



KRİPTO PARALAR VE FİYAT İLİŞKİLERİ ÜZERİNE BİR ANALİZ: TODA-YAMAMOTO NEDENSELLİK ANALİZİ İLE BİR İNCELEME

Arş. Gör. Esra AKSOY¹
Arş. Gör. Türker TEKER²
Arş. Gör. Mehmet MAZAK³
Dr. Öğr. Üyesi Turan KOCABIYIK⁴

ÖZET

Bu çalışmanın amacı kripto paralar arasındaki fiyat ilişkisini keşfetmektir. Teknolojik gelişmeler, hayatın her alanında büyük değişimleri beraberinde getirmektedir. Çağın gereklerine uygun şekilde üretilen, insanlara hız ve kolaylık kazandıran, yenilikçi tüm ürün ve hizmetler toplumda karşılık bulmakta ve hızla yaygınlaşmaktadır. Kripto paralar da, her geçen gün daha çok insan tarafından bilinir hale gelen, işlem yapılan birer finansal araç haline gelmektedir. Bir geleceği olup olmayacağı noktasında şüpheyle bakılan kripto paralar, bugün pek çok ülkeden yatırımcıların ilgisini çeken yatırım araçları haline gelmiştir. Resmi otoriteler de kripto paralar ve bunlarla ilgili türev ürünlerin ticareti konusunda yasal altyapı çalışmalarını sürdürmektedir. Bu çalışmada investing.com'a göre işlem hacmi en yüksek kripto paralar arasından belirlenen 5 kripto paranın (bitcoin, ethereum, ripple, bitcoin cash, litecoin) 18.01.2018-24.12.2019 tarihleri arasındaki günlük kapanış fiyatları kullanılarak bir inceleme yapılmıştır. Yöntem olarak Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılarak, kripto paralar arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışmanın ortaya koyduğu bulgular; analizde yer alan diğer tüm kripto paraların litecoin fiyatını

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, İİBF, Bankacılık ve Finans Bölümü, esraaksoy@sdu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-1395-2337>

² Süleyman Demirel Üniversitesi, İİBF, Bankacılık ve Finans Bölümü, turkerteker@sdu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-4692-3439>

³ Süleyman Demirel Üniversitesi, İİBF, Bankacılık ve Finans Bölümü, mehmetmazak@sdu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-6666-4331>

⁴ Süleyman Demirel Üniversitesi, İİBF, Bankacılık ve Finans Bölümü, turankocabiyik@sdu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-3651-206X>

etkilediğini, ethereum'un tüm kripto paraları etkilediğini, ayrıca incelenen 5 kripto paranın da en az 2 kripto para ile nedensellik ilişkisi içinde olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kripto Paralar, Toda-Yamamoto, Nedensellik

AN ANALYSIS ON CRYPTOCURRENCIES AND PRICE RELATIONS: A REVIEW BY TODA- YAMAMOTO CAUSALITY TEST

ABSTRACT

The purpose of this study is to discover the price relationship between cryptocurrencies. Technological developments bring great changes in every area of life. All innovative products and services that are produced in accordance with the requirements of the era, which give people speed and convenience, find a response in the society and are rapidly becoming widespread. Cryptocurrencies are becoming a financial instrument, which is becoming more and more known to people every day. Cryptocurrencies, which are skeptical about whether they will have a future or not, have become investment instruments that attract investors from many countries today. Official authorities also continue their legal infrastructure work on the trading of cryptocurrencies and related derivatives. In this study, according to investing.com, a review was made using the daily closing prices between the dates of 18.01.2018-24.12.2019 between 5 cryptocurrencies (bitcoin, ethereum, ripple, bitcoin cash, litecoin) determined among the highest cryptocurrencies. Using the Toda-Yamamoto causality test as a method, the relationship between crypto coins was investigated. Findings revealed by the study; It shows that all other cryptocurrencies in the analysis affect the price of litecoin, ethereum affects all cryptocurrencies, as well as the 5 cryptocurrencies examined have a causal relationship with at least 2 cryptocurrencies.

Keywords: Cryptocurrencies, Toda-Yamamoto, Causality

1. GİRİŞ

Günümüzde yüksek teknolojik uygulamalar ve dünyayı şekillendiren küreselleşme ile finans dünyasında her geçen gün yeni ihtiyaçlar doğmaktadır. Bu ihtiyaçların karşılanmasına engel olan faktörler arasında altyapı yetersizlikleri ve yasal çerçeve yer almaktadır. Bu tip engeller altında ortaya çıkmış olan sanal para birimi kavramı, geleneksel ödeme araçları ve finansal hizmetlerin karşılamakta yetersiz kaldıkları yeni tüketici talepleriyle şekil alan bir varlık türü olarak görülmektedir (Çetinkaya, 2018: 12).

Bu çalışmada kripto paraların fiyat hareketlerinin birbirlerine benzer olup olmadığı, aralarında bir nedensellik ilişkisi olup olmadığı incelenecektir. Kripto paralara olan ilginin her geçen gün artmasıyla birlikte kripto paralar yatırımcıların da ilgi alanına girmekte olup, yatırımcıların portföy oluştururken dikkate aldığı enstrümanlardan biri haline gelmiştir. Yatırımcıların riskten korunmak amacıyla (hedging) portföylerine, kripto paraları dahil edebildikleri gibi, yüksek getiri beklentisi ile de kripto paralar üzerinde işlem yapabilmektedirler. Kripto paralar arasındaki fiyat ilişkisinin araştırılması, portföy oluştururken riskten korunmayı amaçlayan bir yatırımcıya enstrüman çeşitlendirmesi anlamında imkan sağlayabilmektedir. Yüksek korelasyona sahip para birimlerinin aynı sepete konulması ise çeşitlendirmeyi azaltıcı bir etki doğurabilmektedir. Aynı zamanda, fiyat sapmalarından ve gecikmelerden dolayı getiri sağlamayı amaçlayan yatırımcılar için de para birimleri arasındaki ilişkiyi anlamak çok önemlidir. Tüm bu nedenlerle, çalışmamızda en yüksek işlem hacmine sahip kripto para birimlerinin birbirleri ile olan fiyat ilişkisi incelenmiştir. Bu noktada çalışmanın, yatırımcılara yol göstermesi beklenmektedir.

Türkiye’de sanal para kullanımı ve sanal para birimlerine ait teknolojik yatırımların miktarı daha az olduğu gibi, bu konu ile ilgili araştırmalar da sınırlıdır. Dünya genelinde ise sanal para birimi kavramı, 2009’dan bu yana bitcoinin ortaya çıkışından beri daha fazla dikkat çekmektedir (Üzer, 2017: 3).

Crypto currency kelimesi kripto (şifreli) para anlamına gelmektedir (Çetinkaya, 2018:13). Kripto paranın ortaya çıkışı, 2009 yılında Satoshi Nakamoto’nun oluşturduğu açık kaynak kodlu bitcoin yazılımının internet ortamında diğer kullanıcılar ile paylaşılmasıyla olmuştur. Yazılımı vasıtasıyla sanal ortamda sistem kullanıcılarının ürettiği bitcoin, fiziki karşılığı olmayan sanal bir para sistemidir (Kaplanhan, 2018: 105). Kripto para; internet ortamında kullanılabilen, herhangi bir merkezi otoriteye ve aracı kuruma bağlı olmayan, sanal para birimidir. Kripto paraların kullanımı yalnızca belirlenen şifreler aracılığıyla yerleştirildiği sanal cüzdanlardan yine aynı şekilde şifreler aracılığıyla çıkarılarak gerçekleştirilmektedir. Bireyler veya kurumlar tıpkı gerçek parayla harcama yapabildikleri gibi kripto para birimleriyle de aynı işlemi yapabilmektedirler (Çetinkaya, 2018: 13). Kripto paralar aynı zamanda ödeme, tahsilat ve yatırım aracı olarak da kullanılmaktadır (Kaplanhan, 2018: 106). Kripto para birimleri içinde mevcut piyasa hacmi bakımından ilk sırada yer alan bitcoin’dir (Karaoğlan vd., 2018: 16). Bitcoin, dünya üzerinde herhangi bir yerden herhangi birine online

ödeme yapma imkanı sunan, bir otorite, şirket, kurum veya devlet tarafından kontrol edilemeyen, merkezi olmayan para sistemi ve para birimi olarak ifade edilmektedir (Köse vd., 2015: 248). Aynı zamanda bitcoin, sigortalanmayan para çeşididir ve bundan dolayı merkezi bir otoriteye bağlı olmayıp yalnızca P2P 3 (eşler arası) teknolojisi ile dolaşımdadır. Bütünüyle dijital bir para olan bitcoin, sınırlı bir kullanım alanına sahiptir (Turan, 2018: 3).

Kripto paraların büyük bir bölümü merkezi olmayan bir mutabakat ağ yapısı ile çalışmaktadır. Bu sistem üzerinde kullanıcılar birbirlerine herhangi bir aracı olmadan direk olarak transferler yapabilmektedirler. Yapılan transferler merkezi olmayan dağıtık bir kayıt ve mutabakat sistemine kaydedilmektedir. Bu mutabakat sistemine ve yapılan işlemlerin kaydına blok zincir denilmektedir. Blok zinciri; kripto para sistemi için, hesap defteri girişini veya 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).

Piyasada bugün itibarıyla bulunan 5 binden fazla kripto para çeşidi mevcuttur. Bu paralardan en çok kullanılan ve piyasa hacmi olarak ilk 10 sırada yer alanlar Tablo 1'de gösterilmiştir. Bu para birimlerinin sanal olmaları sadece bilgisayar ortamında kayıtlı olmasından kaynaklanmaktadır (Çetinkaya, 2018: 13).

Tablo 1: Piyasada En Çok İşlem Gören 10 Kripto Para

	Kripto Para Birimi	Sembol	Güncel Değeri (\$) 24.12.2019	Toplam Hacmi %
1	Bitcoin	BTC	7.233,4	30,69%
2	Ethereum	ETH	124,97	11,31%
3	Ripple	XRP	0,1887	1,69%
4	Tether	USDT	1,0066	36,45%
5	Bitcoin Cash	BCH	186,06	2,46%
6	Litecoin	LTC	39,973	4,00%
7	EOS	EOS	2,5192	2,51%
8	Binance Coin	BNB	13,1816	0,25%

9	Bitcoin SV	BSV	85,7	0,57%
10	Tezos	XTZ	1,41367	0,05%

Kaynak: <https://tr.investing.com/crypto/currencies>, 24.12.2019.

Başta bitcoin olmak üzere kripto para birimleri, birçok finansal piyasayı derinden etkilemiştir. Kripto paralar ile 7 gün 24 saat işlem yapabilme olanağı, çok düşük miktarlarda komisyon ile para gönderimi, işlem hızı ve benzeri avantajlar, geleneksel aracı kurumlara üstünlük sağlamıştır. Bu durum mevcut finansal araçlar ile işlem yapan işletmeleri, iş modellerinde farklılık yapmaya zorlamaktadır (Karaoğlan vd., 2018: 17). Klasik anlayıştan farklı olarak paranın elden ele değişim aracı olarak varlığını sürdürmesi yerine, günümüzde karşımıza çıkan dijital ekonomi, insanların ilgisini hızlı bir şekilde çekmeye başlamıştır. Kripto paraların yüksek getiri sağlama potansiyeli, yeni arayışlarda olan yatırımcıları, kripto paraya yönlendirmekte ve böylelikle daha yüksek bir getiri elde etme imkanı oluşturmaktadır (Kesebir ve Günceler, 2019: 605).

Paranın ödeme ve saklama aracı olması, hesap yapılabilirlik sağlaması gibi işlevlerinin yanı sıra aynı zamanda bir servet biriktirme işlevi de bulunmaktadır. İnsanlar sahip oldukları atıl parayı nakit olarak elinde tutarak, emtialar ya da hisse senetlerine yatırarak gelir elde etmeyi ve para biriktirmeyi amaçlamaktadır. Bu noktada yatırım aracı seçerken, kullanılabilirlik, güvenilirlik gibi birçok faktör göz önünde bulundurulmaktadır. Kripto paralar da başlangıçta bir değişim aracından çok yatırım aracı olarak kabul görse de kullanımı her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Dünyanın bir çok ülkesinde ya da internet ortamında yapılan alışverişlerde kripto paraların kullanılabildiği alanlar her geçen gün artmaktadır. Kripto parayı diğerlerinden ayıran temel unsur merkezi bir mekanizma tarafından ihraç edilmiyor, yönetilmiyor oluşudur. Bu durum kripto paralara temkinli yaklaşılmasındaki önemli unsurlardan birisidir.

Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde ise uluslararası alanda kripto paralara bakış konusunda bilgi verilmiş, literatürde kripto paralarla ilgili yapılan çalışmalara değinilmiştir. Ardından metodoloji, uygulama ve sonuç kısmına yer verilmiştir.

2. DÜNYADA KRİPTO PARALARA BAKIŞ

Uluslararası alanda kripto paralara bakış açısı ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir. Kripto paraların geleceği, kullanılabilirliği,

yasal statüsü hala tartışmalara konu olmaktadır. Bazı ülkeler kripto paralar ile ilgili yasal düzenlemeler yürürlüğe koymakta iken bir kısım ülkeler kripto paralara temkinli yaklaşmaktadır. Kripto para satın alınmasını ve kullanımını tamamen yasaklayan ülkeler de mevcuttur.

İsveç ve Danimarka gibi nakit kullanımını tamamen kaldırmak isteyen ülkelerde bitcoin olumlu karşılanmaktadır. Güney Kore’de yasal düzenleme olmamasına rağmen bir ödeme yöntemi olarak kabul görmüştür. Kanada ve Birleşik Krallık birçok bitcoin yenilikçi şirketini barındırmaktadır. Öte yandan İzlanda bitcoin satın almanın İzlanda kambiyo yasalarına uymadığını 2014 yılında açıklarken, Bangladeş ve Bolivya bitcoini yasaklamıştır. Ekvador ise diğerlerinden farklı bir gerekçe ile kendi elektronik parasını çıkarabilmek adına bitcoin kullanımını yasaklamıştır (Çarkacıoğlu, 2016: 57-58).

Avustralya’nın doğusunda bir ada ülkesi olan Vanuatu ise bitcoin ile ilgili farklı bir uygulama başlatarak bitcoini desteklediğini ortaya koymuştur. Buna göre 43.64 bitcoin karşılığında isteyenler Vanuatu vatandaşlığına sahip olabilmektedir (cnnturk.com, 2017).

Mevcut konumda Türkiye’de farkındalık seviyesi az olsa bile yakın gelecekte sanal para birimlerine ait araştırmaların ve yatırım projelerinin artacağı öngörülmektedir (Üzer, 2017: 3).

3.LİTERATÜR TARAMASI

Kripto paralar ile ilgili literatürde yer alan çalışmaların bazıları aşağıdaki gibidir.

Kripto paralar arasında en yüksek piyasa değerine ulaşmış kripto para olan bitcoin ile temel finansal göstergeler arasında yer alan ya da önceki çalışmalarda ele alınan ham petrol, altın, 6 aylık ve 1 yıllık Amerikan tahvil getirileri ve S&P 500 endeks fiyatları arasındaki ilişki incelenmiştir. 01.01.2013-28.08.2017 tarihleri arasındaki 1701 günlük veriden yararlanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre 6 aylık Amerikan tahvil getirileri ile bitcoin fiyatı arasında uzun dönemli anlamlı bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir (Nunes, 2017).

Bitcoin, ethereum, ripple, bitcoin cash, cardano, litecoin, NEM, NEO, stellar, IOTA olmak üzere en yüksek piyasa değerine sahip 10 kripto paranın incelendiği çalışmada, veri seti 15.12.2017-17.01.2018 tarihleri arasındaki günlük verilerden oluşmaktadır. Yöntem olarak Granger nedensellik testi ve Johansen eşbütünleşme testi seçilmiştir. Çalışmanın bulguları, birçok kripto paranın birlikte hareket eden fiyatlara

sahip olduğunu göstermektedir. Örneğin, bitcoin'in, bitcoin cash'in granger nedeni olduğu, ripple'in bitcoin'in granger nedeni olduğu, NEO ve litecoin'in ise karşılıklı olarak birbirlerinin granger nedeni olduğu ortaya konmuştur (Karaağaç & Altınırnak, 2018).

Bitcoin'in döviz kurları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla 29.04.2013-29.06.2018 tarihleri arasındaki günlük veriler analiz edilmiştir. Analizde bitcoin'in yanı sıra, euro, Kanada doları, Japon yeni, Amerikan doları, İngiliz poundu ve Çin yuanına yer verilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, bitcoin'den döviz kurlarına doğru herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Ancak bitcoin alışverişini yasaklayan Çin ve büyük finans kuruluşlarının bitcoin alımını yasakladığını duyuran Amerika Birleşik Devletleri para birimlerinin pozitif fiyat şoklarının bitcoin üzerinde negatif şoklar meydana getirdiği belirlenmiştir. Yani, analiz edilen dönemde Çin Yuanı ve Amerikan Doları ile bitcoin arasında ters yönlü bir nedensellik ilişkisinin var olduğu söylenebilmektedir. Ayrıca, bitcoin'i yasal bir ödeme aracı olarak kabul eden Japonya ile artan alışverişler nedeniyle mevzuatında bitcoin'e yer vererek yasal altyapısını oluşturmaya çalışan Kanada para birimlerinin bitcoin ile aynı yönlü nedensellik ilişkisi içinde olduğu tespit edilmiştir. Japon yenindeki negatif şoklar bitcoin fiyatları üzerinde negatif şoklara yol açmakta iken, Kanada dolarındaki pozitif şokların da bitcoin üzerinde pozitif şok yarattığı belirlenmiştir (Ağan & Aydın, 2018).

Bitcoin, Ripple ve Litecoin ile çeşitli finansal varlıklar arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada zaman bazlı ve frekans bazlı olmak üzere (time and frequency domain) iki analiz yapılmıştır. Alınan veriler 2013-2017 yılları arasında kapsamakta ve 2017 Temmuz itibarıyla 1 milyar dolar üzeri pazar payına sahip oldukları için bu üç kripto para analize uygun bulunmuştur. Çalışmada, kripto para fiyatları ile; S&P 500 endeksi, VIX volatilité endeksi, COMEX altın future opsiyon kapanış fiyatları gibi finansal varlıklar arasındaki ilişkiye bakılmıştır. İlk olarak zaman bazlı analiz yapılmış ve bu analizde 2012 yılında Diebold ve Yılmaz'ın geliştirmiş olduğu yayılım endeksi metodolojisinden yararlanılmıştır. Uygulamanın ikinci kısmında ise frekanslı bazlı analiz yapılmış olup değişkenler arasındaki kısa ve uzun frekans ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda kripto paraların kendi içlerinde yüksek derecede birbirleriyle bağlantılı oldukları fakat diğer finansal varlıklarla ilişkilerinin zayıf olduğu kanaatine varılmıştır (Corbet, vd., 2018).

Bitcoin ve alternatif kripto paralar arasındaki ilişkinin incelendiği bir başka çalışmada, 2013 ve 2016 yılları arasındaki bitcoin de dahil olmak üzere 17 kripto para birimi ve 2 alternatif kripto para endeksinin

günlük fiyat hareketleri üzerinden zaman serisi analizi yapılmıştır. Çalışma ARDL (Autoregressive Distributed Lag Bound Test) sınır testi üzerine inşa edilmiş ve Dickey-Fuller, Dickey Fuller GLS ve Zivot-Andrews birim kök testleri uygulamaya dahil edilmiştir. Çalışmanın sonucunda; bitcoin ve diğer alternatif kripto para birimleri pazarlarının birbirlerine bağımlı olduğu sonucuna varılmış ve kısa vadedeki bitcoin ve alternatif kripto para ilişkilerinin uzun vadeye kıyasla daha güçlü olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bitcoin ve bitcoin'in işleyiş yapısına benzer olan diğer kripto para birimleri arasındaki ilişkinin, diğer kripto para birimlerine kıyasla daha güçlü olacağına dair öne sürülen hipotez tam olarak doğrulanamamıştır. Uzun vadede ise makro ekonomik finansal göstergeler alternatif kripto paraların fiyat oluşumunda bitcoin'den daha büyük oranda etkili olmaktadır (Ciaian, vd., 2018).

Bitcoin fiyatları ile Borsa İstanbul arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada veri seti oluşturulurken 02.02.2012-06.03.2018 tarihleri arasındaki günlük verilerden yararlanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre orta ve uzun dönemde bitcoin fiyatları ile BIST-100 endeksi arasında herhangi bir eşbütünleşme ilişkisine rastlanılmamıştır. Ancak Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre BIST-100'den bitcoin fiyatlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir (Kılıç & Çütücü, 2018).

Bitcoin'in 02.02.2012-31.12.2013 dönemi günlük fiyat hareketlerinin verileri ile ons cinsinden altının günlük fiyat hareketlerinin verileri alınarak veri seti oluşturulmuştur. Uygulamada bitcoin ile altının verileri ADF birim kök testleri, Johansen eşbütünleşme testi, hata düzeltme modeli ve düzeltilmiş en küçük kareler modeli kullanılarak değerlendirilmiştir. Altın ile bitcoin arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişki test edilmiştir. Yapılan analizler sonucu bitcoin ve altın arasında kısa vadeli bir ilişkinin olmadığı görülmüştür. İlişkinin karşılıklı olmadığı ve bitcoin fiyat hareketlerinin altın fiyatlarını etkilemediği ancak altın fiyat hareketlerinin bitcoin fiyatını uzun vadede etkilediği tespit edilmiştir (Yıldırım, 2018).

Bitcoin, ethereum, ripple arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkinin tespiti amacıyla 01.01.2018-31.12.2018 tarihleri arasındaki günlük verilerden yararlanılarak yapılan çalışmada, bu 3 kripto para arasında kısa ve uzun dönemde anlamlı bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir (Konuskan, et al. 2019).

Bitcoin, ethereum, litecoin, dashcoin olmak üzere 4 kripto paranın fiyatlarının incelendiği çalışmada, bu kripto paraların bitcoin fiyatı tarafından yönlendirildiği belirlenmiştir. Bu çalışmaya göre kripto

paralardan bir portföy oluşturmak risklidir. Çünkü diğer kripto paralar, bitcoin fiyatlarıyla benzer hareket göstermektedir (Kumar & Ajaz, 2019).

Bitcoin, ethereum, ripple, litecoin ve bitcoin cash olmak üzere beş kripto para birimi için oynaklık tahmini yapılması amaçlanmıştır. Çalışmada, oynaklığın tahmini için GARCH modelleri (ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH, APARCH ve CGARCH) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veri setlerinin boyutları her bir kripto para birimi için değişmekle beraber en geniş veri seti aralığı 01.01.2015 ile 10.07.2019 dönemi olarak alınmıştır. Yapılan analizler sonucu elde edilen bulgulara göre, bitcoin, ethereum ve bitcoin cash uzun hafıza özelliği taşımaktadır. Fakat ripple ve litecoin'in uzun hafıza özelliği taşımadığı tespit edilmiştir (Songur, 2019).

Bitcoin başta olmak üzere dört büyük kripto paranın; bitcoin, ethereum, ripple ve litecoin'in 15.08.2015-18.01.2018 dönemi arasındaki verileri elde edilerek, volatilité etkileşimi incelemiştir. Analizde IGARCH (1,1), DCC (1,1) ve çok değişkenli GARCH modelleri kullanılmıştır. GARCH analizinin sonuçlarına göre, bitcoin'den ethereum ve litecoin'e istatistiksel olarak anlamlı volatilité etkileşimi olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda, ethereum, ripple ve litecoin kripto para birimlerinin bitcoin fiyatlarındaki dalgalanmalardan etkilendiği ifade edilmiştir (Kumar ve Anandarao, 2019).

Kripto para birimi piyasalarındaki fiyat hareketlerini, etkinlik açısından değerlendirmek için yapılan çalışmada; piyasa etkinliğine ait uzun hafıza ve değişen varyans özellikleri analiz edilmiştir. Uygulamada piyasa derinliği ve volatilité yapısının ilişkisi, sekiz kripto para birimi verileri kullanılarak asimetrik GARCH modelleri ile incelenmiştir. Analiz sonucu, kripto para piyasalarında uzun hafıza özelliğinin olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda sonuçlara göre, bütün kripto para birimleri için işlem hacmi arttıkça volatilitéde azalma tespit edilmiştir. Bununla beraber, piyasa etkinliğinin bütün kripto para birimleri için piyasa derinliği ile beraber arttığı sonucuna varılmıştır (Güleç ve Aktaş, 2019).

Bitcoin ile piyasa büyüklüklerine göre ilk 15'de yer alan ve verilerine ulaşılabilen altcoinler* arasındaki ilişkinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 07.08.2015-21.11.2018 dönemi verilerine ulaşılan bitcoin, ripple, ethereum, stellar, litecoin, monero, dash ve nem'e ait dolar cinsinden günlük kapanış fiyatları alınmıştır. Kripto paralar arasındaki ilişki Toda-Yamamoto nedensellik testi ile analiz

* Bitcoin dışındaki kripto paralar altcoin olarak adlandırılır.

edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; bitcoin ile ripple ve stellar arasında çift yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Aynı zamanda bitcoin'den litecoin'e ve nem'e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Dash'den ise bitcoin'e yönelik tek yönlü ve anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Bununla birlikte bitcoin ile ethereum ve monero arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır (Yaşar Akçalı ve Şişmanoğlu, 2019).

2020 yılında yapılan bir başka çalışmada kripto para borsaları arasındaki arbitraj fırsatları incelenmiştir. Kripto para borsaları, büyük arbitraj fırsatları barındırmaktadır. Çalışmada, 2014 yılından itibaren alım satım işlemlerini kayıt altına alan özel bir firmadan dünyadaki 17 en büyük ve likit borsanın verileri alınmış ve bu borsalardaki ethereum, bitcoin ve ripple para birimlerinin hareketleri incelenmiştir. Çalışma 2017 Ocak ve 2018 Şubat ayları arasında sınırlandırılmıştır. Bunun nedeni kripto para birimi likiditesinin daha önceki dönemde çok daha az likit olması ve borsalarda yeterince derinlik oluşmamasıdır. Çalışmanın sonucunda; ülkeler arasındaki kripto para borsalarında kripto para birimleri arasında, büyük oranda ve tekrarlanan sıklıkta, günlerce ve haftalarca sürebilen fiyat sapmalarının yaşandığı tespit edilmiştir. Ayrıca arbitraj primlerinin de ülke içi borsalar arasında kıyasla ülkeler arası borsalarda daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Makarov ve Schoar, 2020).

4.ARAŞTIRMA

Araştırma kapsamında kripto paralar arasında, nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Uygulama verisi olarak investing.com'dan elde edilen ve piyasa değeri en büyük beş kripto para birimi belirlenmiştir. Elde edilen verilerle zaman serisi analizi yapılarak kripto paralar arasındaki nedensellik ilişkisi değerlendirilmiştir.

4.1.Veri Seti

Analiz için piyasa değeri en büyük beş kripto para birimi belirlenmiştir. Ancak ilk beş sırada yer alan tether para biriminin son iki yıllık verilerine ulaşamadığı için analizde yer verilmeyerek litecoin analize dahil edilmiştir. Analizde kullanılan kripto para birimleri Tablo 2'de gösterildiği gibidir.

Tablo 2: Araştırmada Kullanılan Değişkenlere İlişkin Bilgiler

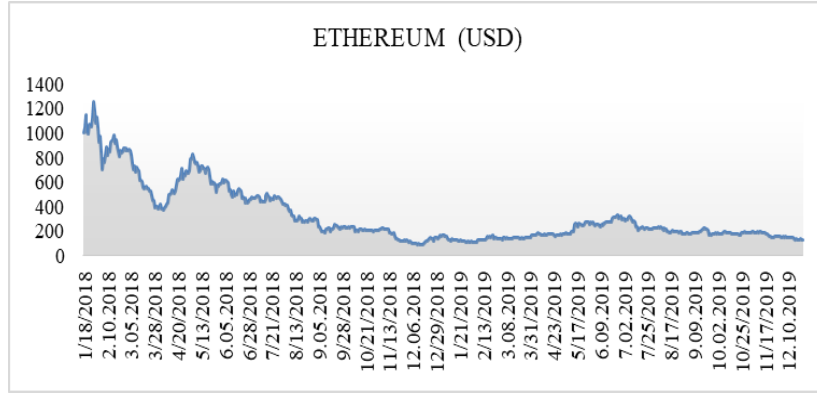
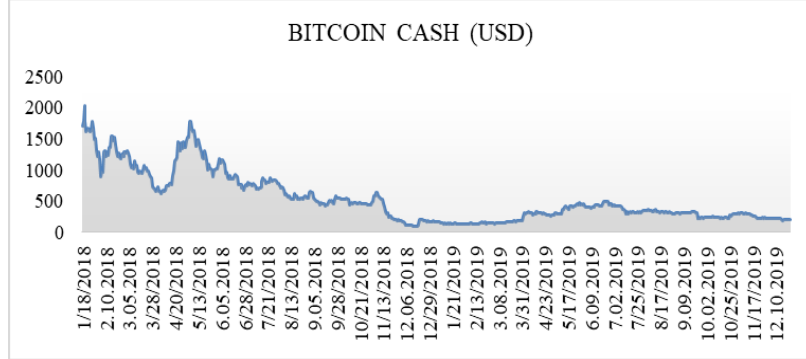
Kısaltma	Değişken Adı	Kaynak	Tarih Aralığı	Veri Türü
BTC	Bitcoin	investing.com	18.01.2018- 24.12.2019	Günlük Kapanış
BTCCASH	Bitcoin Cash			
ETH	Ethereum			
LTC	Litecoin			
RPL	Ripple			

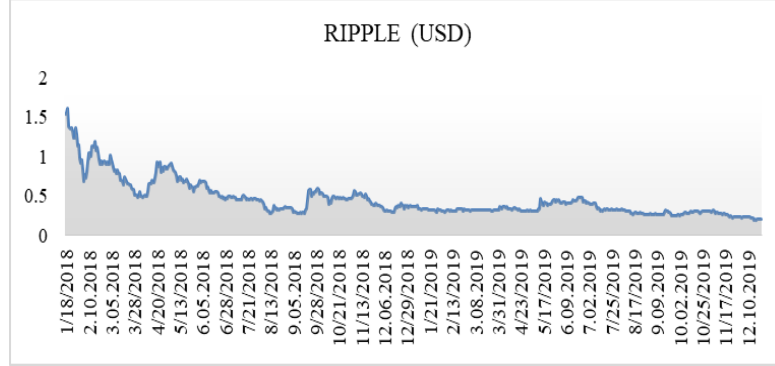
Analizde kullanılan veriler investing.com'dan alınmıştır. Verilerin investing.com'dan alınma sebebi; investing.com, 44 dilde yayın yaparak ve aynı zamanda dünya genelinde 250 borsa için anlık veriler, grafikler, finans araçları, fiyatlar, son dakika haberleri sunan bir finans piyasaları platformu olarak işlemektedir. Aylık kullanıcısı 21 milyonu geçen ve kullanıcı oturumu 180 milyondan fazla olan Investing.com, SimilarWeb ve Alexa'ya göre dünyanın en büyük üç finans sitesi arasında bulunmaktadır. 2007 yılında kurulan Investing.com Milan, Madrid, Tokyo, Sao Paulo, Tel Aviv, Mumbai, Seul, Ho Chi Minh (Saigon) ve Shenzen'deki ofislerinde toplam 300'den fazla çalışanı ile hizmet vermektedir (investing.com).

Araştırmada kullanılan değişkenlere ilişkin fiyat grafikleri Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1: Araştırmada Kullanılan Değişkenlere İlişkin Grafikler







Kaynak: investing.com sitesinden alınan verilerle oluşturulmuştur.

4.2. Metodoloji

Ekonometrik analiz yapılırken E-views Programından yararlanılmıştır.

Ele alınan kripto paralar arasında, nedensellik ilişkisi olup olmadığının tespiti için zaman serisi analizi yapılacaktır. Sırasıyla ilk olarak değişkenlerin maksimum durağanlaşma seviyesini belirlemek adına birim kök testleri uygulanacaktır. Birim kök testi olarak ADF birim kök testi (Dickey&Fuller, 1981), PP birim kök testi (Philips&Perron, 1988), KPSS birim kök testi (Kwiatkowski et.al. 1992) ve Lee Strazizich kırılmalı birim kök testi (Lee&Strazizich, 2003) kullanılacaktır. Aynı ayrı her bir birim kök testiyle, serilerin maksimum durağanlaşma seviyeleri belirlenerek ve karşılaştırılacaktır. Ardından analize dahil edilecek uygun gecikme uzunluğu belirlenecektir. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin mevcudiyeti ve ilişki varsa bu ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanacaktır.

Toda-Yamamoto (1995), Granger nedensellik testlerini araştırmak amacıyla geliştirilen VAR modelinin tahmini üzerine kurulu bir yaklaşımdır. Toda-Yamamoto'nun önermiş olduğu bu yöntem Sims vd.'nin (1990) tekniğini tamamlayıcı özelliindedir. Çünkü bu yaklaşıma göre, entegre ve koentegre süreçlere sahip geliştirilmiş VAR modeline dayalı nedensellik çıkarımları yapmak mümkündür. Bu metod, birim kök testleri için gerekli olan bazı ön koşulları ortadan kaldırdığı için daha kullanışlı bir methoddur (Çetin&Şeker,2013). Granger nedensellik testinde serilerin analize dahil edilebilmesi için durağan olmaları ya da aynı seviyede durağanlaşması bir gereksinim iken, Toda-Yamamoto nedensellik testinde böyle bir zorunluluk yoktur (Toda&Yamamoto,

1995). Toda-Yamamoto (1995)'nin geliştirdiği VAR modeli aşağıdaki denklemler yardımıyla uygulanmaktadır (Siami-Namini 2017: 604).

$$y_t = u_0 + \sum_{i=1}^k a_{1t} y_{t-1} + \sum_{i=k+1}^{d_{max}} a_{2t} y_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{1t} x_{t-i} + \sum_{i=k+1}^{d_{max}} \beta_{2t} x_{t-i} + \varepsilon_{1t}$$

$$x_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^k \gamma_{1t} x_{t-1} + \sum_{i=k+1}^{d_{max}} \gamma_{2t} x_{t-i} + \sum_{i=1}^k \delta_{1t} y_{t-i} + \sum_{i=k+1}^{d_{max}} \delta_{2t} y_{t-i} + \varepsilon_{2t}$$

VAR modelinde k maksimum gecikme uzunluğu ve dmax maksimum bütünleşme seviyesidir. Denklemlerde X'ten Y'ye doğru bir nedensellik olup olmadığı $\beta_{1t} = 0$ ve Y'den X'e doğru bir nedensellik olup olmadığı $\delta_{1t} = 0$ sıfır hipotezleri geliştirilmiş Wald testi ile sınanarak test edilmektedir.

Bu çalışmada seriler arasında bir nedensellik ilişkisi olup olmadığını ortaya koyabilmek için Toda-Yamamoto Nedensellik Testi uygulanmıştır. Toda-Yamamoto testinde temel hipotez ve alternatif hipotez aşağıdaki gibi kurulur.

H_0 : A değişkeni B değişkeninin Granger nedeni değildir.

H_1 : A değişkeni B değişkeninin Granger nedenidir.

Analiz bulgularında hesaplanan p olasılık değeri belirlenen istatistiki anlamlılık sınırının (%1, %5) altında ise H_0 hipotezi reddedilebilir. Yani alternatif hipotez kabul edilir. P olasılık değeri belirlenen istatistiki anlamlılık sınırının üstünde ise H_0 hipotezi reddedilemez. Yani A değişkeni B değişkeninin Granger nedeni değildir.

4.3.Bulgular

Tablo 3'te değişkenlere ait ADF, Philips Perron, KPSS ve Lee-Strazicich kırılmalı birim kök testi sonuçlarına yer verilmiştir. Her bir değişkenin ilk olarak düzey değerlerinde durağan olup olmadığı incelenmiş ve düzey değerinde durağan olmaması halinde 1. farklarında durağan olup olmadığına bakılmıştır. Düzey değerlerinde durağan olanlar için 1. farklarına birim kök testi uygulanmamıştır.

Tablo 3. Birim Kök Testleri Sonuç Tablosu

Değişken	ADF		Philips Perron		Lee-Strazicich		KPSS		dmax
	Düze y	1.Far k	Düze y	1.Far k	Düze y	1.Far k	Düze y	1.Far k	
BTC	-2,227	-27,948*	-2,201	27,928*	-1,94	-7,12*	0,561	0,139*	(1)
BTCCASH	-2,829	-26,905*	-2,833	26,906*	-2,64	-5,60*	2,188	0,167*	(1)
ETH	3,817*		-2,84	28,037*	-2,17	-5,14*	2,009	0,267*	(1)
LTCCOIN	-2,429	-26,824*	-2,42	26,325*	-1,83	-5,40*	1,181	0,172*	(1)
RIPPLE	4,853*		4,843*		-1,84	-8,27*	2,198	0,328*	(1)

* %5 seviyesinde istatistiki olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3'ten elde edilen sonuçlara göre tüm değişkenler düzey değerlerinde ya da 1. farkta durağanlaşmaktadır. KPSS testi dışındaki birim kök testlerinin tamamında p değeri kritik değerden büyük olduğunda serinin durağan olduğu sonucuna varılır. KPSS testinde hipotezimiz ters kurulur. P değeri kritik değerden küçük olduğunda serinin durağanlaştığı anlaşılır. Bu sebeple, KPSS birim kök testinde 1. farkta, düzey değerlerden daha küçük değerler elde edilmiştir.

Toda-Yamamoto yöntemi uygulanırken ilk olarak serilerin maksimum durağanlaşma seviyesi olan d_{max} ve VAR modelinin optimal gecikme uzunluğu olan k 'nın belirlenmesi gerekir (Siami-Namini, 2017: 604). Yapılan birim kök testleri sonucunda d_{max} 1 olarak belirlenmiş, gecikme uzunluğu testi sonucunda Akaike bilgi kriterine göre k değeri 21 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4: Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	dmax	k	Ki-Kare Test İstatistiği	Ki-Kare P-değeri	İlişki ve Yönü
BTC	BTCCASH	1	21	30,60	0,0806	Yok
	ETH			34,67	0,0307	ETH → BTC
	LTC			47,87	0,0007	LTC → BTC
	RPL			23,90	0,2977	Yok
BTCCASH	BTC	1	21	36,06	0,0215	BTC → BTCCASH
	ETH			90,65	0,0000	ETH → BTCCASH
	LTC			23,23	0,3315	Yok
	RPL			46,81	0,0010	RPL → BTCCASH

ETH	BTC	1	21	30.80	0.0769	Yok
	BTCCASH			66.36	0.0000	BTCCASH→ ETH
	LTC			26.09	0.2028	Yok
	RPL			43.73	0.0025	RPL→ ETH
LTC	BTC	1	21	46.89	0.0010	BTC→ LTC
	BTCCASH			67.84	0.0000	BTCCASH→ LTC
	ETH			73.01	0.0000	ETH→ LTC
	RPL			64.80	0.0000	RPL→ LTC
RPL	BTC	1	21	23.57	0.3142	Yok
	BTCCASH			51.89	0.0002	BTCCASH→ RPL
	ETH			60.97	0.0000	ETH→ RPL
	LTC			35.32	0.0260	LTC→ RPL

Tablo 4’te Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına yer verilmiştir. Buna göre;

- Tüm kripto paraların litecoin’in nedeni olduğu,
- Bitcoin cash, ethereum ve litecoin’in, ripple’in nedeni olduğu,
- Bitcoin, ethereum ve ripple’in, btccash’in nedeni olduğu,
- Bitcoin ve litecoin’in, btccash ve ethereum’un, btccash ve ripple’in, ethereum ve ripple’in, litecoin ve ripple’in karşılıklı olarak birbirlerini etkilediği ortaya çıkmıştır.

5.SONUÇ

Para, insanların satın almak istedikleri ürün ve hizmetler için binlerce yıldır kullandığı bir ödeme aracıdır. Her ülke kullandığı para birimini merkez bankası ya da farklı bir merkezi otorite ile desteklemektedir. Dünyanın teknolojiye ve dijitalleşmeye doğru yönelmesi sonucunda tüketim ve satın alma faaliyetleri için de hız ve kolaylık bir gereklilik haline gelmiştir.

Ülkeler tarafından ihraç edilen dolaşımdaki kâğıt paralar, itibari paralar (fiat money) olup, onları denetleyici, düzenleyici işleve sahip bir otoritenin kontrolü ve güvencesi altındadırlar. Ancak, böyle bir otorite olmadığından, sanal (kripto) paralarda bu güven duygusu sistem ve diğer kullanıcılara yöneliktir (Çarkacıoğlu,2016: 9). Bir yatırım aracı olarak kripto paraların tercih edilmesinde, her geçen gün popülaritesinin artması ve spekülatif fiyat hareketlerinden kısa vadeli gelir elde etme isteği gibi gerekçeler düşünülebilir. Dünya genelinde son yıllardaki büyük fiyat hareketleri ve geçmişi diğerlerine göre daha eski olması nedeniyle en popüler kripto para birimi bitcoin’dir. Ancak bugünlerde 5 binden fazla

kripto para birimi mevcut olup kripto para piyasası yalnızca bitcoin'den ibaret değildir.

Bir finansal varlığa yatırım yaparken, benzer yatırım araçları ile ilişkisi ve etkileşimi merak edilen konuların başında gelmektedir. Bu çalışmada kripto paralara yatırım yapmak isteyenler ve kripto paraların fiyat hareketleri altında yatan benzerlikler ile ilgili bilgi sahibi olmak isteyenlere fikir verebilecek bir inceleme yapılmıştır. İşlem hacmi açısından ilk sıralarda yer alan bitcoin, ethereum, ripple, bitcoin cash ve litecoin adındaki kripto paraların 18.01.2018-24.12.2019 tarihleri arasındaki fiyat hareketleri incelenmiş ve aralarında bir nedensellik bağı olup olmadığı sorgulanmıştır. Bulgular kripto paralar arasında bir nedensellik ilişkisi olduğunu ve birbirleri ile benzer fiyat hareketlerine sahip olduklarını göstermektedir. Bazı kripto paralar diğer tüm kripto paraların fiyat hareketlerinden etkilenmekte iken bazıları arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi mevcuttur. Analizde kullanılan tüm kripto paraların litecoin'in nedeni olduğu; bitcoin cash, ethereum ve litecoin'in, ripple'in nedeni olduğu; bitcoin, etherium ve ripple'in, btccash'in nedeni olduğu görülmüştür. Aynı zamanda bitcoin ve litecoin'in, btccash ve etherium'un, btccash ve ripple'in, etherium ve ripple'in, litecoin ve ripple'in karşılıklı olarak birbirlerini etkilediği bulgularına ulaşılmıştır. Bu durum kripto paralara yatırım yapmak isteyenler için dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Etkileşimler, kripto paraların gelecekteki fiyat hareketleri adına çıkarım yapma imkanı vermekle beraber benzer fiyat hareketlerine sahip olan kripto paralarda yaşanacak olumsuz fiyat hareketleri portföyünde bu paraları aynı anda bulunduran yatırımcılar adına risk teşkil etmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Karaağaç ve Altınırnak (2018), Kumar ve Ajaz (2019) çalışmaları ile büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Kripto paraların piyasalardaki varlığının 10 yıl ve daha uzun süreye ulaşması ile beraber daha çok veri ile yapılacak analizler gelecekte daha sağlıklı çıkarımlar yapılmasına imkan verecektir.

KAYNAKÇA

ADANA KARAAĞAÇ, G, ALTINIRNAK, S. (2018). En Yüksek Piyasa Değerine Sahip On Kripto Paranın Birbirleriyle Etkileşimi. Muhasebe ve Finansman Dergisi, (79), 123-138. DOI: 10.25095/mufad.438852.

- AĞAN, B.& AYDIN,Ü.,(2018), Kripto Para Birimlerinin Küresel Etkileri: Asimetrik Nedensellik Analizi, Conference Paper, 797-816, 22. Uluslararası Finans Sempozyumu, 10-13 Ekim 2018, Mersin.
- CIAIAN, PAVEL & RAJCANIOVA, MIROSLAVA & KANCS, D'ARTIS, (2018). "Virtual Relationships: Short- And Long-Run Evidence From Bitcoin and Altcoin Markets," Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, Elsevier, 52(C), 173-195.
- cnnturk.com. (2017,1011). CNN Türkiye: <https://www.cnnturk.com/yasam/dunyada-bir-ilk-44-bitcoin-ile-vatandaslik-veriyor?page=1> adresinden alındı.
- CORBET, S., MEEGAN, A., LARKIN, C., LUCEY, B., YAROVAYA, L., (2018), 'Exploring The Dynamic Relationships Between Cryptocurrencies and Other Financial Assets' Economics Letter, Elsevier,165, 28-54.
- ÇARKACIOĞLU, A. (2016). Kripto-Para Bitcoin, Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi, Araştırma Raporu; Aralık 2016, [Http://Www.Spk.Gov.Tr/Siteapps/Yayin/Yayingoster/1130](http://www.spk.gov.tr/siteapps/yayin/yayingoster/1130).
- ÇETİN, M., ŞEKER, F. (2013), Doğrudan Yabancı Yatırımlar Ve İhracat İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Üzerine Bir Nedensellik Analizi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, Nisan 2013, 8(1), 121-142.
- ÇETİNKAYA, ŞAHİN (2018), Kripto Paraların Gelişimi Ve Para Piyasalarındaki Yerinin Swot Analizi ile incelenmesi, Uluslararası Ekonomi ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi, 2(5), 11-21.
- DICKEY, D. A., WAYNE, A. F. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.
- GÜLEÇ T., C., AKTAŞ H., (2019), Kripto Para Birimi Piyasalarında Etkinliğin Uzun Hafıza ve Değişen Varyans Özelliklerinin Testi Yoluyla Analizi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi Ağustos 2019, C. 14, S. 2, 491-510.
- KAPLANHAN, F., (2018), Kripto Paranın Türk Mevzuatı Açısından Değerlendirilmesi "Bitcoin Örneği", Vergi Sorunları Dergisi, 353, 105-123.

- KARAOĞLAN, S., ARAR, T., BİLGİN, O., (2018). Türkiye’de Kripto Para Farkındalığı ve Kripto Para Kabul Eden İşletmelerin Motivasyonları, *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 6(2), 15-28.
- KESEBİR M., GÜNCELER, B., (2019), Kripto Para Birimlerinin Parlak Geleceği, *İğd Üniv Sos Bil Der.*,17, 605-625.
- KILIÇ, Y., CUTCU, I. (2018). The Cointegration and Causality Relationship between Bitcoin Prices and Borsa Istanbul Index. *The Cointegration and Causality Relationship between Bitcoin Prices and Borsa Istanbul Index*, 13, 3, 235-250.
- KONUŞKAN, A.,TEKER, T., ÖMÜRBEK, V., BEKÇİ, İ.,(2019). Kripto Paraların Fiyatları Arasındaki İlişkinin Tespitine Yönelik Bir Araştırma, *Suleyman Demirel University The Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences*, 24(2), 311-318.
- KÖSE, Y., YILMAZ B., SAĞLAM, F., (2015). Kripto Para: Bitcoin ve Döviz Kurları Üzerine Etkileri, *Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 6(11), 247-261.
- KUMAR, A. S., ANANDARAO, S. (2019). Volatility Spillover in Crypto-Currency Markets: Some Evidences From Garch and Wavelet Analysis, *Physica A* 524, 448-458.
- KWIATKOWSKI, D., P. C.B. PHILLIPS, P. SCHMIDT AND Y. SHIN (1992), Testing the Null Hypothesis Of Stationarity Against The Alternative Of A Unit Root: How Sure Are We That Economic Time Series Have A Unit Root?, *Journal of Econometrics*, 54, 159-178.
- LEE, J., STRAZIZICH, M. (2003), Minimum Lagrange Multiplier Unit Root Test with Two Structural Break. *Review of Economics and Statistics*, 85, 1082-1089.
- MAKAROV, I., SCHOAR, A., (2020), ‘Trading and arbitrage in cryptocurrency markets’ *Journal of Financial Economics*, Elsevier, 135(2), 293-319.
- NUNES, B. S. R. (2017), Virtual currency: a cointegration analysis between bitcoin prices and economic and financial data. Lizbon: ISCTE-IUL, 2017. Master Thesis. <http://hdl.handle.net/10071/16078>.
- PHILLIPS, P.C.B. AND PERRON, P. (1988) Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75, 335-346.

- SIMA SIAMI-NAMINI, (2017). Granger Causality Between Exchange Rate and Stock Price: A Toda Yamamoto Approach. *International Journal of Economics and Financial Issues*, *Econjournals*, 7(4), 603-607.
- S, KUMAR A. & AJAZ, T. *FINANC INNOV* (2019), Co-movement in Crypto-Currency Markets: Evidences From Wavelet Analysis, 5(33). <https://doi.org/10.1186/s40854-019-0143-3>.
- SIMS, C., STOCK, J. VE M. WATSON (1990), Inference in Linear Time Series Models with Unit Roots, *Econometrica*, 58, 113-144.
- SONGUR, M., (2019), Volatility Estimation For Cryptocurrencies With Garch Models, 5th International Regional Development Conference (IRDC'2019)26-28 September 2019, Malatya/Turkey, 47-65.
- TODA, H.Y., P.C.B. PHILLIPS (1993). Vector Autorregressions and Causality. *Econometrica*, 61, 1367-1393.
- TURAN, Z. (2018). Kripto Paralar, Bitcoin, Blockchain, Petro Gold, Dijital Para ve Kullanım Alanları. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(3), 1-5.
- ÜZER B.(2017), Sanal Para Birimleri, Uzmanlık Yeterlik Tezi Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Ödeme Sistemleri Genel Müdürlüğü Ankara.
- YAŞAR AKÇALI B., ŞİŞMANOĞLU E., (2019). Kripto Para Birimleri Arasındaki İlişkinin Toda-Yamamoto Nedensellik Testi İle Analizi. *Ekev Akademi Dergisi*, 23(78). 99-122.
- YILDIRIM, H. (2018). Günlük Bitcoin ile Altın Fiyatları Arasındaki İlişkinin Test Edilmesi: 2012-2013 Yılları Arası Johansen Eşbütünleşme Testi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(4), 2328-2343.