

-ARAŞTIRMA MAKALESİ-

SEÇİLİ KRIPTO PARA BİRİMLERİ ARASINDAKİ EŞBÜTÜNLEŞME VE NEDENSELLİK İLİŞKİSİNİN ANALİZİ*

Murat KAYA¹

Dr. Öğr. Üyesi

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

E-mail: mkaya@mehmetakif.edu.tr

ORCID ID: 0000-0002-5988-0773

Öz

Kripto paralar önemli bir finansal araç olarak gerek finansal sistemde gerekse finans literatüründeki çalışmalarda her geçen gün daha fazla ilgi çekmektedir. Bu çalışmada, günümüz finansal piyasalarında işlem gören yaklaşık 9.000 farklı kripto para arasından piyasa değeri dikkate alınarak seçilen 4 kripto para arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi analiz edilmiştir. Eşbütünleşme ilişkisi, analize dahil edilen BNB(Binance Coin), ETH(Ethereum), XRP(Ripple) ve USDT(Tether) kripto para birimlerinin 01.01.2018 - 03.05.2021 tarihleri arasına ait haftalık kapanış fiyatları kullanılarak ARDL sınır testi ile analiz edilmiş ve analiz sonuçlarına göre kripto para birimleri arasında uzun dönemli eşbütünleşme olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kripto para birimleri arasındaki nedensellik ilişkisinin tespiti için Toda-Yamamoto nedensellik testi yapılmış ve analize dahil edilen tüm kripto paraların BNB'nin nedeni olduğu, BNB ve ETH arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi ayrıca USDT'den ETH'ye ve ETH'den XRP'ye tek yönlü nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kripto para, ARDL Sınır Testi, Toda-Yamamoto Nedensellik Testi.

Alan Tanımı: Finans

* Bu makalede bilimsel araştırma ve yayım etiği ilkelerine uyulmuştur.

¹ **Sorumlu Yazar:** mkaya@mehmetakif.edu.tr

Atf (APA): Kaya, M., (2021), Seçili Kripto Para Birimleri Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisinin Analizi, Ekonomi Bilimleri Dergisi, 13 (2): 138-160.

Lisans: Bu makalenin kullanım izni Creative Commons Attribution-NoCommercial-NoDerivs 3.0 Unported (CC BY-NC-ND3.0) lisansı aracılığıyla bedelsiz sunulmaktadır.

ANALYSIS OF CO-INTEGRATION AND CAUSALITY RELATIONSHIP BETWEEN SELECTED CRYPTOCURRENCIES

Abstract

Cryptocurrencies as an important financial instrument, attract more attention both in the financial system and in studies in the financial literature every day. In this study, the cointegration and causality relationship is analyzed between 4 cryptocurrencies selected by considering the market value among approximately 9.000 different cryptocurrencies traded in today's financial markets. The cointegration relationship was analyzed with the ARDL boundary test using the weekly closing prices of the BNB(Binance Coin), ETH(Ethereum), XRP(Ripple) and USDT(Tether) cryptocurrencies included in the analysis between 01.01.2018 - 03.05.2021. According to the analysis results, it was determined that there was a long-term cointegration between the cryptocurrencies. In addition, Toda-Yamamoto causality test was performed to determine the causality relationship between cryptocurrencies and test results has also been determined that all cryptocurrencies included in the analysis are the cause of BNB, there is bidirectional causality relationship between BNB and ETH and also one-way causality from USDT to ETH and from ETH to XRP.

Key Words: Cryptocurrency , ARDL Boundary Test, Toda-Yamamoto Causality Test.

Jel Codes: G11, G15

1.GİRİŞ

Dijitalleşme, küreselleşme, serbestleşme, merkeziyetsizleşme gibi kavramlar 21. yüzyıl için ön plana çıkan ve muhtemel etkileri yakın gelecekte uluslararası ölçekte gözlemlenebilecek gelişmelerdir. Bu kavramlar siyasi ve kültürel açıdan dönüşümler sağladıkları gibi şüphesiz finansal açıdan da gelişmelerin odağını oluşturmuştur. Bu bağlamda 21. yüzyılın ilk çeyreğine damga vuran kripto paralar bu kavramların finansal piyasa ve enstrümanlara olan yansımaları olarak karşımıza çıkmaktadır. Kripto paraların finansal piyasalardaki macerası Bitcoin ile başlamış olup, Bitcoin sonrası piyasaya giren kripto paralara alt coin denilmektedir. 2021 yılı Mayıs ayı itibarıyla piyasalarda yaklaşık 9.000 adet kripto para işlem görmektedir.

Kripto paraların öncüsü olan Bitcoin, Satoshi Nakamoto tarafından 2008 yılında teknik dokümanının yayınlanması ve 2009 yılında blok ağının oluşturulması ile piyasalara giriş yapmıştır. Bitcoin'in ortaya çıkmasının arkasındaki temel fikir, finansal sistemi az sayıdaki karar vericilerin elinden kurtararak ademi merkeziyetçi bir hale getirmektedir. Burada ifade edilen ademi merkeziyetçilik bu para biriminin bir hükümete, bankaya veya araçlara ait olmaksızın herkese ait olmasını ifade etmektedir. Bitcoin fiyatları kullanıcılar tarafından arz ve talep koşullarına göre belirlenmekte ve toplam arzının 21 milyon adet coin ile sınırlı olması ayrıca bu rakama 2140 yılında ulaşılması beklenmektedir. 21 milyon rakamının mantığı çok fazla bilinmese de 2140 yılına kadar her dört yılda bir elde

edilecek kazançların ikiye bölünmesi sonucu ulaşılabacak olan coin miktarı olduğuna dair matematiksel bir hesabın sonucu olduğu düşünülmektedir (Arıcan ve Yücememiş, 2018: 8-11).

Kripto paraların oluşturulmasının altında yatan teknoloji blokzincir olarak tanımlanmaktadır. Blokzincirin mantığı, şifreli olan bir verinin zincir halkaları şeklinde birbirine bağlanarak, değiştirilemez bloklar şeklinde iç erişimde birleşmesine dayanmaktadır. Blokzincir teknolojisinin temel yönlerinden birisi kriptografidir. Kriptografi, matematiksel olarak şifreleme veya şifre çözme olarak da bilinmektedir. Bu yönüyle kriptografi, bilginin gönderilmesi istenilen alıcılar dışında kimsenin göremeyeceği bir yapıya dönüştürülmesini ifade etmektedir. Bu yapıda şifrelenmemiş haldeki veriler, matematiksel bir algoritma yardımı ile şifrelenerek gizlenmektedir. Bu şekilde başlangıçta sıradan ve şifrelenmemiş olan bir veri, kriptografi sayesinde daha karmaşık bir içerik haline gelmiş bulunmaktadır. Blokzincir teknolojisi kriptografiyi, göndericinin kimliğini güvence altına almak ve geçmiş kayıtların tutulması ve değiştirilemez olmasını sağlamak amacıyla kullanmaktadır (Atabaş, 2018: 11-25).

Kripto paralar üretilme mantığı dikkate alındığında coin (para) ve token (jeton) olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu noktada kendisine ait blokzincir olan kripto paralara coin, başka bir blokzincir üzerinde işlem gören kripto paralara ise token denilmektedir. Örneğin Litecoin, Bitcoin kodlarını kullanarak yalnızca kendisine ait bir blokzincir oluşturduğu için coin olarak tanımlanmaktadır. Buna karşılık Tether veya Tron ise Ethereum blokzincirini kullanmaları nedeniyle token olarak değerlendirilmektedir (Güven ve Şahinöz, 2018: 85-86).

Kripto paralar yeni bir teknolojiyi finansal sisteme dahil etmesi ile bazı olumlu ve olumsuz etkileri beraberinde getirmiştir. Bu bağlamda kripto paralara ilişkin henüz geniş ölçekte vergisel düzenlemelerin getirilmemiş olması yatırımcılar için çekici olmakla birlikte kripto para maliyetlerinin düşük olması nedeniyle para transferinde bankacılık sistemine alternatif olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir. Bunların yanı sıra kripto para transferlerinin kişisel kalması, beraberinde kayıt dışı işlem ve kara paranın aklanması gibi yasadışı faaliyetlere konu olma ihtimalini beraberinde getirmektedir. Ayrıca para transferi sürecinde ortaya çıkabilecek bir sorun olması durumunda, düzeltme fonksiyonu üstlenen üçüncü bir tarafın olmaması sorunlara neden olabilecektir (Dirican vd. 2018: 52-53).

Kripto paraların finansal sistem içerisinde alternatif bir finansal varlık olarak yer alması, yatırımcılar açısından önem taşımaktadır. Kripto paraların uluslararası düzeyde işlem görmesi, uluslararası portföy yatırım süreçlerini de etkilemektedir. Bu noktada kripto para birimlerinin geleneksel yatırım araçlarından farklı olarak merkezi hükümetlere ait olmaması fiyatlarının ülke ekonomilerinden bağımsız hareket edebilmesini sağlamakta ve bu durum yatırımcılara portföy çeşitlendirmesi için alternatif bir finansal varlık sunabilmektedir. Kripto paraların fiyatlarını belirleyen temel faktörler; arz ve talep, üretim sürecindeki zorluklar, kripto paralara ilişkin piyasa ve kamuoyundaki algı, büyük

yatırımcıların kripto paralar için yapmış oldukları alım ve satım işlemleri ile kripto para biriminin kullanım alanı, harcanabilir olma gücü gibi niteliksel özellikleridir (Atabaş, 2018: 126-127). Bu açıdan kripto paraların portföylere dahil edilmesi, geleneksel yatırım araçlarının karşılaştıkları makro ekonomik risklerin olumsuz etkilerinden korunma imkanı sağlayabilecektir. Dolayısı ile kripto paralar bu yönü ile de finansal piyasalar için önem taşımaktadır. Kripto paraların portföy çeşitlendirmesi ile yatırım süreçlerine olumlu katkı yapması, kripto paraların kendi aralarındaki ilişkilerinin tespit edilmesi ile yakından ilişkilidir. Bu noktada fiyatları arasında ilişki olduğu tespit edilen kripto paraların portföylere bilinçli şekilde dahil edilmesi veya edilmemesi yatırımın verimliliğini etkileyecektir. Bu nedenle bu çalışmada seçili kripto paralar arasındaki ilişkinin tespiti için eşbütünleşme ve nedensellik analizleri gerçekleştirilmiştir.

2. LİTERATÜR

Kripto paraların gerek finansal piyasalarda gerekse finans literatüründe önem kazandığı görülmektedir. Artan bu önem kripto paralara ilişkin farklı konularda araştırmalar yapılmasını beraberinde getirmiş olup bu araştırmalar arasından seçilmiş olanlara ilişkin özet bilgiler aşağıda sunulmuştur.

Karaağaç ve Altınırnak (2018), piyasa değeri en yüksek 10 kripto para arasındaki nedensellik ilişkisini analiz ettikleri çalışmalarında, 15.12.2017-17.01.2018 tarihleri arasına ilişkin verileri kullanarak, kripto paraların fiyatları arasındaki ilişkinin tespiti için Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik testi yapmışlardır. Analizden elde edilen bulgulara göre aralarında nedensellik ilişkisi bulunan kripto paralara ilişkin fiyatların kısa dönemde birbirini etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Polat ve Gemici (2018), 25.08.2015 - 25.06.2018 tarihleri arası günlük verileri kullanarak farklı kripto para birimleri arasında eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisini analiz ettikleri çalışmalarında, Bitcoin ve alt coinler arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi ve eşbütünleşme olduğunu belirlemişlerdir.

Wei (2018), Tether ihracının Bitcoin fiyatları üzerine etkisini incelediği çalışmasında, VAR modeli oluşturularak Tether ve Bitcoin fiyatı arasında Granger Nedensellik ilişkisi analiz edilmiştir. Analiz bulgularına göre, Tether ihracından sonraki dönemlerde Bitcoin işlem hacminin arttığı, buna karşılık fiyatında önemli bir değişiklik olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Dastgir vd. (2019), 01.01.2013 – 31.12.2017 tarihleri arası verileri kullanarak Google Trends Bitcoin verileri ile Bitcoin getirileri arasındaki nedensellik ilişkisini analiz ettikleri çalışmalarında, değişkenler arasında karşılıklı nedensellik olduğunu belirlemişlerdir.

Salihoğlu ve Han (2019), Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Ripple arasındaki nedensellik ilişkisinin analizi için 2015:08 ile 2019:07 dönemleri arasına ait günlük fiyatları kullanmışlardır. Hacker Hatemi simetrik nedensellik analizi bulgularına göre, ETH'den

BTC'ye tek taraflı nedensellik belirlenmiş, Hatemi J Asimetrik nedensellik analizi bulgularına göre ise BTC ve seçili altcoinlerin birbirlerinin şoklarından genel anlamda etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır.

Akçalı ve Şişmanoğlu (2019), 07.08.2015 - 21.11.2018 tarihleri arası dönemi kapsayan Bitcoin, Ripple, Ethereum, Stellar, Litecoin, Monero, Dash ve Nem'e ait dolar cinsinden günlük kapanış fiyatlarını baz alarak Toda-Yamamoto nedensellik analizi yapmışlar ve farklı kripto paralar arasında tek ve çift yönlü nedensellik ilişkileri tespit etmişlerdir.

Sahoo vd. (2019), Bitcoin piyasasında fiyat - hacim ayrıca doğrusal ve doğrusal olmayan nedensellik ilişkisini test etmek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, 17.08.2010 – 26.04.2017 dönemi arasına ilişkin günlük veriler kullanılmış ve doğrusal nedensellik analizi sonuçlarına göre, Bitcoin işlem hacminin getiriye tahmin etmek için kullanılamayacağı, doğrusal olmayan nedensellik analizi sonuçlarına göre ise, Bitcoin işlem hacmi ile getirileri arasında doğrusal olmayan geribildirimler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Konuşkan vd.(2019), Bitcoin, Ethereum ve Ripple kripto para birimleri arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiyi analiz ettikleri çalışmalarında, 2018 yılına ait günlük kapanış fiyatları kullanılmış ve Johansen Eşbütünleşme testi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre analize dahil edilen kripto para birimleri arasında kısa dönem ilişki tespit edilmiştir.

Sifat vd.(2019), Bitcoin ve Ethereum kripto para birimleri arasındaki fiyat liderliğini belirlemek için yapmış oldukları çalışmada, VECM, Granger Nedensellik, ARMA, ARDL analizleri yaparak iki varlık arasında büyük ölçüde çift yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Göttfert (2019), Bitcoin ile Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash, EOS ve Litecoin arasındaki eşbütünleşme ilişkisini analiz ettiği çalışmada, Granger Nedensellik testi ve Vektör Hata Düzeltme Modeli sonuçlarına göre, Bitcoin'in Bitcoin Cash, Ethereum, Litecoin ve Ripple ile eşbütünleşik olduğu, EOS ile ise olmadığı tespit edilmiş ayrıca Bitcoin fiyatının Bitcoin Cash, Ethereum, Litecoin ve Ripple fiyatları üzerinde istatistiksel olarak uzun vadeli önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Gonzalez vd. (2020), Ocak 2015 - Mart 2020 dönemleri arasına ait Bitcoin ve 10 farklı kripto para getirileri arasındaki ilişkiyi analiz ettikleri çalışmalarında, NARDL yöntemini kullanmışlar ve kripto para birimleri arasında uzun dönemli ilişki tespit etmişlerdir. Ayrıca Bitcoin dışındaki kripto para birimlerinin getirilerinin, Bitcoin getirilerindeki olumlu ve olumsuz değişikliklere aynı yönde tepki verdiği ve bu tepkinin kalıcılığının yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Demir vd. (2020), Temmuz 2015 - Mart 2019 dönemleri arasına ait verileri kullanarak Bitcoin'in, Ethereum, Litecoin ve Ripple üzerindeki asimetrik etkisini inceledikleri çalışmalarında NARDL yöntemi kullanılmış ve analiz bulgularına göre; Bitcoin'in diğer kripto para birimleri üzerinde asimetrik etkisinin olduğu ve kısa vadede Bitcoin

fiyatlarındaki düşüşün diğer kripto para birimlerindeki yükselişten daha fazla etki meydana getirdiğini belirlemişlerdir.

Demiroğlu (2020), 20.03.2016 - 23.02.2020 tarihleri arasında ait haftalık verileri kullanarak, Bitcoin ve Ethereum arasındaki ilişkiyi Eviews programında analiz etmiştir. Analizde tanımlayıcı istatistikler, korelasyon testi, birim kök testleri, Engle Granger eşbütünleşme analizi ve Toda-Yamamoto nedensellik testi yapılmıştır. Sonuç olarak, ilgili dönemde Bitcoin ile Ethereum arasındaki ilişkinin eşbütünleşik olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca Bitcoin ve Ethereum arasında nedensellik ilişkisi bulunmamıştır.

Kim vd. (2020), sekiz farklı kripto paraya ait 23.07.2017 – 28.11.2019 tarihleri arasında ilişkin gün sonu kapanış fiyatı verilerini kullanarak yapmış oldukları analizde, kripto paralar arasında güçlü nedensellik ilişkileri olduğu, istatistiksel olarak güçlü çift yönlü nedensellik ilişkisinin Ripple ve diğer kripto paralar arasında yer aldığı ayrıca Bitcoin ve Ethereum'un diğer kripto paralara göre daha güçlü nedenselliğe sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Özyeşil (2020), altı farklı kripto para biriminin popüleritesi, fiyatları, getirileri ve işlem hacimleri arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi, nedenselliği ise Toda-Yamamoto nedensellik testi ile analiz etmiş ve analiz sonuçlarına göre, kripto para birimlerinin fiyat, işlem hacmi ve aylık getirilerinin popüleritesinden önemli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir.

Aksoy vd. (2020), Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin cash, Litecoin fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisini analiz ettikleri çalışmalarında Toda-Yamamoto nedensellik testini uygulamışlardır. 18.01.2018 - 24.12.2019 tarihleri arasında ilişkin günlük kapanış fiyatları dikkate alınarak yapılan analiz sonuçlarına göre, Litecoin fiyatının diğer kripto para fiyatlarından etkilendiği ayrıca Ethereum fiyatının diğer kripto para fiyatlarını etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Şak (2021), 13 farklı kripto para birimi arasındaki ilişkiyi Hatemi J asimetrik nedensellik testi ile analiz ettiği çalışmasında, 26.07.2017 - 27.02.2020 tarihleri arasında ilişkin gün sonu kapanış fiyatları kullanılmış ve analiz sonuçlarına göre; Ripple, Binance coin, Bitcoin cash ve Monero'nun negatif şokların olduğu dönemlerde en fazla tercih edilen para birimleri olduğu buna karşılık Bitcoin, Ripple, Binance coin, Dash ve Bitcoin cash'in ise pozitif şokların olduğu dönemlerde tercih edilen kripto para birimleri olduğu tespit edilmiştir.

3. ARAŞTIRMANIN DİZAYNI

Bu çalışmada, 2021 Mayıs ayı itibarıyla piyasalarda işlem gören farklı özelliklere sahip yaklaşık 9.000 adet kripto paradan, piyasa değerleri göz önünde bulundurularak seçilen dört kripto para birimine ait haftalık fiyat serileri arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkileri analiz edilmiştir.

3.1. Veri Seti

Kripto paralar içerisinde ilk olarak işlem gören varlık Bitcoin olup, Bitcoin'den sonra işlem görmeye başlayan paralara alt coin denilmektedir. Finans literatüründe Bitcoin verileri kullanılarak gerçekleştirilmiş çok sayıda çalışma yer almakta olup bu çalışmada diğerlerinden farklılaşmak amacıyla kripto para piyasalarında Bitcoin dışında işlem görmekte olan yüksek piyasa değerine sahip kripto para birimleri kullanılmıştır. Bu bağlamda analizlere dahil edilen kripto para birimleri, Binance Coin (BNB), Ethereum (ETH), Ripple (XRP) ve Tether (USDT) olarak belirlenmiştir. Analizlerde seçilen kripto para birimlerinin 01.01.2018 – 03.05.2021 tarihleri arasına ait toplam 175 haftalık kapanış fiyatları dikkate alınmış ve analizler fiyat serilerinin logaritmaları alınarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde kullanılan seçili kripto paralara ilişkin bazı bilgiler aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Tablo 1. Analize Dâhil Edilen Kripto Paralara İlişkin Genel Bilgiler

Kripto Para Birimi	Kısaltma	Verilerin Sağlandığı Kaynak	Verilerin Tarih Aralığı	Veri Şekli	Piyasa Değeri (\$) 03.05.2021
Ethereum	ETH	finance.yahoo.com	01.01.2018-03.05.2021	Haftalık Veriler	397.069.786.479
Binance Coin	BNB				103.672.165.463
Ripple	XRP				70.648.428.004
Tether	USDT				52.061.575.124

3.2. Metodoloji

Çalışmada seçili kripto para birimlerine ait fiyat serileri arasındaki eşbütünlüğün tespiti amacıyla ARDL sınır testi, nedensellik ilişkilerinin tespiti için ise Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılmıştır. Ayrıca zaman serisi analizleri için önemli bir varsayım olan durağanlığın tespiti için ise ADF (Augmented Dickey-Fuller) , PP (Phillips-Perron) ve LS (Lee Strazicich) birim kök testleri gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Birim Kök Testleri

Zaman serisi analizleri için önemli olan hususlardan birisi analizde kullanılan değişkenlerin birim kök içerip içermediklerinin tespit edilmesidir. Bu amaca yönelik yapısal kırılmaları dikkate alan ve almayan farklı birim kök testleri bulunmaktadır. Bu testlerden en çok kullanılanlar arasında ADF ve PP testleri ön plana çıkmaktadır. ADF testi aşağıda sunulan denklemlerin tahminine dayanmaktadır (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010: 323).

$$\Delta y \quad (1)$$

$$(2)$$

(3)

Denklemlerde Δy_t birinci farkı, y_t bağımlı değişkeni, μ sabit terimi, ε_t hata terimini p ise gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. ADF birim kök testinin hipotezleri aşağıdaki gibidir.

$H_0: \delta=0$ ($\phi_1=1$) ise seri duran değildir. (Birim kök vardır.)

$H_1: \delta<0$ ($\phi_1<1$) ise seri durağandır. (Birim kök yoktur.)

Philips ve Perron tarafından geliştirilen PP birim kök testi, DF testleri için geçerli olan hata terimlerinin bağımsız, normal dağılım ve sabit varyansa sahip olma kabullerini esnetmiştir (Kutlar, 2005: 321). PP birim kök testine ilişkin denklem aşağıda sunulmuştur (Sakarya ve Akkuş, 2018: 359).

$$\mu \quad - \quad (4)$$

Y_t bağımlı değişkeni, μ sabit terimi, T gözlem sayısını, u_t hata terimini ifade etmekte olup, PP testinin H_0 hipotezi serilerin durağan olmadığı şeklinde iken H_1 ise durağan olduğu şeklindedir.

Yapısal kırılmaları dikkate almayan testlerin yanısıra yapısal kırılmaları dikkate alan farklı birim kök testleri de bulunmaktadır. Bu testlerden Lee ve Strazicich birim kök testi, Zivot-Ansrews (ZA) ve Lumsdaine-Papell (LP) birim kök testlerine karşılık olarak geliştirilmiştir. Zivot-Ansrews (ZA) ve Lumsdaine-Papell (LP) birim kök testlerinin temel hipotezi, serilerin yapısal kırılmaya uğramayan birim kök içerdiğini ifade etmekte olup temel hipotezin reddedilmesi birim kökün reddedilmesi anlamına gelmemekte, yapısal kırılma olmayan birim kökün reddi anlamını taşımaktadır. Bu durum ise seride yapısal kırılmalı birim kökün var olabileceğini gösterecektir (Çelik ve Kahyaoglu, 2021: 91). Burada eleştirilen husus serilerin kırılmalı birim kök sürecine uygunluk gösterebileceğidir. Bu eleştirilere karşılık olarak Lee ve Strazicich (2003) tarafından temel ve alternatif hipotezlerin her ikisinde yapısal kırılmaya izin veren yeni bir birim kök testi geliştirilmiştir (İnal ve Aydın, 2016: 64).

3.2.1. Eşbütünleşme ve ARDL Sınır Testi

Eşbütünleşme, durağan olmayan serilerin doğrusal bileşimlerinin durağanlığının incelenmesi ve durağan bir ilişkinin olması durumunda ise uzun dönem ilişkilerinin araştırılmasını sağlayan bir yaklaşımdır. Eşbütünleşme analizi, serilerin durağan olmamaları durumunda dahi serilerin uzun dönemde bir ilişki içerisinde olabileceği ve bu ilişkinin de durağan bir özellik gösterebileceği esasına dayanmaktadır (Tarı ve Yıldırım, 2009: 100). Eşbütünleşme testleri, farklı değişkenlerin kısa veya uzun vadedeki ilişkilerinin analizi için kullanılmaktadır (Dirican ve Canöz, 2017: 382). Eşbütünleşmenin tespitine ilişkin Engle-Granger (1987), Johansen (1988) yaklaşımları olmakla birlikte, bu eşbütünleşme testlerinin uygulanabilmesi için serilerin birinci farklarında durağan, diğer bir ifade ile $I(1)$ olmaları gerekmektedir (Sakarya ve Akkuş, 2018: 359).

Bu çalışmada eşbütünleşme ilişkisinin analizi için ARDL (Linear Autoregressive Distubited Lag- Doğrusal Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif) sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. ARDL modelinde, serilerin aynı düzeyde durağanlaşmasına gerek bulunmamaktadır. Düzeyde I(0) veya birinci farkta I(1) durağan olan seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi ARDL modeli ile araştırılabilmektedir (Turan ve Karakaş, 2018: 40). Bu yönüyle ARDL, serilerin bütünleşme derecelerini dikkate almadan, aralarındaki eşbütünleşme ilişkisini incelemesi nedeniyle diğer eşbütünleşme modellerine göre avantaj sağlamakta olup sınır testi serilerin I(2) olması dışında, bütünleşme derecelerine bakılmaksızın uygulanabilmektedir (Altıntaş, 2016: 8-9). ARDL, aynı düzeyde durağan olmayan değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin belirlenmesi amacıyla Peseran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilmiştir.

ARDL yöntemine ilişkin kısıtsız hata düzeltme modeli aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

(5)

Denklemden Δy_t bağımlı değişkeni, Δx_t bağımsız değişkeni, e_t hata terimini, m ise gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. ARDL modeline ilişkin hipotezler ise aşağıdaki gibidir.

(Eşbütünleşme yoktur.)

(Eşbütünleşme vardır.)

ARDL sınır testi F istatistiği, kritik değerler ile karşılaştırılarak hipotezler sınanmaktadır. F istatistik değerinin, alt sınır değerinin altında olması seriler arasından uzun dönemli ilişkinin yani eşbütünleşmenin olmadığını ifade ederken, üst sınır değerinin üzerinde olması ise seriler arasında eşbütünleşme olduğunu ifade etmektedir. Eşbütünleşme ilişkisinin tespit edilmesinin ardından uzun ve kısa dönem katsayıların hesaplanması, aşağıdaki denklemler aracılığı ile kurulan modeller yardımıyla gerçekleştirilmektedir (Yenisu, 2019: 1185).

Uzun dönem ilişki katsayısının tahminine ilişkin model;

(6)

Kısa dönem ilişkilerin belirlenmesi için kullanılan örnek hata düzeltme modeli;

(7)

3.2.2. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

Nedensellik kuramında, iki değişken arasında nedensellik ilişkisi olup olmadığı incelenirken, değişkenlerin birisinin cari zamandaki değerini açıklamak için diğer değişkenin gecikmeli değerlerinin katkısının olup olmadığına bakılmaktadır (Engeloğlu vd., 2015: 142). Literatürde nedensellik ilişkilerinin tespitine ilişkin farklı modeller yer almakta olup bu modellerden birisi de Toda-Yamamoto nedensellik testidir. Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testi, farklı düzeylerde durağan olan seriler arasında

nedensellik ilişkisinin analiz edilebileceği esasına dayanmaktadır. Toda ve Yamamoto, serilerin durağan olmamaları durumunda dahi serilerin düzey değerlerinden oluşan VAR modelinin tahminin yapılabileceğini ve standart Wald testinin gerçekleştirilebileceğini savunmaktadırlar. Toda-Yamamoto testinde, $(k+d_{\max})$ dereceden VAR modeli tahmin edilmektedir. (k) tahmin edilen VAR modeli için uygun gecikme uzunluğunu ifade ederken, (d_{\max}) ise serilerin maksimum bütünleşme derecelerini ifade etmektedir. Ayrıca bu yöntemde birim kök ve eşbütünleşmenin tespiti için yapılan potansiyel eğilimli ön testlere ihtiyaç bulunmamakta olup, bu durum serilerin bütünleşme derecelerinin hatalı belirlenmesi ile ortaya çıkabilecek olumsuzlukları en aza indirmektedir (Çil Yavuz, 2006: 169). Toda-Yamamoto nedensellik testinin uygulama süreci incelendiğinde, öncelikli olarak VAR modeli kurularak uygun gecikme uzunluğu (k) tespit edilmekte ve ardından gecikme uzunluğuna maksimum eşbütünleşme derecesi (d_{\max}) ilave edilmektedir. Elde edilen VAR modeli ve sınanan hipotezler aşağıda sunulmuştur (Çelik ve Kahyaoğlu, 2021: 289-290; Doğan, 2017: 24).

$$\mathcal{E}_1 \quad (8)$$

$$\mathcal{E}_2 \quad (9)$$

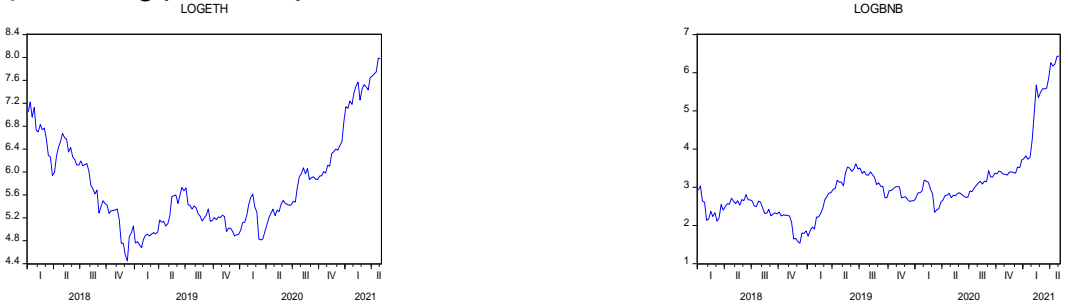
H_0 : Y'den X'e doğru bir nedensellik ilişkisi yoktur.

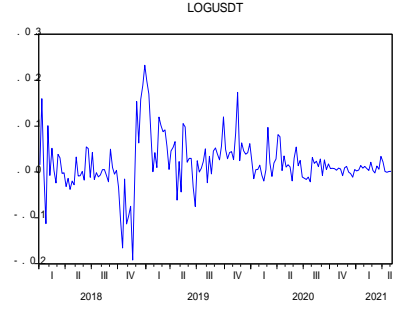
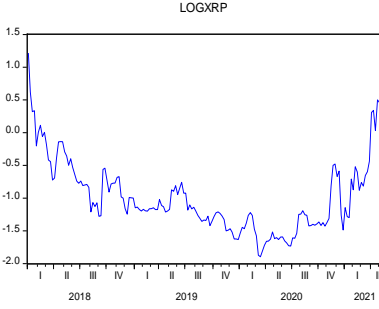
H_1 : Y'den X'e doğru bir nedensellik ilişkisi vardır.

4. BULGULAR

Araştırma konusuna ilişkin yapılan analizlerden elde edilen bulgular aşağıdaki bölümde paylaşılmaktadır. Öncelikle çalışmada kullanılan kripto para birimlerinin 175 haftalık fiyat serilerinden oluşan zaman zaman yolu grafikleri ve tanımlayıcı istatistiklerine yer verilmiştir.

Şekil 1. Değişkenlere İlişkin Zaman Yolu Grafikleri





4 farklı kripto paranın logaritmik fiyat serilerinin zaman yolu grafikleri incelendiğinde dalgalı bir seyir izledikleri görülmektedir. Bu seyir görsel olarak serilerin zaman yolu grafiklerinin U, V veya ters U, V harflerine benzer şekilde dalgalanmalar göstermesi ile de anlaşılabilir. Grafiklerdeki dalgalanmalar genel olarak değerlendirildiğinde; kripto para fiyatlarının 2018 yılının dördüncü çeyreğinde ciddi bir düşüş yaşadığı ve ardından artış trendine geçtiği görülmekte olup benzer bir artış trendinin 2020 yılının ilk yarısında da ortaya çıktığı görülmektedir.

Tablo 2. Logaritmik Fiyat Serilerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	LOGBNB	LOGETH	LOGXRP	LOGUSDT
Ortalama	3.027174	5.789706	-0.999128	0.001960
Medyan	2.840615	5.498520	-1.162978	0.000960
Maksimum	6.435487	7.988167	1.217228	0.023304
Minimum	1.535847	4.445730	-1.895694	-0.019214
Standart Sapma	0.937807	0.825095	0.545304	0.005613
Çarpıklık	1.886120	0.842324	1.151376	0.453464
Basıklık	7.081090	2.847312	4.492272	6.521069
Jarque-Bera	20.86402	225.2038	54.90288	96.39906
Olasılık	0.000029	0.000000	0.000000	0.000000
Gözlem Sayısı	175	175	175	175

Tablo 2’den elde edilen tanımlayıcı istatistikler değerlendirildiğinde, serilerin sağa çarpık dağılım gösterdikleri ve Jarque-Bera test istatistiği olasılık değerinin 0.05’ten küçük olması nedeniyle normal dağılıma sahip olmadıkları görülmektedir. Bu durum finansal zaman serileri için genellikle karşılaşılan ve beklenen bir sonuçtur.

4.1. Birim Kök Testi Sonuçları

Araştırmada fiyat serilerinin durağanlaşma seviyelerinin tespit edilmesi için ADF, PP ve yapısal kırılmaları dikkate almak için Lee-Strazicich birim kök testleri gerçekleştirilmiş ve aşağıda değişkenlerin durağanlık seviyelerinin tespitine ilişkin birim kök testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 3. ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları

	Düzyey				Birinci Fark			
	ADF		PP		ADF		PP	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
LOGBNB	1.9308 (0.9998)	0.0953 (0.9970)	1.8148 (0.9998)	0.0953 (0.9970)	-11.8227 (0.0000) ***	-12.3205 (0.0000) ***	-11.8988 (0.0000) ***	-12.3205 (0.0000) ***
LOGETH	-0.0779 (0.9489)	-0.8265 (0.9603)	-0.2610 (0.9267)	-0.6053 (0.9772)	-12.4645 (0.0000) ***	-13.3053 (0.0000) ***	-12.5141 (0.0000) ***	-13.6045 (0.0000) ***
LOGXRP	-3.4164 (0.0117) **	-2.5137 (0.3212)	-3.4410 (0.0108) **	-2.5771 (0.2914)	-13.2478 (0.0000) ***	-13.6263 (0.0000) ***	-13.5534 (0.0000) ***	-15.1236 (0.0000) ***
LOGUSDT	-7.2700 (0.0000) ***	-7.2493 (0.0000) ***	-7.5259 (0.0000) ***	-7.5073 (0.0000) ***				

Not: *** %1, **%5 ve * %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir. () olasılık değerlerini ifade etmektedir.

Finansal zaman serisi analizlerinde sıklıkla kullanılan ADF ve PP birim kök testlerinin temel hipotezi serilerin birim köke sahip olduğu veya diğer bir ifade ile durağan olmadığı şeklindedir. ADF ve PP birim kök testi sonuçlarına göre; %5 anlamlılık seviyesinde LOGUSDT düzeyde durağan I(0) olmakla birlikte, LOGBNB, LOGETH, ve LOGXRP ise birinci farkta I(1) durağanlaşmaktadır.

Tablo 4. Lee-Strazicich Birim Kök Testi Sonuçları

	Test İstatistiği	Gecikme Uzunluğu	Kırılma Tarihi
LOGBNB	-1.696436	8	21/12/2020
LOGETH	-1.495391	2	27/08/2018
LOGXRP	-0.399201	8	28/12/2020
LOGUSDT	-5.529938*	6	24/12/2018

Not: Kritik değerler %1, %5, %10 için sırasıyla -4.029680 , -3.431000, -3.123960'dır. * %5 anlamlılık düzeyinde durağanlığı ifade etmektedir.

Lee ve Strazicich birim kök testine göre, test istatistiği değerinin kritik değerlerden büyük (mutlak değerce) olması durumunda, serinin yapısal kırılmalı birim kök içerdiğini ifade eden temel hipotez reddedilecektir (Yılancı, 2009: 331). Tablo 4'e bakıldığında %5 anlamlılık seviyesinde LOGBNB, LOGETH, LOGXRP için serilerin yapısal kırılmalı birim köke sahip olduğu şeklindeki temel hipotez reddedilememiş olup LOGUSDT için ise temel hipotez reddedilmiştir. Diğer bir ifade ile LOGBNB, LOGETH, LOGXRP serileri düzeyde durağan olmayıp, LOGUSDT serisi ise düzeyde durağandır.

4.2. ARDL Sınır Testi Sonuçları

Analize dâhil edilen değişkenlerin birim kök testleri yapılarak durağanlık seviyeleri belirlenmiş ve değişkenlerin farklı düzeylerde durağan olduğu bulgusu elde edilmiştir. Bu noktada değişkenlerin farklı düzeylerde durağan olmaları nedeniyle eşbütünleşmenin tespiti için ARDL modeli tercih edilmiştir. Modelin önemli varsayımlarından birisi bağımlı değişkenin I(1) olmasıdır. Modelde bağımlı değişken olarak LOGBNB kullanılmış olup, LOGETH, LOGXRP ve LOGUSDT ise bağımsız değişkenler olarak analize dâhil edilmişlerdir.

Tablo 5. ARDL Sınır Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken LOGBNB								
Model	F İstatistiği	k	Kritik Değer %1		Kritik Değer %5		Kritik Değer %10	
			I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
ARDL (2,4,0,4)	4.254433	3	3.65	4.66	2.79	3.67	2.37	3.2
Tanımlayıcı İstatistikler								
R ²	0.987677	Otokorelasyon (LM)			0.067004 (0.9671)			
Düzeltilmiş R ²	0.986656	Değişen Varyans (ARCH)			40.66229 (0.0000)			
F İstatistik	967.9335(0.000000)	Jarqua Bera			68.51927 (0.00000)			
DW	1.949611	Ramsey Reset			0.001814 (0.9661)			

Not: () olasılık değerlerini ifade etmektedir.

Modele ilişkin tanımlayıcı istatistikler değerlendirildiğinde, modelde otokorelasyon ve değişen varyans sorunu olup olmadığının tespiti için LM ve ARCH test istatistik değerlerine bakıldığında, modelde otokorelasyon sorunu olmamakla birlikte modelin değişen varyansa sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle sorunun çözümü için Newey – West düzeltmesi yapılmış ve model dirençli tahminciler kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca Ramsey Reset test istatistik değeri de kurulan modelin istatistiki olarak anlamlı olduğunu göstermektedir

Oluşturulan ARDL modelinde F istatistik değeri %5 kritik değerden büyük çıkmış ve bu durum eşbütünleşme olmadığına yönelik kurulan temel hipotezin reddedilerek, değişkenler arasında eşbütünleşmenin olduğunu, diğer bir ifade ile BNB, ETH, XRP ve USDT arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi olduğunu ifade etmektedir. Eşbütünleşmenin belirlenmesinin ardından değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiler katsayılar yardımı ile incelenecektir.

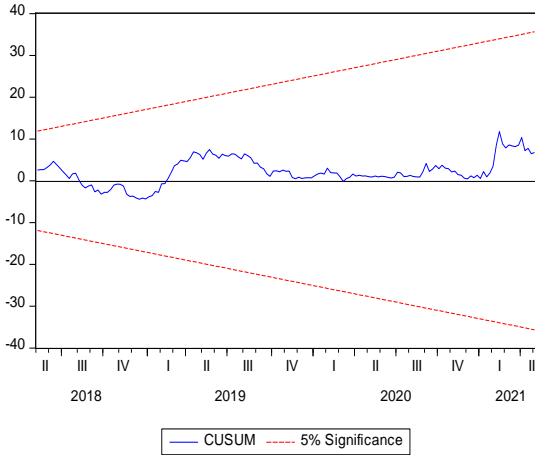
Tablo 6. Değişkenler Arasındaki Uzun Dönem İlişki Katsayıları

Bağımlı Değişken LOGBNB				
Bağımsız Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistik Değeri	Olasılık
LOGETH	2.046493	0.486817	4.203826	0.0000***
LOGUSDT	124.7726	70.90384	1.759744	0.0804*
LOGXRP	-1.084840	0.642605	-1.688191	0.0934*
C	-9.667479	3.278140	-2.949074	0.0037

*** %1, **%5 ve * %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 6'daki katsayılar dikkate alındığında; BNB ile ETH arasındaki ilişki %1, BNB ile USDT ve XRP arasındaki ilişki ise %10 seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Ayrıca ETH ve USDT fiyatları ile BNB arasında aynı yönlü ilişki olduğu, BNB ile XRP arasında ise ters yönlü ilişki olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir ifade ile ETH ve USDT'de meydana gelen artışlar BNB'de artış yönlü bir değişime sebep olurken, XRP'de meydana gelen artışlar ise BNB'de azalış yönlü bir değişime sebep olmaktadır.

Şekil 2. CUSUM Testi Sonuçları



BNB ile diğer kripto paralar arasındaki uzun döneme ilişkin katsayıların istikrarlı olup olmadığını sınamaya yönelik olarak CUSUM testi yapılmış ve CUSUM testi grafiği yukarıda verilmiştir. Verilerin, %5 güven aralığını ifade eden çizgiler arasında kaldığı görülmekte olup, bu durum uzun dönem ilişkilerinin istikrarlı olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 7. Değişkenler Arasındaki Kısa Dönem İlişki Katsayıları

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistik Değeri	Olasılık
D(LOGBNB(-1))	0.242323	0.070400	3.442102	0.0007***
D(LOGETH)	0.681226	0.075179	9.061409	0.0000***
D(LOGETH(-1))	-0.332384	0.088794	-3.743327	0.0003***
D(LOGETH(-2))	-0.026966	0.075402	-0.357637	0.7211
D(LOGETH(-3))	-0.183715	0.074990	-2.449863	0.0154**
D(LOGXRP)	0.085324	0.061328	1.391288	0.1661
D(LOGXRP(-1))	0.106368	0.061142	1.739690	0.0839
D(LOGXRP(-2))	0.062555	0.061215	1.021896	0.3084
D(LOGXRP(-3))	0.209794	0.060269	3.480969	0.0006***
CointEq(-1)*	-0.037325	0.007992	-4.670560	0.0000***

*** %1, **%5 ve * %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 7’deki bilgiler incelendiğinde; modelde hata düzeltme katsayısının (ect) istenildiği üzere negatif değere sahip ve ayrıca istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum aralarında uzun dönem ilişkisi olan serilerde meydana gelen kısa dönemli şokların ortadan kalkarak uzun dönemde tekrar dengeye geldiğini ifade etmektedir. Ect katsayısı süre ile ilişkilendirilerek yorumlandığında; kısa dönemde meydana gelen şokların yaklaşık 33 hafta (1/0,03) sonra ortadan kalkarak tekrar dengeye geleceğini ifade etmektedir. Ayrıca BNB fiyatlarını etkileyen diğer kripto para birimleri değerlendirildiğinde, ETH’nin cari değerinin BNB’ye pozitif yönde etkisinin olmakla birlikte, 1 ve 3 gecikmeli değerinin ise negatif yönde etkisinin olduğu ve bu etkilerin %5 seviyesinde istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bunun yanısıra XRP’nin 3 gecikmeli değeri ile BNB arasında pozitif yönlü ve istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir.

4.3. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Analize dahil edilen 4 farklı kripto para arasında uzun dönemli eşbütünlüşme ilişkisi tespit edildikten sonra aralarındaki nedensellik ilişkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu noktada serilerin farklı seviyelerde durağan olmaları nedeni ile nedensellik ilişkisi Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılarak analiz edilmiştir. Toda-Yamamoto testi için önemli olan hususların başında uygun gecikme uzunluğunun tespit edilmesi gelmektedir.

Tablo 8. Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	229.0071	NA	7.94e-07	-2.694695	-2.620013	-2.664383
1	994.2119	1484.589	1.01e-10	-11.66721	-11.29380*	-11.51565*
2	1011.124	32.00114	9.97e-11*	-11.67813*	-11.00599	-11.40532
3	1018.576	13.74320	1.11e-10	-11.57575	-10.60488	-11.18170
4	1041.707	41.55342	1.02e-10	-11.66116	-10.39156	-11.14586
5	1052.288	18.50036	1.09e-10	-11.59626	-10.02793	-10.95971
6	1066.548	24.25137	1.11e-10	-11.57543	-9.708364	-10.81763
7	1075.633	15.01445	1.22e-10	-11.49261	-9.326818	-10.61356
8	1097.981	35.86439*	1.14e-10	-11.56864	-9.104116	-10.56834

Yukarıdaki tabloya bakıldığında bilgi kriterleri tarafından 1, 2 ve 8 gecikme uzunlukları tavsiye edilmiş olmakla birlikte, en uygun gecikme uzunluğunun tespiti için tüm gecikme uzunlukları sırayla denenmiş ve kurulacak VAR Modeli için en uygun gecikme uzunluğu 4 olarak belirlenmiştir.

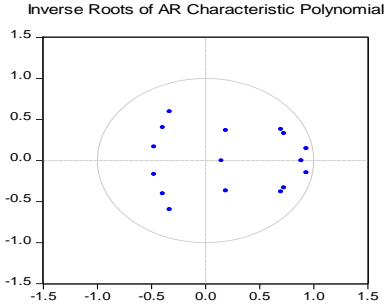
Toda-Yamamoto nedensellik testi için kurulan VAR modelinde gecikme sayısı belirlenirken serilerin maksimum eşbütünleşme derecelerinin (d_{max}) de dikkate alınması gerekmektedir. Birim kök testlerinde serilerin maksimum eşbütünleşme dereceleri 1 olarak tespit edilmiş, bu nedenle VAR modelinde Toda-Yamamoto nedensellik testi için gecikme uzunluğu ($k+(d_{max})$)'a göre belirlenmiş ve model 5 gecikme üzerinden analiz edilmiştir.

Toda-Yamamoto nedensellik testi için önemli olan hususlardan birisi de oluşturulan VAR modelinin istikrar koşulunu sağlamasıdır. Bu nedenle aşağıda modele ait AR karakteristik polinomunun ters köklerine ilişkin elde edilen bulgular sunulmuştur. Grafikte AR karakteristik polinomunun ters köklerinin birim çember içinde olduğu, tabloda ise değerlerinin 1'den küçük olduğu görülmektedir. Bu durum VAR modelinin istikrar koşulunu sağladığını göstermektedir.

Tablo 9. AR Karakteristik Polinomlarının Ters Kökleri

Root	Modulus
0.932444 - 0.147371i	0.944018
0.932444 + 0.147371i	0.944018
0.885075	0.885075
0.726338 - 0.331003i	0.798204
0.726338 + 0.331003i	0.798204
0.698227 - 0.380807i	0.795320
0.698227 + 0.380807i	0.795320
-0.332466 - 0.595324i	0.681868
-0.332466 + 0.595324i	0.681868
-0.396057 - 0.403334i	0.565279
-0.396057 + 0.403334i	0.565279
-0.475654 - 0.166718i	0.504026
-0.475654 + 0.166718i	0.504026
0.187341 - 0.367555i	0.412545
0.187341 + 0.367555i	0.412545
0.147462	0.147462

Şekil 3. AR Karakteristik Polinomlarının Ters Kökleri



Toda-Yamamoto nedensellik testi için gecikme uzunluğu belirlendikten ve modelin istikrar koşulunu sağladığı doğrulandıktan sonra analiz gerçekleştirilmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Tablo 10. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	d _{max}	k	Ki-Kare Test İstatistiği	Ki-Kare Olasılık Değeri	Nedensellik İlişkisi ve Yönü
LOGETH	LOGBNB	1	4	13.22381	0.0102**	LOGBNB → LOGETH
	LOGXRP			7.230793	0.1242	Nedensellik Yok
	LOGUSDT			10.98246	0.0268**	LOGUSDT → LOGETH
LOGBNB	LOGETH	1	4	9.327459	0.0534*	LOGETH → LOGBNB
	LOGXRP			9.063351	0.0595*	LOGXRP → LOGBNB
	LOGUSDT			8.209454	0.0842*	LOGUSDT → LOGBNB
LOGXRP	LOGETH	1	4	10.34976	0.0349**	LOGETH → LOGXRP
	LOGBNB			5.692419	0.2233	Nedensellik Yok
	LOGUSDT			6.507074	0.1643	Nedensellik Yok
LOGUSDT	LOGETH	1	4	2.840130	0.5849	Nedensellik Yok
	LOGBNB			0.932707	0.9198	Nedensellik Yok
	LOGXRP			0.720684	0.9488	Nedensellik Yok

Not: *** %1, **%5 ve * %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 10 incelendiğinde, BNB ve ETH arasında çift yönlü nedensellik olduğu belirlenmiştir. Ayrıca USDT'den ETH'ye ve ETH'den XRP'ye tek yönlü nedensellik olduğu tespit edilmiştir. Tabloda dikkat çeken iki önemli unsur ise; analize dahil edilen tüm kripto para birimlerinden BNB'ye nedenselliğin olması ile birlikte kripto paraların hiçbirinden USDT'ye nedensellik bulunmamasıdır. Bu sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde kripto paraların piyasa değerlerinin nedensellik ilişkilerinde göreceli olarak anlam taşıdığı görülmektedir. Şöyle ki; analize dahil edilen kripto para birimleri arasında piyasa değerleri açısından ilk iki sırada yer alan BNB ve ETH'ye kripto para birimlerinden daha fazla nedensellik olduğu görülmekle birlikte bu durumun piyasa değerleri daha düşük olan XRP ve USDT için geçerli olmadığı görülmektedir.

5. SONUÇ

Kripto paralar 21. yüzyılın ilk çeyreğine damgasını vuran en güncel finansal araçlar içerisinde yer almaktadır. Gerek kripto paraların oluşturulmasında kullanılan blokzincir teknolojisinin karmaşık yapısı, gerek fiziksel finansal araçlara nazaran dijital ortamda var olan soyut bir finansal araç olarak algılanması ve gerekse fiyatlarında kısa süre içerisinde meydana gelen önemli değişiklikler kripto paraların gündemde olmasını sağlamıştır. Kripto paraların bahsedilen bu özelliklerinin yanı sıra bir diğer önemli özelliği de finansal açıdan değerlendirildiğinde önemli bir yatırım aracı haline gelmeleridir. Zira günümüzde teknolojisi veya işleyişi hakkında yeterli bilgi sahibi olmayan kişilere dahi kripto paraların alternatif bir yatırım ortamı sağladığı görülmektedir. Bu gelişmeler, yatırımcıların portföy oluşturma sürecinde riski azaltmak ve getiriye artırmak amacıyla portföyelerine dahil edebilecekleri yeni bir finansal varlık daha elde ettiklerini göstermektedir. Bu durum portföy çeşitlendirme noktasında finansal yatırımları

etkileyecek olup yatırımcıların gerek kendi ülkelerindeki finansal piyasalarda işlem gören varlıklardan oluşturdukları portföyleri için gerekse uluslararası piyasalarda işlem gören finansal varlıklardan oluşturdukları portföyleri için geçerli olacaktır. Bu noktada etkin bir portföy çeşitlendirmeden bahsedilebilmesi için portföylere yeni bir finansal araç olarak dahil edilecek olan kripto paraların kendi aralarındaki uzun dönemli eşbütünleşme ve nedensellik ilişkilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda kripto para birimleri arasında uzun dönemli fiyat ve nedensellik ilişkilerinin olup olmaması portföy çeşitlendirmenin gücünü etkileyecektir.

Bu çalışmada piyasalarda işlem gören Bitcoin dışında yüksek piyasa değerine sahip 4 kripto para arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi analiz edilmiştir. Analize dahil edilen kripto paralar BNB, ETH, XRP ve USDT olup varlıkların 01.01.2018 - 03.05.2021 dönemi arasına ilişkin haftalık fiyatları kullanılmıştır. Fiyat serilerinin durağanlığını belirlemek için yapılan ADF, PP ve Lee Strazicich birim kök testlerinde varlıkların farklı seviyelerde durağan oldukları anlaşılmıştır. Bu nedenle eşbütünleşme ilişkisinin tespiti için ARDL yöntemi kullanılmış ve elde edilen bulgulara göre kripto para birimlerinin fiyat serileri arasında eşbütünleşme olduğu tespit edilmiştir. Eşbütünleşme ilişkisi bulunduktan sonra varlıkların fiyat serileri arasındaki nedensellik ilişkisinin analizi için Toda-Yamamoto nedensellik testi gerçekleştirilmiş ve analiz bulgularına göre, analize dahil edilen tüm kripto paraların BNB'nin nedeni olduğu, BNB ve ETH arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi ayrıca USDT'den ETH'ye ve ETH'den XRP'ye tek yönlü nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Kripto paralar arasındaki eşbütünleşmenin varlığı kripto para fiyatlarının uzun dönemde ilişki içerisinde hareket ettiğini göstermektedir. Bu durum portföy çeşitlendirmesi açısından değerlendirildiğinde, farklı kripto para birimlerine yatırım yapılarak oluşturulacak bir portföyde çeşitlendirmeden sağlanması beklenen risk azaltıcı etkinin tam olarak elde edilemeyeceğini ifade etmektedir. Bu durum gerek ulusal gerek uluslararası portföy çeşitlendirme sürecinde dikkate alınması gereken husustur. Bu nedenle kripto paralara ilişkin gerçekleştirilen yatırımlar gerek birlikte hareket etme eğilimleri gerekse spekülatif dalgalanmalardan etkilenmeleri nedeniyle iyi düşünülmesi gereken yatırım davranışlarıdır.

Çalışmadan elde edilen bulgular, analize dahil edilen para birimleri ve nedensellik ilişkilerinin yönü farklı olmakla birlikte, eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisinin varlığı üzerinden değerlendirildiğinde; Karaağaç ve Altınırnak (2018), Gemici ve Polat (2018), Akçalı ve Şişmanoğlu (2019), Konuşkan vd. (2019), Sifat vd. (2019), Aksoy vd. (2020) ile benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmada yapılan analizlerde kullanılan kripto para birimleri ve zaman aralıkları değiştirilerek yapılacak olan yeni çalışmaların veya kripto para birimleri ile farklı finansal varlıklar arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkilerinin araştırıldığı çalışmaların, gerek kripto paralar üzerine oluşan literatüre yeni katkılar sağlayacağı gerekse

yatırımcılar açısından karar verme süreçlerine nitelikli bir bilgi kazandıracağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Akçalı, Y. Burçay ve Şişmanoğlu, Elçin, “*Kripto Para Birimleri Arasındaki İlişkinin Toda–Yamamoto Nedensellik Testi İle Analizi*”, EKEV Akademi Dergisi. 23(78), 2019, 99-122.

Aksoy, Esra, Teker, Türker, Mazak, Mehmet ve Kocabıyık, Turan, “*Kripto Paralar Ve Fiyat İlişkileri Üzerine Bir Analiz: Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi İle Bir İnceleme*”, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. (37), 2020, 110-129.

Altıntaş, Halil, “*Petrol Fiyatlarının Gıda Fiyatlarına Asimetrik Etkisi: Türkiye İçin NARDL Modeli Uygulaması*”, Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi. 14(4), 2016, 1-24.

Arıcan, Erişah ve Yücememiş, Tanınmış, Başak, Bitcoin. Ankara: Nobel Yayınevi, 2018.

Atabaş, Hakan, Blokzinciri Teknolojisi ve Kripto Paraların Hayatımızdaki Yeri. İstanbul: Ceres Yayınları, 2018.

Çelik, İsmail ve Kahyaoğlu, Bozkuş, Sezer, Finansal Zaman Serisi Analizi Finansçılar İçin Temel Yaklaşımlar. Ankara: Gazi Kitabevi, 2021.

Çil, Yavuz, Nilgün, “*Türkiye’de Turizm Gelirlerinin Ekonomik Büyümeye Etkisinin Testi: Yapısal Kırılma Ve Nedensellik Analizi*”, Doğu Üniversitesi Dergisi. 7(2), 2006, 162-171.

Dastgir, Shabbir, Demir, Ender, Downing, Gareth, Gozgor, Giray ve Lau, Chi Keung, Marco, “*The Causal Relationship Between Bitcoin Attention And Bitcoin Returns: Evidence From The Copula-Based Granger Causality Test*”, Finance Research Letters. 28, 2019, 160-164.

Demir, Ender, Simonyan, Serdar, García-Gómez, Conrado Diego ve Lau, Chi Keung, Marco, “*The Asymmetric Effect Of Bitcoin On Altcoins: Evidence From The Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL) Model*”, Finance Research Letters. 101754, 2020.

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

Dirican, Cüneyt, Erdoğan, Aylin ve Akkaya, Murat, Sermaye Piyasasında Değişen Dinamikler. İstanbul: Türkmen Yayınevi, 2018.

Dirican, Cüneyt, ve Canoz, İsmail , “*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), 2017, 377-392.

Doğan, Buhari, “*Ekonomik Küreselleşme ve Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi*”, Finans Politik & Ekonomik Yorumlar. 54(628), 2017, 19-27.

Engeloğlu, Özgür, Meral, İsa, Gürkan ve Genç, Kübra, “*Türkiye İçin Yapılan Nedensellik Uygulamaları Üzerine Literatür Araştırması*”, Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi. 4(2), 2015, 142-154.

Engle, Robert F. ve Granger, Clive W. J., “*Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing*”, Econometrica. 55 (2), 1987, 251-276.

Polat, Müslüm ve Gemici, Eray , “*Bitcoin ve Altcoinler Arasındaki İlişki*”, 22. Finans Sempozyumu Kitabı. 2018, 83-90.

González, Maria De La O, Jareño, Francisco ve Skinner, Frank S., “*Nonlinear Autoregressive Distributed Lag Approach: An Application on the Connectedness between Bitcoin Returns and the Other Ten Most Relevant Cryptocurrency Returns*”, Mathematics. 8(5), 2020, 810.

Göttfert, Joline, Cointegration Among Cryptocurrencies: A Cointegration Analysis Of Bitcoin, Bitcoin Cash, EOS, Ethereum, Litecoin And Ripple, UMEA Universitet. Master Thesis, 2019.

Güven, Vedat ve Şahinöz, Erkin, Blokzincir- Kripto Paralar- Bitcoin Satoshi Dünyayı Değiştiriyor. İstanbul: Kronik Kitap, 2018.

İnal, Veysel ve Aydın, Mücahit, “*Altın Fiyatlarını Etkilemesi Beklenen Faktörler Üzerine Bir İnceleme*”, In ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies) (No. 1), 2016, 61-70.

Johansen, Soren, “*Statistical Analysis of Cointegrating Vectors*”, Journal of Economic Dynamics and Control. 12 (2-3), 1988, 231-254.

Karaağaç, Adana, Gökben ve Altınırnak, Serpil, “*En Yüksek Piyasa Değerine Sahip On Kripto Paranın Birbirleriyle Etkileşimi*”, Muhasebe ve Finansman Dergisi. (79), 2018, 123-138.

Kim, Myeong Jun, Canh, Nguyen Phuc ve Park, Sung Y., “*Causal relationship among cryptocurrencies: A conditional quantile approach*” Finance Research Letters. 101879, 2020.

Konuşkan, Ayşen, Teker, Türker, Ömürbek, Vesile ve Bekçi, İsmail, “*Kripto Paraların Fiyatları Arasındaki İlişkinin Tespitine Yönelik Bir Araştırma*”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 24(2), 2019, 311-318.

Kutlar, Aziz, Uygulamalı Ekonometri. Ankara: Nobel Yayınevi, 2005.

Özyeşil, Mustafa, “*Relationship Between Popularity and Returns of the Cryptocurrencies: A Panel Data Analysis*”, The Empirical Economics Letters. 19(5), 2020, 461-475.

Pesaran, M. Hashem, Shin, Yongcheol. ve Smith, Richard J., “*Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationship*”, Journal of Applied Econometrics. 16 (3), 2001, 289-326.

Sahoo, Pradipta Kumar, Sethi, Dinabandhu ve Acharya, Debanshis, “*Is Bitcoin a Near Stock? Linear and Non-Linear Causal Evidence from a Price–Volume Relationship*”, International Journal of Managerial Finance. 2019.

Sakarya, Şakir ve Akkuş, Hilmi, Tunahan, “*BİST-100 ve BİST Sektör Endeksleri ile VIX Endeksi Arasındaki İlişkinin Analizi*”, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 21(40), 2018, 351-373.

Salihoğlu, Esengül ve Han, Ayşegül, “*Bitcoin ve Seçilmiş Kripto Para Birimlerinin Fiyatları Arasındaki İlişki Üzerine Bir İnceleme*”, 4. Uluslararası Sosyoloji ve Ekonomi Kongresi, 2019, 616-622.

Sevüktekin, Mustafa ve Nargeleçekenler, Mehmet, Ekonometrik Zaman Serileri Analizi: Eviews Uygulamalı. Ankara: Nobel Yayınevi. 2010.

Sifat, Imtiaz, Mohammad, Mohamad, Azhar ve Shariff, Mohammad Syazwan Bin Mohamed, “*Lead-Lag Relationship Between Bitcoin And Ethereum: Evidence From Hourly And Daily Data*”. Research in International Business and Finance. 50, 2019, 306-321.

Şak, Nazan, “*Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Hatemi-J Asimetrik Nedensellik Analizi*”, Visionary E-Journal/Vizyoner Dergisi. 11(29), 2021, 149-175.

Tarı, Recep ve Yıldırım, Durmuş, Çağrı, “*Döviz Kuru Belirsizliğinin İhracata Etkisi: Türkiye İçin Bir Uygulama*”, Yönetim ve Ekonomi Dergisi. 16(2), 2009, 95-105.

Toda, Hiro Y., ve Yamamoto, Taku, “*Statistical Inference in Vector Autoregressions With Possibly Integrated Processes*”, Journal of Econometrics. 66(1-2), 1995, 225-250.

Turan, Taner ve Karakaş, Mesut, “*Devlet Harcamaları ve Gelirleri Arasındaki İlişki: Doğrusal Olmayan Sınır Testi Yaklaşımı (NARDL)*”, Sosyoekonomi Dergisi. 26(36), 2018, 33-48.

Wei, Wang, Chun, “*The Impact of Tether Grants on Bitcoin*”, Economics Letters. 171, 2018, 9-22.

Yenisu, Ersin, “*Türkiye’de İhracat, İthalat ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı*”, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 18(3), 2019, 1175-1193.

Yılancı, Veli, “*Yapısal Kırılmalar Altında Türkiye İçin İşsizlik Histerisinin Sınanması*”,
Doğuş Üniversitesi Dergisi. 10(2), 2009, 324-335.