

BORSA İSTANBUL VE KRIPTO PARALAR ARASINDA SAKLI EŞBÜTÜNLEŞME İLİŞKİSİ

Müslüm POLAT¹ Fatma Betül TUNCEL²

Gönderim tarihi: 20.04.2020 Kabul tarihi: 28.11.2020

Öz

Bu çalışmanın amacı Borsa İstanbul ile kripto paralar arasındaki ilişkiyi tespit etmektir. Bu doğrultuda Borsa İstanbul'u temsilen BIST100 endeksi ve kripto paraları temsilen Bitcoin fiyatının 24 Kasım 2013 – 23 Haziran 2019 dönemini kapsayan haftalık verileri alınmış ve zaman serileri yöntemi ile analiz edilmiştir. Öncelikle klasik eşbütünleşme yöntemlerinden Johansen eş bütünleşme testi kullanılmış ve bu test sonucunda BIST100 ile Bitcoin arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığı saptanmıştır. Daha sonra ikinci bir yöntem olarak Hatemi-J – Irandoust (2012) testi ile değişkenler arasındaki saklı eşbütünleşme ilişkisi analiz edilmiş ve klasik eşbütünleşmenin aksine saklı eşbütünleşme ilişkisi bulunduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Borsa İstanbul, Kripto Para, Bitcoin, Saklı Eşbütünleşme, Hatemi-J – Irandoust

JEL Sınıflandırması: C22, G10, G17

THE RELATIONSHIP OF HIDDEN COINTEGRATION BETWEEN BORSA ISTANBUL AND KRYPTOCURRENCIES

Abstract

The aim of this study is to determine the relationship between Borsa Istanbul and Bitcoin. Accordingly, weekly data of the BIST100 index representing Borsa Istanbul and the Bitcoin price representing cryptocurrencies covering the period of 24 November 2013 - 23 June 2019 were used and analyzed by the time series method. Firstly, Johansen cointegration test, which is one of the classical cointegration methods, was used and as a result of this test, there was no cointegration relationship between BIST and Bitcoin. Then, as a second method, the hidden cointegration relation between the variables was analyzed by Hatemi-J - Irandoust (2012) test and it was found that there was a hidden cointegration relationship unlike classical cointegration.

Keywords: Borsa Istanbul, Kryptocurrencies, Bitcoin, Hidden Cointegration, Hatemi-J – Irandoust

JEL Classification: C22, G10, G17

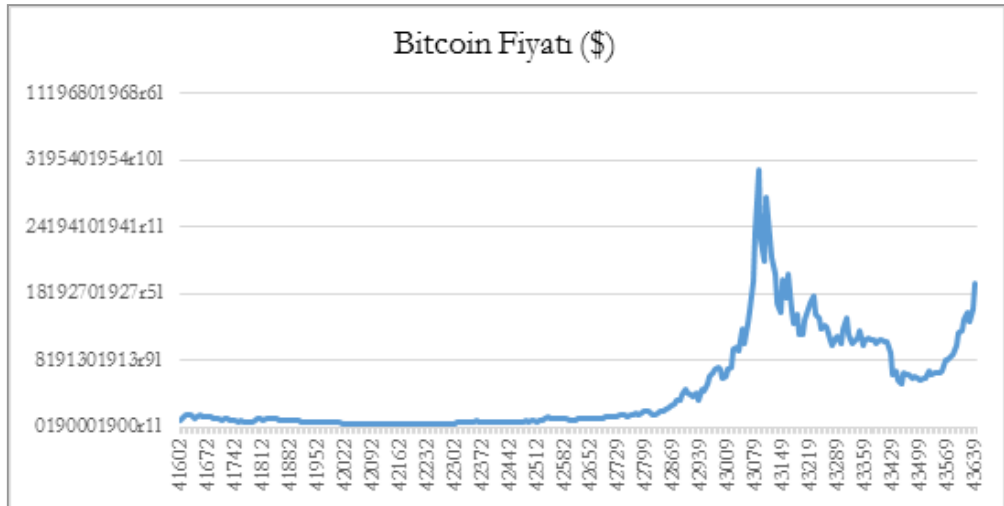
¹ Doç. Dr. Bingöl Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, mpolat@bingol.edu.tr,
ORCID ID: 0000-0003-1198-4693

² Yüksek Lisans Öğrencisi, Bingöl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı,
f.betulvarol000@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0346-1545

1. Giriş

İnsanoğlunun varoluşundan bu yana kişiler arasındaki finansal ilişkiler farklı şekillerde kendini göstermiştir. Önceleri trampa ekonomisi(takas) şeklinde ortaya çıkan finansal mü-nasebetler değişen ve gelişen teknolojik imkanlar ile yerini bankalara, sanal ödeme araçla-rına son olarak da blok zinciriyle donanmış kripto para gibi teknolojinin son halka ögele-rine bırakmıştır. Kripto paralar, ilk olarak takma adı Satoshi Nakamoto (2008) olarak bili-nen bir yazar veya yazar grubunun Bitcoin'i gündeme getirmeleri ile finans literatürüne girmiş ve geçen 12 yıl içinde bu paraların sayısı 2.700'ün üzerine ulaşmıştır. Bununla bir-likte günümüzde kripto para dendiğinde hala ilk akla gelen Bitcoin (BTC) olmakta ve kripto para piyasasını temsilen çalışmalarda Bitcoin kullanılmaktadır. Bunun en büyük se-bebi de Bitcoin'in piyasa değeri açısından diğer kripto paralardan açık ara önde olmasıdır. Bu çalışmada da diğer çalışmalarda olduğu gibi kripto paralardan Bitcoin ele alınmıştır. Ayrıca menkul kıymetler borsasına kıyaslandığında oldukça yeni bir yatırım aracı olduğun-da bu kısımda daha çok Bitcoin üzerinde durulmuştur.

Şekil 1: BTC Fiyat Grafiği



Kaynak: Investing.com

Çalışmada ele alınan dönem itibariyle Bitcoin'e ait fiyat grafiği Şekil 1'de verilmiştir. Bu grafikte görüldüğü gibi, ilk çıktığında durağan ve hafif dalgalanmalar şeklinde seyreden Bitcoin, 2017 yılının başında 900 \$ dolaylarında iken Nisan ayından itibaren hızla yüksel-meye başlamış ve Aralık ayında 17.000 \$ seviyesini geçerek yatırımcıların iştahını kabart-mış ve Bitcoin'e yönelimi arttırmıştır. Ayrıca Bitcoin'in somut olarak yer kaplamaması,

ulaşım ve depolama maliyetlerinden tasarrufu da beraberinde getirmiştir. Bitcoin miktarı 21.000.000 birim ile sınırlı tutulmuş olması da Bitcoin'e altın, elmas gibi değerli maden kıymeti katmakla birlikte enflasyonun önüne geçeceği yönünde görüşlere sebep olmuştur (Kılıç ve Çütçü, 2018: 238).

Bitcoin'in yukarıda bahsedilen bir kısım güçlü yönlerinin yanında bazı zayıf yönleri de bulunmaktadır. Bunlardan birisi Bitcoin'in saklandığı cüzdanların bazı riskler içermesidir. Çünkü cüzdan şifresi kaybedildiğinde veya çalındığında ya da yanlışlıkla başka bir hesaba Bitcoin aktarılması halinde işlem iptal edilememektedir. Denetim mekanizması olmadığından herhangi bir mercie yasal hak iddiasıyla başvuru da yapılamamaktadır. Bu risklerin önüne geçmek amacıyla cüzdanlara karekod adı verilen QR kodları verilir (Oktar ve Salihoğlu, 2018: 4166). Ayrıca Polat ve Akbıyık (2019)'a göre dijital para ve dijital tüm argümanların kopyalanma kolaylığının önüne geçmek için kriptografi sistemi uygulanmalıdır. Nakamoto blok zincirindeki teknolojik zinciri geliştirerek kriptografiyi sunmuş dolayısıyla kopyalama sorununa bir çözüm olarak hem güvenilir hem şeffaf bir teknoloji ortaya koymuştur (Polat ve Akbıyık, 2019).

Blok zinciri teknolojisinin kendine has bir takım özellikleri bulunmaktadır bunlar aşağıdaki şekilde sıralanabilmektedir;

- Blok zinciri tabanını oluşturan bilgiler dağınık ve düğümler halinde bulunur (Lansiti ve Lakhani, 2017).
- Blok zincirindeki tüm işlemlerin kullanıcı tarafından görülmesi üçüncü bir tarafa ihtiyaç duyulmadığını gösterir bu da blok zinciri teknolojisinin şeffaflığını ortaya koymaktadır (Huumo vd., 2016).
- Blok zincirindeki tüm işlemler kayıt altında depolanır ve depolanan bilgiler karmaşık algoritmalarla işlemin geri dönüşsüz hale gelmesini sağlamaktadır (Avunduk ve Aşan, 2018).
- Kişiler birbiri ile etkileşimi üçüncü bir taraf olmadan doğrudan uçtan uca bir etkileşim kurabilmektedir (Nakamoto, 2008).

Bir kesim, Bitcoin'i para birimi olarak kabul etmesine karşılık diğer bir kesim balon olarak değerlendirmektedir. Balon olarak değerlendirenler gerekçe olarak, Bitcoin'in fiyat dalgalanmalarının kısa vadede çok yüksek olmasının büyük risk içerdiğini ve tüketim fiyatlarının Bitcoin ile ücretlendirmesi durumunda, fiyatların sert dalgalanma riski dolayısıyla, tüketici ve perakendeci için endişe verici olduğunu ifade etmektedirler. Dolayısıyla Bitcoin'in para biriminden ziyade bir spekülasyon yatırımı olduğunu söylemektedirler (Yermack, 2019).

Bitcoin'in bu iki yönü de bilinmekle birlikte tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de Bitcoin, yatırımcıların dikkatini çekmiş ve Borsa İstanbul'a bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Günümüzde Türkiye'deki kripto para yatırımcısının 1 milyonu aştığı ve aylık ortalama işlem hacminin 500-700 milyon \$ dolaylarına ulaştığı ifade edilmektedir (Baş, 2020). Dolayısıyla Bitcoin ile BIST arasındaki ilişkinin bilinmesi önem arz etmektedir. Ayrıca bu ilişkinin güncel yöntemlerle yapılması da büyük öneme haizdir. Bu çalışma BIST ve Bitcoin üzerine yapılan ilk çalışmalardan olması ve saklı eşbütünlüşmeyi araştıran ilk çalışma olması noktasından literatüre önemli katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada giriş kısmından sonra öncelikle ilgili literatür incelenmiş, devamında veri seti ve yöntem tanıtılarak BIST100 ve BTC arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Son olarak sonuç kısmıyla çalışma sonlandırılmıştır.

2. Literatür Taraması

Finansal olarak meydana getirdiği etki ve geleneksel yöntemlere tepki olarak ortaya çıkmış kripto paralar içindeki en popüler olan BTC araştırılması gereken ve üzerine çokça çalışmalar yapılması gereken bir olgu olarak karşımızda durmaktadır. İlgili literatür incelendiğinde BTC ile ilgili birçok farklı alanda çalışma yapıldığı görülmektedir. Catania, Grassi ve Ravozzolo (2018), Atik, vd. (2015), Hencic ve Gourieroux, (2015) Dyhrberg, (2016), Dirican ve Canöz (2017), Çütcü ve Kılıç (2018), Oktar ve Salihoğlu (2018), Güleç, Çevik ve Bahadır (2018), Kılıç ve Çütcü (2018), Polat ve Gemici (2018) Kanat ve Öget, (2018), Baur, G., Dimpfl ve Kuck, (2018), Aslan, (2019), Çolak ve Sandalcılar, (2019), bu çalışmalardan bazılarıdır.

Bu çalışmalardan bazıları BTC ile kripto paralar arasındaki ilişkiye yoğunlaşmıştır. Bunlardan birisi olan Polat ve Gemici (2018) BTC ile Ethereum, Ripple ve Litecoin arasındaki ilişkiyi 7 Ağustos 2015 – 25 Haziran 2018 dönemine ait günlük veriler ile araştırmışlardır. Sonuç olarak BTC ile altcoinlerin uzun dönemde eşbütünlüşük olduğunu ve aralarında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğunu saptamışlardır. Diğer bir çalışmada Catania, Grassi ve Ravozzolo (2018) başta BTC olmak üzere Litcoin, Ripple ve Ethereum gibi kripto paraların günlük verileri kullanılarak fiyatlarını tahmin etmeye çalışmışlardır. Tek değişkenli ve çoklu değişkenli modeller kullanarak yaptıkları çalışmada sonuç olarak BTC ve Litcoin tahmininin zayıf, diğer kripto paraların ise çoklu değişken modelleri kullanıldığı takdirde kısmen tahmininin mümkün olabileceğini belirtmişlerdir.

Yapılan bir kısım çalışma ise BTC ile döviz kurları arasındaki ilişkiyi esas almıştır. Bu çalışmalardan birisi olan Atik, vd. (2015) çalışmasında BTC'nin döviz kurlarına etkisi incelenmiş olup, Granger Nedensellik analizi ile test edilmiştir. Sonuç olarak; BTC ve Japon

Yeni'nin birbiri ile gecikmeli olarak etkileşim içinde olduğu ve Japon Yeninden BTC'ye doğru tek yönlü nedensellik olduğu saptanmıştır. Döviz kuru olarak Dolar kurunu ele alan Çütücü ve Kılıç (2018) haftalık veriler ile Dolar ve BTC arasındaki ilişkiyi irdelemişlerdir. Çalışmada Maki Çoklu Yapısal Kırılmalı Eş Bütünleşme Testi, Hacker-Hatemi Nedensellik Testleri kullanılmışlardır. Analiz sonuçlarına göre BTC ve Dolar arasında uzun dönemde bir ilişki olmakla birlikte nedensellik testi sonucuna göre Dolar kurundan BTC'ye doğru %1'lik anlamlılık düzeyinde bir ilişki tespit etmişlerdir. Döviz kuru olarak birden fazla para birimini konu alan Şarkaya İçellioğlu, Öztürk ve Öztürk (2018)'ün çalışmasında BTC ile Dolar, Euro, Pound, Yen ve Yuan arasındaki ilişki incelemiş olup; eşbütünleşme testi ve nedensellik analizi yapılmıştır. Sonuç olarak BTC'nin döviz kurlarından bağımsız davrandığı kanısına varmışlardır.

Bir kısım çalışmada BTC'nin döviz kuru yanında altın fiyatları ile de ilişkisi araştırılmıştır. Bu çalışmalardan birisi olan Dyhrberg (2016) yapmış olduğu çalışmada; BTC, Altın ve Dolar arasındaki ilişkiyi A-GARCH modeline göre analiz etmiştir. Yapılan analize göre; BTC'nin sınırlı pazar büyüklüğü sebebi ile ne bir para ne de bir emtia olduğu fakat Altın ve Dolar ile benzer noktaları olduğu saptanmıştır. BTC'nin tıpkı Altın ve Dolar gibi finansal piyasalarda yer alabileceği vurgusu yapılmıştır. Yine benzer bir çalışma Baur, Dimpfl ve Kuck (2018) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada da BTC, Altın ve ABD Doları arasındaki ilişki incelemiş olup; analiz sonucuna göre Dyhrberg'in (2016) çalışmasından farklı olarak BTC, Altın ve ABD Doları arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiş olup, BTC'nin volatilitate yapısının kendine has olduğu ve Altın ve ABD Dolarından belirgin bir şekilde farklı getiri, oynaklık ve risk seviyesinin olduğu belirtilmiştir.

BTC'nin makro ekonomik faktörlerle ilişkisi araştırılan çalışmalardan biri olan Oktar ve Salihoğlu (2018) çalışmasında BTC'nin merkez bankası para arzı ortalama fonlama maliyeti, banka mevduatı aylık faiz oranları ve devlet tahvili faiz oranları arasındaki ilişkiyi Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerini kullanılarak incelemişlerdir. BTC'nin değişkenlerle uzun dönemde eşbütünleşik olduğunu ve devlet tahvili ile faiz oranı arasındaki değişkenlerden BTC fiyatına doğru tek yönlü granger nedensellik ilişkisi bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca yapılan çalışmada BTC denetimden uzak bağımsız bir yapı taşıya bile kısa dönemde BTC ve faiz oranlarının etkileşimde bulunduğunu, uzun dönemde ise parasal büyüklük ve faizler ile birlikte hareket ettiği sonucuna ulaşmışlardır. Makro ekonomik faktörlerden döviz, hisse senedi, emtia, faiz arasındaki ilişkiyi zaman serilerinden yararlanarak araştırarak Güleç, Çevik ve Bahadır (2018) Engle-Granger nedensellik testi uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda BTC fiyatlarının artan bir trende sahip olduğunu ve BTC fiyat artış dinamiğinin kendisi tarafında belirlendiği sonucuna ulaşmışlar-

dır. Ayrıca faiz ve BTC arasında Granger nedensellik ilişkisinin olduğunu saptamışlardır. BTC ile makro ekonomik faktörler üzerine yapılan bir diğer çalışma olan Çolak ve Sandalcılar (2019) çalışmalarında USD, EURO, POUND, SDR, BİST 100, Cumhuriyet Altını, M1 ve M2 para arzları ile BTC arasındaki ilişkiyi Eş bütünleşme ve nedensellik testleri ile araştırmışlardır. Sonuç olarak uzun dönemde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunduğunu ve BTC'nin bağımlı değişken seçildiği Granger nedensellik testinde; SDR ve USD 'den BTC'ye doğru %5 anlamlılık düzeyinde; Euro ve BIST 100 değişkeninden BTC'ye doğru ise %10 anlamlılık seviyesinde bir nedenselliğin varlığını belirlemişlerdir.

Bazı çalışmalar ise bu çalışmada da olduğu gibi BTC ile hisse senedi piyasaları arasındaki ilişki üzerinde durmuşlardır. Bu çalışmalardan BTC'nin yatırımcı kararlarını ne denli etkilediği üzerine çalışan Dirican ve Canöz (2017) BTC ile hisse senedi piyasa değerleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada kullandığı ARDL testi sonucunda ABD ve Çin borsa endeksleri ile BTC arasında eşbütünleşme koordinesinde yatırımcı kararları ile birbirini etkiledikleri sonucuna varmışlardır. Diğer bir çalışmada Kılıç ve Çütcü (2018) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada BTC ve BIST100 arasındaki ilişki incelenmiş olup bağımsız değişken olarak BIST100 bağımlı değişken BTC alınmıştır. Yapılan Angle-Granger eşbütünleşme testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri sonucunda sadece BIST100 endeksinden BTC fiyatlarına tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. BTC ile Türkiye ve G7 ülke borsaları arasındaki ilişkiyi araştıran Kanat ve Öget (2018) yöntem olarak eşbütünleşme ve nedensellik analizlerinden yararlanılmıştır. Değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisi için vektör hata düzeltme modeli (VECM) kullanılmış, kısa dönemli ilişkiler ise Granger Nedensellik/WALD testi ile incelenmiştir. Sonuç olarak Kısa dönemli ilişkilerde İngiltere borsasının BTC'nin nedeni olduğu tespit edilmiş, BTC'nin ise Amerika ve Kanada borsalarının nedeni olduğu saptanmıştır. Panagiotidis vd. (2019) yapmış oldukları çalışmada borsa getirisi, döviz kuru, altın ve petrol getirisi bitcoin üzerindeki etkileri VAR modeli ile analiz edilmiştir çıkan sonuca göre bitcoin ve geleneksel borsalar arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Altı kripto paranın altı borsa endeksi ile ilişkisini araştıran Gil-Alana vd. (2020) Panagiotidis vd. (2018)'den farklı olarak kripto paraların hem kendi içlerinde hem de borsa ile eşbütünleşik olmadıklarını ifade etmişlerdir.

Bitcoin fiyat değişimlerinin borsadaki risklere karşı koruma aracı olarak kullanılıp kullanılamayacağı araştıran Dyhrberg (2015) yapmış olduğu çalışmada Bitcoin fiyatlarının, Euro/Dolar, Dolar/İngiliz Sterlini döviz kurları ve Finansal Times Borsa Endeksi üzerindeki risk korumasına bakılmıştır. Çalışmada GARC analiz yöntemi kullanılmıştır. Çıkan sonuca göre Bitcoin'in borsadaki finansal risklere karşı koruması bakımından altın ile ben-

zer olduğu, kısa vadede Bitcoin'in Finansal Times Borsa Endeksi, hisse senetleri ve Dolar üzerinde riskten korunma aracı (hedge) olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir. Baek ve Elbeck (2015) çalışmalarında bitcoinin yatırım aracı mı yoksa spekülative bir değer mi olduğu analiz edilmiştir. Bu amaçla bitcoin ve S&P500 değişkenleri arasında regresyon modeli kurulmuştur ve sonuç olarak bitcoin'in spekülative bir balon olduğu belirtilmiştir. Bitcoin ve Japon Hisse Senedi NIKKEI225 Endeksi arasındaki ilişkiyi araştıran Landgraf (2016)'ın çalışmasında her iki piyasa GSADF testi ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda her iki piyasada da spekülative balonların olduğu ifade edilmiştir.

BTC ile borsa arasındaki oynaklık ilişkisini inceleyen Aslan (2019) yapmış olduğu çalışmada BTC'nin oynaklık sıçramasının BIST100'e etkisini araştırmıştır. Çalışmada BTC oynaklığının BIST100 hisse senedi getirileri üzerindeki etkisine bakmak için tek değişkenli GARCH analizi nedensellik testlerinden Cheung Ng ve Hafner Herwartz varyansta nedensellik testleri kullanılmıştır. Çok değişkenli model olarak Baba-Engle-Kraft-Kroner Çok Değişkenli ARCH Modeli, Vektör Çok Değişkenli ARCH Modeli ve Dinamik Koşullu Korelasyon Modeli analizi volatilité modellenmesi karşılaştırmalı biçimde değerlendirilmiştir. Cheung Ng için yapılan analizde BTC ve BIST100 arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiş olup, Hafner Herwartz varyansta nedensellik testi ve çok değişkenli GARCH analizi sonuçlarına göre de BTC ve BIST100 arasında karşılıklı ve çapraz olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.

İlgili literatür incelendiğinde görüldüğü üzere BTC ile Borsa arasındaki ilişki üzerine yapılan sadece çalışmalar oldukça azdır. Bu çalışmalarda da bir fikir birliği bulunmamaktadır. Bu çalışmalardan bir kısmı BTC ile borsa arasında anlamlı bir ilişki bulunduğunu belirtirken, diğer bir kısmı tam tersine anlamlı bir ilişki olmadığını ifade etmektedir. Dolayısıyla bu konunun farklı yöntemlerle irdelenmesi gerektiği aşıkardır. Ayrıca bu çalışmaların hiçbirinde saklı eşbütünleşme analizinden yararlanılmamıştır. Halbuki normal eşbütünleşme testlerinin tespit edemediği ilişkiler bulunabilir. Bu ilişkiler ancak saklı eşbütünleşme testleri ile belirlenebilir. Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak saklı eşbütünleşme testi ile analizler gerçekleştirilmiştir. Bu yönüyle diğer çalışmalardan ayrılmakta ve literatüre önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. Veri ve Yöntem

Yapılan çalışmada: BIST100 endeksi ve Bitcoin fiyatları arasında bir ilişki olup olmadığı ortaya konmaya çalışılmıştır. Bitcoin verilerine 2010 yılının ortasından itibaren ulaşılabilmesine rağmen çıktığı ilk zamanlardaki borsaya etkisi ile tanındıktan sonraki etkisi farklı olacağından başlangıç dönemi 3 yıl kadar ötelenmiş ve 2013 yılının sonu itibarıyla

borsaya etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın yapıldığı dönem itibarıyla ulaşılabilen son veri ise 23.06.2019 verisidir. Dolayısıyla çalışmada BIST100 endeksi ve BTC fiyat değerlerinin 24.11.2013-23.06.2019 tarihleri arasındaki haftalık verileri kullanılmıştır. Dyhrberg (2015), Kılıç ve Çütcü (2018), Kanat ve Öget (2018) ve Çütcü ve Kılıç (2018)'in çalışmalarında olduğu gibi iki değişkenin de doğal logaritması alınmıştır. Elde edilen veriler <https://tr.investing.com> web sitesinden temin edilmiştir. Çalışmada uygulanan analizler için Eviews 10 ve Gausse 10 paket programlarından yararlanılmıştır. Ayrıca saklı eşbütünlüşmeyi test etmek için iki değişken de pozitif ve negatif şoklarına ayrılmıştır. Dolayısıyla toplam değişken sayısı altıya yükselmiştir. BIST100 endeksi LNBIST, Bitcoin fiyatları ise LNBTC ile ifade edilmiş, bunların pozitif şokları sırasıyla LNBIST⁺ ve LNBTC⁺ ile, negatif şokları ise sırasıyla LNBIST⁻ ve LNBTC⁻ ile ifade edilmiştir.

Ekonomi teorisi genel olarak uzun dönemli zaman serilerinin durağan olmadığını ileri sürmektedir. Bu durum iktisadi ve finansal zaman serilerinin analizinde durağan olmayan zaman serisi analizlerinin gelişmesine yol açmıştır. Bu konuda ilk defa Granger (1981) tarafından ortaya atılan eşbütünlüşme kavramı daha sonra Engle ve Granger (1987) tarafından eşbütünlüşme testi olarak literatüre kazandırılmıştır. Engle ve Granger (1987) modeli En Küçük Kareler yöntemi ile tahmin ettikten sonra modelin hata terimlerine ADF testini uygulamışlardır. Eğer hata terimleri durağan çıkarsa değişkenlerin eşbütünlüşük olduğunu belirtmişlerdir. Fakat bu testte sadece bir tane uzun dönem vektörü olduğu varsayıldığından çok değişkenli modellerde birden fazla eşbütünlüşme vektörünün olması durumunda bu test etkinliğini kaybetmektedir. Johansen (1988) ve Johansen ve Juselius (1990) tarafından Vektör Otoregresif (VAR) modele dayanan eşbütünlüşme testi ile bu sorun giderilmiş ve birden fazla eşbütünlüşme vektörü elde edilen Johansen eşbütünlüşme testi literatüre kazandırılmıştır. Johansen eşbütünlüşme testi p. dereceden bir otoregresif süreç ele alınarak açıklanabilir:

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + B X_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Burada; y_t ; düzey değeri ile durağan dışı olan değişkenler vektörünü, x_t ; deterministik değişkenler vektörünü ve ε_t ; hata terimlerini ifade etmektedir. Denklem 1'deki VAR modeli matris gösteriminde yeniden yazılırsa;

$$\Delta Y_t = \pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \tau_i \Delta Y_{t-i} + B X_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\pi = \sum_{i=1}^p A_i - I \quad \text{ve} \quad \tau_i = - \sum_{j=i+1}^p A_j$$

Burada π matrisinin indirgenmiş bir rankı şeklinde ifade edilen eşbütünleşme hipotezi, $\pi=\alpha\beta'$ biçiminde tanımlanır. α ve β' ($k \times r$) boyutlu ve rankı τ olan iki farklı matrisi ifade eder. τ eşbütünleşme sayısını, β' ; eşbütünleşme vektörünü ve α hata düzeltme modelindeki uyarlanma hızını temsil eder.

Bu yaklaşımda r sayıdaki eşbütünleşme ilişkisini belirlemek için İz ve Maksimum Öz Değer ismiyle iki adet test istatistiği hesaplanır. Bunlardan İz İstatistiği aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$LR_{tr}(r/k) = -T \sum_{i=r+1}^k \log(1 - \lambda_i) \quad (3)$$

Maksimum Öz Değer İstatistiği r kadar eşbütünleşmeye karşılık $r+1$ kadar eşbütünleşme ilişkisinin varlığını araştırır ve şu şekilde hesaplanır:

$$LR_{max}(r/r+1) = -T \log(1 - \lambda_{r+1}) \quad (4)$$

Değişkenlerin şoklara birlikte tepki vermeleri eşbütünleşik olduklarını, farklı tepki vermeleri durumunda ise eşbütünleşik olmadıklarını gösterir. Fakat eşbütünleşik olmayan değişkenlerin tek tip şoka birlikte tepki vermeleri (yani sadece pozitif/negatif şoklara tepki vermeleri) mümkündür. Granger ve Yoon (2002) değişkenlerin pozitif veya negatif bileşenleri arasındaki ilişkiyi saklı eşbütünleşme olarak ifade etmişlerdir. Saklı eşbütünleşme basit bir doğrusal olmayan eşbütünleşme analizidir

Granger ve Yoon (2002) tarafından geliştirilen saklı eşbütünleşme testi Engle-Granger eşbütünleşme testine dayanırken Hatemi-J ve Irandoust (2012) saklı eşbütünleşme testi Johansen eşbütünleşme testine dayanır (İnançlı ve İnal, 2018). Saklı eşbütünleşme yaklaşımında genel işleyiş şu şekilde olur: Öncelikle durağan olmayan değişkenler pozitif ve negatif şoklara ayrıştırılır. Devamında ise bu şoklar arasındaki eşbütünleşme ilişkisi araştırılır. X_t ve Y_t şeklinde iki değişken arasında saklı eşbütünleşme araştırılacaksa önce bu değişkenler pozitif ve negatif şoklara ayrıştırılır. Ayrıştırma işlemi bu değişkenlerin rassal yürüyüş sürecine sahip oldukları varsayımı ile başlar:

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t = X_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i \quad (5)$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \eta_t = Y_0 + \sum_{i=1}^t \eta_i \quad (6)$$

Burada X_0 ve Y_0 başlangıç terimlerini, ε_i ve η_i sıfır ortalamalı beyaz dizi hata terimlerini ifade etmektedirler. X_t ve Y_t için saklı eşbütünleşmeyi inceleyebilmek için aşağıdaki pozitif ve negatif şokları tanımlamak gerekir:

$$\varepsilon_i^+ = \max(\varepsilon_i, 0), \quad \varepsilon_i^- = \min(\varepsilon_i, 0) \quad (7)$$

$$\eta_i^+ = \max(\eta_i, 0), \quad \eta_i^- = \min(\eta_i, 0) \quad (8)$$

Bu tanımlamadan hareketle Denklem 5 ve Denklem 6'daki hata terimleri; $\varepsilon_i = \varepsilon_i^+ + \varepsilon_i^-$ ve $\eta_i = \eta_i^+ + \eta_i^-$ şeklinde tanımlanabilir. Bu tanımlar denklemlerdeki yerlerine konursa;

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t = X_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^- \quad (9)$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \eta_t = Y_0 + \sum_{i=1}^t \eta_i^+ + \sum_{i=1}^t \eta_i^- \quad (10)$$

şeklinde yeni modeller elde edilmiş olur.

Granger ve Yoon (2002), $X_i^+ = \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^+$, $X_i^- = \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^-$, $Y_i^+ = \sum_{i=1}^t \eta_i^+$ ve $Y_i^- = \sum_{i=1}^t \eta_i^-$ olmak üzere X_0 ve Y_0 'ın sabit olduğunu ve $X_i = X_0 + X_i^+ + X_i^-$ ve $Y_i = Y_0 + Y_i^+ + Y_i^-$ olduğunu varsaymışlardır. Dolayısıyla $\Delta X_i^+ = \varepsilon_i^+$, $\Delta X_i^- = \varepsilon_i^-$, $\Delta Y_i^+ = \eta_i^+$ ve $\Delta Y_i^- = \eta_i^-$ şeklinde ifade edilebilir. Elde edilen bu şoklara Engle-Granger eşbütünleşme testi uygulanırsa Granger ve Yoon (2002) saklı eşbütünleşme, johansen eşbütünleşme testi uygulanırsa Hatemi-J ve Irandoust (2012) saklı eşbütünleşme testi yapılmış olur.

Çalışmada değişkenlerin durağanlıkları Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Philips-Perron (PP) birim kök testleri ile sınanmış, daha sonra normal serilerde, klasik eşbütünleşme ilişkisi Johansen eşbütünleşme testi ile araştırılmıştır. Son olarak değişkenler, pozitif ve negatif şoklara ayrılarak Hatemi-J ve Irandoust (2012) saklı eşbütünleşme testi ile saklı eşbütünleşme analizine tabi tutulmuştur.

4. Analiz ve Bulgular

Analizlere başlamadan önce değişkenler hakkındaki tanımlayıcı istatistikler hesaplanmış ve Tablo 1'de sunulmuştur. Bu tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde; standart sapma değerinin BTC'de BIST100'e göre daha yüksek oluşu BTC fiyat dalgalanmasının daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla BTC'de riskin daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. BTC'de ise en yüksek oynaklığın pozitif şoklarda olduğu görülmektedir.

Jarque-Bera test istatistiği incelendiğinde %1 önem seviyesinde sadece LNBIST değişkeninin normal dağılım gösterdiği, diğer değişkenlerin normal dağılım göstermediği görülmektedir.

Tablo 1: Tanımlayıcı İstatistikler

	LNBIST	LNBTC	LNBIST ⁺	LNBTC ⁺	LNBIST ⁻	LNBTC ⁻
Ortalama	11.3686	7.1286	1.8059	5.7293	-1.6744	-5.2676
Ortanca	11.3391	6.6119	1.8356	4.6347	-1.8234	-4.8755
Maksimum	11.7064	9.8632	3.5587	13.1258	-0.0253	0.0000
Minimum	11.0293	5.3876	0.0000	0.2388	-3.2964	-10.4023
Standart Sapma	0.1512	1.3155	0.9981	3.9522	0.8899	2.8218
Çarpıklık	0.2153	0.3830	-0.0866	0.4060	0.0569	-0.3289
Basıklık	2.3402	1.6398	1.8665	1.7093	1.9687	2.1935
Jarque-Bera	7.5019**	29.4456*	15.8858*	28.0965*	13.0091*	13.0873*
Olasılık	0.0235	0.0000	0.0004	0.0000	0.0015	0.0014
Gözlem Sayısı	291	291	290	290	290	290

Not: * ve ** sırasıyla %1 ve %5 önem seviyelerini ifade etmektedirler.

Tanımlayıcı istatistikler hesaplandıktan sonra BIST100, BTC ile bu değişkenlerin pozitif ve negatif şokları arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü belirlemek için değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmış ve Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Değişkenler Arasındaki Korelasyon Katsayıları

	LNBIST	LNBTC	LNBIST ⁺	LNBTC ⁺	LNBIST ⁻	LNBTC ⁻
LNBIST	1					
LNBTC	0.7881* (0,0000)	1				
LNBIST⁺	0.7525* (0,0000)	0.8242* (0,0000)	1			
LNBTC⁺	0.7658* (0,0000)	0.9028* (0,0000)	0.9724* (0,0000)	1		
LNBIST⁻	-0.6741* (0,0000)	-0.7905* (0,0000)	-0.9937* (0,0000)	-0.9605* (0,0000)	1	
LNBTC⁻	-0.7052* (0,0000)	-0.7983* (0,0000)	-0.9777* (0,0000)	-0.9797* (0,0000)	0.9767* (0,0000)	1

Not: Parantez içleri olasılık değerlerini ve *, %1 önem seviyesini ifade etmektedir.

Tablo 2’de kolerasyon katsayıları incelendiğinde negatif şokların kendi aralarında pozitif, diğer bütün değişkenlerle negatif ilişki içinde oldukları görülmektedir. Pozitif şoklar ile normal değişkenlerin kendi içlerinde ve birbiriyle pozitif ilişkisi bulunmaktadır. Ayrıca pozitif ve negatif şokların kendi aralarında normal seri ile olduğundan daha yüksek bir kolerasyon ilişkisine sahip oldukları anlaşılmaktadır. En yüksek ilişki LNBIST⁺ ile LNBIST⁻ arasındaki ilişkidir (0,9937). LNBTC ile LNBIST arasındaki kolerasyon ise 0,7881 ile normal üstü bir seviyededir.

Seçilecek uygun analiz yöntemine karar vermeden önce değişkenlerin durağan olup olmadıklarının test edilmesi gerekir. Bu bilgi doğrultusunda durağanlığı belirlemede Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Philips-Perron (PP) birim kök testleri kullanılmış ve sonuçlar Tablo 3 ve Tablo 4’e yerleştirilmiştir.

Tablo 3: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Seviye)

	ADF		PP	
	<i>Sabitli</i>	<i>Sabitli ve Trendli</i>	<i>Sabitli</i>	<i>Sabitli ve Trendli</i>
LNBIST	-1,7056 (0,4274)	-2,5660 (0,2964)	-1,6472 (0,4571)	-2,6193 (0,272)
LNBTC	0,2949 (0,9777)	-2,0180 (0,5886)	0,2444 (0,9749)	-2,0221 (0,5864)
LNBIST⁺	-0,4770 (0,8922)	-3,3456 (0,0611)	-0,4950 (0,8888)	-3,3456 (0,0611)
LNBTC⁺	1,6826 (0,9996)	-1,2397 (0,8997)	1,8431 (0,9998)	-1,3092 (0,8836)
LNBIST⁻	-0,3371 (0,9161)	-1,7255 (0,7376)	-0,3378 (0,916)	-1,8253 (0,6901)
LNBTC⁻	0,1421 (0,9684)	-1,1373 (0,9198)	-0,4218 (0,9022)	-1,2975 (0,8865)

Tablo 4: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Birinci Fark)

	ADF		PP	
	<i>Sabitli</i>	<i>Sabitli ve Trendli</i>	<i>Sabitli</i>	<i>Sabitli ve Trendli</i>
ΔLNBIST	-17,8611* (0,0000)	-17,8305* (0,0000)	-17,8812* (0,0000)	-17,8481* (0,0000)
ΔLNBTC	-17,5500* (0,0000)	-17,7454* (0,0000)	-17,5469* (0,0000)	-17,7227* (0,0000)
ΔLNBIST^+	-17,4069* (0,0000)	-17,3864* (0,0000)	-17,4383* (0,0000)	-17,4479* (0,0000)
ΔLNBTC^+	-3,7483* (0,0039)	-7,6026* (0,0000)	-16,1011* (0,0000)	-16,1468* (0,0000)
ΔLNBIST^-	-16,8391* (0,0000)	-16,8116* (0,0000)	-16,8492* (0,0000)	-16,8228* (0,0000)
ΔLNBTC^-	-8,0289* (0,0000)	-8,0163* (0,0000)	-16,9898* (0,0000)	-16,9666* (0,0000)

Not: Parantez içleri olasılık değerlerini ve * %1 önem seviyesini ifade etmektedir.

Yapılan birim kök testi sonuçları birbirini desteklemektedir. Yani bütün değişkenlerin, %5 önem seviyesinde her iki teste göre de seviye değerleri ile birim kök içerdikleri ancak birinci farkları alındığında %1 önem seviyesinde durağan hale geldikleri belirlenmiştir.

Değişkenlerin birinci farkta durağan oldukları saptandıktan sonra değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için eşbütünleşme analizini kullanmak gerekir. Eşbütünleşme analizi için öncelikle normal serilere Johansen Eşbütünleşme testi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları

H0 Hipotezi	Öz Değer	iz istatistiği	Kritik Değer (%5)	Olasılık
$r = 0$	0.0322	9.4954	15.4947	0.3215
$r \leq 1$	0.0001	0.0278	3.8415	0.8676

Not: Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine göre uygun gecikme uzunluğu 1 olarak bulunmuştur.

Johansen eş bütünleşme testi, aynı seviyede bütünleşik seriler arasında uzun dönemli ilişki olup olmadığını sorgulayan yöntemdir. Yukarıdaki Johansen test sonuçları incelendiğinde değişkenler arasında herhangi bir eşbütünleşme ilişkisi olmadığı saptanmıştır. Dolayısıyla bu teste göre BIST ve BTC uzun dönemde birlikte hareket etmemektedirler. Ancak bazen serilerin şokları arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu halde klasik testler bunu belirlemekte yeterli olamamaktadır. Bunu saptamak için değişkenlerin şokları arasındaki saklı eşbütünleşme ilişkisine bakmak gerekir. Bu sebeple değişkenler pozitif ve negatif şoklara ayrıştırılıp Hatemi-J – Irandoust (2012) testi ile tekrar test edilmiş ve sonuçlar Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6: Hatemi-J - Irandoust Saklı Eşbütünleşme Testi Sonuçları

İncelenen İlişki	H0 Hipotezi	Öz Değer	iz istatistiği	Kritik Değer (%5)	Olasılık
LNBIST⁺ LNBTC⁺	$r = 0$	0.3173	118.2876*	20.2618	0.0000
	$r \leq 1$	0.0286	8.3487	9.1645	0.0713
LNBIST⁻ LNBTC⁻	$r = 0$	0.3207	112.9364*	20.2618	0.0000
	$r \leq 1$	0.0054	1.5592	9.1645	0.8626
LNBIST⁺ LNBTC⁻	$r = 0$	0.3375	119.9213*	20.2618	0.0000
	$r \leq 1$	0.0046	1.3217	9.1645	0.9041
LNBIST⁻ LNBTC⁺	$r = 0$	0.3113	112.5492*	20.2618	0.0000
	$r \leq 1$	0.0177	5.1402	9.1645	0.2684

Not: Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine göre uygun gecikme uzunluğu 1 olarak bulunmuştur. * ise %1 önem düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Hatemi-J – Irandoust (2012) testi sonuçları incelendiğinde BIST ve Bitcoin'in pozitif ve negatif şoklarının hem kendi içlerinde hem de birbiriyle çapraz olarak %1 önem düzeyinde eşbütünleşik oldukları tespit edilmiştir. Dolayısıyla seriler normal haliyle eşbütünleşik olmasa da şoklarına ayrılınca saklı eşbütünleşme ilişkisi olduğu anlaşılmaktadır.

5. Sonuç

Dünyanın herhangi bir yerinden başka bir yerine anında transfer sağlayan, aracısız komisyonuz bir ödeme yöntemi olarak görülen BTC kısa zamanda finansal araçlara bir alternatif olarak görülmüş ve özellikle 2017 yılında ani fiyat sıçramaları gerçekleştirerek yatırımcıların odak noktası haline gelmiştir. Bu çalışmada yeni bir yatırım aracı olarak görülen BTC ile BIST arasındaki ilişki analiz edilmiştir.

BTC ve BIST arasındaki uzun dönemli ilişki için uygulamada en çok tercih edilen Johansen eş bütünleşme testi uygulanmış ve değişkenler arasında herhangi bir eşbütünleşme ilişkisi olmadığı tespit edilmiştir. Uzun dönemli ilişkinin analizinden sonra değişkenler arasındaki saklı eşbütünleşme ilişkisini saptamak için Hatemi-J – Irandoust (2012) testinden yararlanılmış ve BIST ile BTC arasında %1 önem seviyesinde saklı eşbütünleşme ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Bu ilişki değişkenlerin hem pozitif şokları arasında hem de negatif şokları arasında anlamlı bulunmuştur. Ayrıca pozitif ve negatif şoklarının kendi aralarında da bu ilişkinin anlamlı olduğu saptanmıştır.

Bu sonuçlardan Johansen testi ile elde edilen sonuçlar, daha önce BIST ve BTC arasında sadece klasik yöntemle eşbütünleşme ilişkisini araştıran Kılıç ve Çütcü (2018)'nün çalışmasıyla karşılaştırıldığında Angle-Granger eşbütünleşme testi sonuçları ile benzer, Dirican ve Canöz (2017) çalışmalarından ise farklılık gösterdiği görülmektedir. Ancak saklı eşbütünleşme açısından bu çalışma ilk çalışma olduğundan literatürle karşılaştırma imkanı bulunmamaktadır. Bu yönüyle literatüre önemli katkı sağlayacağı muhakkaktır.

Yatırımcıların, yatırım kararları alırken sadece klasik eşbütünleşme sonuçlarını değil, aynı zamanda saklı eşbütünleşme sonuçlarını da dikkate almaları faydalarına olacaktır. Bu çalışmadan hareketle gerek menkul kıymetler borsasına, gerek kripto para borsalarına yatırım yapacak yatırımcıların kripto para ve borsa endekslerinin birlikte hareket ettiğini bilmeleri ve bunu dikkate almaları tavsiye edilir. Ayrıca gerek kurumsal gerek bireysel portföy sahiplerinin portföylerini oluştururken bu ilişkiyi dikkate almaları portföy çeşitlendirmesinde faydalarına olacaktır. Son olarak borsa ile ilgili düzenleyici kuruluşların alacakları kararlarda BTC'deki fiyat hareketlerini de dikkate almaları daha sağlıklı karar almalarına katkı sağlayacaktır.

Bundan sonraki çalışmalarda eşbütünleşme ilişkisi bulamayan değişkenler arasındaki ilişkinin ayrıca saklı eşbütünleşme ile de araştırılması, sonuçları doğru yorumlamak ve yatırımcılara doğru tavsiyelerde bulunmak açısından daha tutarlı olacaktır. Ayrıca bu konunun da daha geniş ülke borsaları için yapılması tavsiye edilebilir.

Kaynakça

- ASLAN, İlkhan; (2019), "Bitcoin ve BIST Oynaklığının Yayılması: Tek ve Çok Değişkenli GARCH Modelleri", Yüksek Lisans Tezi. Sivas, Türkiye: Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- ATİK, Murat ve Yaşar KÖSE ve Bülent YILMAZ ve Fatih SAĞLAM; (2015), "Kripto Para: Bitcoin ve Döviz Kurları Üzerine Etkileri", Bartın Üniversitesi İİBF Dergisi, 6(11), 241-267.
- AVUNDUK, Hüseyin ve Hakan AŞAN (2018). "Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisi ve İşletme Uygulamaları: Genel Bir Değerlendirme" Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33(1), 368-384.
- BAEK, C. and M. ELBECK, (2015). "Bitcoins as an Investment or Speculative Vehicle? A First Look" Applied Economics Letter, 22(1), 30-34.
- BAŞ, Hanife; "Yatırımcısına Yüzde 90 Kazandırdı! 1 Milyon Türk Bunu Yapıyor...", Milliyet: <https://www.milliyet.com.tr/galeri/yatirimcisina-yuzde-90-kazandirdi-1-milyon-turk-bunu-yapiyor-6129361/1> adresinden alındı, 03.15.2020
- BAUR, Dick G. and Thomas DİMPFL and Konstantin KUCK; (2018), "Bitcoin, Gold and the US Dollar – A Replication and Extension", Finance Research Letters(25), 103-110.
- CATANİA, Leopoldo and Stefano GRASSI and Francesco RAVOZZOLO; (2018), "Forecasting Cryptocurrencies Financial Time Series", Centre For Applied Macro-And Petroleum Economics(5), 62-70.
- ÇOLAK, Yusuf ve Ali Rıza SANDALCILAR; (2019), "Türkiye'de Sanal Para Değerinin Belirleyicileri: Bitcoin Üzerine bir Uygulama", Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi(10), 205-232.
- ÇÜTCÜ, İbrahim ve Yunus KILIÇ; (2018), "Bitcoin Dolar Kuru Arasındaki İlişki: Yapısal Kırımlı Zaman Serisi", Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi(5), 349-366.
- DİCKEY, David A. and Wayne A. FULLER; (1979), "Distribution of the Estimator for Autoregressive Time series with a Unit Root", Journal of the American Statistical Association(74), 427-431.
- DİRİCAN, Cüneyt ve İsmail CANÖZ; (2017), "The Coingretation Relationship Between Bitcoin Prises And Major Word Stock Indices: An Analysis With ARDL Model", journey Of Economics Finance And Accounting(4), 377-392.
- DYHRBERG, Anne Haubo; (2016), "Bitcoin, Gold And The Dollar – A GARCH Volatility Analysis", Finance Research Letters,(16), 85-92.
- DYHRBERG, Anne Haubo (2015). "Hedging Capabilities of Bitcoin. Is it Virtual Gold?" Finance Research Letters(16), 139-144.
- ENGLE, Robert and Clive GRANGER; (1987), "Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing", Econometrica(55), 251-276.

- GIL-ALANA, Luis Alberiko, Emmanuel Joel Aikins ABAKAH and María Fátima Romero ROJO (2020). "Cryptocurrencies and Stock Market Indices. Are They Related?" Research in International Business and Finance, 51.
- GRANGER, Clive W. J. ; (1981), "Some properties of Time Series Data and Their Use in Econometric Model Specification", Journal of Econometrics(23), 121-130.
- GRANGER, Clive W. J. and Gavon YOON; (2002), "Hidden Cointegration", San Diego: University of California Department of Economics Working Paper, 35-39
- GÜLEÇ, Ömer Faruk ve Emre ÇEVİK ve Nur BAHADIR; (2018), "Bitcoin ve Finansal Göstergeler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi", Kırklareli Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi(2), 18-37.,
- HATEMİ-J, Abdunasser and Manuchehr IRANDOUST; (2012), "Asymmetric Interaction between Government Spending and Terms of Trade Volatility: New Evidence from Hidden Cointegration Technique", Journal of Economic Studies, 39(3), 368-378.
- HENRIC, Andrew and Christian GOURIEROUX; (2015), "Noncausal Autoregressive Model in Application to Bitcoin/USD Exchange Rates", V.-N. Huynh, V. Kreinovich, S. Sriboonchitta, & K. Suriya içinde, Econometrics of Risk (s. 17-40). Cham: Springer.
- HUUMO, Jesse Yli, Deokyeon KO, Sujin CHOI, Sooyong PARK and Kari SMOLANDER (2016). "Where Is Current Research on Blockchain Technology?" A Systematic Review, 11(10).
- İNANÇLI, Selim ve Veysel İNAL; (2018), "Türkiye’de Alternatif Enerji Üretimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Saklı Eşbütünleşme Testi ile Analizi", Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi(4), 102-116.
- "Investing.com Bitcoin Endeksi (BTC/USD)", Investing.com:
<https://tr.investing.com/indices/investing.com-btc-usd-historical-data> adresinden alındı, 06 24, 2019
- JOHANSEN, Stevan; (1988), "Statistical Analysis of Cointegrating Vectors", Journal of Economic Dynamics and Control, 231-254.
- JOHANSEN, Stevan and Katarina JUSELİUS; (1990), "Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to Demand for Money", Oxford Bulletin of Economics and Statistics(52), 169-210.
- KANAT, Ersin ve Emrah ÖGET; (2018), "Bitcoin ile Türkiye ve G7 Ülke Borsaları Arasındaki Uzun ve Kısa ,Dönemli İlişkilerin İncelenmesi", Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 3(3), 601-614.
- KILIÇ, Yunus ve İbrahim ÇÜTCÜ; (2018), "Bitcoin Fiyatları ile Borsa İstanbul Endeksi Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisi", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi(3), 235-250.
- LANDGRAF, Nikolaus (2016). "Testing for Multiple Bubbles in Asset Prices" Research in Business and Economics, 1(1), 1-24.

- LANSITI, Marco and Karim L. LAKHANI (2017). "The Truth About Blockchain" Harvard Business Review, 95(1), 118-127.
- NAKAMOTO, Satoshi (2008). "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System" <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> adresinden alındı, 15.10.2020
- OKTAR, Suat ve Esengül SALİHOĞLU; (2018), "Merkezi Olmayan Dijital Para Birimlerinin Merkez Bankası Parasal Büyüklükleri İle İlişkisinin Analizi: Bitcoin Örneği", Social Sciences Studies Journal(4), 164-177.
- PHILLIPS, Peter C. B. and Pierre PERRON; (1988), "Testing for a Unit Root in Time Series Regression", Biometrika, 75(2), 335-346.
- PANAGIOTIDIS, Theodore, Thanasis STENGOS, and Orestis VRAYOSINOS (2019). "The Effects of Markets, Uncertainty and Search Intensity on Bitcoin Returns" International Review of Financial Analysis(63), 220-242.
- POLAT, Mustafa ve Adem AKBIYIK (2019). "Sosyal Medya ve Yatırım Araçlarının Değeri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Bitcoin Örneği" Akademik İncelemeler Dergisi, 14(1), 443-462.
- POLAT, Müslüm ve Eray GEMİCİ; (2018), "Bitcoin ve Altcoinler Arasındaki İlişki", T. Korkmaz, M. İ. Yağcı, İ. Ege, & T. T. Turaboğlu (Dü.), Uluslararası Katılımlı 22. Finans Sempozyumu 10-13 Ekim içinde, (s. 83-90). Mersin.
- ŞARKAYA İÇELLİOĞLU, Cansu ve Merve Büşra ÖZTÜRK ve Engin ÖZTÜRK; (2018), "Bitcoin ile Seçili Döviz Kurları Arasındaki İlişkinin Araştırılması 2013-2017 Dönemi için Johansen testi ve Granger Nedensellik Testi", Dergi Park Maliye ve Finans Yazıları(109), 51-70.
- ŞENER, Sefer ve Veli YILANCI ve Muhammed TRAŞOĞLU; (2013), "Petrol Fiyatları İle Borsa İstanbul'un Kapanış Fiyatları Arasındaki Saklı İlişkinin Analizi", Selçuk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi(26), 231-248.
- YERMACK, David "Bitcoin Gerçek Bir Para Birimidir Ekonomik Bir Değerlendirme" https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2370203 adresinden alındı, , 07 05, 2019