

COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNİN SEÇİLMİŞ KRİPTO PARALAR VE EMTİA FİYATLARI ÜZERİNE ETKİSİ: EKONOMETRİK BİR ANALİZ (Sayfa 21-49)

Dr. Öğr. Üyesi Yeşim KUBAR

Fırat Üniversitesi, İİBF,
İktisat Bölümü
ORCID-ID:0000-0002-3439-9430
ykubar@firatedu.tr

Yük. Lis. Öğr., Yasemin DÖĞER TOPRAK

Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü,
İktisat Anabilim Dalı
ORCID-ID:0000-0002-3907-5523
ysmndgr.2819@gmail.com

Öz

Dünya ekonomisi 21. yüzyılda somut paralardan ayrılıp, kripto para ve sanal bankacılık sistemine kaymaktadır. Teknolojinin her geçen gün hızla gelişmesi ödeme sistemlerinde değişikliklere neden olmuş, yeni para birimi olarak kripto paralar piyasaya sürülmüştür. Kripto paralar merkezi otoritenin kontrolünde olmayan, fiziksel özellik taşımayan ve zaman kısıtlanması olmadan ödeme imkânına olanak veren para birimleri olarak değerlendirilmektedir. Her geçen gün artan hacmi ile yatırımcıların ve araştırmacıların dikkatini çeken kripto paralar bir ödeme aracı ve yatırım aracı olmasının yanında Merkeziyetsiz Finans gibi çeşitli ürünler sayesinde kredi arz eden ve kredi talep eden bireysel kullanıcıların da yararlandığı bir ekosisteme dönüşmüştür.

Çalışmada, 02.01.2020-03.12.2021 pandemi dönemini kapsayan günlük veriler kullanılarak Bitcoin, Ethereum, Binance Coin, Litecoin, Chainlink, Bitcoin Cash ile Ons Altın, Platin, Gümüş, Ham Petrol, Brent Petrol göstergeleri arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Bu parametrelerin kripto paralar üzerindeki etkilerini tespit etmek için Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda, bütün modeller arasında Johansen eşbütünleşme testine göre seçilen emtialarla, kripto paraların uzun dönemde birlikte hareket ettiklerine rastlanırken, Granger nedensellik analizine göre emtialar ile kripto paralar arasında kısa dönemde herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanılmamıştır.

Anahtar Sözcükler: Kripto para, Johansen Eşbütünleşme, Granger nedensellik, Emtia Fiyatları, Covid-19

Jel kodları: M21, E31, F31

Çalışma Alanı: Finansal Piyasalar ve Makro Ekonomi

AN ECONOMETRIC ANALYSIS ON THE EFFECT OF THE COVID-19 PANDEMIC PROCESS ON SELECTED CRYPTO CURRENCIES AND COMMODITIES PRICES

Abstract

Shifting to crypto money and virtual banking system. The rapid development of technology day by day has caused changes in payment systems, and cryptocurrencies have been introduced as a new currency. Cryptocurrencies are considered as currencies that are not under the control of the central authority, do not have physical features and allow payment without time restrictions. Cryptocurrency, which attracts the attention of investors and researchers with its ever-increasing volume, has turned into an ecosystem where individual users who supply and request loans benefit from various products such as Decentralized Finance, as well as being a payment tool and investment tool.

In the study, using daily data covering the pandemic period of 02.01.2020-03.12.2021, the relationship between Bitcoin, Ethereum, Binance Coin, Litecoin, Chainlink, Bitcoin Cash, Ounce Gold, Platinum, Silver, Crude Oil, Brent Oil indicators have been analyzed. In order to determine the effects of these parameters on cryptocurrencies, Johansen cointegration and Granger causality analysis were performed. As a result of the analysis, it was found that commodities selected according to the Johansen cointegration test and cryptocurrencies act together in the long run among all models, while no causality relationship was found between commodities and cryptocurrencies in the short run according to Granger causality analysis.

Keywords: Cryptocurrency, Johansen Cointegration, Granger causality, Commodity Prices, COVID-19

Jel Codes: M21, E31, F31

Field: Financial Markets and Macroeconomics

1.GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerin önemli devrimlerinden biri finansal sistemde ortaya çıkmıştır. Geleneksel paraların resmi kabul gören bir varlık olması, paraya bir kıymet olarak duyulan güvenin önemli nedenlerinden birisi olmuştur. Bankacılık sisteminin çağımızda elektronik ortama aktarımı, kullanıcıların ve bankaların işlerini, hızlandırmış ve kolaylaştırmıştır. Bu durum kripto para algısına kolay olarak alışılmasına neden olmuştur.

Yirmi birinci yüzyılda para, finans sisteminin önemli bir parçası olmakla birlikte tüm ekonomik ve ticari ilişkilerin merkezinde yer almaktadır. Mübadele ve değer standardı aracı olarak paralar, maddi ve maddi olmayan tüm varlıklara değer biçilmesini sağlamaktadır. Teknoloji ve bilişim alanındaki gelişmeler para ve teknoloji kavramlarının içiçe geçmesini sağlamıştır. Günümüzde paranın aldığı şekil fiziki olmaktan uzaklaşarak elektronik paralara ve kripto paralara dönüşmüştür. Günlük hayatımızda ve finans piyasasında en çok tanınan paralardan biri Bitcoin 'dir. Bitcoin ne kadar elektronik para kategorisindeymiş gibi algılansa da aslında aralarında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılardan birini, elektronik paraların geleneksel resmi paraların temsili olarak, regülasyona tabi olması oluşturmaktadır. Bitcoin'in ise herhangi bir resmi kurum tarafından ihraç edilmediği, karşılığı için güvence verilmeyen bir sanal para birimi olduğu ancak ve işleyiş olarak elektronik para olmadığı özellikle belirtilmiştir (BDDK, 2013).

Bitcoin, herhangi bir kurum ve kuruluşa tabi olmadan güvenliğin sağlandığı bir kripto para birimi olarak değerlendirilmektedir. Kripto paralar, düşük işlem ücretleri, kolay ulaşılabilirlik ile gün geçtikçe daha fazla insan tarafından değişim ve yatırım aracı olarak kullanılmaktadır. Ancak Kripto paraların, bağımsız yapıda oluşu devletler tarafından denetime tabi tutulmasını zorlaştırmaktadır. Yaşanan teknolojik gelişmeler kripto paraların önemli bir araştırma konusu olmasına neden olmuştur. Kripto paralar arasında en çok Bitcoin kullanılarak çalışmalar yapılmakta ve yapılan çalışmalar incelendiğinde ilk dönemlerde Bitcoin'in teknik açıdan incelendiği ancak son yıllarda Bitcoin'in, yatırım aracı olarak değerlendirildiği çalışmaların arttığı gözlemlenmiştir. Hiçbir merkezi otoriteye bağlı olmayan, fiyatlarında meydana gelen artış ve azalışların arz ve talebe göre şekillendiği piyasada, kripto paralar ile alternatif yatırım aracı olan emtialar arasında uzun dönemli bir ilişki var mı? Kripto paralar ile emtialar arasında kısa dönemli nedensellik ilişkisi mevcut mu? Nedensellik ilişkisi bulunması durumunda bu ilişkinin yönü nedir? Mevcut çalışma, bu sorulara cevap aramaktadır.

Çalışmanın ele alındığı dönem olan Covid-19 pandemi dönemi, 21. Yüzyılın en büyük salgını olarak görülmekte ve kısa bir süre içerisinde tüm dünyayı etkisi altına almıştır. Covid-19 virüsü, 2019 yılının aralık ayında Çin'de ortaya çıkmıştır ve dünya geneline yayılarak insan hayatını baştan sona değiştirmiştir. Covid-19 virüsü, çalışma hayatından günlük yaşantıya kadar, tüketim alışkanlıklarından seyahat alışkanlıklarına kadar her şeyin yeniden şekillenmesine neden olmanın yanı sıra bu virüsün küresel boyuttaki en büyük etkisi ekonomik belirsizliklere neden olmasıdır. Covid-19 virüsü her ne kadar sağlık krizi olarak anılsa da aslında ekonomik kriz olarak da nitelendirilmektedir. Çünkü bu dönemde, ekonomik durgunluk meydana gelerek iş yerleri kapatılmış, üretim azalmış, işsizlik oranlarında büyük artışlar meydana gelmiştir ve ülkelerin itibari paraları değer kaybetmiştir. Bu durum Covid-19 pandemi döneminde, kripto paraların öneminin daha da artış göstermesine neden olmuştur. Çünkü bu dönemde, temanın azaltılması için nakit para ile yapılan alışverişlere kısıtlamalar getirilerek ödemelerin geneli dijital ortamlarda yapılmıştır (Kara,2020:175-176). Kripto paraların ve özellikle Bitcoin ile Ethereum'un bu dönemde fiyatlarında oldukça yükselmeler meydana gelmiştir. Bu nedenle, kripto paralar Covid-19 pandemi döneminde yatırımcıların ilgi odağı olmayı başararak yatırım aracı olarak görüldüğü için bu çalışmanın temel amacı, seçilen dönemde kripto paralar içerisinde en yüksek değere sahip Bitcoin, Ethereum, Binance Coin, Litecoin, Chainlink, Bitcoin Cash ile Ons Altın, Platin, Gümüş, Ham Petrol, Brent Petrol göstergeleri arasındaki ilişkiyi uzun ve kısa dönem açısından incelemektir. Böylece pandemi döneminde, seçilmiş kripto paralarla seçilmiş emtialar arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkisi bilinmediği için, yapılan bu çalışmayla birlikte pandemi döneminde kripto paralarla emtialar arasındaki eşbütünlük ve nedensellik ilişkisi açıklanmış olacaktır. Buradan hareketle bu çalışmada 02.01.2020-03.12.2021 pandemi dönemini kapsayan günlük veriler kullanılarak değişkenler arasında uzun ve kısa dönemli ilişkilerin olup olmadığının tespit edilmesi amaçlanarak yatırımcılara portföy çeşitlendirmesi bakımından fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bu sebepten ötürü, analize dahil edilen değişkenlerin durağanlık seviyeleri birim kök testi ile belirlendikten sonra değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki Johansen Eşbütünlük testi ile aralarındaki kısa dönemli ilişki de Granger Nedensellik testi ile açıklanmaya çalışılmıştır.

Çalışmada 5 farklı model kurulmuştur. Birinci modelde seçmiş olduğumuz Brent Petrol ile piyasa değerine göre seçilen kripto para birimleri olan Bitcoin, Ethereum, Binance Coin, Litecoin, Chainlink ve Bitcoin Cash arasındaki

ilişki incelenmiştir. İkinci modelde seçmiş olduğumuz Ham Petrol ile BTC, ETH, BNB, LTC, LINK, BCH arasındaki ilişki incelenmiştir. Üçüncü modelde seçmiş olduğumuz Ons Altın ile BTC, ETH, BNB, LTC, LINK, BCH arasındaki ilişki incelenmiştir. Dördüncü modelde seçmiş olduğumuz Gümüş ile BTC, ETH, BNB, LTC, LINK, BCH arasındaki ilişki incelenmiştir ve son model olan beşinci modelde de seçmiş olduğumuz Platin ile BTC, ETH, BNB, LTC, LINK, BCH arasındaki ilişki incelenmiştir. Daha sonra çalışmada elde edilen bulgulardan bahsedilerek Literatür taramasında mevcut çalışma ile paralellik gösteren ve göstermeyen çalışmaların karşılaştırılması yapılmıştır. Mevcut çalışmanın sonunda ise çalışmaya alternatif olarak hangi çalışmaların yapılabileceği ve önerilerden bahsedilmiştir.

2. SEÇİLMİŞ LİTERATÜR

Kripto paraların temeli 1998 yılında Wei Dai tarafından ortaya atılmıştır ve 2008 yılında Amerika’da meydana gelen küresel ekonomik krizle beraber insanların finans sistemine olan güvenleri zedelenmeye başlamıştır. Bu dönemde, insanlar merkezi kuruma bağlı olmayan finans sistemi arayışı içerisine girmişlerdir ve kripto paralar Satoshi Nakamoto takma adlı kişi ya da grup tarafından yazılan “Bitcoin Eşten Eşe Nakit Sistemi” adlı makalesiyle insan hayatına girmiştir. Bu makalede, merkezi otoriteye bağlı olmayan, ödeme işlemlerinin kriptografik şifreli yöntemlerle ve anonim bir şekilde eşten eşe gerçekleştiği, komisyon ve maliyet ücretlerinin düşük olduğu Bitcoin ve Blok zincir sisteminden bahsetmiştir. Daha sonra ise dijitalleşmenin getirmiş olduğu yenilik olan kripto paralar kâr amaçlı olarak görülmeye başlanmış ve giderek ilgi odağı haline gelip yatırımcıların dikkatini üzerine çekmiştir. Bu nedenle kripto paralarla ilgili yapılan hem teorik hem de ampirik çalışmaların literatüre katkı sağladığı düşünülmektedir. Kripto paralarla ilgili yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Kripto paraları teorik çerçevede inceleyen çalışmalara değinilecek olursa; Nakamoto (2008) çalışmasında, Bitcoin ve Blockchain kavramları üzerinde durarak BTC ve kripto paralarla ilgili birtakım bilgiler vermiştir. Grinberg (2011) çalışmasında, BTC’nin kullanıcılar ve yatırımcılar arasında yaygınlaşabileceğini öne sürerek BTC’nin, küçük çaplı ödemelerden dijital dünyada gerçekleşen ticarete kadar önemli bir rol üstlendiğini belirtmiştir. Plohmann ve Padilla (2012) çalışmalarında, BTC madenciliğinden bahsederek kötü amaçlı kullanılan yazılımlara değinmişlerdir ve bu yazılımların, güvenliği tehdit edebilecek bir unsur olduğunu ileri sürmüşlerdir. Halaburda ve Gandal (2014) çalışmalarında, kripto para birimlerini iki aşamalı olarak ele almışlardır. İlk aşamada, BTC, LTC, Peercoin ve Namecoin kripto para birimleri arasındaki rekabeti incelemişlerdir. İkinci aşamada ise bu kripto paraların işlem gördükleri kripto para borsaları arasındaki rekabetin nasıl bir halde olduklarını incelemişlerdir. Walch (2015) yılında, BTC ve Blockchain kavramları üzerinde durarak bunların teknolojik alt yapısı hakkında bilgi vermiştir. Nair ve Cachanosky (2016) çalışmalarında, BTC etrafında gerçekleşen olayları inceleyerek piyasadaki para birimlerinden yeni bir para birimine geçiş üzerinde durmaktadırlar. Yaptıkları çalışmanın neticesinde, her iki mekanizmanın öne çıktığını ve bu iki mekanizmanın, hem eşgüdümlü olarak kar maksimizasyonunu sağladıkları hem de eş zamanlı olarak yeni nakitlerin sağladıkları sonucuna ulaşmışlardır. McKenzie (2017) çalışmasında, blok zincir ve dağıtık defter teknolojilerini açıklamıştır ve blok zincirin teknolojik değişim ve ilerlemelerle birlikte geliştirilmesi gereken bir mekanizma olduğunun sonucuna ulaşmıştır.

Yermack (2013) çalışmasında, Bitcoin’in EUR, CNY, GBP, CHF’den oluşan döviz kurlarıyla ve altınla ilişkisini Korelasyon Matrisi yöntemini kullanarak araştırmıştır. Tarih olarak 2010- 2014 dönemlerini kapsayan günlük verilerden yararlanmıştır. BTC’nin para birimi olarak volatilité bakımından yüksek olduğunu, güvenilir ve geçerli olmadığını, sadece yatırım amaçlı kullanılabilir bir varlık olduğunu ve BTC ile diğer değişkenlerin arasında düşük seviyede bir ilişki içerisinde olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Atik vd. (2015) çalışmalarında Granger nedensellik testinden faydalanarak Bitcoin ile EUR, GBP, JPY, CAD, AUD ve CHF arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. 2009-2015 yılları arasındaki günlük verilerin kullanıldığı analizde, Japon Yeni’nden (JPY) Bitcoin’e doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Dyhrberg (2016) çalışmasında, GARCH yöntemini kullanarak Bitcoin’in altın ve dolarla olan ilişkisini analiz etmiştir. 2010-2015 dönemlerini kapsayan günlük verilerden oluşan analizin sonucunda Bitcoin’in finansal açıdan önemli yatırım araçları olan dolar ve altınla pek çok yönden benzer özellik gösterdiği sonucuna ulaşmıştır.

Bouri vd. (2017) çalışmalarında, GARCH yöntemini kullanarak Bitcoin fiyatıyla emtia olarak altın ve petrol; döviz kuru olarak ABD Doları ve borsa endeksi olarak da ABD, İngiltere, Almanya, Çin ve Japonya ülkelerine ait borsa endeksleri arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. 2011-2015 dönemlerini kapsayan hem günlük hem de haftalık

verilerden oluşan analizin sonucunda, BTC'nin genelde zayıf bir riskten korunma aracı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Estrada (2017) çalışmasında, 2010-2017 dönemi verileriyle Bitcoin fiyatı ve S&P500 borsa endeksi arasındaki ilişkiyi analiz etmek için Granger nedensellik testini kullanmıştır. Analizin sonucunda, Bitcoin ile S&P500 arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını belirtmiştir.

Ağan ve Aydın (2018) çalışmalarında, 2013-2018 dönemi günlük verileri kullanarak, Bitcoin'in Euro, Kanada Doları, Japon Yeni, ABD Doları, İngiliz Poundu ve Çin Yuan'ından oluşan döviz kurlarıyla ilişkisini analiz etmişlerdir. Hatemi-J (2012) nedensellik analizini kullandıkları çalışmalarında BTC ile JPY, CNY, CAD ve USD ile arasında tek yönlü nedensellik ilişkisinin var olduğunu ve BTC ile EUR, GBP arasında ise herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığını sonucunu tespit etmişlerdir.

Ciaian vd. (2018) çalışmalarında, 2013-2016 yıllarını kapsayan verilerden oluşan Bitcoin ile 16 adet altcoin arasındaki ilişkiyi hem kısa hem de uzun dönem açısından analiz etmişlerdir. ARDL yöntemini kullanarak Bitcoin ve altcoinler arasında bir fiyat ilişkisinin var olduğunu ve aralarındaki ilişkinin kısa dönemde uzun dönemden daha güçlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Güleç vd. (2018) çalışmalarında, 2012-2018 dönemi aylık verilerden oluşan Bitcoin ile Dolar/TL, BIST100 borsa endeksi, altın ve faiz değişkenleri arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Johansen eşbütünlük ve Granger nedensellik testlerinden faydalanarak yaptıkları analizin sonucunda, değişkenler arasında eşbütünlüğün olduğunu ve sadece Bitcoin'in ile faiz arasında nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kanat ve Öget (2018) çalışmalarında, 2013-2018 dönemi günlük verileri ile Bitcoin ile Türkiye- BIST100, Fransa-CAC40, Almanya-DAX, İngiltere-FTSE100, İtalya-FMIB, Japonya-NIKKEI225, Amerika-SP500 ve Kanada-STSX endeksleri arasındaki ilişkiyi uzun ve kısa dönem bakımından analiz etmişlerdir. Johansen eşbütünlük testi sonucunda, değişkenler arasında uzun dönemde bir adet eşbütünlük ilişkisinin olduğunu, kısa dönemde ise FTSE100'den Bitcoin'e doğru, Bitcoin'den de SP500 ve STSX endekslerine doğru bir nedensellik ilişkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Yıldırım (2018) çalışmasında, 2012-2013 dönemi günlük verileriyle Bitcoin ile altın arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Johansen eşbütünlük testi sonucunda, BTC ile altın arasında uzun dönemde eşbütünlük ilişkisinin olduğunu, VECM sonucuna göre ise Bitcoin'in katsayısının pozitif çıkmasından dolayı Bitcoin ve altın arasında kısa dönemde bir ilişkinin olmadığını sonucuna ulaşılmıştır.

Aghalibaylı (2019) çalışmasında, ham petrol, EURO/USD ve altının Bitcoin üzerindeki etkisini incelemiştir. 2016-2018 dönemi haftalık verilerden yararlanarak Bitcoin ile emtiaların ilişkisini Granger nedensellik testi ile analiz etmiştir. Altın ve petrolden Bitcoin'e doğru nedensellik ilişkisinin olduğunu ve her iki değişkende meydana gelen fiyat artışlarının Bitcoin fiyatlarında artışa sebep olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ata (2019) çalışmasında, ARDL sınır testi ile Toda-Yamamoto nedensellik testini kullanarak Google Trends verileriyle Bitcoin fiyatı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bitcoin fiyatıyla Google Trends verilerinin hem kısa hem de uzun dönemde birbirlerini çift yönlü bir şekilde etkilediklerini böylece Bitcoin fiyatında bir artış meydana geldiğinde Google'nin arama motorunda Bitcoin kelimesinin aratılma sayısının ve tıklanma sayısının da artış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Dere (2019) çalışmasında, 2010-2019 dönemi günlük verileriyle Bitcoin ile faiz oranları, borsa endeksleri, döviz kurları ve emtialar arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Çalışmanın sonucunda, Libor faiz oranlarıyla Euro, Japon Yeni, Çin Yuanı ve altının Bitcoin'i etkilediği, Dow Jones 30 ve Nikkei 225 borsa endekslerinin ise Bitcoin fiyatlarından etkilendiğini tespit etmiştir.

Deniz ve Teker (2019) çalışmalarında, Bitcoin ile altın ve Brent petrol arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. 2013-2019 dönemi günlük verileriyle analizde kullandığı değişkenlerin, meydana gelen şoklara karşı azaltıcı bir şekilde tepki verdiklerini ve bu şokların yaklaşık 5 gün içinde etkisini kaybettiklerini ortaya çıkarmışlardır.

Gönül (2019) çalışmasında, 2018-2019 dönemi günlük veriyle Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Dash, Bitcoin Cash, Ripple ile altın, tahvil, gecelik repo, petrol ve BIST100 gibi makroekonomik göstergeler arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Çalışmanın sonucunda, değişkenler arasında uzun dönemde eşbütünlük ilişkisinin olduğunu, ayrıca

kısa dönemde de Bitcoin-tahvil; petrol-Bitcoin; Dash-petrol; petrol-Bitcoin Cash; Litecoin-tahvil ve Ripple-repo arasında tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna varmıştır.

Avşarlıgil (2020) çalışmasında, 2018-2020 dönemi günlük verileri ile Covid-19 pandemisinin Bitcoin fiyatı ile ham petrol ve Euro fiyatlarının davranış şekillerindeki değişikliği incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, pandemiden önce değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünlüşme ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Ancak, pandemi döneminde ise değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünlüşme ilişkisinin olduğunu tespit etmiştir.

Deniz ve Teker (2020) çalışmalarında, kripto para birimlerinden Bitcoin, Ethereum, Ripple ile emtialardan altın ve brent petrol arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 2018-2020 dönemi günlük verileriyle altın ile Bitcoin arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ve Bitcoin fiyatları arttıkça altın fiyatının da arttığı sonucuna ulaşmışlardır.

Deniz (2020) çalışmasında, 7 adet kripto para birimleriyle altın ve brent petrol arasındaki ilişkiyi incelemiştir. 2018-2019 dönemini kapsayan günlük verilerle yaptığı analizde Bitcoin'den altına doğru tek yönlü nedensellik olduğunu ve eşbütünlüşme testi sonuçlarına göre Tether para birimi ile altın ve brent petrol arasında eşbütünlüşme ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Bakır (2021) çalışmasında, 2019-2020 dönemi günlük verileriyle BTC ve ETH ile G20 ülkelerine ait borsa endeksleri, ons altın fiyatı, gümüş fiyatı, platin fiyatı, brent petrol fiyatı, VIX volatilité endeksi, OFR finansal stres endeksi, Bitcoin ve Ethereum'un; işlem hacimleri, toplam kripto para piyasası hacmindeki ağırlıkları, Google'daki aranma sayıları, Twitter'da atılan tweet sayıları, kendi Blockchain ağlarındaki hash gücü, kendi Blockchain ağlarındaki transfer sayıları arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Pedroni eşbütünlüşme testini kullanarak değişkenler arasında uzun dönemde eşbütünlüşme ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Kurt (2021) çalışmasında, 2019-2020 dönemi günlük verileriyle Bitcoin, Ethereum ve Brent Petrol arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Johansen eşbütünlüşme ve Granger nedensellik testlerini kullandığı çalışmanın sonucunda, kripto paralar ile Brent Petrol arasında uzun dönemde eşbütünlüşme ilişkisinin olduğunu, Brent Petrol-Ethereum arasında kısa dönemde çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu, Brent Petrol-Bitcoin arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Salihoglu ve Gov (2021) çalışmalarında, 2010-2021 dönemi haftalık verileriyle Bitcoin, petrol, altın ve gümüş fiyatları arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda altının Bitcoin fiyatını pozitif yönde, gümüş ve ham petrolün ise BTC fiyatını negatif yönde etkilediğini tespit etmişlerdir.

Şak (2021) çalışmasında, 2017-2020 dönemi günlük veriyle Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash, Litecoin, Eos, Binance Coin, Stellar, Monero, Dash, Ethereum Classic, Neo ve Zcash arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Analiz sonucunda yatırımcıların kazandıran dönemlerde yatırım araçlarını çeşitlendirdiklerini, kaybettiren dönemlerde ise riski az olan kripto paralara yatırım yaptıkları sonucuna ulaşmışlardır.

Yiğit ve Yiğit (2021) çalışmalarında, 2013-2021 dönemi aylık verileri ve Covid-19 pandemi dönemi (2019-2021dönemi) haftalık verilerden oluşan Bitcoin fiyatıyla BIST100 borsa endeksi, gram altın ve USD/TL arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Johansen eşbütünlüşme ve Granger nedensellik testlerinden faydalanarak elde ettiği çalışmanın sonucunda, pandemiden önce ve pandemi döneminde değişkenler arasında uzun dönemde eşbütünlüşme ilişkisinin olmadığını tespit etmiştir. Pandemi öncesi kısa dönemde Dolar-BIST100 endeksi arasında ve gram altın-Bitcoin arasında tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu, pandemi döneminde de Bitcoin-BIST100 endeksi arasında ve altın-BIST100 endeksi arasında tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kripto paralar ile ilgili yapılan ampirik analizlere bakıldığı zaman, bu para birimlerinin emtialar, döviz kurları, pay piyasa endekslerinin yanı sıra kendi aralarındaki ilişkileri inceleyen akademik çalışmaların yapıldığı ve yapılmaya devam edildiği sonucuna varılmıştır. Yapılan akademik çalışmaların çoğunun BTC ile diğer ekonomik göstergeler arasında yapıldığı sonucuna varılmıştır ve mevcut çalışma, kripto para birimlerinden sadece Bitcoin dahil edilmeyip çalışmaya piyasa değeri bakımından yüksek olan 5 adet kripto para dahil edilmiştir. Literatürde, mevcut çalışmayla birebir örtüşen bir çalışma olmamakla birlikte yapılan analizin ele alındığı dönem de göz önünde bulundurulduğunda ileride yapılacak olan akademik çalışmalara katkısının olacağı düşünülmektedir.

3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ VE VERİ SETİ

Bu çalışmada, 2019 yılının aralık ayında ortaya çıkan Covid-19 virüsünden dolayı yaşanan pandemi sürecinde, seçilmiş emtialarla seçilmiş kripto paralar arasında uzun ve kısa dönemde bir ilişkinin olup olmadığı incelenmiştir. Pandemi döneminde seçilmiş kripto paralarla seçilmiş emtialar arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkisi bilinmediği için, yapılan bu çalışmayla birlikte pandemi döneminde kripto paralarla emtialar arasındaki nedensellik ilişkisi açıklanmış olacaktır. Çalışmada, yöntem olarak kullanılan değişkenlerin durağanlık seviyelerini belirlemek için Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, Shin (KPSS) birim kök testi, Johansen Eşbütünleşme testi ve Granger Nedensellik Analizi kullanılmıştır.

Çalışmada kripto paralar ve emtialar değişkenler olarak kullanılmıştır. Tarih olarak Covid-19 pandemi sürecini kapsayan 02.01.2020-03.12.2021 dönemi seçilmiş ve günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır. Analizde kullanılan değişkenler, ortak iş günleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Analizde kullanılan tüm değişkenlere ait veriler <https://tr.investing.com/> adresinden elde edilmiştir. Ayrıca www.coinmarketcap.com sitesinden alınan 21 Aralık 2021 tarihindeki verilere göre tüm kripto paraların toplam piyasa değeri 28,397,085,844,180\$'dan oluşurken piyasa hakimiyeti %40,8 oranla Bitcoin kripto para birimine aittir. Analize dahil edilen değişkenlerin her biri 475 gözlemden oluşmaktadır. Analizler için Eviews 9 paket programı kullanılmıştır. Analizde bağımlı değişken olarak emtialar, bağımsız değişken olarak da kripto paralar seçilmiştir. Analizde kullanılan değişkenler ve kısaltmalar tablo-1'de yer almaktadır.

Tablo-1. Kullanılan Değişkenler

Bağımlı Değişkenler	Bağımsız Değişkenler
Ons Altın (XAU)	Bitcoin (BTC)
Platin (PLT)	Ethereum (ETH)
Gümüş (SLV)	Binance Coin (BNB)
Ham Petrol (WTI)	Litecoin (LTC)
Brent Petrol (Brent)	Chainlink (LINK)
	Bitcoin Cash (BCH)

Çalışmada 5 adet model kurulmuştur ve hipotezleri şu şekildedir:

Model 1: Seçilmiş kripto paraların, Brent Petrol ile ilişkisi ve nedensellik etkisi

$$\Delta \text{LNBP}_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \text{LNBTC}_t + \beta_2 \Delta \text{LNETH}_t + \beta_3 \Delta \text{LNB NB}_t + \beta_4 \Delta \text{LN LTC}_t + \beta_5 \Delta \text{LN LINK}_t + \beta_6 \Delta \text{LN BCH}_t + \varepsilon_t$$

H₀: Bağımlı değişken olarak seçilen Brent Petrol ile bağımsız değişken olarak seçilen kripto paralar arasında nedensellik ilişkisi yoktur.

H₁: Bağımlı değişken olarak seçilen Brent Petrol ile bağımsız değişken olarak seçilen kripto paralar arasında nedensellik ilişkisi vardır.

Model 2: Seçilmiş kripto paraların, Ham Petrol ile ilişkisi ve nedensellik etkisi

$$\Delta \text{LNWTI}_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \text{LNBTC}_t + \beta_2 \Delta \text{LNETH}_t + \beta_3 \Delta \text{LNB NB}_t + \beta_4 \Delta \text{LN LTC}_t + \beta_5 \Delta \text{LN LINK}_t + \beta_6 \Delta \text{LN BCH}_t + \varepsilon_t$$

H₀: Bağımlı değişken olarak seçilen Ham Petrol ile bağımsız değişken olarak seçilen kripto paralar arasında nedensellik ilişkisi yoktur.

H₁: Bağımlı değişken olarak seçilen Ham Petrol ile bağımsız değişken olarak seçilen kripto paralar arasında nedensellik ilişkisi vardır.

Model 3: Seçilmiş kripto paraların, Ons Altın ile ilişkisi ve nedensellik etkisi

$$\Delta \text{LN XAU}_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \text{LNBTC}_t + \beta_2 \Delta \text{LNETH}_t + \beta_3 \Delta \text{LNB NB}_t + \beta_4 \Delta \text{LN LTC}_t + \beta_5 \Delta \text{LN LINK}_t + \beta_6 \Delta \text{LN BCH}_t + \varepsilon_t$$

H₀: Bağımlı değişken olarak seçilen Ons Altın ile bağımsız değişken olarak seçilen kripto paralar arasında nedensellik ilişkisi yoktur.

H₁: Bağımlı değişken olarak seçilen Ons Altın ile bağımsız değişken olarak seçilen kripto paralar arasında nedensellik ilişkisi vardır.

Model 4: Seçilmiş kripto paraların, Gümüş ile ilişkisi ve nedensellik etkisi

$$\Delta \text{LNSLV}_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \text{LNBTC}_t + \beta_2 \Delta \text{LNETH}_t + \beta_3 \Delta \text{LNBNNB}_t + \beta_4 \Delta \text{LNLTC}_t + \beta_5 \Delta \text{LNLINK}_t + \beta_6 \Delta \text{LNBCH}_t + \varepsilon_t$$

H₀: Bağımlı değişken olarak seçilen Gümüş ile bağımsız değişken olarak seçilen kripto paralar arasında nedensellik ilişkisi yoktur.

H₁: Bağımlı değişken olarak seçilen Gümüş ile bağımsız değişken olarak seçilen kripto paralar arasında nedensellik ilişkisi vardır.

Model 5: Seçili kripto paraların, Platin ile ilişkisi ve nedensellik etkisi

$$\Delta \text{LNPLT}_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \text{LNBTC}_t + \beta_2 \Delta \text{LNETH}_t + \beta_3 \Delta \text{LNBNNB}_t + \beta_4 \Delta \text{LNLTC}_t + \beta_5 \Delta \text{LNLINK}_t + \beta_6 \Delta \text{LNBCH}_t + \varepsilon_t$$

H₀: Bağımlı değişken olarak seçilen Platin ile bağımsız değişken olarak seçilen kripto paralar arasında nedensellik ilişkisi yoktur.

H₁: Bağımlı değişken olarak seçilen Platin ile bağımsız değişken olarak seçilen kripto paralar arasında nedensellik ilişkisi vardır.

Oluşturulan bu modeller sonucunda pandemi döneminde seçili kripto paralar ile emtialar arasında eşbütünleşme ilişkisinin ve nedensellik ilişkisinin olup olmadığı incelenerek bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisi kısa ve uzun dönem açısından açıklanacağı düşünülmektedir.

4. ANALİZ SONUÇLARI

Değişkenlerin durağanlık dereceleri, Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin (KPSS) birim kök testi ile belirlenmiştir. Arttırılmış Dickey-Fuller Testi (ADF) ve Phillips-Perron (PP) testlerinin yokluk hipotezi,

H₀: seri durağan değildir (birim kök vardır),

H₁: seri durağandır (birim kök yoktur) şeklinde kurulmaktadır.

Hesaplanan test istatistiği değerinin %1, %5 ve %10 mutlak değerce büyük olması halinde, H₀ hipotezi reddedilir ve serinin düzey değerinde durağan olduğu yani I (0) sonucuna ulaşılmaktadır (Dere, 2019:108). KPSS testinde ise serilerin durağanlığı yokluk hipotezine göre test edilmektedir. Yani yokluk hipotezi,

H₀: seri durağandır,

H₁: seri durağan dışıdır şeklinde kurulmaktadır (Mert ve Çağlar, 2019: 101-102).

KPSS testi için denklem şu şekildedir:

$$y_t = x_t' \alpha + u_t \quad (1)$$

Denklem-1'e göre, x_t sabit terimi ya da sabit terim ve trendi ifade eden deterministik bileşen olup KPSS test istatistiği, EKK tahmincisinden elde edilen kalıntılara dayanmaktadır. Bu denklemden hareketle LM istatistiğine ait denklem ise şu şekilde açıklanmaktadır:

$$LM = \sum_t S(t)^2 / (T^2 f_0) \quad (2)$$

$$S(t) = \sum_{r=1}^t \hat{u}_r \quad (3)$$

Denklem-2'de yer alan f₀ sıfır frekansta kalıntı spektrumunu temsil etmektedir. S (t) ise denklem-3'te yer alan birikimli fonksiyonu ifade etmektedir. Denklem-3'te yer alan kalıntı tahminleri $\hat{u}_t = y_t - x_t' \hat{\alpha}(0)$ şeklinde elde edilmektedir. Bu denklemde yer alan α tahmincisi orijinal regresyonun kalıntılarına dayalı elde edilmektedir. KPSS birim kök testinde sıklıkla f₀ tahmini için Kernel yaklaşımına dayalı tahmin yöntemi kullanılmaktadır ve bu tahmin yönteminin seçilmesinden sonra da band genişliği Newey-west ya da Andrews stratejisine göre otomatik olarak belirlenmektedir. Mevcut çalışmada da Kernel yaklaşımına dayalı tahmin yöntemi seçilmiştir. LM istatistiği için ise kritik değerler KPSS (1992) tarafından üretilmiştir (Mert ve Çağlar, 2019:102) ve KPSS birim kök testinde, hipotez testi için test istatistiğindeki değer kritik değerlerden %1, %5 ve %10'dan büyük olursa yokluk hipotezi reddedilir ve serinin durağan dışı olduğu sonucuna varılmaktadır (Dere, 2019:108). Çalışmada, kritik değer olarak %5 değeri kullanılarak analiz sonuçları yorumlanmıştır. Tablo-2 de KPSS birim kök test sonuçları yer almaktadır.

Tablo-2. KPSS Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	Kpss (Düzye)		Kpss (Birinci Fark)		Karar
	Sabit	Trend	Sabit	Trend	
LNBTC	2,482 (17)	0,254 (17)	0,105 (6)	0,095 (6)	I (1)
LNETH	2,680 (17)	0,219 (17)	0,056 (6)	0,054 (6)	I (1)
LNBNB	2,509 (17)	0,297 (17)	0,141 (2)	0,123 (2)	I (1)
LNLTTC	2.232 (17)	0,249 (17)	0,070 (6)	0,065 (6)	I (1)
LNLINK	2,376 (17)	0,431 (17)	0,192 (6)	0,030 (7)	I (1)
LNBNCH	1,192 (17)	0,247 (17)	0,054 (7)	0,046 (7)	I (1)
LNBNRENT	1,844 (17)	0,201 (17)	0,201 (4)	0,122 (4)	I (1)
LNWTI	1,826 (17)	0,153 (17)	0,099 (6)	0,100 (6)	I (1)
LNXAU	0,782 (17)	0,462 (17)	0,213 (11)	0,045 (12)	I (1)
LNSLV	1,433 (17)	0,441 (17)	0,130 (8)	0,065 (8)	I (1)
LNPLT	1,335 (17)	0,290 (17)	0,085 (4)	0,080 (+)	I (1)
%5	0,463	0,146	0,463	0,146	

LN: değişkenlerin doğal logaritmalarını ifade etmektedir. Otokorelasyon sorununu gideren Newey-West metoduna göre belirlenen uygun gecikme uzunlukları da parantez içerisinde gösterilmektedir.

Tablo-2’de gösterilen KPSS birim kök testi sonucuna göre, tüm değişkenlerin I (1) düzeyinde yani fark alma işleminden sonra entegre (tümleşik, durağan) olduklarına karar verilmiş ve analize durağan serilerle devam edilmiştir.

4.1. Model-1’e Ait Analiz Sonuçları

Değişkenlerin birinci dereceden durağan olduklarına karar verildikten sonra, seçili kripto paralar ile Brent Petrol arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığını belirlemek için Johansen Eşbütünleşme analizi yapılmıştır. Eşbütünleşme analizinde uygun gecikme uzunluğuna karar verebilmek için kısıtsız VAR modeli kurularak modelin gecikme uzunluğu AIC (Akaike), SIC (Schwarz), HQ (Hannan-Quinn), LR (Olabilirlik Oranı Testi) ve FPE (Son Tahmin Hatası) bilgi kriterleri kullanılarak belirlenmiştir. Bu bilgi kriterlerini minimum yapan değer, modelin gecikme uzunluğu olarak seçilmiştir. Tablo-4 de Model-1 için uygun gecikme uzunluğu sonuçları yer almaktadır.

Tablo-3. Model 1 Bilgi Kriterlerine Göre Uygun Gecikme Uzunluğu

LAG	LOGL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-9.793	NA	2.53e	0.071	0.133	0.096
1	5808.123	11436.93	4.98e*	-24,581*	-24.085*	-24.386*
2	5839.692	61.113	5.36e	-24,507	-23.576	-24.140
3	5866.263	50.643	5.90e	-24,411	-23.046	-23.874
4	5892.132	48.531	6.52e	-24,312	-22.513	-23.604
5	5929.997	69.904*	6.85e	-24,264	-22.031	-23.385
6	5965.478	64.442	7.26e	-24,207	-21.593	-23.157
7	5991.109	45.785	8.04e	-24,107	-21.004	-22.886
8	6016.763	45.059	8.91e	-24,007	-20.470	-22.615

Burada gecikme uzunlukları; FPE, AIC, SIC ve HQ bilgi kriterlerine göre 1, LR bilgi kriterine göre ise 5 olarak belirlenmiştir. Analizde gecikme uzunluğu 1 olarak seçilmiş ve belirlenen gecikme uzunluğunda hiçbir kökün birim çember dışında yer almadığı tespit edilmiştir (Ek 1- Ek 2). Ayrıca belirlenen uygun gecikme uzunluğu için otokorelasyon sorununun olup olmadığı, Lagrange Çarpımı (LM) test edilmiştir. Otokorelasyon, hata terimlerinin birbiriyle ilişki içerisinde bulunması durumunu ifade etmektedir. Otokorelasyon için kurulan yokluk hipotezleri ise;

H_0 : Otokorelasyon yoktur,

H_1 : Otokorelasyon vardır şeklindedir (Çakın, 2019:61-62).

LM test istatistiği sonucunun kritik değerlerden büyük bulunması kurulan modelde otokorelasyon sorununun olmadığı anlamını taşımaktadır. Tablo-4’de Otokorelasyon test sonuçları yer almaktadır.

Tablo-4. Otokorelasyon Testi Sonuçları

Gecikme Uzunluğu	LM-İstatistiği	Olasılık Değerleri
1	61,062	0,115
2	53,232	0,314

Tablo-4’de 1. gecikme uzunluğundaki olasılık değeri (0.115), %5 kritik değerinden büyük olduğu için kurulan H_0 yokluk hipotezi reddedilememektedir. Yani modelde otokorelasyon sorunu bulunmamaktadır. Böylece tahmin ettiğimiz modelin iyi bir model olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan tüm bu testlerden sonra Brent Petrol ve kripto paralar arasındaki uzun dönem ilişkisi Johansen Eşbütünleşme testi ile analiz edilecektir. Bu bağlamda seçilen birinci gecikme uzunluğunda eşbütünleşme testinin yapılabilmesi için uygun modelin belirlenmesi gerekmektedir.

Tablo-5. Model 1 Eşbütünleşme için Uygun Modelin Belirlenmesi

Model	Akaike	Schwraz
Sabit terimsiz, trendsiz model	-24,485	-24,040*
Sabit terimli, Trendsiz model	-24,528	-24,040*
Doğrusal, sabit terimli, trendsiz model	-24,535	-23,979
Doğrusal, sabit terimli, trendli model	-24,550*	-23,979
Quadratic, sabit terimli, trendli model	-24,541	-23,901

*: %5 önem seviyesinde yokluk hipotezi (H_0) reddedildi.

Tablo-5’de AIC bilgi kriterine göre, dördüncü model olan doğrusal, sabit terimli, trendli modelin uygun olduğu, SIC bilgi kriterine göre ise birinci model olan sabit terimsiz, trendsiz model ve ikinci model olan sabit terimli, trendsiz modelin uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak her iki bilgi kriterinden de anlaşılacağı üzere en küçük değeri AIC bilgi kriteri aldığı için eşbütünleşme için analize dördüncü model ile devam edilecektir. Analizde kullanılan değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığını test etmek için yapılan Johansen eşbütünleşme testinde kullanılan en büyük özdeğer (max eigen value) ve iz (trace) istatistiklerine göre analiz sonuçları Tablo-6’da gösterilmektedir.

Tablo-6. Model 1 Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Hipotezler	Eigen Değeri	Trace (İz İstatistiği)		Max-Eigen Test İst.	Value (%)
		Test İst.	Kritik D. (%5)		
Hiç yok	0,118	178,037*	150,558	59,658*	50,599
En fazla 1	0,077	118,379*	117,708	38,131	44,497
En fazla 2	0,055	80,247	88,803	27,187	38,331
En fazla 3	0,039	53,059	63,876	19,320	32,118
En fazla 4	0,036	33,739	42,915	17,536	25,823
En fazla 5	0,018	16,203	25,872	8,696	19,387
En fazla 6	0,015	7,507	12,517	7,507	12,517

Tablo-6’da eşbütünleşme testi iz istatistiği değerine göre, iki adet eşbütünleşme; özdeğer istatistiği değerine göre, bir adet eş bütünleşme olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Brent petrol ile kripto paraların uzun dönemde birlikte hareket ettikleri belirlenmiştir. Eş bütünleşme ilişkisi bulunması değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin tespiti için hata düzeltme modeli VECM ile analizinin yapılması gerekmektedir. VECM katsayısının negatif ve anlamlı olması, değişkenlerde meydana gelen sapmaların etkisinin azalarak devam ettiğini ve uzun dönemde ise tekrar dengeye gelebileceğini ifade ederken VECM katsayısının pozitif ve anlamlı olması ise, oluşan sapmanın etkisinin artarak devam ettiğini ve dengeden uzaklaşıldığını ifade etmektedir (Kartal ve Yağlı, 2021: 30). Ayrıca hata düzeltme modelindeki test istatistiği değerleri mutlak değerce 1,64’ten büyükse katsayı %10 yanılma düzeyinde,

1,96'dan büyükse katsayı %5 yanılma düzeyinde ve eğer 2,5'ten büyükse %1 yanılma düzeyinde anlamlı çıkmaktadır (Mert ve Çağlar,2019:266). Analizde kullanılan değişkenlere ait hata düzeltme katsayıları tablo-7'de yer almaktadır.

Tablo-7. Model 1 Hata Düzeltme Modeli (VECM) Katsayıları

Katsayı	D(LNBREN T)	D(LNBT C)	D(LNET H)	D(LNLIN K)	D(LNLT C)	D(LNBC H)	D(LNBN B)
CointEq	-0,002	0,002	-0,002	-0,003	0,000	0,005	-0,000
t	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,002)	(0,001)	(0,002)	(0,002)
	[-2,248]	[1,559]	[-1,213]	[-1,423]	[0,190]	[2,563]	[-0,109]

D: Değişkenlerin birinci farkını ifade etmektedir. (): Standart Hata, []: Test İstatistiği

Tablo-7'de bağımlı değişken Brent Petrol için hata terimi katsayısının (-0,002) ve %5 (-2,248) yanılma düzeyinde anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuca göre, Brent Petrol hata terimi katsayısı negatif olduğu için bu piyasada ortaya çıkan sapmalar tekrar dengeye doğru yönelecektir. Ayrıca ETH, LINK ve BNB kripto para birimlerinin katsayıları da negatif ve anlamlı olduğu için bu para birimlerinde ortaya çıkan sapmalar tekrar dengeye yönelecektir. BTC, LTC ve BCH kripto para birimi katsayıları pozitif olduğu için ortaya çıkan sapmalar dengeyle sonuçlanmayacaktır.

Değişkenler arasında uzun dönemde ilişki olması kısa dönemde de ilişki olacağı anlamına gelmemektedir. Bu nedenle kısa dönem nedensellik ilişkisinin olup olmadığı VECM modeli üzerinden Granger Nedensellik /Blok Dışsallık Wald Testi ile analiz edilecektir. Granger Nedensellik/Blok Dışsallık Wald Testi için kurulan yokluk hipotezleri;

H₀: bağımsız değişken, bağımlı değişkenin nedeni değildir,

H₁: bağımsız değişken, bağımlı değişkenin nedenidir şeklinde kurulmaktadır

Model-1'deki temel amaç seçilmiş kripto paraların, Brent Petrol ile ilişkisi ve nedensellik etkisini araştırmak olduğu için, sadece kripto paraların Brent Petrol üzerindeki nedensellik yönü değerlendirilmiştir. Brent Petrol'ün bağımlı değişken olduğu VECM Granger nedensellik/blok dışsallık wald testi sonuçları tablo-8'de yer almaktadır.

Tablo-8. Model 1 Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken D(LNBRENT)			
Bağımsız Değişkenler	Gecikme Uzunluğu	Ki-Kare	Olasılık Değeri
D(LNBTC)	1	1,024	0,311
D(LNETH)	1	0,028	0,865
D(LNLINK)	1	0,077	0,780
D(LNLTC)	1	0,194	0,659
D(LNBCH)	1	1,396	0,237
D(LNBNT)	1	1,337	0,247
TÜM	6	3,928	0,686
Bağımsız Değişken D(LNBRENT)			
Bağımlı Değişkenler	Gecikme Uzunluğu	Ki-Kare	Olasılık Değeri
D(LNBTC)	1	1,568	0,210
D(LNETH)	1	1,077	0,299
D(LNLINK)	1	0,037	0,561
D(LNLTC)	1	1,039	0,308
D(LNBCH)	1	2,136	0,143
D(LNBNT)	1	0,004	0,947

Tablo-8'deki Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, kripto paraların Brent Petrol'de meydana gelecek değişmelerin nedeni olmadığı ($p>0,05$) ve aynı şekilde de Brent Petrolün kripto paraların nedeni olmadığı ($p>0,05$) önem seviyesinde tespit edilmiştir. Yani kripto paralardan Brent Petrol'e doğru Brent Petrol'den de kripto paralara doğru herhangi bir nedensellik bulunmadığı için kurulan yokluk hipotezi kabul edilmektedir. Bu da demek oluyor ki kripto paralardaki fiyat hareketliliği Brent Petrol fiyatlarındaki değişimi, Brent Petrol'deki fiyat hareketliliği de kripto para fiyatlarındaki değişimi etkilememektedir. Covid-19 pandemi döneminde Brent Petrol ile kripto paralar arasında kısa dönemde nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

4.2. Model 2'ye Ait Analiz Sonuçları

Seçilmiş kripto paralar ile ham petrol (WTI) arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığını belirlemek için Johansen Eşbütünlük analizi yapılmıştır. Eşbütünlük analizinde uygun gecikme uzunluğuna karar verebilmek için kısıtsız var modeli kurulmuş sonuçlar tablo-9'da verilmiştir.

Tablo-9. Model 2 Uygun Gecikme Uzunluğu Sonuçları

LAG	LOGL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-27.878	NA	2.75e	0.151	0.214	0.176
1	5650.576	11158.97	6.11e*	-24.377*	-23.873*	-24.178*
2	5684.950	66.502	6.51e	-24.313	-23.368	-23.941
3	5714.645	56.543	7.08e	-24.229	-22.844	-23.683
4	5738.767	45.195	7.90e	-24.120	-22.294	-23.401
5	5782.088	79.845	8.11e	-24.096	-21.829	-23.203
6	5823.294	74.690*	8.40e	-24.062	-21.354	-22.995
7	5848.635	45.162	9.33e	-23.959	-20.810	-22.719
8	5886.290	65.956	9.83e	-23.909	-20.320	-22.496

Tablo-9’da FPE, AIC, SIC ve HQ bilgi kriterlerinin en küçük değerlerini 1. Gecikme uzunluğunda aldığı belirlenmiş bu nedenle model-2 için 1. gecikme uzunluğu seçilmiş ve belirlenen gecikme uzunluğunda hiçbir kökün birim çember dışında yer almadığı tespit edilmiştir (Ek 3-Ek 4). Modelde otokorelasyon olup olmadığını belirlemek için otokorelasyon testi yapılmış sonuçlar tablo-10’da verilmiştir.

Tablo-10. Model 2 Otokorelasyon Testi Sonuçları

Gecikme Uzunluğu	LM-İstatistiği	Olasılık Değeri
1	59,943	0,136
2	53,526	0,304

Tablo-10’da model-2 için seçilen 1. gecikme uzunluğunda otokorelasyon sorununun olmadığı ($p > 0.05$) sonucuna ulaşılmıştır. Eşbütünleşme analizi için uygun modelin seçim sonuçları tablo-11’de yer almaktadır.

Tablo 11. Model 2 Eşbütünleşme Analizi için Uygun Modelin Seçilmesi

Model	Akaike	Schwartz
Sabit terimsiz, trendsiz model	-24,043	-23,594*
Sabit terimli, Trendsiz model	-24,091	-23,594*
Doğrusal, sabit terimli, trendsiz model	-24,095	-23,532
Doğrusal, sabit terimli, trendli model	-24,117*	-23,532
Quadratic, sabit terimli, trendli model	-24,106	-23,451

Tablo-11'de AIC en küçük değerini 4. Model de alırken, SIC ise 1 ve 2. Modellerde almaktadır. Ancak bilgi kriterlerine göre en küçük değeri AIC aldığı için eşbütünleşme için analize 4. Model ile devam edilecektir. Tablo-12'de Model 2 Eşbütünleşme test sonuçları yer almaktadır.

Tablo 12. Model 2 Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Hipotez	Eigen Değeri	Trace (İz İstatistiği)		Max-Eigen	Öz değer
		Test İst.	Kritik %5		
Hiç yok	0,119	187,872*	150,558	59,908*	50,599
En fazla 1	0,087	127,964*	117,708	43,249	44,497
En fazla 2	0,060	84,714	88,803	29,295	38,331
En fazla 3	0,043	55,418	63,876	21,158	32,118
En fazla 4	0,037	34,260	42,915	17,985	25,823
En fazla 5	0,018	16,274	25,872	8,868	19,387
En fazla 6	0,015	7,405	12,517	7,405	12,517

Tablo-12'de Seçilmiş kripto paralarla ham petrol WTI arasındaki uzun dönem ilişkisi iz istatistiğine göre iki adet, Öz değer istatistiğine göre bir adet olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre, değişkenler uzun dönemde birlikte hareket etmektedirler. Eş bütünleşme ilişkisi bulunması değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin tespiti için hata düzeltme modeli VECM ile analizinin yapılması gerekmektedir. Tablo-13'de Model 2 VECM analizi sonuçları yer almaktadır.

Tablo-13. Model 2 VECM Katsayıları

Katsayı	D(LNWTI)	D(LNBTC)	D(LNETH)	D(LNLINK)	D(LNLTC)	D(LNBCH)	D(LNBNB)
CointEqt	-0,006	0,004	-0,004	-0,007	6,89E	0,009	-0,001
	(0,002)	(0,002)	(0,003)	(0,004)	(0,003)	(0,004)	(0,004)
	[-2,884]	[1,438]	[-1,072]	[-1,685]	[0,017]	[2,341]	[-0,404]

Tablo-13'de bağımlı değişken ham petrol WTI'nın katsayısı (-0.006) test istatistiği değeri de (-2,884, $p > 0.05$) olduğu için istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuca göre, ham petrol hata terimi katsayısı negatif olduğu için bu piyasada ortaya çıkan sapmalar tekrar dengeye doğru yönelecektir. Aynı şekilde ETH, LINK ve BNB para birimlerinin de katsayıları negatif ve anlamlı olduğu için bu para piyasalarında meydana gelen sapmalar, tekrar dengeye gelebilmektedir. Fakat aynı yorum BTC, LTC ve BCH para birimleri için yapılamamaktadır çünkü katsayıları pozitif ve anlamsız çıkmıştır. Bu yüzden bu para birimlerindeki sapmalar giderek dengeden uzaklaşmaktadır.

Kısa dönem nedensellik için VECM modeli üzerinde Granger nedensellik/blok dışsallık wald testine bakılmalıdır. Böylece aralarında uzun dönemde ilişki bulunan değişkenlerin kısa dönemde de birlikte hareket edip etmedikleri belirlenmektedir. Ham petrolün bağımlı değişken olduğu analizin Granger nedensellik testi sonuçları tablo 14'de yer almaktadır.

Tablo-14. Model 2 Granger Nedensellik Testi Sonuçları
Bağımlı Değişken D(LNWTI)

Bağımsız Değişkenler	Gecikme Uz.	Ki-Kare	Olasılık Değeri
D(LNBTC)	1	0,875	0,349
D(LNETH)	1	0,259	0,610
D(LNLINK)	1	0,009	0,921
D(LNLTC)	1	0,033	0,855
D(LNBCH)	1	1,547	0,213
D(LNBNB)	1	1,237	0,134
TÜM	6	5,255	0,511

**Bağımsız Değişken
D(LNWTI)**

Bağımlı Değişkenler	Gecikme Uz.	Ki-Kare	Olasılık Değeri
D(LNBTC)	1	2,592	0,107
D(LNETH)	1	1,241	0,265
D(LNLINK)	1	0,173	0,677
D(LNLTC)	1	1,244	0,264
D(LNBCH)	1	1,671	0,196
D(LNBNB)	1	0,007	0,930

Tablo-14'deki Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, kripto paraların ham petrolde meydana gelecek değişimlerin nedeni olmadığı ($p > 0,05$), ham petrolün de kripto paralarda meydana gelecek değişimlerin nedeni olmadığı ($p > 0,05$) önem seviyesinde tespit edilmiştir. Yani kripto paralardan ham petrole doğru, ham petrolden de kripto paralara doğru herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunmadığı için kurulan yokluk hipotezi kabul edilmektedir. Elde edilen bu sonuca göre, kripto paralardaki ve ham petroldeki fiyat hareketliliğinin birbirleri üzerinde değişime neden olmadığı tespit edilmiştir. Böylece Covid-19 pandemi döneminde ham petrol ile kripto paralar arasında kısa dönemde nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Yani ham petrol kripto paralardan bağımsız hareket etmektedir.

4.3. Model-3'e Ait Analiz Sonuçları

Seçilmiş kripto paralar ile ons altın arasındaki uzun dönem eş bütünleşme ilişkisinin analizi için kısıtsız var modeli kurularak uygun gecikme uzunluğuna karar verilecektir. Tablo-15'de Model 3 gecikme uzunluğu test sonuçları yer almaktadır.

Tablo-15. Model 3 Gecikme Uzunluğu Testi Sonuçları

LAG	LOGL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	791.340	NA	8.26e	-3.351	-3.289	-3.327
1	6390.970	11007.82	4.12e*	-27.072*	-26.576*	-26.877*
2	6427.864	71.422	4.34e	-27.020	-26.090	-26.654
3	6462.287	65.610	4.62e	-26.958	-25.593	-26.421
4	6488.989	50.095	5.09e	-26.863	-25.063	-26.155
5	6528.670	73.256*	5.30e	-26.823	-24.589	-25.944
6	6653.834	63.866	5.63e	-26.764	-24.096	-25.714
7	6591.971	50.261	6.17e	-26.675	-23.572	-25.454
8	6626.060	59.875	6.59e	-26.611	-23.074	-25.219

Tablo-15’de FPE, AIC, SIC ve HQ bilgi kriterlerinin en küçük değerlerini 1. Gecikme uzunluğunda aldığı belirlenmiş bu nedenle model-3 için 1. gecikme uzunluğu seçilmiş ve belirlenen gecikme uzunluğunda hiçbir kökün birim çember dışında yer almadığı tespit edilmiştir (Ek 5-Ek 6). Modelde otokorelasyon olup olmadığını belirlemek için otokorelasyon testi yapılmış sonuçlar tablo-16’da verilmiştir.

Tablo-16. Model 3 Otokorelasyon Testi Sonuçları

Gecikme Uzunluğu	LM-İstatistiği	Olasılık Değeri
1	63,498	0,079
2	66,211	0,051

Tablo-16’da Model-3 için seçilen 1. Gecikme uzunluğunda otokorelasyon sorununun olmadığı ($p>0,05$) sonucuna ulaşılmıştır. Eş bütünleşme analizi için uygun modelin seçim sonuçları tablo-17’de yer almaktadır.

Tablo-17. Model 3 Eşbütünleşme Analizi için Uygun Modelin Seçilmesi

Model	Akaike	Schwartz
Sabit terimsiz, trendsiz model	-26,989	-26,513*
Sabit terimli, Trendsiz model	-27,014	-26,513*
Doğrusal, sabit terimli, trendsiz model	-27,023	-26,451
Doğrusal, sabit terimli, trendli model	-27,045*	-26,451
Quadratic, sabit terimli, trendli model	-27,037	-26,372

Tablo-17'de AIC en küçük değerini 4. Model de alırken, SIC ise 1 ve 2. Modellerde almaktadır. Ancak bilgi kriterlerine göre en küçük değeri AIC aldığı için eşbütünleşme için analize 4. Model ile devam edilecektir. Tablo-18'de Model-3 için Eşbütünleşme test sonuçları yer almaktadır.

Tablo-18. Model 3 Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Hipotez	Eigen Değeri	Trace (İz İstatistiği)		Max-Eigen Test İst.	Özdeğer Kritik %5
		Test İst.	Kritik %5		
Hiç yok	0,113	197,432*	150,558	57,355*	50,599
En fazla 1	0,091	140,077*	117,708	45,583*	44,497
En fazla 2	0,072	94,493*	88,803	35,509	38,331
En fazla 3	0,047	58,984	63,876	22,984	32,118
En fazla 4	0,037	35,999	42,915	18,077	25,823
En fazla 5	0,024	17,921	25,872	11,695	19,387
En fazla 6	0,013	6,226	12,517	6,226	12,517

Tablo-18'de seçilmiş kripto paralarla ons altın arasındaki uzun dönem ilişkisi; iz istatistiğine göre üç adet, Öz değer istatistiğine göre iki adet olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre, değişkenler uzun dönemde birlikte hareket etmektedirler. Eş bütünleşme ilişkisi bulunması değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin tespiti için hata düzeltme modeli VECM ile analizinin yapılması gerekmektedir. Tablo-19'da Model 3 VECM analizi sonuçları yer almaktadır.

Tablo-19. Model 3 VECM Katsayıları

Katsayı	D(LNXAU)	D(LNBT C)	D(LNETH)	D(LNLINK)	D(LNLTC)	D(LNBCH)	D(LNB NB)
CointEqt	-0,008	0,023	-0,013	-0,006	0,016	0,050	0,012
	(0,002)	(0,012)	(0,015)	(0,019)	(0,016)	(0,017)	(0,017)
	[-3,523]	[1,934]	[-0,871]	[-0,310]	[1,005]	[2,966]	[0,682]

Tablo-19'da bağımlı değişken ons altının katsayısı (-0.008) test istatistiği değeri de (-3,523, $p > 0.05$) olduğu için istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuca göre, ons altın hata terimi katsayısı negatif ve anlamlı olduğu için bu piyasada ortaya çıkan sapmalar tekrar dengeye doğru yönelecektir. Aynı şekilde ETH ve LINK para birimlerinin de katsayıları negatif ve anlamlı olduğu için bu para piyasalarında meydana gelen sapmalar da tekrar dengeye gelebilmektedir. Fakat aynı şey BTC, LTC, BCH ve BNB para birimleri için geçerli değildir; çünkü katsayıları pozitif ve anlamsızdır. Bu yüzden bu para birimlerinde meydana gelen sapmalar giderek dengeden uzaklaşmaktadır. Ons altının bağımlı değişken olduğu analizin Granger nedensellik testi sonuçları tablo-20'de yer almaktadır.

Tablo-20. Model 3 Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken D(LNXAU)			
Bağımsız Değişkenler	Gecikme Uz	Ki-Kare	Olasılık Değeri
D(LNBTC)	1	0,017	0,893
D(LNETH)	1	0,493	0,482
D(LNLINK)	1	2,390	0,122
D(LNLTC)	1	0,138	0,709
D(LNBCH)	1	0,003	0,956
D(LNBNNB)	1	1,931	0,164
TÜM	6	5,462	0,486

Bağımsız Değişken D(LNXAU)			
Bağımlı Değişkenler	Gecikme Uz	Ki-Kare	Olasılık Değeri
D(LNBTC)	1	0,606	0,436
D(LNETH)	1	0,276	0,599
D(LNLINK)	1	0,041	0,839
D(LNLTC)	1	0,029	0,864
D(LNBCH)	1	1,779	0,182
D(LNBNNB)	1	1,597	0,206

Tablo-20’de Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, kripto paraların ons altında meydana gelecek değişmelerin nedeni olmadığı ($p > 0,05$), ons altının da kripto paralarda meydana gelecek değişmelerin nedeni olmadığı ($p > 0,05$) önem seviyesinde tespit edilmiştir. Yani kripto paralardan ons altına doğru, ons altından da kripto paralara doğru herhangi bir nedensellik bulunmadığı için kurulan yokluk hipotezi kabul edilmektedir. Bu sonuca göre, kripto paralardaki fiyat hareketliliği ons altın fiyatlarındaki değişimi, ons altındaki fiyat hareketliliği de kripto paraların fiyatlarındaki değişimi etkilememektedir. Böylece Covid-19 pandemi döneminde ons altın ile kripto paralar arasında kısa dönemde nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Yani ons altın kripto paralardan bağımsız hareket etmektedir.

4.4. Model-4 Ait Analiz Sonuçları

Seçilmiş kripto paralar ile gümüş arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığını belirlemek için Johansen Eşbütünlük analizi yapılmıştır. Eşbütünlük analizinde uygun gecikme uzunluğuna karar verebilmek için kısıtsız var modeli kurulmuş sonuçlar tablo-21’de verilmiştir.

Tablo-21. Model 4 Gecikme Uzunluğu Testi Sonuçları

LAG	LOGL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	289.655	NA	7.05e	-1.207	-1.145	-1.183
1	5970.931	11168.32	2.48e*	-25.277*	-24.781*	-25.082*
2	6005.435	66.796	2.64e	-25.215	-24.284	-24.849
3	6034.654	55.690	2.87e	-25.131	-23.765	-24.593
4	6064.594	56.169	3.12e	-25.049	-23.250	-24.341
5	6108.674	81.377*	3.19e	-25.028	-22.794	-24.149
6	6137.323	52.033	3.49e	-24.941	-22.273	-23.891
7	6160.998	42.291	3.89e	-24.833	-21.730	23.612
8	6192.257	54.903	4.21e	-24.757	-21.220	-23.365

Tablo-21’de FPE, AIC, SIC ve HQ bilgi kriterlerinin en küçük değerlerini 1. Gecikme uzunluğunda aldığı belirlenmiş bu nedenle model-4 için 1. gecikme uzunluğu seçilmiş ve belirlenen gecikme uzunluğunda hiçbir kökün birim çember dışında yer almadığı tespit edilmiştir (Ek 7-Ek 8). Modelde otokorelasyon olup olmadığı belirlemek için otokorelasyon testi yapılmış sonuçlar tablo-22’de verilmiştir.

Tablo-22. Model-4 Otokorelasyon Testi Sonuçları

Gecikme Uzunluğu	LM-İstatistiği	Olasılık Değeri
1	57,932	0,179
2	62,719	0,090

Tablo-22’de Model-4 için seçilen 1. gecikme uzunluğunda otokorelasyon sorununun olmadığı ($p>0,05$) sonucuna ulaşılmıştır. Eş bütünleşme analizi için uygun modelin seçim sonuçları tablo-23’de yer almaktadır.

Tablo-23. Model 4 Eşbütünleşme Analizi için Uygun Modelin Seçilmesi

Model	Akaike	Schwartz
Sabit terimsiz, trendsiz model	-25,217	-24,746*
Sabit terimli, Trendsiz model	-25,243	-24,746*
Doğrusal, sabit terimli, trendsiz model	-25,250	-24,685
Doğrusal, sabit terimli, trendli model	-25,270*	-24,685
Quadratic, sabit terimli, trendli model	-25,260	-24,604

Tablo-23’de AIC en küçük değerini 4. Model de alırken, SIC ise 1 ve 2. Modellerde almaktadır. Ancak bilgi kriterlerine göre en küçük değeri AIC aldığı için eşbütünleşme için analize 4. Model ile devam edilecektir. Tablo-24’de Model-4 için Eşbütünleşme test sonuçları yer almaktadır.

Tablo-24. Model 4 Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Hipotez	Eigen Değeri	Trace (İz İstatistiği)		Max-Eigen Test İst.	Öz değer Kritik %5
		Test İst.	Kritik %5		
Hiç yok	0,123	182,245*	150,558	62,330*	50,599
En fazla 1	0,077	119,915*	117,708	38,334	44,497
En fazla 2	0,068	81,580	88,803	33,488	38,331
En fazla 3	0,036	48,092	63,876	17,703	32,118
En fazla 4	0,032	30,388	42,915	15,887	25,823
En fazla 5	0,021	14,500	25,872	10,213	19,387
En fazla 6	0,009	4,287	12,517	4,287	12,517

Tablo-24'de seçilmiş kripto paralarla gümüş arasındaki uzun dönem ilişkisi; iz istatistiğine göre 2 adet, Öz değer istatistiğine göre bir adet olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre, değişkenler uzun dönemde birlikte hareket etmektedirler. Eş bütünleşme ilişkisi bulunması değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin tespiti için hata düzeltme modeli VECM ile analizinin yapılması gerekmektedir. Tablo-25'de Model-4 için VECM analizi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 25. Model 4 VECM Katsayıları

Katsayı	D(LNSLV)	D(LNBTC)	D(LNETH)	D(LNLINK)	D(LNLTC)	D(LNBCH)	D(LNB NB)
CointEq	-0,004	0,004	-0,003	-0,002	0,002	0,009	0,002
t	(0,001)	(0,002)	(0,003)	(0,003)	(0,003)	(0,003)	(0,003)
	[-4,095]	[1,905]	[-0,967]	[-0,697]	[0,829]	[2,789]	[0,601]

Tablo-25'de bağımlı değişken gümüşün katsayısı (-0.004) test istatistiği değeri de (-4,095, $p > 0.05$) olduğu için istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuca göre, gümüşün hata terimi katsayısı negatif ve anlamlı olduğu için bu piyasada ortaya çıkan sapmalar tekrar dengeye doğru yönelecektir. Aynı şekilde ETH ve LINK para birimlerinin de katsayıları negatif ve anlamlı olduğu için bu para piyasalarında meydana gelen sapmalar, tekrar dengeye gelebilmektedir. Fakat aynı şey BTC, LTC, BCH ve BNB para birimleri için geçerli değildir; çünkü katsayıları pozitif ve anlamsızdır. Bu yüzden bu para birimlerinde meydana gelen sapmalar giderek dengeden uzaklaşmaktadır. Gümüşün bağımlı değişken olduğu analizin Granger nedensellik testi sonuçları tablo-26'da yer almaktadır.

Tablo-26. Model-4 Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımsız Değişkenler	Gecikme Uzunluğu	Ki-Kare	Olasılık Değeri
D(LNBTC)	1	2,108	0,146

D(LNETH)	1	0,077	0,781
D(LNLINK)	1	0,169	0,680
D(LNLTC)	1	0,041	0,839
D(LNBCH)	1	0,310	0,577
D(LNB NB)	1	0,252	0,615
TÜM	6	5,549	0,475
Bağımsız Değişken			
D(LNSLV)			
Bağımlı Değişkenler	Gecikme Uzunluğu	Ki-Kare	Olasılık Değeri
D(LNBTC)	1	0,026	0,870
D(LNETH)	1	0,016	0,896
D(LNLINK)	1	0,013	0,908
D(LNLTC)	1	0,305	0,580
D(LNBCH)	1	0,791	0,373
D(LNB NB)	1	0,153	0,695

Tablo 26'da Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, kripto paraların gümüşte meydana gelecek değişmelerin nedeni olmadığı ($p > 0,05$), gümüşün de kripto paralarda meydana gelecek değişmelerin nedeni olmadığı ($p > 0,05$) önem seviyesinde tespit edilmiştir. Yani kripto paralardan gümüşe doğru, gümüşten de kripto paralara doğru herhangi bir nedensellik bulunmadığı için kurulan yokluk hipotezi kabul edilmektedir. Bu sonuca göre, kripto paralardaki fiyat hareketliliği gümüş fiyatlarındaki değişimi, gümüşteki fiyat hareketliliği kripto paraların fiyatlarındaki değişimi etkilememektedir. Böylece Covid-19 pandemi döneminde gümüş ile kripto paralar arasında kısa dönemde nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

4.5. Model-5 Ait Analiz Sonuçları

Seçilmiş kripto paralar ile platin arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığını belirlemek için Johansen Eşbütünlüğe analizi yapılmıştır. Eşbütünlüğe analizinde uygun gecikme uzunluğuna karar verebilmek için kısıtsız var modeli kurulmuş sonuçlar tablo-27'de verilmiştir.

Tablo-27. Model 5 Gecikme Uzunluğu Testi Sonuçları

LAG	LOGL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	402.029	NA	4.36e	-1.688	-1.626	-1.663
1	6015.685	11035.39	2.05e*	-25.468*	-24.972*	-25.273*
2	6045.348	57.424	2.23e	-25.386	-24.455	-25.019
3	6073.082	52.860	2.44e	-25.295	-23.930	-24.758
4	6105.916	61.598	2.62e	-25.226	-23.426	-24.518

5	6144.720	71.638	2.73e	-25.182	-22.948	-24.303
6	6182.262	68.184*	2.889e	-25.133	-22.465	-24.083
7	6205.970	42.350	3.21e	-25.025	-21.923	23.804
8	6235.975	52.701	3.49e	-24.944	-21.407	-23.552

Tablo-27’de FPE, AIC, SIC ve HQ bilgi kriterlerinin en küçük değerlerini 1. Gecikme uzunluğunda aldığı belirlenmiş bu nedenle model-5 için 1. gecikme uzunluğu seçilmiş ve belirlenen gecikme uzunluğunda hiçbir kökün birim çember dışında yer almadığı tespit edilmiştir (Ek 9-Ek 10). Modelde otokorelasyon olup olmadığını belirlemek için otokorelasyon testi yapılmış sonuçlar tablo-28’de verilmiştir.

Tablo-28. Model 5 Otokorelasyon Testi Sonuçları

Gecikme Uzunluğu	LM-İstatistiği	Olasılık Değeri
1	57,476	0,190
2	54,856	0,262

Tablo-28’de Model-5 için seçilen 1. gecikme uzunluğunda otokorelasyon sorununun olmadığı ($p>0,05$) sonucuna ulaşılmıştır. Eş bütünleşme analizi için uygun modelin seçim sonuçları tablo-29’da yer almaktadır.

Tablo 29. Model 5 Eşbütünleşme Analizi için Uygun Modelin Seçilmesi

Model	Akaike	Schwraz
Sabit terimsiz, trendsiz model	-25,387	-24,909*
Sabit terimli, Trendsiz model	-25,400	-24,909*
Doğrusal, sabit terimli, trendsiz model	-25,408	-24,850
Doğrusal, sabit terimli, trendli model	-25,420*	-24,850
Quadratic, sabit terimli, trendli model	-25,410	-24,768

Tablo-29’da AIC en küçük değerini 4. Model de alırken, SIC ise 1 ve 2. Modellerde almaktadır. Ancak bilgi kriterlerine göre en küçük değeri AIC aldığı için eşbütünleşme için analize 4. Model ile devam edilecektir. Tablo-30’da Model-5 için Eşbütünleşme test sonuçları yer almaktadır.

Tablo-30. Model 5 Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Hipotez	Eigen Değeri	Trace (İz İstatistiği)		Max-Eigen Test İst.	Özdeğer Kritik %5
		Test İst.	Kritik %5		
Hiç yok	0,116	181,311*	150,558	58,488*	50,599
En fazla 1	0,074	122,823*	117,708	36,904	44,497
En fazla 2	0,064	85,918	88,803	31,763	38,331
En fazla 3	0,039	54,154	63,876	19,065	32,118
En fazla 4	0,035	35,089	42,915	17,335	25,823

En fazla 5	0.020	17,753	25,872	9,941	19,387
En fazla 6	0,016	7,811	12,517	7,811	12,517

Tablo-30'da seçilmiş kripto paralarla platin arasındaki uzun dönem ilişkisi; iz istatistiğine göre 2 adet, Öz değer istatistiğine göre bir adet olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre, değişkenler uzun dönemde birlikte hareket etmektedirler. Eş bütünleşme ilişkisi bulunması değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin tespiti için hata düzeltme modeli VECM ile analizinin yapılması gerekmektedir. Tablo-31'de Model-5 için VECM analizi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 31. Model 5 VECM Katsayıları

Katsayı	D(LNPLT)	D(LNBTC)	D(LNETH)	D(LNLINK)	D(LNLTC)	D(LNBCH)	D(LNBNB)
CointEq	-0,007	0,009	-0,009	-0,011	0,003	0,021	0,001
t	(0,002)	(0,005)	(0,007)	(0,009)	(0,008)	(0,008)	(0,008)
	[-2,825]	[1,597]	[-1,250]	[-1,237]	[0,451]	[2,588]	[0,175]

Tablo-31'de bağımlı değişken platinin katsayısı (-0.007) test istatistiği değeri de (-2,825, $p > 0.05$) olduğu için istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuca göre, platinin hata terimi katsayısı negatif ve anlamlı olduğu için bu piyasada ortaya çıkan sapmalar tekrar dengeye doğru yönelecektir. Aynı şekilde ETH ve LINK para birimlerinin de katsayıları negatif ve anlamlı olduğu için bu para piyasalarında meydana gelen sapmalar, tekrar dengeye gelebilmektedir. Fakat aynı şey BTC, LTC, BCH ve BNB para birimleri için geçerli değildir; çünkü katsayıları pozitif ve anlamsızdır. Bu yüzden bu para birimlerinde meydana gelen sapmalar giderek dengeden uzaklaşmaktadır. Gümüşün bağımlı değişken olduğu analizin Granger nedensellik testi sonuçları tablo-32'de yer almaktadır.

Tablo-32. Model 5 Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken D(LNPLT)			
Bağımsız Değişkenler	Gecikme Uzunluğu	Ki-Kare	Olasılık Değeri
D(LNBTC)	1	0,589	0,442
D(LNETH)	1	1,740	0,187
D(LNLINK)	1	1,567	0,210
D(LNLTC)	1	0,005	0,942
D(LNBCH)	1	0,048	0,825
D(LNBNB)	1	1,459	0,227
TÜM	6	3,954	0,682

Bağımsız Değişken D(LNPLT)			
Bağımlı Değişkenler	Gecikme Uzunluğu	Ki-Kare	Olasılık Değeri
D(LNBTC)	1	0,156	0,900

D(LNETH)	1	0,122	0,726
D(LNLINK)	1	0,060	0,806
D(LNLTC)	1	0,197	0,656
D(LNBCH)	1	0,073	0,786
D(LNBNB)	1	0,597	0,439

Tablo-32’de Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, kripto paraların platinde meydana gelecek değişmelerin nedeni olmadığı ($p>0,05$), platinin de kripto paralarda meydana gelecek değişmelerin nedeni olmadığı ($p>0,05$) önem seviyesinde tespit edilmiştir. Yani kripto paralardan platine doğru, platinden de kripto paralara doğru herhangi bir nedensellik bulunmadığı için kurulan yokluk hipotezi kabul edilmektedir. Bu sonuca göre, kripto paralardaki fiyat hareketliliği platin fiyatlarındaki değişimi, platin fiyatlarındaki hareketlilik ise kripto paraların fiyatlarındaki değişimi etkilememektedir. Böylece Covid-19 pandemi döneminde platin ile kripto paralar arasında kısa dönemde nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

SONUÇ

Bu çalışmanın amacı Covid-19 pandemi sürecinde seçilmiş kripto paralarla seçilmiş emtialar arasındaki ilişkinin uzun ve kısa dönemde incelenmesidir. 02.01.2020-03.12.2021 dönemlerini kapsayan günlük verilerden oluşan bu analizde 5 farklı model geliştirilmiştir. Her bir modelde seçili kripto paralar ile sırasıyla brent petrol, ham petrol, ons altın, gümüş ve platin arasındaki ilişkinin analizi Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik analizi kullanılarak test edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda, Johansen eşbütünleşme testine göre emtialarla kripto paraların uzun dönemde birlikte hareket ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Granger nedensellik analizine göre ise, emtialar ile kripto paralar arasında kısa dönemde herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanılmamıştır. Böylece kripto paraların emtia fiyatlarını etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca yatırımcıların açısından kripto paralarla emtialar arasında herhangi bir fiyat ilişkisi bulunmadığı için bunların aynı portföy içinde değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Literatürde bu çalışmayla birebir örtüşen bir çalışmaya rastlanılmamasıyla beraber, yapılan analiz sonuçlarına yakın olan çalışmalarda ise hem bu çalışmayla sonuç olarak benzerlik gösteren hem de göstermeyen çalışmalar yer almaktadır: Yıldırım (2018), BTC ile altın fiyatları arasında nedensellik olmadığını, Aghalibaylı (2019), altın ve ham petrolün BTC’nin fiyatını etkilediğini, Dere (2019), altın fiyatının BTC’ fiyatını etkilediğini ancak BTC fiyatı ile ham petrol ve brent petrol fiyatlarının bağımsız hareket ettiğinin yani aralarında nedensellik olmadığını, Deniz ve Teker (2019a, 2020b), BTC ile altın arasında ilişki olduğunu ancak BTC ile brent petrol arasında ilişki olmadığını, ancak diğer kripto para birimi olan Ethereum ile Ripple’nin bu emtialarla ilişkisi olmadığını, Deniz (2020), altın ile BTC arasında nedensellik olduğunu ancak BTC ile brent petrolün bağımsız hareket ettiğini tespit etmiştir ve ETH, XRP, USDT, BCH, Bitcoin SV ve LTC kripto paralarının ise altın ve brent petrolle ilişkisi olmadığını, Avşarlıgil (2020), pandemiden önce BTC’nin ham petrol fiyatını etkilediğini ancak pandemi döneminde ise ham petrolün BTC fiyatını etkilediğini, Bakır (2021), pandemi döneminde BTC ile gümüş ve brent petrol fiyatlarının birbirlerini etkilediğini yani aralarında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu, platin fiyatının Bitcoin fiyatından etkilendiğini ve ETH ile altın gümüş ve platin fiyatlarının birbirlerini etkilediğini ETH ile brent petrol arasında ise tek yönlü nedensellik olduğunu, Kurt (2021), pandemi döneminde Bitcoin ile brent petrol arasında tek yönlü nedensellik olduğunu ancak ETH ile brent petrol arasında ise çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu, Salihoglu ve Göv (2021), altın fiyatının BTC fiyatını etkilediğini ancak BTC ile gümüş ve petrol fiyatlarının birbirinden bağımsız hareket ettiğini ve son olarak da Yiğit ve Yiğit (2021), pandemiden önce altın fiyatının BTC’yi, etkilediğini pandemi döneminde ise birbirlerinden bağımsız hareket ettiklerini tespit etmişlerdir.

Kripto para birimlerine ait fiyatlar oynak olduğu için yatırımcısını zengin etmenin yanı sıra bir anda tasarrufların erimesine de sebep olmaktadır. Ancak, Covid-19 pandemi döneminde kripto para fiyatlarında artış görüldüğü için bu sanal paralar, yatırımcıların ilgi odağı haline gelmiştir ve kripto paralar, pandemi döneminde yatırım aracı olarak değerlendirilmeye başlamıştır. Mevcut çalışmada elde edilene bulgulara göre seçili kripto paralarla emtialar arasında tek ya da çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin olmadığı tespit edilmiştir ve bu nedenle yatırımcıların bu dönemde, analizde kullanılan değişkenleri aynı portföy içerisinde bulundurmalarının risk teşkil etmediği sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan bu analizin, yatırımcılara portföy çeşitlendirmesi bakımından yol gösterici olduğu

düşünülmektedir. İleride yapılacak çalışmalarda kripto para sayısı artırılabilir ve emtialar yerine başka ekonomik göstergeler kullanılarak yeni çalışmalar elde edilebilir, kripto para sayısı artırılabilir, aynı değişkenler kullanılarak ve benzer dönem aralığı seçilerek bağımlı değişken olarak kripto paralar alınıp aralarındaki ilişki açıklanabilir. Ayrıca, çalışma Covid-19 dönemini ele aldığı için salgın bittikten sonra analize tam zamanın alınmasıyla beraber yeni sonuçlar da elde edilebilir.

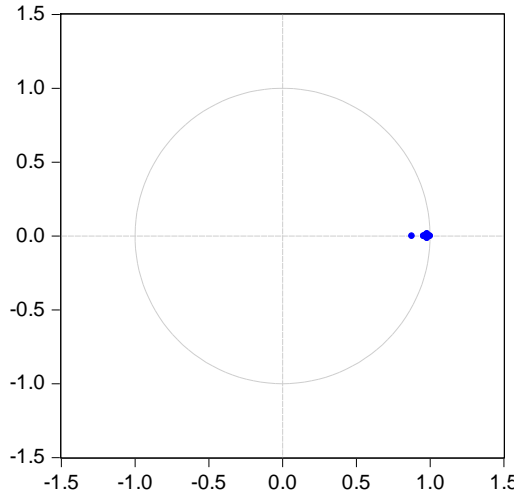
KAYNAKLAR

- Ata, B. (2019). Google Trends Verileri ile Kripto Para İlişkisi: Bitcoin Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Burdur.
- Atik, M., Köse, Y., Yılmaz, B., & Sağlam, F. (2015). Kripto para: Bitcoin ve Döviz Kurları Üzerine Etkileri. Bartın Üniversitesi İİ BF Dergisi, 6(11), 247-261.
- Aghalibaylı, N. (2019). Bitcoin As A Cryptocurrency And Its Relationship With Gold, Crude Oil And Euro Exchange Rate. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Ağan, B. & Aydın, Ü. (2018). Kripto Para Birimlerinin Küresel Etkileri: Asimetrik Nedensellik Analizi. Uluslararası Katılımlı 22. Finans Sempozyumu, 797-816.
- Avşarlıgil, N. (2020). Covid-19 Salgının Bitcoin ve Diğer Finansal Piyasalar ile İlişkisi Üzerine Bir İnceleme. Alanya Akademik Bakış, 4(3), 665-682. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.735214>
- Bakır, E. (2021). Covid-19 Pandemisi Sürecinde Kripto Para Birimleri ile Ekonomik Göstergeler Arasındaki İlişki. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D., & Hagfors, L. I. (2017). On The Hedge and Safe Haven Properties of Bitcoin: Is it Really More Than a Diversifier? Finance Research Letters, 20, 192-198. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.09.025>
- Ciaian, P., & Raçcaniova, M. (2018). Virtual Relationships: Short-and Long-Run Evidence from Bitcoin and Altcoin Markets. Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 52, 173-195. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.11.001>
- Çakın M. (2019). Kripto Paralar; Bitcoin, Döviz Kurları ve Alternatif Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, Gold and the Dollar—A GARCH Volatility Analysis. Finance Research Letters, 16, 85-92. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2015.10.008>
- Deniz, E. A. & Teker, D. (2019). Determinants of Bitcoin Prices. Press Academia Procedia, 10(1), 17-21.
- Deniz, E. A. Teker, D. (2020). Crypto Currency Applications in Financial Markets: Factors Affecting Crypto Currency Prices. Press Academia Procedia, 11(1), 34-37. <https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2020.1235>
- Estrada, J. C. S. (2017). Analyzing Bitcoin Price Volatility. University of California, Berkeley.
- Dere, Y. (2019). Kripto Para Birimi Bitcoin ile Ekonomik Göstergeler Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Deniz, E. A. (2020). Finansal Piyasalarda Kripto Para Uygulamaları: Kripto Para Fiyatlarını Etkileyen Faktörler. Yüksek Lisans Tezi. Işık Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Grinberg, Reuben (2011). Bitcoin: An Innovative Alternative Digital Currency. Hatings Science & Technology Law Journal, 4(1), 159-208.
- Geçmiş Veriler <https://tr.investing.com/> E.T. (06.12.2021).
- Gönül, C. (2019). Kripto Para Biriminin Ekonomik Göstergelere Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.
- Güleç, Ö. F., Çevik, E., & Bahadır, N. (2018). Bitcoin ile Finansal Göstergeler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 7(2), 18-37.
- Gandal, N., & Halaburda, H. (2014). Competition in the cryptocurrency market.
- Kanat, E., & Öget, E. (2018). Bitcoin ile Türkiye ve G7 Ülke Borsaları Arasındaki Uzun ve Kısa Dönemli İlişkilerin İncelenmesi. Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (FESA), 3(3), 601-614. <https://doi.org/10.29106/fesa.422113>
- Kartal, C., & Yağlı, B. (2021). Bitcoin ile Türkiye ve BRICS Ülkeleri Borsa Endeksleri Arasındaki Eşbütünleşme İlişkisi. Pearson Journal of Social Sciences & Humanities, 6(11), 21-34. <http://dx.doi.org/10.46872/pj.216>
- Kara, F. B. (2020). A'dan Z'ye Kripto Para. Ankara: Gece Kitaplığı Yayıncılık.
- Kurt, A. (2021). Pandemi Döneminde Brent Petrol ve Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.
- Mert, M., & Çağlar, A. E. (2019). Ewiews ve Gauss Uygulamalı Zaman Serileri Analizi. Ankara: Detay Yayıncılık.

- McKenzie, B. (2017). Blockchains and Laws. https://www.bakermckenzie.com/en/-/media/files/expertise/fig/br_fig_blockchainsandlaws_jul17.pdf. E.T. (08.06.2022).
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, 1-9, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Nair, M. & Cachanosky, N. (2016). Entrepreneurship and Bitcoin: Breaking the Network Effect. 2017 Review of Austrian Economics, 30(3).
- Piyasa Değerine Göre, en iyi 100 Kripto Para Birimleri <https://coinmarketcap.com/tr/> E.T. (21.12.2021).
- Plohmann, D. & Padilla-Gerhards, E. (2012). Case Study of the Miner Botnet. 345-360.
- Salihoğlu, E., & Göv, A. (2021). Dijital Emtia Olarak Bitcoin'e Yatırım Portföyünde Yer Verilmeli mi? Bitcoin'in Altın, Gümüş ve Petrol Fiyatları ile İlişkisi Üzerine Bir İnceleme. İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi, 6(16), 538-554. <https://doi.org/10.25204/iktisad.970269>
- Şak, N. (2021), Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Hatemi-J Asimetrik Nedensellik Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 12(29), 149-175. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.753201>
- Walch, A. (2015). The Bitcoin Blockchain As Financial Market Infrastructure: A Consideration Of Operational Risk. New York University Journal of Legislation & Public Policy, 18(4), 837-893.
- Yermack, D. (2013). Is Bitcoin a Real Currency? An Economic Appraisal. NBER Working Paper, (w19747). DOI:10.3386/w19747
- Yıldırım, H. (2018). Günlük Bitcoin ile Altın Fiyatları Arasındaki İlişkinin Test Edilmesi: 2012-2013 Yılları Arası Johansen Eşbütünleşme Testi. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 7(4), 2328-2343.
- Yiğit, M., & Yiğit, A. G. (2021). Türkiye'de Bitcoin'in Finansal Piyasalarla Entegrasyonuna Yönelik Bir Araştırma: Covid-19 Öncesi ve Sonrası İçin Bir Uzun Dönem Analizi. Journal of Academic Value Studies, 7(2), 177-193. <http://dx.doi.org/10.29228/javs.516>

EKLER

Ek 1: Model-1 İçin AR Karakteristik Polinomun Kökler Grafiği



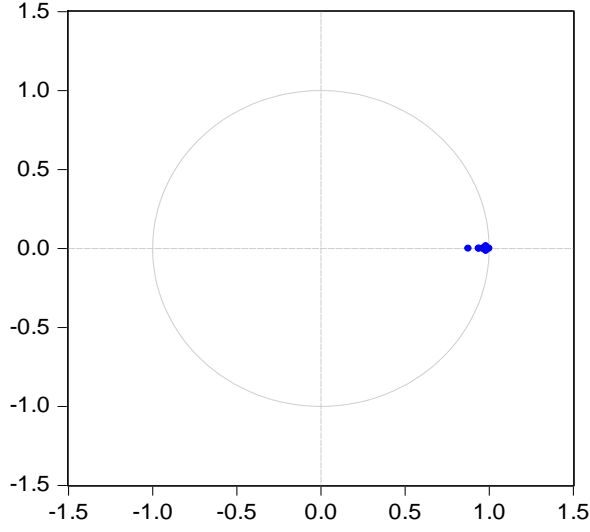
Ek 2: Model-1 İçin AR Karakteristik Polinomun Kökler Tablosu

Karakteristik Kökler	Modül
0.998	0.998
0.979	0.979
0.979	0.979
0.974	0.974
0.974	0.974
0.956	0.956

0.876

0.876

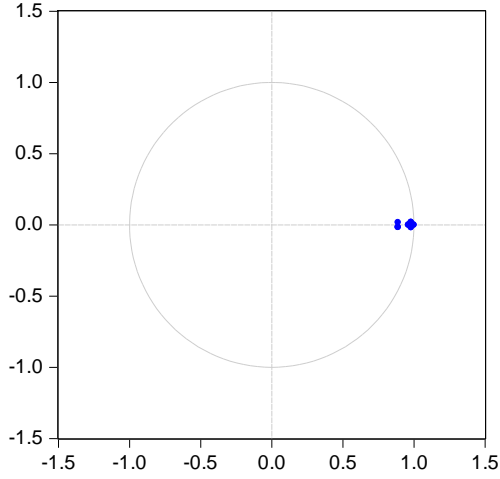
Ek 3: Model-2 İçin AR Karakteristik Polinomun Kökleri Grafiği



Ek 4: Model-2 İçin AR Karakteristik Polinomun Kökleri Tablosu

Karakteristik Kökler	Modül
0.999	0.999
0.982	0.982
0.982	0.982
0.967	0.967
0.962	0.962
0.939	0.939
0.876	0.876

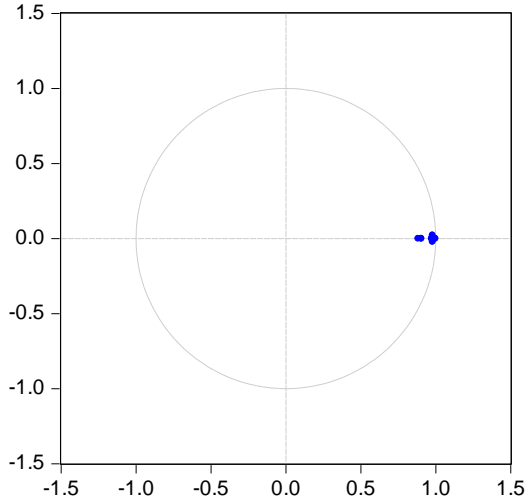
Ek 5: Model-3 İçin AR Karakteristik Polinomun Kökleri Grafiği



Ek 6: Model-3 İçin AR Karakteristik Polinomun Kökler Tablosu

Karakteristik Kökler	Modül
0.998	0.998
0.981	0.981
0.979	0.979
0.979	0.979
0.961	0.961
0.887	0.887
0.887	0.887

Ek 7: Model-4 İçin AR Karakteristik Polinomun Kökler Grafiği

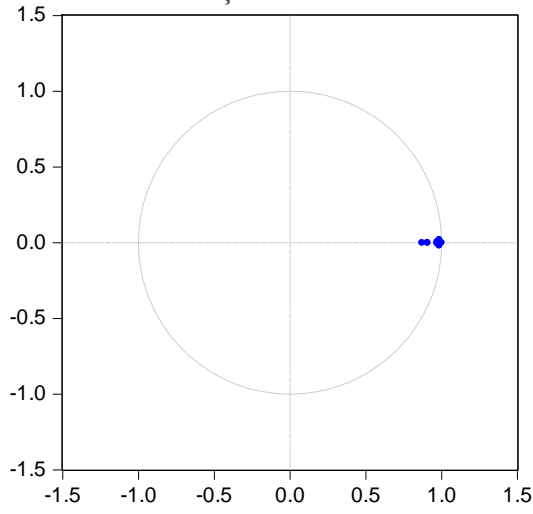


Ek 8: Model-4 İçin AR Karakteristik Polinomun Kökler Tablosu

Karakteristik Kökler	Modül
----------------------	-------

0.998	0.998
0.989	0.989
0.978	0.979
0.978	0.979
0.973	0.973
0.904	0.904
0.882	0.882

Ek 9: Model-5 İçin AR Karakteristik Polinomun Kökler Grafiği



Ek 10: Model-5 İçin AR Karakteristik Polinomun Kökler Grafiği

Karakteristik Kökler	Modül
0.999	0.999
0.984	0.984
0.984	0.984
0.971	0.971
0.971	0.971
0.907	0.907
0.870	0.870