

## KRİPTO PARA BİRİMLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN TODA-YAMAMOTO NEDENSELLİK TESTİ İLE ANALİZİ

Burçay YAŞAR AKÇALI (\*)

Elçin ŞİŞMANOĞLU (\*\*)

### Öz

*Teknolojik gelişmeler, şifreleme ve ağ bilişimindeki hızlı ilerlemeler sayesinde yeni ürünler ortaya çıkmaktadır. Dijital veya 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. Bitcoin'in rakibi olarak türetilen altcoinler, genellikle onun tarafından sunulamayan birtakım özelliklerle piyasada var olmaya çalışmaktadır. 2018 yılı itibarıyla kripto para birimlerinin sayısı 2000 adeti geçmiş olmakla birlikte, bunlardan bazıları küçük ölçekli de olsa bir pazar başarısı elde etmeyi başarmış ancak şu ana kadar hiçbiri Bitcoin'in büyüklüğüne yaklaşamamıştır. Kripto paralar bir taraftan yüksek kazanç sağlamak isteyen yatırımcılar için çok cazipken, diğer taraftan fiyatlarındaki dalgalanmalar çok yüksek olduğundan çok da riskli yatırım araçlarıdır. Dolayısıyla bu piyasada yatırım yapanlar Bitcoin ile birlikte diğer önde gelen kripto paralarındaki hareketleri ve birbiriyle olan ilişkilerini de yakından takip etmelidirler. Bu çalışmanın amacı da, Bitcoin ile piyasa büyüklüklerine göre ilk 15 içerisinde yer alan ve veri dönemine ulaşılabilen altcoinler arasındaki ilişkinin analiz edilmesidir. Bu amaçla çalışma kapsamında 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 fiyatları kullanılmıştır. Kripto paralar arasındaki ilişki Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ile analiz edilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Kripto Para, Bitcoin, Altcoin, Toda-Yamamoto, Nedensellik Analizi.

\*) Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi İşletme Bölümü Finans Ana Bilim Dalı (e-posta: burcayy@istanbul.edu.tr). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3468-0644>

\*\*) Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi İşletme Bölümü Muhasebe Ana Bilim Dalı (e-posta: elcins@istanbul.edu.tr). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3219-8640>

## ***Analysis of the Relationship Between Cryptocurrencies with Toda-Yamamoto Causality Test***

### ***Abstract***

*New products have been emerging with rapid advances in technological developments, cryptography and networking. Bitcoin and alternative crypto currencies have referred to as digital or crypto currency. Many alternative cryptocurrencies have formed with the success of Bitcoin. These digital currencies have emerged as a potential alternative to traditional currencies. In general, alternative coins are the competitors of Bitcoin and try to take place in the market with features that can not be offered by Bitcoin. As of 2018, the number of crypto currencies have exceeded 2000. A small part of them have achieved a small market success. However, none of them has ever reached the size of Bitcoin. Crypto currencies are very attractive for investors who want to gain high profits from one side, while on the other hand they are very risky financial instruments because of their high volatility. Therefore, those who invest in this market should closely follow the movements and interrelations with Bitcoin and other leading crypto-currencies. The aim of this study is to analyze the relationship between Bitcoin and alternative coins which are in the top 15 according to their market size and can be reached in the data period. For this purpose, the daily closing prices in dollars of Ripple (XRP), Ethereum, Stellar, Litecoin, Monero, Dash and Nem have used together with Bitcoin (BTC) covering the period of 07.08.2015 - 21.11.2018. The relationship between cryptocurrencies have tested with Toda-Yamamoto Causality Analysis.*

**Keywords:** *Cryptocurrency, Bitcoin and Alternative Coin, Toda-Yamamoto, Causality Analysis.*

### **1. Giriş**

Kripto para birimleri, güvenlik alt yapısı nedeniyle kriptolojik temelleri kullanan, matematiksel denklemlerle şifrelenmiş, dijital ortamlarda kullanılabilen para birimleridir. Herhangi bir merkezi otoriteye bağlı olmaksızın, internet aracılığıyla kullanılan kripto para birimleri dijital bir nakit sistemi kurma girişimi olarak ortaya çıkmıştır (Nair ve Motwani, 2018,s.35).

En yenilikçi dijital para birimi olan Bitcoin, "Satoshi Nakamoto" takma isimli, bir internet kullanıcısı/grup tarafından "Bitcoin: Eşten Eşe Elektronik Nakit Ödeme Sistemi" başlıklı bir çalışma ile aracı kurumlara, bankalara ve merkez bankalarına, hatta hükümetlere güvenin azaldığı ve küresel krizin yaşandığı 2008 yılında dünyaya tanıtılmıştır (Nakamoto, 2009).

Blok zincir teknolojisini kullanan ilk kripto para birimi olan Bitcoin, kullanıcılarına aracı kurumları elimine ederek ve e-ticaret, döviz kurları ve para transferleri maliyetlerini düşürerek doğrudan işlem yapmalarına olanak sağlamıştır. Bitcoin'in başarısı ile birlikte zaman içinde Bitcoin'e alternatif olarak çeşitli kripto para birimleri ortaya çıkmıştır. Bu alternatif kripto para birimlerine altcoin adı verilmektedir. Altcoinler birtakım özellikleriyle birbirinden farklılaşmaktadır. Örneğin, para arzı, iş ispatı ve güçlü anonimlik yapıla-

rı vb. sayılabilir. Ancak günümüze kadar sayıları 2000'i geçmiş olan altcoinlerin hiçbiri, Bitcoin'in büyüklüğüne yaklaşamamıştır (Usta ve Doğanekin, 2017,s.63-65).

Bu çalışmanın amacı, Bitcoin ile piyasa büyüklüklerine göre ilk 15 içerisinde yer alan ve veri dönemine ulaşılabilen altcoinler arasındaki ilişkinin analiz edilmesidir. Bu amaçla çalışma kapsamında 07.08.2015-21.11.2018 dönemini kapsayan (1203 veri) Bitcoin (BTC) ile Ripple (XRP), Ethereum, Stellar, Litecoin, Monero, Dash ve Nem'e ait dolar cinsinden günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır. Kripto paralar arasındaki ilişki Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ile analiz edilmiştir.

## 2. Kripto Paralar ve Özellikleri

Sanal bir ekonomiye doğru sınırları zorlamakta olan Bitcoin, 21.yüzyılda, para kavramının ne kadar ilerlediğinin en iyi örneklerindedir. Dünyada pek çok devlet Bitcoin'e karşı olumlu yaklaşırken, aynı zamanda vatandaşlarını Bitcoin'in arkasında denetleyici bir merkezi otoritenin bulunmaması, herhangi bir fiziksel varlık ile ilişkisinin olmaması ve fiyatının aşırı değişken olması hususlarında uyarılmaktadır (Akçalı Yaşar ve Şişmanoğlu, 2018,s.186).

Bitcoin zaman içinde geliştirilen alternatif kripto para birimlerine temel oluşturmuştur. Bitcoin'in rakibi olan ve Bitcoin teknolojileri kullanılarak geliştirilen altcoinler Bitcoin'le beraber ortaya çıkan bazı fikirlerin geliştirilmiş halleridir (Çarkacıoğlu, 2016,s.54). Kripto paralarla ilgili ülkeler bazında farklı yasal düzenlemeler ve bunlara ilişkin çeşitli zorluklar bulunmaktadır. Gebesoglu ve Ayhan (2019), ABD, Avrupa Birliği, Japonya ve Çin'de kripto paralara yönelik mevcut düzenlemelere ve yasal uygulamalara çalışmalarında yer vermişlerdir. Türkiye'de ise henüz kripto paralarla ilgili yasal bir düzenleme mevcut değildir.

Bu çalışmada Bitcoin ile birlikte piyasa büyüklüklerine göre ilk 15 içerisinde yer alan ve veri dönemine ulaşılabilen 7 altcoin incelendiğinden, aşağıda araştırmanın konusunu oluşturan bu altcoinler kısaca açıklanmaktadır (tr.investing.com, 25 Kasım 2018):

- **Ripple (XRP):** 2012 yılında piyasaya sürülen Ripple, bir ödeme sistemi, havale ağı ve döviz borsası olarak geliştirilmiştir. Ripple, açık kaynak internet protokolü ile dağıtılmakta ve ücretsiz, hızlı ve güvenilir bir küresel para aktarımını amaçlamaktadır.
- **Ethereum:** 2013 yılında tanıtılan Ethereum, blok zincir teknolojisi üzerine kurulu açık yazılım platformunda geliştirilmiştir. Diğer kripto para birimlerinden farklı olarak, yazılımcıların akıllı sözleşmeleri çalıştırması için merkezileştirilmemiş uygulamalar oluşturmalarına imkan sağlamaktadır.
- **Stellar:** Bitcoin ve diğer ağların aksine Stellar, geleneksel bankacılık sisteminin yerine geçmek yerine onları geliştirmeyi hedeflemektedir.
- **Litecoin:** 2011 yılında geliştirilen eşler arası kripto para birimi olan Litecoin'in transferi açık kaynak şifreleme protokolünü temel almakta ve herhangi bir merkezi otorite tarafından düzenlenmemektedir.

- **Monero:** Anonim para transferlerine imkan sağlayan ve izlenemeyen bir kripto para birimidir.
- **Dash:** İlk önce XCoin olarak 2014'te tanıtılan ve sonrasında Darkcoin olarak adlandırılan ve 2015'te de Dash olarak yeniden isimlendirilen açık kaynaklı eşler arası bir kripto para birimidir. Bitcoin'in tüm özelliklerini içermekle birlikte; özel aktarımlar, anlık para aktarımı ve merkezi olmayan yönetim gibi uygulamalara da sahiptir.
- **Nem:** Kendi orijinal kaynak koduna sahip olan Nem, bu özelliğiyle diğer kripto para birimlerinden farklılık göstermektedir.

Kripto para birimlerinin kullanımı genel olarak bir çok açıdan avantaj sağlamakla birlikte, diğer taraftan sosyal ve ekonomik yönden çeşitli dezavantajları da bulunmaktadır. Kripto para birimlerinin kullanımının avantajları ve dezavantajları kısaca aşağıda belirtildiği gibidir (Güleç, Çevik ve Bahadır, 2018,s.20-21):

#### **Avantajları**

- Vergi vb. gibi genellikle yasal yaptırımlardan uzak olmaları nedeniyle devletler tarafından vergi kesintileriyle karşılaşmazlar.
- Gizlilik önemli olduğundan herhangi bir merkezi otorite tarafından hareketleri takip edilemez.
- Kendi istekleri ile bildirmedikleri sürece kullanıcıların para transferleri diğer kullanıcılar tarafından bilinemez.
- Fiziki paralar gibi taşıma yükü gerektirmediğinden güvenlik riskini azaltmaktadır.
- Kullanıcılar isterlerse fiziki para olarak da saklayabilirler.
- İşyeri kullanıcıları açısından komisyon uygulaması bulunmamaktadır.
- Diğer enstrümanlara kıyasla transfer maliyetleri çok daha düşüktür.
- Zaman ve mekan konusunda herhangi bir kısıtlama bulunmadığından, hafta sonu veya resmi tatillerde de işlem yapılmasını kolaylaştırır.

#### **Dezavantajları**

- Yapılan işlemlerde tarafların kimler olduğunun bilinmemesi, kripto para birimleri ile yasalara uygun olmayan işlemlerin yapılmasına olanak sağlanmaktadır.
- Kripto para birimleri arzının kısıtlı olması deflasyon riskini arttırmaktadır.
- Kripto paraların anonim özelliği taşınması nedeniyle yasadışı işlem yapılması kolaylaşmaktadır.
- Fiyat volatilitesi nedeniyle kullanıcılar ve yatırımcılar açısından önemli derecede riskler taşımaktadır.

- Arz edilen kripto para miktarının kısıtlı olması sonucunda krediye konu olduklarında kredi faizlerini ödeyecek yeni kripto paralar bulunamayacağından bir kredi aracı unsuru olması mümkün olamayacaktır.
- Herhangi bir merkezi otoritenin denetimi altında olmadığından denetim yetersizliği sonucu doğabilmekte ve potansiyel risklere sahip olmaktadır.

### 3. Kripto Para Piyasaları

Dünya ekonomisine bir anda giren Bitcoin'in değeri, ilk kez 5 Ekim 2009 tarihinde bir Bitcoin üretmek için gerekli elektriğin maliyeti esas alınarak hesaplanmış ve 1 BTC = 0,03 \$ olarak piyasaya girmiştir. Bitcoin tarihte ilk defa takas aracı olarak ise 22 Mayıs 2010 tarihinde kullanılmıştır. 2012 yılında 13 \$ seviyesine ulaşan Bitcoin, 2013 yılına kadar neredeyse sadece ABD'de etkin olabilmıştır. İlk büyük yükselişini 2013 yılının Mart ayında yapmasının ardından Nisan 2013 başında, 266 \$'dan 50 \$'a düşmüştür. Daha sonrasında yükselmeye başlayan Bitcoin 29 Kasım 2013'te 1.242 \$'a kadar yükselmiştir. Ancak 2014 yılında yaşanan doların değerlenmeye başlaması, siber saldırılar sonucu sanal döviz bürolarının birçoğunun iflas edip kayıplara karışması ve Bitcoin'in yasal olmayan faaliyetlerde kullanılması gibi olumsuz olaylar Bitcoin'in %56 değer kaybetmesine neden olmuştur. 2015 yılında ise yeniden toparlanarak yılı %35 değer atışıyla tamamlamıştır (bitcoin.tlcur.com, 15 Kasım 2018).



Şekil 1. 28 Nisan 2013- 21 Kasım 2018 tarihleri arasındaki kapanış fiyatlarıyla bitcoin fiyatları

**Kaynak:** coinmarketcap.com, 20 Kasım 2018.

Bitcoin, 2016 yılından itibaren Şekil 1'de de görülebileceği üzere tekrar yükseliş trendine girmiş, fiyatlarda oynaklık çok olmakla beraber, 7 yıl içinde sıfırdan 19 Bin \$'ın üzerine çıkan değeri ile yükselişine devam etmiştir. Dolar/Bitcoin piyasa değerini veren coindex'in verilerine göre Bitcoin en yüksek değerine 1 BTC=19.497 \$ olarak ve toplam piyasa değeri 326,5 Milyar \$ olarak 16 Aralık 2017 tarihinde ulaşmıştır.

2018 yılında ise düzenleyici kuruluşların artan denetimleri, toplumsal rahatsızlık ve piyasalardaki karmaşa gibi endişelerin yaşanmasından dolayı sanal paraların büyük bir kısmının %70'leri geçen kayıpları yaşanmıştır. Bitcoin'deki sert düşüşler, Bitcoin Cash'in, 15 Kasım'da Bitcoin Cash ABC ve Bitcoin Cash SV olarak ikiye bölünmesinden sonra gerçekleşmiştir. Uzmanlar, 5 bin dolar seviyesinin kripto para birimi için psikolojik eşik olduğuna işaret ederken, Bitcoin'deki değer kaybının yılın sonuna doğru daha da sürebileceği tahmininde bulunmaktadır. Öte yandan, Bitcoin'in ardından diğer kripto para birimlerinin değerlerinde de düşüş yaşanmış, Ethereum ve Litecoin'in kayıpları ise %13'e ulaşmıştır (<http://bigpara.hurriyet.com.tr/kripto-paralar/bitcoin/>). 21 Kasım 2018 tarihinde ise 1 BTC'nin piyasa fiyatı 4.602 \$'a kadar ve toplam piyasa değeri ise 80 Milyar \$'a kadar gerilemiştir. Kasım 2018 tarihi itibarıyla piyasada toplam 2074 adet kripto para; 15.659 adet kripto para borsası bulunmakta ve kripto paraların toplam piyasa değeri ise 147 Milyar \$ civarındadır (coinmarketcap.com, 20 Kasım 2018).

Tablo 1'de Kasım 2018 tarihi itibarıyla piyasa büyüklüklerine göre sıralanmış ilk 15 kripto para birimi yer almaktadır. Buna göre toplam kripto paraların piyasa değerinin yarısından fazlasını Bitcoin'in oluşturduğunu söyleyebiliriz. En yakın rakipleri Ripple'ın piyasa değeri 15 Milyar \$, Ethereum'un ise 11.8 Milyar \$'dır (coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/historicaldata, 20 Kasım 2018).

**Tablo 1.** Piyasa Değerlerine Göre Sıralanmış İlk 15 Kripto Para (Kasım 2018)

Kripto Para	Piyasa Değeri	Fiyat	İşlem Hacmi	Dolaşımdaki Para Arzı
Bitcoin	70.156.378.512 \$	4.032.47 \$	6.237.754.135 \$	17.397.375 BTC
XRP	15.120.568.696 \$	0.374046 \$	650.799.730 \$	40.327.341.704 XRP
Ettireum	11.808.190.780 \$	114.12 \$	2.431.563.503 \$	103.475.459 ETH
Bitcoin Cash	3.195.345.553 \$	182.78 \$	92.922.541 \$	17.431.733 BCH
Stellar	2.996.959.092 \$	0.156462 \$	95.190.004 \$	19.154.497.939 XLM
EOS	2.810.292.250 \$	3.11 \$	783.954.745 \$	906.245.118 EOS
Litecoin	1.921.682.693 \$	32.38 \$	473.291.324 \$	59.340.590 LTC
Tether	1.833.373.341 \$	0.987585 \$	4.048.106.193 \$	1.856.421.736 USDT
Bitcoin SV	1.746.445.751 \$	99.92 \$	317.484.006 \$	17.477.361 BSV
Monero	986.517.741 \$	59,42 \$	19.609.217 \$	16.602.171 XMR
Cardano	986.303.004 \$	0.03804 \$1	22.044.728 \$	25.927.070.538 ADA
TRON	827.789.335 \$	0.012590 \$	62.955.331 \$	65.748.111.645 TRX
IOTA	794.081.407 \$	0.285689 \$	11.906.275 \$	2.779.530.283 MIOTA
Dash	789.258.929 \$	93.19 \$	160.534.208 \$	8.469.217 DASH
NEM	701.905.247 \$	0.077989 \$	15.989.663 \$	8.999.999.999 XEM

**Kaynak:** coinmarketcap.com/currencies, 20 Kasım 2018.

#### 4. Literatür Taraması

Çalışmanın bu kısmında Bitcoin ile altcoinler ve döviz kurları arasındaki ilişkileri ve Bitcoin'in volatilitisini inceleyen literatür taramasına yer verilmiştir:

Baur vd. (2017) çalışmalarında Bitcoin'in gerçekleşen volatilitisini Granger-nedensellik testi ile analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, Bitcoin'in volatilitisinin ABD doları, Euro ve Japon yeni para birimleriyle karşılaştırıldığında 30 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Kasper (2017) çalışmasında Bitcoin volatilitisini en az gelişmiş ülkelerin para birimlerine ve diğer kripto para birimlerine göre GARCH modeli ile karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda, Bitcoin volatilitisinin en az gelişmiş ülkelerin döviz kuru ve getiri verilerine göre para birimlerindeki dalgalanmalardan önemli ölçüde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Estrada (2017) çalışmasında Bitcoin'in fiyat ve volatilitisinin bir analizini yapmıştır. Özellikle, zaman serileri çiftleri arasında (Bitcoin fiyatı ve S&P 500, Bitcoin fiyatı ve VIX, Bitcoin gerçekleşen volatilitesi ve S&P 500 ve Bitcoin gerçekleşen volatilitesi ve VIX) Granger-nedensellik ilişkilerine bakılmıştır. Çalışmada BTC ve S&P 500 ve BTC ve VIX'in zaman serileri analiz edilirken, istatistiksel olarak anlamlı bir Granger-nedenselliği bulunamamıştır. Bu sonuçlar, Bitcoin fiyatının S&P 500 gibi finansal araçlarla nedensel ilişkilerinin olmadığını göstermektedir.

Pichl ve Kaizoji (2017) çalışmalarında Bitcoin'in fiyatına standart para birimlerinin ve onların son beş yıldaki volatilitelerinin etkisi incelemişlerdir. BTC döviz kurlarının volatilitesi, günlük logaritmik getiri dağılımı ve gerçekleşen volatiliteler kullanılarak modellenmiştir. Çalışmanın sonucunda, Bitcoin fiyatlarının zaman serileri, EUR/USD döviz kurlarının fiyatlarından önemli ölçüde daha volatil olduğu tespit edilmiştir.

İçellioglu ve Öztürk (2017) çalışmalarında, Bitcoin ile seçili döviz kurları arasındaki ilişkiyi birim kök testleri, Engel-Granger Eşbütünlük Testi, Johansen Testi ve Granger Nedensellik Testi ile tespit etmişlerdir. Çalışmada 29.04.2013-22.09.2017 tarihleri arasındaki işgünleri dikkate alınmış ve Bitcoin ile Dolar, Euro, Pound, Yen ve Yuan arasında uzun ve kısa dönemli bir ilişkinin varlığına rastlanamadığı belirtilmiştir.

Akçalı ve Şişmanoğlu (2018) çalışmalarında, Bitcoin (BTC) ve Amerikan Doları (USD), Euro (EUR), Japon Yeni (JPY), Çin Yuanı (CNY) döviz kurlarına ait getiri serilerini kullanarak, Bitcoin ile her bir döviz kuru arasındaki volatiliteler etkileşimi Dinamik Korelasyonlu Çok Değişkenli GARCH (DCC-GARCH) modeli ile araştırmışlardır. Çalışmada Dolar, Euro, Yen ve Yuan döviz kurları volatilitelerinde meydana gelen şokların, Bitcoin volatilitelerini önemli oranlarda arttırdığı, Bitcoin volatilitelerinde meydana gelen şokların ise Euro volatilitelerini hiç etkilemezken diğer döviz kurları volatilitelerini çok küçük oranlarda arttırdığı; diğer taraftan Bitcoin volatilitelerini ise en çok arttıran dolarda meydana gelen şokların olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca Bitcoin getirileri ve döviz kurları getirileri arasında zamana bağlı olarak değişen (dinamik) pozitif yönlü ancak çok kuvvetli olmayan korelasyon ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Yıldırım (2018) çalışmasında, Bitcoin ile altın fiyatları arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişkiyi test etmiştir. Yapılan analizler sonucunda Bitcoin ve altın fiyatları arasında kısa vadeli bir ilişkinin olmadığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca, Bitcoin fiyat hareketlerinin altın fiyatlarını etkilemezken, altın fiyat hareketlerinin Bitcoin fiyatlarını uzun vadede etkilediği tespit edilmiştir.

Kılıç ve Çütücü (2018) Bitcoin fiyatları ile Borsa İstanbul arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisini Engle-Granger ve Gregory-Hansen eşbütünleşme; Toda-Yamamoto ve Hacker-Hatemi-J nedensellik testleri ile test ettikleri çalışmalarında, her iki eşbütünleşme testine göre Bitcoin fiyatları ile Borsa İstanbul endeks değeri arasında orta ve uzun vadede bir eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı; nedensellik testlerinden ise sadece Toda-Yamamoto nedensellik testine göre Borsa İstanbul'dan Bitcoin fiyatlarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Ciaian vd. (2018) çalışmalarında, Bitcoin ve 16 altcoin piyasası arasındaki ilişkiyi ve birbirleri ile olan bağımlılıklarını kısa ve uzun dönem olarak ayrı ayrı incelemişlerdir. 2013 ve 2016 yılları arasındaki dönemde piyasa değerlerine göre işlem gören 17 adet kripto para seçilmiştir. Çalışmada ARDL modeli uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, Bitcoin ve altcoinler arasında bir fiyat ilişkisinin olduğu ve ayrıca bu ilişkinin kısa dönemde uzun döneme kıyasla daha güçlü olduğu tespit edilmiştir.

Cağlı (2018) çalışmasında Bitcoin ve yedi altcoin (Ethereum, Ripple, Litecoin, Stellar, Nem, Dash ve Monero) arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Analiz için çok eşitlikli model ile birlikte Eylül 2015-Ocak 2018 arasındaki günlük fiyatlar dikkate alınmıştır. Çalışmanın sonucunda, NEM dışında Bitcoin-Dash, Ethereum-Litecoin, Ethereum-Dash, Ethereum-Monero ve Ripple-Stellar arasında çift taraflı anlamlı bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Polat ve Gemici (2018) çalışmalarında Bitcoin ile Ethereum, Ripple ve Litecoin'in 7 Ağustos 2015-25 Haziran 2018 dönemine ait günlük kapanış fiyat verilerine göre kripto paralar arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, kripto paraların genel olarak birlikte hareket ettiği ve birbirini etkilediği şeklinde ifade edilmiştir.

Adana Karağaç ve Altınırnak (2018) çalışmalarında çok sayıda ve çeşitli piyasalarda işlem görmekte olan en yüksek toplam piyasa değerine sahip 10 adet kripto paranın birbirleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Aralık 2017-Ocak 2018 tarihleri arasındaki günlük fiyat hareketleri kullanılarak Johansen Eşbütünleşme Testi ve Granger Nedensellik Testi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, bazı kripto birimleri arasında nedensellik ilişkisinin olduğu ve bu değişkenlerin fiyat hareketlerinin kısa dönemde birbirlerini etkilediği tespit edilmiştir.

Kumar ve Anandarao (2019) çalışmalarında 15.08.2015-18.01.2018 tarihleri arasında Bitcoin, Ethereum, Ripple ve Litecoin'in volatilité etkileşimini incelemişlerdir. GARCH sonuçlarına göre, analiz sürecinde Bitcoin'den Ethereum ve Litecoin'e istatistiksel olarak anlamlı volatilité etkileşimi olduğu belirtilmiştir. Wavelet analizine göre, kısa vadede



kripto para birimleri arasındaki korelasyonun olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın genel sonucunda ise, diğer kripto para birimlerinin bitcoin fiyatlarındaki dalgalanmalardan etkilendiği ifade edilmiştir.

Literatür taramasından görüldüğü üzere kripto paralar arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışma yok denecek kadar azdır. Bu piyasada yatırım yapanlar Bitcoin ile birlikte diğer önde gelen kripto paralardaki hareketleri ve birbiriyle olan ilişkilerini de yakından takip etmelidirler. Bu çalışmanın amacı da kripto paralar arasındaki ilişkiyi analiz edilerek literatüre katkıda bulunmaktır.

### 5. Ekonometrik Yöntem

Çalışmanın yöntemi olarak Toda-Yamamoto nedensellik analizi tercih edilmiştir. Toda ve Yamamoto (1995), ilgili serinin durağan, trend etrafında durağan veya eşbütünleşik olup olmadığını dikkate almaksızın, bu testin k serbestlik derecesi ile asimptotik Ki-Kare ( $\chi^2$ ) dağılımına sahip olduğunu göstermişlerdir. Toda ve Yamamoto tarafından önerilen bu yöntemin önemli bir özelliği de, birim kök ve eşbütünleşme özelliklerinin tespitinde kullanılan potansiyel eğilimli ön testlere ihtiyaç duyulmamasıdır. Böylelikle, ilgili yöntemin kullanımı ile serilerin bütünleşme derecesinin yanlış tespit edilmesi ile ilgili risk minimize edilmektedir. Diğer taraftan serilerin seviye değerlerine uygulandığından, fark almaktan kaynaklanan bilgi kaybı da önlenmektedir.

Toda-Yamamoto yaklaşımında tahmin edilen VAR (k+dmax) modeli aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$y_t = \delta_1 + \sum_{i=1}^{k+d \max} \alpha_{1i} y_{t-i} + \sum_{j=1}^{k+d \max} \beta_{1j} x_{t-j} + \varepsilon_{1t} \quad (1)$$

$$x_t = \delta_2 + \sum_{i=1}^{k+d \max} \alpha_{2i} x_{t-i} + \sum_{j=1}^{k+d \max} \beta_{2j} y_{t-j} + \varepsilon_{2t} \quad (2)$$

1 ve 2 nolu denklemlerde k uygun gecikme uzunluğunu, dmax sistemdeki değişken bütünleşme derecelerinin en büyüğünü göstermektedir. Ayrıca hata terimlerinin  $\varepsilon_{1t}$  ve  $\varepsilon_{2t}$  sıfır ortalama ve sabit bir kovaryans matrisine sahip olduğu varsayılmaktadır. Genişletilmiş Granger analizi olan Toda-Yamamoto iki aşamalı bir yöntemdir: İlk aşamada gecikme uzunluğuna duyarlı sonuçlar veren VAR modeli oluşturulmaktadır. AIC ve SIC bilgi kriterleriyle optimal gecikme uzunluğu (k) ve modeldeki değişkenlerin maksimum bütünleşme seviyeleri (dmax) birim kök testleriyle belirlenmektedir. İkinci aşama olan Toda Yamamoto nedensellik testinde ise, VAR modelinin optimal gecikme uzunluğu (k) ve incelenen serilerin en büyük durağanlık derecesi (dmax) belirlendikten sonra (k+dmax) boyutunda bir VAR modeli görünüşte ilişkisiz regresyon yöntemi ile tahmin edilmektedir. Değişkenler arasındaki karşılıklı nedensellik ilişkisinin varlığını belirlemek amacıyla  $H_0: \alpha_{11}=0$  ve  $H_0: \alpha_{21}=0$  hipotezleri düzeltilmiş (modified) WALD test istatistiği  $\chi^2$  dağılımı

kullanılarak sınanmaktadır. Hesaplanan MWALD test istatistiği k serbestlik dereceli tablo değerinden büyük olması halinde yukarıda belirtilen hipotezler reddedilmektedir (Çil Yavuz, 2006,s.169).

## 6. Veri Seti ve Ampirik Bulgular

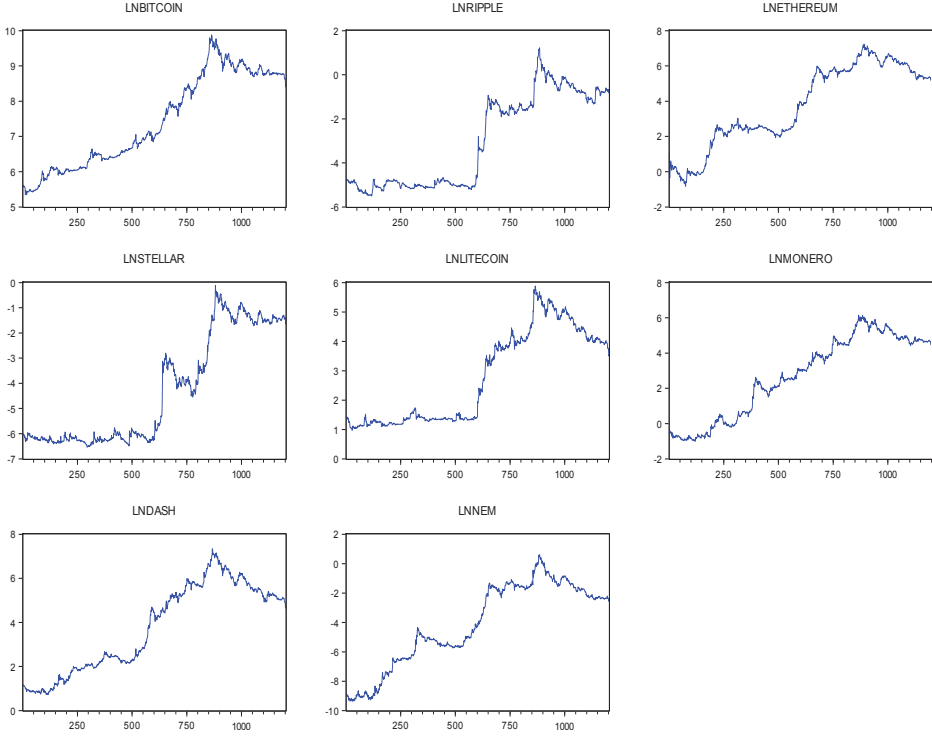
Kripto paralar arasındaki ilişkinin analiz edildiği bu çalışmada Bitcoin ve piyasa büyüklüklerine göre ilk 15 içerisinde yer alan ve veri dönemine ulaşılabilen 7 adet altcoin seçilmiştir. Bu altcoinler Ripple (XRP), Ethereum, Stellar, Litecoin, Monero, Dash ve Nem'dir.

Çalışmada 07.08.2015-21.11.2018 dönemini kapsayan (1203 veri) kripto paralara ait ABD doları para birimi cinsinden günlük kapanış fiyatlarının logaritmaları kullanılmıştır. Veriler coinmarketcap web sitesinden temin edilmiştir.

**Tablo 2.** Kripto Paraların Logaritmik Günlük Kapanış Fiyatlarına Ait Tanımlayıcı İstatistikler (ABD Doları)

	BITCOIN	RIPPL.	ETH.	STEL.	LITE.	MONE.	DASH	NEM
Ortalama	7.44	-3.02	3.75	-4.29	2.78	2.69	3.77	-4.12
Medyan	7.08	-4.32	3.81	-5.87	1.90	3.01	4.28	-4.13
Maks.	9.88	1.22	7.24	-0.11	5.88	6.15	7.35	0.61
Min.	5.35	-5.50	-0.83	-6.54	0.97	-1.00	0.72	-9.36
Standart Sapma	1.31	2.10	2.29	2.17	1.58	2.29	1.99	2.82
Çarpıklık	0.12	0.21	-0.28	0.47	0.30	-0.27	-0.05	-0.37
Basıklık	1.51	1.29	1.78	1.50	1.42	1.61	1.47	1.86
Jarque-Bera	114.59	155.03	91.19	156.62	142.94	111.32	117.67	92.04
Olasılık	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gözlem Sayısı	1203	1203	1203	1203	1203	1203	1203	1203

Çalışmada yer verilen kripto paraların logaritmalarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'deki gibidir. Tanımlayıcı istatistiklere ve Jarque-Bera test istatistiğine bakıldığında serilerin normal dağılıma uymadığı ve tipik bir finansal zaman serisi özellikleri gösterdikleri söylenebilmektedir.



**Şekil 2.** Kripto Paraların Logaritmik Günlük Kapanış Fiyatlarına Ait Grafikler (ABD Doları)

Şekil 2’de çalışmada yer alan kripto paralara ait grafikler yer almaktadır. Grafiklerden her bir kripto paranın belirli bir ortalama etrafında dağılım göstermediği dolayısıyla durağan olmadığı gözlenmektedir. Bunun tespiti için hem ADF (Augmented Dickey-Fuller) testi hem de yapısal kırılmayı dikkate alan Zivot-Andrews (1992) Birim Kök testlerinden yararlanılmıştır:

**Tablo 3.** ADF Durağanlık Testi Sonuçları

DEĞİŞKENLER	Seviye		Birinci Fark	
	ADF TEST İSTATİSTİĞİ	OLASILIK DEĞERİ	ADF TEST İSTATİSTİĞİ	OLASILIK DEĞERİ
BITCOIN	-0.597674	0.9786	-34.00008*	0.0000
RIPPLE	-1.791178	0.7087	-21.32023*	0.0000
ETHEREUM	-0.426356	0.9866	-36.90324*	0.0000
STELLAR	-2.020007	0.5892	-32.06828*	0.0000
LITECOIN	-0.80147	0.964	-33.96508*	0.0000
MONERO	-0.498221	0.9836	-35.79337*	0.0000
DASH	0.030704	0.9966	-36.27941*	0.0000
NEM	0.107142	0.9973	-36.96826*	0.0000

\*%5 anlamlılık düzeyinde.

Tablo 3'te yer alan durağanlık testi sonuçlarına göre düzeyde durağan olmayan bütün değişkenlerin birinci farkları alındığında %5 anlamlılık düzeyinde durağan oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

**Tablo 4.** Zivot-Andrews (ZA) Yapısal Kırılmalı Durağanlık Testi Sonuçları

DEĞİŞKENLER	ZA Test İstatistiği Model C*	SONUÇ
BITCOIN	-3.82295	DURAĞAN DEĞİL
RIPPLE	-5.10045*	YAPISAL KIRILMALI DURAĞAN
ETHEREUM	-2.65195	DURAĞAN DEĞİL
STELLAR	-3.62433	DURAĞAN DEĞİL
LITECOIN	-3.68403	DURAĞAN DEĞİL
MONERO	-5.20932*	YAPISAL KIRILMALI DURAĞAN
DASH	-3.68842	DURAĞAN DEĞİL
NEM	-3.80542	DURAĞAN DEĞİL

\*Yapısal kırılma hem sabitte hem de trendde kırılmayı içeren model C üzerinden test edilmiştir.

\*\*Zivot ve Andrews testi için kritik değer % 5 seviyesinde -5.08'dir.

Tablo 4'te yer alan Zivot-Andrews (ZA) Yapısal Kırılmalı Durağanlık Testi Sonuçlarına göre %5 anlamlılık düzeyinde Ripple ve Monero kripto para birimlerinin yapısal kırılmalı durağan olduğu, diğer kripto para birimlerinin durağan olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Toda-Yamamoto analizinde durağanlık mertebesi olan  $d_{max}$  için ZA'dan elde edilen sonuçlar kullanılmıştır.

**Tablo 5.** Kripto Para Birimleri Arasındaki Korelasyon Matrisi

	BITCOIN	RIPPLE	ETH.	STEL.	LITE.	MONERO	NEM
BITCOIN	1.000 ----- -----						
RIPPLE	0.950 105.93* (0.000)	1.000 ----- -----					
ETHEREUM	0.954 110.32* (0.000)	0.927 85.70* (0.000)	1.000 ----- -----				
STELLAR	0.935 91.67* (0.000)	0.967 132.68* (0.000)	0.875 62.63* (0.000)	1.000 ----- -----			
LITECOIN	0.968 134.04* (0.000)	0.983 189.13* (0.000)	0.932 89.37* (0.000)	0.953 109.84* (0.000)	1.000 ----- -----		
MONERO	0.964 126.48* (0.000)	0.906 74.30* (0.000)	0.957 114.57* (0.000)	0.872 61.96* (0.000)	0.915 78.84* (0.000)	1.000 ----- -----	
NEM	0.943 99.01* (0.000)	0.904 73.30* (0.000)	0.984 195.13* (0.000)	0.840 53.69* (0.000)	0.911 76.83* (0.000)	0.962 122.40* (0.000)	1.000 ----- -----

Parantez içerisindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir.

\*%5 anlamlılık düzeyinde.

Tablo 5'te yer alan kripto paralar arasındaki korelasyon matrisi incelendiğinde korelasyon katsayılarının %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu dolayısıyla kripto para birimlerinin büyük ölçüde ortak hareket etmekte olduğu anlaşılmaktadır.

Aşağıda yer alan Tablo 6'dan Tablo 13'e kadar numaralandırılmış tablolar her bir kripto paranın birbirleriyle olan Toda-Yamamoto Nedensellik Testi sonuçlarını göstermektedir:

**Tablo 6.** Bitcoin ile Diğer Kripto Para Birimleri Arasındaki Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Model	k+d**	Wald Testi Ki-Kare Test İst.	Ki-Kare Tablo Değeri	İLİŞKİ ve YÖNÜ
RIPPLE=f(BITCOIN)	3+1	8.772*	7.815	BITCOIN ↔ RIPPLE
BITCOIN=f(RIPPLE)		14.587*		
ETHEREUM=f(BITCOIN)	2+1	1.101	5.991	YOK
BITCOIN=f(ETHEREUM)		3.029		
STELLAR=f(BITCOIN)	3+1	14.737*	7.815	BITCOIN ↔ STELLAR
BITCOIN=f(STELLAR)		17.467*		
LITECOIN=f(BITCOIN)	7+1	17.179*	14.067	BITCOIN → LITECOIN
BITCOIN=f(LITECOIN)		12.467		
MONERO=f(BITCOIN)	7+1	7.967	14.067	YOK
BITCOIN=f(MONERO)		12.865		
DASH=f(BITCOIN)	2+1	2.906	5.991	DASH → BITCOIN
BITCOIN=f(DASH)		10.046*		
NEM=f(BITCOIN)	8+1	18.795*	15.507	BITCOIN → NEM
BITCOIN=f(NEM)		25.917*		

\*%5 anlamlılık düzeyine göre bakılmıştır.

\*\*k+dmax=VAR gecikme uzunluğu + en yüksek durağanlık mertebesi.

Tablo 6'da yer alan Bitcoin ile diğer kripto paralar arasındaki Toda-Yamamoto Nedensellik Testi sonuçlarına göre; Bitcoin ile Ripple ve Stellar arasında çift yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığı söz konusuyken; Bitcoin'den Litecoin'e ve Nem'e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Dash'dan ise Bitcoin'e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir ilişki tespit edilirken; Bitcoin ile Ethereum ve Monero arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır.

**Tablo 7.** Ripple ile Diğer Kripto Para Birimleri Arasındaki Toda-Yamamoto Nedenellik Testi Sonuçları

Model	k+d**	Wald Testi Ki-Kare Test İst.	Ki-Kare Tablo Değeri	İLİŞKİ ve YÖNÜ
RIPPLE=f(BITCOIN)	3+1	8.772*	7.815	RIPPLE ↔ BITCOIN
BITCOIN=f(RIPPLE)		14.587*		
ETHEREUM=f(RIPPLE)	4+1	3.651	9.488	ETHEREUM→ RIPPLE
RIPPLE=f(ETHEREUM)		9.967*		
STELLAR=f(RIPPLE)	4+1	60.077*	9.488	RIPPLE ↔ STELLAR
RIPPLE=f(STELLAR)		18.333*		
LITECOIN=f(RIPPLE)	8+1	18.051*	15.507	RIPPLE ↔ LITECOIN
RIPPLE=f(LITECOIN)		79.107*		
MONERO=f(RIPPLE)	7+0	17.539*	14.067	RIPPLE ↔ MONERO
RIPPLE=f(MONERO)		14.230*		
DASH=f(RIPPLE)	8+1	31.377*	15.507	RIPPLE ↔ DASH
RIPPLE=f(DASH)		38.303*		
NEM=f(RIPPLE)	7+1	16.198*	14.067	RIPPLE ↔ NEM
RIPPLE=f(NEM)		25.917*		

\*%5 anlamlılık düzeyine göre bakılmıştır.

\*\* k+dmax=VAR gecikme uzunluğu + en yüksek durağanlık mertebesi.

Tablo 7’de yer alan Ripple ile diğer kripto paralar arasındaki Toda-Yamamoto Nedenellik Testi sonuçlarına göre; Ethereum’dan Ripple’a yönelik tek yönlü; diğer kripto para birimleri ile Ripple arasında ise çift yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığına ulaşılmıştır.

**Tablo 8.** Ethereum ile Diğer Kripto Para Birimleri Arasındaki Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Model	k+d**	Wald Testi	Ki-Kare	İLİŞKİ ve YÖNÜ
		Ki-Kare Test İst.	Tablo Değeri	
ETHEREUM=f(BITCOIN)	2+1	1.101	5.991	YOK
BITCOIN=f(ETHEREUM)		3.029		
ETHEREUM=f(RIPPLE)	4+1	3.651	9.488	ETHEREUM → RIPPLE
RIPPLE=f(ETHEREUM)		9.967*		
STELLAR=f(ETHEREUM)	7+1	9.432	14.067	STELLAR → ETHEREUM
ETHEREUM=f(STELLAR)		21.778*		
LITECOIN=f(ETHEREUM)	1+1	6.429*	3.841	ETHEREUM → LITECOIN
ETHEREUM=f(LITECOIN)		0.543		
MONERO=f(ETHEREUM)	7+1	18.013*	14.067	ETHEREUM ↔ MONERO
ETHEREUM=f(MONERO)		14.879*		
DASH=f(ETHEREUM)	2+1	5.082	5.991	DASH → ETHEREUM
ETHEREUM=f(DASH)		16.250*		
NEM=f(ETHEREUM)	4+1	6.616	9.488	NEM → ETHEREUM
ETHEREUM=f(NEM)		17.202*		

\*%5 anlamlılık düzeyine göre bakılmıştır.

\*\* k+dmax=VAR gecikme uzunluğu + en yüksek durağanlık mertebesi.

Tablo 8’de yer alan Ethereum ile diğer kripto paralar arasındaki Toda-Yamamoto Nedensellik Testi sonuçlarına göre; Ethereum ve Monero arasında çift yönlü; Ethereum’dan Ripple ve Litecoin’e yönelik tek yönlü; Stellar, Dash ve Nem’den Ethereum’a yönelik yine tek yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığı söz konusuyken; Ethereum ve Bitcoin arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır.



**Tablo 9.** Stellar ile Diğer Kripto Para Birimleri Arasındaki Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Model	k+d**	Wald Testi Ki-Kare Test İst.	Ki-Kare Tablo Değeri	İLİŞKİ ve YÖNÜ
STELLAR=f(BITCOIN) BITCOIN=f(STELLAR)	3+1	14.737* 17.467*	7.815	STELLAR ↔ BITCOIN
STELLAR=f(RIPPLE) RIPPLE=f(STELLAR)	4+1	60.077* 18.333*	9.488	STELLAR ↔ RIPPLE
STELLAR=f(ETHEREUM) ETHEREUM=f(STELLAR)	7+1	9.432 21.778*	14.067	STELLAR → ETHEREUM
LITECOIN=f(STELLAR) STELLAR=f(LITECOIN)	7+1	18.345* 34.071*	14.067	STELLAR ↔ LITECOIN
MONERO=f(STELLAR) STELLAR=f(MONERO)	7+1	9.861 17.766*	14.067	MONERO → STELLAR
DASH=f(STELLAR) STELLAR=f(DASH)	2+1	12.026* 12.353*	5.991	STELLAR ↔ DASH
NEM=f(STELLAR) STELLAR=f(NEM)	7+1	32.522* 14.131*	14.067	STELLAR ↔ NEM

\*%5 anlamlılık düzeyine göre bakılmıştır.

\*\* k+dmax=VAR gecikme uzunluğu + en yüksek durağanlık mertebesi.

Tablo 9’da yer alan Stellar ile diğer kripto paralar arasındaki Toda-Yamamoto Nedensellik Testi sonuçlarına göre; Stellar’dan Ethereum’a yönelik tek yönlü; Monero’dan Stellar’a yönelik yine tek yönlü; Stellar ve kalan diğer kripto para birimleri arasında ise çift yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir.

**Tablo 10.** Litecoin ile Diğer Kripto Para Birimleri Arasındaki Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Model	k+d**	Wald Testi	Ki-Kare	İLİŞKİ ve YÖNÜ
		Ki-Kare Test İst.	Tablo Değeri	
LITECOIN=f(BITCOIN)	7+1	17.179*	14.067	BITCOIN → LITECOIN
BITCOIN=f(LITECOIN)		12.467		
LITECOIN=f(RIPPLE)	8+1	18.051*	15.507	LITECOIN ↔ RIPPLE
RIPPLE=f(LITECOIN)		79.107*		
LITECOIN=f(ETHEREUM)	1+1	6.429*	3.841	ETHEREUM → LITECOIN
ETHEREUM=f(LITECOIN)		0.543		
LITECOIN=f(STELLAR)	7+1	18.345*	14.067	LITECOIN ↔ STELLAR
STELLAR=f(LITECOIN)		34.071*		
MONERO=f(LITECOIN)	7+1	5.54	14.067	MONERO → LITECOIN
LITECOIN=f(MONERO)		16.614*		
DASH=f(LITECOIN)	7+1	11.206	14.067	DASH → LITECOIN
LITECOIN=f(DASH)		27.272*		
NEM=f(LITECOIN)	7+1	6.81	14.067	NEM → LITECOIN
LITECOIN=f(NEM)		14.110*		

\*%5 anlamlılık düzeyine göre bakılmıştır.

\*\* k+dmax=VAR gecikme uzunluğu + en yüksek durağanlık mertebesi.

Tablo 10'da yer alan Litecoin ile diğer kripto paralar arasındaki Toda-Yamamoto Nedensellik Testi sonuçlarına göre; Litecoin ile Ripple ve Stellar arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığı söz konusuken; geriye kalan diğer kripto para birimlerinden ise Litecoin'e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir.

**Tablo 11.** Monero ile Diğer Kripto Para Birimleri Arasındaki Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Model	k+d**	Wald Testi	Ki-Kare	İLİŞKİ ve YÖNÜ
		Ki-Kare Test İst.	Tablo Değeri	
MONERO=f(BITCOIN)	7+1	7.967	14.067	YOK
BITCOIN=f(MONERO)		12.865		
MONERO=f(RIPPLE)	7+0	17.539*	14.067	MONERO ↔ RIPPLE
RIPPLE=f(MONERO)		14.230*		
MONERO=f(ETHEREUM)	7+1	18.013*	14.067	MONERO ↔ ETHEREUM
ETHEREUM=f(MONERO)		14.879*		
MONERO=f(STELLAR)	7+1	9.861	14.067	MONERO → STELLAR
STELLAR=f(MONERO)		17.766*		
MONERO=f(LITECOIN)	7+1	5.54	14.067	MONERO → LITECOIN
LITECOIN=f(MONERO)		16.614*		
DASH=f(MONERO)	7+1	5.298	14.067	YOK
MONERO=f(DASH)		13.936		
NEM=f(MONERO)	7+1	10.055	14.067	YOK
MONERO=f(NEM)		11.167		

\*%5 anlamlılık düzeyine göre bakılmıştır.

\*\* k+dmax=VAR gecikme uzunluğu + en yüksek durağanlık mertebesi.

Tablo 11’de yer alan Monero ile diğer kripto paralar arasındaki Toda-Yamamoto Nedensellik Testi sonuçlarına göre; Monero ile Ripple ve Ethereum arasında çift yönlü ve anlamlı; Monero’dan Stellar ve Litecoin’e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilirken; Monero’nun Bitcoin, Dash ve Nem ile arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır.

**Tablo 12.** Dash ile Diğer Kripto Para Birimleri Arasındaki Toda-Yamamoto Nedenlilik Testi Sonuçları

Model	k+d**	Wald Testi Ki-Kare Test İst.	Ki-Kare Tablo Değeri	İLİŞKİ ve YÖNÜ
DASH=f(BITCOIN)	2+1	2.906	5.991	DASH → BITCOIN
BITCOIN=f(DASH)		10.046*		
DASH=f(RIPPLE)	8+1	31.377*	15.507	DASH ↔ RIPPLE
RIPPLE=f(DASH)		38.303*		
DASH=f(ETHEREUM)	2+1	5.082	5.991	DASH → ETHEREUM
ETHEREUM=f(DASH)		16.250*		
DASH=f(STELLAR)	2+1	12.026*	5.991	DASH ↔ STELLAR
STELLAR=f(DASH)		12.353*		
DASH=f(LITECOIN)	7+1	11.206	14.067	DASH → LITECOIN
LITECOIN=f(DASH)		27.272*		
DASH=f(MONERO)	7+1	5.298	14.067	YOK
MONERO=f(DASH)		13.936		
NEM=f(DASH)	3+1	4.998	7.815	YOK
DASH=f(NEM)		3.445		

\*%5 anlamlılık düzeyine göre bakılmıştır.

\*\* k+dmax=VAR gecikme uzunluğu + en yüksek durağanlık mertebesi.

Tablo 12’de yer alan Dash ile diğer kripto paralar arasındaki Toda-Yamamoto Nedenlilik Testi sonuçlarına göre; Dash ile Ripple ve Stellar arasında çift yönlü ve anlamlı; Dash’dan Bitcoin, Ethereum ve Litecoin’e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir nedenlilik ilişkisinin varlığı tespit edilirken; Dash’ın Monero ve Nem ile arasında anlamlı bir nedenlilik ilişkisine rastlanmamıştır.

**Tablo 13.** Nem ile Diğer Kripto Para Birimleri Arasındaki Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Model	k+d**	Wald Testi Ki-Kare Test İst.	Ki-Kare Tablo Değeri	İLİŞKİ ve YÖNÜ
NEM=f(BITCOIN) BITCOIN=f(NEM)	8+1	18.795* 9.049	15.507	BITCOIN → NEM
NEM=f(RIPPLE) RIPPLE=f(NEM)	7+1	16.198* 25.917*	14.067	NEM ↔ RIPPLE
NEM=f(ETHEREUM) ETHEREUM=f(NEM)	4+1	6.616 17.202*	9.488	NEM → ETHEREUM
NEM=f(STELLAR) STELLAR=f(NEM)	7+1	32.522* 14.131*	14.067	NEM ↔ STELLAR
NEM=f(LITECOIN) LITECOIN=f(NEM)	7+1	6.81 14.110*	14.067	NEM → LITECOIN
NEM=f(MONERO) MONERO=f(NEM)	7+1	10.055 11.167	14.067	YOK
NEM=f(DASH) DASH=f(NEM)	3+1	4.998 3.445	7.815	YOK

\*%5 anlamlılık düzeyine göre bakılmıştır.

\*\* k+dmax=VAR gecikme uzunluğu + en yüksek durağanlık mertebesi.

Tablo 13'te yer alan Nem ile diğer kripto paralar arasındaki Toda-Yamamoto Nedensellik Testi sonuçlarına göre; Nem ile Ripple ve Stellar arasında çift yönlü ve anlamlı; Nem'den Ethereum ve Litecoin'e yönelik; Bitcoin'den ise Nem'e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilirken; Nem'in Monero ve Dash ile arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır.

## 7. Sonuç

Kripto para birimleri teknolojinin gelişmesiyle birlikte son yıllarda daha çok kullanılmaya başlandığından, kripto paralar arasındaki ilişkinin de incelenmesi yatırımcılar açısından önemli hale gelmiştir. Kripto paralar bir taraftan yüksek kazanç sağlamak isteyen yatırımcılar için çok cazipken, diğer taraftan fiyatlarındaki dalgalanmalar çok yüksek olduğundan çok da riskli yatırım araçlarındandır. Dolayısıyla bu piyasada yatırım yapan yatırımcılar, Bitcoin ile birlikte diğer önde gelen kripto paralardaki hareketleri ve birbiriyle olan ilişkilerini de yakından takip etmelidirler. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ile kripto paralar arasındaki nedensel bağın ortaya konulmasının amaçlandığı bu çalışmada, 07.08.2015-21.11.2018 dönemini kapsayan Bitcoin ve piyasa büyüklüklerine göre

ilk 15 içerisinde yer alan ve veri dönemine ulaşılabilen Ripple (XRP), Ethereum, Stellar, Litecoin, Monero, Dash ve Nem olmak üzere toplam 7 adet altcoinin dolar cinsinden günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır.

Çalışmada Toda-Yamamoto Nedensellik Testi'nin tercih edilmesiyle, birim kök ve eş-bütünleşme özelliklerinin tespitinde kullanılan ön testlere ihtiyaç duyulmamakta böylece, ilgili yöntemin kullanımı ile serilerin bütünleşme derecesinin yanlış tespit edilmesi ile ilgili risk azalmaktadır. Diğer taraftan serilerin seviye değerlerine uygulandığından, fark almaktan kaynaklanan bilgi kaybı da önlenmektedir.

Kripto paralar arasındaki korelasyon ilişkisi genel olarak çok güçlü ve pozitif yönde olmakla beraber Toda-Yamamoto Nedensellik analizi sonuçları incelendiğinde; her bir kripto para biriminin genel olarak tek yönlü ya da çift yönlü birbirini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir deyişle kripto para birimlerinin birbirleriyle etkileşim içinde oldukları söylenebilmektedir. Son zamanlarda değeri oldukça düşmüş olmasına rağmen en bilinen ve kripto paraların lideri konumundaki Bitcoin'in diğer kripto paralarla olan test sonuçlarına göre; Bitcoin ile Ripple ve Stellar arasında çift yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığı söz konusuken; Bitcoin'den Litecoin'e ve Nem'e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Dash'dan ise Bitcoin'e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir ilişki tespit edilirken; Bitcoin ile Ethereum ve Monero arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır.

Kasım 2018 tarihinde altcoinlerin lideri konumunda olan Ripple ile diğer kripto paralar arasındaki ilişkiye baktığımızda, Ethereum'dan Ripple'a yönelik tek yönlü; diğer kripto para birimleri ile Ripple arasında ise çift yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığına ulaşılmıştır. Bu dönemde liderliği Ripple'a devreden Ethereum'un ise Monero ile arasında çift yönlü; Ethereum'dan Ripple ve Litecoin'e yönelik tek yönlü; Stellar, Dash ve Nem'den Ethereum'a yönelik yine tek yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığı söz konusuken; Ethereum ve Bitcoin arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Stellar için; Stellar'dan Ethereum'a yönelik tek yönlü; Monero'dan Stellar'a yönelik yine tek yönlü; Stellar ve kalan diğer kripto para birimleri arasında ise çift yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Litecoin için; Litecoin ile Ripple ve Stellar arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığı söz konusuken; geriye kalan diğer kripto para birimlerinden ise Litecoin'e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Monero için; Monero ile Ripple ve Ethereum arasında çift yönlü ve anlamlı; Monero'dan Stellar ve Litecoin'e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilirken; Monero'nun Bitcoin, Dash ve Nem ile arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Dash için; Dash ile Ripple ve Stellar arasında çift yönlü ve anlamlı; Dash'dan Bitcoin, Ethereum ve Litecoin'e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilirken; Dash'ın Monero ve Nem ile arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. 15 altcoin arasında piyasa değeri en düşük olan Nem ile diğer kripto paralar arasındaki test sonuçlarına göre ise; Nem ile Ripple ve Stellar arasında çift yönlü ve anlamlı;

Nem'den Ethereum ve Litecoin'e yönelik; Bitcoin'den ise Nem'e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilirken; Nem'in Monero ve Dash ile arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır.

Sonuç olarak kripto paralar, hızlı fiyat değişimlerinden getiri elde etmek isteyen ve yüksek kazanç sağlamak isteyen yatırımcıların son yıllarda ilgisini çekmekle birlikte; bu fiyat değişimleri çok yüksek olduğundan çok da riskli yatırım araçlarıdır. Yatırımcılar bir taraftan kısa yoldan zengin olmak isterken diğer taraftan birikimlerini bir anda kaybetmekten korkarlar. Dolayısıyla bu piyasada yatırım yapan yatırımcılar Bitcoin ile birlikte diğer önde gelen kripto paralardaki hareketleri ve birbiriyle olan ilişkilerini de yakından takip etmelidirler.

### Kaynakça

- Adana Karaağaç, G. ve Altınırnak, S. (2018). En yüksek piyasa değerine sahip on kripto paranın birbirleriyle etkileşimi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 79, 123-138.
- Akçalı Yaşar, B. ve Şişmanoğlu, E. (2018). *Bitcoin ile bazı döviz kurları arasındaki volatilitate etkileşiminin analizi*. S. Güriş. (Editör). *Uygulamalı ekonometrik araştırmalar*, Der Yayınları, 165-189'daki kitap bölümü.
- Baur, D. G. (2017). Realized bitcoin volatility. Web: <https://ssrn.com/abstract=2949754>, 1-26. 25 Kasım 2018 tarihinde alınmıştır.
- Caglı, E. C. (2018). Explosive behavior in the prices of bitcoin and altcoins. *Finance Research Letters*, 1-6.
- Ciaian, P., Rajcaniova, M. ve Kancs, d' A. (2018). Virtual relationships: short and long run evidence from bitcoin and altcoin markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 52, 173-195.
- Çarkacıoğlu, A. (2016). Kripto-para bitcoin. *Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Raporu*, Aralık.
- Çil Yavuz, N. (2006). Türkiye'de turizm gelirlerinin ekonomik büyümeye etkisinin testi: yapısal kırılma ve nedensellik analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 7(2), 162-171.
- Estrada, J. C. S. (2017). *Analyzing bitcoin price volatility*. Thesis, University of California, Berkeley.
- Gebesoglu, F. ve Ayhan, F. (2019). *Regulatory aspects of cryptocurrencies*. F. Ayhan ve B. Danacı (Editörler). *Cryptocurrencies in all aspects*. Peter Lang, 41-59'daki kitap bölümü.
- Güleç, Ö. M., Çevik, E. ve Bahadır, N. (2018). Bitcoin ile finansal göstergeler arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(2), 18-37.

- İçelloğlu, C. S. ve Öztürk, M. B. E. (2017). Bitcoin ile seçili döviz kurları arasındaki ilişkinin araştırılması: 2013-2017 dönemi için johansen testi ve granger nedensellik testi, *Maliye ve Finans Yazıları*, 109, 51-70.
- Kasper, J. (2017). Evolution of bitcoin: volatility comparisons with least developed countries' currencies. *Journal of Internet Banking and Commerce*, 22(3), 1-18.
- Kılıç, Y. ve Çütücü, İ. (2018). Bitcoin fiyatları ile borsa istanbul endeksi arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 13(3), 235-250.
- Kumar, A. S. ve Anandarao, S. (2019). Volatility spillover in crypto-currency markets: some evidences from garch and wavelet analysis, *Physica A* 524, 448-458.
- Nair, J., ve Motwani, D. A. (2018). Crypto currency: bubble or boom. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, 6(1), 35-42.
- Nakamoto, S. (2009). Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system. Mayıs, 1-9.
- Pichl, L. ve Kaizoji, T. (2017). Volatility analysis of bitcoin price time series. *Quantitative Finance and Economics*, 1(4), 474-485.
- Polat, M. ve Gemici, E. (2018). Bitcoin ve altcoinler arasındaki ilişki. 22. *Finans Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 22. *Finans Sempozyumunda sunulan bildiri*, Mersin Üniversitesi, 83-90.
- Toda, H. Y. ve Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated process. *Journal of Econometrics*, 66, 225-250.
- Usta, A. ve Doğanekin, S. (2017). *Blockchain 101*. İstanbul: Kapital Medya Hizmetleri A.Ş.
- Yıldırım, H. (2018). Günlük bitcoin ile altın fiyatları arasındaki ilişkinin test edilmesi: 2012-2013 yılları arası johansen eşbütünleşme testi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(4), 2328-2343.
- <http://bigpara.hurriyet.com.tr/kripto-paralar/bitcoin/> 20 Kasım 2018 tarihinde alınmıştır.
- <http://bitcoin.tlkr.com/dolar/5yil> 15 Kasım 2018.
- <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/historicaldata> 20 Kasım 2018 tarihinde alınmıştır.
- <https://tr.investing.com/crypto/currencies> 25 Kasım 2018 tarihinde alınmıştır.