



BITCOİN İLE EMTİALAR ARASINDAKİ ZAMANLA DEĞİŞEN VOLATİLİTE YAYILIMLARI

ZEKAI ŞENOL^{1*}

¹ Doç. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, zsenol@cumhuriyet.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-8818-0752>.

ÖZ

Kripto varlıklar pay senetleri ve emtialar gibi geleneksel yatırım araçlarıyla karşılaştırıldığında daha az düzenleme, düşük işlem maliyetleri, merkeziyetsizlik gibi bazı avantajlara sahiptirler. Kripto varlıklar ortaya çıkışlarından günümüze kadar fiyat, hacim ve değer bakımından artarak portföylerde kendilerine yer edinmeye başlamışlardır. Kripto varlıkların geleneksel yatırım araçlarıyla olan ilişkileri portföy yönetimi açısından sonuçlar ortaya çıkarabilir. Bu çalışmada bitcoin ile altın, petrol, doğal gaz ve emtia endeksinden oluşan emtialar arasındaki volatilité yayılımları incelenmiştir. Çalışmada 24 Ağustos 2016 – 13 Ocak 2023 dönemine ait günlük veriler varyansta nedensellik ve Lu, Hong, Wang, Lai ve Liu (2014) tarafından geliştirilen zamanla değişen varyansta nedensellik testiyle incelenmiştir. Çalışmada bitcoinden altın ve emtia endeksine doğru ve doğal gazdan bitcoine doğru tek yönlü volatilité yayılımı görülmüştür. Bitcoin ile emtialar arasında düşük düzeyde zamanla değişen volatilité yayılımı belirlenmiştir. Sonuçlar portföy yönetimi, portföy riskinin yönetilmesi, yatırım kararları açısından önem taşımaktadır.

Anahtra Kelimeler: Bitcoin, altın, petrol, emtia, volatilité yayılımı

Editör / Editor:

Levent ÇITAK,
Erciyes Üniversitesi, Türkiye

*Sorumlu Yazar/ Corresponding Author:

Zekai ŞENOL,
zsenol@cumhuriyet.edu.tr

JEL:

G11, G15, G17

Geliş: 14 Mart 2023

Received: March 14, 2023

Kabul: 18 Eylül 2023

Accepted: September 18, 2023

Yayın: 31 Aralık 2023

Published: December 31, 2023

Atıf / Cited as (APA):

Şenol, Z. (2023),
Bitcoin ile Emtialar Arasındaki Zamanla
Değişen Volatilité Yayılımları, Erciyes
Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Dergisi, 66, 29-35,
10.18070/erciyesiibd.1265120

TIME-VARYING VOLATILITY SPILLOVER BETWEEN BITCOIN AND COMMODITIES

ABSTRACT

Cryptocurrencies have some advantages such as less regulation, lower transaction costs, and decentralization compared to traditional investment instruments such as stocks and commodities. From their emergence to the present day, cryptocurrencies have increased in price, volume and value and have begun to take their place in portfolios. The relationships of cryptocurrencies with traditional investment instruments can have implications for portfolio management. In this study, it was examined that volatility spillovers between bitcoin and commodities consisting of gold, oil, natural gas and commodity indices. Daily data for the period of 24 August 2016 – 13 January 2023 were used in the study. The data were analyzed with causality in variance and time-varying causality test developed by Lu, Hong, Wang, Lai, and Liu (2014). In the study, unidirectional volatility spillover from bitcoin to gold and commodity index and from natural gas to bitcoin was observed. A low level of time-varying volatility spillover has been identified between Bitcoin and commodities. The results are important in terms of portfolio management, portfolio risk management and investment decisions.

Keywords: Bitcoin, gold, oil, commodity, volatility spillover

GİRİŞ

Kripto varlıklar düşük işlem maliyeti, az sayıda düzenleme, merkezizetsizlik, anonimlik gibi özellikler sergilemektedir (Naeem, Farid, Balli ve Shahzad, 2021: 153). Kripto varlıkların sunduğu bazı avantajlardan dolayı tüketici tabanında artış, işlem hacminde yükseliş, işletme ve organizasyonlarca dijital döviz olarak kabulü söz konusu olmuştur (Urom, Abid, Guesmi ve Chevallier, 2020: 230).

Pay senetleri, ham petrol ve emtialar gibi geleneksel yatırım araçlarıyla karşılaştırıldığında kripto varlıklar daha az düzenleme avantajına sahiptirler. Bu durum yatırımcıların portföylerine kripto varlık eklemeye bazı riskler ortaya çıkarmaktadır. Bu kripto varlıkların yatırım için yüksek getiri sağlarken diğer piyasalara portföylerinden kaynaklı riskleri yaymaları anlamına gelmektedir (Mo, Meng ve Zheng, 2022: 1).

Kripto varlıklar ülkelerin parasal sistemlerini etkileyebilmektedirler. Nitekim Narayan, Narayan, Rahman ve Setiawan, (2019) bitcoin fiyat artışının enflasyonda artış, döviz kurunda değer artışı ve para dolaşım hızında yavaşlamaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Bitcoin geleneksel paraların yerine kullanıldığında paranın fonksiyonlarında değişim ve para dönüşüm hızında yavaşlama olabilmektedir (Maitra, Rehman, Dash ve Kang, 2022: 3).

Bitcoin paradan ziyade spekülasyon bir yatırım aracı olarak düşünülebilir. Yermack'a (2013) göre bunun bazı sebepleri bulunmaktadır. Bitcoin altın ve döviz kurlarına göre oldukça volatildir. Bitcoinin hesap birimi ve değer saklama aracı olabilmesi için daha istikrarlı bir fiyatlamaya seviyesine sahip olması gerekmektedir. Bitcoin bankacılık ve ödeme sistemlerinden bağımsızdır. Dövizler banka hesaplarında tutulmakta ve transfer edilebilmekte, bunların yanında mevduat sigortası, uluslararası anlaşmalar ve düzenlemelerle korunmaktayken kripto varlıklar bu özelliklere sahip değildir. Bitcoin sayısının sınırlı olması ekonomik gelişmeye uygun para arzını artıramamadan kaynaklı ekonomik problemlere yol açabilmektedir.

Gronwald (2019) bitcoin piyasasındaki aşırı fiyat hareketlerinin ham petrol ve altındaki fiyat hareketlerinden daha yüksek olduğunu ifade etmiştir. Liu ve Serletis (2019) bitcoinin para piyasası araçlarından 10 kat daha fazla volatil olduğunu belirtmiştir. Bu konuda Uyar ve Kahraman (2019) bitcoinin döviz kurlarından 6 kat daha riskli olduğunu tespit etmişlerdir. Kyriazis ve Prassa (2019) ortaya çıkan bu yüksek volatilitenin özellikle boğa piyasasında yüksek kazanç potansiyelleri sağladığını belirtmiştir.

Bitcoinin diğer varlıklarla olan volatilité yayılım ilişkisi portföylere alınacak varlıkların seçimini, portföydeki varlık oranlarını, risk yönetim kararlarını ve küresel finansal sistemin istikrarını korumakla görevli düzenleme otoritelerini etkileyebilmektedir. Ayrıca ekonomi yönetimleri bitcoin'i yabancı rezervlerinin bir parçası olarak değerlendirmektedirler (Bouri, Das, Gupta ve Roubaud, 2018: 5935).

Bitcoin para ve/veya emtia olarak görülebilmektedir. Bitcoin emtialar gibi sabit arz, talep şokları özellikleri sergilemektedir ve bitcoin fiyatı tüketilebilir emtia analizlerinden öğrenilebilmektedir (Gronwald, 2019: 86). Emtia Borsa yasasına (CEA) göre bitcoin altın ve petrol gibi emtia olarak sınıflandırılmıştır (Rehman ve Apergis, 2019: 603; Meiryani vd., 2022: 1). Bitcoin vadeli işlem kontratları emtiaların yaygın şekilde işlem gördükleri Chicago Ticaret Borsası (CME) ve Chicago Opsiyon Borsası'na (CBOE) Aralık 2017'de katılarak işlem görmeye başlamıştır (Bouri vd., 2018: 5935).

Elde edilme, ortaya çıkarılma ve kullanımıyla ilgili maliyetler bakımından emtialar ile kripto varlıklar benzer özellikler göstermektedir (Meiryani vd., 2022: 2). Bitcoin ve diğer kripto varlıklara hayat veren internet, sunucular ve bilgisayarlar için önemli düzeyde enerji gerekmekte ve bu enerji ihtiyacı finansal piyasaları ve ekonomileri zorlamaktadır (Rehman ve Apergis, 2019: 603). Kripto varlık ticareti ve madencilik için yoğun şekilde enerji tüketiminden dolayı kripto piyasası enerji piyasasıyla ilişkilidir (Okorie ve Lin, 2020: 2).

Kripto varlıklar ile emtialar arasındaki ilişkinin ekonomik temeli finansal yatırım özelliklerinden ortaya çıkmaktadır. Başlangıçta yatırımcılar bitcoin'i blockchain teknolojisine yatırım olarak değerlendirmişlerdir. Spekülasyon özelliklerinden dolayı yatırımcılar bitcoin'i altın yatırımına alternatif olarak görmeye başlamışlardır (Mo vd., 2022: 1).

Emtiaların finansallaşmasıyla yatırımcılara, aracı kurumlara, portföy yönetim şirketlerine, yatırım fonlarına, hedge fonlara, emtilara yatırım yapma, yatırım aracı çeşitliliği sağlama, portföy riskini yönetme, finansal piyasaların derinleşmesine katkı sağlama gibi imkanlar sunulmuştur. Emtiaların finansal piyasalarda işlem görmesi emtia piyasalarında fiyat etkinliğinin artmasına, fiyatların daha rekabetçi koşullarda oluşmasına, likiditenin sağlanmasına imkan sağlamaktadır.

Kripto piyasasının toplam değeri 10 Kasım 2021'de 2,9 trilyon \$ olmuştur. 2 Mart 2023 itibarıyla kripto varlıklar toplam değeri 1,07 trilyon \$ ve bitcoin dominansı ise %42,4'dür. COVID-19 salgınında Nisan 2020'de 20\$ seviyelerine kadar düşen Brent petrol varil fiyatı 2021 yılı Aralık ayında 70-80\$ aralığındayken Rusya'nın Ukrayna'ya saldırısıyla birlikte Mart 2022'de 130\$'ın üzerine kadar çıkmış, 2023 yılına 80\$ seviyelerinde giriş yapmıştır. COVID-19 salgın döneminin olduğu 2020 yılında 1,8\$ civarında olan doğal gaz 2022 yılı yaz aylarında 9\$'ın üzerine çıktıktan sonra 2023 yılı Mart ayı itibarıyla 3\$'a kadar düşmüştür. Benzer şekilde buğday vadeli işlem sözleşmeleri 2020 Temmuz ayında 500\$'ken Şubat 2022'nin sonunda 1.000\$'ın üzerine çıkmış, 2023 yılına 750\$ seviyelerinde girmiştir. Piyasa değerleri ve fiyatları yukarıda paylaşılan kripto piyasası ile üç emtiadan anlaşıldığı üzere küresel, bölgesel, ekonomik ve finansal birçok risk kripto varlıkları ve emtiaları etkileyebilmektedir. Bu nedenle üretim ve gıda maddesi gibi önemli özellikler sergileyen emtiaların fiyat istikrarı sağlamları, diğer finansal varlıklarla ilişkileri, kripto varlık ile emtia ilişkileri, fiyat belirleyicileri gibi durumlar önem ifade etmektedir.

Araştırma ve yayın etiğine uyulan bu çalışmanın iki konuda literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. İlki, literatürde emtiaları temsilen genellikle altın (Hsu, Sheu ve Yoon (2021), Rao, Gupta, Sharma, Mahendru ve Agrawal (2022), Rehman ve Apergis (2019)) ve petrol (Rao vd. (2022), Okorie ve Lin (2020), Sojka ve Kliber (2022) ve Meiryani vd. (2022)) kullanılmaktadır. Bu çalışmada emtiaları temsilen altın ve petrole ek olarak literatürde pek kullanılmayan doğal gaz (Rehman ve Apergis (2019)) ve emtia endeksi (Ji vd. (2019)) kullanılmıştır. Doğal gaz önemli bir sanayi maddesi ve enerji emtiası olmasından dolayı çalışmaya alınırken, emtia endeksi ise emtiaları kapsayıcılık gücüne istinaden örnekleme dahil edilmiştir. Diğeri ise çalışmada hem varyansta nedensellik hem de varyansta zamanla değişen nedensellik (Rehman ve Apergis (2019) ve Meiryani vd. (2022)) testleri kullanılmıştır. Zamanla değişen nedensellik, nedenselliğin zaman içindeki seyrine ilişkin önemli bilgiler sunabilmektedir. Ayrıca varyansta nedensellikte görülemeyen düşük düzeydeki volatilité yayımları zamanla değişen nedensellikte görülebilmektedir.

I. LİTERATÜR

Hsu vd. (2021) ile Rao vd. (2022) çalışmalarında bitcoin ile altın ilişkileri ön plana çıkmaktadır. Hsu vd. (2021) 7 Ağustos 2015 - 15 Haziran 2020 döneminde yaptıkları çalışmada bitcoin ile altın arasında pozitif ve karşılıklı volatilité yayılımı varken COVID-19 salgınında altından bitcoine doğru negatif yönde yayılım olduğu görülmüştür. Rao vd. (2022) Ağustos 2011 - Temmuz 2021 döneminde yaptıkları çalışmada bitcoinin geleneksel piyasalarla volatilité ilişkisinin düşük düzeyde olduğu, pandemi öncesinde ve sonrasında bitcoin net volatilité alıcısı olduğu, pandemi sonrasında bitcoinin geleneksel piyasalarla olan volatilité ilişkisinde artış olduğu ve bitcoinden ham petrol ve altına düşük düzeyde risk yayılımı görüldüğü belirlenmiştir.

Okorie ve Lin (2020), Sojka ve Kliber (2022) ve Meiryani vd. (2022) çalışmalarında kripto varlıklar ile petrol arasındaki volatilité ilişkileri incelenmiştir. Okorie ve Lin (2020) 29 Nisan 2013 - 19 Eylül 2019 döneminde ethereum ve ripplenin (XRP) ham petrol üzerinde volatilité yayılım etkisinin olduğu, ethereum ile ham petrol arasındaki dinamik koşullu korelasyonların genellikle negatif olduğu görülmüştür. Sojka ve Kliber (2022) Brent petrol ile piyasa değeri en büyük beş kripto para arasındaki ilişkileri 10 Şubat 2020 - 10 Şubat 2022 döneminde araştırmışlardır. Çalışmada petrol fiyatındaki azalışın stabil koinlerde (USDT ve USDC) artışa yol açtığı, Brent petrol azalan piyasadayken bitcoin ve ethereumun da azalan piyasada olduğu, yükselen piyasadayken bu kripto varlıkların da yükselen piyasalarda olduğu görülmüştür. Meiryani vd. (2022) 1 Ocak 2020 - 31 Temmuz 2021 dönemi verileriyle ham petrol ve doğal gazın yani iki enerji emtiasının bitcoin fiyatına etkisinin pozitif olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Hsu vd. (2021), Sojka ve Kliber (2022), Naeem vd. (2021), Majumder (2021) çalışmalarında kripto varlıkların riskten korunma ve güvenli liman olma özellikleri araştırılmıştır. Hsu vd. (2021) bitcoinin bazı döviz kurlarına karşı riskten korunma aracı özelliği sergilediği, bunun yanında döviz kurları ve altın karşısında güvenli liman özelliği sergileyebildiği görülmüştür. Sojka ve Kliber (2022) petrol fiyatındaki azalışa karşı stabil koinlerin riskten korunma (hedge) sağladığını belirlemişlerdir. Naeem vd. (2021) 7 Ağustos 2015 - 31 Temmuz 2019 dönemi verileriyle bitcoinin kurşun ve çinko için güçlü güvenli liman özelliği gösterdiği, etheriumun doğal gaz ve kalay için güvenli liman, gaz yağı ve kakao için riskten korunma (hedge) sağladığını tespit etmişlerdir. Majumder (2021) Ekim 2013 - Aralık 2020 döneminde Hindistan'da yaptığı çalışmada Altın ve kripto varlıkların Hindistan borsası için zayıf riskten korunma aracı olurken güvenli liman özelliği sergilemedikleri buna karşın ham petrol, doğal gaz ve alüminyumun Hindistan borsası için güvenli liman özelliği gösterdiğini tespit etmiştir.

Son yıllarda geliştirilen yöntemler ile yayılımların genel sonuçları değil aynı zamanda ayı ve boğa piyasalarındaki özellikleri de tespit edilebilmiştir. Bouri vd. (2018) 19 Temmuz 2010 - 31 Ekim 2017 döneminde yaptıkları çalışmada bitcoinin MSCI gelişmekte olan ülkeler endeksinde ve altına doğru volatilite yayılımı olduğu, boğa piyasasında bitcoin getirilerinin diğer piyasalardaki volatiliteleden pozitif şekilde etkilendiği, boğa piyasasında altının bitcoin volatilitesinden pozitif etkilendiği görülmüştür. Urom vd. (2020) 29 Nisan 2013 - 11 Mayıs 2018 döneminde 12 gelişmiş ülke borsası, altın, ham petrol ve bitcoin verileriyle yaptıkları çalışmada boğa piyasasında bitcoin ile borsalar ve ham petrol arasındaki pozitif bağlantının olduğu, bitcoinden altına ve bazı borsalara volatilite yayıldığı, ayı piyasasında ise negatif ve zayıflayan bir ilişki olduğu ve ayı piyasası koşullarında bitcoinin Finlandiya, Hollanda, ABD ve ham petrol için riskten korunma aracı olarak kullanılabilceği ifade edilmiştir. Elsayed, Gogzor ve Yarovaya (2022) 24 Kasım 2014 - 15 Şubat 2021 dönemi verileriyle yaptıkları çalışmada ayı piyasasında kripto para gösterge endeksinin belirsizlik endeksleri ve altın karşısında net volatilite yayıcısı, boğa piyasasında ise volatilite alıcısı olduğu, ayrıca altının kripto para politika ve fiyat belirsizlik endekslerinden volatilite aldığı belirlenmiştir.

Elsayed vd. (2022) ve Huang, Duan ve Urquhart (2023) çalışmalarında bitcoin ile yeşil varlıklar arasındaki bağlantılar araştırılmıştır. Khalfaoui, Jabeur ve Dogan (2022) 31 Temmuz 2014 - 30 Haziran 2021 döneminde 10 yeşil enerji piyasası ile bitcoin arasındaki bağlantılılıkları inceledikleri çalışmada bitcoinin ayı ve normal piyasa koşullarında net alıcı buna karşın boğa piyasasında net volatilite yayıcısı olduğu anlaşılmıştır. Varlıklar arasındaki volatilitelere bakıldığında bitcoinin ayı piyasasında öncelikli olarak küresel rüzgar enerjisi ve temiz enerjiden, normal piyasa koşullarında ise yeşil enerji ve güneş enerjiden volatilite aldığı buna karşın boğa piyasasında ise öncelikli olarak karbon kredi vadeli piyasasına, rüzgar enerjisine ve ekonomik belirsizlik endeksinde volatilite yaydığı görülmüştür. Huang vd. (2023) bitcoin fiyatıyla yeşil finansal varlık fiyatları arasında karşılıklı ilişki olduğu, bitcoin fiyatıyla belirsizlik göstergeleri arasında zamanın çoğunluğunda düşük ömde ilişki olduğu, zamanla değişen ilişkilerde pandemi koşullarının etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Altın ve enerji emtialarının dışında kripto paralar ile metal ve tarımsal emtialar arasındaki ilişkilere yönelik çalışmalar söz konusudur. Ji, Bouri, Roubaud ve Kristoufek (2019) 15 Ağustos 2015 - 27 Eylül 2018 döneminde 6 kripto varlık ve 18 emtia örnekleminde yaptıkları çalışmada kripto varlıklarla emtialar arasında zayıf ilişki olduğu, kripto varlıkların metal emtiaları ve enerji emtialarıyla olan ilişkisinin oldukça zayıf olduğu, kripto varlıkların emtilara karşısında net volatilite yayıcısı oldukları, stellar, etherium ve litecoinin bu yayılımı öncü oldukları belirlenmiştir. Mo vd. (2022) 10 Ağustos 2015 - 31 Mart 2021 döneminde emtia endeksleriyle yaptıkları çalışmada bitcoinin kısa dönemde net volatilite yayıcısı, uzun dönemde net volatilite alıcısı olduğu, kısa dönemde bitcoinin enerji ve metal getiri endekslerine volatilite yaydığı bu karşın uzun dönemde aynı endekslerden volatilite aldığı görülmüştür. Hassan, Hasan, Halim, Maroney ve Rashid (2022) 14 Ekim 2014 - 27 Haziran 2021 döneminde kripto çevre endeksiyle (ICEA) emtialar arasında az sayıda sayılabilecek dönemlerde (2017-2018) ilişki olduğu, genel olarak kripto endeks ile ham petrol ve emtia endeksleri arasında güçlü bağlantılılık olmadığı, kripto endeksinin

emtialardan düşük düzeyde volatilite aldığı ve iletmekte olduğu, kripto endeksinin yükselen piyasa koşullarında emtiaların çoğunluğunu negatif etkilediği ve soya fasulyesi hariç diğer emtialarla kripto arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Fasanya, Oyewole ve Oliyide (2022) 3 Ağustos 2017 - 23 Ekim 2020 dönemine 5 kripto varlık ve 4 öncü metal ile yaptıkları çalışmada öncü metal piyasalarıyla kripto varlıklar arasında güçlü bağlantılılıklar olduğu, bu bağlantılılıkların COVID-19 krizi zamanında arttığı, bitcoin ve etheriumun net volatilite yayıcısı oldukları, COVID-19 döneminde bitcoin ve etheriumun net volatilite yayıcısı özelliklerinin arttığı, emtiaların net volatilite alıcı duruma dönüştükleri görülmüştür.

Rehman ve Apergis (2019) ve Maitra vd. (2022) çalışmalarında zamanla değişen bağlantılar araştırılmıştır. Rehman ve Apergis (2019) 2 Şubat 2012 - 31 Aralık 2017 döneminde altın, gümüş, bakır ve buğdaydan bitcoine doğru tek yönlü nedensellik olduğu, parametrik olmayan quantil nedensellik testi sonuçları ise brent petrol hariç emtialardan (altın, ham petrol, gümüş, doğal gaz, bakır ve buğday) bitcoine zamanla değişen volatilite yayılımı, bitcoinden gümüş hariç diğer emtialara (altın, ham petrol, doğal gaz, bakır ve buğday) zamanla değişen volatilite yayılımı olduğu tespit edilmiştir. Maitra vd. (2022) 1 Ağustos 2019 - 29 Mayıs 2020 döneminde bitcoinin Alman ve Fransız borsalarına zamanla değişen bağlılık gösterdiği, COVID-19 salgınında bitcoin ve etheriumdan borsalara risk yayılımı olduğunu belirlemişlerdir.

Pham, Nguyen ve Do (2022) 22 Ağustos 2017 - 30 Mart 2021 döneminde Çin'in termal kömür vadeli sözleşmeleriyle yaptıkları çalışmada kömürün bitcoin ve etherium karşısında net volatilite alıcısı olduğu, kripto varlıklardan kömür vadeli piyasasına volatilite nedenselliği olduğu, kötü volatilite yayılımının iyi volatilite yayılımından daha belirgin olduğu, iki piyasa arasındaki ilişkilerde kripto madenciliginde kullanılan enerji tüketiminin, petrol fiyat belirsizliğinin ve ABD 10 yıllık tahvil fiyat volatilitesinin belirleyici olduğu görülmüştür.

II. YÖNTEM

Çalışmada volatilite yayılımlarının elde edilmesinde GARCH (1,1) modelinden sağlanan standardize hatalar kullanılmıştır. Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) modeli Bollerslev (1986) tarafından geliştirilerek Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modeli haline getirilmiştir. GARCH modeli aşağıdaki şekildedir:

$$\alpha_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (1)$$

Burada;

$$\begin{aligned} p &\geq 0, & q &> 0 \\ \alpha_0 &> 0, & \alpha_i &\geq 0 \quad i = 1, \dots, p \\ \beta_j &\geq 0 \quad i = 1, \dots, q \\ \alpha + \beta &< 1 \end{aligned} \quad (2)$$

olmalıdır. Burada α kısa dönemdeki volatilite şok etkisini gösterirken β ise volatilite kümelenmesinin kalıcılığını göstermektedir.

Volatilite yayılımı bilginin varlıklar ve piyasalar arasında nasıl iletildiğinin anlaşılmasına yardım etmektedir (Hong, 2001: 184). Volatilite piyasalar arası korelasyonları göstermekte ve piyasaya ulaşan yeni bilginin piyasa tarafından değerlendirilmesinde önem ortaya koymaktadır. Hong (2001) koşullu varyans sergileyen iki zaman serisi arasındaki volatilite yayılımları için asimtotik test önermiştir:

Burada,

$$Q_{IT}(k) \text{ ortalama } D_{IT}(k) \text{ ise varyans denklemini ifade etmektedir.} \\ Q_1 = \left\{ T \sum_{j=1}^{T-1} k^2 \left(\frac{j}{M} \right) \rho_{vw}^2(j) - C_{IT}(k) \right\} / \left\{ 2D_{IT}(k) \right\}^{1/2} \quad (3)$$

Hong'un (2001) test işlemleri şu şekilde özetlenebilir:

$$Q_{IT}(k) = \sum_{j=1}^{T-1} \left(1 - \frac{j}{T} \right) k^2 \left(\frac{j}{M} \right), \quad (4)$$

$$D_{1T}(k) = \sum_{j=1}^{T-1} \left(1 - \frac{j}{T}\right) \left\{1 - (j+1)/T\right\} k^4 \left(\frac{j}{M}\right) \quad (5)$$

1. Hata terimleri için GARCH (p,q) modeli tahmin edilir.
2. Standartize hata kareler arasında çapraz korelasyon fonksiyonu elde edilir.

3. Ağırlıklandırılmış fonksiyon $k(\cdot)$ ve tamsayı M seçilir ve $Q_{1T}(k)$ ile $D_{1T}(k)$ hesaplanır.

4. Q istatistik değeri hesaplanır ve uygun seviyedeki kritik değeri $N(0,1)$ ile karşılaştırılır. Q kritik değerden büyükse H_0 yokluk hipotezi reddedilir. Aksi halde H_0 reddedilmez.

Hong (2001) karşılıklı Granger nedenselliği aşağıdaki gibi tanımlamıştır:

Burada S kayan örneklem büyüklüğü, $k(x)$ kernel fonksiyonu M ise pozitif tamsayıdır.

$$H_2 = \frac{T \sum_{j=2-T}^{T-2} k^2 \left(\frac{j}{M}\right) r_j^2 - C_{2T}(k)}{\sqrt{2D_{2T}(k)}} \quad (6)$$

Çalışmada volatiliteler gün içi en yüksek ve en küçük fiyat verilerinden aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

Burada i piyasayı, t gün, P_{it}^{max} günlük en yüksek fiyatı, P_{it}^{min} günlük

$$\sigma_{it}^2 = 0,361 \left[\ln(P_{it}^{max}) - \ln(P_{it}^{min}) \right]^2 \quad (7)$$

en düşük fiyatı ve σ_{it}^2 ise günlük varyansı temsil etmektedir. Bu varyanstan aşağıdaki standart sapma elde edilmiştir.

Standart sapmalar (σ_{it}) volatiliteleri göstermektedir

$$\sigma_{it} = 100 \sqrt{365 * \sigma_{it}^2} \quad (8)$$

III. BULGULAR

Çalışmada bitcoin, ons altın, petrol (West Texas Intermediate – WTI), doğal gaz ve S&P Goldman Sachs emtia endeksi (GSCI) verileri kullanılmıştır. Örneklem dönemi 24 Ağustos 2016 – 13 Ocak 2023 şeklindedir.

Değişkenler arasında en yüksek standart sapmaya sahip değişken bitcoindir. Bu durum bitcoinin değişkenler arasında en riskli kıymet olduğunu işaret etmektedir. Değişkenlerin hepsinin sağa çarpık ve oldukça sivri özellikler gösterdiğini, bundan dolayı serilerin finansal zaman serilerinde yaygın şekilde görülen normal dağılım özelliklerine sahip olmadıkları anlaşılmaktadır.

TABLO 1 | Tanımlayıcı İstatistik

	Bitcoin	Altın	Petrol	Doğal Gaz	Emtia Endeks
Ortalama	66.41233	13.95017	42.28734	34.01186	15.79506
En Yüksek	643.3216	91.19963	522.8901	235.3604	221.9690
En Düşük	7.204564	0.000000	6.139606	0.000000	0.000000
Std. Sapma	51.52798	8.974083	37.02788	22.28855	11.18153
Çarpıklık	3.005935	2.555649	5.579978	1.699811	5.722294
Basıklık	20.76198	15.53885	49.43555	9.271311	81.29943
Jarque-Bera	24159.94***	12597.54***	156710.3***	3496.345***	430236.4***
ARCH (LM)	122***	125***	389***	208***	110***
Q(47)	2458***	3153***	1137***	11127***	3895***
Q2(47)	266***	1532***	2909***	896***	185***
Gözlem Sayısı	1649	1649	1649	1649	1649

Not: ARCH LM Breusch-Godfrey Korelasyon LM testini; Q ve Qs Box-Pierce getiri korelogram ve getiri kareleri korelogramlarını, *** işareti %1 önem seviyesini göstermektedir.

TABLO 2 | Korelasyon Katsayıları ve Birim Kök Testleri

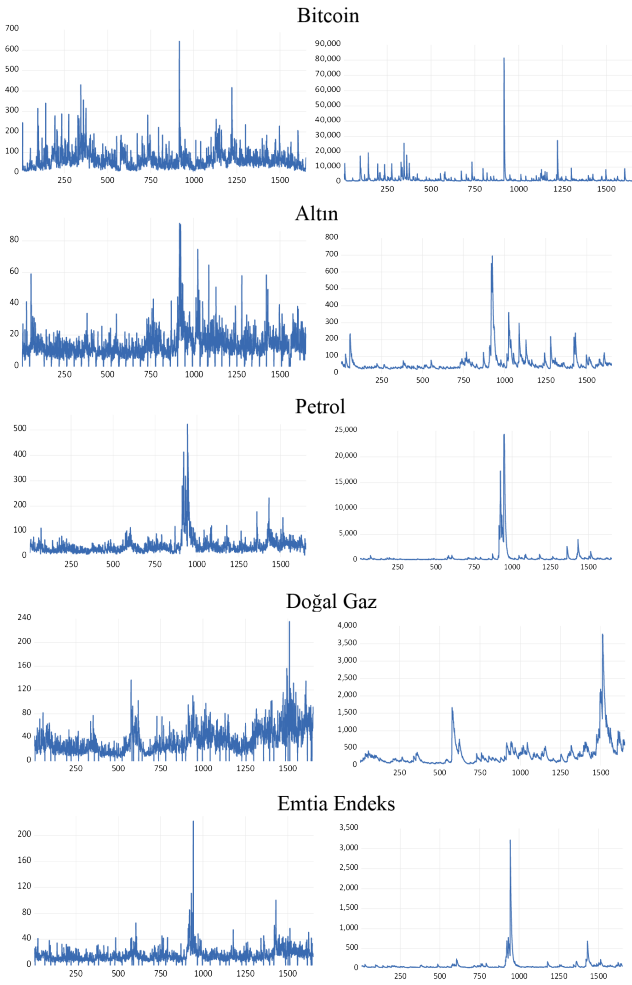
	Bitcoin	Altın	Petrol	Doğal Gaz	Emtia Endeks
Bitcoin	1				
Altın	0.138436 [5.672800]***	1			
Petrol	0.052134 [2.118654]**	0.368199 [16.07178]***	1		
Doğal Gaz	-0.007022 [-0.284976]	0.169193 [6.966833]***	0.293565 [12.46295]***	1	
Emtia Endeks	0.067507 [2.745900]***	0.353660 [15.34434]***	0.640927 [33.88595]	0.358009 [15.56056]***	1
ADF	-5.9056***	-6.5635***	-4.8883***	-4.4925***	-2.1162***
PP	-31.5020***	-36.7139***	-39.8882***	-25.1183***	-40.0431***

Not: Köşeli parantez içindekiler T istatistik değerlerini, *** ve ** sembolleri ise sırasıyla %1 ve %5 önem düzeylerini göstermektedir.

Bitcoinin altın, petrol ve emtia endeksiyle pozitif ancak düşük düzeyde korelasyon ilişkisi görülmektedir (Tablo 2). Buna karşın emtiaların kendi aralarındaki korelasyon ilişkileri pozitif ve yüksektir. Bitcoin ile korelasyon ilişkisi en yüksek emtia altındır. Bu ilişkide altının bir yatırım aracı olma özelliğinin önemli olduğu değerlendirilmektedir. Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri tüm değişkenlerin düzeyde I(0) durağan olduklarını göstermektedir.

Şekil 1'de serilerden elde edilen volatiliteler ve GARCH (1,1) modellerinden elde edilen koşullu varyans grafikleri görülmektedir. Serilerdeki volatilitelerin COVID-19 sürecinde yükseldiği, ayrıca doğal gaz volatilitelerinin Rusya'nın Ukrayna'yı işgal sürecinde de yükseldiği anlaşılmaktadır. En yüksek volatilitenin bitcoinde, en düşük volatilitenin ise altında olduğu, buna dayanarak en riskli kıymetin bitcoin, en az riskli kıymetin altın olduğu söylenebilir.

ŞEKİL 1 | Volatilite ve Koşullu Varyans Grafikleri



TABLO 3 | GARCH (1,1) Model Tahmin Sonuçları

	Bitcoin	Altın	Petrol	Doğal Gaz	Emtia Endeksi
Ortalama Denklemi					
c	19.24676***	9.397276***	21.47866***	2.723.427	9.944677***
AR(1)	0.975547***	0.959650***	1.024127***	0.989862***	0.970606***
AR(2)	-0.031591***		-0.058731***		
MA(1)	-0.788812***	-0.815005***	-0.855383***	-0.859295***	-0.834485***
MA(2)		-0.047913*			-0.056534***
MA(3)		-0.012058			
Varyans Denklemi					
C	378.5443***	2.838470***	17.41094***	2.240775**	3.278045***
α	0.223191***	0.083456***	0.113564***	0.083696***	0.079516***
β	0.573104***	0.861458***	0.832296***	0.914711***	0.865074***
ARCH (LM)	0.027242	0.974792	0.013172	1.674.951	0.044711
Q2(47)	34.999	40.904	24.131	32.630	32.943
GED	0.781188***	1.032961***	1.010921***	1.037219***	0.937001***

Not: GED genelleştirilmiş hata dağılımını, ***, ** ve * işareti sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyelerini göstermektedir.

Seriler normal dağılım özellikleri göstermediğinden GARCH (1,1) model tahmini genelleştirilmiş hata dağılımına göre (GED) yapılmıştır (Tablo 3). ARCH (α) ve GARCH (β) etkileri bütün modellerde anlamlıdır. ARCH (α) etkisi şokların kısa dönemdeki kalıcılığını gösterirken GARCH (β) etkisi ise uzun dönemde volatilite kümelenmelerinin kalıcılığını göstermektedir. Buna göre kısa dönemdeki şokların kalıcılığı en fazla bitcoindedir. Emtialarda kısa dönem şokların kalıcılığı düşük düzeyde olurken, uzun dönemdeki şokların kalıcılığı yüksek düzeydedir.

GARCH (1,1) modelinden elde edilen standardize kalıntılar yoluyla ortalamada nedensellik ve varyansta nedensellik testleri yapılmıştır

TABLO 4 | Ortalamada Nedensellik

Nedensellik	M=1	M=3	M=4	M=5	M=6
Altın → Bitcoin	-0.707	-1.433	-1.658	-1.826	-2.047
Bitcoin → Altın	-10.467	-0.871	-1.036	-1.130	-1.330
Petrol → Bitcoin	-4.069	-0.988	-1.147	-1.284	-1.430
Bitcoin → Petrol	-2.745	-0.935	-1.044	-1.252	-1.293
D. Gaz → Bitcoin	8.110***	-0.636	-0.828	-0.998	-1.147
Bitcoin → D. Gaz	-7.656	-0.931	-1.036	-1.244	-1.279
Emt. End. → Bitcoin	-14.578	-0.987	-1.149	-1.282	-1.428
Bitcoin → Emt. End.	10.433***	-0.812	-0.844	-1.139	-1.010

Not: *** sembolü %1 önem düzeyini göstermektedir. M gecikmeyi temsil etmektedir.

(Tablo 4 ve 5). Ortalamada nedensellik sonuçlarına göre 1. gecikmede doğal gazdan bitcoine ve bitcoinden emtia endeksine tek yönlü volatilite ilişkisi bulunmaktadır. Dolayısıyla 1. işlem gününde volatilite ilişkisi varken, 3, 4, 5 ve 6. günde volatilite ilişkisi ortadan kalkmaktadır.

Varyansta nedensellik sonuçlarına göre (Tablo 5) bitcoinden altın ve emtia endeksine ve doğal gazdan bitcoine doğru volatilite

TABLO 5 | Varyansta Nedensellik

Nedensellik	M=1	M=3	M=4	M=5	M=6
Altın → Bitcoin	-14.639	-0.981	-1.134	-1.290	-1.411
Bitcoin → Altın	26.819***	-0.996	-1.156	-1.302	-1.436
Petrol → Bitcoin	-9.442	-0.989	-1.150	-1.286	-1.432
Bitcoin → Petrol	1.530*	-0.989	-1.144	-1.298	-1.420
D. Gaz → Bitcoin	5.514***	-0.721	-0.907	-1.071	-1.212
Bitcoin → D. Gaz	-11.994	-0.982	-1.130	-1.287	-1.397
Emt. End. → Bitcoin	-15.904	-0.996	-1.158	-1.302	-1.438
Bitcoin → Emt. End.	1.763**	-0.819	-0.865	-1.151	-1.025

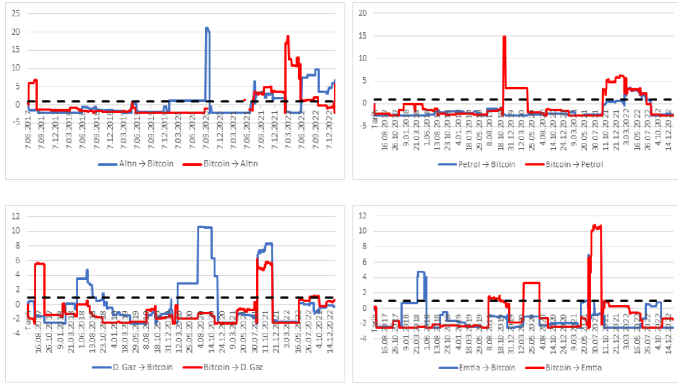
Not: *, ** ve *** sembolleri sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeylerini göstermektedir. M gecikmeyi temsil etmektedir.

yayılımı söz konusudur. Bu yayılımlar tek yönlü ve 1. işlem gününde gerçekleşmektedirler. Daha sonraki işlem günlerinde volatilite yayılımı ortadan kalkmaktadır. Volatilite yayılımlarının sadece 1. günde olması sonraki günlerde görülmemesi finansal piyasalarda bilgi iletişiminin hızlı, bilgi etkinliğinin yüksek, varlık fiyatlamalarının bilgilere hızlı tepki verdiğinin bir göstergesidir.

Zamanla değişen varyansta nedensellik test sonuçları (Şekil 2) düşük düzeyde ilişkiler ortaya koyarak yukarıdaki nedensellik test sonuçlarını teyit etmektedir. Altından bitcoine COVID-19 sürecinde (Eylül 2020) ve 2022 yaz aylarında volatilite yayılım ilişkisi varken bitcoinden altına 2021 sonbaharından 2022 yaz aylarına kadar volatilite yayılımı görülmektedir. Petrolden bitcoine yayılım görülmezken bitcoinden petrole doğru Kasım 2019 – Mart 2020 ve Kasım 2021 – Haziran 2022 dönemlerinde volatilite yayılımı görülmektedir. Doğal gazdan bitcoine doğru Haziran 2018 – Temmuz 2018, Nisan 2020 – Ekim 2020 ve Temmuz 2021 – Kasım 2021 dönemlerinde buna karşın bitcoinden doğal gaza doğru Ağustos 2017 ve Temmuz 2021 – Kasım 2021 dönemlerinde volatilite yayılımları söz konusudur. Emtia endeksinden bitcoine doğru

Nisan 2018’de yayılım varken bitcoinden emtia endeksine Nisan 2020 – Haziran 2020 ve Haziran 2021 – Ağustos 2021 dönemlerinde volatilité yayılımları olmuştur. Zamanla değişen volatilité ilişkisinde, genel olarak bitcoin ile emtialar arasında düşük zaman aralıklarında kısmi yayılımlar görülmüştür. Dolayısıyla bitcoin ile emtialar arasında düşük düzeyde bilgi ve risk yayılımı olduğu anlaşılmaktadır. Ortaya çıkan bu sonuçlar portföy yönetimi açısından sonuçlar doğurmaktadır. Bitcoin ile emtialardan oluşan portföylerin yatırımcılarını fiyat risklerine karşı koruyacağı söylenebilir.

ŞEKİL 2| Zamanla Değişen Varyansta Nedensellik Test Sonuçları



Not: Siyah kesikli çizgi %5 önem düzeyindeki kritik değerleri göstermektedir.

Çalışmada elde edilen bulgular literatürle bazı benzerlikler göstermektedir. Bitcoinden altına doğru tespit edilen volatilité yayılımı Hsu vd. (2021) ve Rao vd. (2022) çalışmalarındaki sonuçlarla kısmi benzerlikler taşımaktadır. Bitcoinden emtia endeksine olan volatilité yayılımı sonucu Ji vd. (2019) ve Mo vd. (2022) çalışmalarındaki bulgulara benzemektedir. Doğal gazdan bitcoine olan volatilité yayılımı sonucu Rehman ve Apergis (2019) sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada bitcoin ile emtialar arasında düşük düzeyde bir volatilité yayılımı ilişkisi görülmüştür. Literatürde Ji vd. (2019) ve Hassan vd. (2022) çalışmalarında da düşük düzeyde yayılım görülmüştür. Bu çalışmada görülen zamanla değişen volatilité ilişkisi ise Rehman ve Apergis (2019) ve Maitra vd. (2022) çalışmalarındaki sonuçlara benzerlikler göstermektedir.

SONUÇ

Kripto varlıklar merkeziyetsizlik, düşük işlem maliyeti, daha az sayıda düzenlemelere tabi olma nitelikleriyle geleneksel para ve finansal varlıklardan farklı özellikler sunarak küresel finansal sistem içinde kendine yer edinmiştir. Kripto varlıkların zaman içinde sayıları, işlem hacimleri ve piyasa değerleri artarken portföy yönetimi, portföy çeşitlendirmesi, risk yönetimi gibi konular bakımından kripto varlıklar önem ortaya koymaya başlamıştır. Kripto varlıkların ortaya çıkarılmalarıyla ilgili süreçler, riskten korunma ve güvenli liman olabilmeleriyle ilgili konular bakımından kripto varlıklar ile emtialar arasındaki ilişkiler merak uyandırmaktadır.

Bu çalışmada bitcoin ile emtialar arasındaki volatilité yayılım ilişkileri 24 Ağustos 2016 – 13 Ocak 2023 dönemine ait veriler ile araştırılmıştır. Emtiaları temsilen altın, petrol, doğal gaz ve emtia endeksi kullanılmıştır. Varyansta nedensellik ve Lu vd. (2014) tarafından geliştirilen zamanla değişen nedensellik testleri uygulanmıştır. Çalışmada bitcoinden altın ve emtia endeksine ve doğal gazdan bitcoine doğru tek yönlü volatilité yayılımı olduğu, bitcoinin emtialarla düşük düzeyde zamanla değişen volatilité yayılım ilişkisi gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bitcoin ile emtialar arasında düşük düzeyde bilgi ve risk yayılımı söz konusudur. Emtialardan oluşturulan portföylere bitcoin eklenerek kısmi düzeyde çeşitlendirme ile riskten korunma (hedge) sağlanabilir. Böylelikle portföy getirisi ile portföy riski arasında denge sağlanması yönünde kısmi düzeyde gelişme sağlanabilir. Bu nedenlerle elde edilen sonuçların portföy yönetimi, portföy risk yönetimi ve portföy yatırım kararlarının verilmesinde kullanılabilirlikleri söz konusudur.

Bu çalışmada bitcoin ile emtialar arasındaki zamanla değişen volatilité ilişkisi araştırılmıştır. İlerleyen çalışmalarda dünyadaki temel piyasalar esas alınarak kripto varlıklar, pay piyasaları, döviz piyasaları, borçlanma araçları ve emtialarla zamanla değişen volatilité ilişkisi incelenebilir. Böylelikle zamanla değişen volatilité ilişkisi temel piyasalar arasında ortaya konarak portföy riskinin yönetimi adına dünya geneline ilişkin bir projeksiyon sağlanabilir. Ayrıca temel piyasalar arasındaki zamanla değişen volatilité ilişkisine piyasaların yükselen (boğa piyasası) ve düşen (boğa piyasası) özellikleri de eklenebilir.

KAYNAKÇA

- [1] Bandhu Majumder, S. (2022). Searching for hedging and safe haven assets for Indian equity market—a comparison between gold, cryptocurrency and commodities. *Indian Growth and Development Review*, 15(1), 60-84. <https://doi.org/10.1108/IGDR-10-2021-0131>
- [2] Beđowska- Sojka, B., ve Kliber, A. (2022). Can cryptocurrencies hedge oil price fluctuations? A pandemic perspective. *Energy Economics*, 115, 106360. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106360>
- [3] Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- [4] Bouri, E., Das, M., Gupta, R., ve Roubaud, D. (2018). Spillovers between Bitcoin and other assets during bear and bull markets. *Applied Economics*, 50(55), 5935-5949. <https://doi.org/10.1080/00036846.2018.1488075>
- [5] Elsayed, A. H., Gozgor, G., ve Yarovaia, L. (2022). Volatility and return connectedness of cryptocurrency, gold, and uncertainty: Evidence from the cryptocurrency uncertainty indices. *Finance Research Letters*, 47, 102732. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.102732>
- [6] Fasanya, I. O., Oyewole, O. J., ve Oliyide, J. A. (2022). Investors' sentiments and the dynamic connectedness between cryptocurrency and precious metals markets. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 86, 347-364. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2022.08.009>
- [7] Gronwald, M. (2019). Is Bitcoin a Commodity? On price jumps, demand shocks, and certainty of supply. *Journal of International Money and Finance*, 97, 86-92. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2019.06.006>
- [8] Hassan, M. K., Hasan, M. B., Halim, Z. A., Maroney, N., ve Rashid, M. M. (2022). Exploring the dynamic spillover of cryptocurrency environmental attention across the commodities, green bonds, and environment-related stocks. *The North American Journal of Economics and Finance*, 61, 101700. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2022.101700>
- [9] Hong, Y. (2001). A Test for volatility spillover with application to exchange rates. *Journal of Econometrics*, 103, 183-224.
- [10] Hsu, S. H., Sheu, C., ve Yoon, J. (2021). Risk spillovers between cryptocurrencies and traditional currencies and gold under different global economic conditions. *The North American Journal of Economics and Finance*, 57, 101443. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2021.101443>
- [11] Huang, Y., Duan, K., ve Urquhart, A. (2023). Time-varying dependence between Bitcoin and green financial assets: A comparison between pre-and post-COVID-19 periods. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 82, 101687. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2022.101687>
- [12] Ji, Q., Bouri, E., Roubaud, D., ve Kristoufek, L. (2019). Information interdependence among energy, cryptocurrency and major commodity markets. *Energy Economics*, 81, 1042-1055. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.06.005>
- [13] Khalfaoui, R., Jabeur, S. B., ve Dogan, B. (2022). The spillover effects and connectedness among green commodities, bitcoins, and US stock markets: Evidence from the quantile VAR network. *Journal of Environmental Management*, 306, 114493. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114493>
- [14] Kyriazis, N. A., ve Prassa, P. (2019). Which cryptocurrencies are mostly traded in distressed times?. *Journal of Risk and Financial Management*, 12(3), 135.
- [15] Liu, J., ve Serletis, A. (2019). Volatility in the cryptocurrency market. *Open Economies Review*, 30, 779-811.
- [16] Lu, F., Hong, Y., Wang, S. Lai, K., ve Liu J. (2014). Time-varying Granger causality tests for applications in global crude oil markets. *Energy Economics*, 42, 289-298.
- [17] Maitra, D., Rehman, M. U., Dash, S. R., ve Kang, S. H. (2022). Do cryptocurrencies provide better hedging? Evidence from major equity markets during COVID-19 pandemic. *The North American Journal of Economics and Finance*, 62, 101776. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2022.101776>
- [18] Meiryani, M., Tandyoprano, C. D., Emanuel, J., Lindawati, A. S. L., Fahlevi, M., Aljuaid, M., ve Hasan, F. (2022). The effect of global price movements on the energy sector commodity on bitcoin price movement during the COVID-19 pandemic. *Heliyon*, 8(10), e10820. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10820>
- [19] Mo, B., Meng, J., ve Zheng, L. (2022). Time and frequency dynamics of connectedness between cryptocurrencies and commodity markets. *Resources Policy*, 77, 102731. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102731>
- [20] Naeem, M. A., Farid, S., Balli, F., ve Hussain Shahzad, S. J. (2021). Hedging the downside risk of commodities through cryptocurrencies. *Applied Economics Letters*, 28(2), 153-160. <https://doi.org/10.1080/13504851.2020.1739609>
- [21] Narayan, P. K., Narayan, S., Rahman, R. E., ve Setiawan, I. (2019). Bitcoin price growth and Indonesia's monetary system. *Emerging Markets Review*, 38, 364-376. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2018.11.005>

- [22] Okorie, D. I., ve Lin, B. (2020). Crude oil price and cryptocurrencies: Evidence of volatility connectedness and hedging strategy. *Energy economics*, 87, 104703. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104703>
- [23] Pham, S. D., Nguyen, T. T. T., ve Do, H. X. (2022). Dynamic volatility connectedness between thermal coal futures and major cryptocurrencies: evidence from China. *Energy Economics*, 112, 106114. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106114>
- [24] Rao, A., Gupta, M., Sharma, G. D., Mahendru, M., ve Agrawal, A. (2022). Revisiting the financial market interdependence during COVID-19 times: a study of green bonds, cryptocurrency, commodities and other financial markets. *International Journal of Managerial Finance*, 18(4), 725-755. <https://doi.org/10.1108/IJMF-04-2022-0165>
- [25] Rehman, M. U., ve Apergis, N. (2019). Determining the predictive power between cryptocurrencies and real time commodity futures: Evidence from quantile causality tests. *Resources Policy*, 61, 603-616. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.08.015>
- [26] Urom, C., Abid, I., Guesmi, K., ve Chevallier, J. (2020). Quantile spillovers and dependence between Bitcoin, equities and strategic commodities. *Economic Modelling*, 93, 230-258. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.07.012>
- [27] Uyar, U., ve Kahraman, I. K. (2019). The risk analysis of Bitcoin and major currencies: value at risk approach. *Journal of Money Laundering Control*, 22(1), 38-52. <https://doi.org/10.1108/JMLC-01-2018-0005>
- [28] Yermack, D. (2013). Is Bitcoin a real currency? An economic appraisal (No. w19747). *National Bureau of Economic Research*, 36(2), 843-850.
- [29] <https://coinmarketcap.com/charts/>