

Atıf/Citation:

Şanlı, Ö. (2025). Kripto Varlık Getirileri ile Emtia Fiyatları Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Varlık Bazlı Bir Zaman Serisi Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 26(2): 371-386.
<https://doi.org/10.24889/ife.1699328>.

KRİPTO VARLIK GETİRİLERİ İLE EMTİA FİYATLARI ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ: VARLIK BAZLI BİR ZAMAN SERİSİ ANALİZİ

Özgün ŞANLI*

ÖZ

Dijitalleşmenin hız kazandığı ve yatırımcıların alternatif yatırım araçları arayışında olduğu son dönemde kripto varlıklar, finansal piyasalarda ilgi gören bir yatırım seçeneği haline gelmiştir. Kripto varlıkların işlem hacminin artması ile birlikte, söz konusu varlıklar ve getirilerini etkileyen faktörlerin incelenmesi önemli bir hal almıştır. Bu çalışmanın amacı, kripto varlıklar ve emtia piyasaları arasındaki ilişkiyi incelemektir. Bu amaçla, yüksek piyasa değerine sahip olan on bir farklı kripto varlığın getirileri ile emtia endeksindeki değişim arasındaki ilişki, Temmuz 2020 – Nisan 2025 dönemine ait haftalık veriler kullanılarak incelenmiştir. Araştırma kapsamına alınan değişkenler arasındaki ilişki Fourier Granger nedensellik testi ile incelenmiştir. Analiz sonuçlarında; XRP, LEO, HBAR, LTC ve XMR ile DJCI arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Diğer taraftan BTC, ETH BNB, SOL, TRX ve XLM değişkenleri ile DJCI arasında herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Araştırma sonuçlarına dayanarak, emtia piyasalarının kripto varlıklar üzerinde etkili olduğu, ancak söz konusu etkinin varlık bazında farklılık gösterdiği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Kripto Varlıklar, Emtia Fiyatları, Finansal Piyasalar, Fourier Granger Nedensellik Testi

Jel Sınıflandırması: G10, G12, G15, C32

CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN CRYPTOCURRENCY RETURNS AND COMMODITY PRICES: A TIME SERIES ANALYSIS BASED ON INDIVIDUAL ASSETS

ABSTRACT

In the recent period when digitalization has gained momentum and investors have been in search of alternative investment instruments, crypto assets have become an investment option that attracts interest in financial markets. With the increase in the trading volume of crypto assets, examining the factors affecting these assets and their returns has become important. The aim of this study is to examine the relationship between crypto assets and commodity markets. For this purpose, the relationship between the returns of eleven different crypto assets with high market capitalisation and the changes in the commodity index was examined using weekly data covering the period from July 2020 to April 2025. The relationship between the variables included in the research was analyzed using the Fourier Granger causality test. According to the analysis results, a unidirectional causality relationship was found between XRP, LEO, HBAR, LTC, and XMR and the DJCI. On the other hand, no causality relationship was found between BTC, ETH, BNB, SOL, TRX, and XLM and the DJCI. Based on the research findings, it can be stated that commodity markets have an effect on crypto assets; however, this effect varies on an asset basis.

Keywords: CryptoAssets, Commodity Prices, Financial Markets, Fourier Granger Causality Test

Jel Classification: G10, G12, G15, C32

* Dr. Öğr. Gör., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Saray Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Tekirdağ, Türkiye. E-posta: osanli@nku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5085-7307

1.GİRİŞ

Finansal piyasaların, fon akışını sağlama, fiyat belirleme, riskin dağıtılması ve tasarrufların yatırımlara dönüşmesini sağlama gibi birçok görevi bulunmaktadır. Finansal piyasalarda işlem gören araçlardan her biri yatırımcısına farklı bir risk-getiri alternatifi sunar. Örneğin; tahvil ve bonolar nispeten düşük riskli ve sabit getirili araçlar iken, hisse senetleri ve kripto varlıklar yüksek riskli ve nispeten yüksek getirili finansal araçlardır. Emtialar ise hem finansal araç hem de reel mal niteliği taşıdığından dolayı, yatırımcı ve üretici-tüketici bakımından önem arz etmektedir. Örneğin, petrol farklı finansal piyasalarda (spot, opsiyon vb.) işlem gören bir varlık iken, aynı zamanda reel piyasada da alınıp satılan bir üründür. Söz edilen finansal araçların her biri finansal piyasaların birer unsurudur ve birbirlerinin fiyat hareketlerini doğrudan ya da dolaylı bir şekilde etkiler.

Emtia piyasaları; altın, petrol, buğday gibi birçok ürünün alınıp satıldığı piyasalardır. Emtia piyasasında yer alan ürünlerin, maliyetler ve dış ticaret dengeleri üzerindeki etkisinden dolayı makroekonomik göstergeleri etkileyebilir. Emtia fiyatlarının ekonomi üzerindeki etkileri, son yıllarda bu varlıkların finansal piyasalarda işlem görmesiyle daha da artmıştır. Özellikle altın veya gümüş gibi kıymetli metal fiyatlarında meydana gelen değişimler, döviz kurları, hisse senedi veya kripto varlıkları etkileyebilir.

Kripto varlıklar, merkezi bir otoriteye bağlı olmadan, herkese açık bir işlem defteri (blokzincir) vasıtasıyla taraflar arasında güvenli şekilde değer transferine olanak tanıyan dijital varlıklardır (Catalini ve Gans, 2020, s.80). Teknolojik gelişmeler ve dijitalleşmenin sonuçlarından biri olarak ortaya çıkan kripto varlıklar, önceleri bir mübadele aracı olarak görülürken, bugün aynı zamanda yatırım araçları olarak da görülmektedir. Kripto paraların temel özelliklerinden biri, herhangi bir merkez bankasının takdirine bağlı olmadan ihraç edilmeleri ve ihraçların açık algoritmalar ile şeffaf bir şekilde gerçekleştirilmeleridir (Glaser vd., 2014, s.1). Blokzincir, şeffaf ve güvenli bir biçimde kaydedildiği, merkeziyetsiz yapıdaki veri kayıt sistemidir. Sistemde her blok kendinden önceki bloğa şifreli olarak bağlıdır ve veri doğruluğunu ağ kullanıcılarının tamamı onaylamaktadır. Bu sayede sistem, güvenli bir altyapı sunar (Narayanan vd., 2016, s.25). Literatürde, blokzincir altyapısına dayanan kripto varlıklar token ve coin olarak ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan coin, kendi blokzinciri üzerinde çalışan varlık ilken; token ise, başka bir blokzincir üzerinde oluşturulmuş kripto varlıklardır (Schar, 2021, s.156-157). Coin ve token gibi kripto varlıkların sayısında meydana gelen artışlar, piyasa katılımcılarına yatırım fırsatları sunmaktadır. Bu sebepten söz konusu varlık fiyatlarını ve getirilerini etkileyen faktörlerin incelenmesi önem arz etmektedir.

Son dönemde kripto varlıklara olan ilginin artması, bu varlıkların finansal sistem içerisindeki yerinin genişlemesini ve öneminin artmasını sağlamıştır. Söz konusu varlıkların finansal sistem içerisindeki öneminin artması, bu varlıkların makroekonomik değişkenler ve geleneksel piyasa unsurları ile nasıl bir etkileşim içerisinde olduğunun incelenmesini gerekli kılmıştır. Özellikle emtia piyasaları gibi hem reel hem de finansal temelli olan piyasalar ile kripto varlıklar arasındaki ilişkinin incelenmesi, piyasa dinamiklerinin anlaşılması bakımından önemli bir konudur. Çalışmanın amacı, emtia fiyatlarındaki değişimin kripto varlık getirileri üzerindeki etkisini incelemektir. Literatür incelendiğinde, emtia piyasaları ile kripto varlıklar arasında net bir ilişki bulunmadığı görülmüştür. Daha önce yapılan çalışmalar; Bitcoin ve bazı emtia fiyatları (altın, gümüş, petrol gibi) arasındaki ilişkiyi incelemekte (Bouoiyour ve Selmi, 2015; Ciaian vd., 2016; Corbet vd., 2017; Kristoufek, 2015), tek bir kripto varlığa odaklanmakta (Dyhrberg, 2016;

Okorie ve Lin, 2020) ve yapısal kırılmaları dikkate almayan klasik testleri kullanmaktadır (Bouazizi vd., 2023; Lin ve An, 2021). Bu çalışmada, emtia fiyatları ayrı ayrı inceleme konusu yapılmadan, emtia piyasasını temsil etmek üzere kapsamlı bir endeks olan DJCI endeksi kullanılmıştır. Ayrıca çalışmada, tek bir kripto varlığa odaklanmayıp, yüksek piyasa değerine sahip 10 farklı kripto varlık inceleme konusu yapılmıştır. Bununla birlikte çalışmada, zamana yayılan yapısal kırılmaları dikkate alan Fourier Granger nedensellik analizi kullanılmıştır. Araştırmada emtia piyasasını temsil etmek üzere bileşik bir gösterge seçilmesi ve bu gösterge ile birden fazla kripto varlık arasındaki ilişkinin incelenmesi, kripto varlık piyasasının heterojen yapısının ortaya konması bakımından önemlidir. Sonuç olarak çalışmanın amacı, emtia piyasalarının kripto varlıklar üzerindeki etkisini varlık bazında ve yapısal kırılmaları dikkate alan yöntemler ile incelemek ve böylece hem literatüre katkı sağlamak hem de yatırımcılar için yol gösterici sonuçlar elde etmektir.

2.LİTERATÜR TARAMASI

Kripto varlıklar ile emtia piyasaları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışma sayısı özellikle son yıllarda artmıştır. Ancak literatür incelendiğinde, kripto varlıklar ile emtia piyasaları arasında bir fikir birliğinin bulunmadığı görülmüştür. Konu ile ilgili ilk araştırmalardan biri Kristoufek tarafından yapılmıştır. Kristoufek (2015) Eylül 2011 – Şubat 2014 dönemine ait veriler ile altın, Bitcoin, ABD doları gibi değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Wavelet analiz yönteminin kullanıldığı çalışmada Bitcoin ile altın arasına anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır.

Bouoiyour ve Selma (2015) Bitcoin ile altın ve gümüş arasındaki ilişkiyi 2010-2015 dönemine ait verileri ile incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, Bitcoin ile kıymetli metaller arasındaki ilişki kısa dönemde zayıf, fakat uzun dönemde güçlü ve anlamlıdır.

Ciaian vd. (2016) 2009-2015 dönemi verilerini kullanarak makroekonomik değişkenler ile Bitcoin arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmada eşbütünleşme testleri ve ARDL modelleri kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, Bitcoin ile petrol fiyatları arasında kısa dönemli anlamlı ilişkiler bulunmuştur.

Dyhrberg (2016) Bitcoin, altın, ABD doları, faiz oranları gibi değişkenler arasındaki ilişkiyi Temmuz 2010 – Mayıs 2015 dönemi verileri ile incelemiştir. Araştırma GARCH (1,1) analiz yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, altın ile Bitcoin arasında zayıf, fakat anlamlı ilişkiler bulunmuştur.

Corbet vd. (2017) Bitcoin, altın, petrol ve borsa endeksleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmada asimetrik nedensellik testi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, Bitcoin ile altın fiyatları arasındaki ilişki bazı dönemlerde anlamlıyken, bazı dönemlerde anlamsızdır.

Panagiotidis vd. (2018) Bitcoin ile altın, petrol, döviz kurları ve hisse senedi endeksleri gibi değişken arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmada günlük verileri kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarında, Bitcoin ile emtia piyasaları arasında anlamlı ilişkilere rastlanmamıştır.

Okorie ve Lin (2020) 2015-2018 döneminde kripto varlıklar ile emtia piyasaları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmada, kripto varlıklar ile emtia piyasası arasında anlamlı fakat zayıf ilişkilerin bulunduğu ilişkin bulgulara rastlanmıştır.

Lin ve An (2021) 2014-2020 dönemine ait haftalık verileri kullanarak kripto varlıklar ile emtia fiyatları arasındaki ilişkiyi NARDL yöntemi kullanarak incelemiştir. Analiz sonuçlarında, kripto varlıklar ile kıymetli madenler arasında kısa ve uzun vadede asimetrik ilişkiler

Kripto Varlık Getirileri ile Emtia Fiyatları Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Varlık Bazlı Bir Zaman Serisi Analizi

bulunmuştur. Petrol ve doğal gaz fiyatlarıyla ise, sadece uzun vadeli asimetrik bir ilişki tespit edilmiştir.

Hassan vd. (2021) kıymetli metal fiyatları ile kripto paralar arasındaki ilişkiyi DCC-GJR-GARCH (1,1) yöntemi ile incelemiştir. Çalışmada Aralık 2013 – Şubat 2021 dönemine ait haftalık veriler kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, kripto piyasalarındaki belirsizliklerin altın fiyatları üzerindeki etkisi pozitif olurken, diğer kıymetli metaller üzerindeki etkisi zayıf kalmaktadır.

Bouazizi vd. (2023) kripto varlıklar ile emtia piyasaları arasındaki ilişki çok değişkenli GARCH modelleri vasıtasıyla incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, kripto varlıklar ile emtia piyasası arasında özellikle kriz dönemlerinde daha güçlü olan volatilité geçişleri belirlenmiştir.

Aydoğdu (2024) borsa endeksleri, emtia ve dolar ile Bitcoin değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkisini incelemiştir. Araştırmada Ocak 2018 – Mayıs 2024 dönemine ait haftalık veriler kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, petrol ile Bitcoin arasında çift yönlü, altın ile bitcoin arasında ise tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir.

Aydoğdu (2025) risk şokları ile finansal varlıklar arasındaki ilişkiyi TVP-VAR tabanlı wavelet uyum analizi ile incelemiştir. Çalışmada Kasım 2017 – Eylül 2024 dönemine ait günlük veriler kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, altın ve BIST100 endeksi net şok yayan, Bitcoin ve petrol ise net şok alan varlıklar olarak tespit edilmiştir.

3.ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

3.1.Araştırmanın Amacı ve Veri Seti

Araştırmanın amacı, emtia fiyatlarında meydana gelen değişimler ile kripto varlık getirileri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Çalışmada, 15.07.2020 – 15.04.2025 dönemine ait haftalık verileri kullanarak, seçilen kripto varlıkların (BTC, ETH, XRP, BNB, SOL, TRX, XLM, LEO, HBAR, LTC, XMR) getirileri ile Dow Jones Emtia Endeksinde (DJCI) meydana gelen değişimler arasındaki ilişki nedensellik testleri vasıtasıyla incelenecektir.

Araştırmada Temmuz 2020 – Nisan 2025 dönemine ait haftalık veriler kullanılmıştır. Çalışmada, yüksek frekanslı verilerde gözlemlenen fiyat oynaklığının analiz sonuçlarını etkileme ihtimalinden dolayı haftalık veriler tercih edilmiştir. Araştırma kapsamına alınan kripto varlıklar; Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), Ripple (XRP), BinanceCoin (BNB), Solana (SOL), Tron (TRX), Stellar (XLM), UnusSed Leo (LEO), Hedera (HBAR), Litecoin (LTC) ve Monero (XMR) şeklindedir. Analize dahil edilecek olan kripto varlıklar, CoinMarketCap platformunda, Nisan 2025 döneminde en yüksek piyasa değerine sahip olan varlıklardan oluşmaktadır. Araştırmada piyasa değeri kriterinin esas alınmasının temel nedeni, yüksek piyasa değerine sahip olan varlıkların fiyat hareketlerinin daha istikrarlı olması ve bu varlıklar ile yapılan analizler neticesinde daha güvenilir sonuçlar elde edilmesidir (Dias, 2013, s. 5248; Pessa vd., 2023, s. 9). Ayrıca kripto varlıklar ve analiz dönemi, kesintisiz ve eşit frekanslara sahip zaman serileri elde etmek amacıyla seçilmiştir. Çalışmada emtia piyasasını temsil etmek için DJCI endeksi seçilmiştir. Endeks, kapsamlı ve emtia piyasalarını temsil gücünden dolayı finansal araştırmalarda yaygın olarak tercih edilmektedir (Samırkaş ve Komşu, 2022; Shaik vd., 2024; Tang ve Xiong, 2012). Kripto varlık getirileri ve emtia endeksindeki değişimlerin hesaplanmasında, $\ln(P_t / P_{t-1})$ formülü kullanılmıştır (Altuntaş ve Çolak, 2016, s. 216; Çelik vd., 2018, s. 223; D'Amico ve Pedroni, 2021, s. 769). Araştırmada incelenecek veriler www.investing.com web sitesinden sağlanmış ve analize uygun hale getirilmiştir.

3.2. Araştırmanın Yöntemi

Çalışmada, kripto varlıklar ile emtia endeksi arasındaki ilişki nedensellik testi vasıtasıyla incelenecektir. Araştırma değişkenleri arasındaki ilişki Fourier Granger nedensellik testi vasıtasıyla incelenecektir. Granger nedensellik testi; bir zaman serisinin, diğer bir serinin gelecekteki değerini açıklayabilme gücünün ölçen bir testtir. Fakat geleneksel Granger nedensellik testleri, zaman serilerinde meydana gelebilecek yapısal kırılmaları hesaba katmamaktadır. Bu nedenle araştırmada, zaman serilerinde oluşabilecek yapısal kırılmaları hesaba katan Fourier Granger nedensellik testi tercih edilmiştir. Fourier Granger nedensellik testi, yapısal kırılmaların etkisini modele ekleyebilmek için klasik Granger nedensellik testinde bulunan VAR yapısına trigonometrik Fourier terimlerinin eklenmesiyle oluşturulur. Ayrıca test, düşük frekanslı yapısal kırılmaları da dikkate alabilmesi nedeniyle tercih edilmiştir. Testin sıfır hipotezine göre nedensellik yoktur. Alternatif hipoteze göre ise, değişkenler arasında nedensellik ilişkisi vardır. Testin denklemi aşağıdaki şekildedir (Enders ve Jones, 2016, s. 18):

$$\delta_i(t) = a_i + b_i t + \sum_{k=1}^n a_{ik} \sin(2\pi kt/T) + b_{ik} \cos(2\pi kt/T) \quad (1)$$

Denklem 3'te a_i sabit terimi, b_i lineer trend katsayısını, a_{ik} sinüs bileşen katsayısını ve b_{ik} kosinüs bileşen katsayısını ifade etmektedir. Modeldeki trigonometrik terimler bilinmeyen sayıdaki yapısal kırılmaları yakalamak için kullanılmaktadır.

Fourier Granger nedensellik testi yapısal kırılmaların sayısı ve zamanı ile ilgili herhangi bir ön bilgiye ihtiyaç duymadan yapısal kırılmaları dikkate alarak modele esneklik kazandırır. Bu yönüyle Fourier Granger nedensellik testi kukla değişken kullanmaya dayanana yaklaşımlara göre çok daha pratiktir. Kısacası, kırılmaların büyüklüğü ve kırılma zamanları bilinmesi dahi, testin etkinliği zayıflamamaktadır (Enders ve Lee, 2012: ss. 2-4).

Fourier Granger nedensellik testi, yapısal kırılmaları ani bir kırılma olarak değil, zaman içerisinde kademeli olarak gerçekleşen kırılmalar olarak dikkate alır. Bu yöntemde yapısal kırılmalar, belirli bir tarihteki ani fiyat sıçramalar yerine, trigonometrik fonksiyonların bileşimiyle oluşan ve zaman serisindeki dalgalanmaları yakalayabilen bir yapı ile temsil edilir. Fourier Granger nedensellik testinin; doğrusallık, durağanlık, yapısal kırılma, otokorelasyon ve değişen varyans varsayımı olmak üzere beş farklı varsayımı bulunmaktadır. Fourier Granger nedensellik testinin durağanlık varsayımına göre, her bir zaman serisinin düzey değerlerinde durağan olması gerekmektedir. Testin bir diğer varsayımı ise doğrusallıktır ve test sonuçlarının güvenilir olabilmesi için zaman serilerinin doğrusal nitelikte olması gerekmektedir. Fourier Granger nedensellik testinin bir diğer varsayımı ise yapısal kırılma varsayımıdır. Bu varsayımına göre, seride bilinmeyen sayıda yapısal kırılma mevcutsa ve bu yapısal kırılmalar göz ardı ediliyorsa, Granger nedensellik testi hatalı sonuçlar verebilir. Otokorelasyon varsayımına göre, VAR modelinde otokorelasyon varsa, Granger nedensellik testi sonuçları hatalı olabilir. Son olarak, değişen varyans varsayımına göre, modelde heteroskedasite varsa, Granger nedensellik testinden elde edilen sonuçlar yanlış olabilir (Enders ve Jones, 2016: ss. 6-9).

Araştırmada Fourier Granger nedensellik testinin varsayımlarından olan doğrusallık varsayımı Harvey vd. (2008) tarafından geliştirilmiş olan doğrusallık testi ile sınanacaktır. Zaman serileri analizlerinde kullanılan serilerin doğrusal olup olmadığının tespit edilmesi, hem doğru birim kök ve nedensellik testlerinin seçimi hem de analiz neticesinde elde edilen bulguların

Kripto Varlık Getirileri ile Emtia Fiyatları Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Varlık Bazlı Bir Zaman Serisi Analizi

güvenilirliği açısından önemlidir. Doğrusallık, bir serinin geçmişteki değerleri ile şimdiki değerleri arasındaki ilişkinin sabit bir katsayıya dayanması durumunu ifade eder. Eğer geçmiş değerler ile kurulan regresyon denklemindeki katsayılar zamanla değişmiyor ise, bu serinin doğrusal olduğu kabul edilir. Bu testin en güçlü yanlarından biri, serinin hem $I(0)$ hem de $I(1)$ olması durumunda asimptotik dağılımın değişmemesi ve böylece serinin durağanlık yapısına bağlı olmadan tutarlı sonuçlar vermesidir (Harvey vd., 2008, ss. 2-4). Harvey vd. (2008) tarafından geliştirilen doğrusallık testinin sıfır hipotezine göre seriler doğrusaldır. Alternatif hipoteze göre ise, zaman serileri doğrusal bir yapıda değildir Söz konusu test, iki farklı doğrusallık testini ağırlıklı ortalamasının hesaplanmasıyla uygulanır (Yılcı ve Tıraşoğlu, 2016, ss. 5):

$$W_\lambda = (1 - \lambda)W_s + \lambda W_u \quad (2)$$

Denklemden W_s serinin birim kök içermediği, W_u ise serinin birim kök içerdiği varsayımıyla doğrusallığı incelemektedir. λ ise ağırlığı ifade etmektedir. Finansal zaman serilerinde oluşan volatilité kümelenmeleri ve yapısal kırılmalar gibi hususlar dikkate alındığında, bu testin uygulanması Fourier Granger nedensellik testinin doğrusallık varsayımının geçerliliğini sınamak için gerekliliktir.

Doğrusallık testinin ardından durağanlık varsayımının, birim kök testleri vasıtasıyla sınanması gerekmektedir. Analiz edilecek zaman serilerinin durağan olması, nedensellik testi sonuçlarının güvenilirliği bakımından önemlidir. Çalışmada, zaman serilerinin durağanlığının sınanmasında Fourier ADF birim kök testi kullanılacaktır. Geleneksel birim kök testlerinde, zaman serilerinde meydana gelebilecek yapısal kırılmalar hesaba katılmadığı bilinmektedir. Araştırmada bu sebepten; ani kırılmaların yanı sıra zamana yayılmış ve daha yumuşak olan yapısal kırılmaları da dikkate alan Fourier ADF testi kullanılacaktır. Veri setinin bir veya daha fazla yapısal kırılma içermesi durumunda, Fourier yöntemiyle yapılan testler daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlar. Çünkü bu yöntem düşük frekanslı trigonometrik fonksiyonları kullanmaktadır (Batırlık vd., 2023, s. 865). Finansal serilerde gözlemlenebilecek yumuşak yapısal kırılmalar klasik birim kök testlerinin yanıltıcı sonuçlar üretmesine sebep olabilirken, Fourier tabanlı birim kök testleri bu sorunun önüne geçmektedir. Testin önemli bir diğer özelliği ise, hem $I(0)$ hem de $I(1)$ olan serilerde geçerli asimptotik dağılımı korumasıdır (Enders ve Lee, 2011, ss. 2-4). Testin yokluk hipotezi serilerin durağan olmadığını ifade etmekte iken; alternatif hipotez serilerin durağan olduğunu ifade eder. Fourier ADF testi denklemin aşağıdaki şekildedir (Enders ve Lee, 2012, s. 197):

$$y_t = \alpha_0 + y_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + y_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \varepsilon_t \quad (3)$$

Denklem 2’de, π pi sayısını, k frekans sayısını, t deterministik trendi ve T ise gözlem sayısını ifade etmektedir. Fourier ADF testinin, zaman serilerinde meydana gelebilecek çok sayıdaki yumuşak yapısal kırılmaları dikkate alan bir test olması, bu yöntemin araştırmada tercih edilmesinin nedenidir.

Fourier tabanlı Granger nedensellik testi, yapısal kırılmaların bilinmeyen bir biçimde ve pürüzsüz (smooth) gerçekleştiği varsayımına dayanmaktadır. Bu tür kırılmalar için yapısal kırılma testlerinin yapılması hem gereksizdir hem de model hatalarına sebebiyet verebilir (Enders

ve Lee, 2012, s. 4). Ayrıca Fourier serileri, düşük frekanslı bileşenler ile yapısal kırılmaları temsil edebilmektedir (Becker vd., 2006, ss. 382-384). Bu nedenle veri setine yapısal kırılma testlerinin uygulanmasına gerek duyulmamıştır.

Fourier Granger nedensellik testinin bir diğer varsayımı ise, otokorelasyon varsayımdır. Bu varsayıma göre, hata terimlerinin otokorelasyonsuz olması gerekmektedir. Otokorelasyon, modeldeki hata terimlerinin birbirini izleyen dönemlerde birbirine bağımlı olması durumudur ve Granger nedensellik testi sonuçlarını çarpıtırabilir (Gujarati ve Porter, 2009, s. 432). Zaman serilerinde kullanılan fourier fonksiyonları, düşük frekanslı harmonik bileşenler içermektedir. Bu yapı ile kurulan VAR modellerinde otokorelasyonun bulunması durumunda, tahmin sonuçları yanlış olabilir (Enders ve Lee, 2012, ss. 4-6). Modelde otokorelasyonun varlığı, tahmin değerinin gecikmeli değerinin hesaba katılmadığı veya modele doğru bir şekilde dahil edilmediği gösterebilir. Bu sebepten, nedensellik testinden önce otokorelasyon testleri ile hata terimlerinin bağımsızlığının sınanması gerekmektedir. Araştırmada Breusch-Godfrey otokorelasyon testi uygulanacaktır. Bu test özellikle yüksek dereceden otokorelasyonu belirlemede etkili bir testtir ve Durbin-Watson testinin sınırlamalarını aşar. Testin temel varsayımı ise hata terimlerinin rastgele ve sabit varyanslı olmasıdır. Breusch-Godfrey otokorelasyon testi, ana modelden elde edilen hata terimlerinin gecikmeli değerleri ile kurulan bir regresyon modeli üzerinden yürütülmektedir. Bu regresyon modelinden elde edilen determinasyon katsayısı uygun biçimde test istatistiğine çevrilir ve daha sonra bu değer kritik değerlerle karşılaştırılarak otokorelasyon olup olmadığına karar verilir. Model aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Wooldridge, 2013, ss. 432-433):

$$\hat{u}_t = \delta_0 + x_t' \delta + \sum_{j=1}^p \rho_j \cdot \hat{u}_{t-j} + v_t \quad (4)$$

Denklemden δ_0 Sabit terimi, x_t bağımsız değişkenler vektörü ve δ bağımsız değişkenlerin katsayı vektörünü, ρ_j gecikmeye ait otokorelasyon katsayısını, $\hat{u}_{t-j}$ hata teriminin gecikmesini ve v_t yeni hata terimini ifade etmektedir.

Fourier tabanlı Granger nedensellik analizinin bir diğer varsayımı ise, hata terimlerinin sabit varyansa sahip olduğu, yani homoskedastik olduğu varsayımdır. Hata terimlerinin sabit varyansa sahip olmaması, başka bir ifadeyle heteroskedastik olması, durumunda modelin güven aralıkları ve anlamlılık düzeyi yanlış hesaplanmasına yol açabilir (Wooldridge, 2013, s. 265). Araştırmada değişen varyans varsayımını sınınamak için White (1980) tarafından geliştirilen test kullanılacaktır. White testi, hata terimlerinin varyansının modeldeki bağımsız değişkenler ve bu değişkenlerin karesel ve çapraz çarpım terimleri ile açıklanıp açıklanmadığını araştırır. White (1980) tarafından geliştirilen testte öncelikle ana regresyon denkleminde elde edilen hata terimlerinin karesi alınır ve aşağıdaki regresyon denklemi oluşturulur:

$$\hat{\varepsilon}_t^2 = \gamma_0 + \gamma_1 x_{1t} + \gamma_2 x_{2t} + \gamma_3 x_{1t}^2 + \gamma_4 x_{2t}^2 + \gamma_5 (x_{1t} \cdot x_{2t}) + u_t \quad (5)$$

Denklemden $\hat{\varepsilon}_t^2$ hata terimlerinin karesini, x_{it} bağımsız değişkenleri, x_i^2 ve $x_i \cdot x_j$ sırasıyla karesel ve çapraz çarpım terimlerini ifade etmektedir. Verilen regresyon denkleminde elde edilen determinasyon katsayısı, gözlem sayısı ile çarpılarak test istatistiği elde edilir (White, 1980, ss. 820-825).

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırma kapsamına alınan değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemeden önce, doğrusallık ve birim kök testleri gibi bazı testlerin uygulanması gerekmektedir. Söz konusu testler, doğru nedensellik testinin belirlenmesi ve serilerin durağanlığının sınanması bakımından önemlidir. Araştırmanın veri setine uygulanan Harvey vd. (2008) doğrusallık testinden elde edilen sonuçlar Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1: Harvey vd. (2008) Doğrusallık Testi Sonuçları

Değişken	W-Lam	Kritik Değerler		
		%10	%5	%1
BTC	8,64*	14,01	14,05	14,12
ETH	12,33*	14,39	14,42	14,48
XRP	11,81*	18,22	18,25	18,30
BNB	20,01*	51,19	51,25	51,38
SOL	10,16*	37,60	37,66	37,75
TRX	34,54*	159,66	160,11	160,90
XLM	4,75*	30,78	30,86	30,99
LEO	18,15*	37,16	37,22	37,34
HBAR	19,28*	27,58	27,62	27,69
LTC	14,59*	32,00	32,06	32,15
XMR	11,50*	32,30	32,35	32,43
DJCI	5,47*	9,81	9,84	9,89

Not: * değişkenlerin %1 anlamlılık seviyesinde doğrusal olduğunu göstermektedir.

Tablo 1’e göre, araştırma kapsamına alınan değişkenlerine ait W-Lam değerleri %10, %5 ve %1 anlamlılık seviyesindeki kritik değerlerin altındadır. Bu sonuçlar, incelenen değişkenlerin tamamının doğrusal olduğunu göstermektedir.

Tablo 2: Fourier ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	Fourier Sayısı	Düzye Değeri
BTC	2	-3,9847***
ETH	1	-6,0452*
XRP	1	-5,4728*
BNB	1	-4,5939**
SOL	2	-4,8612*
TRX	3	-3,9144**
XLM	3	-4,6610*
LEO	2	-4,2494**
HBAR	1	-5,3259*
LTC	1	-5,3921*
XMR	1	-5,5183*
DJCI	2	-5,3085*

Not: * %1, ** %5, *** %10 anlamlılık seviyesini ifade etmektedir.

Doğrusallık testinin ardından, değişkenlere ait zaman serilerine birim kök testi uygulanmıştır. Çalışmanın veri setine uygulanan Fourier ADF birim kök testi sonuçları Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2’de sunulan değişkenlere ait test istatistikleri, Enders ve Lee (2012) tarafından verilen kritik değerler ile karşılaştırıldığında değişkenlere ait serilerin düzey değerlerinde durağan olduğu görülmüştür. Bu sonuca dayanarak, serilerin birim kök içermediği söylenebilir. Bu nedenle fark alma işlemine gerek duyulmamıştır.

Araştırmada kullanılacak nedensellik testinin otokorelasyonsuzluk varsayımını sınamak için Breusch-Godfrey otokorelasyon testi kullanılmıştır. Otokorelasyon testinde uygulanacak olan gecikme sayısı dört olarak belirlenmiştir. Bu değer, Newey ve West (1987) tarafından önerilen $T^{1/4}$ yöntemi ile hesaplanmıştır. Breusch-Godfrey otokorelasyon testi sonuçları Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3: Breusch-Godfrey Otokorelasyon Testi Sonuçları

Kripto(y)-Emtia(x) Modelleri	Test İstatistiği	Emtia(y)-Kripto(x) Modelleri	Test İstatistiği
BTC-DJCI	10,38**	DJCI-BTC	4,142
ETH-DJCI	11,26**	DJCI-ETH	4,762
XRP-DJCI	5,902	DJCI-XRP	4,061
BNB-DJCI	16,07***	DJCI-BNB	3,794
SOL-DJCI	7,605	DJCI-SOL	3,601
TRX-DJCI	7,665	DJCI-TRX	3,245
XLM-DJCI	4,068	DJCI-XLM	3,457
LEO-DJCI	4,258	DJCI-LEO	3,257
HBAR-DJCI	6,384	DJCI-HBAR	3,257
LTC-DJCI	4,110	DJCI-LTC	3,551
XMR-DJCI	10,44**	DJCI-XMR	3,655

Not: * %1, ** %5, *** %10 anlamlılık seviyesini ifade etmektedir.

Tablo 3’te sunulan otokorelasyon testi bulgularına göre, kripto varlıkların bağımlı değişken olduğu bazı modellerde (BTC-DJCI, ETH-DJCI, BNB-DJCI, XMR-DJCI) otokorelasyon tespit edilmiştir. Söz konusu modellerde otokorelasyon bulunması, Fourier Granger nedensellik testi varsayımları ile çelişmektedir. Bu sebepten; BTC-DJCI, ETH-DJCI, BNB-DJCI ve XMR-DJCI modelleri nedensellik analizi kapsamı dışında bırakılacaktır. Öte yandan, emtia endeksinin bağımlı değişken olduğu modellerde otokorelasyona rastlanmamıştır.

Otokorelasyon testinin ardından, Fourier Granger nedensellik testinin diğer varsayımı olan değişen varyans (homoskedasite/heteroskedasite) varsayımı sınanacaktır. Değişen varyans varsayımını sınamak için uygulanan White testi sonuçları Tablo 4’te sunulmuştur.

White testi bulgularına göre, BTC-DJCI, ETH-DJCI ve LTC-DJCI modellerinde heteroskedasite vardır. Tablo 4’e göre; BTC-DJCI, ETH-DJCI ve LTC-DJCI modellerinin hata terimlerinde değişen varyans sorunu vardır. Bu durum, Fourier Granger nedensellik testinin homoskedasite varsayımının ihlal edildiğini göstermektedir. Bu sebepten söz konusu modeller nedensellik analizi kapsamı dışında bırakılacaktır.

Kripto Varlık Getirileri ile Emtia Fiyatları Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Varlık Bazlı Bir Zaman Serisi Analizi

Tablo 4: White Testi Sonuçları

Kripto(y)-Emtia(x) Modelleri	Test İstatistiği	Emtia(y)-Kripto(x) Modelleri	Test İstatistiği
BTC-DJCI	5,89**	DJCI-BTC	3,17
ETH-DJCI	10,04***	DJCI-ETH	4,10
XRP-DJCI	0,71	DJCI-XRP	1,71
BNB-DJCI	1,98	DJCI-BNB	1,59
SOL-DJCI	1,57	DJCI-SOL	2,76
TRX-DJCI	0,23	DJCI-TRX	0,73
XLM-DJCI	1,50	DJCI-XLM	1,64
LEO-DJCI	0,31	DJCI-LEO	2,07
HBAR-DJCI	0,51	DJCI-HBAR	3,88
LTC-DJCI	5,78**	DJCI-LTC	2,73
XMR-DJCI	1,42	DJCI-XM	0,10

Not: * %1, ** %5, *** %10 anlamlılık seviyesini ifade etmektedir.

İncelenen zaman serilerinin tamamı aynı seviyede durağan olduğu için, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesinde Fourier Granger nedensellik testi tercih edilmiştir (Batırlık vd., 2023, s. 866). Araştırmanın veri setine uygulanan Fourier Granger nedensellik testinden elde edilen sonuçlar Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5: Fourier Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	Wald İstatistiği	Asimptotik Anlamlılık Düzeyi	Bootstrap Anlamlılık Düzeyi
BTC→DJCI	14,283	0,218	0,200
ETH→DJCI	11,109	0,268	0,283
DJCI→XRP	18,908**	0,026	0,050
XRP→DJCI	12,910	0,167	0,191
BNB→DJCI	10,030	0,528	0,528
DJCI→SOL	9,440	0,581	0,535
SOL→DJCI	5,476	0,906	0,882
DJCI→TRX	7,443	0,591	0,514
TRX→DJCI	7,796	0,555	0,490
DJCI→XLM	14,017	0,232	0,240
XLM→DJCI	11,287	0,420	0,382
DJCI→LEO	14,614	0,102	0,124
LEO→DJCI	17,115**	0,047	0,084
DJCI→HBAR	29,581*	0,002	0,013
HBAR→DJCI	15,644	0,155	0,184
LTC→DJCI	22,585**	0,020	0,027
XMR→DJCI	22,224*	0,008	0,019

Not: * %1, ** %5, *** %10 anlamlılık seviyesini ifade etmektedir.

Fourier Granger nedensellik analizi sonuçlarına göre; BTC ile emtia endeksi arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. Elde edilen bu sonucun, Bitcoin ile makroekonomik faktörler arasındaki anlamlı ilişkilerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Srinivasan vd., 2022, s. 143; Zhu vd., 2017, s. 1). Tablo 5’e göre, emtia endeksinden XRP’ye doğru anlamlı ilişkiler bulunmaktadır. Sonuçların, Ripple’ın küresel likiditeye olan duyarlılığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Hasan vd., 2022, s. 1). BNB, SOL, TRX ve XLM ile DJCI arasında anlamlı ilişkiler bulunamamıştır. Söz konusu varlıkların fiyatlarındaki

değişimlerin, kendi blokzincir ağlarındaki ya da platformlarındaki gelişmelere bağlı olması, değişkenler arasındaki anlamsız ilişkinin nedeni olduğu düşünülmektedir. Tablo 5'e göre, UnusSed Leo'dan emtia endeksine doğru olan nedensellik ilişkisi anlamlıdır. Borsa temelli kripto varlık olan LEO ile DJCI arasındaki anlamlı ilişkinin kripto piyasasındaki işlem hacimlerinde meydana gelen dalgalanmalardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Fourier Granger nedensellik analizi sonuçlarına göre, emtia endeksinden Hedera'ya doğru anlamlı bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. HBAR, kurumsal odaklı altyapısı ile öne çıkan bir varlıktır (Alahmad vd., 2022, s. 3478). Hedera'nın kurumsal yatırımcılara yönelik olan alt yapısı, onu emtia fiyatları gibi makroekonomik değişkenlere karşı daha duyarlı hale getirebilir. Çünkü kurumsal yatırımcılar, yatırım kararlarında makroekonomik gelişmeleri ve piyasa koşullarını dikkate alabilir. Tablo 5'e göre, emtia endeksinden XMR ve LTC'ye doğru nedensellik ilişkileri bulunmaktadır. Litecoin ve Monero; hız, gizlilik ve düşük transfer maliyetleri gibi özellikleri ile diğer kripto varlıklardan farklılaşmaktadır (Padmavathi ve Suresh, 2019, s. 318; Sohan, 2024, s. 351). Bu durum, söz konusu kripto varlıklar ile emtia arasında güçlü bir ilişki oluşmasına neden olabilir. Analiz neticesinde elde edilen bu sonuçlar, kripto varlıklar ile emtia piyasaları arasındaki ilişkinin varlık bazında değişken bir yapıda olduğunu göstermektedir. Araştırma sonuçlarına göre, emtia endeksi ile kripto varlıklar arasındaki nedensellik ilişkisi farklılaşmaktadır. Elde edilen sonuçlara dayanarak, kripto varlık piyasalarının heterojen yapıdaki piyasalar olduğu söylenebilir. Kripto varlıkların emtia piyasaları ile ilişkisi farklılık gösterdiği için, yatırım kararları genelleştirilmeden ve varlıkların piyasa dinamikleri dikkate alınarak verilmesi önem arz etmektedir.

5.SONUÇ

Kripto varlıklar, başlangıçta alternatif ödeme araçları olarak kullanılmış olsalar da günümüzde yatırımcıların portföylerinde yer alan yatırım araçları haline gelmiştir. Zamanla bireysel ve kurumsal yatırımcıların portföylerinde yer almaya başlayan kripto varlıklar; sınırlı arz yapısı, yüksek fiyat oynaklığı ve yüksek getiri potansiyeli nedeniyle spekülasyon yatırım araçları olarak değerlendirilmektedir. Bu durum ise kripto varlıkların fiyatını etkileyen faktörlerin incelenmesini gerekli kılmıştır.

Emtia piyasalarındaki dalgalanmaların kripto varlık getirileri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada; Nisan 2025 döneminde en yüksek piyasa değerine sahip kripto varlık (BTC, ETH, XRP, BNB, SOL, TRX, XLM, LEO, HBAR, LTC, XMR) getirisi ile Dow Jones Emtia Endeksindeki (DJCI) değişimler arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmada Temmuz 2020 – Nisan 2025 dönemine ait haftalık veriler kullanılmıştır. Çalışmada değişkenler arasındaki ilişkiler Fourier Granger nedensellik analizi ile incelenecektir. Söz edilen nedensellik testine geçmeden önce, testin varsayımları sınanmıştır. Araştırma verilerine öncelikle, Harvey vd. (2008) tarafından geliştirilen doğrusallık testi uygulanmıştır. Doğrusallık testinden elde edilen sonuçlara göre, araştırma kapsamına alınan değişkenlerin tamamı doğrusal bir yapıdadır. Doğrusallık testinin ardından, değişkenlerin durağanlığını sınamak için Fourier ADF birim kök testi kullanılmıştır. Uygulanan birim kök testi sonuçlarına göre, değişkenlerin tamamı düzey değerlerinde durağandır. Araştırma değişkenleri düzey değerlerinde durağan bulunduğu için, değişkenlerin farklarının alınmasına gerek duyulmamıştır. Fourier Granger nedensellik testi varsayımlarından bir diğeri ise otokorelasyonsuzluk varsayımdır. Bu varsayımı sınamak için Breusch-Godfrey otokorelasyon testi kullanılmıştır. Otokorelasyon testi sonucunda BTC-DJCI,

ETH-DJCI, BNB-DJCI, XMR-DJCI modellerinde otokorelasyon tespit edilmiş ve bu değişkenler nedensellik analizi kapsamı dışında bırakılmıştır. Otokorelasyon testinin ardından değişen varyans sorununu incelemek için White testi uygulanmıştır. White testi bulgularına göre BTC-DJCI, ETH-DJCI ve LTC-DJCI modellerinde heteroskedasite tespit edilmiştir ve bu değişkenler nedensellik analizi kapsamı dışında bırakılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde yapısal kırılmaları hesaba katan Fourier Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, BTC, ETH, BNB, SOL, TRX ve XLM ile emtia arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken; XRP, LEO, HBAR, LTC ve XMR ile emtia arasında tek yönlü ilişki bulunmaktadır. Araştırma sonuçları; Corbet vd. (2017), Kristoufek (2015), Okorie ve Lin (2020) ve Panagiotidis vd. (2018) tarafından elde edilen bulgular ile tutarlıdır.

Bu çalışma, kripto varlıklar ile emtia piyasaları arasındaki ilişkiyi yapısal kırılmalı nedensellik testi ile inceleyerek literatüre önemli bir katkı sağlamıştır. Literatürde genellikle tek bir kripto varlık üzerinden yürütülen analizlerin aksine, çalışmada yüksek piyasa değerine sahip olan on bir farklı kripto varlık analize dahil edilmiştir. Literatürde kripto varlıklar ile emtia arasındaki ilişkiler genellikle altın, gümüş veya petrol gibi tek bir emtia üzerinden yürütülürken bu çalışmada DJCI endeksi kullanılarak emtia piyasası daha kapsamlı bir şekilde ifade edilmiştir. Ayrıca, araştırma neticesinde elde edilen bulgular, kripto varlık piyasalarının homojen nitelikte olmadığını ve her bir kripto varlığın kendine has bir piyasa dinamiği olduğunu göstermektedir.

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre, kripto varlıklar ile emtia piyasaları arasındaki ilişki varlık bazında farklılaşmaktadır. Bu sonuç, kripto varlıkların piyasa koşullarına verdiği tepkilerin aynı olmadığını göstermektedir. Bu sebepten, yatırım kararı alınmadan kripto varlıkların ayrı ayrı değerlendirilmesi, söz konusu piyasadan kazanç elde etme ihtimalini artırabilir. Yatırımcıların, kripto varlıkların piyasa koşullarına verdikleri tepkileri dikkate alarak portföy oluşturmaları, getiri potansiyelini artırabilir ve riskin etkin bir şekilde yönetilmesini sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Alahmad, M., Alshaikhli, I., Alkandari, A., Alshehab, A., Islam, M. R., & Alnasheet, M. (2022). Influence of Hedera Hashgraph over Blockchain. *Journal of Engineering Science and Technology*, 17(5), 3475–3488.
- Altuntaş, S. T., & Çolak, F. D. (2015). BİST-100 endeksinde volatilitenin modellenmesi ve öngörülmesinde ARCH modelleri. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 26(79), 208–223.
- Aydoğdu, A. (2024). Hatemi-J yaklaşımı ile Bitcoin, emtia, dolar ve borsa endeksleri arasındaki nedensellik analizi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 63, 1–17. <https://doi.org/10.30794/pausbed.1494042>
- Aydoğdu, A. (2025). Risk şokları ve Türkiye'deki finansal varlıklar arasındaki yayılım etkisinin TVP-VAR dayalı wavelet uyum analizi ile incelenmesi. *Ekonomi, Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 303–331. <https://doi.org/10.30784/epfad.1595233>
- Batırlık, S. N., Zeren, F., & Genç, Y. G. (2023). Faiz oranı, döviz kuru ve ekonomik büyümenin otomobil satışları üzerindeki etkisinin incelenmesi: Türkiye örneği. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(3), 862–869. <https://doi.org/10.25287/ohuibf.1270906>

- Becker, R., Enders, W., & Lee, J. (2006). A stationarity test in the presence of an unknown number of smooth breaks. *Journal of Time Series Analysis*, 27(3), 381–409. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9892.2006.00478.x>
- Bouazizi, T., Galariotis, E., Guesmi, K., & Makrychoriti, P. (2023). Investigating the nature of interaction between cryptocurrency and commodity markets. *International Review of Financial Analysis*, 88, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102690>
- Bouoiyour, J., & Selmi, R. (2015). What does Bitcoin look like? *Annals of Economics and Finance*, 16(2), 449–492. <https://doi.org/10.13140/2.1.2839.8089>
- Catalini, C., & Gans, J. S. (2020). Some simple economics of the blockchain. *Communications of the ACM*, 63(7), 80–90. <https://doi.org/10.1145/3359552>
- Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, D. A. (2016). The economics of Bitcoin price formation. *Applied Economics*, 48(19), 1799–1815. <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1109038>
- Corbet, S., Meegan, A., Larkin, C., Lucey, B., & Yarovaya, L. (2018). Exploring the dynamic relationships between cryptocurrencies and other financial assets. *Economics Letters*, 165, 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.01.004>
- Çelik, İ., Özdemir, A., Gürsoy, S., & Ünlü, H. U. (2018). Gelişmekte olan hisse senedi piyasaları ile kıymetli madenler arasındaki getiri ve volatilité yayılımı. *Ege Akademik Bakış*, 18(2), 217–230. <https://doi.org/10.21121/eab.2018237351>
- D’Amico, G., & Petroni, F. (2021). A micro-to-macro approach to returns, volumes and waiting times. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 37(4), 767–789. <https://doi.org/10.1002/asmb.2622>
- Dias, A. (2013). Market capitalization and Value-at-Risk. *Journal of Banking & Finance*, 37(12), 5248–5260. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.04.015>
- Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, gold and the dollar – A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters*, 16, 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2015.10.008>
- Enders, W., & Lee, J. (2012). A unit root test using a Fourier series to approximate smooth breaks. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 74(4), 574–599. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2011.00662.x>
- Enders, W., & Jones, P. (2016). Grain prices, oil prices, and multiple smooth breaks in a VAR. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 20(4), 399–419. <https://doi.org/10.1515/snde-2014-0101>
- Enders, W., & Lee, J. (2012). The flexible Fourier form and Dickey–Fuller type unit root tests. *Economics Letters*, 117(1), 196–199. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2012.04.081>
- Glaser, F., Zimmermann, K., Haferkorn, M., Weber, M. C., & Siering, M. (2014). Bitcoin—Asset or currency? Revealing users’ hidden intentions. *Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS 2014)*.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2008). *Basic Econometrics* (5th ed.) [PDF]. McGraw-Hill Education.
- Harvey, D. I., Leybourne, S. J., & Xiao, B. (2008). A powerful test for linearity when the order of integration is unknown. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 12(3). <https://doi.org/10.2202/1558-3708.1582>

- Hasan, M., Naeem, M. A., Arif, M., Shahzad, S. J. H., & Vo, X. V. (2022). Liquidity connectedness in cryptocurrency market. *Financial Innovation*, 8(1), 1-25. <https://doi.org/10.1186/s40854-021-00308-3>
- Hassan, M. K., Hasan, M. B., & Rashid, M. M. (2021). Using precious metals to hedge cryptocurrency policy and price uncertainty. *Economics Letters*, 206, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2021.109977>
- Krištoufek, L. (2015). What are the main drivers of the Bitcoin price? Evidence from wavelet coherence analysis. *PLOS ONE*, 10(4), 1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123923>
- Lin, M. Y., & An, C. L. (2021). The relationship between Bitcoin and resource commodity futures: Evidence from NARDL approach. *Resources Policy*, 74, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102383>
- Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). *Bitcoin and cryptocurrency technologies: A comprehensive introduction*. Princeton University Press.
- Newey, W. K., & West, K. D. (1987). A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix. *Econometrica*, 55(3), 703–708. <https://doi.org/10.2307/1913610>
- Okorie, D. I., & Lin, B. (2020). Crude oil price and cryptocurrencies: Evidence of volatility connectedness and hedging strategy. *Energy Economics*, 87, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104703>
- Padmavathi, M., & Suresh, R. M. (2019). Secure P2P intelligent network transaction using Litecoin. *Mobile Networks and Applications*, 24(2), 318–326. <https://doi.org/10.1007/s11036-018-1044-9>
- Panagiotidis, T., Stengos, T., & Vravosinos, O. (2018). On the determinants of bitcoin returns: A LASSO approach. *Finance Research Letters*, 27, 235–240. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.03.016>
- Pessa, A. A. B., Perc, M., & Ribeiro, H. V. (2023). Age and market capitalization drive large price variations of cryptocurrencies. *Scientific Reports*, 13(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30431-3>
- Samırkaş, M. C., & Komşu, M. S. (2022). Emtia piyasalarında fiyat balonları: Covid-19 dönemi için bir inceleme. *International Journal of Disciplines in Economics & Administrative Sciences Studies*, 8(44), 575–586. <https://doi.org/10.29228/ideas.63952>
- Schär, F. (2021). Decentralized finance: On blockchain- and smart contract-based financial markets. *Review of the Federal Reserve Bank of St. Louis*, 103(2), 153–174. <https://doi.org/10.20955/r.103.153-74>
- Shaik, M., Rabbani, M. R., Atif, M., Aysan, A. F., Alam, M. N., & Kayani, U. N. (2024). The dynamic volatility nexus of geo-political risks, stocks, bond, bitcoin, gold and oil during COVID-19 and Russian–Ukraine war. *PLOS ONE*, 19(2), 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286963>
- Sohan, S. V. P. (2024). Unveiling the veil: An in-depth review of Monero’s anonymous ecosystem. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*, 11(2), 351–354.

- Srinivasan, P., Maity, B., & Krishna Kumar, K. (2022). Macro-financial parameters influencing bitcoin prices: Evidence from symmetric and asymmetric ARDL models. *Review of Economic Analysis*, 14(1), 143–175. <https://doi.org/10.15353/rea.v13i3.3585>
- Tang, K., & Xiong, W. (2012). Index investment and the financialization of commodities. *Financial Analysts Journal*, 68(6), 54–74. <https://doi.org/10.2469/faj.v68.n6.5>
- White, H. (1980). A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica*, 48(4), 817–838. <https://doi.org/10.2307/1912934>
- Wooldridge, J. M. (2013). *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (5th ed.). South-Western Cengage Learning, s. 349–352.
- Yılcı, V., & Tıraşoğlu, M. (2016). Türkiye'nin makroekonomik zaman serilerinin doğrusallığının testi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 1–16. <https://doi.org/10.18074/cnuibf.315>
- Zhu, Y., Dickinson, D., & Li, J. (2017). Analysis on the influence factors of Bitcoin's price based on VEC model. *Financial Innovation*, 3(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40854-017-0054-0>

EXTENDED ABSTRACT

Causal Relationship Between Cryptocurrency Returns and Commodity Prices: A Time Series Analysis Based on Individual Assets

Introduction

In recent times, with the acceleration of digitalization and the increasing search for alternative investment instruments, crypto assets have become a focal point of interest for investors. Particularly due to their high return potential, crypto assets attract not only individual but also institutional investors. This situation necessitates the investigation of how crypto assets respond to market conditions.

Commodity markets are markets where products such as gold, oil, and wheat are traded and have an impact on the economy. Changes in the prices of these products can affect inflation and foreign trade balance. Therefore, commodity markets are closely related to macroeconomic indicators. On the other hand, crypto assets, which have emerged with the rise of digitalization in recent years, have also come to the fore as an investment instrument. Although these assets were initially used as a means of payment, they have gradually turned into instruments traded in financial markets. Therefore, the relationship between these two markets has become a topic worthy of research.

Method

The aim of this study is to examine the impact of fluctuations in commodity prices on crypto asset returns. For this purpose, eleven different crypto assets with the highest market capitalisation as of April 2025 (BTC, ETH, XRP, BNB, SOL, TRX, XLM, LEO, HBAR, LTC, XMR) were included in the scope of the analysis. Fourier Granger causality test was used in the study. The causal relationship between crypto asset returns and the Dow Jones Commodity Index (DJCI) was examined using weekly data covering the period from 15 July 2020 to 15 April 2025.

The dataset was selected to minimize volatility-driven deviations that may occur in high-frequency series. Data were obtained from the website www.investing.com.

Findings

In the analysis, the linearity test developed by Harvey et al. (2008) was first applied to determine the structural properties of the time series. According to the test results, all time series included in the study were found to be linear. Subsequently, the stationarity of the series was tested using the Fourier ADF unit root test. The results indicated that all variables were stationary at their level values. Therefore, without the need for differencing, the variables were directly subjected to the causality analysis.

According to the results of the Fourier Granger causality test applied to the dataset, while there were significant causality relationships between some crypto assets and the DJCI, no significant relationships were found for others. The analysis revealed that there was no significant causality between BTC, BNB, SOL, TRX, and XLM and the DJCI. This may be attributed to the fact that these assets are more sensitive to their own blockchain infrastructures and internal ecosystem dynamics. On the other hand, a unidirectional causality from the DJCI to ETH, XRP, LEO, and HBAR was identified. The findings suggest that this may be due to Ethereum's sensitivity to energy-related transaction costs, Ripple's responsiveness to global liquidity conditions, and LEO's exchange-based structure. As for HBAR, its structure that appeals more to institutional investors is considered to make it more sensitive to macroeconomic developments, which may explain the significant relationship observed.

One of the most noteworthy findings of the study is the bidirectional causality observed between LTC and XMR and the DJCI. These assets, supported by their payment-focused structures and features such as speed and privacy, may have evolved into digital alternative commodities from an investor's perspective.

The research findings reveal that the relationship between crypto assets and commodity markets varies on an asset basis. Depending on their characteristics—such as technological infrastructure and usage area—crypto assets exhibit different degrees of association with commodity markets. Therefore, instead of evaluating all crypto assets as a homogeneous group, it may be more rational for investors to analyze each asset individually when making investment decisions. According to the results of the study, it is likely that market participants who take into account the distinct features of crypto assets in their investment strategies may increase their chances of generating returns.

Discussion and Conclusion

In conclusion, this study aims to fill a gap in the literature by examining the relationship between crypto asset returns and commodity prices on an asset-specific basis using Fourier methods. The findings are in line with those obtained in the studies by Corbet et al. (2017), Kristoufek (2015), Okorie & Lin (2020) and Panagiotidis et al. (2018). Moreover, the study can serve as a guide for market participants in understanding how different crypto assets react to diverse market dynamics. Considering the market sensitivity of each asset when constructing crypto portfolios may enhance return potential.



© Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).