



## Seçilmiş Borsa Endeksleri ile Kripto Para Birimleri Arasındaki İlişki Üzerine Ekonometrik Bir Analiz\*

Yasemin DÖĞER TOPRAK\*\*

Yeşim KUBAR\*\*\*

### Öz

Bu çalışmada, Covid-19 pandemi dönemi baz alınarak en popüler kripto para birimleri arasından seçilen BTC ve ETH ile seçilmiş borsa endeksleri arasındaki ilişkinin uzun ve kısa dönem açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Yöntem olarak değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin tespiti için Fourier eşbütünleşme testi ve kısa dönemli ilişkinin tespiti için ise pozitif ve negatif şokların dikkate alındığı Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik testi kullanılmıştır. Fourier eşbütünleşme testi bulgularına göre, pandemi döneminde kripto paralar ile borsa endeksleri arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir. Hatemi-J asimetrik nedensellik testi bulgularına göre ise BTC ve Güney Kore borsa endeksinin pozitif ve negatif şokları ile ETH ve Endonezya borsa endeksinin pozitif ve negatif şokları arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kripto Para, Bitcoin, Ethereum, Fourier Eşbütünleşme, Hatemi-J Nedensellik Testi

**Makale Türü:** Araştırma Makalesi

## An Econometric Analysis on the Relationship Between Selected Stock Indices and Crypto Currencies

### Abstract

In this study, it is aimed to examine the relationship between BTC and ETH, selected among the most popular cryptocurrencies, and selected stock market indices in terms of long and short term, based on the Covid-19 pandemic period. As a method, the Fourier cointegration test was used to determine the long-term relationship between the variables, and the Hatemi-J (2012) asymmetric causality test, in which positive and negative shocks were taken into account, was used to determine the short-term relationship. According to the Fourier cointegration test findings, it has been determined that there is a long-term cointegration relationship between cryptocurrencies and stock market indices during the pandemic period. According to the Hatemi-J asymmetric causality test findings, it was concluded that there is no causality relationship between the positive and negative shocks of the BTC and South Korea stock market index and the positive and negative shocks of the ETH and Indonesia stock market index.

**Keywords:** Cryptocurrency, Bitcoin, Ethereum, Fourier Cointegration, Hatemi-J Causality Test

**Article Type:** Research Article

\* Bu çalışma Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı'nda "Seçilmiş Makroekonomik Göstergeler ile Kripto Para Birimleri Arasındaki İlişki Üzerine Ekonometrik Bir Analiz" ismiyle tamamlanarak 20.06.2022 tarihinde savunulan yüksek lisans tezinden derlenmiştir.

\*\* Yüksek Lisans Öğrencisi, Fırat Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, [ysmndgr.2819@gmail.com](mailto:ysmndgr.2819@gmail.com), ORCID iD: 0000-0002-3907-5523

\*\*\* Dr. Öğr. Üyesi Fırat Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, [ykubar@firat.edu.tr](mailto:ykubar@firat.edu.tr), ORCID iD: 0000-0002-3439-9430

## 1. GİRİŞ

Alt yapısı, 1998 yılında Wei Dai tarafından kurulan ve 2009 yılında Nakamoto adındaki grup ya da kişi tarafından oluşturulan Bitcoin ile insan hayatına giren kripto paralar; merkezi bir kuruma ya da kuruluşa bağlı olmayan, işlemlerin anonim bir şekilde gerçekleştiği, üçüncü bir aracıya ihtiyaç duyulmadan transferlerin kişiden kişiye yapılmasının mümkün olduğu ve internet üzerinden üretilen bir para türü olup bu özellikleri bakımından diğer dijital ve fiat para birimlerinden ayrılmaktadır. Kripto paraların, kıymetli madenler gibi maden değerinden ya da üzerinde yazılan miktar kadar değeri olan kâğıt paralar gibi değerleri yoktur. Kripto paralar, değişim aracı ya da emtia olarak kabul görüldükleri için değerleri, piyasada meydana gelen arz ve talep şartlarına göre belirlenmektedir. Sanal para olarak da isimlendirilen bu paraların kullanıcıları, fiat para birimlerinde olduğu gibi bu paralarla hem mal ve hizmet alışverişi hem de yatırım yapabilmektedirler. Bitcoin ise üretilen ilk ve öncü bir kripto para birimidir. Bu paraya olan ilgi, özellikle 2008 yılında ABD’de çıkan mali kriz sonrasında insanların hem finansal kurum hem de bankalara olan güvenlerinin zedelenmesiyle başlamıştır. BTC, merkezi otoriteye bağlı olmayan, ödeme sisteminin şifreleme yöntemine dayandığı, işlemlerin internet aracılığıyla yapıldığı ilk kripto para birimidir. BTC para birimi, açık kaynak kodlu yazılım sisteminden oluşmaktadır ve burada yapılan işlem maliyetleri ise azdır. Bitcoin ile beraber insan hayatına giren Blockchain teknolojisi hem kripto paraların altyapısında kullanılmakta hem de günümüzde sağlık, politik, finans sektörü gibi alanlarda da tercih edilip kayıtların elektronik ortamda depolanmasını sağlamakta ve herkesin ulaşabileceği bir dağıtık kayıt defteri rolü üstlenmektedir. Blok zinciri sisteminde gerçekleştirilen işlemler bloklar halinde tutulmaktadır ve tutulan bu bloklar birbirine bağlanarak zincir oluşturmaktadır ve oluşturulan bu bloklar belli kurallar dahilinde sisteme yazılmaktadırlar. Daha sonra yazılan blok, tüm dağıtık kayıt defterlerine yayılıp eklenmektedir ve bu blokların değiştirilmesi mümkün olmadığı için bir güven mekanizması olarak görülmektedir.

BTC para biriminde, kullanıcıların güvenliği ve gizliliği ön plandadır ve yapılan işlemler gözetimden uzak olduğu için kullanıcılar tarafından kabul edilmiştir. Bu nedenle, BTC’ye eşdeğer birden fazla altcoin yani alternatif kripto para birimleri üretilmiştir. Bu altcoinlerin başında; Ethereum, Tether, Binance Coin, Ripple, Cardano gibi alternatif para birimleri gelmektedir. Kripto para birimi olan Ethereum’un blok zincir ağının oluşturulmasından sonra kripto para dünyasına getirilen en büyük yenilik olarak ifade edilen Akıllı Sözleşmeler de insan hayatına girmiştir. Akıllı kontratlar sayesinde, kriptografik şifreli yöntemlerle imzalanan bir sözleşmenin yürürlüğe girmesi ve uygulanmasının sağlanması tamamen elektronik ortamlarda gerçekleşip üçüncü bir aracıya ihtiyaç duyulmamaktadır. Kripto para birimlerinin yaygınlaşmasıyla beraber, kripto para borsaları da meydana gelmiştir ve ilk kripto borsası 2010 yılında kurulan Mt. Gox borsası olarak bilinmektedir. Ancak, bu borsa uğradığı siber saldırı nedeniyle birçoğu kullanıcıya ait olan kripto paraların kaybolmasına neden olduğu için 2014 yılında internet sitesini kapatıp iflasını duyurmuştur. Günümüzde kullanım bakımından popülaritesi yüksek olan bazı kripto para borsaları; Bitfinex, Binance, Kraken, BtcTURK borsalarından oluşmaktadır. Bu borsalarda işlemler, 7 gün 24 saat yapılmaktadır. Burada yapılan işlemlerden alınan komisyon ücretleri, borsalara göre değişim göstermektedir. Bu borsalarda kullanıcılar, kolayca kripto para edinip işlem yapabilmektedirler.

Kripto para birimleri, finansal bir araç olarak hala belli bir olgunluk seviyesine gelmedikleri halde geleceğin parası olarak nitelendirilmektedir. Bu nedenle, kripto paraların seçili ekonomik göstergelerle arasındaki ilişkinin tespit edilmesi çalışmanın odak noktasını oluşturmaktadır. Böylece, kripto paraların hangi değişkenlerle ilişkili olduğu ve hangi değişkenlerden nasıl etkilendiği konusuna açıklık getirilerek çalışmanın, literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Araştırmada, Covid-19 pandemi döneminde seçili makro ekonomik göstergelerle piyasa değeri bakımından ilk iki sırada yer

alan BTC ve ETH arasındaki ilişkinin uzun ve kısa dönem açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Söz konusu ekonomik göstergeler, MIST ülkelerine ait borsa endekslerinden oluşmaktadır. Böylece, kripto paralar ile ekonomik göstergeler arasında uzun dönemde herhangi bir ilişki var mı? Aralarında nedensellik ilişkisi var mı? Nedensellik ilişkisi olması durumunda bu ilişkinin yönünün ne olduğu gibi sorulara açıklık getirilerek, ilgili değişkenler arasındaki ilişki her iki dönem açısından açıklanmış olacaktır.

2019 yılının aralık ayında Çin’de ortaya çıkan Covid-19 virüsü, kısa bir süre içerisinde dünya geneline yayılarak üretimin azalması, işsizliğin artması, itibari paraların değer kaybetmesi vb. gibi birçok ekonomik olumsuzluğa sebep olmuştur. Bu dönem, birçok ekonomik gösterge üzerinde negatif etki bırakırken kripto para fiyatlarının, özellikle de Bitcoin ve altcoin olan Ethereum fiyatının artmasına neden olmuş ve pandemi döneminde yatırımcılar ve işletmeler açısından kripto paralar, yatırım fırsatı olarak değerlendirilmeye başlamıştır. Bu nedenle, yapılan analizin yatırımcılara ve işletmelere portföy çeşitlendirmesi bakımından katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca mevcut çalışma, pandemi dönemini kapsadığı için sağlık alanında meydana gelen küresel bir kriz döneminde, ilgili değişkenler arasındaki ilişkinin tespit edilmesi de araştırmayı önemli kılmaktadır.

Literatürde, kripto paraların; döviz kurları, emtialar, pay piyasaları ve kendi aralarındaki ilişkileri konu alan birçok çalışma mevcut olup bu çalışmaların çoğunluğu Bitcoin ile yapılmaktadır. Mevcut çalışmaya Bitcoin ile beraber Ethereum da analize dahil edilerek çalışılmak istenilen tarih pandemi döneminin yayılma aşaması olan 02.01.2020-03.12.2021 dönemlerini kapsayacak şekilde oluşturulduğu için araştırmanın, ileride yapılacak akademik çalışmalara hem güncel zaman aralığından dolayı hem de değişkenler açısından katkısının olacağı düşünülmektedir. Çalışmada iki adet model kurulmuştur. İlk modelde Bitcoin ile Meksika-FTSE BIVA Real Time Price Index, Endonezya-IDX Composite, Güney Kore-KOSPI, Türkiye-BIST100’e ait pay piyasası endeksleri arasındaki ilişki, ikinci modelde ise Ethereum ile Meksika-FTSE BIVA Real Time Price Index, Endonezya-IDX Composite, Güney Kore-KOSPI, Türkiye-BIST100 endeksleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Daha sonra, çalışmada elde edilen bulgulardan bahsedilerek literatür ile karşılaştırılması yapılarak ilerideki akademik çalışmalarda birtakım önerilerden bahsedilmiştir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Nakamoto adlı takma adlı kişi ya da grubun 2008 yılında “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System” yani “Bitcoin Eşler Arası Nakit Sistemi” ismindeki yazmış olduğu makalesinde, Bitcoin’in tanımından, özelliklerinden ve blockchain sisteminden bahsetmiştir. Daha önce yapılan akademik çalışmalarda bu para birimleriyle ilgili birçok akademik çalışmanın yapıldığı görülmüştür. Çalışmalar, genellikle hem kripto para birimlerinin birbirleri ile olan ilişkisini hem de kripto paraların makroekonomik değişkenlerle olan ilişkisini açıklamaya yönelik olmaktadır. Bu nedenle, söz konusu bu sanal para birimleriyle ilgili yapılan ampirik çalışmalar yurt içi ve yurt dışı akademik çerçevede incelenip kısaca özetlenmiştir:

Baek ve Elbeck (2014) çalışmalarında, 2010-2014 dönem aralığını kapsayan günlük verilerden yararlanarak, ilk önce Nisbi oynaklığı ölçmek için Bitcoin ile Amerika’nın borsa endeksi olan S&P 500 arasındaki oynaklığı karşılaştırmayı, daha sonra ise Bitcoin’in getirilerini etkileyen değişkenlerin hangileri olduğunu incelemek için analizde kullanmak için seçilen temel ekonomik değişkenler ile Bitcoin Pazar getirilerini modellemeyi amaçlamışlardır. S&P500 endeksi, Euro, hazine bonusu faizi (10 yıllık), ortalama işsizlik oranı, tüketici fiyat endeksi, endüstriyel üretim ve reel kişisel tüketim harcamalarını değişken olarak kullandıkları çalışmanın sonucunda, Bitcoin’in S&P 500 borsa endeksinden 26 kat daha fazla oynaklığa sahip olduğunu ve kurmuş oldukları regresyon modeline göre

ise Bitcoin fiyatlarını etkileyen tek değişken Bitcoin'in günlük en düşük ve en yüksek fiyat farkının aylık değişimi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Atik vd. (2015) çalışmalarında, Bitcoin kullanımında meydana gelen artış ve BTC'nin yatırım aracı olarak görülmesinden dolayı BTC'nin, çapraz döviz kurları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçladıkları çalışmanın tarihi 2009-2015 dönemlerini kapsayan günlük verilerden oluşmaktadır. Granger Nedensellik Analizi'nin kullanıldığı çalışmanın neticesinde, JPY'den BTC'ye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Dyhrberg (2016) çalışmasında, doları baz alarak Bitcoin fiyatı ile külçe altın, Vadeli Ons Amerikan Doları, Euro, Sterlin ve FTSE borsa endeksi arasındaki benzerliği incelemek için 19.06.2010-22.05.2015 dönemlerini kapsayan günlük verilerden yararlanmıştır. GARCH yöntemini kullandığı çalışmanın neticesinde, Bitcoin'in altın ve dolara benzediğini tespit etmiştir.

Bouri vd. (2017) çalışmalarında, Bitcoin'le altın, petrol, ABD Doları; ABD'ye ait S&P500, İngiltere'ye ait FTSE100, Almanya'ya ait DAX, Çin'e ait SHANGAI ve Japonya'ya ait NIKKEI225'ten oluşan borsa endeksleriyle arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Analiz için günlük ve haftalık verileri kullandıkları değişkenlerin tarihi 18.07.2011-22.12.2015 dönemlerini kapsamaktadır. GARCH metodunu kullanarak yaptıkları analizin sonucunda, genel olarak BTC'nin zayıf bir hedge (riskten korunma) enstrümanı olduğunu ancak Asya Borsası, hisse senetlerinde meydana gelen dalgalanmalara karşı ise BTC'yi güvenli bir liman olarak görüp tercih ettikleri sonucuna ulaşmışlardır.

Cermak (2017) çalışmasında, Bitcoin fiyat endeksi ile döviz kurları (CNY/USD, EUR/USD, JPY/USD), ons altın fiyatı, borsa endeksleri (Shanghai Stosck Index, NIKKEI225, Euro Stock50, S&P500) ve faiz olarak ise; ABD, Çin, Japonya ve Almanya'nın 3 aylık bankalar arası faiz oranlarıyla 10 yıllık devlet tahvil faiz oranlarını incelemiştir. Söz konusu değişkenlerin veri aralığı 18.08.2010–17.03.2017 dönemlerini kapsayan günlük verilerden oluşmaktadır. Yöntem olarak ise GARCH modelini kullanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, BPI'nin bir sonraki dönem fiyatını bir önceki dönem fiyatının açıklamadığını tespit etmiştir. Ayrıca, Japonya hariç Almanya, ABD ve Çin'e ait değişkenlerin bir sonraki günde meydana gelen BTC fiyat endeksindeki dalgalanma tahminine uyduğunu tespit etmiştir. Ons altın fiyatının ise Bitcoin'in fiyat volatilitelerini tahmin etme konusunda zayıf bir gösterge olduğunu tespit ederek, Çin halkının Yuanı tutmanın riskli olduğu zamanlarda Bitcoin'e yönelmesinden dolayı Bitcoin'in işlem hacminin arttığını ve Bitcoin fiyatında meydana gelen oynaklığın azalma gösterdiğini tespit etmiştir.

Dirican ve Canoz (2017) çalışmalarında, ARDL sınır testi yaklaşımını kullanarak BTC fiyatı ile DOW30, NASDAQ100, FTSE100, NIKKEI225 ve CHINAA50 endeksleri arasında eşbütünlüşme ilişkisinin olup olmadığını incelemişlerdir. Söz konusu bu değişkenler 24.05.2013-05.11.2017 tarihleri arasındaki dönemi kapsayan haftalık verilerden oluşmaktadır. Sonuç olarak ise, Bitcoin fiyatıyla DOW30 ve CHINAA50 borsa endeksleri arasında eşbütünlüşme ilişkisinin olduğu ortaya çıkmıştır. Fakat, BTC fiyatıyla FTSE100, NIKKEI225, BİST100 borsa endeksleriyle aralarında herhangi bir ilişki görülmemiştir.

Estrada (2017) çalışmasında, Granger nedensellik analizi yöntemini kullanarak Bitcoin ile S&P500 borsa endeksi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Söz konusu bu değişkenler, 15.09.2010-13.04.2017 tarihlerini kapsamaktadır. Çalışmanın sonucunda, Bitcoin fiyatı ile S&P500 endeksi arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını tespit etmiştir.

Ağan ve Aydın (2018) çalışmalarında, asimetric nedensellik analizi olan Hatemi-J (2012) yöntemini kullanarak Bitcoin ile Euro, Kanada Doları, Yen, Amerikan Doları, Sterlin ve Yuan arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Analize dahil edilen verilerin tarihi 29.04.2013-29.06.2018

dönemlerini kapsayan işgünlerinden oluşmaktadır. Hatemi-J asimetrik nedensellik testi bulgularına göre; BTC ile döviz kurları (JPY, CNY, CAD, USD) arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu tespit etmelerinin yanı sıra Euro ile İngiliz Sterlini arasında ise nedensellik ilişkisinin olmadığını sonucunu ortaya çıkarmışlardır.

Güleç vd. (2018) çalışmalarında, BTC ile döviz kuru olarak Dolar, hisse senedi olarak BIST100 borsa endeksi, altın ve faizle olan ilişkisini incelemişlerdir. Değişkenlerin tarihi Mart 2012-Mayıs 2018 dönemlerini kapsayan aylık verilerden oluşmaktadır. Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerini yöntem olarak kullandıkları çalışmanın neticesinde, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu ve BTC ile faiz arasında ise kısa dönemli nedensellik ilişkisinin olduğunu sonucuna ulaşmışlardır.

Karaağaç vd. (2018) çalışmalarında; BTC ve altcoinler arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamışlardır. Söz konusu altcoinler; ETH, XRP, BCH, ADA, LTC, NEM, NEO, XLM ve IOATA'dan oluşmaktadır. Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerini ise yöntem olarak kullanmışlardır. Söz konusu bu değişkenler, 15.12.2017-17.01.2018 dönemlerindeki günlük verilerden oluşmaktadır. Yaptıkları analizin neticesinde, BTC ile BCH ve XRP ile BTC arasında tek taraflı bir nedensellik ilişkisinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Kanat vd. (2018) çalışmalarında, Bitcoin ile BIST100 borsa endeksi ve G7 ülkelerine ait pay piyasası endeksleri arasındaki ilişkiyi hem uzun hem de kısa dönem açısından incelemişlerdir. Analize dahil edilen G7 ülkeleri ve borsa endeksleri; Fransa-CAC40, Almanya-DAX, İngiltere-FTSE100, İtalya-FMIB, Japonya-NIKKEI225, Amerika-SP500 ve Kanada-STSX'dir. Analizde kullanılan değişkenlerin tarihi 01.01.2013-26.01.2018 dönemini kapsayan günlük verilerden oluşmaktadır. İlk olarak Johansen Eşbütünleşme testini VECM (vektör hata düzeltme modeli) üzerinden yapmışlardır ve değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Fakat Bitcoin'in hata düzeltme katsayısının pozitif çıkmasından dolayı bu ilişkinin denge içerisinde olmadığını ve uzun dönemde Bitcoin'in analizde kullanılan borsa endekslerinden bağımsız bir şekilde hareket ettiğini tespit etmişlerdir. İkinci olarak ise Granger nedensellik analizini kullanmışlardır ve FTSE100 borsa endeksinin Bitcoin'in nedeni ve Bitcoin'in ise SP500 ve STSX borsa endekslerinin nedeni olduğunu sonucuna ulaşmışlardır.

Kılıç vd. (2018) çalışmalarında, BTC ile BIST100 arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yöntem olarak Engle-Granger ve Gregory-Hansen eşbütünleşme testleriyle Toda-Yamamoto ve Hacker-Hatemi-J nedensellik testlerini kullanmışlardır. Değişkenlerin tarihi 02.02.2012-06.03.2018 dönemlerini kapsayan günlük verilerden oluşmaktadır. Çalışmanın sonucuna göre, BTC fiyatı ile BIST100 borsa endeksi arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını ve sadece Toda-Yamamoto nedensellik testi sonucuna göre BIST100 ile BTC arasında bir nedensellik ilişkisinin olduğunu ama bu ilişkinin tek yönlü olduğunu tespit etmişlerdir.

Dere (2019) çalışmasında, BTC ile çeşitli makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Granger nedensellik testini yöntem olarak kullanmıştır. Çalışmada kullanılan makroekonomik göstergeler; faiz oranları, borsa endeksleri, döviz kurları ve emtialardan oluşmaktadır ve çalışmada, 16.07.2010-16.05.2019 dönemlerini kapsayan günlük verileri kullanmıştır. Yaptığı analizin neticesinde, Libor faiz oranlarının, Euro, Yen ve Yuan ile altının Bitcoin fiyatını etkilediğini tespit etmiştir. Ancak, Dow Jones 30 ve NIKKEI225 endekslerinin ise Bitcoin fiyatından etkilendiğini ortaya çıkarmıştır.

Gönül (2019) çalışmasında, Kripto para birimlerinin ekonomik göstergeler üzerindeki etkisini araştırmak için Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Dash, Bitcoin Cash, Ripple ile altın, tahvil, repo, petrol ve BIST100 değişkenlerini kullanıp yöntem olarak ise Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik

testlerinden yararlanmışlardır. Değişkenlerin tarihi Eylül 2018-Mart 2019 dönemlerini kapsayan günlük verilerden oluşmaktadır. Sonuç olarak, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu, BTC'den tahvile doğru, petrolden ise BTC'ye doğru tek taraflı nedensellik ilişkisinin olduğunu ve Ethereum ile ekonomik göstergeler arasında ise bir nedensellik ilişkisinin olmadığını tespit etmiştir.

İşcan (2020) çalışmasında, haftalık verilerden oluşan 2013:11-2019:10 dönemlerini kapsayan Bitcoin fiyatı ile dolar kuru, Türkiye-BIST100 endeksi ve faiz değişkeni arasındaki ilişkiyi incelemek için Var Modeli üzerinden Johansen eşbütünleşme testini uygulayıp aralarındaki kısa dönemli ilişkinin tespiti için de Granger nedensellik testini kullanmıştır. Çalışmanın neticesinde, Bitcoin ile analizde kullanılan değişkenler arasında hem eşbütünleşme ilişkisi hem de nedensellik ilişkisi olmadığını sonucuna varmıştır.

Polat ve Tuncel (2020) çalışmalarında, Bitcoin ile BIST100 endeksi arasındaki ilişkiyi incelemek için 24.11.2013-23.06.2019 dönemlerine ait haftalık verilerden yararlanmışlardır. Yöntem olarak ilk önce Johansen Eşbütünleşme Testi'ni kullanmışlar ve sonuç olarak BTC ile BIST100 arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. İkinci bir yöntem olarak da değişkenler arasındaki saklı eşbütünleşme ilişkisinin tespiti için "Hatemi-J – Irandoust (2012)" testinden yararlanmışlardır ve sonuç olarak BTC ile BIST100 arasında %1'lik önem seviyesinde eşbütünleşme olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Kartal ve Yağlı (2021) çalışmalarında, 01.01.2013-31.12.2019 dönemlerini kapsayan aylık verilerden oluşan Bitcoin ile BRICS ülkelerine ait pay piyasası endeksleri ve Türkiye-BIST100 endeksi arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmaya dahil edilen BRICS ülkeleri ve borsa endeksleri; Brezilya-BOVESPA, Rusya-MOEX, Hindistan-NIFTY50, Çin-SHANGAI ve Güney Afrika-JSE endekslerinden oluşmaktadır. Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerini yöntem olarak kullanmışlardır. Sonuç olarak değişkenler arasında bir adet eşbütünleşme olduğunu tespit etmişler ve Bitcoin fiyatlarının, analizde kullanılan borsalara yatırım yapanların uzun dönemdeki yatırım kararlarını etkilediğinin sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca, MOEX ve BIST100 endekslerinin Bitcoin'den etkilendiklerini ve Bitcoin'in ise SHANGAI endeksinden etkilendiğini tespit etmişlerdir.

Salihoglu ve Göv (2021) çalışmalarında, çoklu yapısal kırılmalar altında haftalık verilerden oluşan ve 18.07.2010-17.01.2021 dönemlerini kapsayan; petrol, altın ve gümüş ile Bitcoin arasındaki ilişkiyi incelemek için Maki (2012) eşbütünleşme testinden yararlanmışlardır. Çalışmanın neticesinde, Bitcoin ve emtia fiyatları arasında yapısal kırılmalı eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu tespit edip uzun dönem katsayılarını Dinamik En Küçük Kareler yani DOLS yöntemi ile tahmin etmişlerdir. Sonuç olarak, altının Bitcoin fiyatını pozitif yönde, gümüşün ve ham petrolün ise Bitcoin fiyatını negatif yönde etkilediğini belirtmiştir. Değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkinin tespit edilmesi için de Granger nedensellik testini yöntem olarak kullanmışlardır ve altının Bitcoin fiyatını etkilediğini tespit etmişlerdir.

Yaman (2021) çalışmasında, kripto para birimi Bitcoin'in hem döviz kurlarıyla (EUR/USD, JPY/USD, GBP/USD, CNY/USD ve INR/USD) hem de BIST100 endeksi ile ilişkisini incelemiştir. Değişkenlerin tarihi 02.02.2012-01.09.2020 dönemlerini kapsayan günlük verilerden oluşmaktadır. Çalışmada ilk olarak BTC'nin, BIST100 endeksiyle olan ilişkisini incelemek için Engle-Granger ve Gregory-Hansen eşbütünleşme ve Toda-Yamamoto nedensellik testlerinden yararlanmış ve çalışmada kullandığı değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını, kısa dönemde BIST100 endeksinin BTC fiyatını etkilediğini tespit etmiştir. BTC ile döviz kurları arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkiyi incelemek için ise Engle-Granger eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerinden faydalandığı

çalışmanın neticesinde, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu tespit etmiştir ve kısa dönemde Çin Yuanı'nın BTC fiyatını etkilediğinin sonucuna ulaşmıştır.

Yiğit ve Yiğit (2021) çalışmalarında, COVID-19 pandemi öncesi dönem ve COVID-19 pandemi dönemini ele alarak BTC ile BIST100, gram altın ve Amerikan Doları arasındaki ilişkiyi uzun ve kısa dönem açısından incelemiştir. Söz konusu değişkenler; pandemi öncesi döneme ait aylık verilerden oluşup Mayıs 2013 – Nisan 2021 dönemlerini, pandemi döneminde ise haftalık verilerden oluşup Aralık 2019–Nisan 2021 dönemlerini kapsamaktadır. Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerinden faydalandıkları çalışmanın neticesinde, pandemi öncesi dönemde ve pandemi döneminde değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin olmadığına sonucuna varmanın yanı sıra pandemi öncesi dönemde, Dolar'ın BIST100'ün ve gram altının Bitcoin fiyatını etkilediklerini, pandemi döneminde ise Bitcoin'in BIST100 endeksinin fiyatını etkilediğini tespit etmiştir.

Literatür taramasında görüleceği üzere seçili kripto para birimleri ile seçili pay piyasası endeksleri arasındaki ilişkiyi, mevcut çalışmada kullanılan ekonometrik yöntem ve değişken bakımından inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanılmadığı için çalışmanın ilerideki akademik çalışmalar için önem arz ettiği düşünülmektedir.

### 3. ARAŞTIRMADA KULLANILAN EKONOMETRİK YÖNTEM

Seçili borsa endeksleri ile sanal para olarak nitelendirilen BTC ve ETH arasındaki ilişkinin incelenmesini amaçlayan bu çalışmada, ilk olarak değişkenlerin durağanlık mertebelerini belirlemek için hem yeni nesil birim kök testi olup yapısal kırılmaları dikkate alan Enders ve Lee (2012) tarafından geliştirilen Fourier Birim Kök Testi kullanılmıştır hem de akademik çalışmalarda analizlerde sıklıkla kullanılan klasik birim kök testi olan Genişletilmiş Dickey-Fuller (1981) yani ADF Birim Kök Testi kullanılmıştır. Daha sonra, değişkenler arasındaki uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin tespiti için Tsong vd. (2016) tarafından geliştirilen Fourier Eşbütünleşme Testinden yararlanılmıştır. Aralarında eşbütünleşme ilişkisi çıkan değişkenlerin uzun dönem katsayıları ise DOLS metoduyla tahmin edilmeye çalışılmıştır. Son olarak ise değişkenler arasındaki kısa dönemli nedensellik ilişkisinin tespiti için pozitif ve negatif şokların dikkate alındığı Hatemi-j (2012) Asimetrik Nedensellik Analizinden yararlanılmıştır.

#### 3.1. Genişletilmiş Dickey-Fuller (1981) Birim Kök Testi

Zaman serileriyle yapılan ekonometrik analizlerde kullanılan değişkenlerin durağan olması gerekmektedir. Durağanlık kavramı, bir serinin varyansının ve ortalamasının zaman içerisinde değişmeyip sabit kalması ve kovaryansının da iki dönem arasındaki gecikmeye bağlı olarak gerçekleştiği durum olarak tanımlanmaktadır. Analizde kullanılan değişkenlerin durağan olmaması yani birim kök içermeleri halinde yüksek R<sup>2</sup> ve anlamlı t istatistik değerlerine maruz kalındığı için birim köklü değişkenlerle ekonometrik analiz yapılması halinde çıkan sonuçlar doğru olmamakta ve sahte regresyon sorununu beraberinde getirmektedir. Bu durumun ortadan kaldırılması için analizde kullanılan değişkenlerin durağan hale getirilmesi gerekmektedir (Bakır, 2021:90-91). ADF Birim Kök Testi'ne ait denklemler şunlardır (Akay vd., 2020:174-175):

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

$$\Delta Y_t = \mu + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = \mu + \beta T + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Birinci denklem sabit ve trendin olmadığı, ikinci denklem sadece sabitin olduğu ve üçüncü denklem ise sabitin ve trendin olduğu denklemlerdir. Ayrıca  $\delta$ ,  $\beta$  ve  $\mu$  serilerin katsayılarını,  $\varepsilon$  ise

hata terimini ve m uygun gecikme sayısını ifade etmektedir (Karakaya, 2022:93). ADF Birim Kök Testi için kurulan hipotezler şöyle açıklanmaktadır;

$H_0: \delta=0$  ise Seri birim köklüdür yani durağan dışıdır,

$H_1: \delta<0$  ise Seride birim kök yoktur yani durağandır.

Hesaplanan test istatistiği değerleri, MacKinnon 0.01, 0.05 ve 0.10 kritik değerleri ile karşılaştırılıp yorumlanmaktadır. Test istatistiği değerlerinin, kritik değerlerden mutlak değerce küçük olması halinde temel hipotez reddedilemeyeceği için serinin durağan dışı olduğu sonucu ortaya çıkacaktır. Ancak, test istatistiği değerlerinin kritik değerlerden mutlak değerce büyük çıkması durumunda ise temel hipotez reddedileceği için serinin durağan olduğu sonucu elde edilmektedir (Akay, vd., 2020:175).

### 3.2. Enders ve Lee (2012) Fourier Birim Kök Testi

Zaman serileri analizlerinde, doğrusal varsayımlara dayanan ve durağanlık seviyesinin belirlenmesi için kullanılan ilk birim kök testleri “Dickey ve Fuller (1979)” ve “Phillips Perron (1988)” birim kök testleri olup bu testler, yapısal kırılmaları dikkate almamaktadırlar. Bu nedenle, kırılmalı birim kök testlerinden daha zayıf sonuçların ortaya çıkmasına ve durağan dışılığın meydana gelmesine neden olmaktadır (Güriş, vd., 2020:88).

Perron (1989) yapmış olduğu çalışmasında, yapısal kırılmaları dışsal şekilde birim kök testine eklediği için birtakım eleştirilere maruz kalmıştır. Bu durum, yapısal kırılmaların içsel olarak belirlendiği Zivot ve Andrews (1992) tek kırılmalı, Lee ve Strazicich (2003) çift kırılmalı, vb. gibi birçok yeni birim kök testlerinin geliştirilmesine sebebiyet vermiştir. Ancak, geliştirilen bu birim kök testlerinde yapısal kırılma sayıları önsel olarak belirlendiği için birtakım eleştirilere maruz kalmıştır. Çünkü, yapılan bir analizde yapısal kırılma sayısı üçse ve bu analizin iki ya da daha fazla kırılmaya izin veren bir birim kök testiyle yapılması durumunda ortaya çıkan sonuçlar hatalı olmaktadır. Ortaya çıkan bu tür problemlerin giderilmesi için Fourier fonksiyonlarına dayalı testler geliştirilmiştir (İnal, 2020: 68-69). Fourier fonksiyonlar, diğer kırılmalı birim kök testlerindeki gibi aniden meydana gelen kırılma yapılarının ve sayılarının bilinmesinin gerekmediği varsayımından yola çıkılarak geliştirilmiştir. Fourier fonksiyonlarda, tahmin edilen modele trigonometrik terimlerin eklenmesiyle birim kök testi uygulamaktadır (Çobanoğlu, 2021:50-51). Ayrıca Fourier birim kök testleri, sert kırılmaların yanında yumuşak geçişli kırılmaları da kolayca tespit ettiği için zaman serisi analizlerindeki yapısal kırılmaların sayısı, konumu ve formundan etkilenmemektedir. Bu nedenle, diğer birim kök testlerinden daha güçlü sonuçlar ortaya çıkarmaktadır (Özer, 2020:2). ADF modeline trigonometrik terimlerin eklendiği Enders ve Lee (2012) tarafından geliştirilen FADF birim kök testine ait denklem şu şekildedir (İnal, 2020:70):

$$\Delta X_t = \rho X_{t-1} + \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \beta_3 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + e_t \quad (4)$$

4 nolu denklemdeki sin ve cos ifadeleri Fourier trigonometrik terimlerdir. k= frekans sayısı, t= trendi, T=örneklem boyutudur. DF tipi test istatistiği k ve T'ye bağlı olmaktadır. Araştırmacı, k=1 değerini belirlerse test doğrudan yapılabilmektedir. Ancak, k frekans değerinin tahmin edilmesi halinde kırılma için test 3 adımdan oluşmaktadır (Polat, 2021:41):

**İlk Adım:** Denklem 4'te, 1'den 5'e kadar tüm k frekans değerleri tahmin edilir. Bütün k değerleri için tahmin edilen tüm regresyonların en küçük kalıntı kareler toplamına (KKT) sahip olan regresyonun frekans değeri, uygun  $\hat{k}$  değeri olarak belirlenmektedir. Seride otokorelasyon tespit edilmesi durumunda  $\Delta y_t$ 'nin gecikmeli değerleri denklem 4'e eklenir.



**İkinci Adım:**  $\beta_2=\beta_3=0$  temel hipotezin test edilmesi için F testi uygulanır ve bu teste ait kritik değerler Enders ve Lee (2012)'nin yapmış oldukları çalışmasında Tablo 1'de yer almaktadır. Sonuç olarak hesaplanan F-testi değerinin kritik değerden küçük olması durumunda doğrusal trend temel hipotezi reddedilemeyeceği için Enders ve Lee böyle bir durumda klasik Dickey-Fuller (ADF) testinin uygulanabileceğini ifade etmiştir.

**Üçüncü Adım:** Denklem 4'te,  $p=0$  temel hipotezine ait test istatistiği  $T_{DF}$  olup,  $k$ 'nin tüm tahmin edilen değerleri için kritik değerler çalışmada tablo haline getirilmiştir.

### 3.3. Tsong, vd. (2016) Fourier Eşbütünleşme Testi

Eşbütünleşme kavramı, zaman serisi analizlerine 1980'li yıllarda girmiştir ve birçok ekonometrici, ortaya çıkan bu kavramı deneysel modellemenin en önemli gelişmesi olarak nitelendirmişlerdir. Eşbütünleşme, değişkenler arasındaki uzun dönemli bir denge ilişkisi olarak ifade edilmektedir. Banerjee vd. (1993), eşbütünleşmeyi denge ilişkilerinin istatistiksel ifadesi olarak tanımlamıştır ve değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olması halinde ise bu durumu değişkenlerin birlikte hareket ettiklerinin göstergesi olarak ifade etmiştir. Yapılan ekonometrik analizlerde, durağanlık mertebeleri birim kök testleriyle

belirlendikten sonra, değişkenler arasındaki uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığı bu testlerle incelenmektedir (İnal, 2020:110).

Geleneksel olarak ifade edilen Engle-Granger ve Johansen eşbütünleşme testleri yapısal kırılmaları dikkate almadıkları için birçok eleştiriye maruz kalmışlardır. Çünkü, yapısal kırılmaların dikkate alınmadığı analizlerde ortaya çıkan sonuçlar her zaman güvenilir olmamaktadır. Bundan dolayı, yapısal kırılmaların dikkate alındığı (Gregory-Hansen (1996), Johansen vd. (2000), vb.) birçok eşbütünleşme testleri geliştirilmiştir ve bu testler, sınırlı sayıda yapısal kırılmalara izin vermektedirler (İnal, 2020:73). Ancak yapısal kırılmaları dikkate alan eşbütünleşme testlerinde, ele alınan dönemin uzunluğu arttıkça kırılmaların sayısı da artmaktadır ve bu testlerin hem kırılma sayısı hem de formu, önsel olarak belirlendiği için uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin açıklanmasında yeteri kadar başarılı olamamaktadırlar (Özer, 2019:139). Ortaya çıkan bu sorunların giderilmesi ise Fourier fonksiyonların testlere dâhil edilmesiyle gerçekleşmiştir ve bu eşbütünleşme testleri, çoklu yapısal kırılmaları başarılı bir şekilde yakalayarak modele dahil etmektedirler. Burada, yapısal kırılmaların sayısı ve formu dikkate alınmadığı için Fourier eşbütünleşme testlerinin sonuçları diğer eşbütünleşme testlerinden daha güvenilir olmaktadır (İnal, 2020:74). Bu çalışmada Tsong vd. (2016) tarafından literatüre dahil edilen Fourier Eşbütünleşme Testi kullanılmıştır ve kurulan regresyon modeli şu şekilde kurulmuştur (Tsong vd., 2016:1087-1088):

$$y_t = d_t + x_t' \beta + \eta_t, t = 1, 2, \dots, T \quad (5)$$

Burada  $\eta_t = y_t + v_{1t}$ ,  $y_t = y_{t-1} + u_t$  ile  $y=0$  ve  $x_t = x_{t-1} + v_{2t}$ . Ayrıca, hata terimi olarak nitelendirilen  $u_t$ , sıfır ortalama ve varyansla ( $\sigma_u^2$ ) hem bağımsız hem de özdeş olarak dağılma özelliği gösterdiği için  $y_t$ , sıfır ortalamaya sahip rassal yürüyüş süreci göstermektedir. Burada, skalar  $v_{1t}$  ve  $p$ -vektörü  $v_{2t}$  durağan özellik gösterdikleri için  $y_t$  ve  $x_t$  değişkenleri birinci farklarında  $I(1)$  durağandır. Eğer,  $\sigma_u^2=0$  ve  $\eta_t = v_{1t}$  durağan bir süreci ifade ediyorsa  $y_t$  ve  $x_t$ 'nin eşbütünleşik olduklarından söz edilmektedir. Denklem 5'te yer alan  $d_t$  deterministik terim ise şu şekildedir:

$$d_t = \sum_{i=0}^m \delta_i t^i + f_t \quad (6)$$

Burada,  $m=0$  ya da  $m=1$  değerleri hem sabit terimi hem de sabit ve trend terimi değerlerini alabilmektedir.  $f_t$  Fourier fonksiyonu denklem 7'de gösterilmektedir:

$$f_t = \alpha_k \sin\left(\frac{2k\pi t}{T}\right) + \beta_k \cos\left(\frac{2k\pi t}{T}\right) \quad (7)$$

Denklem 7'deki k değeri en küçük frekans sayısını ifade etmektedir ve uygun frekans sayısı belirlendikten sonra Becker, vd. (2006) FKPSS birim kök testinde olduğu gibi Fourier trigonometrik terimlerinin yani F-istatistiğinin anlamlılığına bakılmaktadır. Böylece elde edilen F terimi değerlerinin Tsong vd.'nin kritik değerlerinden büyük çıkması durumunda kullanılan Fourier fonksiyonu modele dahil edilmektedir. Denklem 6 ve 7, denklem 5'e eklenerek eşbütünleşme ilişkisinin test edildiği model elde edilmektedir (Ela ve Pata, 2020:180):

$$y_t = \sum_{i=0}^m \delta_i t^i + \alpha_k \sin\left(\frac{2k\pi t}{T}\right) + \beta_k \cos\left(\frac{2k\pi t}{T}\right) + x_t' \beta + v_{1t} \quad (8)$$

FSHIN eşbütünleşme testi KPSS temel hipotezi yapısal kırılmalarla birlikte eşbütünleşmenin olduğunu belirten FSHIN Eşbütünleşme test istatistiği ise şu şekildedir:

$$CI_f^m = T^{-2} \hat{\omega}_1^{-2} \sum_{t=1}^T S_t^2 \quad (9)$$

$S_t = \sum_{t=1}^T \hat{v}_{1t}$  denklem 8'den elde edilen en küçük kareler kalıntılarına ait kısmi toplamını,  $\hat{\omega}_1^{-2}$ ,  $v_{1t}$  uzun dönem varyansı için tutarlı tahmincisini temsil etmektedir. FSHIN eşbütünleşme testi için kurulan hipotezler şu şekildedir:

$$\begin{aligned} H_0: \sigma_u^2 &= 0 \\ H_1: \sigma_u^2 &> 0 \end{aligned}$$

Burada, temel hipotez eşbütünleşmenin olduğu, alternatif hipotez ise eşbütünleşmenin olmadığı şeklinde kurulmuştur. Hesaplanan test istatistiği değerinin kritik değerden küçük bulunması durumunda değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Ters durumda ise temel hipotez reddedileceği için alternatif hipotez kabul edilmektedir ve değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkacaktır. Ayrıca, kritik değerler Tsong vd. (2016) tarafından yazılan makalede tablo haline getirilmiştir (Gazel, 2018:535).

Yapılan analizler neticesinde, aralarında eşbütünleşme ilişkisi bulunan değişkenlerin uzun dönem katsayı tahminleri ise DOLS yöntemiyle yani Dinamik En Küçük Kareler yöntemiyle elde edilmektedir. Stock-Watson (1993) tarafından geliştirilen bu yöntem, bağımsız değişkenlerin içsel olabilme sorununu dikkate almakta ve hem serilerdeki içsellik sorununun hem de otokorelasyon sorununun varlığında dahi başarılı ve güçlü sonuçlar elde etmektedir (Ela ve Pata, 2020:180). DOLS yöntemine ait denklem şu şekildedir (Özer, 2019:148):

$$Z = \alpha + X' \beta + \sum_{i=-p}^p \gamma \Delta X_{t+1} + \mu_t \quad (10)$$

Denklem 10'da p gecikme uzunluğunu (AIC), Z bağımlı değişkeni, X bağımsız değişkeni,  $\alpha$  sabit terimi ve  $\mu_t$  ise hata terimini temsil etmektedir. Bu yöntem, bağımsız değişkenlerin birinci farkını modele ekleyerek birim kök sorununu denklemden uzaklaştırdığı için başarılı sonuç vermektedir.

### 3.4. Hatemi-J (2012) Asimetrik Nedensellik Analizi

Ekonometrik analizlerde kullanılan nedensellik testleri, değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olup olmadığını incelemekte ve değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin bulunması durumunda ise bu ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla kullanılmaktadır (Bakır, 2021:106). Nedensellik kavramı ise, ilk kez Granger (1969) tarafından geliştirilmiştir ve günümüze kadar birçok nedensellik testi geliştirilmiştir. Geliştirilen nedensellik testlerinin birini de Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik testi oluşturmaktadır ve bu test, değişkenleri pozitif ve negatif şoklara ayırarak dikkate almaktadır. Hatemi-J (2012)'ye göre daha önce yapılan nedensellik testlerinin pozitif ve negatif şokların

etkilerinin aynı olduğunu ve bunların ayrımının yapılmadığını, bu yüzden de bunun kısıtlayıcı bir varsayım olduğunu ve finansal piyasalarda asimetrik bir yapı olduğu için şokların pozitif ve negatif olarak ayrıştırılması gerektiğini ileri sürmektedir. Çünkü, finansal piyasalarda meydana gelen bir şok karşısında yatırımcıların oluşan bu şoklara aynı derecede tepki vermeyeceklerini, negatif şoka kıyasla pozitif şoklara farklı tepkiler verilmektedir. HJ (2012) nedensellik testinde, kritik değerler Bootstrap yöntemiyle elde edilmenin yanı sıra bu test, normal dağılım göstermeyen veri setlerinde bile bu analiz yapılabilmektedir. Çünkü, birçok finansal piyasaya ait değişkenler normal dağılım özelliği göstermemekte ve oynaklıkları zaman içerisinde değişmektedir. Bu nedenle, finansal verilerle çalışma yapan araştırmacılar için bu önemli bir varsayım olmaktadır (Hatemi-j, 2012:448, Çağlar ve Mert, 2019:350). Granger ve Yoon (2002)'un saklı eşbütünlüşme analizinden yola çıkılarak nedenselliğe uyarlanan HJ (2012) testinde, entegre olan söz konusu iki değişken arasında nedensellik ilişkisinin olup olmadığını inceleyen  $y_{1t}$  ve  $y_{2t}$  değişkenlerine ait denklem şu şekildedir (Hatemi-j, 2012:449):

$$y_{1t} = y_{1t-1} + \varepsilon_{1t} = y_{1,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i} \quad (11)$$

$$y_{2t} = y_{2t-1} + \varepsilon_{2t} = y_{2,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i} \quad (12)$$

Burada,  $t=1, 2, \dots, T$ ,  $y_{1,0}$  ve  $y_{2,0}$  başlangıç değerleri olarak ifade edilmektedirler. Hata terimi olarak ifade edilen  $\varepsilon_{1i}$  ve  $\varepsilon_{2i}$  değişkenleri ise temiz dizi yani white noise özelliği göstermektedirler. Pozitif ve negatif şoklar ise şu şekilde gösterilmektedir:  $\varepsilon_{1i}^+ = \max(\varepsilon_{1i}, 0)$ ,  $\varepsilon_{2i}^+ = \max(\varepsilon_{2i}, 0)$ ,  $\varepsilon_{1i}^- = \min(\varepsilon_{1i}, 0)$ ,  $\varepsilon_{2i}^- = \min(\varepsilon_{2i}, 0)$  ve  $\varepsilon_{1i} = \varepsilon_{1i}^+ + \varepsilon_{1i}^-$ ,  $\varepsilon_{2i} = \varepsilon_{2i}^+ + \varepsilon_{2i}^-$  şeklinde gösterilmektedir. Tüm bu bilgilerden sonra  $y_{1t}$  ve  $y_{2t}$ 'ye ait denklemler aşağıda gösterilmektedir:

$$y_{1t} = y_{1t-1} + \varepsilon_{1t} = y_{1,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^- \quad (13)$$

$$y_{2t} = y_{2t-1} + \varepsilon_{2t} = y_{2,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^- \quad (14)$$

Kullanılan her bir değişkenin pozitif ve negatif şokları kümülatif yani birikimli bir şekilde tanımlanabilmekte ve şu şekilde gösterilmektedirler:  $y_{1t}^+ = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^+$ ,  $y_{1t}^- = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^-$ ,  $y_{2t}^+ = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^+$ ,  $y_{2t}^- = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^-$ . Burada dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise, her değişken üzerindeki pozitif ve negatif şokların etkisi kalıcı olmaktadır.  $y_t^+ = y_{1t}^+ + y_{2t}^+$  Denklemine yani pozitif birikimli şoklar arasındaki nedensellik etkisinin olduğu varsayılarak ve bu denkleme ait  $y_{1t}^+$  ve  $y_{2t}^+$  değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkisinin tespiti için ise denklem 15'te yer alan p gecikmeli VAR(p) modeli ile analiz edilerek belirlenmektedir:

$$y_t^+ = v + A_1 y_{t-1}^+ + \dots + A_p y_{t-p}^+ + u_t^+ \quad (15)$$

Denklem 15'te,  $y_t^+$   $2 \times 1$  boyutundaki değişkenlerin vektörünü,  $v$   $2 \times 1$  boyutundaki kesişim/sabit vektörünü ve  $u_t^+$  ise  $2 \times 1$  boyutundaki hata terimi vektörünü ifade etmektedir (burada temsil edilen değişkenler, pozitif şokların kümülatif toplamı şeklinde denklemde yer almaktadırlar).  $A_r$  matrisi ise ( $r=1, \dots, p$ ) r. gecikme için kullanılan  $2 \times 2$  boyutundaki parametreler matrisi olarak ifade edilmektedir. HJ (2012) nedensellik testinde kullanılması için birden fazla bilgi kriteri yer almaktadır ve bunlar; Akaike, Schwarz, Hannan-Quinn, Düzeltilmiş AIC, HJC, Use Maxlags bilgi kriterlerinden oluşmaktadır. Hatemi-J (2012) çalışmasında kendi bilgi kriterini önermiştir, ancak araştırmacılar çalışmalarında, VAR modeli üzerinden belirlediği gecikme uzunluğuna ait bilgi kriterlerini de kullanabilmektedir. Hatemi-J (2012)'ye ait HJC bilgi kriteri denklem 16'da gösterilmektedir.

$$HJC = \ln(|\hat{\Omega}_j|) + j \left( \frac{n^2 \ln T + 2n^2 \ln(\ln T)}{2T} \right), j = 0, \dots, p \quad (16)$$

Denklem 16'da gösterilen  $(|\hat{\Omega}_j|)$  katsayısı, j gecikme uzunluğuyla oluşturulup VAR modelindeki hata terimlerinin varyans-kovaryans matrisine ait tahmin determinantı, T gözlem sayısı, n

ise VAR modeline ait denklem sayısı olarak ifade edilmektedir. Yapılan analizde uygun gecikme uzunluğuna karar verildikten sonra, “ $y_t^+$ ”nın k. elementi  $y_t^+$ ’nin  $\omega$ . Elementinin Granger nedeni değildir” şeklindeki temel hipotez test edilmektedir ve bu test asimptotik  $X^2$  (Ki-kare) ile dağılım gösteren Wald test istatistiği ile hesaplanmaktadır. Yapılan bu nedensellik testi, verilerin normal dağılım göstermemeleri durumunda da uygulanabilmektedir. Değişkenlere nedensellik testi uygulandıktan sonra, test istatistiğine ait değerler Bootstrap simülasyonu tekniğinden elde edilen kritik değerlerle karşılaştırılarak analizde kullanılan değişkenler arasında asimetric nedensellik ilişkisinin olup olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır (Çağlar ve Mert, 2019:351).

#### 4. ARAŞTIRMAYA AİT VERİ SETİ

BTC ve ETH ile aralarındaki ilişkinin araştırıldığı ekonomik göstergeler, literatürde en çok kullanılan değişkenler arasından pay piyasası endeksleri olarak seçilmiştir. Söz konusu bu endeksler; Meksika- FTSE BIVA Real Time Index (Gerçek Zamanlı Endeks), Endonezya- IDX Composite, Güney Böylece mevcut analiz için toplamda 6 adet değişken kullanılmıştır ve bağımlı değişken olarak kripto paraların seçildiği bağımsız değişken olarak ise borsa endekslerinin kullanıldığı analizde, Covid-19 pandemi döneminde 438 adet gözlemden oluşan günlük veriler kullanılmış olup 02.01.2020-03.12.2021 dönemlerini kapsamaktadır. Çalışmada kullanılan tüm değişkenler [www.investing.com](http://www.investing.com) adresinden temin edilmiştir. Ayrıca [www.coinmarketcap.com](http://www.coinmarketcap.com) sitesinden alınan 5 Aralık 2021 tarihindeki verilere göre, Bitcoin’in piyasa değeri 926,131,843,285\$’dan, Ethereum’un piyasa değeri ise 492,736,895,118\$’dan oluşurken piyasa hakimiyet gücünün %40,4’ü Bitcoin’e, %21,5’i ise Ethereum’a aittir. Araştırmaya dahil edilen tüm değişkenler, Excel üzerinden doğal logaritmaları alınarak kullanılmıştır ve “LN” sembolü ile gösterilmiştir. Söz konusu araştırmanın gerçekleştirilmesi için Eviews-9, Winrats Pro-8 ve Gauss-6 programlarından yararlanılmıştır. Tablo 1’de analizde kullanılan değişkenler ve kısaltmaları yer almaktadır.

**Tablo 1.** Kullanılan Değişkenler ve Kısaltmaları

Değişkenler	Kısaltmaları
Bitcoin	BTC
Ethereum	ETH
FTSE BIVA Real Times Index	FTSE
IDX Composite	IDX
KOSPI	KOSPI
BIST100	BIST

Araştırmada kullanılmasına karar verilen değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla Covid-19 pandemi süreci dönemi baz alınarak 2 adet model kurulup şöyle açıklanmaktadır:

**Model-1:** Bağımlı değişken olarak seçilen Bitcoin ile bağımsız değişken olarak seçilen borsa endeksleri (FTSE, IDX, KOSPI ve BIST100) arasındaki ilişki ve nedensellik etkisi

$H_0$ : Borsa endeksleri ile Bitcoin arasında nedensellik ilişkisi yoktur.

$H_1$ : Borsa endeksleri ile Bitcoin arasında nedensellik ilişkisi vardır.

**Model-2:** Bağımlı değişken olarak seçilen Ethereum ile bağımsız değişken olarak seçilen borsa endeksleri (FTSE, IDX, KOSPI ve BIST100) arasındaki ilişki ve nedensellik etkisi

$H_0$ : Borsa endeksleri ile Ethereum arasında nedensellik ilişkisi yoktur.

$H_1$ : Borsa endeksleri ile Ethereum arasında nedensellik ilişkisi vardır.

## 5. ARAŞTIRMANIN ANALİZİ VE BULGULARI

Analize dahil edilen değişkenlere ilk olarak uygulanan ADF ve FADF birim kök testi sonuçları aşağıdaki tablolarda yer almaktadır. Böylece, yapılan birim kök testi sonuçlarına göre değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığının tespit edilmesi için gerekli ön koşulun sağlanması gerekmektedir. Ön koşuldaki kasıt, analizde kullanılan değişkenlerin düzey değerlerine uygulanan birim kök testlerine ait test istatistikleri değerinin kritik değerlerden mutlak değer olarak büyük çıkması ve aynı şekilde, birinci farkları alındıktan sonra da test istatistiği değerlerinin kritik değerlerden mutlak değerce büyük çıkması gerekmektedir. Ancak, FADF birim kök testinde ilk önce F-trigonometrik terimlerinin anlamlı olup olmadığına bakılmaktadır ve Fourier trigonometrik terim, Enders-Lee (2012)'nin çalışmasında bulunan kritik değerlerle karşılaştırılmaktadır. F-test istatistiği değerinin kritik değerlerden küçük olması halinde F-trigonometrik teriminin anlamsız olduğunu ifade eden temel hipotez reddedilmediği için F-teriminin anlamsız olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır ve bu nedenle, test istatistiği değerlerine bakılmasına gerek kalmadığı için değişkenlere, geleneksel ADF birim kök testi uygulanmakta ve bu testin sonuçları geçerli olmaktadır. Tablo 2’de Fourier ADF birim kök testi bulguları yer almaktadır.

**Tablo 2: FADF Birim Kök Testi Bulguları**

Değişkenler	Sabit					Sabit+Trend				
	Min RSS	K	F-İst	t-ist	Opt. Lag	Min RSS	k	F-ist	t-ist	Opt. Lag
LNBTC	1.229	3	3.284	-1.777	1	1.224	1	2.556	-2.204	1
LNETH	2.100	1	1.381	-1.410	1	2.050	1	3.439	-3.221	1
LNFTSE	0.076	1	5.013	-2.382	0	0.076	5	3.421	-2.893	0
LNIDX	0.082	4	3.427	-1.166	0	0.081	4	3.234	-3.893	0
LNKOSPI	0.100	4	3.575	-1.084	0	0.099	1	5.908	-2.927	0
LNBIST	0.106	4	7.526*	-0.135	0	0.105	4	7.575	-1.961	0
F- Kritik Değerler	%1 9.78	%5 7.29	%10 6.16			%1 11.52	%5 8.76	%10 7.53		

Min RSS: En küçük kalıntı kareler toplamını, k: Uygun frekans sayısını, Optimal lag: Uygun gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. \*:0.01 anlamlılık düzeyini temsil etmektedir.

Tablo 2’de hem sabitli modelde hem de sabitli ve trendli modelde F-istatistiği değerleri kritik değerlerden küçük olduğu için fourier terimin anlamsız olduğunu savunan temel hipotez ( $H_0$ ) reddedilememektedir ve F-istatistiğinin anlamsız olduğu sonucu tespit edilmiştir. Bu nedenle, değişkenlerin birim köklü olup olmadıklarının tespit edilmesi için kullanılan test istatistiği değerlerine bakmaya gerek kalmadığı için değişkenlere geleneksel ADF birim kök testi uygulanıp analize ADF birim kök testi sonucuna göre devam edilecektir. Tablo 3’te ADF birim kök testi bulguları yer almaktadır.

**Tablo 3: ADF Birim Kök Testi Bulguları**

Değişkenler	Düzye		Birinci Fark		Karar
	Sabit	Sabit+Trend	Sabit	Sabit+Trend	
LNBTC	-0.942 (0.774)	-1.652 (0.770)	-23.071 (0.000)	-23.048 (0.000)	I (1)
LNETH	-0.790 (0.820)	-2.437 (0.359)	-23.328 (0.000)	-23.302 (0.000)	I (1)
LNFTSE	-0.726 (0.837)	-2.526 (0.315)	-21.608 (0.000)	-21.643 (0.000)	I (1)
LNIDX	-1.418 (0.573)	-3.352 (0.119)	-9.927 (0.000)	-10.004 (0.000)	I (1)
LNKOSPI	-1.081 (0.724)	-1.752 (0.725)	-12.400 (0.000)	-12.389 (0.000)	I (1)
LNBIST	0.337 (0.980)	-1.572 (0.802)	-20.212 (0.000)	-20.281 (0.000)	I (1)
%1	-3.445	-3.979	-3.445	-3.979	

%5	-2.867	-3.420	-2.867	-3.420	
%10	-2.570	-3.132	-2.570	-3.132	

\*\*\*: %10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir. ( ): Olasılık değerlerini temsil etmektedir.

Tablo 3'te değişkenlerin düzey değerleri kullanılarak yapılan ADF birim kök testi bulgularına göre hem sabitli hem de sabitli ve trendli modelde tüm test istatistiği değerleri kritik değerlerden mutlak değerce küçük bulunmuştur. Bu nedenle, birim kökün olduğunu savunan temel hipotez reddedilemediği için değişkenlerin düzey değerlerinde durağan dışı yani birim köklü olduğu sonucu tespit edilmiştir. Daha sonra değişkenlerin birinci farkı alınarak tekrar birim kök testi yapıldığında, tüm değişkenlerin test istatistiği değerleri hem sabitli hem de sabitli ve trendli modelde kritik değerlerden mutlak değerce büyük olduğu için değişkenlerin birim köklü olduğunu savunan temel hipotez reddedilip değişkenlerin durağan olduğunu savunan alternatif hipotez kabul edilmektedir. Böylece, değişkenlerin hem sabitli hem de sabitli ve trendli modelde birinci farklarında durağan yani I (1) oldukları sonucu tespit edilmiştir ve analize I (1) düzeyde durağan bulunan değişkenlerle devam edilmesine karar verilmiştir.

### 5.1. Model-1 Analiz Sonuçları

Yapılan birim kök testleri sonucunda, değişkenlerin bütünleşme derecelerinin I (1) olduğu tespit edilmiş ve aralarındaki uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin tespiti Tsong vd. (2016)'nin Fourier eşbütünleşme testi ile sınanmıştır. Bu eşbütünleşme testinde ilk önce test istatistiği değerinin sonuçlarına bakılıp bu değer, Tsong vd. (2016) yılındaki çalışmasında yer alan kritik değerler ile karşılaştırılmaktadır. Test istatistiği değerinin kritik değerlerden küçük çıkması halinde eşbütünleşmenin olduğunu savunan temel hipotez kabul edilecektir ve böylece değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu sonucu tespit edilecektir. Aralarında eşbütünleşme ilişkisi bulunan değişkenlerin ise fourier trigonometrik terimlerinin anlamlı olup olmadığına bakılmaktadır. Fourier terimini ifade eden F-istatistiği değerleri Tsong vd. (2016) yılındaki çalışmasında yer alan F-kritik değerleri ile karşılaştırılmaktadır. F-istatistiği değerinin F-kritik değerden büyük çıkması durumunda fourier trigonometrik terimin anlamsız olduğunu ileri süren temel hipotez ( $H_0$ ) reddedilip fourier trigonometrik terimin anlamlı olduğunu ileri süren alternatif hipotez ( $H_1$ ) kabul edilecektir ve F-teriminin anlamlı olduğu sonucu tespit edilmiş olacaktır. Bağımlı değişken olarak Bitcoin'in seçildiği ve bağımsız değişken olarak borsa endekslerinin (FTSE, IDX, KOSPI ve BIST) seçildiği değişkenlere ait hem sabitli hem de trendli modelin yer aldığı Fourier eşbütünleşme (FSHIN) testine ait bulgular Tablo 4'te yer almaktadır.

**Tablo 4:** Model-1 için FSHIN Testi Bulguları

Sabit						Sabit+Trend					
P	K	t-ist	%1	F-ist	%1	p	k	t-ist	%1	F-ist	%1
			%5		%5				%5		%5
			%10		%10				%10		%10
4	2	0.059	0.171	5.175	5.774	4	2	0.040	0.086	10.147	5.860
			0.097		4.066				0.055		4.019
			0.072		3.352				0.044		3.306

p: Bağımsız değişken sayısını, k: uygun frekans sayısını ifade etmektedir.

Tablo 4'te yer alan hem sabitli hem de sabitli ve trendli modele ait test istatistiği değerleri tüm anlam düzeylerinde kritik değerlerden küçük olduğu için eşbütünleşmenin olduğunu savunan temel hipotez kabul edilmektedir ve değişkenler arasında her iki model için de eşbütünleşme ilişkisinin olduğu sonucu ortaya çıkıp söz konusu bu değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle, değişkenlerin fourier trigonometrik teriminin anlamlı olup olmadığına belirlenmesi gerekmektedir. Sabitli modelde fourier trigonometrik terim %5 ve %10 anlam düzeylerinde ve trendli modelde de tüm anlam düzeylerinden büyük olduğu için fourier terimin anlamlı olduğunu savunan

alternatif hipotez kabul edilmektedir ve böylece, yapılan eşbütünleşme testi sonuçlarının geçerli olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Aralarında eşbütünleşme ilişkisi bulunan değişkenlere ait uzun dönem katsayılar ise Stock-Watson (1993) tarafından geliştirilen DOLS yöntemi ile tahmin edilmiştir ve bu yöntemde standart hatalar düzeltilerek modele eklendiği için DOLS yöntemine ait test istatistiği değerleri; 2.5 ve üzerinde değer alması durumunda %1, 1.96 ve üzerinde değer alması durumunda %5 ve 1.64 ve üzerinde değer alması durumunda ise %10 kritik değerleri ile tahmin edilip yorumlanmaktadır (Mert ve Çağlar, 2019:266). DOLS yöntemine ait bulgular Tablo 5'te yer almaktadır.

**Tablo 5:** Model-1 için DOLS Yöntemi Bulguları

Değişkenler	Sabit			Sabit+Trend		
	Katsayılar	Standart Hata	Test İstatistiği	Katsayılar	S.H.	t-ist
LNFTSE	2.297	1.895	1.212	-1.204	0.903	-1.333
LNIDX	-2.850	3.253	-0.876	2.774	1.515	1.831***
LNKOSPI	2.448	1.515	1.616	0.579	0.643	0.901
LNBIŞT	1.939	2.085	0.930	-0.239	0.859	-0.279
C	-14.151	12.210	-1.159	-9.812	4.668	-2.102**
T	-	-	-	0.005	0.000	6.364*
SİN	0.140	0.128	1.088	0.286	0.053	5.321*
COS	0.058	0.181	0.324	-0.027	0.069	-0.393

\*, \*\*, \*\*\*: 0.01, 0.05 ve 0.10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir. C: Sabit Terim, T: Trend Terimi.

Model-1'e ait uzun dönem katsayı tahminlerinin ve fourier trigonometrik terimlerin yer aldığı Tablo 5'te, sadece sabitli ve trendli modelde LNIDX endeksinin katsayı değeri %10'a göre, sabit terimin katsayısı %5' göre, trendin ve sinüsün katsayısı ise %1'e göre anlamlı bulunmuştur. Pandemi döneminde LNIDX endeksindeki %1 birimlik artış uzun dönemde BTC fiyatı üzerinde %2,77 birim artışa neden olmaktadır. Sonuç olarak, pandemi döneminde sabitli modelde yer alan tüm bağımsız değişkenlerin Bitcoin üzerinde bir etkilerinin olmadığı ve trendli modelde ise sadece LNIDX borsa endeksinin BTC üzerinde hem pozitif yönde hem de arttırıcı yönde bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Değişkenler arasındaki kısa dönemli nedensellik ilişkinin tespit edilmesi için pozitif ve negatif şok ayrımının yapıldığı Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik testi kullanılmıştır. Bu hususta, mevcut çalışmada değişkenlere yapılan birim kök testi sonuçlarına göre belirlenen maksimum bütünsel dereceleri dikkate alınarak VAR modeli kurulmuş ve değişkenlerin uygun gecikme uzunluğu Akaike (AIC) bilgi kriterine göre belirlenmiştir. Ayrıca, analiz hem pozitif şok durumlarını hem de negatif şok durumlarını ayrı ayrı değerlendirip değişkenler arasındaki ilişkinin yapısını ortaya çıkarmaktadır. Değişkenlere uygulanan nedensellik testi sonucunda, test istatistiği değeri Bootstrap kritik değerleri ile karşılaştırılmaktadır ve t-istatistiği değerinin kritik değerlerden büyük olması durumunda nedenselliğin olmadığını ifade eden temel hipotez ( $H_0$ ) reddedilir ve nedenselliğin olduğunu ifade eden alternatif hipotez ( $H_1$ ) kabul edilerek X değişkeninin Y değişkeninin nedeni olduğu sonucu elde edilmektedir. Finansal piyasalarda ise bireylerin pozitif şoklara kıyasla negatif şoklara daha fazla tepki verdikleri bilindiği için mevcut çalışmanın hem kazandıran hem de kaybettiren dönemlerde seçili ekonomik göstergelerle Bitcoin ve Ethereum'un birbirlerini nasıl etkiledikleri sonucunu ortaya çıkararak yatırımcılara ve işletmelere katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin tespiti için VAR modeli kurularak gecikme uzunluğunun AIC bilgi kriterine göre belirlendiği Tablo 6'da BTC ile borsa endekslerine ait Hatemi-J (2012) nedensellik testi bulguları yer almaktadır.

**Tablo 6:** Model-1 için Hatemi-J Nedensellik Testi Bulguları

Sıfır Hipotezi	WALD Test İstatistiği	%1	%5	%10	k
LNFTSE <sup>+</sup> ≠ LNBTCT <sup>+</sup>	48.093 <sup>a</sup>	7.707	4.088	2.855	
LNFTSE <sup>-</sup> ≠ LNBTCT <sup>-</sup>	47.425 <sup>a</sup>	6.907	3.985	2.832	

$LNBTC^+ \neq LNFSE^+$	12.222 <sup>a</sup>	6.983	3.887	2.741	1
$LNBTC^- \neq LNFSE^-$	11.944 <sup>a</sup>	7.129	3.994	2.869	
$LNIDX^+ \neq LNBTC^+$	3.882	18.512	13.527	11.122	6
$LNIDX^- \neq LNBTC^-$	4.646	18.102	13.110	11.027	
$LNBTC^+ \neq LNIDX^+$	19.802 <sup>a</sup>	19.001	13.754	11.493	
$LNBTC^- \neq LNIDX^-$	19.561 <sup>a</sup>	18.123	13.573	11.286	
$LNKOSPI^+ \neq LNBTC^+$	2.842	20.974	15.561	12.937	7
$LNKOSPI^- \neq LNBTC^-$	2.763	21.027	15.493	12.975	
$LNBTC^+ \neq LNKOSPI^+$	7.264	21.226	15.539	13.139	
$LNBTC^- \neq LNKOSPI^-$	7.052	21.166	15.380	13.035	
$LNBIST^+ \neq LNBTC^+$	4.459	18.826	13.522	11.250	6
$LNBIST^- \neq LNBTC^-$	6.597	18.892	13.646	11.404	
$LNBTC^+ \neq LNBIST^+$	15.398 <sup>b</sup>	18.366	13.671	11.376	
$LNBTC^- \neq LNBIST^-$	15.202 <sup>b</sup>	19.716	13.822	11.306	

a, b: Test istatistiklerinin %1, %5 düzeylerinde anlamlı olduklarını ifade etmektedir.  $\neq$  Notasyonu değişkenler arasında nedenselliğin olmadığını ifade eden temel hipotezi, k: Uygun gecikme uzunluğunu, %1, %5 ve %10: Bootstrap kritik değerlerini ifade etmektedir.

- **(BTC<sup>+</sup> ⇔ FTSE<sup>+</sup>):** Ekonomide yaşanan yükseliş dönemlerinde, BTC'nin pozitif şokları ile FTSE endeksinin pozitif şokları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu,
- **(BTC<sup>-</sup> ⇔ FTSE<sup>-</sup>):** Ekonomide yaşanan düşüş dönemlerinde, BTC'nin negatif şokları ile FTSE endeksinin negatif şokları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu,
- **(BTC<sup>+</sup> ⇒ IDX<sup>+</sup>):** Ekonomide yaşanan yükseliş dönemlerinde, BTC'nin pozitif şoklarından IDX endeksinin pozitif şoklarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu,
- **(BTC<sup>-</sup> ⇒ IDX<sup>-</sup>):** Ekonomide yaşanan düşüş dönemlerinde, BTC'nin negatif şoklarından IDX endeksinin negatif şoklarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu,
- **(BTC<sup>+</sup> ⇏ KOSPI<sup>+</sup>):** Ekonomide yaşanan yükseliş dönemlerinde, BTC'nin pozitif şokları ile KOSPI endeksinin pozitif şokları arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı,
- **(BTC<sup>-</sup> ⇏ KOSPI<sup>-</sup>):** Ekonomide yaşanan düşüş dönemlerinde, BTC'nin negatif şokları ile KOSPI endeksinin negatif şokları arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı,
- **(BTC<sup>+</sup> ⇒ BIST<sup>+</sup>):** Ekonomide yaşanan yükseliş dönemlerinde, BTC'nin pozitif şoklarından BIST endeksinin pozitif şoklarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu,
- **(BTC<sup>-</sup> ⇒ BIST<sup>-</sup>):** Ekonomide yaşanan düşüş dönemlerinde, BTC'nin negatif şoklarından BIST endeksinin negatif şoklarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

## 5.2. Model-2 Analiz Sonuçları

Bağımlı değişken olarak seçilen Ethereum'un ve bağımsız değişken olarak seçilen borsa endekslerine (FTSE, IDX, KOSPI ve BIST) ait hem sabitli hem de sabitli ve trendli modelin yer aldığı Fourier eşbütünlüşme testi bulguları Tablo 7'de yer almaktadır.

**Tablo 7:** Model-2 için FSHIN Testi Bulguları

p	K	t-ist	Sabit			Sabit+Trend									
			%1	%5	%10	P	k	t-ist	%1	%5	%10				
4	1	0.050	0.096	0.061	0.050	5.774	4.066	3.352	0.086	0.055	0.044	12.159	5.860	4.019	3.306

p: Bağımsız değişken sayısını, k uygun frekans sayısını temsil etmektedir.



Tablo 7’de yer alan hem sabitli hem de sabitli ve trendli modele ait test istatistiği değerleri tüm anlam düzeylerinde kritik değerlerden küçük bulunmuştur. Bu nedenle, eşbütünleşmenin olduğunu savunan temel hipotez kabul edilmektedir ve değişkenlerin uzun dönemde beraber hareket ettikleri sonucu tespit edilmiştir. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunduğu için değişkenlerin fourier trigonometrik teriminin anlamlı olup olmadığını belirlenmesi gerekmektedir. Sabitli modelde fourier terimi %5 ve %10 anlam düzeylerinden, sabitli ve trendli modelde ise tüm anlam düzeylerinden büyük olduğu için fourier terimin anlamlı olduğunu savunan alternatif hipotez kabul edilmektedir. Fourier terim anlamlı çıktığı için yapılan eşbütünleşme testi sonuçlarının geçerli olduğu tespit edilmiştir. Değişkenlerin uzun dönem katsayıları DOLS metodu ile tahmin edilmiştir ve bulguları Tablo 8’de yer almaktadır.

**Tablo-8: Model-2 için DOLS Yöntemi Bulguları**

Değişkenler	Sabit			Sabit+Trend		
	Katsayılar	Standart Hata	Test İstatistiği	Katsayılar	S.H.	t-ist
LNFTSE	-1.238	4.579	-0.270	0.216	1.082	0.200
LNIDX	-3.779	3.000	-1.260	1.829	1.814	1.008
LNKOSPI	5.536	2.054	2.694*	0.883	0.771	1.146
LNBIŞT	3.219	2.193	1.468	-0.496	1.029	-0.482
C	-18.818	14.735	-1.277	-15.623	5.592	-2.794*
T	-	-	-	0.007	0.000	7.501*
SİN	-0.176	0.425	-0.414	0.178	0.064	2.766*
COS	0.521	0.325	1.605	-0.088	0.083	-1.056

\*:0.01 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

DOLS yöntemi sonuçlarının yer aldığı Tablo 8’de sabitli modelde, bağımsız değişkenlerden sadece LNKOSPI borsa endeksinin katsayı değeri %1’e göre anlamlı bulunmuştur. Bu bağlamda, LNKOSPI endeksindeki %1 birimlik bir artış uzun dönemde ETH üzerinde %5.53 birim artışa neden olmaktadır. Sabitli ve trendli modelde ise bütün bağımsız değişkenlerin ve cosinüsün katsayı değerleri anlamsız bulunmuştur. Bu nedenle pandemi döneminde bu dört endeksin uzun dönemde ETH üzerinde bir etkilerinin olmadığı ve birbirlerinden bağımsız bir şekilde hareket ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Değişkenler arasındaki kısa dönemli nedensellik ilişkisinin tespiti için VAR modeli kurularak uygun gecikme uzunluğunun AIC bilgi kriterine göre belirlendiği Model-2 için Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik bulguları Tablo 9’da yer almaktadır.

**Tablo-9: Model-2 Hatemi-J Nedensellik Testi Bulguları**

Sıfır Hipotezi	WALD Test İstatistiği	%1	%5	%10	k
LNFTSE <sup>+</sup> ≠ LNETH <sup>+</sup>	58.108 <sup>a</sup>	6.846	4.125	2.876	1
LNFTSE <sup>-</sup> ≠ LNETH <sup>-</sup>	58.127 <sup>a</sup>	6.815	4.039	2.820	
LNETH <sup>+</sup> ≠ LNFTSE <sup>+</sup>	13.690 <sup>a</sup>	6.852	3.995	2.790	
LNETH <sup>-</sup> ≠ LNFTSE <sup>-</sup>	13.564 <sup>a</sup>	6.835	3.927	2.820	
LNIDX <sup>+</sup> ≠ LNETH <sup>+</sup>	6.506	17.999	13.413	11.227	6
LNIDX <sup>-</sup> ≠ LNETH <sup>-</sup>	6.328	18.511	13.516	11.320	
LNETH <sup>+</sup> ≠ LNIDX <sup>+</sup>	2.043	18.333	13.319	11.136	
LNETH <sup>-</sup> ≠ LNIDX <sup>-</sup>	2.041	18.252	13.491	11.289	
LNKOSPI <sup>+</sup> ≠ LNETH <sup>+</sup>	9.522	22.022	16.412	14.132	8
LNKOSPI <sup>-</sup> ≠ LNETH <sup>-</sup>	9.048	22.165	16.649	14.233	
LNETH <sup>+</sup> ≠ LNKOSPI <sup>+</sup>	16.278 <sup>c</sup>	21.651	16.458	14.117	
LNETH <sup>-</sup> ≠ LNKOSPI <sup>-</sup>	15.866 <sup>c</sup>	21.810	16.826	14.324	
LNBIŞT <sup>+</sup> ≠ LNETH <sup>+</sup>	12.654 <sup>b</sup>	13.777	9.895	8.075	4
LNBIŞT <sup>-</sup> ≠ LNETH <sup>-</sup>	12.359 <sup>b</sup>	14.219	10.017	8.152	
LNETH <sup>+</sup> ≠ LNBIŞT <sup>+</sup>	8.660 <sup>c</sup>	14.338	9.980	8.197	
LNETH <sup>-</sup> ≠ LNBIŞT <sup>-</sup>	8.503 <sup>c</sup>	14.444	10.031	8.157	

a, b, c: Test istatistiklerinin %1, %5, %10 düzeylerinde anlamlı olduklarını ifade etmektedir.  $\neq$ Notasyonu değişkenler arasında nedenselliğin olmadığını ifade eden temel hipotezi, k: Uygun gecikme uzunluğunu, %1, %5 ve %10: Bootstrap kritik değerlerini ifade etmektedir.

- **(ETH<sup>+</sup>⇔FTSE<sup>+</sup>)**: Ekonomide yaşanan yükseliş dönemlerinde, Ethereum'un pozitif şokları ile FTSE endeksinin pozitif şokları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu,
- **(ETH⇔FTSE<sup>-</sup>)**: Ekonomide yaşanan düşüş dönemlerinde, Ethereum'un negatif şokları ile FTSE endeksinin negatif şokları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu,
- **(ETH<sup>+</sup>⇏IDX<sup>+</sup>)**: Ekonomide yaşanan yükseliş dönemlerinde, ETH'nin pozitif şokları ile IDX endeksinin pozitif şokları arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı,
- **(ETH⇏IDX<sup>-</sup>)**: Ekonomide yaşanan düşüş dönemlerinde, ETH'nin negatif şokları ile IDX endeksinin negatif şokları arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı,
- **(ETH<sup>+</sup>⇒KOSPI<sup>+</sup>)**: Ekonomide yaşanan yükseliş dönemlerinde, Ethereum'un pozitif şoklarından KOSPI endeksinin pozitif şoklarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu,
- **(ETH⇒KOSPI<sup>-</sup>)**: Ekonomide yaşanan düşüş dönemlerinde, Ethereum'un negatif şoklarından KOSPI endeksinin negatif şoklarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu,
- **(ETH<sup>+</sup>⇔BIST<sup>+</sup>)**: Ekonomide yaşanan yükseliş dönemlerinde, Ethereum'un pozitif şokları ile BIST endeksinin pozitif şokları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu,
- **(ETH⇔BIST<sup>-</sup>)**: Ekonomide yaşanan düşüş dönemlerinde, Ethereum'un negatif şokları ile BIST endeksinin negatif şokları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

## 6. SONUÇ

Bu çalışmada, Covid-19 pandemi döneminde seçili borsa endeksleri ile Bitcoin ve Ethereum arasındaki ilişkinin uzun ve kısa dönem açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Çünkü, kripto paraları etkileyebilecek birçok temel faktörün olduğu düşünülmektedir. Araştırmaya dahil edilen borsa endeksleri; MIST ülkelerine ait Meksika- FTSE BIVA Real Time Index, Endonezya-IDX Composite, Güney Kore-KOSPI ve Türkiye-BIST100 endekslerinden oluşmaktadır. Pandemi döneminde 438 adet gözlemden oluşan günlük veriler kullanılmış olup 02.01.2020-03.12.2021 dönemlerini kapsamaktadır. Çalışmada, bağımlı değişken olarak kripto paraların seçildiği bağımsız değişken olarak ise borsa endekslerinin kullanıldığı analizde, Covid-19 pandemi dönemi için bağımlı değişken olarak seçilen BTC ile bağımsız değişken olarak seçilen borsa endeksleri arasındaki ilişkiyi ve bağımlı değişken değişken olarak seçilen ETH ile bağımsız değişken olarak seçilen borsa endeksleri arasındaki ilişkiyi incelemek için toplamda 2 adet model kurulmuştur.

Değişkenlerin durağanlık mertebelerinin sınanması için tüm değişkenlere hem yapısal kırılmaları dikkate almayan geleneksel ADF hem de yapısal kırılmaları dikkate alan FADF birim kök testleri uygulanmıştır. FADF birim kök testi sonucunda, değişkenlere ait fourier terimlerine ait değerler anlamsız bulunduğu için değişkenlere ADF birim kök testi uygulanmıştır ve tüm değişkenlerin I (1) düzeyinde yani birinci farklarında durağan oldukları tespit edilerek analize, ADF birim kök testinin sonucu ile devam edilmiştir.

Covid-19 pandemi döneminde, değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin var olup olmadığını tespit etmek amacıyla değişkenlere uygulanan Fourier Eşbütünleşme testi sonucunda, pandemi döneminde değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde, genellikle kripto para birimlerinin öncüsü olan Bitcoin ile BIST100 borsa

endeksi arasındaki ilişki incelenmiştir, ancak mevcut çalışmada, Bitcoin ile beraber Ethereum da analize dahil edilerek ekonomik göstergelerle olan ilişkisi açıklanmıştır. Mevcut çalışmayla hem kullanılan ekonometrik yöntem bakımından hem de seçilen değişkenler bakımından örtüşen birebir çalışma olmamakla beraber, analiz sonuçlarıyla paralellik gösteren literatürdeki çalışmalardan; Güleç vd. (2018), Kanat vd. (2018), Gönül (2019), Kartal ve Yağlı (2021), Salihoğlu ve Göv (2021) çalışmaları elde edilen bulgularla benzerlik gösterirken Kılıç vd. (2018), İşcan (2020), Yaman (2021), Yiğit ve Yiğit (2021) çalışmaları elde edilen bulgularla benzerlik göstermemektedir.

Değişkenlerin uzun dönem katsayıları hem sabitli model için hem de sabitli ve trendli model için DOLS metoduyla tahmin edilerek bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisinin nasıl ve ne yönde olduğu tespit edilmiştir. Covid-19 pandemi dönemine ait uzun dönem katsayı tahmini sonuçlarına göre; Model-1’de pandemi döneminde; IDX endeksinin uzun dönemde Bitcoin’i pozitif yönde etkilediği ve BIST100, KOSPI, FTSE endekslerinin ise uzun dönemde BTC üzerinde bir etkilerinin olmadığı ve BTC’den bağımsız hareket ettikleri tespit edilmiştir. Model-2’de pandemi döneminde; KOSPI endeksinin uzun dönemde ETH üzerinde pozitif etkisinin olduğu ve BIST100, IDX, FTSE endekslerinin uzun dönemde ETH üzerinde etkilerinin olmadığı tespit edilmiştir.

Yapılan eşbütünleşme testinden ve uzun dönem katsayı tahminlerinden sonra pandemi döneminde, değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkinin incelenmesi için ekonomide yaşanan yükseliş ve düşüş dönemlerindeki hareketleri daha iyi ortaya çıkarmak amacıyla pozitif ve negatif şokların ayrıştırıldığı asimetrik Hatemi-J (2012) nedensellik testinden yararlanılmıştır. Pandemi döneminde değişkenlere yapılan nedensellik testi sonuçlarının yer aldığı birinci modelde; ekonomide pozitif şokların yaşandığı yükseliş dönemlerinde ve negatif şokların yaşandığı düşüş dönemlerinde, BTC’nin pozitif ve negatif şokları ile FTSE endeksinin pozitif ve negatif şokları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, BTC ve FTSE endeksi fiyatlarında meydana gelen artış ve azalışların birbirini etkiledikleri ortaya çıkmıştır. BTC’nin pozitif ve negatif şoklarından hem IDX hem de BIST100 endekslerinin pozitif ve negatif şoklarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu ve pandemi döneminde, BTC fiyatında meydana gelen artış ve azalışın IDX ve BIST100 borsa endeksleri üzerinde artış ve azalışa neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. BTC’nin pozitif ve negatif şokları ile KOSPI endeksinin pozitif ve negatif şokları arasında ise herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ve bu durum, yatırımcılar açısından değerlendirildiğinde BTC ve KOSPI endeksinin pandemi döneminde aynı portföy içerisinde bulundurulmasının risk teşkil etmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Hatemi-J asimetrik nedensellik testi sonuçlarının yer aldığı ikinci modelde; ekonomide pozitif şokların yaşandığı yükseliş dönemlerinde ve negatif şokların yaşandığı düşüş dönemlerinde hem FTSE endeksinin hem de BIST100 endeksinin pozitif ve negatif şokları ile ETH’nin pozitif ve negatif şokları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. ETH’nin pozitif ve negatif şokları ile IDX endeksinin pozitif ve negatif şokları arasında ise herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı tespit edildiği için pandemi döneminde, bu iki değişkenin birbiri üzerinde artış ve azalışa neden olmadığı da ortaya çıkmıştır. ETH’nin pozitif ve negatif şoklarından KOSPI endeksinin pozitif ve negatif şoklarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edildiği için pandemi döneminde, ETH fiyatında meydana gelen artış ve azalışın KOSPI endeksi fiyatı üzerinde artış ve azalışa neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda, pandemi döneminde sadece ETH ve IDX endeksinin aynı portföy içerisinde değerlendirilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Literatürde, mevcut çalışma ile ilgili kullanılan yöntem bakımından birebir örtüşen bir çalışma olmadığı için kripto para birimleriyle seçili ekonomik göstergeler arasındaki kısa dönem nedensellik ilişkisini inceleyen bu çalışma, literatür için önem arz etmektedir. Son olarak, analizde elde edilen

nedensellik testi sonuçlarıyla paralellik gösteren ve paralellik göstermeyen çalışmalara değinecek olursak; Kanat ve Öget (2018) ile BTC ile BIST100 arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını; Kılıç ve Çütücü (2018), BIST100 endeksinden BTC'ye doğru nedensellik ilişkisinin olduğunu; Gönül (2019), BTC ve ETH'nin BIST100 arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını; İşcan (2020), BTC ile BIST100 endeksi arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını; Kartal ve Yağlı (2021), BIST100 endeksinden BTC'ye doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğunu; Yaman (2021), BIST100'den BTC'ye doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğunu, Yiğit ve Yiğit (2021), pandemi döneminden önce BIST100 endeksinden BTC'ye doğru nedensellik ilişkisinin olduğunu, pandemi döneminde ise BTC'den BIST100 endeksine doğru nedensellik ilişkisinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan analizler sonucunda, kripto para birimlerini etkileyen birçok faktörün olduğu tespit edilmiş ve yapı bakımından geleneksel finansal sektörlerden ayrıışan kripto para birimlerinin, makroekonomik göstergelerle ilişki içerisinde olması bakımından yatırım kararı alınması halinde, bu durumların da göz önünde bulundurulması gerektiği sonucuna varılmıştır. Mevcut çalışmada elde edilen bulguların, kripto para piyasalarına yön verdikleri düşünülen ve piyasa hakimiyet gücünü ellerinde bulduran Bitcoin ve Ethereum dışında diğer kripto para birimleri için de dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır. Kripto paraların volatiliteleri yüksek olduğu için bu piyasada ani yükselişlerle birlikte ani düşüşler de meydana gelmektedir ve bu durum, yatırım açısından risk teşkil etmenin yanı sıra bazen yatırımcıların zarara da uğratmaktadır. Özellikle Covid-19 pandemi döneminde dünya geneline yayılan ekonomik durgunluğa rağmen BTC ve ETH'nin fiyatlarında artışlar meydana geldiği için bu dönemde kripto paralar, yatırımcıların ilgisini çekmiştir. Mevcut çalışma, meydana gelen küresel sağlık krizinde kripto paraların hangi tür değişkenlerden etkilendiğini ortaya koyarak yatırımcılar için önem teşkil etmektedir. Kripto para fiyatları yüksek volatilitelere sahip oldukları için bu durum yatırımcıların, yatırım kararı alırken daha temkinli davranmaları gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, yapılan analiz süreci ve elde edilen sonuçların literatüre katkı sağlayacağı ve yatırımcılara portföy çeşitlendirmesi bakımından yol göstereceği düşünülmektedir.

Mevcut çalışmada, sınırlı bir dönem aralığı ve sınırlı sayıda ekonomik gösterge kullanılmış olup ilerideki akademik çalışmalarda veri seti genişletilebilir ya da farklı bir dönem aralığı tercih edilebilir ve ekonomik gösterge sayısı arttırılabilir. Ayrıca, mevcut çalışmada bağımlı değişken olarak sadece BTC ve ETH kullanıldığı için aynı veri seti ve değişkenler kullanılıp kripto paralar bağımsız olarak seçilip ekonomik göstergeler üzerindeki etkileri incelenebilir. Benzer dönem aralığıyla aynı ekonomik göstergelerle farklı kripto para birimleri analiz edilebilir ya da BTC ve ETH, farklı ekonomik göstergelerle analiz edilebilir. Son olarak, aynı değişkenlerle pandemi dönemi bittikten sonra tekrar çalışma yapılarak sonuçları, mevcut çalışmayla kıyaslanabilir.

### **Etik Beyan**

“Seçilmiş Borsa Endeksleri ile Kripto Para Birimleri Arasındaki İlişki Üzerine Ekonometrik Bir Analiz” isimli çalışmanın yazılması ve yayınlanması sürecinde Araştırma ve Yayın Etiği kurallarına riayet edilip mevcut çalışma için elde edilen verilerde herhangi bir tahrifat yapılmamıştır. Ayrıca, mevcut çalışma Etik Kurul onayını gerektiren bir çalışma niteliğini taşımamaktadır.

### **Katkı Oranı Beyanı**

Çalışmadaki yazarların tümü çalışmanın taslağının oluşturulmasından çalışmanın son şeklini almasına kadar tüm bilgi ve donanımlarıyla bütün süreçlere katkı yapmışlardır ve çalışmanın son halini değerlendirerek onaylamışlardır.

### **Çatışma Beyanı**

Döğer Toprak, Y. & Kubar, Y. (2023). Seçilmiş Borsa Endeksleri ile Kripto Para Birimleri Arasındaki İlişki Üzerine Ekonometrik Bir Analiz. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 25(44), 21-45.

Yapılan bu çalışma hem bireysel hem de kurumsal/örgütsel herhangi bir çıkar çatışmasına yol açmamıştır.

#### KAYNAKÇA

- Akay, E. Ç., Güriş, B. ve Güriş, S. (2020). *R ile Temel Ekonometri*. İstanbul: Der Yayınları.
- Atik, M., Köse, Y., Yılmaz, B. ve Sağlam, F. (2015). Kripto para: Bitcoin ve Döviz Kurları Üzerine Etkileri. *Bartın Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(11), 247-261.
- Ağan, B. ve Aydın, Ü. (2018). Kripto Para Birimlerinin Küresel Etkileri: Asimetrik Nedensellik Analizi. *Uluslararası Katımlı 22. Finans Sempozyumu*, 797-816.
- Baek, C. and Elbeck, M. (2014). Bitcoins As An Investment or Speculative Vehicle? A First Look. *Applied Economics Letters*. 22(1): 30-34.
- Bakır, E. (2021). *Covid-19 Pandemisi Sürecinde Kripto Para Birimleri ile Ekonomik Göstergeler Arasındaki İlişki. (Yüksek Lisans Tezi)*. Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Banerjee, A., Dolado, J. J., Galbraith, J. W. and Hendry, D. (1993). Co-integration, Error Correction and The Econometric Analysis of Non-Stationary Data. *Oxford University Press*.
- Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D. and 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.
- Cermak, V. (2017). "Can Bitcoin Become A Viable Alternative To Fiat Currencies? An Empirical Analysis Of Bitcoin's Volatility Based On A GARCH Model Economics Student Theses and Capstone Projects", 67. [https://creativematter.skidmore.edu/econ\\_studt\\_schol/67](https://creativematter.skidmore.edu/econ_studt_schol/67) (Erişim Tarihi: 26.11.2021).
- Çağlar, A. E. ve Mert, M. (2019). *Eviews ve Gauss Uygulamalı Zaman Serileri Analizi*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Çobanoğlu, V. (2021). *Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testlerinin Gelişimi: Makroekonomik Verilerle Bir Uygulama. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi)*. Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Dere, Y. (2019). *Kripto Para Birimi Bitcoin ile Ekonomik Göstergeler Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi. (Yüksek Lisans Tezi)*. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Dirican, C. ve Canoz, I. (2017). The Cointegration Relationship Between Bitcoin Prices and Major World Stock Indices: An Analysis With ARDL Model Approach. *Journal of Economics Finance and Accounting*, 4(4), 377-392.
- Dickey, D. A. and Fuller W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics For Autoregressive Time Series With A Unit Root. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*. 49(4): 1057- 1072.
- 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>.
- Enders, W., and Lee, J. (2012). The Flexible Fourier Form and Dickey–Fuller Type Unit Root Tests. *Economics Letters*, 117(1), 196-199.
- Estrada, J. C. S. (2017). *Analyzing Bitcoin Price Volatility*. University of California, Berkeley.

- Döğer Toprak, Y. & Kubar, Y. (2023). Seçilmiş Borsa Endeksleri ile Kripto Para Birimleri Arasındaki İlişki Üzerine Ekonometrik Bir Analiz. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 25(44), 21-45.
- Gazel, S. (2018). Değerli Metaller ve Makroekonomik Değişkenler: Türkiye İçin Bir Fourier Eşbütünleşme Testi Uygulaması. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(2), 527-542.
- Geçmiş Veriler. Erişim Adresi <https://tr.investing.com/indices/ise-100-historical-data> (E.T. 13.12.2021).
- Gönül, C. (2019). *Kripto Para Biriminin Ekonomik Göstergelere Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi)*. Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Güleç, Ö. F., Çevik, E. ve Bahadır, N. (2018). Bitcoin ile Finansal Göstergeler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(2), 18-37.
- Güriş, S., Akay, E. Ç. ve Bülbül, H. (2020). Enflasyon Yakınsamasının Fourier Birim Kök Testleri İle İncelenmesi: Kırılgan Beşli Örneği. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 9(3), 85-92.
- Hatemi-j, A. (2012). Asymmetric Causality Tests With An Application. *Empirical Economics*, 43(1), 447-456.
- İnal, V. (2020). *Türkiye’de Mali Sürdürülebilirlik*. Ankara: İksad Yayınları.
- İnal, V. (2020). *Vergi Politikalarının Ekonomik Büyüme ve Gelir Dağılımı Üzerindeki Etkisi. (Doktora Tezi)*. Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- İşcan, H. (2020). Bitcoin ile Finansal Makro Değişkenler Arasındaki İlişki: Türkiye Üzerine Bir Var Analizi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(İktisadi ve İdari Bilimler), 107-118.
- Karaağaç, G. A. ve Altınırnak, S. (2018). En Yüksek Piyasa Değerine Sahip On Kripto Paranın Birbirleriyle Etkileşimi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (79), 123- 138.
- Karakaya, O. (2022). *Kripto Paralar Arasında Ortalamada ve Varyansta Nedensellik İlişkisi. (Yüksek Lisans Tezi)*. Bingöl Üniversitesi, Bingöl.
- Kanat, E. ve 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.
- Kartal, C. ve Yağlı, B. (2021). Bitcoin ile Türkiye ve BRICS Ülkeleri Borsa Endeksleri Arasındaki Eşbütünleşme İlişkisi. *Pearson Journal of Social Sciences & Humanities*, 6(11), 21-34.
- Kılıç, Y. ve Çütcü, İ. (2018). Bitcoin Fiyatları ile Borsa İstanbul Endeksi Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13(3), 235-250.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System. *Decentralized Business Review*, 21260.
- Özer, M. O. (2019). *Gelişmekte Olan Ülkelerde İktisadi Hoşnutsuzluk Endeksi ile Cari Açık Arasındaki İlişki. (Doktora Tezi)*. İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Özer, M. O. (2020). Savunma Harcamaları ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Türkiye İçin Bir Fourier Eşbütünleşme Testi Uygulaması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 23(1), 186-197.
- Pata, K., ve Ela, M. (2020). Türkiye’de Finansal Gelişmenin Vergi Gelirleri Üzerindeki Etkileri: Fourier Eşbütünleşme ve Nedensellik Testleri. *Mali Çözüm Dergisi*, 30, 171-188.

Döğer Toprak, Y. & Kubar, Y. (2023). Seçilmiş Borsa Endeksleri ile Kripto Para Birimleri Arasındaki İlişki Üzerine Ekonometrik Bir Analiz. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 25(44), 21-45.

Perron, P. (1989). The Great Crash, The Oil Price Shock, and The Unit Root Hypothesis. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1361-1401.

Polat, M. ve Tuncel, F. B. (2020). Borsa İstanbul ve Kripto Paralar Arasında Saklı Eşbütünlük İlişkisi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 57(654), 119-137.

Polat, B. (2021). *Yapısal Kırılma ve Fourier Eşbütünlük Analizi: Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliğinin Sınanması. (Yüksek Lisans Tezi)*. İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Salihoğlu, E. ve 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.

Stock, J. H. and Watson, M. W. (1993). A Simple Estimator Of Cointegrating Vectors In Higher Order Integrated Systems. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 61(4), 783-820.

Toplam Piyasa Değeri Yüzdesi (Hakimiyet). Erişim Adresi <https://coinmarketcap.com/> (E. T. 05.12.2021).

Tsong, C. C., Lee, C. F., Tsai, L. J., and Hu, T. C. (2016). The Fourier Approximation and Testing For The Null Of Cointegration. *Empirical Economics*, 51(3), 1085-1113.

Yaman, K. (2021). *Kripto Paralar, Finansal Piyasalar ile İlişkileri ve Bitcoin Örneği. (Yüksek Lisans Tezi)*. Başkent Üniversitesi, Ankara.

Yiğit, M. ve 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.

---

#### Genişletilmiş Öz

##### **Seçilmiş Borsa Endeksleri ile Kripto Para Birimleri Arasındaki İlişki Üzerine Ekonometrik Bir Analiz**

**Amaç:** 2019 yılının aralık ayında Çin’de ortaya çıkan Covid-19 virüsü kısa bir sürede dünya geneline yayılarak ekonomik anlamda üretimin azalması, işsizliğin artması, itibari paraların değer kaybetmesi gibi birçok olumsuzluğu beraberinde getirmiştir. Bu dönem, birçok ekonomik gösterge üzerinde negatif etki bırakırken kripto para fiyatlarının, özellikle de Bitcoin ve Ethereum fiyatının artmasına neden olmuş ve pandemi döneminde yatırımcılar ve işletmeler açısından kripto paralar, yatırım fırsatı olarak değerlendirilmeye başlamıştır. Bu nedenle, yapılan analizin yatırımcılara ve işletmelere portföy çeşitlendirmesi bakımından katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, mevcut çalışma pandemi dönemini kapsadığı için sağlık alanında meydana gelen küresel bir kriz döneminde, ilgili değişkenler arasındaki ilişkinin tespit edilmesi de araştırmayı önemli kılmaktadır.

Araştırmada, Covid-19 pandemi dönemini kapsayan ve 02.01.2020-03.12.2021 tarihleri arasındaki günlük verilerden oluşan seçilmiş borsa endeksleriyle en yüksek piyasa değerine sahip olan kripto para birimlerinden ilk iki sırada yer alan Bitcoin ve Ethereum arasındaki ilişkinin uzun ve kısa dönem açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Söz konusu borsa endeksleri MIST ülkelerine ait; Meksika- FTSE BIVA Real Time Index, Endonezya-IDX Composite, Güney Kore-KOSPI ve Türkiye-BIST100 endekslerinden oluşmaktadır. Bu çalışmada iki adet model kurulmuştur. İlk modelde Bitcoin kripto para birimi bağımlı değişken, MIST ülkelerine ait borsa endeksleri ise bağımsız değişken olarak seçilmiştir. İkinci modelde ise Ethereum kripto para birimi bağımlı değişken, MIST ülkelerine ait borsa endeksleri ise bağımsız değişken olarak seçilmiştir. Böylece, pandemi döneminde kripto paralar ile seçilen borsa endeksleri arasında uzun dönemde herhangi bir ilişki var mı? Aralarında nedensellik ilişkisi var mı? Nedensellik ilişkisi olması durumunda bu ilişkinin yönünün ne olduğu gibi sorulara açıklık getirilerek, ilgili değişkenler arasındaki ilişki pandemi dönemi açısından açıklanmış olacaktır.

**Yöntem:** Seçili borsa endeksleri ile Bitcoin ve Ethereum arasındaki ilişkinin incelenmesini amaçlayan bu çalışma, üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, değişkenlerin durağanlık mertebelerini belirlemek için hem yeni nesil birim kök testi olan ve yapısal kırılmaları dikkate alan Enders ve Lee (2012) tarafından geliştirilen Fourier Birim Kök Testi hem de analizlerde sıklıkla kullanılan klasik birim kök testi olan Genişletilmiş Dickey-Fuller (1981) yani ADF Birim Kök Testi uygulanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında değişkenler arasındaki uzun dönemli eşbütünlük ilişkisi Tsong vd. (2016) tarafından geliştirilen Fourier

Eşbütünleşme Testi uygulanmıştır. Aralarında eşbütünleşme ilişkisi çıkan değişkenlerin uzun dönem katsayıları DOLS yöntemiyle tahmin edilmiştir. Çalışmanın son aşamasında ise değişkenler arasındaki kısa dönemli nedensellik ilişkisi ise pozitif ve negatif şokların dikkate alındığı Hatemi-j (2012) Asimetrik Nedensellik Analizi ile tespit edilmeye çalışılmıştır.

**Bulgular:** Pandemi dönemini ele alan çalışmanın bulgularına göre; ilk aşamada değişkenlerin durağanlık mertebelerinin sınanması için analize dahil edilen tüm değişkenlere yapısal kırılmaları dikkate alan Fourier ADF ve yapısal kırılmaları dikkate almayan geleneksel ADF birim kök testleri uygulanmıştır. Yapılan FADF birim kök testi sonucunda, değişkenlere ait fourier terimlerine ait değerler anlamsız bulunduğu için değişkenlere ADF birim kök testi uygulanarak tüm değişkenlerin birinci farklarında durağan oldukları tespit edildiği için analize, ADF birim kök testinin sonucu ile devam edilmiştir. İkinci aşamada yapılan Fourier Eşbütünleşme testinin sonucuna göre uzun dönemde her iki modelde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşıldığı için değişkenlerin uzun dönem katsayıları DOLS metoduyla tahmin edilmeye çalışılmıştır ve ilk modelde; IDX endeksinin Bitcoin'in, ikinci modelde ise KOSPI endeksinin ETH'nin üzerinde pozitif yani fiyatları üzerinde arttırıcı bir etkisinin olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Son aşama olarak ise pozitif ve negatif şokların ayrıştırıldığı asimetrik Hatemi-J (2012) nedensellik testinden faydalanılmıştır ve bu testin sonucuna göre; BTC-KOSPI, ETH-IDX borsa endekslerinin pozitif ve negatif şokları arasında kısa dönemli bir nedensellik ilişkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

**Sonuç:** Yapılan analizler sonucunda, yapı bakımından geleneksel finansal sektörlerden ayrılan kripto para birimlerinin, borsa endeksleriyle ilişki içerisinde olmaları bakımından herhangi bir yatırım kararı alınması halinde, bu durumların da göz önünde bulundurulması gerektiği ve mevcut çalışmada elde edilen bulguların kripto para piyasalarına yön verdikleri düşünülen ve piyasa hakimiyet gücünü ellerinde bulduran Bitcoin ve Ethereum dışında diğer kripto para birimleri için de dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır. Kripto para piyasasında yaşanan ani yükseliş ve düşüşler nedeniyle bu paraların volatiliteleri oldukça yüksektir. Bu nedenle kripto paralar, yatırımcılar açısından risk teşkil etmenin yanında yatırımcısını bazen bir anda zarara uğratabildikleri için yatırımcıların, yatırım kararı almaları halinde daha dikkatli davranmaları gerektiği sonucunu ortaya koymaktadır. Covid-19 pandemi döneminde dünya geneline yayılan ekonomik durgunluğa rağmen BTC ve ETH'nin fiyatlarında artışlar meydana geldiği için bu dönemde kripto paralar, yatırımcıların ilgisini üzerine çekmiştir. Mevcut çalışmanın; meydana gelen olası bir küresel sağlık krizinde kripto paraların hangi tür değişkenlerden etkilendiğini ortaya koyarak yatırımcılar için önem teşkil ettiği, elde edilen sonuçların literatüre katkı sağlayacağı ve yatırımcılara portföy çeşitlendirmesi bakımından yol göstereceği düşünülmektedir.

## Extended Abstract

### An Econometric Analysis on the Relationship Between Selected Stock Indices and Crypto Currencies

**Aim:** The Covid-19 virus, which emerged in China in December 2019, spread to the whole world in a short time, bringing many negativities such as decrease in economic production, increase in unemployment, depreciation of nominal currencies. While this period had a negative impact on many economic indicators, it caused an increase in the prices of cryptocurrencies, especially Bitcoin and Ethereum, and cryptocurrencies began to be considered as an investment opportunity for investors and businesses during the pandemic period. For this reason, it is thought that the analysis will contribute to investors and businesses in terms of portfolio diversification. Therefore, since the current study covers the pandemic period, determining the relationship between the relevant variables during a global crisis in the field of health makes the research important.

In the research, it is aimed to examine the long and short term relationship between Bitcoin and Ethereum, which are among the top two cryptocurrencies with the highest market value, with selected stock market indices covering the Covid-19 pandemic period and consisting of daily data between 02.01.2020-03.12.2021. . The said stock market indices belong to MIST countries; It consists of Mexico-FTSE BIVA Real Time Index, Indonesia-IDX Composite, South Korea-KOSPI and Turkey-BIST100 indices. Two models were established in this study. In the first model, Bitcoin cryptocurrency was chosen as the dependent variable, and stock market indices of MIST countries were selected as the independent variable. In the second model, Ethereum cryptocurrency was chosen as the dependent variable, and stock market indices of MIST countries were selected as the independent variable. Thus, is there any long-term relationship between cryptocurrencies and selected stock market indices during the pandemic period? Is there a causal relationship between them? In case of a causal relationship, questions such as the direction of this relationship will be clarified, and the relationship between the relevant variables will be explained in terms of the pandemic period.

**Method:** This study, which aims to examine the relationship between selected stock market indices and Bitcoin and Ethereum, consists of three stages. In the first stage, the Fourier Unit Root Test to determine stationarity levels of variables, which is a new generation unit root test and developed by Enders and Lee (2012), which



takes structural breaks into account, and the Extended Dickey-Fuller (1981), in other words ADF Unit Root Test which is the classical unit root test frequently used in analysis was applied. In the second stage of the study, the long-term cointegration relationship between the variables was found by Fourier Cointegration Test which is improved by Tsong Vd. was applied. The long-term coefficients of the variables with cointegration relationship between them were estimated by DOLS method. In the last stage of the study, the short-term causality relationship between the variables was tried to be determined by Hatemi-j (2012) Asymmetric Causality Analysis, in which positive and negative shocks were taken into account.

**Findings:** According to the findings of the study dealing with the pandemic period; In the first stage, Fourier ADF, which takes into account structural breaks, and traditional ADF unit root tests, which do not take into account structural breaks, were applied to all variables included in the analysis to test the stationarity levels of the variables. As a result of the FADF unit root test, since the values of the fourier terms of the variables were found to be meaningless, the ADF unit root test was applied to the variables and it was determined that all the variables were stationary at the first difference, and the analysis continued with the result of the ADF unit root test. According to the results of the Fourier Co-integration test performed in the second stage, since it was concluded that there was a cointegration relationship between the variables in both models in the long term, the long-term coefficients of the variables were tried to be estimated by the DOLS method and in the first model; It has been concluded that the IDX index has a positive effect on Bitcoin, and in the second model, the KOSPI index has a positive effect on its prices. As the last step, the asymmetrical Hatemi-J (2012) causality test, in which positive and negative shocks are separated, was used and according to the result of this test; It has been determined that there is no short-term causality relationship between the positive and negative shocks of the BTC-KOSPI, ETH-IDX stock market indices.

**Conclusion:** As a result of the analyzes made, it was concluded that if any investment decision is made in terms of the fact that cryptocurrencies, which differ from traditional financial sectors in terms of structure, are in relation with stock market indices, these situations should also be taken into account, and that the findings obtained in the current study are thought to shape the crypto money markets and have the power of market dominance. It has been concluded that it should be taken into account for other cryptocurrencies other than Bitcoin and Ethereum, which are held in their hands. Due to the sudden rises and falls in the crypto money market, the volatility of these coins is quite high. For this reason, as cryptocurrencies pose a risk for investors, they can sometimes cause a loss to the investor, resulting in the conclusion that investors should be more careful if they make an investment decision. Despite the economic stagnation that spread throughout the world during the Covid-19 pandemic period, the prices of BTC and ETH increased, so cryptocurrencies attracted the attention of investors in this period. The current study; It is thought that it is important for investors by revealing what kind of variables are affected by cryptocurrencies in a possible global health crisis, the results obtained will contribute to the literature and will guide investors in terms of portfolio diversification.

---