



JOEEP

Journal Homepage: <http://dergipark.org.tr/joeeep>



Araştırma Makalesi • Research Article

Bitcoin ve Altcoin'ler Arasındaki İlişkinin Granger Nedensellik Testi ile Analizi

Analysis of the Relationship Between Bitcoin and Altcoins with Granger Causality Test

Yeşim Kubar ^{a,*} Yasemin Toprak ^b

^a Dr. Öğr. Üyesi., Fırat Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, 23119, Elazığ/Turkey.

ORCID: 0000-0002-3439-9430

^b Yüksek Lisans Öğrencisi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilimdalı, 23119, Elazığ/Turkey.

ORCID: 0000-0002-3907-5523

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 8 Şubat 2021

Düzeltilme tarihi: 7 Nisan 2021

Kabul tarihi: 18 Haziran 2021

Anahtar Kelimeler:

Kripto Para

Bitcoin

Johansen Eşbütünleşme Testi

Granger Nedensellik Testi

ARTICLE INFO

Article history:

Received: February 8, 2021

Received in revised form: April 7, 2021

Accepted: June 18, 2021

Keywords:

Crypto Money

Bitcoin

Johnson Cointegration Test

Granger Causality Test

ÖZ

Dijital (kripto) para birimi olarak ifade edilen Bitcoin ve Bitcoin'in popülerliği sonucu ortaya çıkan Altcoinler (alternatif kripto para birimleri) geleneksel para birimlerine alternatif olarak geliştirilmişlerdir. İkame olarak türetilen Altcoinler, Bitcoin tarafından sunulamayan bazı özellikleri ile piyasada var olmaktadır. Günümüzde dijital para birimlerinin sayısı 2000'nin üzerindedir. Rakip hiçbir dijital para Bitcoin'in büyüklüğüne ulaşamamıştır. Dijital paralar piyasasındaki, fiyat dalgalanmaları çok yüksek olduğu için riskli yatırım araçlarıdır ancak yüksek kazanç gibi avantajları nedeniyle yatırımcıların ilgi odağı olmaktadır. Bu nedenle dijital piyasada yatırım yapanlar Bitcoin ile önde gelen Altcoinlerin birbiriyle olan ilişkilerini de yakından takip etmektedirler. Bu çalışmanın amacı, Bitcoin ile piyasa büyüklüklerine göre ilk 10 içerisinde yer alan ve veri dönemine ulaşılabilen Altcoinler arasındaki ilişkileri analiz etmektir. Bu amaçla çalışma kapsamında 21.08.2020-07.01.2021 dönemini kapsayan Bitcoin ile birlikte Ethereum, Tether, Ripple, Litecoin, Cardano, Polkadot, Bitcoin Cash, Stellar ve Chainlink'e ait dolar cinsinden günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır. Kripto paralar arasındaki ilişki Granger Nedensellik Testi ile analiz edilmiştir.

ABSTRACT

Altcoins (alternative crypto currencies), which emerged as a result of the popularity of Bitcoin and Bitcoin, which are expressed as digital (crypto) currencies, have been developed as an alternative to traditional currencies. Altcoins derived as substitutes exist in the market for some features that cannot be offered by Bitcoin. Today, the number of digital currencies is over 2000. No competitive digital currency has reached the size of Bitcoin. Since the price fluctuations in the digital currency market are very high, they are risky investment tools, but they are the center of attention of investors due to their advantages such as high earnings. For this reason, those who invest in the digital market closely follow the relationship between Bitcoin and leading Altcoins. The purpose of this study is to analyze the relationships between Bitcoin and Altcoins, which are among the top 10 according to market sizes and can reach the data period. For this purpose, the daily closing prices in dollar terms of Ethereum, Tether, Ripple, Litecoin, Cardano, Polkadot, Bitcoin Cash, Stellar and Chainlink were used within the scope of the study. The relationship between cryptocurrencies has been analyzed with the Granger Causality Test.

1. Giriş

Yüzyıllar boyunca hayatımızda yer edinen ve her türlü mal ve hizmet alışverişinde kullandığımız para, zaman geçtikçe bilgi birikimi ve teknolojinin ilerlemesiyle, evrim geçirerek sanal para birimlerine dönüşmüştür. Sanal para birimleri, herhangi bir kuruluş, devlet, banka tarafından ihraç edilmemektedirler ve istenildiği zaman para yerine

kullanılabilmektedirler. Klasik iktisatta paranın tanımı yapılırken üç özelliği aynı anda taşınması gerektiği ifade edilmektedir. Bunlar; değişim aracı olması, değer saklama aracı olması ve hesap birimi olması özellikleridir. Paranın fonksiyonlarından, yatırım ve tasarruf aracı olma özelliğini taşıyan Bitcoin'i, bu özelliğinden dolayı bazı kesimler para olarak kabul etmektedirler. Bitcoin'in yasal düzenlemelere

* Sorumlu yazar/Corresponding author.

e-posta: ykubar@firat.edu.tr

Atf/Cite as: Kubar, Y. & Toprak Y. (2021). Bitcoin ve Altcoin'ler Arasındaki İlişkinin Granger Nedensellik Testi ile Analizi. *Journal of Emerging Economies and Policy*, 6(1), 233-247.

e-ISSN: 2651-5318. © 2021 TÜBİTAK ULAKBİM DergiPark ev sahipliğinde. Her hakkı saklıdır. [Hosting by TUBITAK ULAKBİM JournalPark. All rights reserved.]

tabi olmaması ve merkezi bir otorite tarafından kontrol ediliyor olmaması da onu bazı kesimlerin para olarak kabul etmemesine neden olmaktadır. Bitcoin geleneksel anlamdaki paradan bu özelliği ile ayrılmaktadır (Wandhöfer, 2017: 248).

Kripto para, şifreleme yöntemiyle korunan, merkezi bir ağa bağlı olmayan, güvenli ve eşten eşe bir ödeme sistemidir. İnternet aracılığıyla kullanılıp, devlet otoritesine dayanmazlar. Bu yüzden değerleri, piyasada anlık oluşan arz ve talep durumlarına göre belirlenir. Kripto paraların büyük bir bölümü merkezi olmayan bir mutabakat ağ yapısı ile çalışmaktadır. Kripto para kullanıcıları, itibari para olduğu gibi bu para ile de mal ve hizmet alım-satımı ve yatırım yapabilirler. Yapılan transferler merkezi olmayan dağıntık bir kayıt ve mutabakat sistemine kaydedilmektedir. Bu sisteme ve yapılan işlemlerin kaydına blok zincir denilmektedir. Blok zinciri; kripto para sistemi için, bir hesap hareketi kaydını temsil eden veri yapısı olarak tanımlanmaktadır. Sistemde meydana gelen hesap hareketi, gerçekliğini koruma altına almak adına dijital olarak imzalanmaktadır ve kimsenin bu kayda müdahale etme yetkisi yoktur (Kaplanhan, 2018: 106).

İlk kripto para birimi Bitcoin'e olan ilgi, özellikle 2008'de çıkan küresel mali kriz sonrasında insanların, finansal kurum ve bankalara olan güvenlerinin zedelenmesiyle başlamıştır. Bitcoin, açık kaynak kodlu yazılım sistemlerinden oluşmakta işlemler, blok zincir denilen dağıntık defteri kebire blok şeklinde yazılmaktadır. Bitcoin'de kullanıcıların güvenliği ve gizliliği ön planda olup, işlemler ise gözetimden uzaktır. Bu özelliklerinden dolayı kullanıcılar tarafından kabul görmeye başlamış ve Bitcoin'e eşdeğer birçok altcoin üretilmiştir. Bu altcoinlerin başında; Ethereum, Tether, Ripple, Bitcoin Cash, Litecoin, Stellar gelmektedir.

Bu çalışmada, kripto para birimi olan Bitcoin ve alternatif kripto para birimleri; Ethereum, Tether, Ripple, Litecoin, Cardano, Polkadot, Bitcoin Cash, Stellar ve Chainlink arasındaki fiyat hareketliliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu para birimleri arasındaki ilişki; 21.08.2020-07.01.2021 tarihlerini kapsayan dolar bazında günlük veriler kullanılarak, Johansen Eşbütünlüşme Analizi ve Granger Nedensellik Testi yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir.

2. Kripto Para Kavramının Tarihsel Gelişimi

Teknolojik gelişmeler ve dijitalleşmeyle birlikte para sanallaşmıştır. Klasik paralardan farklı olarak, dijital paralar Dünya da ciddi bir şekilde yaygınlaşan yeni bir alternatif değişim aracıdır. Dijital para ilk kez 1980'li yıllarda Hollanda'da ortaya çıkmıştır. Benzin istasyonu sahipleri ve kamyonculara yönelik hırsızlığı önlemek için geliştirilen akıllı kart sistemine ait kartlara para yüklenerek, yakıt alınabilmesi sağlanmıştır. Aynı dönemde, Avrupa'da, insanların alışverişlerinde doğrudan ödeme yapabilmeleri için POS cihazları kullanılmıştır. 1990 yıllarda Avrupa ve Asya'da, elektronik cüzdan formunda kart tabanlı ürünler olarak çıkarılan Proton (Belçika), Geldkarte (Almanya),

Chipnick (Hollanda), Mondex (İngiltere), Moneo (Fransa), Octopus (Hong Kong), Suica (Japonya) ve EZ-link (Singapur) ilk e-paralar olarak kullanılmıştır (<https://www.btk.gov.tr>).

Kripto paralarda merkezi bir yapının olmaması nedeniyle kontrol Blok-Zincir (Blockchain) sistemi tarafından gerçekleştirilmektedir. Kripto paralar, kuruluş aşamasında kripto sistemlerle belirlenen oranlarda üretilmektedir. Kripto sistemin kuruluş aşamasında dolaşıma sunulacak para miktarı, para arzının şekli ve zamanlaması belirlenmektedir. Kripto sistem hariç geleneksel elektronik para saklama ve transfer işlemlerinde üçüncü bir kurum veya kuruluş vardır (Ateş, 2016: 356). 1998 yılında kripto para kavramını ilk defa şifreli para olarak tanımlayan ve kripto paranın ilk sinyallerini yaptığı teorik çalışmalarla veren kişi, Wei Dai olmuştur. Dai, kriptografi (şifreleme) gibi yöntemlerin, herhangi bir merkezi otoriteye veya yöntemine bağlı olmaksızın, yapılan işlemleri, şifreleme metodu kullanarak gerçekleştirilebileceğini savunmuştur. Dai'den on yıl sonra ise kripto para birimlerinin alt yapısını oluşturan sistem, Satoshi Nakamoto olarak bilinen bir kişi veya grup tarafından 2008 yılında geliştirilmiştir (Dere, 2019:22-23).

2007-2008 yıllarında çıkan küresel ve borç krizi nedeniyle, merkezi para birimleri baskı altına girmiş ve Dünya genelindeki insanlar merkezi finansal kurumlara olan inancını kaybetmeye başlamıştır. Bu nedenle eşler arası ağlara ve şifreleme yöntemine dayalı, aynı zamanda merkezi olmayan dijital kripto para birimlerine olan ilgi artmıştır (Ceylan, 2019:3-4). Kripto paralar, piyasada şifreli bir şekilde alınıp satılmaktadırlar ve sadece dijital ortamda işlem görmektedirler. 2008 yılında piyasaya çıkan ilk kripto para ise Bitcoin'dir. Bu kripto para adı, bit (byte, dijital veri boyutu 1 byte) ve coin (madeni para) kelimelerinin birleştirilmesiyle oluşmuştur (Alpago, 2018:414).

Kripto paralar devlet otoritesine dayanmazlar ve değerleri bir kurum tarafından belirlenmez (Gönül, 2019:4). Kripto paraları hiçbir hükümet, kurum ya da şirket üretemez ve başkalarının sahip olduğu bu paraları da alıkoymazlar. Bu nedenle kripto paraların saklanması ve transfer edilmesinde güvenli bir sistem bulunmaktadır ve hem gönderici hem de alıcı dışında üçüncü bir kişi bulunması söz konusu değildir. Değerleri, piyasada anlık oluşan arz ve talep durumlarına göre belirlenmektedir. Kripto paraların güvenlik sistemi yüksek bir şekilde sağlandığı için bankacılık başta olmak üzere birçok alanda kullanılan blockchain (blok-zincir) teknolojisi ile bu paralar saklanmaktadır (Cengiz, 2018:90).

Kripto para sistemi işlevsel olarak paranın mübadele ve değer saklama aracı gibi fonksiyonlarına sahip olduğu gibi, diğer fonksiyonlarını da barındırmaktadır. Bu nedenle merkez bankası parası ile, yöntem ve şekil şartları bakımından aynı çerçeve ve aynı araçlara sahiptir. Örneğin Bitcoin sahibi, bir cüzdan ve bir hesap numarası olmak üzere iki dijital cüzdana ihtiyaç duymaktadır. Bu cüzdanlar; Bitcoin ödemelerini almak için kullanılan halka açık cüzdan ve Bitcoin paralarını saklamak ve taşımak için de özel

cüzdan olarak iki şekilde olmaktadır. Bu cüzdanlara sahip olmak için de Bitcoin üyeliği oluşturulup gerekli ödeme yapılmalıdır. Bu cüzdana ait hesap numarası halka açık olup 34 karakterden oluşmaktadır. Ayrıca bu cüzdanlar herkese açık olduğu için de hesap numarası dışında 51 karakterden oluşan bir şifre de verilmektedir. Bu şifreler hem QR şeklinde olup hem de akıllı telefonlara yüklenebilme özelliğine sahiptirler. Oluşturulan bu şifrenin gizli tutulması gerekmektedir, çünkü şifreyi ele geçiren herkes hesapta bulunan tüm paraları ele geçirebilir. Şifrenin birileri tarafından ele geçirilmesi durumunda yaptırılan işlemi iptal etmek için başvurulacak bir kurum kripto para sisteminde bulunmamaktadır. Bu da kripto para kullanmanın dezavantajlarından birini oluşturmaktadır (Alpago, 2018:415).

3. Kripto Para Birimlerinin Özellikleri

Kripto paraların genel özellikleri:

- (i). Dijital para birimi olup hiçbir şekilde maddi ve fiziksel karşılığı yoktur.
- (ii). Bir ağ teknolojisi olup herhangi bir merkezi yoktur ve A'dan B kişisine dijital para transferi sağlayıp, aynı zamanda üçüncü bir tarafa gerek duymamaktadır.
- (iii). Açık kaynak kodla yazılan ve tüm kullanıcılara açık ve sistemin sahibi ise, onu kullanan herkes olmaktadır (<https://coin-turk.com/yeni-baslayanlar-icin-13-maddelik-bitcoin-rehberi>).
- (iv). Kullanma koşulu ya da ön şartlar gibi kullanımı sınırlayan kuralları olmamakla birlikte, Madenci adı verilen programlar tarafından üretilmektedirler.
- (v). Üretimleri sınırlı olup toplamda 21 milyon adet üretilmektedirler.
- (vi). Kripto paralar; diğer para birimlerine dönüştürüldüğü için, TL, USD ve EURO vb. para birimlerine dönüştürülebilirler (Gönül, 2019:6).
- (vii). Kripto para işlemlerinin kaydedildiği bloklar, hesap defterleri ve kripto paraların transferleri, güvenliği yüksek seviyede olacak şekilde teknolojik olarak donanımlı madenciler tarafından sağlanmaktadır. Madenciler ise sistemin güvenliği açısından birbirlerinden bağımsız bir şekilde çalışmaktadırlar (Tan, 2019:11).

4. Seçilmiş Literatür

Atik vd. (2015) çalışmalarında, 2009-2015 yıllarını kapsayan günlük verilerden oluşan, Bitcoin fiyatlarıyla geleneksel döviz piyasaları arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik testi yöntemini kullanarak incelemişlerdir. Analizde yer alan çapraz döviz kurları; Euro (EUR), İngiliz Sterlin (GBP), Japon Yeni (JPY), Kanada Doları (CAD), Avustralya Doları (AUD) ve İsviçre Frankı (CHF)'ndan oluşmaktadır. Çalışmanın sonucunda, Bitcoin ile Japon

Yen'inin birbirlerini gecikmeli olarak etkilediğini ve Japon Yen'inden Bitcoin'e doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Bouoiyour vd. (2015) çalışmalarında, GARCH analiz metodunu kullanarak; Bitcoin fiyat endeksi (BPI), elektronik ticaret işlemleri (ETR) ve yatırımcı çekiciliği (TTR) arasındaki ilişkiyi tespit etmeyi amaçlamışlardır. Aralık 2010-Haziran 2014 dönemini kapsayan günlük verilerden yararlanmışlardır. Çalışmanın sonucunda, Bitcoin fiyatlarının ETR'yi olumlu etkilediği, TTR'nin Bitcoin fiyatlarını olumlu etkilediği ve Bitcoin fiyatlarının pozitif gelişmelerden çok negatif gelişmelere daha duyarlı olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Cheung vd. (2015) çalışmalarında, Philips-Shi-Yu yöntemini kullanarak Mt. Gox Borsası'ndaki Bitcoin fiyatlarında (USD) meydana gelen oynaklığı ve hızlı fiyat artışlarını analiz etmişlerdir. Çalışmada 17.06.2010-18.02.2014 dönemlerini kapsayan 1307 günlük veriler kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, kısa süreli fiyat balonlarından ziyade uzun süreli üç fiyat balonu tespit edilmiştir ve bu fiyat balonlarının, Mt. Gox borsasının çöküşünü hazırlayan nedenlerden biri olduğu ifade edilmiştir.

Dyhrberg (2016) çalışmasında, finansal varlık niteliğini taşımaları açısından Bitcoin, altın ve doların benzerliklerini GARCH modelini kullanarak incelemiştir. Söz konusu bu değişkenler 19.07.2010-22.05.2015 tarihlerini kapsamaktadır. Çalışmanın sonucunda, Bitcoin'in altın ve dolarla birçok benzer yanının olduğunu ve Bitcoin'in tıpkı bir para birimi gibi federal fon oranlarına önemli ölçüde tepki verdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Ağan ve Aydın (2018) çalışmalarında, Bitcoin'in çapraz döviz kurları (Euro, Kanada Doları, Yen, USD, İngiliz Pound'u ve Yuan) arasındaki asimetrik nedensellik ilişkisini Hatemi-J yöntemini kullanarak incelemiştir. Söz konusu veriler, 29.04.2013-29.06.2018 tarihlerini kapsayan 1299 gözlemden oluşmaktadır. Analizin sonucunda ise, Bitcoin ile Yen, Yuan, Kanada Doları ve Amerikan Doları arasında tek yönlü asimetrik nedensellik ilişkisi bulunurken, Bitcoin'le Euro ve İngiliz Sterlini arasında hem tek hem de çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmemiştir.

Karaağaç ve Altınırnak (2018) çalışmalarında, piyasa değeri bakımından en yüksek olan; Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash, Cardano, Litecoin, NEM, NEO, Stellar ve IOTA kripto para birimleri arasındaki fiyat hareketlerini incelemek için, Johansen Eşbütünleşme testi ve Granger Nedensellik Testi yöntemini kullanmışlardır. Bu seriler, 15.12.2017-17.01.2018 tarihlerini kapsayan günlük fiyatlardan oluşmaktadır. Çalışmanın sonucunda, Cardano ile NEO arasında, Bitcoin ile Bitcoin Cash arasında, Litecoin ile Bitcoin Cash arasında, NEM ile Bitcoin Cash arasında ve Ripple ile Bitcoin arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanırken; NEO ile Ethereum arasında, NEO ile Litecoin arasında ve NEM ile Stellar arasında ise çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu tespit

etmişleridir. Ayrıca, bu değişkenlerin fiyat hareketlerinin birbirlerini kısa dönemde etkiledikleri sonucuna varılmıştır.

Ciaian vd. (2018) çalışmalarında, Bitcoin ve 16 adet altcoinden oluşan kripto para birimleri arasındaki ilişkiyi kısa ve uzun dönem açısından ayrı ayrı ele almışlardır. Söz konusu bu paralar, piyasa değerlerine göre seçilmiş olup, 2013-2016 yıllarını kapsamaktadır. Çalışmada ARDL modeli kullanılmıştır ve Bitcoin ile alt coinler arasında bir fiyat ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen bu ilişkinin ise, uzun dönemden ziyade kısa dönemde daha güçlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Dere (2019) çalışmasında, kripto para birimi olan Bitcoin ile ekonomik göstergeler arasındaki ilişkiyi, Granger nedensellik testi, VAR yöntemine dayalı etki-tepki fonksiyonları ve varyans ayrışması yöntemlerini kullanarak analiz etmiştir. Söz konusu bu ekonomik göstergeler; faiz oranları, borsa endeksleri, döviz kurları emtialar olmak üzere dört gruptan oluşmaktadır. Günlük verilerden oluşan bu değişkenlerin tarihi 16.07.2010-16.05.2019 dönemlerini kapsamaktadır. Çalışmanın sonucunda ise, haftalık ve aylık Euro cinsinden Libor faiz oranlarıyla EUR/USD, JPY/USD, CNY/USD döviz kurları ve altın fiyatlarının Bitcoin fiyatlarını etkilediği, fakat Dow Jones 30 ve Nikkei 225 borsa endekslerinin ise Bitcoin fiyatlarından etkilendiği belirlenmiştir.

Akçalı ve Şişmanoğlu (2019) çalışmalarında, Bitcoin ile piyasa değerlerine göre ilk 15 kripto para birimi içerisinde yer alan ve veri dönemine ulaşılabilen altcoinler arasındaki ilişkinin analiz edilmesini amaçlamışlardır. Bu amaçla çalışma, 07.08.2015- 21.11.2018 dönemini kapsayan Bitcoin (BTC) ile birlikte Ripple (XRP), Ethereum, Stellar, Litecoin, Monero, Dash ve Nem'e ait dolar cinsinden günlük kapanış fiyatlarını kullanılmışlardır. Kripto paralar arasındaki ilişkiyi Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ile analiz etmişlerdir. Araştırmanın neticesinde, her bir kripto para biriminin genel anlamda tek yönlü ya da çift yönlü olarak birbirini etkilediklerini saptamışlardır. Yani, kripto para birimlerinin birbirleriyle etkileşim içinde oldukları belirtilmiştir. Bitcoin'in diğer kripto paralarla olan test sonuçlarına göre ise; Bitcoin ile Ripple ve Stellar arasında çift yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin olduğu, Bitcoin'den Litecoin'e ve Nem'e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Dash'dan ise Bitcoin'e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir ilişki olduğunu tespit etmenin yanında, Bitcoin ile Ethereum ve Monero arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Polat ve Tuncel (2020) çalışmalarında, Borsa İstanbul ile kripto paralar arasındaki ilişkiyi tespit etmeyi amaçlamışlardır. BIST100 endeksinin ve Bitcoin'in kullanıldığı bu analiz, 24.11.2013-23.06.2019 tarihlerini kapsayan haftalık verilerden oluşmaktadır. Yöntem olarak ise, klasik eşbütünlüşme olan Johansen Eşbütünlüşme testini ve değişkenler arasındaki saklı eşbütünlüşme ilişkisini analiz etmek için Hatemi-J-Irandoust (2012) testini kullanmışlardır. Çalışmanın neticesinde, klasik

eşbütünlüşme yöntemine göre Bitcoin ile BIST100 arasında eşbütünlüşme ilişkisinin olmadığı, fakat saklı eşbütünlüşme yöntemine göre ise BTC ile BIST100 endeksi arasında eşbütünlüşme ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Aksoy vd. (2020) çalışmalarında, kripto paralar arasındaki fiyat hareketlerini incelemek ve aralarında bir nedensellik bağının olup olmadığını bulmak için Toda-Yamamoto Testi'ni kullanmışlardır. Bu bağlamda, çalışmada kullanılan kripto para birimleri (Bitcoin, Bitcoin Cash, Ethereum, Litecoin ve Ripple), piyasa değeri bakımından ilk beşte yer almaktadırlar. Çalışmada kullanılan değişkenler, 18.01.2018-24.12.2019 tarihlerini kapsayan günlük verilerden oluşmaktadır. Çalışmanın neticesinde, analizde yer alan tüm kripto paraların Litecoin fiyatını etkilediği, Ethereum'un tüm kripto paraları etkilediği ve ayrıca incelenen beş kripto paranın da en az iki kripto para ile nedensellik ilişkisi içinde olduğu sonucuna varmışlardır.

Şak (2021) çalışmasında, piyasa değeri bakımında ilk 30 kripto para içerisinde yer alan; Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash, Litecoin, Eos, Binance coin, Stellar, Monero, Dash, Ethereum Classic, Neo ve Zcash 13 adet kripto para birimini kullanmıştır. Çalışmada kullanılan bu kripto paralar, günlük verilerden oluşup 26.07.2017-27.02.2020 tarihlerini kapsamaktadır. Çalışmadaki amaç, kripto para piyasasında meydana gelen yükseliş ve düşüş trendinin olduğu dönemlerdeki hareketleri daha iyi ortaya çıkarabilmek amacıyla, pozitif ve negatif şokların yaşandığı kazandıran ve kaybettiren dönemlerde bu kripto paralar arasındaki ilişki, Hatemi-J asimetric nedensellik testi ile incelenmiştir. Çalışma neticesinde, özellikle kazandıran dönemlerde kişiler yatırım araçlarını çeşitlendirirken, kaybettiren dönemlerde ise kişilerin daha az riskli olarak görülen kripto paralara yatırım yaptığı gözlemlenmiştir. Negatif şok dönemlerinde en çok tercih edilen kripto paralar; Ripple, Binance Coin, Bitcoin Cash ve Monero iken; pozitif şok dönemlerinde ise en çok tercih edilenler Bitcoin, Ripple, Binance Coin, Dash ve Bitcoin Cash olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Koy vd. (2021) çalışmalarında, kripto para piyasasının lideri olan Bitcoin'in volatilité yapısında ABD borsa endeks getirilerinin varlığını araştırmışlardır. Çalışmada Bitcoin ile ABD Borsa endeksleri olan; SP500, Nasdaq100 ve DowJones Industrial varyans değişkeni olarak kullanılan bu değişkenler günlük verilerden oluşup, 10.03.2016-11.06.2019 dönemlerini kapsamaktadır. Bu amaçla analizde, Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişken Varyans modellerinden GARCH, EGARCH ve TARCH yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmanın neticesinde ise; her üç endeksin de BTC'nin volatilitésini açıklamada anlamlı olduğu, borsa endeksleriyle geliştirilen modellerin GARCH, EGARCH ve TARCH modellerinin tamamında benzer temel modelden daha güçlü olduğu ve endekslerle geliştirilmiş EGARCH modelinin ise en güçlü model olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kartal ve Yağlı (2021) çalışmalarında, Bitcoin fiyatıyla Türkiye ve BRICS ülkelerine ait borsa endeksleri arasındaki

ilişkiyi tespit etmeyi amaçlanmışlardır. Bu nedenle analizde, Johansen eşbütünleşme testiyle kısa dönem ilişkisi için Granger nedensellik testini kullanılmışlardır. Çalışmada kullanılan değişkenler (Türkiye-BIST100 endeksi, Brezilya-BOVESPA endeksi, Rusya-MOEX endeksi, Hindistan NIFTY50 endeksi, Çin-SHANGAI endeksi ve Güney Afrika JSE endeksi) aylık olup 01.01.2013-31.12.2019 dönemlerini kapsamaktadır. Yapılan analizler sonucunda değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu tespit edilirken, Rusya (MOEX) ve Türkiye (BIST100) borsa endekslerinin ise Bitcoin'in nedeni olduğu görülmüştür. Bitcoin'in ise Çin (SHANGAI) borsasının nedeni olduğunu tespit etmişlerdir. Bu borsalarda, kısa dönemde meydana gelen Bitcoin fiyatlarındaki değişimin, yatırım kararları üzerinde etkisi olduğu sonucuna varmışlardır.

5. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, Bitcoin ve Altcoinler arasındaki fiyat hareketlerinin birbirleri üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanırken aralarında bir nedensellik ilişkisinin olup olmadığı da incelenmiştir. Araştırmaya dahil edilen kripto paralar; Bitcoin, Ethereum, Tether, Ripple, Litecoin, Cardano, Polkadot, Bitcoin Cash, Stellar ve Chainlink'den oluşmaktadır. Araştırma modeline dahil edilen bu kripto para birimlerinin seçilmesinin nedeni, çalışmaya konu olan tarihler arasında en yüksek piyasa değerine sahip olmalarıdır.

6. Araştırmada Kullanılan Yöntem

Bitcoin ve diğer kripto para birimlerinin fiyat hareketliliği arasındaki ilişkinin incelenmesini amaçlayan bu çalışmada, yöntem olarak Johansen Eşbütünleşme Analizi ve Granger Nedensellik Analizi kullanılmıştır. Bu nedenle, ilk olarak çalışmada kullanılan değişkenlerin kaçınıcı derecede durağan olduklarını belirlemek için ADF ve PP Birim Kök Testi ve değişkenler arasında yapısal kırılmanın olup olmadığını incelemek için de Zivot ve Andrews (1992) Tek Kırılmalı Birim Kök Testi uygulanmıştır. Yapılan birim kök testlerinden sonra ikinci olarak serilerin gecikme uzunluğu belirlenerek Johansen Eşbütünleşme Testi uygulanmıştır. Son aşamada ise değişkenler arasında karşılıklı nedensellik ilişkisinin olup olmadığını bulmak için ise Granger Nedensellik Testi uygulanmıştır.

6.1. Durağanlık Analizi

Zaman serisi kullanılarak yapılan analizlerde, ilk önce modele dahil edilen değişkenlerin durağan olup olmadıkları test edilmektedir (Gujarati, 1999:718-720). Zaman serisi analizlerinde durağan olmayan değişkenler kullanıldıkları zaman sahte regresyon sorunu ortaya çıkabilmektedir. Sahte regresyon söz konusu olması durumunda, R^2 yüksek ve t istatistiği anlamlı çıksa dahi yapılan parametre tahminleri anlamsız olmaktadır. Böyle bir durumun ortaya çıkması durumunda R^2 değeri ve t istatistikleri yanıltıcı olabilmektedir. Yani, bu değerlere bakılarak modelin yorumlanması hatalı sonuçlara yol açabilmektedir (Dere,

2019:103). Bu yüzden ilk olarak serilerin birim kök içerip içermediklerini tespit etmek gerekmektedir. Birim kök içeren seriler durağan değilken birim kök içermeyen seriler durağan olmaktadır. Bu çalışmada değişkenlerin durağanlık derecelerinin belirlenmesi açısından Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Philips-Perron (PP) birim kök testlerinin yanında Zivot ve Andrews (1992) tek kırılmalı birim kök testi uygulanmıştır.

ADF ve PP birim kök testlerinde yokluk ve alternatif hipotez testi şu şekilde kurulmaktadır (Bozkurt, Altuner, 2018:171):

H_0 : Seri durağan değildir (Birim kök vardır).

H_1 : Seri durağandır (Birim kök yoktur).

Dickey-Fuller (1981) tarafından geliştirilerek kullanılan Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey Fuller-ADF) testinde, ADF testi için aşağıdaki (1) ve (2) numaralı (sabit ve sabitli-trendli) eşitlikler tahmin edilmiştir (Dickey ve Fuller, 1981:1057-1072)

$$\Delta X_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t-1} + \sum_{i=1}^k \lambda_i \Delta X_{t-i} + U_t \quad (1)$$

$$\Delta X_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 trend + \sum_{i=1}^k \lambda_i \Delta X_{t-i} + U_t \quad (2)$$

X_t ; ele alınan seriyi,

Δ ; fark operatörünü,

k ; denkleme ilave edilen bağımlı değişken gecikmelerini, β ile λ parametreleri, Trend ise doğrusal zaman trendini ve U_t , hata terimini temsil etmektedir. Çalışmada kullanılan ADF testinin eksikliklerinin giderilmesi ve alternatif oluşturması bakımından Phillips ve Perron birim kök testi de çalışma modeline dahil edilmiştir. PP testindeki hipotezler de ADF testine benzemektedir. PP testinin denklemi aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Phillips ve Perron, 1988:338):

$$\gamma_t = \hat{u} + \hat{\alpha} \gamma_{t-1} + \hat{u}_t \quad (3)$$

$$\gamma_t = \bar{U} + \tilde{\beta} \left(t - \frac{1}{2} \lambda \right) + \tilde{\alpha} \gamma_{t-1} + \tilde{U}_t \quad (4)$$

PP ve ADF testleri aynı oldukları için MacKinnon (1996) kritik değerleri kullanılmaktadır ve hesaplanan bu test istatistikleri, ilgili kritik değerden küçük oldukları zaman yokluk hipotezi reddedilmektedir (Mert ve Çağlar, 2019:101). Bir diğer birim kök testi ise, yapısal kırılmanın olup olmadığını incelemek için yapılan ZA (1992) tek kırılmalı birim kök testidir. Yapısal kırılmalı birim kök testleri genelde sıradan birim kök testleriyle beraber yapılmaktadır. Ancak sıradan birim kök testinde seri durağan bulunursa kırılmalı birim kök testi yapmak gereksiz olduğu için serinin düzey değerinde durağan dışı bulunması gerekmektedir. Seri durağan dışı bulunduktan sonra bu durağan dışılık durumun herhangi bir yapısal kırılmadan kaynaklanıp kaynaklanmadığını öğrenmek için yapısal kırılmalı birim kök testi uygulanmaktadır. Bunun sonucunda sıradan birim kök testinin anlamsız (durağan dışı) bulunduğu seriyi, yapısal kırılmalı birim kök testi anlamlı (durağan) bulursa anlamlı bir yapısal kırılmaların olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır (Mert ve Çağlar, 2019:125).

ZA (1992) kırılmalı birim kök testinde kırılmanın zamanı bilinmemekle beraber test, kırılma zamanının içsel (endojen) varsayarak en küçük t istatistiğinin bulunduğu gözlemi kırılma zamanı olarak bulmaktadır. ZA (1992) tek kırılmalı birim kök testinde Model A düzeyde kırılmayı, Model B trendde kırılmayı ve Model C hem düzeyde hem de trendde kırılmayı gösteren üç modeli temel almıştır. Buna göre:

$$\gamma_t = \mu + \beta t + \theta DU_t(T_b) + \alpha \gamma_{t-1} + \sum_{i=1}^k c_i \Delta \gamma_{t-i} + e_t \quad (5)$$

$$\gamma_t = \mu + \beta t + \gamma DT_t(T_b) + \alpha \gamma_{t-1} + \sum_{i=1}^k c_i \Delta \gamma_{t-i} + e_t \quad (6)$$

$$\gamma_t = \mu + \beta t + \theta DU_t(T_b) + \gamma DT_t(T_b) + \alpha \gamma_{t-1} + \sum_{i=1}^k c_i \Delta \gamma_{t-i} + e_t \quad (7)$$

Şeklinde olmaktadır. Buradaki amaç Model A, B ve C denklemleri yardımıyla ADF birim kök testi yapılarak durağan dışı bulunan serinin kırılmalarından kaynaklanıp kaynaklanmadığı sorgulamaktır. Dolayısı ile ZA (1992) kırılmalı birim kök testi, ADF tipi bir birim kök testi olmakla birlikte eşitlik 5-6-7’de tanımlanan modeller için yokluk hipotezi “ H_0 : Seri birim kök içerir” şeklinde olmaktadır. Ayrıca her üç model için $\alpha=0$ olması durumunda yokluk hipotezi reddedilemez ve bu da seride birim kökün olduğu anlamına gelmektedir. Literatürde genelde Model A ve Model C kullanılmaktadır (Mert ve Çağlar, 2019:137). Bu nedenle araştırmaya Model B dahil edilmemiştir.

6.2. Johansen Eşbütünlük Analizi

Seriler arasında Eşbütünlük ilişkisinin olup olmadığını araştırmak için literatürde, bu konu ile ilgili birçok çalışma yer almaktadır. Söz konusu bu çalışmadan biri de Johansen (1988) Eşbütünlük analizidir. Bu yöntem çok değişkenli zaman serilerinde birden fazla Eşbütünlük ilişkisini bulduğu için araştırmaya dahil edilmiştir (Çakın, 2019:51). Bu yöntem Vektör Otoregresif Model (VAR) üzerinden incelenirse;

$$\chi_t = \Pi_1 \chi_{t-1} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Durağan olmayan zaman serilerinde fark alınarak durağanlaştırılır. Zaman serilerinin birinci farkı alındığında aşağıdaki gibi görünmektedirler;

$$\Delta \chi_t = \Pi_1 \chi_{t-1} - \chi_{t-1} + \varepsilon_t \quad (9)$$

$$\Delta \chi_t = (\Pi_1 - I_n) \chi_{t-1} + \varepsilon_t \quad (10)$$

Δ birinci fark işlemcisini;

X_t , n değişkenli, t anındaki gözlem değerlerinden oluşan bir vektörü ve ε_t hata terimini ifade eder.

$$\Delta \chi_t = \Gamma \chi_{t-1} + \varepsilon_t \quad (11)$$

X_t ve ε_t (nx1) vektörünü; Π_1 , (nxn) parametre matrisini; I_n , (nxn) birim matrisini ve Γ ise $(\Pi_1 - I_n)$ 'i göstermektedir.

$$\Delta \chi_t = \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta \chi_{t-i} + \Pi \chi_{t-k} + \varepsilon_t \quad (12)$$

$$\Gamma_i = -I + \Pi_1 + \dots + \Pi_i, \quad (i = 1, 2, \dots, k-1) \quad (13)$$

$$\Pi = -(I - \Pi_1 - \dots - \Pi_k) \quad (14)$$

Oluşan bu üç farklı rank şu şekilde değerlendirilebilir (Johansen ve Juselius, 1990: 170);

➤ Rank (Π)=n olduğunda Π matrisi tam ranklı olur ve X_t vektör süreci durağan olmaktadır.

➤ Rank (Π)=0 olduğunda Π matrisi sıfır matrisi olur ve X_t sürecinde herhangi bir lineer bileşimi olmadığı için değişkenler de koentegre olmamaktadırlar.

➤ $1 < \text{Rank}(\Pi) < n$ olduğunda ise koentegre vektörü bulunmaz. Bu da demek oluyor ki değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki söz konusudur.

Serilerde eşbütünlük ilişkisinin olup olmadığına karar vermek için yapılan Johansen yaklaşımına göre eşbütünlük ilişkisinden söz etmek için İz Testi ve Maksimum Öz Değer Testi olmak üzere iki farklı test kullanılmaktadır. Burada hesap yapılan istatistiklerle kritik değerlerin karşılaştırılması yapılarak aralarında eşbütünlük ilişkisinin olup olmadığı tespit edilmektedir. Bu istatistikler şu şekilde gösterilmektedirler (Akel, 2015:84).

$$\lambda_{iz}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n I_n (1 - \hat{\lambda}_i) \quad (15)$$

$$\lambda_{max}(r, r+1) = -T I_n (1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad (16)$$

15 numaralı eşitlikteki iz istatistiği denkleminde λ_i , Π matrisinin tahmin edilmiş olan karakteristik kökleri gösterirken, eşitlik 16’daki λ_{r+1} ise öz değer tahminlerini göstermektedir. T’ de kullanılabilir gözlem sayısını göstermektedir. Buradaki amaç Π matrisinin karakteristik köklerinin anlamlı olması şartıyla sıfırdan farklı olup olmadığını test eden iz ve maksimum öz değer test istatistiklerine uygun alternatif hipotezler kurmaktadır. Şayet iz istatistik değeri ve maksimum öz değer test istatistik değeri, kritik değerden büyük olursa yokluk hipotezi reddedilerek H_1 alternatif hipotez kabul edilmiş olacaktır. Böylece değişkenlerin bu süreçte koentegre olup olmadıkları ve aralarında eşbütünlük ilişkisi olması halinde ne kadar sayıda koentegre edici vektör olduğu belirlenmiş olacaktır (Çakın,2019:53).

6.3. Granger Nedensellik Testi

Granger nedensellik testi, iki değişken arasında nedensellik ilişkisinin olup olmadığını tespit etmek amacıyla Granger (1969) tarafından geliştirilerek kullanılmıştır. Bunun sonucunda değişkenler arasında, nedensellik ilişkisi bulunursa bu defa nedenselliğin yönü tespit edilmektedir. Ayrıca Granger nedensellik testinden önce de bilgi kriterleri kullanılarak uygun gecikme uzunluğu belirlenmektedir. Nedensellik analizi aşağıdaki modeller kullanılarak yapılmaktadır (Granger, 1969:431).

$$X_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^n b_i \gamma_{t-i} + u_{1t} \quad (17)$$

$$H_0 = \sum_{i=1}^n \alpha_i = 0 \text{ ise } X_t, \gamma_t \text{nin nedeni değildir} \quad (18)$$

$$H_1 = \sum_{i=1}^n \alpha_i \neq 0 \text{ ise } X_t, \gamma_t \text{nin nedenidir} \quad (19)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^n c_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^n d_i \gamma_{t-i} + u_{2t} \quad (20)$$

$$H_0 = \sum_{i=1}^n d_i = 0 \text{ ise } Y_t, X_t \text{nin nedeni değildir} \quad (21)$$

$$H_1 = \sum_{i=1}^n d_i \neq 0 \text{ ise } Y_t, X_t \text{nin nedenidir} \quad (22)$$

Eşitliklerde kullanılan α_i, b_i, c_i, d_i gecikme katsayılarını göstermektedir. Gecikme derecesi n ile gösterilirken hata terimlerinin white-noise (beyaz gürültü) süreçlerini ise aralarında seri korelasyonu bulunmayan u_{1t} ve u_{2t} göstermektedir. Modellerde kullanılan bağımsız değişkene ait gecikmeli değerlerdeki katsayıların tümü sıfıra eşit ya da eşit değilse aşağıdaki dört modelden bahsedilmektedir:

- (i). Belli bir anlamlılık düzeyinde α_i katsayıları sıfırdan farklı bulunursa H_0 hipotezi reddedilerek X_t, Y_t 'nin Granger nedenidir hipotezi kabul edilir ve burada tek yönlü bir nedensellikten bahsedilir.
- (ii). Aynı şekilde d_i katsayısının belli bir anlamlılık düzeyine göre sıfırdan farklı bulunması halinde H_0 hipotezi reddedilerek Y_t, X_t 'nin Granger nedenidir hipotezi kabul edilmiş olur. Buradaki nedenselliğin de tek yönlü olduğu sonucuna varılır.
- (iii). Hem a_i hem de d_i katsayılarının belirli bir anlamlılık düzeyine göre sıfırdan farklı bulunması durumunda H_0 hipotezleri reddedilerek X_t ve Y_t 'nin arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılır.
- (iv). Eğer a_i ile d_i katsayılarının bütün değerleri sıfır bulunursa H_0 hipotezleri kabul edilerek hem X_t hem de Y_t arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır (Çakın, 2019:54-55).

7. Araştırmanın Veri Seti

Analizde kullanılan Bitcoin, Ethereum, Tether, Ripple, Litecoin, Cardano, Polkadot, Bitcoin Cash, Stellar ve Chainlink kripto para birimlerinin fiyat hareketliliği arasındaki ilişki ele alınmıştır. Analiz dönemi 21.08.2020-07.01.2021 tarihlerini kapsamaktadır. Analizde kullanılan kripto para birimlerinin verileri, <https://tr.investing.com/> adresinden elde edilmiştir. Analize dahil edilen kripto paraların her biri 140 gözlemden oluşmaktadır. Analizde kullanmak için seçilen kripto paraların dolar bazında kapanış fiyatları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Araştırmaya dahil edilen kripto paralar ve sembolleri, aşağıdaki Tablo 1'de gösterilmektedir:

Tablo 1. Kripto Parala

	Kripto Paralar	Sembolleri
1	Bitcoin	btc
2	Ethereum	eth
3	Tether	usdt
4	Ripple	xrp
5	Litecoin	Ltc
6	Cardano	Ada
7	Polkadot	dot
8	Bitcoin Cash	bch
9	Stellar	xlm
10	Chainlink	link

Doğal logaritmaları alınarak analizde kullanılan kripto paralara ait serilerin tanımlayıcı istatistik değerleri Ek-1'de gösterilmektedir. Ek-1'de görüldüğü üzere bir adet Bitcoin yaklaşık 9.613 TL'ye denk gelmektedir. Ayrıca Bitcoin'in minimum değerinin negatif ve maksimum değerinin pozitif olması zaman içinde Bitcoin'in değerlendirildiğini göstermektedir. Jargua-Bera test istatistiğine bakıldığında 0.01 anlamlılık düzeyine göre $lnbtc, lneth, lnusdt, lnrxp, lnltc, lnada, lnch$ ve $lnxlm$ serileri normal dağılım göstermezken $lnlink$ 'in 0.01, 0.05 ve 0.10 anlamlılık düzeylerine göre normal dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır. Ayrıca kripto paralara ilişkin çarpıklık katsayılarına bakıldığında zaman $lnusdt$ ve $lnlink$ katsayılarının negatif olması serilerin sola çarpık olduğunu gösterirken diğer kripto para birimlerinin katsayılarının pozitif olması serilerin sağa çarpık olduğunu göstermektedir. Son olarak ise $lneth, lnusdt, lnada$ ve $lnldot$ serilerinin basıklık katsayıları 3'ten büyük olduğu için bunlar kalın kuyruklu olarak ifade edilmektedirler. Ek-2'de de serilerin korelasyon tablosu yer almaktadır. Ek-2'deki korelasyon katsayıları incelendiğinde Bitcoin'in Tether ($lnusdt$) para birimi hariç diğer kripto para birimleriyle arasında pozitif ve güçlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

8. Araştırmanın Analizi ve Sonuçları

Bu çalışmada ilk olarak değişkenlerin kaçınıcı derecede durağan olduklarını öğrenmek için serilere ADF ve PP birim kök testleri uygulanmıştır. Yapılan her iki testte de H_0 hipotezi, serinin durağan olmadığı yani serinin birim kök içerdiği şeklinde kurulmuştur. Hesaplanan t-istatistiğinin Mac Kinnon kritik değerinden mutlak değerce yüksek bulunması halinde, H_0 hipotezi reddedilerek serinin düzeyde durağan yani $I(0)$ olduğu ifade edilmektedir (Dere, 2019:108). Eğer seri düzey değerinde durağan bulunmazsa serinin farkı alınarak durağan hale getirilmektedir. Farkı alınan seri 'D' simgesi ile gösterilmektedir. Yapılan ADF ve PP birim kök testlerinden sonra seride kırılmanın olup olmadığını anlamak için ZA (1992) tek kırılmalı birim kök testi yapılmaktadır. Serilere yapılan birim kök testleri hem sabitli hem de sabitli ve trendli modelde düzey değerinde, durağan dışı bulunursa, ZA (1992) tek kırılmalı birim kök testi yapılabilmektedir. Durağan bulunurlarsa yapısal kırılma analizi yapmaya gerek kalmamaktadır. Tablo 2' de hem sabitli hem de sabitli ve trendli model için ADF Birim Kök Testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 2'de görüldüğü üzere, sabitli model için yapılan ADF Birim Kök Testi sonuçlarına göre $lnusdt$ değişkeni dışında, diğer tüm değişkenler birinci farkları alındıktan sonra durağan olmaktadır. Aynı şekilde, sabitli ve trendli model için yapılan ADF Birim Kök Testi sonuçlarına göre de $lnusdt$ değişkeni dışında, diğer tüm değişkenler birinci farkları alındıktan sonra durağan olmaktadır. Tablo 3'te hem sabitli hem de sabitli ve trendli model için PP Birim Kök Testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 2. ADF Birim Kök Test Sonuçları

Sabitli Model için				
Değişkenler	Kritik Değer (%5)	ADF t-istatistiği	Olasılık Değeri	Hipotez
lnbtc	-2.882	3.040	1.000	H ₀ Kabul
lneth	-2.882	1.969	0.999	H ₀ Kabul
lnusdt	-2.882	-5.875	0.000	H ₀ Red
lnxrp	-2.882	-1.426	0.567	H ₀ Kabul
lnltc	-2.882	1.020	0.996	H ₀ Kabul
lnada	-2.882	0.774	0.993	H ₀ Kabul
lndot	-2.882	-1.460	0.550	H ₀ Kabul
lnbch	-2.882	-0.520	0.882	H ₀ Kabul
lnxlm	-2.882	0.263	0.975	H ₀ Kabul
lnlink	-2.882	-2.379	0.149	H ₀ Kabul
d(lnbtc)	-2.882	-10.919	0.000	H ₀ Red
d(lneth)	-2.882	-10.938	0.000	H ₀ Red
d(lnusdt)	-2.882	-12.467	0.000	H ₀ Red
d(lnxrp)	-2.882	-11.726	0.000	H ₀ Red
d(lnltc)	-2.882	-11.438	0.000	H ₀ Red
d(lnada)	-2.882	-11.305	0.000	H ₀ Red
d(lndot)	-2.882	-14.165	0.000	H ₀ Red
d(lnbch)	-2.882	-12.612	0.000	H ₀ Red
d(lnxlm)	-2.882	-11.250	0.000	H ₀ Red
d(lnlink)	-2.882	-13.539	0.000	H ₀ Red
Sabitli ve Trendli Model için				
lnbtc	-3.442	-0.318	0.989	H ₀ Kabul
lneth	-3.442	-0.258	0.991	H ₀ Kabul
lnusdt	-3.442	-7.349	0.000	H ₀ Red
lnxrp	-3.442	-1.652	0.776	H ₀ Kabul
lnltc	-3.442	-1.579	0.796	H ₀ Kabul
lnada	-3.442	-1.414	0.852	H ₀ Kabul
lndot	-3.442	-1.797	0.701	H ₀ Kabul
lnbch	-3.442	-2.426	0.364	H ₀ Kabul
lnxlm	-3.442	-1.515	0.820	H ₀ Kabul
lnlink	-3.442	-2.578	0.290	H ₀ Kabul
d(lnbtc)	-3.442	-11.842	0.000	H ₀ Red
d(lneth)	-3.442	-11.396	0.000	H ₀ Red
d(lnusdt)	-3.442	-12.597	0.000	H ₀ Red
d(lnxrp)	-3.442	-11.683	0.000	H ₀ Red
d(lnltc)	-3.442	-11.843	0.000	H ₀ Red
d(lnada)	-3.442	-11.705	0.000	H ₀ Red
d(lndot)	-3.442	-14.248	0.000	H ₀ Red
d(lnbch)	-3.442	-12.864	0.000	H ₀ Red
d(lnxlm)	-3.442	-11.497	0.000	H ₀ Red
d(lnlink)	-3.442	-13.664	0.000	H ₀ Red

Tablo 3'te görüldüğü üzere, sabitli model için yapılan PP Birim Kök Testi sonuçlarına göre de lnusdt değişkeni dışında, diğer tüm değişkenler birinci farkları alındıktan sonra durağan olmaktadır. Aynı şekilde, sabitli ve trendli model için yapılan PP Birim Kök Testi sonuçlarına göre de lnusdt değişkeni dışında, diğer tüm değişkenler birinci farkları alındıktan sonra durağan olmaktadır.

Tablo 3. PP Birim Kök Testi Sonuçları

Sabitli Model için				
Değişkenler	Kritik Değer (%5)	PP t-istatistiği	Olasılık Değeri	Hipotez
lnbtc	-2.882	3.467	1.000	H ₀ Kabul
lneth	-2.882	2.783	1.000	H ₀ Kabul
lnusdt	-2.882	-5.962	0.000	H ₀ Red
lnxrp	-2.882	-1.590	0.484	H ₀ Kabul
lnltc	-2.882	1.463	0.999	H ₀ Kabul
lnada	-2.882	0.845	0.994	H ₀ Kabul
lndot	-2.882	-1.927	0.318	H ₀ Kabul
lnbch	-2.882	0.135	0.967	H ₀ Kabul
lnxlm	-2.882	-0.156	0.939	H ₀ Kabul
lnlink	-2.882	-2.340	0.160	H ₀ Kabul
d(lnbtc)	-2.882	-10.929	0.000	H ₀ Red
d(lneth)	-2.882	-10.958	0.000	H ₀ Red
d(lnusdt)	-2.882	-32.484	0.000	H ₀ Red
d(lnxrp)	-2.882	-11.761	0.000	H ₀ Red
d(lnltc)	-2.882	-11.446	0.000	H ₀ Red
d(lnada)	-2.882	-11.334	0.000	H ₀ Red
d(lndot)	-2.882	-13.876	0.000	H ₀ Red
d(lnbch)	-2.882	-13.044	0.000	H ₀ Red
d(lnxlm)	-2.882	-11.371	0.000	H ₀ Red
d(lnlink)	-2.882	-13.649	0.000	H ₀ Red
Sabitli ve Trendli Model için				
lnbtc	-3.442	-0.100	0.994	H ₀ Kabul
lneth	-3.442	0.046	0.996	H ₀ Kabul
lnusdt	-3.442	-7.378	0.000	H ₀ Red
lnxrp	-3.442	-1.861	0.669	H ₀ Kabul
lnltc	-3.442	-1.229	0.900	H ₀ Kabul
lnada	-3.442	-1.472	0.834	H ₀ Kabul
lndot	-3.442	-2.293	0.434	H ₀ Kabul
lnbch	-3.442	-2.031	0.578	H ₀ Kabul
lnxlm	-3.442	-1.843	0.678	H ₀ Kabul
lnlink	-3.442	-2.477	0.339	H ₀ Kabul
d(lnbtc)	-3.442	-11.878	0.000	H ₀ Red
d(lneth)	-3.442	-11.479	0.000	H ₀ Red
d(lnusdt)	-3.442	-32.839	0.000	H ₀ Red
d(lnxrp)	-3.442	-11.722	0.000	H ₀ Red
d(lnltc)	-3.442	-13.247	0.000	H ₀ Red
d(lnada)	-3.442	-11.715	0.000	H ₀ Red
d(lndot)	-3.442	-14.023	0.000	H ₀ Red
d(lnbch)	-3.442	-14.655	0.000	H ₀ Red
d(lnxlm)	-3.442	-11.585	0.000	H ₀ Red
d(lnlink)	-3.442	-14.029	0.000	H ₀ Red

Analizde yer alan değişkenlere yapılan ADF ve PP birim kök testi sonuçlarına bakıldığında hem sabitli hem de sabitli ve trendli modelde yer alan lnusdt dışındaki tüm değişkenler 0.05 anlamlılık düzeyinde durağan olmayıp, birim kök içermektedirler. Bu nedenle serilerin birinci farkı alınarak, seriler durağan hale getirilmiştir. Serilerin I (1) olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada yapılan birim kök testi sonuçları fark alınmadan önce hem sabitli hem de sabitli ve trendli modelde durağan dışı buldukları için durağan dışılığın herhangi bir kırılmadan kaynaklanıp kaynaklanmadığını anlamak üzere ZA (1992) tek kırılmalı birim kök testi sonuçlarına bakılmıştır. Bu birim kök testi de gecikme uzunluğuna ADF birim kök testinde olduğu gibi duyarlı olup 4 gecikme uzunluğu kullanılmıştır. Tablo 4'te ZA (1992) Tek Kırılmalı Birim Kök Testi Sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4. ZA (1992) Tek Kırılmalı Birim Kök Testi Sonuçları

	Model A için			Model C için		
	Kritik Değer (%5)	ZA t-ist.	Kırılma Zamanı	Kritik Değer (%5)	ZA t-İst.	Kırılma Zamanı
lnbct	-4.93	-1.88	12/16/2020	-5.08	-2.57	12/08/2020
lneth	-4.93	-1.00	9/18/2020	-5.08	-1.69	12/18/2020
lnusdt	-4.93	-7.52	9/24/2020	-5.08	-7.80	12/16/2020
lnxrp	-4.93	-2.86	12/17/2020	-5.08	-5.22	11/20/2020
lneth	-4.93	-3.02	12/16/2020	-5.08	-2.99	10/18/2020
lnada	-4.93	-2.21	11/20/2020	-5.08	-2.82	11/20/2020
ln-dot	-4.93	-3.07	9/19/2020	-5.08	-3.85	12/17/2020
lnbch	-4.93	-3.28	12/15/2020	-5.08	-3.93	12/08/2020
lnxlm	-4.58**	-4.67**	11/21/2020	-5.08	-4.75	11/21/2020
lnlink	-4.93	-3.80	9/13/2020	-5.08	-4.57	10/08/2020

Not: **:0.10 yanılma düzeyinde durağanlığı temsil etmektedir.

Yapılan ZA (1992) tek kırılmalı birim kök testi sonuçlarına göre lnusdt serisi hem Model A'da hem de Model C'de %5 anlamlılık düzeyinde H0 yokluk hipotezi reddedilmektedir. Model A'da test istatistiğinin %10 kritik değerden küçük bulunduğu bir diğer seri de lnxlm olup, yokluk hipotezi reddedilmektedir. Son olarak ise lnxrp serisinin test istatistiğinin %5 kritik değerden küçük bulunduğu Model C'de de yokluk hipotezi reddedilmektedir. Daha önce yapılan ADF ve PP birim kök testleri sonucunda lnusdt hem sabitli hem de sabitli ve trendli modelde düzeyde I (0) durağan bulunmuştu. Buna göre sıradan ADF ve PP birim kök testinin durağan bulduğu lnusdt serisi burada da durağan bulundu, fakat bunun bir önemi yoktur. Çünkü ZA kırılmalı birim kök testinde serinin düzey değerinde durağan dışı olması gerekmektedir. Ancak sıradan ADF ve PP testinin I (0) düzeyinde durağan dışı bulunduğu lnxlm ve lnxrp ise düzeyde bir yapısal kırılmanın olduğu dikkate alınacak olunursa burada durağan seriler olup, buradaki kırılma anlamlı bir kırılma olarak kabul edilecektir. Ancak Johansen Eşbütünleşme Testinin yapılabilmesi için tüm serilerin 1. dereceden entegre yani I (1) olmaları gerekir ve bu nedenle analiz, ADF ve PP birim kök testi sonuçları dikkate alınarak yapılacaktır.

Yapılan tüm bu birim kök testlerinin sonuçlarına göre tüm değişkenle I (1) düzeyinde yani fark alma işleminden sonra entegre (tümleşik, durağan) olduklarına karar verildiği için serilere Johansen Eş Bütünleşme Testi uygulanmıştır. Bu test yapılmadan önce uygun gecikme uzunluğu belirlenmelidir. Değişkenlerin uygun gecikme uzunluğu Var modeli kurularak belirlenmiştir. Gecikme uzunluğunun belirlenmesi için kullanılan bilgi kriterleri ise şunlardır: AIC (Akaike), SIC (Schwarz), HQ (Hannan-Quinn), LR (Olabilirlik Oranı Testi) ve FPE (Son Tahmin Hatası) gibi bilgi kriterleridir ve bunları en küçük yapan gecikme uzunluğu modelin gecikme uzunluğu olarak belirlenmektedir. Tablo 5'te de Bilgi Kriterlerine göre Uygun Gecikme Uzunlukları yer almaktadır.

Burada gecikme uzunlukları; SIC ve HQ bilgi kriterlerine göre 1, FPE'ye göre 3 ve LR ve AIC'ye göre ise 5 olarak belirlenmiştir. 1 ve 3 olan gecikme modelleri denenmiş fakat uygun bulunmadığı için en uygun gecikme uzunluğu AIC ve

LR bilgi kriterlerine göre 5 olarak alınıp çalışmaya 5. gecikme uzunluğu ile devam edilmiştir.

Tablo 5. Bilgi Kriterlerine göre Uygun Gecikme Uzunluğu

Uzunluk	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	2182.56	NA	5.77e-27	-32.03	-31.60	-31.86
1	3162.26	1785.22	1.27e-32	-45.07	-42.48*	-44.02*
2	3285.71	206.66	9.19e-33	-45.41	-40.68	-43.49
3	3404.23	180.85	7.43e-33*	-45.69	-38.80	-42.89
4	3507.25	141.94	8.03e-33	-45.73	-36.69	-42.06
5	3622.17	141.30*	7.90e-33	-45.95*	-34.76	-41.41

Uygun gecikme uzunluğu belirlendikten sonra seriye Johansen Eş Bütünleşme Testi uygulanıp aralarındaki uzun dönem ilişkinin olup olmadığı incelenmiştir. Burada değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığını test etmek için en büyük özdeğer (max eigen value) ve iz (trace) istatistikleri kullanılmıştır. Tablo 6'da Trace (İz) İstatistiği Sonuçları yer almaktadır.

Tablo 6. Trace (İz) İstatistiği Sonuçları

Eşbütünleşme Sayısı	Eigen Değeri	Trace (İz) İstatistiği	0.05 Kritik Değer	Olasılık Değeri
Yok*	0.477	387.672	239.235	0.000
En Çok 1*	0.451	300.161	197.370	0.000
En Çok 2*	0.406	218.987	159.529	0.000
En Çok 3*	0.285	148.634	125.615	0.000
En Çok 4*	0.250	103.158	95.753	0.014
En Çok 5	0.167	64.286	69.818	0.127
En Çok 6	0.123	39.540	47.856	0.239
En Çok 7	0.086	21.674	29.797	0.316
En Çok 8	0.055	9.404	15.494	0.329
En Çok 9	0.012	1.733	3.841	0.187

Tablo 6 incelendiğine Johansen Eşbütünleşme Testi sonucuna göre değişkenler arasında en fazla 5 eşbütünleşme ilişkisi görülmektedir. İlk 5 satırda yokluk hipotezi reddedilirken kalan 5 satırda ise yokluk hipotezi kabul edilmektedir. Tablo 7'de Max-Eigen (Maksimum Özdeğer) İstatistiği Sonuçları yer almaktadır.

Tablo 7. Max-Eigen (Maksimum Özdeğer) İstatistiği Sonuçları

Eşbütünleşme Sayısı	Eigen Değeri	Max-Eigen (Maksimum Özdeğer) İstatistiği	0.05 Kritik Değer	Olasılık Değeri
Yok*	0.477	87.511	64.504	0.000
En Çok 1*	0.451	81.174	58.433	0.000
En Çok 2*	0.406	70.353	52.362	0.000
En Çok 3	0.285	45.476	46.231	0.060
En Çok 4	0.250	38.871	40.077	0.067
En Çok 5	0.167	24.746	33.876	0.402
En Çok 6	0.123	17.865	27.584	0.506
En Çok 7	0.086	12.270	21.131	0.521
En Çok 8	0.055	7.670	14.264	0.413
En Çok 9	0.012	1.733	3.841	0.187

Tablo 7 incelendiğinde %5 anlamlılık düzeyine göre 5 gecikme uzunluğu uygulanarak yapılan değişkenlerde en

fazla 3 eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur ve H_0 yokluk hipotezi reddedilmektedir. Bu bağlamda elde ettiğimiz sonuca göre hem İz istatistiği hem de Max Özdeğer istatistiği sonuçlarına göre, Bitcoin fiyatları ile alternatif kripto para fiyatları uzun dönemde birlikte hareket etmektedirler. Ayrıca hem İz İstatistiği hem de Max Özdeğer istatistiği için Model 3 (sabit terimli trendsiz) kullanılmıştır. Model 1’de sabit terim ve trend olmadığı için çok fazla tercih edilmezken Model 5 ise kuadratik trend terimi içerdiği için ve yorumlanması zor olacağı için çok fazla tercih edilmemektedir. Çalışmada Model 2 (Trendin olduğu Sabit terimin olmadığı) ve Model 4 (sabitli ve trendli) denenmiş fakat en uygun modelin Model 3 olduğuna karar verilerek analiz Model 3 ile yapılmıştır. AIC en küçük değerini Model 3’te almıştır. Yapılan eşbütünleşme testinin sonuçlarına göre hem Tablo 6 hem de Tablo 7’de Bitcoin ve diğer kripto para arasında uzun dönemli ilişki olduğunun sonucuna ulaşılmıştır. Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olması halinde nedensellik ilişkisi hata düzeltme modeli (ECM) ile yapılmaktadır. Hata düzeltme parametresi, model dinamiğini dengede tutmaya yararken aynı zamanda değişkenleri uzun dönem denge değerine doğru yakınlaşmaya da zorlar. Hata düzeltme parametresindeki katsayıların istatistiksel bakımdan anlamlı çıkması, sapmanın varlığını gösterir ve katsayının büyüklüğü ise uzun dönem denge değerine doğru yaklaşma hızının göstergesi şeklindedir (Çakın, 2019:64). Bu modelde, aralarında uzun dönemli eştümleşim bulunan serilerde meydana gelecek herhangi bir sapmanın zamanla giderilip giderilmeyeceği konusu ele alınmıştır. İyi bir modelde hata düzeltme katsayısının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması gerekmektedir. Aksi durumda kurulan model anlamsız olacaktır. Tablo 8’de Hata Düzeltme Modeli sonuçları yer almaktadır.

Tablo 8’deki hata düzeltme modelindeki değişkenlerin hepsi bağımlı değişken olarak ele alınmıştır. Tabloya baktığımız zaman bağımlı değişken olarak alınan $d(\ln btc)$ serisinin hata düzeltme katsayısı negatif (-0.058) ve test istatistiği (-3.004) mutlak değerce 2.5’in üstünde olduğu için %1 yanılma düzeyinde anlamlı olmaktadır. Hata düzeltme katsayısı negatif ve anlamlı olduğu için, bu durum uzun dönem dengesinde sapmalar meydana geldiği zaman kısa dönemde dengesizliğin düzeltilebileceği şeklinde ifade edilmektedir.

Tablo 8. Hata Düzeltme Modeli

Bağımlı Değişken					
Katsayı	$d(\ln btc)$	$d(\ln eth)$	$d(\ln usdt)$	$d(\ln xrp)$	$d(\ln ltc)$
ECT_{t-1}	-0.058 (0.019) [-3.004]	-0.045 (0.028) [-1.610]	0.000 (0.058) [1.478]	0.151 (0.058) [2.598]	-0.045 (0.032) [-1.402]
Katsayı	$d(\ln ada)$	$d(\ln dot)$	$d(\ln bch)$	$d(\ln xlm)$	$d(\ln link)$
ECT_{t-1}	-0.003 (0.035) [-0.105]	-0.173 (0.035) [-4.822]	-0.059 (0.028) [-2.088]	0.013 (0.037) [0.370]	-0.062 (0.038) [-1.624]

() : Standart Hata

[] : Test İstatistiği

Tablo 8’de görüldüğü üzere hata düzeltme katsayısı,

$d(\ln usdt)$, $d(\ln xlm)$ ve $d(\ln xrp)$ dışında diğer bağımlı değişkenlerde de negatiftir. Yalnız, bir değişkende bile bu katsayının negatif olması bu modelin iyi ve çalışır durumda olduğunu göstermektedir. Hata düzeltme modelinden (ECM) sonra ise değişkenler arasında otokorelasyon sorunun olup olmadığına bakılıp, otokorelasyon bulunmaması durumunda, seriler arasındaki nedensellik ilişkisine hata düzeltme modeli üzerinden Granger Nedensellik /Blok Dışsallık Wald Testi ile bakılacaktır ve elde edilen sonuçların hepsi ekte sunulmuştur. Tablo 9’da Otokorelasyon Testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 9. Otokorelasyon Testi

Gecikme Uzunluğu	LM-İstatistiği	Olasılık Değerleri
1	137.813	0.007
2	113.073	0.175
3	108.291	0.268
4	118.911	0.095
5	97.751	0.545
6	102.600	0.409

Johansen Eşbütünleşme Testi yapılmadan önce en uygun gecikme uzunluğu 5 olarak seçilmişti. Tablo 9’da de görüldüğü üzere 5. Gecikme uzunluğundaki olasılık değeri (0.545) %10 kritik değerden bile büyük olduğu için kurulan modelde otokorelasyon sorununun olmadığı ve tahmin ettiğimiz modelin iyi bir model olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Granger Nedensellik/Blok Dışsallık Wald Testi hipotezleri H_0 : bağımsız değişken, bağımlı değişkenin nedeni değildir; H_1 : bağımsız değişken, bağımlı değişkenin nedenidir şeklinde kurulmaktadır (Çakın, 2019:66). Tablo 10’ da granger nedensellik/blok dışsallık wald testi sonuçları yer almaktadır.

$D(\ln btc)$ ’nin bağımlı değişken olduğu Granger testinde $d(\ln eth)$, $d(\ln usdt)$, $d(\ln xrp)$ ve $d(\ln ada)$ bağımsız değişkenlerinin gecikmeli değerlerinden etkilendiği görülmekte ve bu değişkenlerden $d(\ln btc)$ ’ye doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer taraftan $d(\ln ltc)$, $d(\ln dot)$, $d(\ln bch)$, $d(\ln xlm)$ ve $d(\ln link)$ bağımsız değişkenlerinin gecikmeli değerlerinden, bağımlı değişken olan $d(\ln btc)$ ’nin etkilenmediği ve bu bağımsız değişkenlerin $d(\ln btc)$ ’ye nedenselliğin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Ek 3).

$d(\ln eth)$ ’nin bağımlı değişken olduğu Granger testinde $d(\ln btc)$, $d(\ln xrp)$, $d(\ln ada)$ ve $d(\ln dot)$ bağımsız değişkenlerinin gecikmeli değerlerinden etkilendiği görülmekte ve bu değişkenlerden $d(\ln eth)$ ’ye doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğu ve modelin tümüne bakıldığı zaman ise modelin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Ek 4).

$d(\ln xrp)$ ve $d(\ln xlm)$ bağımsız değişkenleri ile bağımlı değişken $d(\ln usdt)$ ’nin Granger nedenidir şeklindeki yokluk hipotezleri kabul edilmektedir ve modelin geneli ise anlamlıdır sonucuna ulaşılmaktadır (Ek 5).

Tablo 10. Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Hipotez	Ki-Kare	Olasılık	Karar
ETH, BTC'nin Granger Nedeni Değildir	13.016	0.023	H ₀ Red
USDT, BTC'nin Granger Nedeni Değildir	13.710	0.017	H ₀ Red
XRP, BTC'nin Granger Nedeni Değildir	25.057	0.000	H ₀ Red
ADA, BTC'nin Granger Nedeni Değildir	11.537	0.041	H ₀ Red
BTC, ETH'nin Granger Nedeni Değildir	11,484	0.042	H ₀ Red
XRP, ETH'nin Granger Nedeni Değildir	25,961	0.000	H ₀ Red
ADA, ETH'nin Granger Nedeni Değildir	11.540	0.041	H ₀ Red
DOT, ETH'nin Granger Nedeni Değildir	17.329	0.003	H ₀ Red
XRP, USDT'nin Granger Nedeni Değildir	14.131	0.014	H ₀ Red
XLM, USDT'nin Granger Nedeni Değildir	10.841	0.054	H ₀ Red
USDT, XRP'nin Granger Nedeni Değildir	16.342	0.005	H ₀ Red
LTC, XRP'nin Granger Nedeni Değildir	11.477	0.042	H ₀ Red
BCH, XRP'nin Granger Nedeni Değildir	21.350	0.000	H ₀ Red
LINK, XRP'nin Granger Nedeni Değildir	11.033	0.050	H ₀ Red
BTC, LTC'nin Granger Nedeni Değildir	10.691	0.057	H ₀ Red
ETH, LTC'nin Granger Nedeni Değildir	14.844	0.011	H ₀ Red
XRP, LTC'nin Granger Nedeni Değildir	29.374	0.000	H ₀ Red
ETH, ADA'nın Granger Nedeni Değildir	28.194	0.000	H ₀ Red
XRP, ADA'nın Granger Nedeni Değildir	38.639	0.000	H ₀ Red
DOT, ADA'nın Granger Nedeni Değildir	13.413	0.019	H ₀ Red
ETH, DOT'un Granger Nedeni Değildir	28.266	0.000	H ₀ Red
USDT, DOT'un Granger Nedeni Değildir	17.097	0.004	H ₀ Red
XRP, DOT'un Granger Nedeni Değildir	41.810	0.000	H ₀ Red
ADA, DOT'un Granger Nedeni Değildir	16.267	0.006	H ₀ Red
XLM, DOT'un Granger Nedeni Değildir	17.242	0.004	H ₀ Red
LINK, DOT'un Granger Nedeni Değildir	12.061	0.034	H ₀ Red
XRP, BCH'nin Granger Nedeni Değildir	35.500	0.000	H ₀ Red
ADA, BCH'nin Granger Nedeni Değildir	19.380	0.001	H ₀ Red
BTC, XLM'nin Granger Nedeni Değildir	19.478	0.001	H ₀ Red
ETH, XLM'nin Granger Nedeni Değildir	33.677	0.000	H ₀ Red
XRP, XLM'nin Granger Nedeni Değildir	72.250	0.000	H ₀ Red
DOT, XLM'nin Granger Nedeni Değildir	16.015	0.006	H ₀ Red
BCH, XLM'nin Granger Nedeni Değildir	18.121	0.002	H ₀ Red
LINK, XLM'nin Granger Nedeni Değildir	17.187	0.004	H ₀ Red
BTC, LINK'in Granger Nedeni Değildir	12.017	0.034	H ₀ Red
ETH, LINK'in Granger Nedeni Değildir	28.334	0.000	H ₀ Red
XRP, LINK'in Granger Nedeni Değildir	29.973	0.000	H ₀ Red
ADA, LINK'in Granger Nedeni Değildir	12.861	0.024	H ₀ Red
DOT, LINK'in Granger Nedeni Değildir	14.502	0.012	H ₀ Red

$d(\lnusdt)$, $d(\lnltc)$, $d(\lnbch)$ ve $d(\lnlink)$ bağımsız değişkenleri $d(\lnxrp)$ 'nin Granger nedenidir şeklindeki yokluk hipotezleri kabul edilmektedir ve modelin geneli ise anlamlıdır sonucuna ulaşılmaktadır (Ek 6).

$d(\lnbtc)$, $d(\lneth)$ ve $d(\lnxrp)$ bağımsız değişkenleri bağımlı değişken olan $d(\lnltc)$ 'nin Granger nedenidir şeklindeki yokluk hipotezleri kabul edilmektedir ve modelin geneli ise anlamlıdır sonucuna ulaşılmaktadır (Ek 7).

$d(\lneth)$, $d(\lnxrp)$ ve $d(\lnidot)$, $d(\lnada)$ 'nın Granger nedenidir şeklindeki yokluk hipotezleri kabul edilmektedir ve modelin geneli ise anlamlıdır sonucuna ulaşılmaktadır (Ek 8).

$d(\lneth)$, $d(\lnusdt)$, $d(\lnxrp)$, $d(\lnada)$, $d(\lnxlm)$ ve $d(\lnlink)$ bağımsız değişkenleri, bağımlı değişken olan $d(\lnidot)$ 'un Granger nedenidir, şeklindeki yokluk hipotezleri kabul edilmektedir ve modelin geneli ise anlamlıdır sonucuna ulaşılmaktadır (Ek 9).

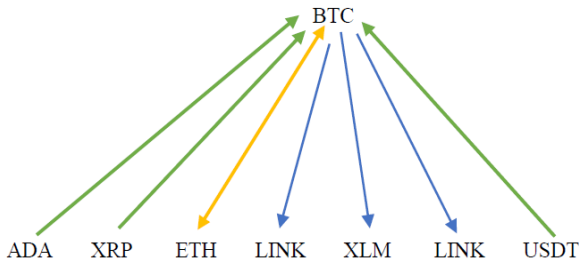
$d(\lnxrp)$ ve $d(\lnada)$ bağımsız değişkenleri bağımlı değişken olan $d(\lnbch)$ 'nin Granger nedenidir, şeklindeki yokluk hipotezleri kabul edilmektedir ve modelin geneli ise anlamlıdır sonucuna ulaşılmaktadır (Ek 10).

$d(\lnbtc)$, $d(\lneth)$, $d(\lnxrp)$, $d(\lnidot)$, $d(\lnbch)$ ve $d(\lnlink)$ bağımsız değişkenlerinin bağımlı değişken olan $d(\lnxlm)$ 'nin Granger nedeni olmaktadır, şeklindeki yokluk hipotezleri kabul edilmektedir ve modelin geneli ise anlamlıdır sonucuna ulaşılmaktadır (Ek 11).

$d(\lnbtc)$, $d(\lneth)$, $d(\lnxrp)$, $d(\lnada)$ ve $d(\lnidot)$ bağımsız değişkenlerinin bağımlı değişken olan $d(\lnlink)$ 'in granger nedenidir, şeklindeki yokluk hipotezleri kabul edilmektedir ve modelin geneli ise anlamlıdır sonucuna ulaşılmaktadır (Ek 12).

Bitcoin ile aralarında Granger nedensellik ilişkisi bulunan değişkenleri şu şekilde özetleyecek olursak;

- BTC ve ETH arasında çift yönlü bir ilişki ve ikisinin de birbirinin Granger nedeni olduğu,
- USDT ile BTC arasında tek yönlü bir ilişki ve USDT'nin BTC'nin Granger nedeni olduğu,
- XRP ile BTC arasında tek yönlü bir ilişki ve XRP'nin BTC'nin Granger nedeni olduğu,
- ADA ile BTC arasında tek yönlü bir ilişki ve ADA'nın BTC'nin Granger nedeni olduğu,
- BTC ile LTC arasında tek yönlü bir ilişki olduğu ve BTC'nin LTC'nin Granger nedeni olduğu,
- BTC ile XLM arasında tek yönlü bir ilişki olduğu ve BTC'nin XLM'nin Granger nedeni olduğu,
- BTC ile LINK arasında tek yönlü bir ilişki olduğu ve BTC'nin LINK'in Granger nedeni olduğu tespit edilmiştir.



9. Sonuç

Teknolojik gelişmeler, küreselleşme, şifreleme ve ağ bilişimindeki hızlı ilerlemeler sayesinde yeni ürünler ortaya çıkmaktadır. Kripto para birimi olarak ifade edilen Bitcoin ve Bitcoin'in başarısı ile birlikte ortaya çıkan alternatif kripto para birimleri (altcoinler) de bu ürünler arasında olup, geleneksel para birimlerine potansiyel bir alternatif olarak geliştirilmişlerdir. Kripto paralar, yatırımcılar açısından ilgi odağı olmaya devam etmektedir. Bitcoin ve Altcoinlerin değeri, bir ülkenin itibarı ile ilişkili değildir. Dijital para birimlerinin değeri o para biriminin ne ölçüde talep edildiği ile ilişkilidir. Değişen tercihlerle paralel olarak, Dijital para birimlerinin değerinin artmaya devam etmesi ya da düşmesi olasılıkları mümkündür.

Ülkelerin resmi paralarının değeri piyasada dalgalanmalar yaşasa da, arkasında o devletin güvencesi olduğu için dalgalanmaların boyutu sınırlı olmaktadır. Kısa dönemde resmi para birimlerindeki artış dijital para birimlerindeki artış kadar yüksek olmasa da, uzun dönemde dijital para birimlerindeki düşme olasılığı resmi para birimlerinin düşme olasılığından daha yüksektir. Getirisi kadar riski de yüksek olan dijital paralar yatırım aracı olarak Dünya ekonomisinde giderek artan şekilde talep görmektedirler. Bu nedenle ekonomistlerin ilgi odağı haline gelen bir konudur.

Bu çalışmada piyasa değeri en yüksek 10 kripto para birimi seçilerek aralarındaki etkileşim incelenmiştir. Analizde yer alan her bir seri 21.08.2020-07.01.2021 tarihleri aralığındaki dolar bazında günlük kapanış fiyatları dikkate alınarak 140 gözlemden oluşan seriler analiz edilmiştir.

Analize dahil edilen serilere yapılan korelasyon testi sonuçlarına göre, Bitcoin ile Tether (USDT) kripto para birimi hariç, Bitcoin'in diğer tüm kripto paralarla güçlü ve pozitif bir ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Granger Nedensellik Testi sonuçları incelendiğinde ise; BTC ve ETH'nin birbirinin Granger nedeni olduğu, USDT'nin BTC'nin Granger nedeni olduğu, XRP'nin BTC'nin Granger nedeni olduğu, ADA'nın BTC'nin Granger nedeni olduğu, BTC'nin LTC'nin Granger nedeni olduğu, BTC'nin XLM'nin Granger nedeni olduğu ve BTC'nin LINK'in Granger nedeni olduğu tespit edilerek, bu değişkenlerde meydana gelecek fiyat hareketleri değişimlerinin kısa dönemde birbirlerini etkiledikleri sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak kripto paralar, hızlı fiyat değişimlerinden yüksek getiri elde etmek isteyen yatırımcıların son yıllarda ilgisini çekmekle birlikte; fiyat değişimleri çok yüksek olabildiğinden riskli yüksek yatırım araçları grubunda değerlendirilmektedir.

Riskin yüksek olması yatırımcıların Bitcoin ile birlikte diğer önde gelen kripto paralardaki hareketleri ve birbiriyle olan ilişkilerini de yakından takip ettiklerine neden olmaktadır. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgularda teoride yer alan bu durumu destekler niteliktedir.

Ek Materyaller (Ekler)

[Bu makale ile birlikte Ek Materyaller dergi web sitesinde çevrimiçi versiyonda sunulmaktadır \(indirmek için tıklayın\).](#)

Kaynakça

- Ağan, B., & Aydın, Ü. (2018). *Kripto Para Birimlerinin Küresel Etkileri: Asimetrik Nedensellik Analizi*. Uluslararası Katılımlı 22. Finans Sempozyumunda sunulan bildiri, Mersin, Türkiye, 797-816 Ekim 2018.
- Akçalı, B., Y., & Şişmanoğlu, E. (2019). Kripto Para Birimleri Arasındaki İlişkinin Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ile Analizi. *Ekev Akademi Dergisi*, 23(78), 99-122.
- Aksoy, E., Teker, T., Mazak, M., & Kocabıyık, T. (2020). Kripto paralar ve Fiyat İlişkileri Üzerine Bir Analiz: Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi ile Bir İnceleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (37), 110-129.
- Akel, V. (2015). Kırılgan Beşli Ülkelerinin Hisse Senedi Piyasaları Arasındaki Eşbütünleşme Analizi". *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 11(24), 75-96.
- Ateş, B (2016). Kripto Para Birimleri, Bitcoin ve Muhasebesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7 (1), 349- 366.

- Alpago, H. (2018). Bitcoin'den Selfcoin'e Kripto Para. *Uluslararası Bilimsel Araştırma Dergisi*, 3(2), 411-428.
- Atık, M., Köse, Y., Yılmaz, B., & Sağlam, F. (2015). Kripto para: Bitcoin ve Döviz Kurları Üzerine Etkileri, *Bartın Üniversitesi Dergisi*, 6(11), 247-261.
- Bilgi Teknolojileri Ve İletişim Kurumu (t.y). (Erişim: 28.01.2021), <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/arastirma-raporlari/kripto-para-raporu-5f11dfe709c25.pdf>
- Bozkurt, E., & Altınar, A. (2018). Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Birim Kök Testleriyle Türkiye'de İşsizlik Histerisinin Tespiti. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 167-180.
- Bouoiyour, J., Selmi, R. & Tiwari, A. K. (2015). Is Bitcoin Business Income in Speculative Foolery? New Ideas Through an Improved Frequency Domain Analysis. *Annals of Financial Economics*, 10(1), 1-23.
- Ceylan, M. E. (2019). *Bitcoin Ekonomisi: Kripto Para Bitcoin'in Finans Sektörü İçindeki Yeri*. Yüksek Lisans Tezi. Batman: Batman Üniversitesi.
- Cengiz, K. (2018). En Popüler Kripto Para Birimi: Bitcoin. *Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 87-100.
- Ciaian, P., & Rajcaniova, M. (2018). Virtual Relationships: Short-and Long-Run Evidence from Bitcoin and Altcoin Markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 52, 173-195.
- Cheung, A., Roca, E., & Su, J. J. (2015). Crypto-Currency Bubbles: An Application of the Phillips–Shi–Yu (2013) Methodology on Mt. Gox Bitcoin Prices. *Applied Economics*, 47(23), 2348-2358.
- Çakın M. (2019). Kripto Paralar; Bitcoin, Döviz Kurları ve Alternatif Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Dere, Y. (2019). Kripto Para Birimi Bitcoin ile Ekonomik Göstergeler Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Dyhrberg, A.H. (2016). Bitcoin, Gold and the Dollar—A GARCH Volatility Analysis. *Finance Research Letters*, 16, 85-92.
- Dere, Y. (2019). *Kripto Para Birimi Bitcoin ile Ekonomik Göstergeler Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Dickey, D. A., & 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.
- Gönül, C. (2019). *Kripto Para Birimlerinin Ekonomik Göstergelere Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Kütahya: Kütahya Dumlupınar Üniversitesi.
- Gujarati, D.N. (1999). *Temel Ekonometri*. Ümit Şenesen ve Gülay Günlük Şenesen (Çev.). İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Johansen, S., & Juselius, K. (1990). Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration—With Applications to the Demand for Money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169-210.
- Karaağaç, G. A., & Altınırnak, S. (2018). En Yüksek Piyasa Değerine Sahip on Kripto Paranın Birbirleriyle Etkileşimi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (79), 123-138.
- Kaplanhan, F. (2018). Kripto Paranın Türk Mevzuatı Açısından Değerlendirilmesi “Bitcoin Örneği”. *Vergi Sorunları Dergisi*, 353, 105-123.
- Kartal, C., & Yağlı, B. (2021). Bitcoin ile Türkiye ve BRICS Ülkeleri Borsa Endeksleri Arasındaki Eşbütünleşme İlişkisi. *Pearson Journal of Social Sciences & Humanities*, 6(11), 21-34.
- Koy, A., Yaman, M., & Mete, S. (2021). Kripto Paraların Volatilité Modelinde ABD Borsa Endekslerinin Yeri: Bitcoin Üzerine Bir Uygulama. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 13(24), 159-170.
- Mert, M., & Çağlar, A. E. (2019). *Eviews ve Gauss Uygulamalı Zaman Serileri Analizi*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Philips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Tan, D.G. (2019). *Kripto Para Piyasaları: Bitcoin ve Altcoin Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Kütahya: Kütahya Dumlupınar Üniversitesi.
- Polat, M., & Tuncel, F.B. (2020). Borsa İstanbul ve Kripto Paralar Arasında Saklı Eşbütünleşme İlişkisi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar* (654), 119-137.
- Şak, N. (2021), Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Hatemi-J Asimetrik Nedensellik Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 12(29), 149-175.
- Tan, D.G. (2019). *Kripto Para Piyasaları: Bitcoin ve Altcoin Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Kütahya: Kütahya Dumlupınar Üniversitesi.
- Tüm Kripto Paralar. (t.y). (Erişim: 08.01.2021), <https://tr.investing.com/crypto/chainlink/historical-data>

Wandh fer, Ruth (2017). The future of digital retail payments in Europe: A Place for Digital Cash, *Journal of Payments Strategy & Systems*, 11(3), 248-258.

Yeni Bařlayanlar İçin 12 Maddelik Kripto Para Başlangı Rehberi (t.y). (Erişim: 26.01.2021), <https://coin-turk.com/yeni-baslayanlar-icin-13-maddelik-bitcoin-rehberi>

Zivot, E., & Andrews D. (1992). Further Evidence on The Great Grash. The Oil-Price Shock, and The Unit-Root Hypothesis. *Journal Of Business and Economic Statistics*, 10(3), 251-270.

Extended Summary

Purpose

In this study, while it is aimed to examine the effect of price movements between Bitcoin and Altcoins on each other, it is also examined whether there is a causal relationship between them. Cryptocurrencies which are included in this research are Bitcoin, Ethereum, Tether, Ripple, Litecoin, Cardano, Polkadot, Bitcoin Cash, Stellar and Chainlink. The reason for choosing these cryptocurrencies included in the research model is that they have the highest market value among the dates that are the subject of the study.

Theoretical Framework

Descriptive and empirical studies have been carried out since the emergence of Bitcoin. These studies focused on market efficiency, price and volatility dynamics, market liquidity, investor behavior, interaction between Bitcoin and other cryptocurrencies, and possible market regulations. In the studies that analyzed Bitcoin efficiency, it was concluded that the return series became more efficient as time passed and that the daily volatility had a long-range memory. In many studies on Bitcoin price and volatility dynamics, with using Bitcoin's high-frequency transaction data from multiple platforms, it has been concluded Mt. Gox and BTC.e platforms are the market leaders with the highest amount of information, they have dynamic information sharing and they show high variation over time. It was found that Bitcoin transaction prices clustered significantly in the regions with round numbers, but no obvious pattern was detected around the round numbers. A group of studies examining the behavior of investors investing in Bitcoin has also taken its place in the literature. Using the Bitcoin Coindesk Index daily closing prices, the intrinsic value of Bitcoin was estimated using the speculative bubble model based on the complex systems theory borrowed from the physics literature. In this framework, it has been concluded that Bitcoin is quite open to such speculative attacks. There are also studies that deal with Bitcoin's interaction with other cryptocurrencies. The dependency between Bitcoin and other altcoins has been analyzed in the short and long term, and it has been concluded that Bitcoin and altcoin markets are interdependent. Bitcoin and altcoin price relationship was found to be significant both in the short and long term. However, the hypothesis claiming that the price formation in altcoins is similar to Bitcoin was rejected. In the studies of Karaağaç and Altınırmak (2018), the highest in terms of market value; The Johansen Cointegration test and the Granger Causality Test method were used to examine the price movements between Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash, Cardano, Litecoin, NEM, NEO, Stellar and IOTA cryptocurrencies. These series consist of daily prices covering the dates 15.12.2017-17.01.2018. As a result of the study, a one-way causality relationship was determined between Cardano and NEO, between Bitcoin and Bitcoin Cash, between Litecoin and Bitcoin Cash, between NEM and Bitcoin Cash, and between Ripple and Bitcoin; They

found a bidirectional causality relationship between NEO and Ethereum, between NEO and Litecoin, and between NEM and Stellar. In addition, it was concluded that the price movements of these variables affect each other in the short run.

Methodology and Findings

In this study, daily closing prices in dollars of Ethereum, Tether, Ripple, Litecoin, Cardano, Polkadot, Bitcoin Cash, Stellar and Chainlink were used in addition to Bitcoin. The data set used is between 21.08.2020-07.01.2021, covering a period of approximately six months. In the study, Johansen Cointegration Analysis and Granger Causality Analysis were used as methods. For this reason, firstly, ADF and PP Unit Root Test was applied to determine the stationarity of the variables used in the study, and Zivot and Andrews (1992) Single Break Unit Root Test to examine whether there was a structural break between the variables. After the unit root tests, the lag length of the series was determined and the Johansen Cointegration Test was applied. At the last stage, Granger Causality Test was applied to find out whether there is a mutual causality relationship between the variables. According to the results of the correlation test for the series included in the analysis, it was concluded that Bitcoin has a strong and positive relationship with all other cryptocurrencies, except for Bitcoin and Tether (USDT) crypto currency. According to Johansen Cointegration Test, Trace statistic and Max Eigenvalue statistic Bitcoin prices and alternative crypto money prices move together in the long run. When the results of Granger Causality Test are examined; BTC and ETH are each other's Granger cause, USDT is BTC's Granger cause, XRP is BTC's Granger cause, ADA is BTC's Granger cause, BTC is LTC's Granger cause, BTC is the Granger cause of XLM and BTC is the Granger cause of LINK, and it has been concluded that the price movements that will occur in these variables affect each other in the short term.