

Bitcoin, Döviz ve Altın İlişkisi: Ekonometrik Bir Yaklaşım

Esra Arslan, Hacettepe Üniversitesi, Finansal Ekonomi Master Programı Öğrencisi,
e-mail: arslan.esra@hacettepe.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2090-8297

Timur Han Gür, Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, İktisat Bölümü, Sorumlu Yazar,
e-mail: timurgur@hacettepe.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7190-2840

Öz

Bu çalışma kripto paralar arasında en bilinen ve yaygın olarak kullanılan Bitcoin (BTC) ile Avrupa Para Birimi Euro (EUR), İngiliz Sterlini (GBP) ve Altın (XAU) arasındaki ilişkinin boyutu ve yönü hakkında bilgi verme amacı taşımaktadır. Temmuz 2010 ile Aralık 2020 dönemine ait günlük veriler kullanılarak yapılan bu analizde Amerikan doları cinsinden ifade edilen Bitcoin, Euro, Sterlin ve Altın fiyatları arasındaki ilişki kısa ve uzun dönemli irdelenmiştir. Literatürde sıklıkla kullanılan zaman serisi analizlerinden; ADF, PP, KPSS birim kök testleri; Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik analizleri sonucunda çalışma bir yandan Bitcoin ve Döviz ve Altın Fiyatları arasında uzun dönemli bir ilişkinin olmadığı, dolayısı ile Bitcoin fiyatının büyük ölçüde kendi piyasa koşulları ile oluştuğu sonucuna ulaşırken diğer yandan İngiliz Sterlin'inden Bitcoin'e doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu sonucunu elde etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kripto Para, Bitcoin, Döviz Kuru, Granger Nedensellik

Jel Kodları: C01, C22

Bitcoin, Exchange Rates and Gold Relationship: An Econometric Approach

Abstract

The purpose of this study is to explore both the size and direction of the relationship between the most known and widely used cryptocurrency, Bitcoin (BTC) and European Currency Euro (EUR), British Pound (GBP), and Gold (XAU) prices. To examine short-run and long-run relationships between Bitcoin and major exchange rates and gold prices, which all expressed in the US Dollars, we use daily data between July 2010 and December 2020, and apply the most commonly used ADF, PP, KPSS unit root tests, Johansen Co-integration test, and Granger Causality Analysis. Our time-series analysis shows no strong long-term relationship between Bitcoin and prime exchange rates, therefore, concludes that Bitcoin's value is determined in its own market conditions. On the other hand, we find a unidirectional (one-way) causality from British Pound to Bitcoin.

Keywords: Crypto Currency, Bitcoin, Exchange Rate, Granger Causality

JEL Codes: C01, C22

1. Giriş

Günümüzde adını sıklıkla duyduğumuz kripto (sanal, dijital) paralar, hızla ilerleyen ve gelişen teknolojinin en yaygın kullanım alanlarından bir tanesini oluşturmaktadır. Kullanıcılarına bir banka ya da aracı kuruluşa ihtiyaç olmadan istenilen anda ve istenilen yerde en az işlem ücretleri ile ödeme imkânı sunan bu paralar herhangi bir ülke ya da merkezi bir kuruluşa bağlı olmadıkları için diğer para birimlerine kıyasla daha farklı bir güvenilirlik yapısına sahiptir. Kripto paraların değerleri kullanıcıların anlık alışverişi sonucunda oluşmaktadır. Kripto paralar bir yandan nakit paraya alternatif oluştururken (Evans ve Pughe, 2012), bir diğer yandan finansal sistem içerisinde kendi piyasa ve kurumlarını oluşturmaktadır. (Kerner, 2010). Dijital bir formata sahip oldukları için fiziksel bir görünüme ihtiyaç duymayan Kripto paraların hepsi aynı zamanda alternatif para niteliğindedir ve piyasada finansal birer varlık olarak da işlem görmektedirler.

Bitcoin başta olmak üzere kripto paraların kontrolü “BlockChain” veri tabanları üzerinden yapılmaktadır. (Cecily ve Sivitanides, 2015). Kullanımı giderek yaygınlaşan kripto paralar, özellikle de Bitcoin, günlük alışverişlerde kullanılmaya başlanmış, bu nedenle de kripto paraların kullanımı hakkında yasal kurallar getirilmeye başlanmıştır. (Hill, 2014). Bugün itibarıyla yaklaşık sayısı 10.000’i aşan kripto paraların, özellikle 2017 yılından sonra başta hisse senedi piyasaları ile giderek artan etkileşimi ve istikrarsız yapısı nedeniyle sermaye piyasaları üzerine olumsuz etkileri ve sistemik risk oluşturması birçok resmi otoritenin konuya ciddiyetle eğilmesine neden olmaktadır. Iyer (2022) bu konuya konuya dikkat çekerken başdöndürücü büyüme kaydeden bu piyasalar için neden yeni düzenlemelere ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymakta ve taşıdıkları sistemik risklere vurgu yapmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, kullanımı giderek yaygınlaşan, finansal bir varlık ve yatırım aracı olarak da finansal sistem içerisinde yerini alan Bitcoin ile ülkemizde çoğu kişinin yine yatırım aracı olarak kullandığı Döviz ve Altın fiyat hareketleri arasında herhangi bir ilişki olup olmadığını incelemektir. Bitcoin fiyatları ile Döviz ve Altın fiyatlar hareketleri arasında uzun dönemli ilişkinin varlığının tespiti ve kısa dönemli bu ilişkinin yönü ve etkileşimi belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma, alternatif yatırım araçlarını değerlendiren yatırımcılara fikir vermeyi amaçlarken kripto para piyasasına yönelik stilize olmuş özelliklerinin de ortaya çıkarılmasına katkı yapacaktır.

Çalışmanın *ikinci* bölümünde Kripto para kavramı ve tarihi gelişim süreci ile kripto paralar üzerine yapılan ve giderek artan çalışmalar gözden geçirilmiştir. Çalışmanın *üçüncü* bölümü veri seti ve kullanılan ekonometrik yöntemleri açıklarken, *dördüncü* bölüm ADF, PP, KPSS birim kök, Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik analizleri yapılarak elde edilen bulguları ortaya koymaktadır. *Beşinci* ve son bölümde ise Bitcoin, Döviz ve Altın fiyatları arasında bulunan ilişki temelinde kripto para piyasasına yönelik öneriler tartışılmıştır.

2. Kripto Para Kavramı ve Gelişim Süreçleri

2.1. Kripto Para Kavramı

Günlük yaşantımız içerisinde sıklıkla duyduğumuz kripto para kavramı, ‘cryptocurrency’, ‘crypto’ ve ‘currency’ kelimelerinden türetilmiştir. Kripto para, hayatımızın içerisinde yer edinmiş olan sanal paranın güvenliğinin artırılması amacıyla şifreleme bilimi ile birleşmesinden oluşmaktadır. Güvenliğin devamlılığı ve sürekliliğinin sağlanması amacıyla şifrelenen sanal paralar, somut halde kullandığımız paralardan farklı olarak sadece dijital platformda yer almaktadır. Sanal paraların şifrelenerek kullanıma sunulmasındaki amaç, bireylerin, kurum ve kuruluşlar nezdinde güven ortamının oluşması ve kullanımında devamlılığının sağlanması olarak özetlenebilir. Kripto paralar içerisinde muhasebe anlamında yeni olmasından kaynaklanan sorunlar olmasına rağmen özellikle Bitcoin, gerek bilinirliği gerekse de yayın kullanımını nedeniyle ön plana çıkmayı başarmış, birçok ülkede yaygın şekilde ödeme yöntemi ve yatırım aracı olarak kullanılmaya başlamıştır (Cecily ve Sivitanides, 2015).

Kripto paralar günlük hayatta sıklıkla kullandığımız elektronik para transferleriyle benzerlik gösterebilir de çeşitli farklılıkları bulunmaktadır. Bu paralar, herhangi bir merkezi yapıya bağlı değildir ve yönetim üssü olmayan bu sistemin denetimi “*Blok- Zincir* (Blockchain)” adı altındaki algoritmalar tarafında yapılmaktadır. Blockchain yapısının sağladığı kolaylık ve güvenilirlik nedeniyle kripto paralar uzun seneler bizimle olmaya devam edecek gibi görünmektedir (Atenies, Bernardo, Magri ve Medeiros, 2017). Saklama kolaylıkları, kendilerine has piyasalarının oluşması ve yatırımcılarına sunduğu getiri ile dikkat çeken bu paralar, (Baek ve Elbecks, 2015) bireylerin tercih ve istekleri doğrultusunda, bilindik sistemlerle ve ancak ilgili sistemin önceden belirttiği miktarlarla çoğaltılabilmektedirler (Low ve Teo, 2017). Buna karşın egemen devletler dolaşıma sundukları para arzı artış hızının sınırlanması konusunda pek de hassas davranmamaktadır. Özellikle kriz dönemlerinde para miktarını ihtiyaçları çerçevesinde ve herhangi bir para kuralına bağlı kalmadan artırabilen devletler, (Turkay ve Gur, 2019), biraz da bu nedenle kripto para yaratma veya kripto para yaratma süreçlerine müdahalede istekli davranmamaktadır.

Arz miktarının kontrolü ve şeffaflığın getirdiği güven ortamı dışında kripto paralar kolay el değiştirebilme özelliği açısından da kullanıcılarına kolaylık sağlamaktadır. Taşındıkları sistemik risklere rağmen zaman içerisinde fiyat hareketlerinin ve oynaklığının azalması,

güvenilirliğinin artarak kolay ödeme ve aynı zamanda birikim aracı olarak görülmeye devam edilmesi halinde kripto paraların ekonomik hayatımızın kaçınılmaz bir parçası olacağı kesindir. (Gingato, Rana, Tarabella ve Üçlü, 2017).

2.2. Bitcoin (BTC) ve Literatür

Bitcoin yaşantımıza ilk kez 2008 senesinde girmiştir. “Satoshi Nakamoto” takma ismini kullanan kişi ya da kişiler yayınlamış oldukları çalışma sayesinde Bitcoin’in varlığının temelini oluşturmuşlardır. Yaratıcısının kim veya kimler olduğu tam olarak hala bilinmeyen, herhangi bir kurum ve kuruluşa bağlı olmayan Bitcoin, zamanla ciddi bir para birimi, *ödeme aracı* ve aynı zamanda kendi borsasını yaratarak alternatif bir yatırım aracı olarak hayatımızda yer edinmiştir. Bitcoin dünyada isteyen tüm bireylerinin kullanımına olanak sağlarken kullanımı da oldukça kolaydır. ‘Cüzdan’ adı verilen programlardan herhangi birinin kurulmasının sağlanmasının ardından Bitcoin alma ve satma işlemlerine kolaylıkla başlanabilmekte, varlık transferi yapılabilmekte ve başka ülke para birimleri ile değiştirilebilmektedir. İlgili ‘*Cüzdanlar*’ üzerinden bireyler Bitcoin’lerini güvenli biçimde koruyabilir, yeniden alım satım işlemleri yapabilmektedirler. (Nakamoto, 2008).

Bitcoin ve digital finansal varlıkların fiyat hareketleri, getirileri ve piyasa özelliklerini inceleyen birçok çalışma yapılmıştır. Akademik çalışmalarda öncelikle Bitcoin ve diğer digital paraların para olma fonksiyonları incelenmiştir. Glaser vd.(2014), Yermack (2015), Hayes (2017)bu amaçla yapılan öncü çalışmalardan bazılarıdır. Bitcoin’in 2009 yılında hayatımıza girmesi, piyasasının oluşması ve alınıp satılır hale gelmesinden sonra özellikle de 2010 yıllarından itibaren yeterli verinin oluşmaya başlamasıyla birlikte Bitcoin getirileri üzerine istatistiksel çalışmalar yapılmaya başlandığını görmekteyiz. Spekülatif saik ve balon oluşumuna açık bir yapı olup olmadığının belirlenmesi üzerine yoğunlaşan bu çalışmalardan Eng-Tuck Cheah, John Fry (2015) ve Bariviera vd. (2017) gibi çalışmalarda para piyasaları, döviz kurları ve Bitcoin ilişkisi açıklanmaya çalışılmış, dolar günlük kur getirisini temel alınarak uzun dönemli bir ilişkinin varlığı test edilmiştir. 2011-2014 arasında gözlemlenen bu ilişkinin, 2014 sonrasında kaybolduğu sonucuna ulaşan bu çalışmalar, Tiwari vd. (2018) gibi daha uzun dönem verileriyle çalışan araştırmalardaki bulgularla uyumluluk göstermektedir. Bitcoin fiyat oluşumunda rassal yürüyüş (random walk) ve piyasa etkinliğinin varlığı ileri sürülürken, Bitcoin piyasasında fiyat oluşumunun kendine has bir yapısı olduğu konusunda belirli bir görüş birliğine ulaşıldığından bahsedilebilir.

Diğer yandan etkin piyasalar hipotezi çerçevesinde incelenen Bitcoin piyasasının gerçekte ne kadar etkin olduğu konusundaki çalışmalar da yapılmıştır. Chu and Nadarajah (2017), çalışmalarında 2010-2017 verileri ile Bitcoin getirilerinin etkin piyasa davranışlarının dışında olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bunun yanı sıra Balcılar vd. (2017), Bitcoin işlem hacmi, getiri ve fiyat dalgalanmaları arasındaki ilişkiyi inceleyerek ilişkinin yönünü belirlemeye çalışmıştır. 2011-2016 yıllarını kapsayan bu çalışmada yükseliş ve düşüş dönemleri Bitcoin işlem hacminin getiri beklentilerinden nispeten bağımsız olarak hareket ettiği sonucuna ulaşılmış, Bitcoin piyasasının kendine has dinamiklerinin varlığı ortaya konulmuştur.

Özellikle 2015 yılından başlamak üzere Bitcoin getirileri ile kıymetli maden ve emtia piyasaları arasındaki ilişkilerin de araştırıldığı başka bir çalışma alanının da ortaya çıktığını görmekteyiz. Rehmanan vd.(2019), 2012-2017 yılları verileri bazında Granger anlamında Bitcoin'den altın, gümüş, petrol, gaz ve buğday piyasalarına anlamlı bir ilişki ve nedensellik ortaya çıkarırken, Dyhrberg (2016), döviz kurları, faiz, hisse senedi ve altın ilişkisinin varlığını belirlemiş, Baur vd.(2018) ise Bitcoin, dolar ve altın fiyatlarını temel alarak inceleme yapmıştır. Ekonometrik modeller kullanılarak yapılan bu çalışmalarda, Bitcoin piyasasının ve getirisinin nispeten kendine has özellikleri olduğu, kendi piyasası içerisinde kıymetlenmediği ve diğer varlık getirileri ile ilişkisinin düşük olduğu sonucuna ulaşılmış, hatta döviz kurları ile ilişkisinin çok zayıf, bazen de negatif korelasyona sahip olduğu ortaya konmuştur.

Diğer yandan özellikle son dönemlerde kripto para ve Bitcoin piyasası getiri ve fiyat hareketlerini makroekonomik faktörlerle açıklamaya çalışan çalışmalar da artış görülmektedir. Blau vd.(2021), Bitcoin fiyat hareketleri ile enflasyon ilişkisini incelerken Bitcoin fiyat değişimlerinin Granger anlamında ileri dönem enflasyon artışlarına neden olduğunu ileri sürmektedir. Fiyat artış ve enflasyon beklentilerinin ise Bitcoin fiyat hareketlerini etkilemediği, yani tersine bir nedenselliğin olmadığı sonucu çalışmanın önemli bulgularındandır. Bu çıkarım Narayan vd. (2019), ve benzer çalışmalardan elde edilen sonuçlarla da desteklenirken Bitcoin getirilerinin parasal büyüklükler ile sıkı bir ilişkisinin olduğu ve dolayısı ile enflasyona karşı yatırımcısını koruma işlevini gördüğünü ortaya koymaktadır.

Bitcoin ve çeşitli döviz fiyatları ve getirileri üzerine Türkiye özelinde inceleyen çalışmaların sayısının da giderek arttığını gözlemlemekteyiz. Bu çalışmalar içerisinde Bitcoin ve döviz kurları getirilerinin ve risklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada Keçeci (2020), karşılaştırılan kripto paralar arasında en etkin kripto para biriminin Chainlink (link) olduğunu tespit ederken, Dirican ve Canoz (2017) çeşitli hisse senetleri ve finansal varlıklar ile Bitcoin arasındaki karşılaştırmada Bitcoin'in alternatif finansal yatırım aracı olabileme yönünden yatırımcısına daha yüksek getiri sağladığını gözlemlemiştir. Diğer yandan Münyas ve Atasoy (2021), gelişmekte olan ülkelerde kripto paralar ile alternatif yatırım araçları arasında bir ilişki saptandığını ve nedensellik olgusuna dikkat edilmesi gerektiği sonucuna ulaşırken çeşitli ülke borsa endeksleri ile Bitcoin ilişkisini inceleyen Hacker ve Hatemi (2006) da ortaya çıkan çift yönlü etkileşim bulgularına paralel sonuçlar elde etmiştir. Kılıç ve Çütçü (2018) ise Borsa İstanbul Endeksi ve Bitcoin fiyatlarını kullanarak yaptıkları çalışmada ilgili değişkenler arasında uzun dönemde eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisini incelemiştir. Diğer çalışmaların aksine değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı sonuca ulaşılan bu çalışmada Borsa İstanbul'dan Bitcoin para birimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu yönünde bulgulara ulaşılmıştır. Diğer yandan 2013-2018 tarihleri arasındaki veriler kullanarak altın ve çeşitli hisse senedi endeksleri arasında uzun dönemli ilişki ve nedensellik olgusunu inceleyen Öztürk vd. (2018), değişkenlerin uzun dönemde eşbütünleşik olmadığı sonucuna ulaşırken, Bitcoin ve altın değişkenleri arasında nedensellik olduğu sonucunu ileri sürmüştür. Koçoğlu, Çevik ve Tanrıöven (2019), ise Bitcoin ve üç farklı borsa endeksini Mayıs 2014 ile Eylül 2015 tarihleri verileri ile incelemiş,

değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi ve nedensellik bulunmadığını, Bitcoin özelinde kripto paraların oldukça riskli yatırım araçları olduğu sonucuna ulaşmıştır. Korkmaz (2018), ise Türkiye özelinde Bitcoin getirileri üzerinde dolar, euro ve altın fiyatlarının etkisini araştırmış, sıradan bir ilişkinin varlığını belirlemiştir. Bitcoin getiri ve fiyat dalgalanmaları üzerinde ise döviz ve altın fiyat balonlarının etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

3. Veri seti ve Yöntem

3.1. Veri Seti

Bu çalışma Amerikan doları cinsinden ifade edilen Bitcoin (BTC), Avrupa Birliği Para Birimi Euro (EUR), İngiliz Sterlini (GBP) ve Altın (XAU) arasındaki etkileşim ve ilişkiyi zaman serileri analizleri yardımıyla incelemektedir. Analizde kullanılan tüm değişkenler Türkiye'de yaygın kullanılan ve yatırım aracı olarak görülen döviz kurları ve altın fiyatlarından oluşturulmuş verilerdir. Çalışmada kullanılan döviz kuru verilerinin tamamı (www.investing.com.tr) adresinden alınmış, 20.07.2010 ile 30.12.2020 tarihleri arasındaki yaklaşık 10 yılı kapsayan günlük verilerden oluşturulmuştur. Çalışmada, değişkenlerin doğal logaritmik değerleri kullanılırken istatistiksel analizler için Eviews 8 paket programından yararlanılmıştır.

Çalışmaya dair yapılacak olan analizlerin öncesinde serilere ilişkin kullanılan değişkenler, tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon katsayılarına Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3' de yer verilmiştir.

Tablo 1: Çalışmada Kullanılan Değişkenler

Para Birimleri \$	Sembol	Fiyatı \$
Bitcoin	BTC	47.59
Euro	EUR	1.13
Sterlin	GBP	1.34
Altın	XAU	1.80

Kaynak: <https://tr.investing.com> (Erişim:29.12.2021)

Tablo 2: Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

VERİLER	Ortalama	Standart Hata	Maksimum	Minimum	Çarpıklık	Basıklık
LBTC	5.74	3.15	10.27	-2.30	- 0.79	2.7
LALTIN	7.23	0.14	7.63	6.95	0.61	2.3
LEURO	0.19	0.09	0.39	0.03	0.27	1.7
LSTERLİN	0.36	0.10	0.54	0.13	-0.17	1.4

Not: “L” harfi, değişkenlerin doğal logaritması alınmış gösterimini temsil etmektedir.

Tablo 1 ve 2 içerisinde ilgili değişkenlere ait; para birimleri, piyasa değeri; ortalama, standart hata, maksimum, minimum, çarpıklık, basıklık katsayılarına yer verilmiştir. Verilerden elde edilen dağılımların sağlamış oldukları örüntünün simetrik ya da simetrik olmadıkları yönünde çıkarsamalara çarpıklık ve basıklık katsayılarına bakılarak değerlendirilmektedir.(Özsoy, 2010).

Tablo 3: Değişkenlere İlişkin Korelasyon Katsayısı

	LBTC	LALTIN	LEURO	LSTERLİN
LBTC	1			
LALTIN	-0.14	1		
LEURO	-0.63	0.32	1	
LSTERLİN	-0.71	0.02	0.79	1

Tablo 3 içerisinde ilgili değişkenlere ilişkin korelasyon katsayılarına yer verilmiş ve korelasyon katsayısı; çalışmada kullanılan serilerin birlikte sergiledikleri değişimlerin gösterimi olmakla birlikte, 0 ve 1 aralığında değerler almaktadır. Bu değerler iki değişken arasındaki ilişkinin gücünü göstermektedir. (Şen, 2016).

3.2. Yöntem

Çalışmada kullanılan yöntem çerçevesinde ilk olarak serilerin durağanlıklarını belirlemektir. Bu amaçla kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon katsayıları incelenerek serilerin birim kök içerip içermediği araştırılmış, Augmented Dickey – Fuller (ADF), Philips Perron (PP) ve Kwiatkowski, Philips, Schmidt ve Shin (KPSS) birim kök testleri ile sınamalar yapılmıştır. Durağan olmayan seriler I(1) bir gecikmeli farkları alınarak %1 anlamlılık değerinde durağan, yani birinci dereceden bütünleşik seriler haline getirilerek zaman serisi analizleri yapılmış, Engle – Granger (1987) çalışması temelinde koentegrasyon bağlantısı ortaya konulmuş, sonrasında Johansen – Juselius (1988,1991) tarafından çoğul koentegrasyon yöntemi olarak geliştirilen VAR modeli Johansen Eşbütünleşme analizi uygulanmıştır. Çalışmada son olarak seriler arasındaki nedensellik ilişkisi

Granger (1969) tarafından ortaya atılan ve ilerleyen senelerde Sims (1972) tarafından geliştirilen Granger nedensellik analizi uygulanmıştır.

3.2.1. Birim Kök Analizleri

Zaman serisi çalışmalarında ilgili serinin durağan bir yapıda olup olmaması, özellikle birim köklü bir yapısının bulunup bulunmaması önemli bir noktadır. Değişkenlerin arka planda bulunan olasılıklı süreçlere dair bilgiler edinebilmek ve çözümleyebilmek için durağan olasılıklı süreç kullanılmakta, serilerin durağan olup olmadıklarını karar verebilmek için ise birim kök testleri uygulanmaktadır. Eğer seri durağan bir örüntüde değilse sağlıklı sonuçlar vermeyecektir. (Gujarati, 1999:718).

Bu noktalardan hareketle bu çalışmada ilk olarak kullanılan veri setlerinin durağanlık yapısı hakkında bilgi edinmek için birim kök testleri uygulanmıştır. İlgili literatürde sıklıkla kullanılan Augmented Dickey Fuller (ADF, 1979), Philips Perron (PP, 1988) ve Kwiatkowski, Philips, Schmidt ve Shin (KPSS) birim kök testleri bizimde bu çalışmada başvurduğumuz standart testlerdir.

ADF Birim kök analizine dair modeller;

sabitin ve trendin yer almadığı model,
$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \beta_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + u_t$$

sabitin yer aldığı model,
$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \gamma Y_{t-1} + \beta_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + u_t$$

sabitin ve trendin yer aldığı model,
$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \gamma Y_{t-1} + \beta_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + u_t$$

ADF birim kök testine ait temel hipotez $H_0: \gamma = 0$, Y değişkeni birim kök içermektedir yönünde kurulurken alternatif hipotezi ise $H_1: \gamma < 0$, Y değişkeni birim kök içermediği yönünde kurulmuştur. Bu durum ilgili değişkenlerin durağan bir yapıda olduğunu göstermektedir. Değişkenler I(0) düzey değerinde birim kök içeriyorsa, durağan bir yapıda oldukları yani birim kök taşıdıkları sonucuna ulaşılırken, değişkenlerin I(1) birinci farkının alınmasından sonra durağan hale gelmeleri durumunda bu değişkenler için 1.dereceden bütünleşik seri oldukları sonuca ulaşılmaktadır. Zaman serileri analizlerine ilişkin, birim kök testleri ve değişkenlerin bütünleşik olması durumlarını içeren detaylı açıklamalara (Dickey ve Fuller, 1979) çalışmasından ulaşılabilir.

Çalışmalarda bir başka yaygın kullanılan birim kök testi ise Phillips Perron (PP) birim kök testidir. (Phillips ve Perron, 1988) Bu test, DF ve ADF birim kök analizlerinin ilgili varsayımlara gerektiği gibi uyulmadığında elverişsiz olduğu düşüncesiyle sorunu çözümleyebilmek için hata terimlerinde düzenlemeyi sağlayan parametrik olmayan bir testtir. PP birim kök testine ilişkin modeller aşağıda verilmiştir;

$$Y = \mu + \phi^1 Y_{t-1} + u_t$$

$$(1 - \phi^1 L) Y_t = \mu + u_t$$

PP birim kök testinde temel hipotez seri birim kök içermektedir yönünde kurulurken, serinin alternatif hipotezi ise; seri birim kök içermemektedir yönünde kurulmaktadır. İlgili birim kök testinde, hata terimleri ortalamasının sıfıra eşit olduğu, otokorelasyon barındırdığı ve varyansının sabit olduğu varsayımlarına uygunluk söz konusu olmayabilir. Literatürde sıklıkla yer alan ve bu çalışmada kullanılan son birim kök testi olan Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin tarafından geliştirilen KPSS birim kök testi serilerin içermiş olduğu deterministik trendin giderilmesiyle serinin durağan bir örüntüye girmesi sağlamaktadır. KPSS birim kök testine ilişkin model;

$$y = x_t \delta + u_k$$

Burada x_t ; sabit ve sabit trendi kapsayan deterministik tamamlayıcı öge konumunda olmakla birlikte, temel hipotez $H_0: P < 1$ seride birim kök bulunmadığı yönünde kurulmuştur. Alternatif hipotezi ise $H_1: P = 1$ yönünde kurulmaktadır. LM istatistiği KPSS testinden elde edilen kritik değerleriyle karşılaştırılarak bir sonuca ulaşılabılır.

3.2.2 Johansen Eşbütünleşme Analizi

Johansen (1988) ve Johansen ve Juselius (1990) zaman serisi analizleri sıklıkla tercih edilen ve Johansen Eşbütünleşme Analizi olarak bilinen yaklaşımı geliştiren çalışmalardır. $I(0)$ düzeyinde durağan bir örüntüde bulunmayan serilerin uzun bir zaman diliminde ortak hareket edip etmediğinin test edildiği bu yaklaşım zaman serisi analizlerinde sıklıkla kullanılan bir yaklaşımdır. Seriler $I(0)$ düzey değerinde durağan bir yapıda olmayıp, ancak modelde kullanılan tüm değişkenlerin $I(1)$ 1.dereceden entegre olduğu zamanlarda kullanılan bu analiz temelde iz değeri ve maksimum öz değer istatistiği hesaplanarak yapılmaktadır. Analize başlamadan önce değişkenlerin durağanlık yapılarının incelenmesi esas teşkil etmektedir. Serilerin düzey ve 1.derece farkı alınmış değerlerinin de içerisinde bulunduğu Vektör Otoregresif (VAR) yapının testine dayanan bu analizi ifade eden denklem aşağıda yer almaktadır.

$$\Delta X_t = \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta X_{t-k+1} + \pi X_{t-k} + \mu + e_t$$

π Matrisinin rankı 1 veya 1'den daha çok olması durumunda; 1 veya daha fazla sayıda eşbütünleşik vektör olduğu ve bu durumun değişkenlerin uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisinin varlığını göstermektedir. π Matrisinin rankının bulunabilmesi için iz ve maksimum öz değer istatistiği kullanılmaktadır. İlgili denklem aşağıda yer almaktadır.

İz istatistiği:

$$\lambda_{trace} = -T \cdot \sum_{i=r+1}^p \ln(1 - \lambda_i)$$

Maksimum öz değer istatistiği:

$$\lambda_{max} = -T \cdot \ln(1 - \lambda_{r+1})$$

3.2.3. Granger Nedensellik Analizi

Clive Granger (1969) tarafından ortaya konulan Granger nedensellik analizi, bir zaman serisinin başka zaman serisinin tahmininde kullanıp kullanılmayacağı sınanmaktadır. VAR modelinin doğru işleyebilmesi için değişkenlerin durağan bir yapıda olması gerekmektedir. Birlikte uygun gecikme uzunluğunun doğru tespit edilmesi güvenilir sonuçlar elde etmek açısından önemlidir.

Granger nedensellik analizinde kullanılan modeller;

$$X_t = \sum_{i=1}^m \lambda_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^m \delta_j Y_{t-j} + u_{1t}$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^m a_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^m B_j X_{t-j} + u_{2t}$$

Analizde kullanılan temel hipotez, $H_0: \delta_j = 0$ Y, X'in Granger nedeni değildir şeklinde kurulurken, alternatif hipotezi ise, $H_1: \delta_j \neq 0$ Y, X'in Granger nedeni değildir şeklinde kurulmaktadır.

4. Bulgular

Çalışmanın bu aşamasında Bitcoin, Döviz Kurları ve Altın fiyatlarına ilişkin veriler birim kök taşıyıp taşımadıklarını sınamak için ADF, PP ve KPSS birim kök testlerine tabi tutulmuşlardır. Bu testlerden elde edilen sonuçlara Tablo 4 ve Tablo 5'te yer verilmiştir.

Tablo 4: Kullanılan Değişkenlere İlişkin ADF ve PP Birim Kök Analizleri

Değişken	Düzy	ADF		PP	
		Katsayı	Olasılık	Katsayı	Olasılık
LBTC	(0)	-2.75	0.21	-2.65	0.25
	(1)	-27.63	0.00*	-55.28	0.00*
LXAU	(0)	-1.19	0.19	-1.19	0.91
	(1)	-52.10	0.00*	-52.10	0.00*
LEUR	(0)	-1.97	0.61	-1.89	0.65
	(1)	-52.69	0.00*	-52.73	0.00*
LGDP	(0)	-2.70	0.23	-2.62	0.26
	(1)	-51.08	0.00*	-51.17	0.00*

Not: *, **, ***, sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini temsil etmektedir.

Tablo 5:Kullanılan Değişkenlere İlişkin KPSS Birim Kök Analizi

Değişkenler	İstatistik Değeri	LM-Katsayısı I(0)	LM-Katsayısı I(1)
LBTC	Test İstatistik Değeri	5.77	0.33
	%1	0.73	0.73
	%5	0.46	0.46
	%10	0.34	0.34
LXAU	Test İstatistik Değeri	1.07	0.18
	%1	0.73	0.73
	%5	0.46	0.46
	%10	0.34	0.34
LEUR	Test İstatistik Değeri	4.22	0.10
	%1	0.73	0.73
	%5	0.46	0.46
	%10	0.34	0.34
LGDP	Test İstatistik Değeri	5.31	0.08
	%1	0.73	0.73
	%5	0.46	0.46
	%10	0.34	0.34

Serilerden elde edilen grafikler incelendiğinde sabitli ve trendli modelin kullanılmasına karar verilmiştir. Uygulanan ADF, PP, KPSS üç ayrı birim kök testi sonucunda %5 anlamlılık düzeyi ve I(0) düzey değerlerinde serilerin birim kök taşıdığı sonucuna ulaşılmıştır. Tüm değişkenler, I(1) birinci farkları alınmasından sonra durağan hale getirilmiş ve çalışmanın devamında yapılacak olan Johansen Eşbütünleşme analizi için gerekli ön koşul sağlanmıştır. Birim kök analizlerinin tamamlanmasının ardından değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığının olup olmadığını tespit edebilmek için Vektör Otoregresif Model (VAR) kurulmuş, uygun gecikme sayısı belirlenmiş ve Johansen Eşbütünleşme analizi yapılmıştır.

4.1. Vektör Otoregresif Model (VAR) ile Uygun Gecikmenin Belirlenmesi ve Johansen Eşbütünleşme Analizi

Çalışmanın bu aşamasında birinci farklar alınarak çözülen birim kök sorunu veri kayıpları yarattığı ve serilerin içerisinde taşınan bilginin azalması sonucunu yarattığı problemlerin önüne geçilebilmesi için kısıtsız Vektör Otoregresif Model (VAR) kurulmuş, elde edilen bulgulara Tablo 6 içerisinde yer verilmiştir.

Tablo 6: Vektör Otoregresif Model (VAR) ile Uygun Gecikmenin Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	2176.02	NA	2.38e-06	-1.59	-1.58	-1.59
1	-33212.16	61958.16	2.96e-16	-24.36	-24.36*	-24.39*
2	33227.72	31.03	2.96e-16	-24.40	-24.32	-24.37
3	33240.08	24.59	2.96e-16	-24.40	-24.29	-24.36
4	33261.66	42.88*	2.95e-16*	-24.40*	-24.25	-24.35
5	33227.09	30.62*	2.95e-16	-24.40	-24.22	-24.34
6	-33289.64	24.86	2.96e-16	-24.40	-24.18	-24.32
7	-33295.36	11.32	2.98e-16	-24.39	-24.14	-24.3
8	33300.70	10.54	3.01e-16	-24.38	-24.10	-24.28

Tablo 6 içerisinde yer alan bilgiler incelendiğinde, gecikme uzunluğunun tespitine yönelik kullanılan sırasıyla: LR (Olabilirlik Oranı), FPE (Son Tahmin Hatası), AIC (Akaike), SIC (Schwarz) ve HQ (Hannan-Quin) bilgi kriterleri gecikme uzunluğunun 4 olduğunu ortaya koymaktadır. Uygun gecikme uzunluğunun tespit edilmesinin sonra Johansen Eşbütünleşme Analizi uygulanarak değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin olup olmadığı incelenmiştir. Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığının incelenmesi için iz istatistiği ve en büyük özdeğer istatistiği sonuçları kullanılmıştır. Tablo 7 içerisinde İz İstatistiği ve En Büyük Özdeğer İstatistiği sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 7: Johansen Eşbütünleşme Analizi

Hipotezler	İz Testi İstatistiği			Maksimum Özdeğer İstatistiği		
	İz İstatistiği	0.05 Kritik Değeri	Olasılık	Max- Eingen Değeri	0.05 Kritik Değeri	Olasılık
$r=0$	27.39	47.85	0.83	14.87	27.58	0.75
$r\leq 1$	12.51	29.79	0.91	6.53	21.13	0.96
$r\leq 2$	5.98	15.49	0.69	3.73	14.26	0.88
$r\leq 3$	2.244	3.841	0.13	2.24	3.841	0.13

Tablo 7 içinde yer alan 2 ayrı test incelendiğinde, kullanılmış olan değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmadığı görülmekte, Eşbütünleşme ilişkisi yoktur yönünde kurulan H0 temel hipotezi reddedilememektedir.

4.2. Granger Nedensellik Analizi

Değişkenler arasında uzun dönemli herhangi bir ilişkinin olup olmamasının belirlenmesi sonrası bu çalışma, son aşamada ilişkinin gücünün ve yönünün tespiti amacıyla gütmemektedir. Bu nedenle literatürde yaygın olarak kullanılan Granger Nedensellik analizi uygulanarak elde edilen sonuçları Tablo 8 içerisinde yer verilmiştir.

Tablo 8: VAR / Granger Nedensellik Analizi Sonuçları

Temel Hipotezler	Katsayı	Olasılık
DBTC DEUR 'nin Granger nedeni değildir.	0.78	0.37
DBTC DGDP 'nin Granger nedeni değildir.	2.55	0.11
DBTC DXAU 'nun Granger nedeni değildir.	0.18	0.66
DEUR DBTC 'nin Granger nedeni değildir.	1.74	0.18
DEUR DGDP 'nin Granger nedeni değildir.	1.11	0.28
DEUR DXAU 'nun Granger nedeni değildir.	1.77	0.18
DGDP DBTC 'nin Granger nedeni değildir.	4.81	0.02**
DGDP DEUR 'nin Granger nedeni değildir.	0.03	0.86
DGDP DXAU 'nun Granger nedeni değildir.	0.99	0.75
DXAU DBTC 'nin Granger nedeni değildir.	2.01	0.15
DXAU DEUR 'nin Granger nedeni değildir.	0.53	0.46
DXAU DGDP 'nin Granger nedeni değildir	0.43	0.50

Granger Nedensellik analizine ait Tablo 8 içerisinde yer alan bilgiler incelendiğinde, İngiliz Sterlin'inden Bitcoin'e doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir.

5. Sonuç

2008 yılında yaşanan küresel ekonomik kriz nedeniyle özellikle Amerikan Dolarında ciddi bir değer kaybının oluşması ve miktarsal kolaylıklar adı verilen geleneksel olmayan para politikası uygulaması ile dolar arzının kontrolüne dair ortaya çıkan sıkıntı ve şüpheli yaklaşım Bitcoin olarak tanımlanan kripto paranın ortaya çıkışında ve kabul görmesinde en büyük etken olmuştur. Herhangi bir merkezi yapıya bağlı olmaması yönüyle yatırımcıların dikkatini çeken Bitcoin, kullanımının yaygınlaşması ile birlikte finansal bir varlık olarak da kendini kabul ettirmeye başlamış ve kripto para devriminin de başlangıcını oluşturmuştur. Teknolojik gelişmenin baş döndürücü bir hızla erişmesi, internet ortamında alışverişin ve yatırımın olağanüstü oranda artışı dijital paraları popüler hale getirirken, bu paraların kullanıcı sayısında ciddi artışlar yaşanacağı öngörülmesi şaşırılacak bir durum değildir.

Bu çalışma yaygın kullanıma sahip Bitcoin ile altın ve temel döviz kurları arasındaki kısa ve uzun dönemli muhtemel ilişki ve etkileşimi ortaya çıkarmak amacıyla yapılmış-

tır. Tümü Amerikan Doları dolar cinsinden ifade edilen ve yaklaşık son 10 yıllık Bitcoin (BTC), Avrupa Para Birimi Euro (EUR) ve İngiliz Sterlini (GBP) kurları ve Altın (XAU) fiyatları kullanılarak yapılan bu çalışma değişkenler arasında uzun dönemli Eşbütünleşme ilişkisinin varlığını sınımış ve varsa eğer etkileşimin yönü belirlemeye çalışmıştır. Benzer zaman serisi çalışmalarında da kullanılan ADF, PP, KPSS birim kök testleri, Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik analizleri sonucunda Amerikan doları cinsinden Bitcoin ile Euro ve Sterlin döviz kurları ve Altın fiyatları arasında kayda değer bir ilişki tespit edilememiş; ancak İngiliz Sterlin'inden Bitcoin'e tek yönü bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen bulguları özetlersek bu çalışma, anlık hızlı işlem ve düşük transfer ücretleri gibi avantajları nedeniyle kullanımı giderek yaygınlaşan ve yatırımcılar açısından da günümüzde ciddi bir finansal bir varlık olarak görülen Bitcoin'in kendine has bir piyasa, işleyiş ve değer yapısının olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. Bu alandaki birçok çalışma bulguları ile örtüşen bu tespit, Bitcoin özelinde kripto paraların çoğu döviz kuru getirileri ile uzun dönemli bir ilişkiye sahip olmadığı anlamını taşımaktadır. Çalışmadan elde edilen diğer bir bulgu ise İngiliz Sterlini kur değişim ve hareketlerin Bitcoin fiyat değişikliklerinin açıklanmasında kayda değer bir faktör olabileceğidir. Tüm finansal varlıklar gibi piyasa riski başta olmak üzere riskli bir yatırım enstrümanı olan Bitcoin'e yatırım yapacak yatırımcıların İngiliz Sterlini kur hareketleri ve değişimlerine dikkat etmeleri gerektiği önerisi yapılabilir.

Kaynakça

- Ateniese, G., Faonio, A., Magri, B., & Medeiros, B. (2014). Certified Bitcoin. *International Conference on Applied Cryptography and Network Security*, 85.
- Baek, C., & Elbeck, M. (2015). Bitcoins as an Investment or Speculative Vehicle? A First Look. *Applied Economics Letters*, 30-34.
- Balcılar, M., Bouri, E., Gupta, R., & Roubaud, D. (2017). Can Volume Predict Bitcoin Returns and Volatility? A quantiles-Based Approach. *Economic Modelling*, 64, 74-81.
- Bariviera, A. F., Basgal, M. J., Hasperue, W., & Naiouf, M. (2017). Some Stylized Facts of the Bitcoin Market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 82-90.
- Baur, D.G., Dimpfl, T., & Kuck, K. (2018). Bitcoin, Gold and the Dollar a Replication and Extension. *Finance Research Letters*, 25.
- Blau, B. M., Griffith, T.G., & Whitby, R.J. (2021). Inflation and Bitcoin: A Descriptive Time-Series Analysis. *Economics Letters*, 203.
- Chan, S., Chu, J., Zhang, Y., & NBadarajah, S. (2022). An Extreme Value Analysis of the Tail relationships between Returns and Volumes for High Frequency Cryptocurrencies. *Research in International Business and Finance*, 59, 10154.
- Cheah, E.T., & Fry, J. (2015). Speculative Bubbles in Bitcoin Markets? An Empirical Investigation Into the Fundamental Value of Bitcoin. *Economics Letters*, 32-36.
- Chu J, Nadarajah S, & Chan, S. (2015). Statistical Analysis of the Exchange Rate of Bitcoin. *PLoS ONE* 10(7): e0133678. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133678>
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1974). Distributions of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 427-43.

- Arslan, E. & Gür, T. H. (2022). Bitcoin, döviz ve altın ilişkisi: Ekonometrik bir yaklaşım. *Efil Journal of Economic Research*, 5(1), 53-68.
- Dirican, İ. C. (2017). The Cointegration Relationship Between Bitcoin Prices and Major World Stock. *Journal of Economics Finance and Accounting*, 383-389.
- Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, Gold and the Dollar—A GARCH Volatility Analysis”, *Finance Research Letters*, 85-92.
- Giungato, P., Rana. R., Tarabella, A., & Tricase, C. (2017). Current Trends in Sustainability of Bitcoins and Related Blockchain Technology. *Sustainability*, 14-22.
- Glaser, F., Zimmermann, K., Haferkon, M., Weber, M.C., & Siering, M. (2014). Bitcoin - Asset or Currency? Revealing Users’ Hidden Intentions. *ECIS 2014 (Tel Aviv)*, April, SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2425247>.
- Gujarati, D. N. (1999). *Temel Ekonometri*. İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Hacker, R.S., & Hatemi-J. A. (2006). Tests for Causality Between Integrated Variables Using Asymptotic and Bootstrap Distributions: Theory and Application. *Applied Economics*, 1489-1500.
- Hayes, A. S. (2017). Cryptocurrency value formation: An Empirical Study Leading to a Cost of Production Model for Valuing Bitcoin. *Telematics and Informatics*, 1308-1321.
- Hill. K. (2014). China Bites Into Bitcoin. *Forbes*, 43. <https://www.forbes.com/sites/kashmir-hill/2014/01/06/china-bites-into-bitcoin/?sh=6a353d8645cc> , (Erişim: 06.03.2022).
- Iyer, T. (2022). Cryptic Connections. *IMF Global Financial Stability Notes*, <https://www.imf.org/en/Publications/global-financial-stability-notes/Issues/2022/01/10/Cryptic-Connections-511776> , (Erişim: 06.03.2022).
- Keçeci, N. F. (2020). A Comparative Nonparametric Analysis on Crypto Currency Exchange Rate Returns. *PressAcademia*, 36.
- Kerner, S. (2010). Why Marc Andreessen is Bullish on Bitcoin. *Eweek*, 3.
- Kılıç, Y., & Çütçü, İ. (2018). Bitcoin Fiyatları ve Borsa İstanbul Endeksi Arasındaki Eşbütünlük ve Nedensellik İlişkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 235-247.
- Koçoğlu, Ş., Çevik, Y.E., & Tanrıöven, C. (2019). Bitcoin Piyasalarının Etkinliği, Likiditesi ve Oynaklığı. *Journal of Business Research Turk*, 78-92.
- Korkmaz, Ö. (2018). The Relationship between Bitcoin, Gold and Foreign Exchange Returns: The Case of Turkey. *Turkish Economic Review*. Vol.5, Issue 4, December.
- Kumar, P. K., Narayan, S., Rahman, R.E., & Setiawan, I. (2019) Bitcoin Price Growth and Indonesia’s Monetary System. *Emerging Markets Review*, 364–376.
- Low, K. F., & Teo, E. G. S. (2017). Bitcoins and Other Cryptocurrencies as Property?. *Law Innovation and Technology*, 235-268.
- Münyas, T., & Atasoy, F. (2021). An Empirical Investigation of the Relationship Between Bitcoin and Developed and Developing Country Stock Markets. *Journal of Accounting Finance and Auditing Studies*, 7(3), 104-118.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. https://klausnordby.com/bitcoin/Bitcoin_Whitepaper_Document_HD.pdf, (Erişim: 06. 03. 2022).
- Nadarajah, S., & Chu, J. (2017). On the inefficiency of Bitcoin. *Economics Letters*, 6-9.
- Öztürk, M. B., Arslan, H., Kayhan, H., & Uysal, M. (2018).ç Yeni Bir Hedge Enstrümanı Olarak Bitcoin: Bitonomi. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 228-235.
- Özsoy, P. (2010). *Sıklık Dağılımlarının Şekilleri, İktisat ve İşletmeciler İçin İstatistik*. Ankara, Siyasal Kitapevi, 75.
- Pughe, C.E. (2012). From Megabytes to Megabucks to Technology. *Engineerring*, 59-61.
- Raiborn, C.A., & Sivitanides, M. (2015). Accounting Issues Related to Bitcoins. *Journal of Corporate Accounting & Finance*, 25-34.

- Arslan, E. & Gür, T. H. (2022). Bitcoin, döviz ve altın ilişkisi: Ekonometrik bir yaklaşım. *Efil Journal of Economic Research*, 5(1), 53-68.
- Rehmanan, U., & Apergis, N. (2019). Determining the Predictive Power Between Cryptocurrencies and Real time Commodity Futures: Evidence from Quantile Causality Tests. *Resources Policy*, 603–616.
- Tiwari, K., Jana, R. K., Das, D., & Roubaud, D., (2018). Informational Efficiency of Bitcoin-An Extension. *Economics Letters*,106-109.
- Turkay, M., & Gur, T.H. (2019). Heterogeneous Impact of Quantitative Easing on Government Bond Yields. *Prague Economic Papers*, Prag University of Economics and Business, 178-195.
- Yermack, D. (2015). Is Bitcoin a Real Currency? An Economic Appraisal. *Handbook of Digital Currency*. *Academic Press*, 31-43.