., Bezbradica, M., & Crane, M. (2023). Volatility and returns connectedness in cryptocurrency markets: Insights from graph-based methods. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 632, 129349. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2023.129349>
- Pesaran, M.H., & Shin, Y. (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. *Economics Letters*, 58, 17-29. [https://doi.org/10.1016/S0165-1765\(97\)00214-0](https://doi.org/10.1016/S0165-1765(97)00214-0)
- Polat, O. (2023). Dynamic volatility connectedness among cryptocurrencies: Evidence from time-frequency connectedness networks. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(1), 29-50. <https://doi.org/10.18037/ausbd.1272534>
- Polat, O., & Kabakçı Günay, E. (2021). Cryptocurrency connectedness nexus the Covid-19 Pandemic: Evidence from time-frequency domains. *Studies in Economics and Finance*, 38(5), 946-963. <http://dx.doi.org/10.1108/SEF-01-2021-0011>
- Qiao, X., Zhu, H., & Hau, L. (2020). Time-frequency co-movement of cryptocurrency return and volatility: Evidence from wavelet coherence analysis. *International Review of Financial Analysis*, 71, 101541. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101541>
- Sensoy, A., Silva, T.C., Corbet, S., & Tabak, B.M. (2021). High-frequency return and volatility spillovers among cryptocurrencies. *Applied Economics*, 53(37), 4310-4328. <https://doi.org/10.1080/00036846.2021.1899119>
- Sila, J., Koçenda, E., Kristoufek, L., & Kukacka, J. (2024). Good vs. bad volatility in major cryptocurrencies: The dichotomy and drivers of connectedness. Available at SSRN 4522873. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2024.102062>
- Smales, L.A. (2021). Volatility spillovers among cryptocurrencies. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(10), 493. <https://doi.org/10.3390/jrfm14100493>

- Wang, J., & Ngene, G. M. (2020). Does Bitcoin still own the dominant power? An intraday analysis. *International Review of Financial Analysis*, 71, 101551. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101551>
- Woebbecking, F. (2021). Cryptocurrency volatility markets. *Digital Finance*, 3(3), 273-298. <https://doi.org/10.1007/s42521-021-00037-3>
- Yi, S., Xu, Z., & Wang, G. J. (2018). Volatility connectedness in the cryptocurrency market: Is Bitcoin a dominant cryptocurrency? *International Review of Financial Analysis*, 60, 98-114. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.08.012>
- Yousaf, I., & Ali, S. (2020). The Covid-19 outbreak and high frequency information transmission between major cryptocurrencies: Evidence from the VAR-DCC-GARCH approach. *Borsa Istanbul Review*, 20, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2020.10.003>