



Araştırma Makalesi, Gönderim Tarihi: 01.09.2022; Kabul Tarihi: 26.10.2022
DOI: 10.47129/bartiniibf.1169216

Kripto Paralar Arasında Getiri ve Risk Açısından Nedensellik İlişkisi¹

Doç. Dr. Müslüm POLAT

Bingöl Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü
muslimpolat@gmail.com, Orcid ID: 0000-0003-1198-4693

Oktay KARAKAYA

Bingöl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı
oktaykrky54@gmail.com, Orcid ID: 0000-0003-2997-3298

Öz

Çalışmanın temel amacı; son on yıla damga vuran kripto paralar arasındaki getiri ve risk açısından nedensellik ilişkisini tespit etmektir. Bu amaçla piyasa değeri en yüksek 10 kripto paradan en fazla verisi bulunan Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Stellar, Ripple arasında 10 model oluşturulmuş ve her model, Granger nedensellik ve Hafner-Herwartz varyansta nedensellik testleri test edilmiştir. Çalışmada 23 Şubat 2017 ile 18 Haziran 2021 tarihleri arasındaki günlük verilerden oluşan 1577 gözlem kullanılmıştır. Nedensellik analizi sonuçlarına göre seçili kripto paralar arasında ortalamada Ethereum - Litecoin hariç diğer değişkenler arasında Granger nedensellik ilişkisi, varyansta ise Bitcoin - Ethereum ve Bitcoin - Litecoin hariç diğer değişkenler arasında varyansta nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kripto Paralar, Getiri, Risk, Granger Nedensellik, Hafner-Herwats Nedensellik

JEL Sınıflandırması: G11, G15, C58

¹ Bu çalışma Oktay Karakaya tarafından Doç. Dr. Müslüm Polat danışmanlığında Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde hazırlanan "Kripto Paralar Arasında Ortalamada ve Varyansta Nedensellik İlişkisi" başlıklı Yüksek Lisans tezinden derlenmiştir.

Causal Relationship between Crypto Coins in Terms of Return and Risk

Abstract

The main purpose of the study; To determine the causality relationship between the cryptocurrencies that have marked the last ten years in terms of return and risk. For this purpose, 10 models were created between Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Stellar and Ripple, which have the most data from the 10 cryptocurrencies with the highest market value, and each model was tested by Granger causality and Hafner-Herwartz variance causality tests. In the study, 1577 observations consisting of daily data between February 23, 2017 and June 18, 2021 were used. According to the results of the causality analysis, a Granger causality relationship was found between the selected cryptocurrencies on average, except Ethereum - Litecoin, and a causality relationship in the variance between the variables in the variance except Bitcoin - Ethereum and Bitcoin - Litecoin.

Keywords: Cryptocurrencies, Return, Risk, Granger Causality, Hafner-Herwartz Causality

JEL Classification: G11, G15, C58

Giriş

Herkes için farklı anlamlar içeren paranın, kullanım amaçlarına göre değişen işlevleri bulunmaktadır. Ekonomilerde para, değişim aracı, değer saklama aracı ve hesap birimi olmak üzere üç temel fonksiyonu vardır (Krugman ve Wells, 2013). Teknoloji ve ihtiyaçların değişimi ile birlikte eskiden paranın yerine kullanılan gıda, mal gibi kavramlarda değişiklik olmuş, ödeme ve değiş tokuş işlemlerinde de kullanılabilir, geleneksel paraların yerini alabileceği düşünülen kripto para birimleri ortaya çıkmıştır. Crypto (kripto) ve curreng (para birimi) kelimelerinin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan bu terim şifrelenmiş para olarak bilinmektedir.

Kripto paraların üretildiği ya da denetlendiği bir merci yoktur. Herhangi bir ülkenin merkez bankası para politikalarından bağımsız, internet üzerinden üretilip, dijital ortamda şifrelenen kripto paralar Blockchain teknolojisi ile uyum içerisinde işlev görmektedir. Alt yapısı 1998 yılında Wei Dai tarafından kurulan kripto para birimlerinin asıl ortaya çıkışı 2008 yılından itibaren olmuştur. Kripto paralara öncülük eden 2008 yılında Satoshi Nakamoto takma adında, kim olduğu tam olarak bilinmeyen kişi veya grup tarafından yazılan 9 sayfalık bir makaleyle kullanım amaçları ve hedefleri açıklanan ilk kripto para birimi olan Bitcoin'dir. Nakamoto (2008) makalesinde Bitcoin'i, bir finansal aracıya ihtiyaç duymadan kişiler arasında transferi mümkün kılan elektronik para şeklinde tanımlamıştır (Nakamoto, 2008, s. 2).

Kripto paralar çıktığı günden bu yana başta yatırımcılar ve akademisyenler olmak üzere her kesimin dikkatini üzerine çekmiş ve her geçen gün hem adet olarak hem de yatırım değeri olarak büyümeye devam etmiştir. 3 Haziran 2021 tarihi itibarıyla 10261 farklı kripto para çeşitli piyasalarda işlem görmekte olup, bunların toplam piyasa değeri 1,755,319,937,897 Dolara ulaşmıştır (Coinmarketcap, 2021). Kripto paraların sayıları bu seviyede durmayıp her geçen gün artmaktadır.

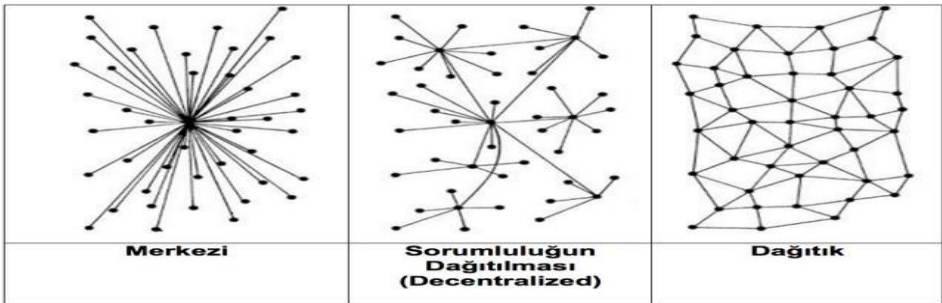
Kripto paraların hem adet hem de piyasa değeri olarak gün geçtikçe artması onlara olan ilgiyi de beraberinde arttırmaktadır. Bugüne kadar menkul kıymetler borsasında yatırım yapmamış kişiler bile bu ilgiden dolayı bu paralara yatırım yapmaya yönelmektedir. Hem finansal piyasalar hakkında belirli bir bilgi ve tecrübeye sahip yatırımcılar hem de kripto paraların cazibesine kapılıp bu alanda yatırım yapmak isteyen yeni yatırımcılar kripto paraların nelerden etkilendiğini bilmek isterler. Bu konuda ne kadar bilgi sahibi olurlarsa yatırımlarını da o kadar etkin yönlendirebileceklerdir.

Bu çalışmanın amacı kripto paraların hem getiri hem de risk açısından birbirlerini nasıl etkilediğini ortaya koymaktır. Bu amaçla birinci bölümde kripto para sistemleri hakkında bilgi vermek amacıyla blok zincir (blockchain) ve kripto para madenciliği hakkında bilgi verilmiş, ikinci bölümde bu alandaki literatür özetlenmiş, üçüncü bölümde veri seti ve yöntem tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde piyasa değeri en yüksek 10 kripto paradan verisine ulaşılabilen 5 kripto para birimi arasında ortalamada ve varyansta nedensellik ilişkisi analiz edilmiş ve sonuç bölümü ile çalışma tamamlanmıştır.

1. Blok Zinciri (Blockchain)

Blockchain, herkese açık, şeffaf, dağıtık, sıralı ve zaman ayarlı kripto para transfer işlemlerini kapsayan dijital hesap defteri, basit bir veri tabanıdır (Çarkacıoğlu, 2016, s. 42) Blockchain sisteminin alt yapısı, verilerin bir merkezde değilde herkesin bilgi sahibi olduğu dağıtık bir yapıya sahiptir. Blokzincir dağıtık ağ yapısını, tek merkezli ve çok merkezli ağ sistemlerinden farkını içeren görsel Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1: Ağ Yapı Tipleri



Kaynak: (TÜBİTAK Blok Zincir Araştırma Laboratuvarı, 2021)

Bu teknolojinin en büyük özelliği merkezi olmayan bir doğrulama sistemine sahip olmasıdır. Bu sebeple dijital çağa geçişin yaşandığı en etkili alanlardan biri olarak gösterilmektedir (Dilek, 2018, s. 11). Aracı kurum otoritesine engel olan blockchain teknolojisi, birden çok harcamayı engellemiş ve tüm işlemler veri tabanına işlendiği için aynı kripto paranın iki yere gönderilme imkânı yoktur (Brito ve Castillo, 2013, s. 5).

Satoshi Nakamoto tarafından 2008 yılında yayımlanan makale ile temelleri atılan Bitcoin ile ortaya çıkan ilk dönem “*Blokzincir 1.0*” olarak, 2013 yılında Vitalik Buterin tarafından akıllı sözleşmelerin kullanıldığı Ethereum’un piyasaya sürüldüğü ikinci döneme “*Blokzincir 2.0*” olarak ifade edilmektedir. Bu teknolojinin finans ve akıllı sözleşmelere ek olarak, farklı alanlara yayılma sürecine ise “*Blokzincir 3.0*” denilmektedir. Farklı tanımlamaları yapılan blokzincir sistemi ile birlikte entegre olunabilecek yapay zeka ve hibrit ürünlerinin öne çıkabileceği dönemin ise “*Blokzincir 4.0*” olabileceği öngörülmektedir (Arıkan, 2020, s. 39).

Blockchain teknolojisinin en temel ilkeri, tek bir kullanıcı kontrolünde olmayan dağıtılmış veri tabanı, herkesin takip edebileceği anonim ve şeffaflık, aracı kuruma ihtiyaç duymayan işler arası direkt gönderim, veri tabanına işlenen veri kayıtların geri dönüşümsüzlüğü ve işlemlerin hesaplama mantığının programlanabilmesi olarak sayılabilir (Tapscott ve Tapscott, 2017, s. 3)

2. Madencilik (Mining)

Kripto paralarda, normal paralardaki basım gibi bir olay gerçekleşmemektedir. Kripto para üretimi, güçlü ana kartlara sahip bilgisayar sistemlerinden faydalanılarak, matematiksel yöntemlerle binlerce şifreleme çözümlenmesi yapımı sonucu elde edilir. Bu işlemleri gerçekleştiren kişilere madenci, yapılan işleme de yer altı zengin kaynakları ortaya çıkarma işlemi gibi madencilik (mining) denmektedir. BTC madencileri BTC üretmenin yanında blok zincir üzerinde dizilmiş olan her bir bloğa veri aktarım görevini de üstlenmektedir. Satoshi Nakamoto tarafından hazırlanan BTC protokolüne göre sisteme yeni BTC katılmasının tek yolu, BTC Blokzincir ağı üzerinde madenciler tarafından yeni bir blok kaydının oluşturulmasıdır. Her bir yeni blok ağ içerisindeki anlaşma sürecine dahil olan noktalardan birisi tarafından gerçekleştirilir. Bu kaydı oluşturan noktaya, yapılan işlemin karşılığı olarak belli bir miktar BTC kaydı verilir. Tüm noktalar bu ödülü elde etmeyi hedefledikleri için, özel bir değer bulunmasına bağlanmıştır. Bu yaklaşım, teşvik yaklaşımı olarak ifade edilmektedir (Usta ve Doğanekin, 2017, s. 66).

Madencilik işlemleri her geçen gün zorlaşmaktadır. Nakamoto BTC sistemini planlarken zaman içerisinde kullanıcı sayısının artacağını bu sebeple sistem içerisinde enflasyona neden olmamak için sistemin işleyişini bir dizi kurallara bağlamıştır. Bu kurallardan biri ise madencilik faaliyeti sonucu elde edilecek ödülün nasıl olacağı ile ilgilidir. Madenciler tarafından her 210.000 blok üretimi sonrası blok başına verilen ödül yarıya düşmektedir. Bu işlem yarılanma (halving) olarak tanımlanmaktadır. Her blok başına geçen süre yaklaşık 10 dakikadır (Usta ve Doğanekin, 2017, s. 66). Günde 144

blok oluşturulabilmektedir. Blok üretimine göre madenciler ödüllendirilmektedir. Her yeni blok oluşturma ödülü ilk çıktığından 2012'ye kadar 50 BTC'di. Sistemde ödüllendirme her dört yılda bir yarıya düşecek şekilde tasarlanmıştır. 2012-2016 yılları arasında 25, 2016-2020 arasında 12.5 BTC olarak ödeme yapılmaktadır. 2020 yılında başlayıp 2024'e kadar devam edecek olan ödüllendirme ise 6.25 BTC'dir. Bu ödüllendirme sistemi son BTC oluşana kadar, yani tahminen 2140 yılına kadar devam edecektir (Paribu, 2020). Ancak bu tarihe kadar BTC serüveni devam edebilecek mi, BTC'lerin tamamı üretildiği zaman ne olacağı bilinmemektedir.

Madenciler işlemleri kontrol edip, blok oluşturabilmek için yüksek performans göstererek bir yarış halinde bulunurlar. Madenciler blokzincir bloklarında bulunan verileri matematiksel yöntemlerle eşsiz bir yapıya (Hash) dönüştürür. Hash o bloğun özetidir. Madenciler zincirde bulunan bloklara hashleri ekleyerek zincir yapısını oluşturur. SHA-256 gibi özel şifreleme yöntemi kullanılarak yapılan BTC işlemleri için yüksek çaba ve elektrik gücü gereklidir (Nakamoto, 2008, s. 3-4).

3. Literatür Taraması

Kripto para birimlerinin işlem hacimlerinin artması, ani fiyat yükseliş ve azalışlarının çok olması sebebiyle ortaya çıktığı zamanlarda, çok araştırmalara konu olmasa da 2013 yılından itibaren akademik araştırmaların sayısında artış olduğu gözlenmektedir. Çalışmalar incelendiğinde, ampirik ve kuramsal çalışmalar öne çıkmaktadır. Tanımlayıcı çalışmalarda genellikle kripto paraların ortaya çıkışı, tarihsel gelişimi (Sönmez, 2014), kullanım alanları (Brill ve Keene, 2014), geleneksel paralar ile olan ilişkileri (Luther, 2016), avantaj (Çetiner, 2018), ve dezavantajları (Salviotti, De Rossi ve Abbatemarco, 2018), vergilendirmesi (Çakmak, 2019) ve blockchain sistemi (Gökçe Tan, 2019) üzerine odaklanılmıştır. Ampirik çalışmalarda ise Bitcoin'in fiyat hareketliliği üzerinde durulmuş, bu fiyat hareketliliğinin ekonomik göstergeler, ülkelerin para birimleri hareketleri ve diğer kripto paraların fiyat hareketleri ile olan ilişkileri incelenmiştir. Bu çalışmada, ampirik çalışmalardan Bitcoin'in diğer paralarla ve kripto paraların kendi aralarındaki ilişkiyi araştıran çalışmalardan önemli bir kısmı öz olarak aşağıda verilmiştir.

Bitcoin ile diğer paralar arasındaki ilişki üzerine yapılan ilk çalışmalardan birisi olan ve Bitcoin ve en çok kullanılan para birimleri arasında ilişkiyi tespit etmeye çalışan bir çalışmayı Atik, Köse ve Yılmaz (2015) yapmıştır. 2009-2015 yılları arasında günlük verileri kullanan yazarlar Bitcoin ile Japon para birimi olan Yen arasında gecikmeli bir ilişki bulunduğunu ve Yen'den Bitcoin'e doğru nedensellik olduğunu belirtmişlerdir. Bitcoin ile diğer para birimleri arasındaki ilişkiyi araştıran diğer bir çalışmayı İçelloğlu ve Öztürk (2018) yapmıştır. 2013-2017 yılları arasında günlük veriler ile Bitcoin, Dolar, Euro, Yen, Paund ve Yuan arasındaki ilişkiye yoğunlaşan yazarlar sonuç olarak, Bitcoin ile bu para birimleri arasında kısa veya uzun dönemli bir ilişkinin bulunmadığını belirtmişlerdir.

Bazı çalışmalar Bitcoin ile diğer paralar arasındaki ilişkiyi araştırırken modellerdeki yapısal kırılmaları da dikkate alan testler kullanmışlardır. Yapısal kırılmalı eşbütünleşme testi kullanarak Kasım 2013 ile Mart 2018 dönemi haftalık verileriyle Dolar ile Bitcoin arasındaki ilişkiyi araştıran Çütçü ve Kılıç (2018), İçellioğlu ve Öztürk (2018)'ün çalışmasının tersine yapısal kırılmalarla birlikte değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin bulunduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca Dolardan Bitcoin'e doğru nedensellik olduğunu belirtmişlerdir. Yapısal kırılmalı Eşbütünleşme testini kullanan diğer bir çalışmada Topaloğlu (2019) Bitcoin ile Euro, Yen, Sterlin, Avustralya Doları, Kanada Doları, Frank, Yuan ve Kron arasındaki ilişkiyi Şubat 2012 ile Ekim 2017 dönemindeki günlük değerleri esas alarak yapmıştır. Çalışmanın sonucunda, bu çalışmaya benzer şekilde Bitcoin ile döviz kurları arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi bulunduğunu bulgulamıştır.

Bir kısım çalışma ise Bitcoin ile diğer paralardaki volatiliteye veya volatilitenin etkileşimine yoğunlaşmıştır. Bunlardan birisi olan Bhattacharjee (2016) çalışmasında Ağustos 2012 ile Nisan 2013 tarihleri arasında günlük veri kullanarak Bitcoin, Dolar, Euro, Ruble para birimleri ilişkisini GARCH modeli ile araştırmıştır. Bitcoin'deki volatilitenin, diğer para birimleriyle kıyaslandığında, oldukça yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca Bitcoin ile bahsi geçen paralar arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığını bulgulamıştır. Kripto paralar ile diğer paralar arasındaki volatilitenin ilişkisi üzerine yapılan diğer bir çalışmada Szetela, Mentel ve Gedek (2016) Ocak 2014 ile Haziran 2016 tarihleri arasında Bitcoin ile Dolar, Euro, Paund, Yuan ve Zloti arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Sonuç olarak Bitcoin ile Dolar, Euro ve Yuan arasında koşullu varyansta bir bağımlılık tespit edilmesine rağmen, ARMA analizinde Bitcoinin diğer para birimlerinden bağımsız hareket ettiğini vurgulamışlardır. GARCH modeli ile Bitcoin ve diğer para birimleri arasındaki ilişkiye odaklı diğer bir çalışmada Baur, Dimpfl ve Kuck (2017) Bitcoin ile USD arasında bir ilişki olmadığını ve Bitcoin getirilerinin diğer para birimleri getirilerinden bağımsız olduğunu belirtmişlerdir. Fakat Pound kurundaki oynaklığın zayıf da olsa negatif bir ilişkinin olduğu sonucuna varmışlardır.

Bitcoin ve diğer altcoinler arasındaki ilişki üzerine yapılan çalışmalardan birisi olan Gandal ve Halaburda (2016), Bitcoin ile Litecoin, Novacoin, Terracoin arasındaki etkileşimi Mayıs 2013 ile Temmuz 2014 tarihleri arasındaki verilerle analiz etmişlerdir. Sonuç olarak Bitcoin'in kripto para piyasasını domine ettiğini, ancak altcoinlerin Bitcoin'e nazaran daha hızlı değer kazandığı tespitinde bulunmuşlardır. Benzer bir çalışma Ciaian, Rajcaniova ve Kancs (2018) tarafınca hazırlanmıştır. Ciaian vd. (2018) çalışmalarında, Bitcoin ve 16 altcoin arasındaki ilişkiyi 2013-2016 dönemindeki günlük verilerle incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, Bitcoin ve altcoin piyasalarının birbirine bağımlı olduğunu, Bitcoin kısa dönemde altcoin fiyat oluşumunda yüksek etkilere sahip olduğunu, ancak uzun vadede etkisinin azaldığını tespit etmişlerdir. Kripto paralardan Bitcoin, Ethereum ve Litecoin'in fiyat istikrarlarını Bhosale ve Mavale (2018) Aralık 2017 ile Ocak 2018 arasındaki günlük verilerle analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda Bitcoin fiyat hareketliliğinin çok yüksek olduğu işlem hacimlerine göre gelecek 5 yılda yukarı doğru ivme kazanabileceğini vurgulamışlardır. Benzer bir çalışma yapan Sovbetov (2018) Bitcoin, Ethereum, Dash, Litecoin ve Monero'nun 2010-2018

dönemindeki haftalık verilerini kullanmıştır. Çalışma sonucunda kripto para piyasasında yaşanan ani fiyat değişikliklerinin bahsedilen coinlere etkisinin olduğu, Bitcoin ve Ethereum'un uzun vadede piyasaya öncülük etmeye devam edeceğini belirtmişlerdir. Aslan (2018) 2013 ile 2018 yılları arasındaki günlük verilerden yararlanarak Bitcoin ile Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash, Litecoin ve Stellar arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Çalışmanın sonucunda; Bitcoin'in Ethereum haricindeki diğer 4 altcoinle arasında iki yönlü nedensellik olduğunu belirtmiştir.

Karağaç ve Altınırnak (2018) çalışmalarında piyasa değeri en fazla olan on kripto para arasındaki ilişkiyi 15.12.2017 ile 17.01.2018 tarihleri arasında günlük verilerden yararlanarak araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda bir çok kripto paranın birlikte hareket ettiği belirtilmiştir. Yine kripto paralar arasındaki ilişki üzerine yapılan bir çalışmada Konuşkan, Teker, Ömürbek ve Bekci (2019) Bitcoin, Ethereum ve Ripple kripto paralarında kısa ve uzun vadeli ilişkiyi araştırmak amacıyla 1 Ocak- 31 Aralık 2018 tarihleri arasındaki günlük verilerden yararlanmışlardır. Çalışma sonucunda, değişkenler arasında her iki dönemde de anlamlı ilişki tespit etmişlerdir. Çakın (2019) ise çalışmasında 4 Ocak 2016 ile 28 Şubat 2019 tarihleri arasında 797 günlük gözlem kullanarak Bitcoin'le Ethereum, Ripple ve Litecoin arasında nedensellik ilişkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda Bitcoin'den sadece Ripple'a doğru tek taraflı nedensellik olduğunu tespit etmiştir.

Gemici ve Polat (2019) çalışmalarında Bitcoin'in altcoinlerle olan eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisini Ağustos 2015 ile Haziran 2018 tarihleri arasındaki günlük verilerden yararlanarak incelemişlerdir. Çalışma sonucunda Ethereum, Litecoin ve Ripple ile Bitcoin arasında hem eşbütünleşme ilişkisi hem de çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğunu belirtmişlerdir. Aynı yıl içerisinde Gemici ve Polat (2019)'un sonucuna benzer nitelikte sonuç bulan Kumar ve Ajaz (2019) dört farklı kripto paranın (Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Dashcoin) fiyat değişimlerinde Bitcoin'in diğer altcoinlere öncülük etmekle birlikte hepsinin fiyat hareketlerinin benzer olduğunu belirtmişlerdir. Yaşar Akçalı ve Şişmanoğlu (2019) ise Ağustos 2015 - Kasım 2018 tarihleri arasındaki günlük verilerle Bitcoin, Ethereum, Ripple, Stellar, Monero, Litecoin, Dash ve Nem arasındaki ilişki yaptıkları nedensellik analizinde bu iki çalışmadan farklı olarak bazı kripto paralar arasında nedensellik bulunmasına rağmen bazılarında bulunmadığı belirtmişlerdir.

Negatif ve pozitif şokların etkisini ayrı ayrı belirlemek için asimetrik nedensellik analizi kullanan Şak (2021) çalışmasında, 26 Temmuz 2017 ile 27 Şubat 2020 tarihleri arasındaki günlük verilerle kripto paralar arasındaki ilişkiyi incelenmiştir. Sonuç olarak negatif şoklarda en çok tercih edilen kripto paraların Ripple, Bitcoin cash, Binance ve Monero olduğunu, pozitif şoklarda ise Bitcoin, Binance, Ripple, Dash ve Bitcoin Cash olduğunu gözlemlemiştir.

Kripto paralar arasındaki volatilité etkileşimi üzerine yapılan çalışmalardan biri olan Kumar ve Anandarao (2019) Bitcoin ile Ethereum, Ripple ve Litecoin arasındaki volatilité etkileşimini incelemişlerdir. 15 Ağustos 2015 ile 18 Ocak 2018 tarihleri arasındaki günlük verilerin kullanıldığı çalışmanın sonucunda Bitcoin'den Ethereum ve

Litecoin'e doğru anlamlı volatilitte etkileşimi olduğu tespitinde bulunmuşlardır. Benzer bir şekilde kripto paraların volatilitesi üzerine çalışan Güleç ve Aktaş (2019) çalışmalarında, kripto para piyasasında işlem gören sekiz kripto paranın fiyat hareketlerinin etkinliğini belirlemek amacıyla, uzun hafıza varyans özellikli asimetrik GARCH modellerinden yararlanmışlardır. Yapılan analizler sonucunda, kripto para piyasaları için uzun hafızanın bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca kripto paralarda işlem hacmi artıkça etkinliğin arttığını ifade etmişlerdir.

Ortalamada ve varyansta nedensellik araştırması yapan ilk çalışma olan Gemici ve Polat (2021) Bitcoin, Litecoin ve Ethereum arasındaki ilişkiye odaklanmışlardır. 7 Ağustos 2015 ve 10 Temmuz 2018 dönemini ele aldıkları çalışmada Gemici ve Polat (2021) ortalamada Bitcoin'den Ethereum ve Litecoin'e doğru, varyansta ise Bitcoin ve Litecoin arasında nedensellik ilişkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Yukarıda ele alınan literatür incelendiğinde daha önce yapılan çalışmaların ya kripto paralar ile diğer paralar arasındaki ya da kripto paraların kendi aralarındaki, ortalamada veya volatilitedeki etkileşimleri üzerine yoğunlaştıkları görülmektedir. Ancak hem ortalamada hem de varyansta nedensellik ilişkisini bir arada ele alan bir çalışmanın bulunmadığı görülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmanın kripto paralar arasındaki ortalamada ve varyansta nedensellik ilişkisini bir arada araştırması sebebiyle literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca bazı çalışmalarda volatilitte yayılımı incelenmesine rağmen varyansta nedensellik ilişkisini araştıran nadir çalışmalardan olması ve bu konuda farklı analiz tekniği kullanmış olması açısından literatürdeki bir boşluğu dolduracağı ifade edilebilir.

4. Veri Seti ve Yöntem

Çalışmada kripto paralardan en yüksek piyasa değerine sahip ilk 10 paradan en fazla veriye sahip Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Stellar ve Ripple arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu amaçla 23 Şubat 2017 ile 18 Haziran 2021 tarihleri arasında piyasa kapanış fiyatlarından oluşan 1577 adet günlük veriden yararlanılmıştır. Veri seti kripto para sisteminin öncü kaynaklarından biri olan (<https://tr.investing.com/crypto>) platformundan elde edilmiştir. 3 Haziran 2021 tarihi baz alınarak piyasa değerlerine göre ilk 10 kripto para pazar hakimiyetleri ile birlikte Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Piyasa Değeri En Yüksek 10 Kripto Para Birimi

NO	ADI	KISA ADI	FİYATI (TL)	PİYASA (Milyon \$)	DEĞERİ PAZAR PAYI (%)
1	BITCOİN*	BTC	335.824.81	729.862	41.6
2	ETHEREUM*	ETH	24290.64	330.545	18.74
3	BİNANCE COİN	BNB	3592.98	64.236	3.68
4	TETHER	USDT	8.72	61.20	3.68
5	CORDANO	ADA	15.82	59.142	3.35

6	DOGECOİN	DOGE	3.52	52.450	3.56
7	RİPPLER*	XRP	8.92	47.931	2.93
8	POLKADOT	DOT	234.89	29.636	1.48
9	LİTECOİN*	LTC	192.57	12.854	1.12
10	STELLAR*	XLM	3.69	9.192	0.65

Not: *, en fazla verisi bulunan ve çalışmada kullanılan kripto paraları ifade etmektedir.

Kaynak: <https://coinmarketcap> verilerine göre oluşturulmuştur. (Erişim Tarihi: 3 Haziran 2021)

Çalışmada kullanılacak değişkenlerin $\ln(X/X - 1) * 100$ formülü yardımıyla logaritmik getiri serileri oluşturulmuş ve analizlerde Eviews 10 Ekonometrik paket programı kullanılmıştır.

Analizlere başlamadan önce serilerin tanımlayıcı istatistikleri verilmiş, değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Nedensellik analizine geçmeden serilerin durağanlık seviyelerini belirlemek için “*Genişletilmiş Dickey ve Fuller*” (ADF) ile “*Phillips Perron*” (PP) birim kök testleri uygulanmıştır. Devamında değişkenler arasında 10 farklı model oluşturularak nedensellik analizine geçilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkiyi ortalama ve varyansta tespit edebilmek amacıyla ortalama için Granger nedensellik analizi, varyansta olan ilişki için ise Hafner-Herwartz nedensellik analizi yapılmıştır. Granger nedensellik analizinde aşağıdaki denklemlerden yararlanılmıştır (Granger, 1969, s. 431).

$$X_t = \sum_{j=1}^m a_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^m b_j Y_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

$$Y_t = \sum_{j=1}^m c_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^m d_j Y_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (2)$$

(1) ve (2) numaralı eşitlikte; X: Bir Değişkeni, Y: Diğer değişkeni m: Gecikme Uzunluğunu ifade etmektedir. 1 nolu denklemde bulunan ‘Bj’ katsayısı sıfırdan farklıysa, X, Y’nin nedenidir. 2 nolu denklemde ise ‘Dj’ katsayısı sıfırdan farklı bulunursa Y, X’in nedenidir. Bu durumda karşılıklı Granger nedensellik var demektir. Sadece bir denklemde bulunan değerlerin herhangi biri sıfırdan farklı diğeri değilse yönüne göre değişen tek yönlü Granger nedensellik olduğu sonucuna varılır. Bj ve Dj katsayılar sıfırdan farklı değilse herhangi bir Granger nedensellik ilişkisi olmadığına göstergesidir.

Varyansta nedenselliği tespit etmek amacıyla kullanılan Hafner ve Herwartz’ın (2006), GARCH modelleri kullanılarak değişkenler arasındaki oynaklığı tespit etmek amacıyla analizlerde Lagrange Multiplier (LM) istatistiği kullanılır. Çok değişkenliden ziyade tek değişkenli GARCH tahminini işlemek yeterli olacağını belirtilmektedir. Modelin ARMA’sı (p,q) ortalama denklemi, Modelin GARCH’ı (1,1) kısmı ise varyans denklemi ile ifade edilmiştir. ARMA (p, q) modeli, ‘y’ serisinin çağdaş terimlerini ifade etmektedir. “*Sfır hipotezi nedensellik yoktur*” şeklinde kurulduğu LM

test istatistiğine dayanan ve varyansta nedenselliği ölçmede daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmişlerdir. LM test istatistiğinin uygulama denklemi aşağıda olduğu gibidir.

$$\lambda_{LM} = \frac{1}{4T} \left(\sum_{t=1}^T (\xi_{it}^2 - 1) z'_{jt} \right) V(\theta_1)^{-1} \left(\sum_{t=1}^T (\xi_{it}^2 - 1) z'_{jt} \right)^d \rightarrow x^2 \quad (3)$$

ξ_{it} standartlaştırılmış artıkların karşılığı gelmektedir.

$$V(\theta) = \frac{K}{4T} \left\{ \sum_{t=1}^T Z'_{jt} Z'_{jt} - \sum_{t=1}^T Z'_{jt} X'_{jt} \left\{ \sum_{t=1}^T X_{it} X'_{it} \right\}^{-1} \sum_{t=1}^T X_{it} Z'_{it} \right\}^2 +$$

$$K = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\xi_{it}^2 - 1) * (\xi_{it}^2 - 1) \quad (4)$$

Analiz aşamaları aşağıda özetlenmiştir (Hafner ve Herwatz, 2006, s. 139):

- Nedensellik analizi için GARCH (1,1) modeli tahmini yapıp ve hata terimleri “ ϵ_{it} ve ϵ_{jt} ” ile standartlandırılmış hata terimini “ ξ_{it} ” bulup ve “ x_{it} ” değişkeni için benzerlerini hesaplanmalı,
- “ $\xi_{it}^2 - 1$ ” bağımlı değişken “ X_{it} ” ile “ Z_{jt} ” değişkenleri bağımsız olmak üzere regresyon modeli tahmin edilmeli,
- λ_{LM} test istatistiği gözlem sayısı (T) ile regresyon denkleminin analiz gücü (R^2) çarpımına eşit olmalıdır.

5. Analiz ve Bulgular

Analiz sonuçlarından önce, tanımlayıcı istatistikler hesaplanarak Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2: Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

İstatistikler	BTC	ETH	LTC	XLM	XRP
Ortalama	0.2211	0.3278	0.2350	0.3159	0.3118
Ortanca	0.2077	0.1844	-0.1010	0.0345	-0.0126
Maksimum	22.7602	25.8599	60.6981	72.8429	102.7995
Minimum	-49.7278	-58.9639	-48.6778	-44.0312	-65.2989
Standart Sapma	4.3654	5.8934	6.5253	8.1674	8.0093
Çarpıklık	-0.8842	-0.6331	0.7391	1.6466	1.8780
Basıklık	15.8782	12.0030	15.3923	17.6000	31.0581
Jarque-Bera	11103.05	5431.26	10234.36	14718.98	52656.48

Olasılık Değeri	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Gözlem Sayısı	1577	1577	1577	1577	1577

Tablo 2 incelendiğinde, ilgili dönemde günlük bazda BTC ortalama % 0.22 oranında değer kazanarak pozitif bir getiri sağlamıştır. Ortalamada en fazla getiri sağlayan ETH'dir. Bir gündeki en yüksek fiyat artışı % 102.79 ile XRP'da yaşanırken, en fazla düşüş % 65.29 ile yine XRP'de yaşanmıştır. Oynaklık göstergesini ifade eden standart sapma değerine göre oynaklığın en fazla olduğu kripto para birimi XLM iken en düşük olduğu para BTC'dir. Normal dağılım gösterip, göstermediğinin göstergesi olan Jarque-Bera analizine gere değişkenlerin tamamı normal dağılım göstermemektedir. Tanımlayıcı istatistikler verildikten sonra değişkenler arasında korelasyon katsayıları hesaplanarak Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Korelasyon Katsayıları

Değişkenler	BTC	ETH	LTC	XLM	XRP
BTC	1				
ETH	0.7003 (0.0000)	1			
LTC	0.6606 (0.0000)	0.6758 (0.0000)	1		
XLM	0.4969 (0.0000)	0.5256 (0.0000)	0.5130 (0.0000)	1	
XRP	0.4397 (0.0000)	0.4815 (0.0000)	0.4924 (0.0000)	0.6409 (0.0000)	1

Yukarıda bulunan korelasyon testi sonuçlarına göre, değişkenlerin birbiri ile arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Değişkenler arasında en güçlü ilişki 0.70 korelasyon katsayısı ile BTC ile ETH arasında olup, en düşük ilişki de 0,43 ile BTC ile XRP arasında bulunmaktadır.

Tablo 4: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları

	BTC	ETH	LTC	XLM	XRP
ADF					
Sabitli	-27.145 (0.0000)	-14.141 (0.0000)	-14.488 (0.0000)	-37.391 (0.0000)	-8.5275 (0.0000)
Sabitli ve Trendli	-27.141 (0.0000)	-14.152 (0.0000)	-14.542 (0.0000)	-37.425 (0.0000)	-8.6288 (0.0000)
Sabitsiz ve Trendsiz	-27.049 (0.0000)	-14.021 (0.0000)	-14.428 (0.0000)	-37.35 (0.0000)	-8.4471 (0.0000)
PP					
Sabitli	-42.035 (0.0000)	-41.928 (0.0000)	-41.736 (0.0000)	-37.573 (0.0000)	-42.359 (0.0000)
Sabitli ve Trendli	-42.027 (0.0000)	-41.928 (0.0000)	-41.763 (0.0000)	-37.563 (0.0000)	-42.356 (0.0000)

Sabitsiz	ve	-41.96	-41.924	-41.702	-37.552	-42.367
Trendsiz		(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)

Ekonometrik çalışmalarda zaman serileri ile analizler yapılırken öncelikle serilerin durağanlık seviyeleri belirlenmelidir. Serilerin durağanlık derecelerinin test edilmesi amacıyla literatürde en çok tercih edilen ADF ile PP birim kök testleri uygulanmıştır. Tablo 4'te ADF ve PP Birim kök test sonuçları verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre tüm değişkenlerin hem ADF hem de PP testlerine göre üç modelde de %1 önem düzeyinde seviye değerleri ile durağan oldukları tespit edilmiştir.

Tablo 5: Nedensellik Analizi Sonuçları

Modeller	Değişkenler	Uygun Gecikme Uzunluğu	F-İstatistiği (Olasılık)	LM-İstatistiği (Olasılık)
Model 1	ETH → BTC	2	7.9967*** (-0.0004)	3.28 (-0.1940)
	BTC → ETH		0.3453 (-0.7081)	1.165 (-0.5585)
Model 2	LTC → BTC	6	1.9721 (-0.0665)	2.943 (-0.2296)
	BTC → LTC		2.7025** (-0.0130)	2.517 (-0.2840)
Model 3	XLM → BTC	2	4.9918*** (-0.0069)	3.175 (-0.2044)
	BTC → XLM		10.1824*** (0.0000)	9.3570*** (-0.0093)
Model 4	XRP → BTC	2	3.8075** (-0.0224)	2.934 (-0.2310)
	BTC → XRP		1.3364 (-0.2631)	9.5520*** (-0.0078)
Model 5	LTC → ETH	4	0.5755 (-0.6805)	0.182 (-0.9128)
	ETH → LTC		0.9527 (-0.4325)	6.5270** (-0.0383)
Model 6	XLM → ETH	5	1.0165 (-0.4063)	0.328 (-0.8488)
	ETH → XLM		7.8510*** (0.0000)	9.6640*** (-0.0080)
Model 7	XRP → ETH	6	1.6754 (-0.1233)	0.7230 (-0.6965)
	ETH → XRP		2.0498* (-0.0563)	13.9440*** (-0.0009)
Model 8	XLM → LTC	6	2.3134** (-0.0315)	2.001 (-0.3677)
	LTC → XLM		6.0319*** (0.0000)	15.8820*** (-0.0004)
Model 9	XRP → LTC	6	2.2688** (-0.0348)	3.932 (-0.1452)
	LTC → XRP		4.5091***	11.5540***

			(-0.0002)	(-0.0031)
Model 10	XRP → XLM	3	23.8434***	8.3530**
			(0.0000)	(-0.0154)
	XLM → XRP		2.5706*	10.0990***
			(-0.0527)	(-0.0064)

Not: *** %1, ** %2 ve * %10 önem düzeylerinde anlamlılığı göstermektedir. F-İstatistiği ortalamada nedenselliği ve LM-İstatistiği varyansta nedenselliği ifade etmektedir.

Değişkenlerin seviye değerleri durağan oldukları tespit edildikten sonra ortalamalarda nedensellik için Granger nedensellik ve varyansta nedensellik için Hafner ve Herwartz (2006) nedensellik analizleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 5’de sunulmuştur.

Yapılan analizler neticesinde ortalamada Bitcoin’den Litecoin’e; Ethereum’dan Bitcoin, Stellar ve Ripple’a; Ripple’dan Bitcoin’e doğru tek yönlü granger nedensellik varken Litecoin ile Stellar, Litecoin ile Ripple, Bitcoin ile Stellar ve Ripple ile Stellar arasında ise çift yönlü Granger nedensellik bulunduğu tespit edilmiştir. Ethereum ile Litecoin arasında ise nedensellik ilişkisi olmadığı belirlenmiştir.

Varyansta nedensellik ilişkisi incelendiğinde Bitcoin’den Stellar ve Ripple’a; Ethereum’dan Litecoin, Stellar ve Ripple’a; Litecoin’den Stellar ve Ripple’a doğru tek yönlü nedensellik olduğu, Ripple ve Stellar arasında ise çift yönlü nedensellik bulunduğu saptanmıştır. Bitcoin ile Ethereum ve Bitcoin ile Litecoin arasında ise varyansta nedensellik ilişkisi bulunmadığı bulgulanmıştır.

Sonuç

Bu çalışmada 23 Şubat 2017 ile 18 Haziran 2021 tarihleri arasındaki günlük veriler kullanılarak Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Stellar ve Ripple arasındaki ortalamada ve varyansta nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Bu 5 kripto para arasındaki ilişki, ikiye bölünmüş gruplar halinde toplamda 10 modelde incelenmiştir. Analiz yöntemi olarak ortalamada nedensellik için klasik testlerden Granger Nedensellik testi, varyansta nedensellik için ise Hafner-Herwartz varyansta nedensellik testi kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde genel olarak kripto paralar arasında ortalamada ve varyansta nedensellik ilişkisi olduğu saptanmıştır. Ancak bütün modellerde nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Ortalamada 10 modelden birisinde, varyansta ise iki modelde nedensellik ilişkisi bulunmamıştır. Ortalamada diğer modellerin 5 tanesinde tek yönlü ve 3 tanesinde çift yönlü nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Varyansta ise 7 modelde tek yönlü ve 1 modelde çift yönlü nedensellik ilişkisi belirlenmiştir. Bu sonuçlar literatür kısmında özetlenen ve kripto paralar arasında ilişki bulunduğunu belirten Aslan (2018), Ciaian vd. (2018), Karaağaç ve Altınırnak (2018), Gemici ve Polat (2018) çalışmalarını kısmen desteklerken, bazı kripto paralar arasında ortalamada nedensellik bulunmasına rağmen bazılarında bulunmadığını savunan Yaşar Akçalı ve Şişmanoğlu (2019)’nun çalışmasını ise tamamen desteklemektedir.

Varyansta nedensellik açısından literatür ile karşılaştırıldığında Bitcoin’den Ethereum ve Litecoin’e doğru anlamlı volatilitate etkileşimi olduğunu belirten Kumar ve

Anandarao (2019)'nun çalışmasını kısmen desteklediği, Bitcoin ve Litecoin arasında varyansta nedensellik olduğunu Bitcoin ile Ethereum arasında olmadığını bulgulayan Gemici ve Polat (2021)'in çalışmasını desteklediği ifade edilebilir.

Analiz sonuçları incelendiğinde ortalamada genel olarak bütün paralar arasında nedensellik görülse de Ethereum'un biraz daha öne çıktığı görülmektedir. Varyans denklemlerinde de Ethereum biraz daha öne çıksa da bununla birlikte Bitcoin ve Litecoin'in de diğer paralara öncülük ettiği ifade edilebilir. Bu sonuçlar Bitcoin'in diğer kripto paralara öncülük ettiğini savunan Kumar ve Ajaz (2019)'ın çalışmasını kısmen desteklese de Ethereum'un Bitcoin'den daha öne çıkması bu çalışmadan farklılık göstermektedir.

Genel olarak seçili kripto paralar arasında ortalamada Ethereum-Litecoin ve Ethereum-Ripple hariç diğerleri arasında Granger nedensellik ilişkisi, varyansta ise Bitcoin-Ethereum ve Bitcoin-Litecoin hariç diğerleri arasında ise varyansta nedensellik ilişkisi tespit edilmesi sebebiyle yatırımcıların ölçülü risk alması, portföy çeşitlendirmesi yaparken farklı kripto paralar çeşitlendirme yapmanın uygun olmayacağı ifade edilebilir. Eğer yapılacaksa dahi nedensellik ilişkisi olmayan kripto paralara yönelmeleri tavsiye edilebilir.

Bu çalışmaya ilave olarak değişken sayısının artırıldığı, farklı analiz yöntemleri kullanılarak daha derinlemesine analizler yapılması bu alandaki literatüre katkı sağlayacaktır.

Katkı Oranı Beyanı: Makalenin hazırlanmasında, geliştirilmesinde ve yayınlanmasında yazarların eşit oranda katkısı bulunmaktadır.

Çıkar Çatışması: Makale yazarlarının, çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması yoktur.

Etik Kurul Beyanı: Çalışma kapsamında etik kurul iznine gerek bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Arıkan, N. İ. (2020). Para Kuramı Açısından Kripto Paraların Ekosistemi. (*Doktora Tezi*), Malatya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Malatya.
- Aslan, A. (2018). Kripto Para Olgusu ve Blockchain Teknolojisi: Ekonomik Aktörlerin Tepkisi, Maliyet Analizi, Var Modeli ve Granger Nedensellik Testi. (*Yüksek Lisans Tezi*) Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Atik, M., Köse, Y., Yılmaz, B. ve Sağlam, F. (2015). Kripto Para: Bitcoin ve Döviz Kurları Üzerine Etkileri. *Bartın Üniversitesi İBF Dergisi*, 6(11), 247-261.

- Baur, D. G., Dimpfl, T. ve Kuck, K. (2018). Bitcoin, Gold and the US dollar – A Replication and Extension. *Finance Research Letters*, 25, 103-110.
- Bhattacharjee, S. (2016). A Statistical Analysis of Bitcoin Transactions During 2012 to 2013 in terms of Premier Currencies: Dollar, Euro and Rubles, *The Indian Journal of Management*, 9(1), 8-16.
- Bhosale, J. ve Mavale, S. (2018). Volatility of select Crypto-currencies: A Comparison of Bitcoin, Ethereum and Litecoin. *Pune Annual research of Symbiosis Centre for Management Studies*, 6, 132-141.
- Brill, A. ve Keene, L. (2014). Cryptocurrencies: The Next Generation of Terrorist Financing? *Defence Against Terrorism Review*, 6(1), 7-30.
- Brito, J., ve Castillo, A. (2013). Bitcoin: A Primer for Policymakers. *Mercatus Center at George Mason University*.
- Ciaian, P., Rajcaniova, M. ve Kancs, 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.
- Coinmarketcap, Erişim adresi: <https://coinmarketcap.Com>
- Çakm, M. (2019). Kripto Paralar: Bitcoin Döviz Kurları Ve Alternatif Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. (*Yüksek Lisans Tezi*) Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İzmir.
- Çakmak, M. (2019). Kripto Paraların Gelişim Süreci, Blok Zincir Teknolojisi ve Kripto Paraların Türkiye'de Vergilendirilmesi (*Doktora Tezi*), Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Çarkacıoğlu, A. (2016). Kripto-Para Bitcoin. (*Araştırma Raporu*). Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi.
- Çetiner, M. (2018). Kripto Para ve Blok Zincirin Yeni Dünyaya Getirdikleri, *İstanbul Journal of Social Sciences*. 20, 1-16
- Çütçü, İ., ve Kılıç, Y. (2018). Döviz Kurları İle Bitcoin Fiyatları Arasındaki İlişki: Yapısal Kırılmalı Zaman Serisi Analizi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16(4), 349-366.
- Dickey, D. A. ve Fuller W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics For Autoregressive Time Series With A Unit Root, *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.
- Dilek, Ş. (2018). Blockchain Teknolojisi ve Bitcoin. *Siyaset, Ekonomi ve Toplumsal Araştırmaları Vakfı*. (231),1-30.

- Gandal, N. ve Halaburda, H. (2014). Competition in the Cryptocurrency Market. *Bank of Canada Working Paper No: 2014-33*, Bank of Canada, Ottawa.
- Gemici, E. ve Polat, M. (2021). Causality-in-Mean and Causality-in-Variance among Bitcoin, Litecoin, and Ethereum. *Studies in Economics and Finance*. 38(4), 861-872
- Gemici, E., ve Polat, M. (2019). Relationship between Price and Volume in the Bitcoin Market. *The Journal of Risk Finance*. 20(5), 435-444.
- Gökçe Tan, D. (2019). Kripto Para Piyasaları: Bitcoin ve Altcoin Analizi. *Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya*.
- Granger, C.W.J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods. *Econometrica*, 37 (3), 424-438.
- Güleç, T. C., ve Aktaş, H. (2019). Kripto Para Birimi Piyasalarında Etkinliğin Uzun Hafıza ve Değişen Varyans Özelliklerinin Testi Yoluyla Analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 14(2), 491-510.
- Hafner, C. M. ve H. Herwartz (2006). A Lagrange multiplier test for causality in variance. *Economics Letters*. 93, 137-141.
- İçellioğlu, Ş. C. ve Öztürk, M. E. (2018). Bitcoin İle Seçili Döviz Kurları Arasındaki İlişkinin Araştırılması: 2013-2017 Dönemi İçin Johansen Testi ve Granger Nedensellik Testi. *Maliye ve Finans Yazıları*, 51-70.
- Karaağaç, G. A., ve Altınırnak, S. (2018). En Yüksek Piyasa Değerine Sahip On Kripto Paranın Birbirleriyle Etkileşimi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 79, 123-138.
- Konuşkan, A., Teker, T., Ömürbek, V., ve Bekci, İ. (2019). Kripto Paraların Fiyatları Arasındaki İlişkinin Tespitine Yönelik Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(2), 311-318.
- Krugman, P. ve Wells, R. (2013). Makro İktisat, 2. Baskıdan Çeviri, Çev.Fuat Oğuz, M.Murat Arslan, K.Ali Akkemik, Koray Göksal, Ankara: Palme Yayıncılık.
- Kumar, A. S. ve Anandarao, S., (2019). Volatility Spillover in Crypto-Currency Markets: Some Evidences from GARCH and Wavelet Analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Elsevier, 524, 448-458.
- Kumar, A., ve Ajaz, T. (2019). Co-movement in Crypto-Currency Markets: Evidences from Wavelet Analysis. *Financial Innovation*, 5(1), 1-17.
- Luther, W. J. (2016). Bitcoin and The Future of Digital Payments. *The Independent Review*, 20(3), 397-404.

- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System. Erişim adresi: <https://Bitcoin.Org/Bitcoin.Pdf>
- Paribu, (2020). Halving (Bitcoin Yarılanma) Nedir? Erişim adresi: <https://www.paribu.com/blog/sozluk/halving-bitcoin-yarilanma-nedir/>
- Philips, P. C.B. ve Perron P. (1988). Testing For A Unit Root in Time Series Regression, *Biometrika*, 75(2): 335-346.
- Salviotti, G., De Rossi, L. M. ve Abbatemarco, N. (2018). A Structured Framework to Assess the Business Application Landscape of Blockchain Technologies. Erişim adresi: <https://cognitive-science.info/wp-content/uploads/2018/04/CSIG.SDABocconi.20180308CSIGPresentation.pdf>
- Sovbetov, Y. (2018). Factors Influencing Cryptocurrency Prices: Evidence From Bitcoin, Ethereum, Dash, Litecoin and Momero. *Journal of Economics and Financial Analysis*, 2(2). 1-27.
- Sönmez, A. (2014). Sanal Para Bitcoin. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*, 4(3), 1-14.
- Szetela, B., Mentel G. ve Gedek S. (2016). Dependency Analysis between Bitcoin and Selected Global Currencies, *Dynamic Econometric Models*, 16, 133-144.
- Şak, N. (2021). Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Hatemi-J Asimetrik Nedensellik Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 12(29), 149-175.
- Tapscott, A., ve Tapscott, D. (2017). How Blockchain İs Changing Finance. *Harvard Business Review*, 1(9), 2-5.
- Topaloğlu, E. E. (2019). Kripto Para Bitcoin ve Döviz Kurları İlişkisi: Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(02), 367-382.
- TÜBİTAK Blok Zincir Araştırma Laboratuvarı, Erişim adresi: <https://blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr>
- Usta, A. ve Doğantekin, S. (2017). Blockchain 101, Mediacat Kitapları, İstanbul.
- Yaşar Akçalı B. ve Şişmanoğlu E., (2019). Kripto Para Birimleri Arasındaki İlişkinin Toda-Yamamoto Nedensellik Testi İle Analizi. *Ekev Akademi Dergisi*, 23(78). 99-122.