



JOEEP

e-ISSN: 2651-5318

Journal Homepage: <http://dergipark.org.tr/joeeep>

Araştırma Makalesi • Research Article

Petrol Fiyatları ile Kıymetli Metal Fiyatları Arasında Zamanla Değişen Volatilite Yayılma Etkisinin Analizi

The Analysis of Time Varying Volatility Spillover Effect between Oil Prices and Precious Metals Prices

Serhat Sezen^{a,*}

^a Öğr. Gör. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Malkara Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, 59300, Tekirdağ /Türkiye
0000-0002-8018-2769

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 14 Ağustos 2023

Düzeltilme tarihi: 14 Ekim 2023

Kabul tarihi: 23 Ekim 2023

Anahtar Kelimeler:

Petrol Fiyatları

Kıymetli Metaller

Hong Nedensellik Testi

Volatilite Yayılma Etkisi

ARTICLE INFO

Article history:

Received: August 14, 2023

Received in revised form: Oct 14, 2023

Accepted: Oct 23, 2023

Keywords:

Oil Prices

Precious Metals

Hong Causality Test

Volatility Spillover Effect

ÖZ

Bu çalışmada, petrol fiyatı ile altın, gümüş, platin ve paladyum gibi kıymetli metal fiyatları arasında getiri ve volatilite yayılma etkisinin olası varlığının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 2 Ocak 1990 ile 10 Mart 2023 tarihleri arasında günlük veriler kullanılarak, petrol fiyatı ile kıymetli metal fiyatları arasında yayılma etkisinin olası varlığı Hong (2001) tarafından önerilen varyansta nedensellik testi ile araştırılmıştır. Ortalamada nedensellik testi sonuçları, petrol fiyatı ile altın dışındaki diğer kıymetli metaller arasında güçlü nedensel bağlantıların olduğunu göstermektedir. Buna göre, petrol fiyatındaki değişimin altın dışındaki kıymetli metal fiyatlarını etkilediği; öte yandan, paladyum, gümüş ve platin fiyatlarındaki değişimlerin de gecikmeli olarak petrol fiyatını etkilediği tespit edilmiştir. Varyansta nedensellik testi sonuçları ise petrol piyasası ile kıymetli metal piyasası arasında çift yönlü volatilite yayılma etkisinin olduğunu göstermektedir. Son olarak, zamanla değişen varyansta nedensellik testi sonuçlarının da varyansta nedensellik test sonuçlarıyla tutarlı olduğu görülmektedir.

ABSTRACT

In this paper, it is aimed to determine the possible existence of return and volatility spillover effect between oil price and precious metal prices such as gold, silver, platinum and palladium. For this purpose, using daily data between January 2, 1990 and March 10, 2023, the possible existence of the spillover effect between oil price and precious metal prices was investigated with the causality test in variance proposed by Hong (2001). The causality-in-mean test results show that there are strong causal links between the price of oil and precious metals other than gold. Accordingly, the change in the oil price affected the precious metal prices other than gold; On the other hand, it was determined that the changes in palladium, silver and platinum prices also affected the oil price with a lag. The causality-in-variance test results show that there is a bidirectional volatility spillover effect between the oil market and the precious metals market. Finally, it is seen that the results of the time-varying causality test are also consistent with the variance causality test results.

1. Giriş

Bireysel ve kurumsal yatırımcılar olmak üzere tüm yatırımcılar tarafından hisse senetleri, tahviller ve hazine bonoları geleneksel yatırım araçları olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, emtia vadeli işlem sözleşmeleri vasıtasıyla emtia piyasaları da özellikle

ekonomik belirsizliklerin arttığı dönemlerde, risklerden korunmak ve farklı yatırım araçlarının getirilerinden yararlanmak amacıyla alternatif yatırım araçları olarak görülmektedir.

Emtialar, fiyatlarındaki volatilite, emtia kullanım alanlarının hızla artması ve fiyat değişimlerinde gözlenen

* Sorumlu yazar/Corresponding author.

e-posta: ssezen@nku.edu.tr

Atf/Cite as: Sezen, S. (2023). Petrol Fiyatları ile Kıymetli Metal Fiyatları Arasında Zamanla Değişen Volatilite Yayılma Etkisinin Analizi. *Journal of Emerging Economies and Policy*, 8(2), 385-399.

This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors.

senkronizasyon gibi nedenlerden dolayı ekonomilerde üretim, tüketim, yatırım ve tasarruf kararlarını etkileyebilmektedir (Yıldırım vd., 2020). Küresel ölçekte üretim, tüketim, yatırım, tasarruf ve ticarete konu olması açısından petrol ve kıymetli metaller en stratejik emtialar olarak öne çıkmaktadır (Regnier, 2007; Bildirici ve Türkmen, 2015).

Petrol, dünyada en çok ticareti yapılan emtidir (Tiwari ve Sahadudheen, 2015). Petrolün asıl önemi endüstriyel açıdan gelmekte olup, üretim süreci için hayati bir üretim girdisidir ve fiyatı talep ve arz şokları tarafından belirlenir (Lombardi ve Van Robays, 2011). Petrol fiyatındaki değişikliklerin özellikle ekonomik etkisi vardır ve bunlar, net petrol ithalatçısı ekonomiler üzerindeki olumsuz etkisinin bir sonucu olarak, dünyadaki politika yapımcılar arasında genellikle ciddi endişelere yol açmaktadır (Hunt, 2006). Petrol fiyatlarındaki artış, nakliye ve üretim maliyetlerinin yükselmesine ve mal ve hizmet fiyatlarının artmasına neden olacaktır, enflasyonist beklentilerin de artmasına yol açacaktır (Shahzad vd., 2019). Özellikle petrol tüketiminin büyük bir bölümünü ithal eden ekonomiler için, uluslararası petrol fiyatlarındaki artış enflasyon ve döviz kuru şoklarına neden olabilir (Jain ve Ghosh, 2013: 88). Böyle bir durumda yatırımcılar, portföylerini enflasyon ve kur riskinden korumak için kıymetli metalleri toplamayı tercih etmektedirler (Baruník vd., 2016).

Kıymetli metaller arasında en önde gelen altının finansal piyasalarda artan riske karşı bir koruma aracı olarak kullanılması, emtia portföylerinin riskten korunma ve çeşitlendirilmesinde risk yönetimi araçları olarak diğer kıymetli metallerin kullanılmasına da öncülük etmiştir. Özellikle yüksek enflasyonun yaşandığı ya da enflasyon beklentilerinin artış gösterdiği zamanlarda riskten kaçınmak isteyen yatırımcıların altının yanı sıra gümüş, platin, paladyum gibi kıymetli metalleri de güvenli liman olarak kullandıkları görülmektedir (Sari vd., 2010: 351).

Bu bağlamda, petrol fiyatı dalgalanmalarını ve petrol ile kıymetli metal fiyatları arasındaki nedensel ilişkileri anlamak, uluslararası yatırımcılar ve portföy yöneticileri açısından önem taşımaktadır. Çünkü bu varlıkların fiyatlarındaki volatilitenin gelişimini tahmin etmeye ve piyasalar arasındaki yayılmaların hesaplanması yoluyla optimum portföy ve riskten korunma stratejilerini uygulamaya yardımcı olmaktadır. (Yaya vd., 2016: 273).

Literatürde petrol fiyatları ile kıymetli metaller arasındaki bağlantıya yönelik yapılan çalışmalarda genellikle petrol fiyatlarındaki değişimlerin makroekonomik değişkenler üzerindeki etkisine ve petrol ve altın arasındaki bağlantılara odaklanıldığına rastlanmaktadır (Zhang ve Wei, 2010; Yaya vd., 2016; Mensi vd., 2018). Bununla birlikte, petrol ve kıymetli metallerin fiyatları ile karşılıklı ilişkilerin yer aldığı çok az sayıda çalışma mevcuttur.

Bu çalışma, Hong (2001) tarafından geliştirilen varyansta nedensellik testini kullanarak, ham petrol fiyatlarının kıymetli metal fiyatları üzerinde önemli bir volatilitenin

yayımla etkisinin olup olmadığını incelemeyi amaçlamaktadır.

2. Literatür İncelemesi

Literatürde petrol ve kıymetli metal piyasaları arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalarda, genellikle fiyat ortaklığına ve volatilitenin davranışlarına odaklanıldığı görülmektedir. Hammoudeh ve Yuan (2008), petrol fiyat şokları varlığında üç stratejik emtianın (altın, gümüş ve bakır) volatilitenin davranışını incelemek için üç "iki faktörlü" GARCH, EGARCH ve CGARCH modellerini kullandıkları çalışmalarında, altın ve gümüşün benzer volatilitenin kalıcılığı gösterdiği ve geçmişteki petrol fiyatı şoklarından bakıra göre daha fazla olumsuz etkilendikleri sonucuna ulaşmışlardır. Soytas vd. (2009), altın ve gümüş fiyatlarının petrol fiyatları üzerindeki kısa ve uzun dönem etkilerini Toda-Yamamoto doğrusal nedensellik testini kullanarak inceledikleri çalışmalarında değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlamamışlardır. Zhang ve Wei (2010), petrol ve altın piyasaları arasındaki fiyat keşif sürecini eşbütünleşme ve doğrusal ve doğrusal olmayan Granger nedensellik testlerini kullanarak incelemiştir. Sonuçlar, petrol fiyatı ile altın fiyatı arasında önemli bir eşbütünleşme ilişkisini ve petrol fiyatından altın fiyatına doğru tek yönlü bir doğrusal nedenselliğin varlığını göstermiştir.

Le ve Chang (2012), petrol fiyatı dalgalanmalarının altın getirileri üzerindeki dinamik ilişkiyi yapısal vektör otoregresyon (SVAR) yaklaşımını kullanarak incelemiştir. Ampirik sonuçlar, petrol fiyatı şoklarının eş zamanlı olarak reel altın getirileri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ewing ve Malik (2013), altın ve petrol vadeli işlemleri arasındaki volatilitenin, yapısal kırılmaların da varlığı altında GARCH ve BEKK-GARCH modellerini kullanmışlardır. Bulgular, petrol ve altın fiyatları arasında önemli bir volatilitenin yayılımı olduğunu göstermiştir. Morales ve Andreosso-O'Callaghan (2014), küresel finansal kriz öncesi piyasa ilişkilerini analiz etmek amacıyla petrol getirileri ile kıymetli metal getirilerindeki volatilitenin kalıcılığı, getirilerin varyansında yapısal kırılmaları da dikkate alan ICSS-GARCH modelini kullanarak incelemiştir. Elde ettikleri sonuçlara göre, özellikle piyasaların ekonomik ve mali şoklardan dolayı aşırı volatiliteden etkilendiği zamanlarda kıymetli metal getirileri ile petrol getirileri arasında volatilitenin aşırı kalıcılık olduğunu tespit etmişlerdir.

Bildirici ve Türkmen (2015), petrol fiyatları ile kıymetli metaller (altın, gümüş ve bakır) arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi doğrusal olmayan ARDL ve iki doğrusal olmayan nedensellik testini kullanarak inceledikleri çalışmalarında, altın ile petrol fiyatları arasında asimetric eşbütünleşme ilişkisi ve petrol fiyatları ile kıymetli metaller arasında çift yönlü nedenselliğin olduğunu saptamışlar; ayrıca pozitif petrol şokunun altında, negatif petrol şokunun ise altın ve gümüşte kalıcı olduğunu belirtmişlerdir.

Reboredo ve Ugolini (2016), 2000-2015 dönemleri arasında yukarı/aşağı petrol fiyatı hareketlerinin kıymetli metal fiyatları üzerindeki etkisini koşulsuz ve koşullu riske maruz değer yöntemleriyle incelemişlerdir. Ampirik sonuçlar, büyük aşağı ve yukarı petrol fiyatı hareketlerinin, küresel mali krizin patlak vermesinden önce ve sonra tüm metal piyasaları üzerinde yayılma etkileri olduğunu göstermektedir. Kang vd., (2017), altı emtia vadeli işlem piyasası (altın, gümüş, WTI ham petrol, mısır, buğday ve pirinç) arasındaki getiri ve volatilité yayılma etkilerini DECO-GARCH modeli ve yayılma endeksini kullanarak araştırmışlardır. Sonuçlar, emtia vadeli işlem piyasaları arasında çift yönlü getiri ve volatilité yayılmaları olduğunu ve bu durumun son küresel mali ve Avrupa ülke borç krizleri sırasında keskin bir şekilde arttığını göstermiştir.

Altarturi vd. (2018), petrol fiyatları, altın fiyatları ve USD reel döviz kuru arasındaki ilişkileri doğrusal olmayan bir nedensellik tekniği olan dalgacık yaklaşımını kullanarak incelemişlerdir. Buna göre, USD Dolar kurundaki değişimler kısa ve orta vadede petrol ve altın fiyatlarını olumsuz etkilerken, uzun vadede ise petrol fiyatının USD'nin değerini olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, petrol ve altın fiyatlarının USD Doları cinsinden belirlendiği için önemli ölçüde bağlantılı ve ilişkili sonucuna ulaşmışlardır. Rehman vd., (2018), yapısal vektör otoregresyon (SVAR) modelini kullanarak petrol fiyatı şoklarının kıymetli metal getirileri üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında, özellikle 2008-09 küresel mali kriz döneminde petrol fiyatı şoklarının kıymetli metal getirileri üzerinde önemli bir artışa neden olduğunu tespit etmişler, ayrıca toplam talep şoklarının en önemli yayılma etkisinin altın dışındaki kıymetli metaller üzerinde olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Churchill vd., (2019), petrol fiyatı, kıymetli metallerin (altın, gümüş ve platin) fiyatları ve ABD doları/İngiliz Sterlini döviz kuru arasındaki ilişkiyi iki rejimli bir eşik vektör hata düzeltme modeli (TVECM) kullanarak incelemişlerdir. Sonuçlar, altın, gümüş ve petrol fiyatları arasında rejime bağlı bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Dutta vd., (2019), doğrusal olmayan ARDL sınır testi ve doğrusal olmayan Granger nedensellik testlerini kullanarak, petrol fiyatları ile kıymetli metal fiyatları (altın ve gümüş) arasındaki uzun dönemli ilişkileri araştırmışlardır. Doğrusal olmayan ARDL modeli sonuçları, altın fiyatları ile petrol fiyatları arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu göstermiş; doğrusal olmayan Granger nedensellik testinin sonuçları ise petrol ve altın piyasaları arasında çift yönlü nedenselliğin varlığını ortaya koymuştur. Cai vd., (2020), ham petrol, kıymetli metaller ve tarımsal emtia fiyatları arasındaki birlikte hareket ve nedensellik ilişkisini dalgacık tutarlılık analizi kullanarak inceledikleri çalışmalarında, tüm emtia fiyatlarının birlikte hareket ettiğini tespit etmişler ve petrol fiyatlarındaki değişimin kıymetli metal fiyatlarında değişime yol açtığı sonucuna ulaşmışlardır. Shafiullah vd., (2021), petrol ve kıymetli metal (altın, gümüş, platin, paladyum, çelik ve titanyum) fiyatları arasındaki uzun dönemli bağımlılığı ve nedenselliği Kuriyama (2016)

tarafından önerilen niceliksel eşbütünlük testi ve Troster (2018) tarafından önerilen niceliksel Granger nedensellik testlerini kullanarak araştırmışlardır. Ampirik sonuçlara göre, eşbütünlük modelleri kantiller arasında büyük farklılıklar göstermiştir. Ayrıca, metale göre farklılık göstermekle birlikte, petrol fiyatlarından metal fiyatlarına doğru tek yönlü kantil bağımlı nedensellik söz konusudur.

Petrol ve kıymetli metal piyasaları arasındaki nedensellik ilişkisine odaklanan literatür incelendiğinde, yapılan çalışmaların genellikle seriler arasındaki ortalamada nedenselliği araştırdığı görülmektedir. Bununla birlikte sınırlı sayıda da olsa, petrol ve kıymetli metal piyasaları arasındaki volatilité yayılma etkisinin incelendiği çalışmalara rastlamak mümkündür. Literatürde petrol ve kıymetli metaller arasındaki ilişkiyle ilgili yapılmış çalışmalarda farklı sonuçların elde edildiği ve bir fikir birliğinin oluşmadığı belirtilmelidir.

3. Metodoloji

Ham petrol ve kıymetli metal fiyatları arasında volatilité yayılma etkisinin incelendiği çalışmada, 2 Ocak 1990 ile 10 Mart 2023 tarihleri arasında gün sonu kapanış fiyatlarından oluşturulan 8658 adet gözlem kullanılmıştır. Çalışmada, küresel petrol piyasasındaki gelişmelerin değerlendirilebilmesi amacıyla West Texas Intermediate (WTI) petrol fiyatları ve kıymetli metaller piyasası için altın, gümüş, platin ve paladyum fiyatları dikkate alınmıştır. Çalışmada kullanılan seriler investing.com sitesinden elde edilmiştir. Model tahminleri için tüm fiyat serileri, $r_t = 100 * \ln(P_t / P_{t-1})$ formülü yardımıyla getiri serilerine dönüştürülmüştür.

Çalışmada tahmini yapılacak modellere geçmeden önce, ilk olarak dönüştürülmüş getiri serilerinin durağanlık durumları (ADF, PP, KPSS) birim kök testleri kullanılarak incelenmiştir. Daha sonra ortalamada ve varyansta tüm getiri serilerinin serisel korelasyonlu olup olmadığı Box Pierce Q istatistikleri ile araştırılmış; ayrıca getiri serilerinde sabit varyans varsayımının geçerliliği de ARCH-LM testi ile sınanmıştır. Son olarak, çalışmanın uzun bir örneklem dönemini kapsamı nedeniyle serilerin varyanslarında meydana gelebilecek yapısal kırılmaların belirlenebilmesi amacıyla da Sanso vd., (2004) tarafından geliştirilen varyansta yapısal kırılma testi kullanılmıştır.

Varyansta nedensellik testi, GARCH modelinden elde edilen kalıntılara bağlı olduğundan, çalışmada öncelikle ham petrol ve kıymetli metallerin getiri serileri için GARCH modeli kullanılacaktır. Literatürde volatilitenin modellenmesi için farklı GARCH modellerini kullanan çalışmalar yer almaktadır. Bu noktada volatilitenin modellenmesi için hangi GARCH modellerinin tahmin edilmesi gerektiği büyük önem taşımaktadır. Mohammadi ve Su (2010) ve Yıldırım vd., (2020) volatilitedeki simetrik ve asimetrik etkileri dikkate almak için GARCH, EGARCH, APARCH ve FIGARCH olmak üzere dört farklı GARCH modelinin performansını incelemişlerdir. Bu çalışmada da Mohammadi ve Su (2010) ve Yıldırım vd. (2020)'de olduğu

gibi, petrol ve kıymetli metal fiyatlarının ortalamasını ve volatilitelerini tahmin etmek için GARCH, EGARCH, APARCH ve FIGARCH olmak üzere dört GARCH modeli dikkate alınmıştır.

3.1. GARCH Model

Literatürde getiri serilerinin volatilitelerinin belirlenmesinde en sık kullanılan model olan, Bollerslev (1986) tarafından önerilen GARCH modeli şu şekilde formüle edilmektedir:

$$\begin{aligned} r_t &= \mu_t + \varepsilon_t, \\ \varepsilon_t (\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, r_{t-1}, r_{t-2}, \dots) &\sim GED(0, h_t^2) \\ h_t^2 &= w + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1}^2 \end{aligned} \quad (1)$$

burada, r_t getiri serisi, μ_t getiri serisinin ortalaması ve ε_t ise getiri serisi için inovasyon süreçlerini göstermektedir. Şokların volatilité üzerindeki etkisini α parametresi, volatilité kümelenmesi üzerindeki kalıcılığını ise β parametresi temsil etmektedir. Bollerslev (1986), koşullu varyans modelinde tahmini yapılmış parametrelerin negatif olmamasını ($w > 0$ ve $\alpha, \beta \geq 0$) ve ayrıca $\alpha + \beta < 1$ 'in durağanlık durumunu gösterdiğini belirtmiştir.

3.2. EGARCH Model

Nelson (1991) finansal piyasaların en önemli özelliğinin olumlu ve olumsuz haberlerin volatilité üzerindeki etkisinin simetrik olmadığını, kaldıraç etkisi olarak adlandırılan durumun geçerli olduğunu belirtmiştir. Buna göre, finansal piyasalarda kötü haberlerin volatilité üzerindeki etkisi iyi haberlere göre daha yüksektir. Bu bağlamda Nelson (1991), volatilitéde kaldıraç etkisinin modellenmesine imkan veren üstel GARCH (EGARCH) modelini önermiştir:

$$\begin{aligned} r_t &= \mu_t + \varepsilon_t, \\ \varepsilon_t (\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, r_{t-1}, r_{t-2}, \dots) &\sim GED(0, h_t^2) \\ \ln(h_t^2) &= w + \beta \ln(h_{t-1}^2) \\ &+ \alpha \left(\left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}^2}} \right| - E \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}^2}} \right| \right) \\ &+ \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}^2}} \end{aligned} \quad (2)$$

burada, γ kaldıraç parametresidir. EGARCH modeli, GARCH modelden farklı olarak volatilitédeki kaldıraç etkisini modelleme imkanı vermektedir. Ayrıca EGARCH modelinde koşullu varyansın logaritması modellendiği için koşullu varyans model parametrelerinin negatif olmama koşulunu sağlamasına gerek yoktur.

3.3. APARCH Model

GARCH ve EGARCH modellerinde koşullu varyans, gecikmeli kare getirilerin doğrusal bir fonksiyonu olarak varsayılırken; Ding vd., (1993), koşullu varyansın modellenmesinde daha esnek olan asimetric üslü ARCH

(APARCH) modelini önermişlerdir. Buna göre, Ding vd., (1993) tarafından önerilen APARCH modeli aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

$$\begin{aligned} r_t &= \mu_t + \varepsilon_t, \\ \varepsilon_t (\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, r_{t-1}, r_{t-2}, \dots) &\sim GED(0, h_t^\delta) \\ h_t^\delta &= w + \alpha (|\varepsilon_{t-1}| - \gamma \varepsilon_{t-1})^\delta + \beta h_{t-1}^\delta \end{aligned} \quad (3)$$

burada, $\delta > 0$ ve $-1 < \gamma < 1$ 'dir. γ kaldıraç ve δ üs parametrelerini göstermektedir. APARCH modeli, GARCH modelinin bir uzantısı olduğundan ve birkaç farklı GARCH model spesifikasyonunu kapsamaktadır. Örneğin, $\gamma = 0$, $\delta = 2$ ve $\beta = 0$ olursa; APARCH modeli ARCH modeline, $\gamma = 0$ ve $\delta = 2$ olursa; APARCH modeli GARCH modeline dönüşmektedir.

3.4. FIGARCH Modeli

Finansal zaman serilerinin kullanıldığı çalışmalarda, şokların volatilité üzerindeki kalıcılığının, üstel olarak değil, yavaş bir hiperbolik oranda azaldığı tespit edilmiş ve bu durum uzun hafıza olarak adlandırılmıştır. Baillie vd., (1996), şokların koşullu varyansta kalıcılığını yakalayan Kesirli Bütünleşik GARCH (FIGARCH) modelini önermişlerdir. FIGARCH modeli şu şekilde ifade edilebilir:

$$\begin{aligned} r_t &= \mu_t + \varepsilon_t, \\ \varepsilon_t (\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, r_{t-1}, r_{t-2}, \dots) &\sim GED(0, h_t^2) \\ h_t &= w + [1 - \beta L - \alpha L(1 - L)^d] \varepsilon_{t-1}^2 \end{aligned} \quad (4)$$

burada, L gecikme operatörü ve d uzun hafıza parametresidir. FIGARCH modeli, d = 0 olduğunda GARCH modeline ve d = 1 olduğunda IGARCH modeline dönüşmektedir. Ayrıca, kalıntılar normal dağılmadığından dolayı katsayıların standart hataları Genelleştirilmiş Hata Dağılımı'na (GED) göre tahmin edilmektedir.

3.5. Sanso, Arrago ve Carrion Varyansta Kırılma Testi

Finansal zaman serileri kullanılarak yapılan çalışmalarda, serilerin koşullu değişen varyans özelliği göstermesi, serilerde çok sayıda kırılmaya neden olmaktadır. Bu nedenle Sanso vd. (2004) Yinelemeli Kümülatif Kareler Toplamı olarak adlandırılan (ICSS) testini koşullu değişen varyansları da dikkate alarak geliştirmiş ve test istatistiğini aşağıdaki gibi formüleştirmişlerdir:

$$K_2 = \sup_k |T^{-1/2} G_k| \quad (5)$$

burada, $G_k = \hat{\omega}_4^{-1/2} \left(C_k - \frac{k}{T} C_T \right)$ şeklinde ve $\hat{\omega}$, ω 'nin tutarlı bir tahmincisidir.

$$\hat{\omega}_4 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\varepsilon_t^2 - \hat{\sigma}^2) \quad (6)$$

$$+ \frac{2}{T} \sum_{l=1}^m w(l, m) \sum_{l=l+1}^T (\varepsilon_t^2 - \hat{\sigma}^2)(\varepsilon_{t-1}^2 - \hat{\sigma}^2)$$

burada $w(l, m)$, Bartlett gibi bir gecikme olup, $w(l, m) = 1 - l/(m+1)$ veya kuadratik spektral olarak tanımlanmaktadır (Sanso vd., 2004).

3.6. Varyansta Nedensellik Testi

Finansal değişkenler arasında volatilité yayılma etkisinin varlığı, varyansta nedensellik testi kullanılarak incelenebilir. Literatürde değişkenler arasındaki varyansta nedensellik varlığını incelemek için yaygın olarak kullanılan iki yöntem söz konusudur. İlk yöntem, çok değişkenli GARCH (MGARCH) modelinin tahmin edilmesine dayanmakta ve varyansta nedenselliğin varlığı, belirli parametrelere kısıtlamalar getirilerek tespit edilmektedir. Bu durum, çok fazla parametrenin aynı anda tahmin edilmesini gerektirmektedir. İkinci yöntem ise tek değişkenli GARCH modellerinin tahmin edilmesine dayanmaktadır. Bu yöntem kullanılarak tahmin edilen GARCH modelleri, serilerin kendine özgü özelliklerini inceleyebilme imkanı vermelerinden dolayı tek değişkenli GARCH modellerinin MGARCH modeline göre daha esnek olduğu söylenebilir. Bu nedenle çalışmada, petrol fiyatı ile kıymetli metal fiyatları arasındaki volatilité yayılma etkisinin varlığını incelemek için Hong (2001) tarafından geliştirilen varyansta nedensellik testi kullanılmaktadır.

Hong (2001) tarafından geliştirilen test aşağıda gibi tanımlanabilir:

$$Q_1 = \left\{ \frac{T \sum_{j=1}^{T-1} k^2(j/M) \hat{\rho}_{UV}^2(j) - C_{1T}(k)}{\{2D_{1T}(k)\}^{1/2}} \right\} \quad (7)$$

burada, $k(j/M)$ bir ağırlık fonksiyonudur.

$$C_{1T}(k) = \sum_{j=1}^{T-1} (1 - j/T) k^2(j/M) \quad (8)$$

$$D_{1T}(k) = \sum_{j=1}^{T-1} (1 - j/T) \{1 - (j+1)/T\} k^4(j/M) \quad (9)$$

$C_{1T}(k)$ ortalamayı, $D_{1T}(k)$ ise varyansı göstermektedir. Q_1 istatistiği testi, kalın kuyruklu normal dağılım kritik değerlerini kullanan tek yanlı bir testtir (Hong, 2001: 191). Buna göre, Hong (2001) testinde tek değişkenli GARCH modelinden tahmin edilen koşullu varyans tahmincileri belirlenmektedir. Daha sonra, standardize kalıntı karelerin örneklem çapraz korelasyon fonksiyonları oluşturulup, M gibi tam sayı seçilerek $C_{1T}(k)$ ve $D_{1T}(k)$ hesaplanmaktadır.

Son olarak, Q_1 test istatistiği hesaplanarak, kritik değer ile karşılaştırılır. Buna göre, hesaplanan Q_1 değeri kritik değeri aşılırsa sıfır hipotezi reddedilir (Hong, 2001: 193).

Varyansta nedensellik testi, GARCH modellerinden elde edilen standardize kalıntılara dayanarak yapılmakta olduğundan; model spesifikasyonu, testin gücünü önemli ölçüde etkilemektedir. Özellikle örneklem döneminin uzun olduğu çalışmalarda, varyansta yapısal kırılmaların GARCH parametrelerinin olduğundan yüksek çıkmasına yol açmaktadır (Galeano ve Tsay, 2010). Bu durum, GARCH spesifikasyonuna çok duyarlı olan varyansta nedensellik testlerinde yapısal kırılmalara dikkat edilmesini gerektirmektedir. Çalışmada, petrol ve kıymetli metal fiyatı getiri serilerinin koşullu varyansındaki yapısal kırılmaların varlığı Sanso vd. (2004) tarafından geliştirilen modifiye edilmiş Inclan ve Tiao (1994) testi ile incelenecektir.

4. Ampirik Bulgular

Ham petrol ve kıymetli metal fiyatları arasında volatilité yayılma etkisinin incelendiği çalışmada kullanılan getiri serilerine ait tanımlayıcı istatistikler ve tanı testlerini içeren sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre, örneklem döneminde tüm getiri serilerinin günlük ortalamalarının pozitif olduğu, en yüksek ve en düşük yüzde getirinin ise en yüksek %31.963 (22.04.2020 tarihinde), en düşük %-57.167 (21.04.2020 tarihinde) Petrol'de olduğu görülmektedir. Ayrıca standart sapma değerleri açısından petrol getiri serisinin en yüksek (2.607), altın getiri serisinin ise en düşük (1.000) değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Bulgular, volatilitenin en fazla Petrol'de olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, çalışmada kullanılan değişkenler arasında petrol getiri serisinin, en yüksek ve en düşük getirileri sağlamanın yanı sıra aynı zamanda en riskli getiri serisi olduğu da söylenebilir. Çarpıklık ve basıklık değerleri incelendiğinde tüm serilerin, çarpıklık değerleri negatif olduğundan dolayı sola asimetric; üçten büyük basıklık değerlerinden dolayı da aşırı basık ve kalın kuyruklu bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Jargue-Bera normallik testi sonuçları, tüm getiri normal dağılmadığını gösterirken; farklı gecikme düzeylerinin de dikkate alındığı Box-Pierce Q istatistikleri, ortalamada altın, gümüş, platin ve paladyumun 1. gecikmesi haricinde, varyansta ise incelenen tüm gecikme düzeylerinde getiri serilerinin serisel korelasyonlu olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, sabit varyans varsayımının geçerliliğini sınamak için yapılan ARCH-LM test sonuçları, tüm getiri serilerinin sabit varyanslı olmadığını, koşullu değişen varyans özelliği gösterdiğini işaret etmektedir. Son olarak, (ADF, PP, KPSS) birim kök testleri kullanılarak tüm serilerin düzeyde durağan olup olmadıkları incelenmiş; test sonuçları, tüm getiri serilerinin düzey değerlerinde durağan olduğunu göstermiştir.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler, Tanı Testleri ve Birim Kök Testleri

	Petrol	Altın	Gümüş	Platin	Paladyum
Gözlem	8658	8658	8658	8658	8658
Ortalama	0.013	0.017	0.015	0.008	0.026
Maksimum	31.963	8.857	12.469	11.176	22.938
Minimum	-57.167	-9.810	-19.548	-12.315	-23.815
Std. Sapma	2.607	1.000	1.801	1.414	2.040
Çarpıklık	-1.649	-0.266	-0.724	-0.345	-0.321
Basıklık	48.363	10.661	10.782	8.264	12.093
Jargue-Bera	34499.0 [0.000]	6018.7 [0.000]	4660.8 [0.000]	3328.7 [0.000]	6569.3 [0.000]
Q(1)	33.649 [0.000]	2.005 [0.367]	1.990 [0.370]	0.091 [0.955]	4.252 [0.119]
Q(5)	75.485 [0.000]	20.089 [0.000]	20.577 [0.038]	20.267 [0.009]	15.533 [0.000]
Q(20)	121.03 [0.000]	53.459 [0.000]	33.027 [0.034]	39.632 [0.006]	36.774 [0.012]
Qs(1)	563.39 [0.000]	186.16 [0.000]	286.68 [0.000]	212.95 [0.000]	583.35 [0.000]
Qs(5)	1186.5 [0.000]	483.44 [0.000]	635.02 [0.000]	1251.4 [0.000]	994.64 [0.000]
Qs(20)	2041.9 [0.000]	1181.7 [0.000]	1501.7 [0.000]	2896.7 [0.000]	2154.5 [0.000]
ARCH(1)	602.17 [0.000]	190.15 [0.000]	296.29 [0.000]	218.24 [0.000]	625.05 [0.000]
ARCH(5)	174.66 [0.000]	72.275 [0.000]	93.23 [0.000]	180.11 [0.000]	164.95 [0.000]
ARCH(20)	57.001 [0.000]	25.970 [0.000]	32.870 [0.000]	57.706 [0.000]	62.006 [0.000]
ADF	-47.511*	-93.834*	-95.239*	-89.774*	-85.481*
PP	-95.665*	-93.850*	-95.237*	-89.718*	-85.179*
KPSS	0.037*	0.226*	0.063*	0.100*	0.052*

Çalışma oldukça uzun bir örneklem dönemini kapsamaktadır. Bu dönem içerisinde (1990 Kuveyt İşgali, 1991 1. Körfez Savaşı, 1996-97 Asya Krizi, 1998 Rusya Krizi, 2000 dot.com balonu, 11 Eylül 2001 terör saldırısı, 2003 2. Körfez Savaşı, 2008-09 Küresel Finansal Krizi, 2019-20 Covid 19 Pandemik Krizi gibi) bölgesel ve küresel ölçekte önemli olaylar yaşanmıştır. Yaşanan bu olaylar emtia piyasaları üzerinde de önemli etkilere neden olmuştur;

özellikle emtia piyasalarındaki volatilité önemli ölçüde artmıştır. Volatilitéde meydana gelen artış, serilerin varyanslarında yapısal kırılmalara neden olmaktadır. Bu nedenle, getiri serilerinin varyanslarında yapısal kırılmaların tespit edilebilmesi amacıyla Sanso vd., (2004) tarafından geliştirilen modifiye edilmiş IT testi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Varyansta Kırılma Testi Sonuçları

Seri	Kırılma Sayısı (Sanso vd., 2004)	Kırılma Tarihleri					
Petrol	4	19.02.1992	30.06.1993	29.08.1994	02.04.2013		
Altın	17	28.02.1991	22.04.1993	23.09.1993	27.06.1994	04.03.1996	27.12.1996
		12.12.2005	05.10.2006	09.11.2007	09.09.2008	24.03.2009	15.02.2010
		05.08.2011	19.12.2013	15.12.2016	20.02.2020	09.04.2020	
Gümüş	12	09.08.1990	02.08.1991	23.04.1993	15.03.1999	03.03.2000	13.09.2001
		02.01.2004	20.04.2011	05.04.2012	16.12.2016	21.02.2020	05.02.2021
Platin	10	09.05.1995	26.05.1997	29.03.1999	19.11.2001	01.04.2008	31.07.2008
		10.12.2008	27.05.2010	14.01.2020	28.09.2020		
Paladyum	3	21.10.1993	25.02.1997	07.09.2021			

Tablo 2’de verilen modifiye edilmiş IT test sonuçları, petrol getiri serisinde dört rejim değişikliğinin varlığını göstermektedir. Kırılma tarihlerinin ilk üçü 1991 yılındaki 1. Körfez Savaşı ile ilgili olup, savaşın bitişleriyle birlikte petrol fiyatındaki volatilitenin 1996 yılına doğru azaldığı görülmektedir. Şekil 1’de görüldüğü gibi, petrol fiyatındaki volatilité kriz dönemleri dışında 1994–2013 dönemleri için düşüş göstermiştir. Son rejim değişikliği ise 2013’de belirlenmiş olup, bu kırılma tarihi 2013 yılının ilk aylarından itibaren başlayan petrol fiyatlarındaki düşüşe denk gelmektedir.

Çalışmada yer alan değişkenler arasında incelenen örneklem dönemi içinde en fazla rejim değişikliğinin altın getiri serisinde olduğu (on yedi kırılma noktası) görülmektedir.

Şekil 1’deki sonuçlar, örneklem döneminin başından 1996 yılı sonuna kadar altın fiyatlarındaki volatilitenin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu beklenebilir bir durumdur; çünkü söz konusu dönem içinde Körfez Savaşı ve SSCB’nin dağılması yaşanmıştır. 1997 yılının başında Asya krizinin başlamasıyla birlikte volatilité tekrar artmaya başlamıştır. 1997 ve 2007 yılları arasında dünyanın pek çok noktasında görülen çeşitli küresel finansal dengesizlikler ve istikrarsızlıklar volatilitenin yüksek seyretmesine yol açmıştır. Bununla birlikte, 2008 yılında ABD’de başlayıp kısa zamanda dünyaya yayılan küresel mali kriz nedeniyle altın fiyatlarındaki volatilité daha da artmış; bu durum kademeli olarak azalarak 2016 yılı sonlarına kadar sürmüştür. Altın getiri serisine ilişkin son iki kırılma tarihi Covid 19 olarak da bilinen, Çin Halk Cumhuriyeti’nde

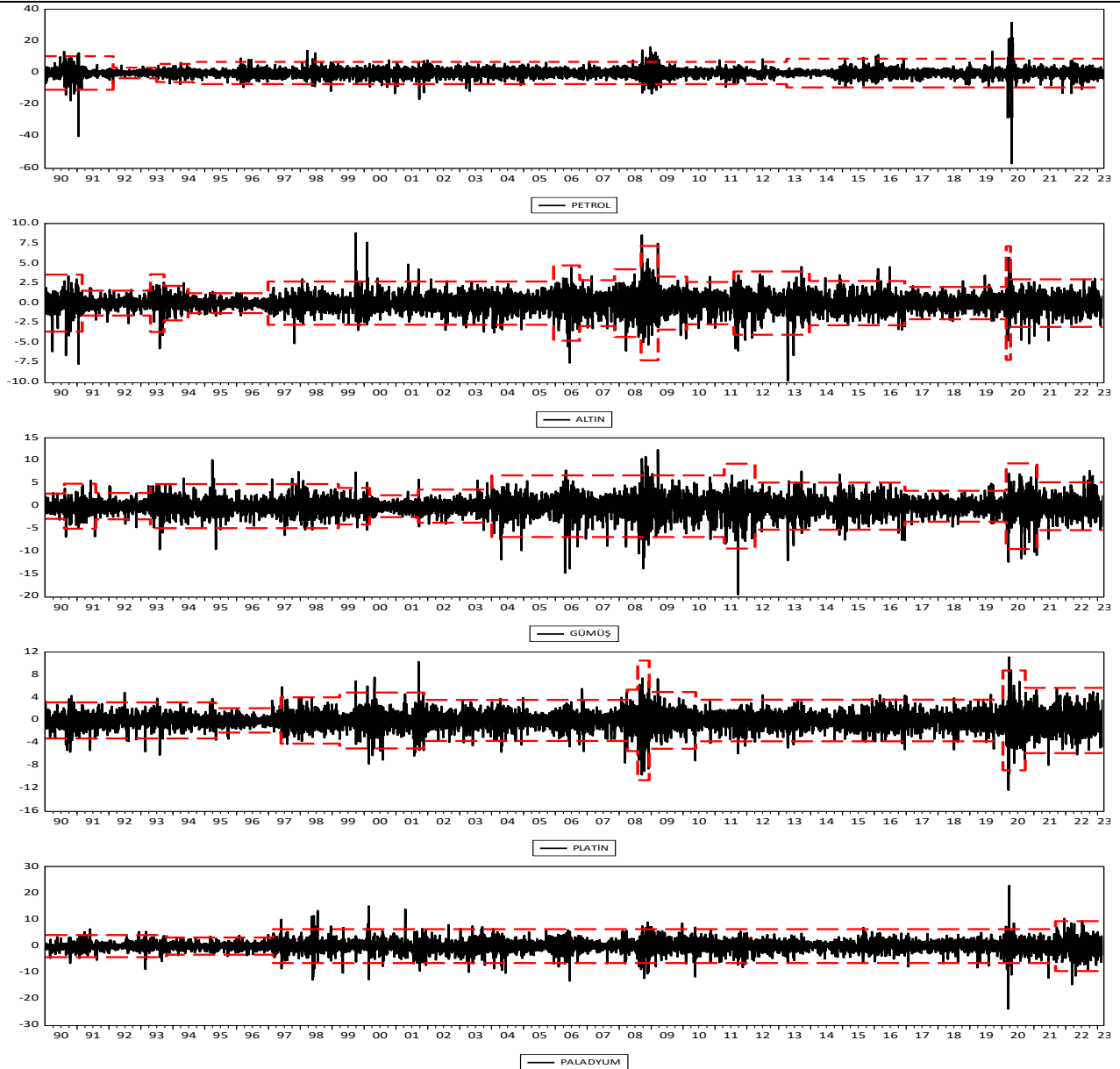
başlayıp çok kısa zaman içerisinde tüm dünyaya yayılan ve ülkelerin kendi içlerine kapanmasına yol açan Covid 19 Pandemik Krizi'nden kaynaklanmaktadır.

Örnekleme dönemi içinde altın getiri serisinden sonra en fazla rejim değişikliğinin gümüş piyasasında yaşandığı görülmüş ve gümüş getiri serisinde on iki kırılma noktasının varlığı tespit edilmiştir. Şekil 1'deki sonuçlar gümüş fiyatlarındaki volatilitenin 2004-2016 yılları arasında önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Bununla birlikte, altın getiri serisi için yapılan açıklamaların gümüş içinde

geçerli olduğu söylenebilir.

Çalışmada önemli sayıda rejim değişikliğinin tespit edildiği diğer bir piyasa ise platin piyasası olup, platin getiri serisi için on kırılma noktası belirlenmiştir. Şekil 1'deki sonuçlar, platin fiyatlarındaki volatilitenin 1997 yılından itibaren önemli ölçüde arttığını ve 2011 yılına kadar yüksek kaldığını göstermektedir. Ayrıca, Covid 19 Pandemik Kriziyle birlikte platin fiyatlarındaki volatilitenin tekrar arttığı görülmektedir.

Şekil 1. Getiri Serileri



Not: Kesikli çizgiler getiri serileri için ± 3 standart sapmayı gösteren güven sınırlarıdır.

Örnekleme dönemi içinde en az sayıda rejim değişikliğinin paladyum getiri serisinde olduğu (üç kırılma noktası) belirlenmiştir. Paladyum fiyatlarındaki volatilitenin 1997 yılından itibaren artmaya

başlamış ve 2011 yılına kadar yüksek kalmaya devam etmiştir. Ayrıca, diğer getiri serilerinde de görüldüğü üzere Covid 19 Pandemik Kriziyle birlikte paladyum fiyatlarındaki volatilitenin yeniden artmaya başladığı

görülmektedir.

Varyansta kırılma testinden elde edilen sonuçlar, tüm getiri serilerinin varyanslarında yapısal kırılmaların olduğunu göstermiştir. Bu durum getiri serilerinin modellenmesinde yapısal kırılmaların da dikkate alınmasını gerektirmektedir. Ayrıca, mevcut literatür varyanstaki yapısal kırılmaların, ortalamada ve varyansta nedensellik testlerinde ciddi boyut bozulmasına yol açtığını öne sürmektedir. Bu nedenle, Wang ve Thi (2007) ve Ewing ve Malik (2010)'da olduğu gibi modeldeki yapısal kırılmaların etkilerini dikkate almak ve varyans denklemindeki dışsal kaymaların temsil edilebilmesi amacıyla bu çalışmada da kukla değişkenler kullanılacaktır.

Getiri serileri modellenirken öncelikle ortalama denklemi için en uygun ARMA yapısının belirlenmesi gerekmektedir. Buna göre, en çok ARMA (4,4) modeli tahmin edilerek getiri serileri için en uygun ARMA yapısı, Schwarz bilgi kriteri ile belirlenmiştir. Ortalama denklemi için belirlenen ARMA modelden tahmin edilen hata terimlerinde ARCH etkisine rastlanıldığından dolayı, bu duruma uygun ARMA-GARCH model formunun belirlenmesi gerekmektedir. Hangi modelin daha iyi uyum sağladığını belirlemek amacıyla tüm getiri serileri için GARCH, EGARCH APARCH ve FIGARCH modeli olmak üzere dört farklı GARCH modeli spesifikasyonu tahmin edilmiş ve model seçim kriterlerine ilişkin sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Model Karşılaştırma Sonuçları

	PETROL				ALTIN			
	GARCH	EGARCH	APARCH	FIGARCH	GARCH	EGARCH	APARCH	FIGARCH
Ln(L)	-18524.6	-18486.4	-18491.1	-18537.2	-10774.1	-10740.4	-10738.6	-10795.3
AIC	4.281	4.272	4.273	4.284	2.489	2.4826	2.4820	2.494
SBC	4.287	4.280	4.281	4.291	2.493	2.488	2.486	2.498
H-Q	4.283	4.275	4.276	4.286	2.490	2.484	2.483	2.496
	GÜMÜŞ				PLATİN			
	GARCH	EGARCH	APARCH	FIGARCH	GARCH	EGARCH	APARCH	FIGARCH
Ln(L)	-15806.0	-15791.25	-15785.6	-15833.9	-14089.6	-14077.8	-14080.9	-14103.5
AIC	3.652	3.649	3.647	3.658	3.255	3.253	3.254	3.259
SBC	3.655	3.654	3.652	3.662	3.2599	3.2593	3.260	3.264
H-Q	3.653	3.6508	3.649	3.660	3.257	3.2555	3.256	3.260
	PALADYUM							
	GARCH	EGARCH	APARCH	FIGARCH				
Ln(L)	-16955.7	-16908.2	-16938.3	-16916.4				
AIC	3.917	3.907	3.914	3.909				
SBC	3.922	3.9131	3.920	3.9139				
H-Q	3.919	3.909	3.916	3.910				

Tablo 3'teki sonuçlara göre, altın ve gümüş için log olabirlik değeri ve bilgi kriterleri APARCH modelinin, petrol, platin ve paladyum için ise EGARCH modelinin seçilmesini önermektedir. Ayrıca tüm getiri serilerinin varyanslarında yapısal kırılmalara rastlanıldığından, en iyi sonucu veren modele ICSS testi eklenmiş ve belirlenen kırılma tarihlerine göre modellerin varyans denklemlerine kukla değişkenler ilave edilerek tahmin yapılmış ve sonuçlar Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4'teki APARCH model sonuçlarına göre, şokların kalıcılığını ölçen α parametreleri ve volatilité kümelenmesindeki kalıcılığın göstergesi olan β parametreleri %1 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. APARCH model için kaldıraç parametresi olarak adlandırılan γ , altın ve gümüş getiri serilerinde %1 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır. Bu durum, her iki getiri serisinin volatilitesinde kaldıraç etkisinin varlığına işaret etmektedir. Ayrıca hem altın hem de gümüş getiri serisi için γ parametresinin işaretinin negatif olması, olumsuz şokların volatilité üzerindeki etkisinin olumlu şoklara göre daha güçlü olduğunu ima etmektedir.

Petrol, platin ve paladyum için tahmin edilen EGARCH

model sonuçları da APARCH modelden elde edilen sonuçlarla benzerlikler göstermektedir. Buna göre, volatilité kümelenmesindeki kalıcılığın göstergesi olan β parametresinin üç getiri serisi için de %1 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca, EGARCH model için kaldıraç parametresi olan θ_1 , petrol ve paladyum için %1, platin için %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı ve işaretleri de negatif bulunmuştur. Bu durum, tıpkı altın ve gümüş getiri serilerinin de olduğu gibi petrol, platin ve paladyum getiri serilerinin de volatilitesinde kaldıraç etkisinin geçerli olduğuna ve negatif işaretli olmalarından dolayı da olumsuz şokların volatilité üzerindeki etkisinin olumlu şoklara göre daha güçlü olduğuna işaret etmektedir.

APARCH ve EGARCH modellerinden ortalamada nedensellik testi için standardize kalıntılar, varyansta nedensellik testi için ise standardize kalıntı kareleri elde edilerek petrol ve kıymetli metaller arasındaki getiri ve volatilité yayılmaları için yapılan nedensellik testlerinin sonuçları Tablo 5 ve Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 5'teki sonuçlar, petrol getiri serisinden altın dışındaki diğer kıymetli metallere doğru güçlü nedensel bağlantıların olduğunu göstermektedir. Öte yandan, altın dışındaki

kıymetli metal getiri serilerinden petrol getiri serisine doğru da nedensel bağlantılar tespit edilmiş; ancak bu bağlantıların paladyum için 3. gecikmeden, gümüş ve platin için ise 4. gecikmeden sonra istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Buna göre, petrol fiyatındaki değişimin altın dışındaki kıymetli metal fiyatlarını etkilediği dolayısıyla

petrol piyasasından kıymetli metal piyasasına doğru işleyen fiyat aktarım mekanizmasının olduğu sonucuna ulaşılabılır. Bununla birlikte, paladyum, gümüş ve platin fiyatlarındaki değişimlerin de gecikmeli olarak petrol fiyatını etkilediği söylenebilir.

Tablo 4. EGARCH ve APARCH Model Sonuçları

	PETROL	ALTIN	GÜMÜŞ	PLATİN	PALADYUM
	ICSS-EGARCH	ICSS-APARCH	ICSS- APARCH	ICSS-EGARCH	ICSS-EGARCH
Ortalama					
μ	0.045 [0.014]	0.018 [0.007]	0.037 [0.003]	0.031 [0.004]	0.047 [0.001]
ϕ_1	-0.011 [0.283]	-	-	-	-
ϕ_2	-0.027 [0.009]	-	-	-	-
ϕ_3	-0.018 [0.087]	-	-	-	-
ϕ_4	0.012 [0.217]	-	-	-	-
ϕ_1	-	-	-	-0.001 [0.926]	0.042 [0.000]
Varyans					
ω	1.640 [0.000]	0.046 [0.002]	0.074 [0.008]	1.500 [0.000]	2.547 [0.000]
α	-0.281 [0.010]	0.031 [0.000]	0.043 [0.000]	-0.326 [0.081]	-0.468 [0.000]
β	0.987 [0.000]	0.922 [0.000]	0.944 [0.000]	0.985 [0.000]	0.973 [0.000]
θ_1	-0.052 [0.000]	-	-	-0.013 [0.015]	-0.007 [0.007]
θ_2	0.172 [0.000]	-	-	0.125 [0.000]	0.338 [0.000]
γ	-	-0.340 [0.001]	-0.276 [0.000]	-	-
δ	-	1.948 [0.000]	1.742 [0.000]	-	-
ν	5.880 [0.000]	4.122 [0.000]	3.660 [0.000]	5.659 [0.000]	4.768 [0.000]
ω_1	-	-	-0.049 [0.046]	-1.495 [0.000]	-2.135 [0.000]
ω_2	-1.228 [0.000]	-0.033 [0.020]	-	-2.170 [0.000]	-2.285 [0.000]
ω_3	-	-	-0.054 [0.024]	-0.668 [0.017]	-1.171 [0.000]
ω_4	-	-	-	-0.735 [0.006]	-
ω_5	-	-0.037 [0.011]	-0.048 [0.031]	-1.228 [0.000]	-
ω_6	-	-0.040 [0.007]	-0.053 [0.029]	-	-
ω_7	-	-	-0.036 [0.071]	1.020 [0.000]	-
ω_8	-	0.102 [0.063]	-	-	-
ω_9	-	-	-	-1.010 [0.000]	-
ω_{10}	-	0.094 [0.040]	-	-	-
ω_{11}	-	-	-0.040 [0.052]	-	-
ω_{12}	-	-	-	-	-
ω_{13}	-	-	-	-	-
ω_{14}	-	-	-	-	-
ω_{15}	-	-	-	-	-
ω_{16}	-	-0.022 [0.066]	-	-	-
ω_{17}	-	-	-	-	-
$Q(5)$	2.341 [0.125]	3.985 [0.551]	6.855 [0.231]	20.417 [0.015]	23.548 [0.005]
$Q(20)$	12.438 [0.713]	17.349 [0.630]	30.307 [0.058]	29.052 [0.065]	30.811 [0.052]
$Q_s(5)$	39.133 [0.013]	6.431 [0.092]	23.084 [0.003]	13.924 [0.083]	5.788 [0.122]
$Q_s(20)$	51.863 [0.059]	17.504 [0.488]	26.551 [0.087]	19.386 [0.368]	20.253 [0.318]
ARCH (5)	1.341 [0.140]	1.309 [0.256]	1.326 [0.149]	2.088 [0.063]	1.112 [0.351]
ARCH (20)	1.315 [0.216]	0.878 [0.616]	1.194 [0.163]	0.976 [0.487]	0.973 [0.492]
Ln(L)	-18456.243	-10681.617	-15754.416	-14036.540	-16869.6
AIC	4.266	2.473	3.643	3.246	3.899
SBC	4.279	2.492	3.659	3.261	3.908
H-Q	4.271	2.479	3.648	3.251	3.902

Not: ϕ_i ve ϕ_{-1} sırasıyla AR ve MA parametrelerini, α ve β sırasıyla ARCH ve GARCH parametrelerini, θ_{-1} EGARCH modeli için, γ APARCH modeli için kaldıraç parametrelerini, δ APARCH modeli için üs parametresini, ν ise Student-t dağılımı parametresi tahmin değerini göstermektedir. Q ve Q_s sırasıyla hata terimleri ve hata terimlerinin karesi için Box-Pierce Q istatistikleridir. ARCH(5) değişen varyans test sonuçlarını göstermektedir. ω_i yapısal kırılma tarihlerine göre oluşturulmuş kukla değişkenlerin katsayılarını göstermektedir. Ln(L) log-olabilirlik değeri, AIC, SBC ve H-Q ise sırasıyla Akaike, Schwarz ve Hannan-Quinn model seçim kriterlerini göstermektedir. [] içindeki değerler p-değeridir.

Tablo 6'daki sonuçlar ise, petrol piyasası ile kıymetli metal piyasası arasında %1 anlamlılık düzeyinde çift yönlü volatilitite yayılma etkisinin olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, petrol piyasasına gelen yeni bir haber karşısında kıymetli metal piyasasının anında tepki vereceğini ve piyasadaki volatilitenin artacağını göstermektedir. Benzer şekilde, kıymetli metal piyasasına yeni bir haber gelmesi durumunda da petrol piyasasının anında tepki vereceği ve volatilitenin artacağı beklenmektedir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar teorik beklentilerle uyumludur çünkü Cheung ve Ng (1996) varyansta nedensellik ilişkisini piyasalar arasındaki bilgi akışı ile ilişkilendirirken, Cevik vd., (2020) ise varyansta nedensellik testi sonuçlarının piyasalar arasındaki bilgi yayılma etkisini gösterdiğini belirtmiştir. Özellikle son yıllarda bilgi ve iletişim teknolojilerinde görülen gelişmeler piyasalar arasındaki bilgi akışını çok hızlandırmış ve bu durum piyasalar arasında volatilitite yayılma etkisi olarak ortaya çıkmıştır.

Tablo 5. Ortalamada Nedensellik Test Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	M = 1	M = 2	M = 3	M = 4	M = 5
PETROL→ALTIN	0.683	0.633	1.073	1.312	1.368
ALTIN→PETROL	1.219	1.150	1.102	1.180	1.283
PETROL→GÜMÜŞ	2.950*	2.972*	3.018*	2.797*	2.559*
GÜMÜŞ→PETROL	-0.332	-0.597	1.257	2.621*	3.285*
PETROL→PLATİN	10.796*	10.743*	10.764*	10.212*	9.632*
PLATİN→PETROL	-0.300	-0.464	0.931	1.894**	2.275**
PETROL→PALADYUM	2.197**	2.194**	2.324**	2.260**	2.100**
PALADYUM→PETROL	1.495	1.451	2.049**	2.332**	2.298**

Not: * ve ** sırasıyla %1 ve %5 düzeyinde anlamlı nedensellik ilişkisini göstermektedir. M gecikme sayısıdır.

Tablo 6. Varyansta Nedensellik Test Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	M = 1	M = 2	M = 3	M = 4	M = 5
PETROL→ALTIN	131.819*	119.854*	144.417*	170.874*	194.484*
ALTIN→PETROL	119.363*	106.629*	134.881*	164.547*	191.115*
PETROL→GÜMÜŞ	162.269*	148.428*	173.655*	200.214*	228.537*
GÜMÜŞ→PETROL	151.076*	133.603*	172.487*	214.857*	251.827*
PETROL→PLATİN	193.996*	174.591*	207.240*	248.197*	288.589*
PLATİN→PETROL	177.643*	160.199*	203.157*	244.159*	280.165*
PETROL→PALADYUM	187.342*	171.818*	207.717*	241.635*	271.360*
PALADYUM→PETROL	159.735*	141.264*	178.188*	219.678*	260.198*

Not: * ve ** sırasıyla %1 ve %5 düzeyinde anlamlı nedensellik ilişkisini göstermektedir. M gecikme sayısıdır.

Küresel petrol piyasaları ve kıymetli metal piyasalarındaki yapısal değişimlere odaklanıldığında, zamanla değişen bir ilişkinin geçerli olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, finansal kriz dönemlerinde volatilitite yayılma etkisinin yanı sıra literatürde ayrışma hipotezi olarak adlandırılan durumun lehinde kanıtlarla da karşılaşılmışından dolayı değişkenler arasında zamanla değişen ilişkinin varlığının incelenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda çalışmada, Lu vd. (2014)'te olduğu gibi yuvarlanan alt örneklemi kullanarak petrol piyasası ile kıymetli metal piyasası arasındaki dinamik ilişkinin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla zamanla değişen varyansta nedensellik testi uygulanmış ve sonuçları Şekil 2'de sunulmuştur.

Buna göre Şekil 2'de sunulan zamanla değişen varyansta nedensellik test sonuçlarının Tablo 6'da verilen sonuçlarla tutarlı olduğu görülmektedir. Çünkü her iki test sonucunda da petrol piyasası ile kıymetli metal piyasası arasında çift yönlü nedensellik olduğu, petrol ya da kıymetli metal piyasalarından herhangi birine gelen yeni bir haber karşısında diğer piyasanın anında tepki vereceği ve volatilitenin artacağı dolayısıyla petrol piyasası ile kıymetli metal piyasası arasında çift yönlü volatilitite yayılma

etkisinin olduğu görülmektedir.

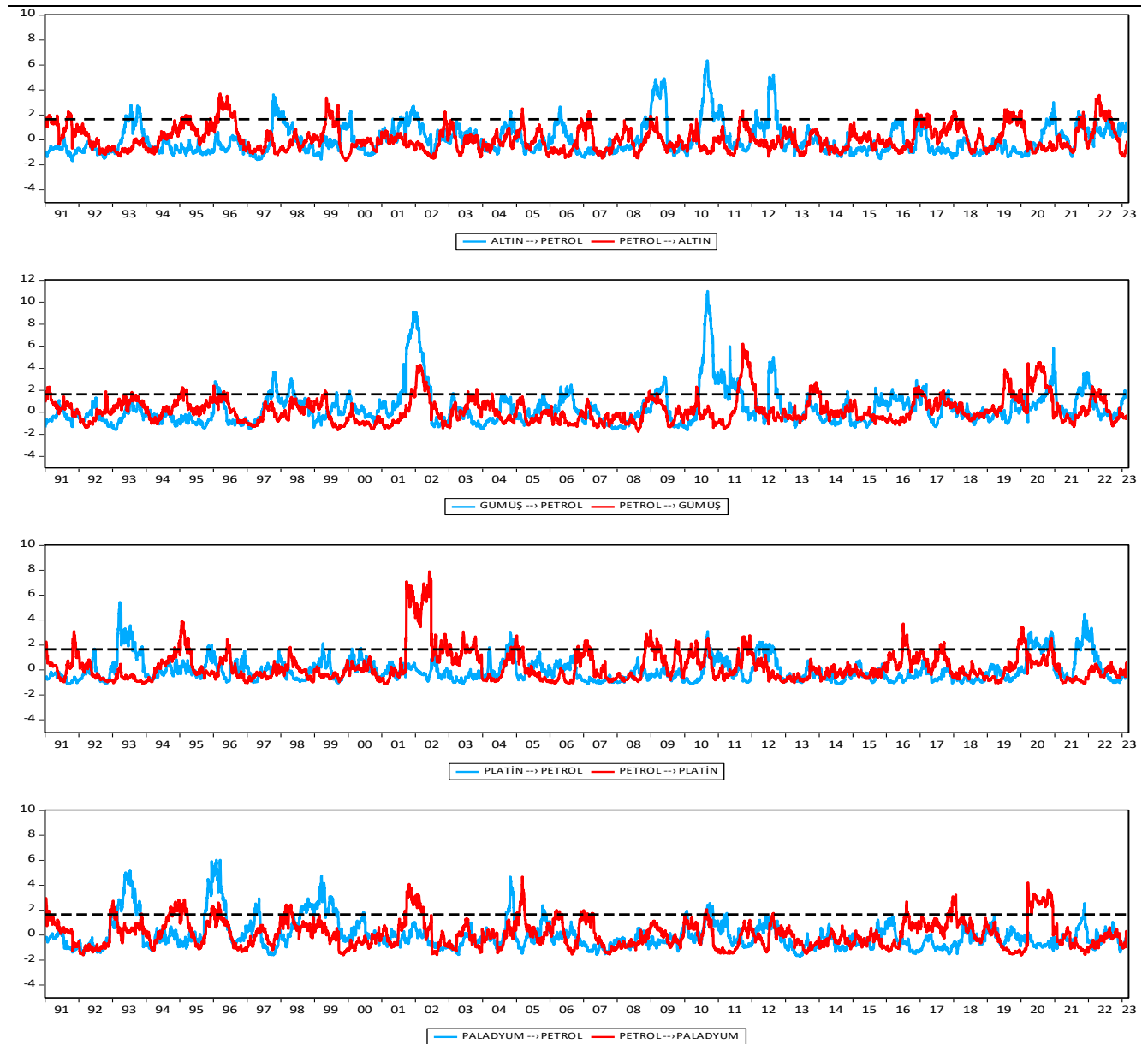
Bu bağlamda Şekil 2'de sunulan sonuçlar incelendiğinde, petrol getiri serisinden altın getiri serisine doğru nedensellik olmadığını ifade eden sıfır hipotezi; 1996, 1999, 2019 ve 2022 gibi belirli dönemlerde güçlü bir şekilde reddedilmektedir. Bu belirli dönemler, küresel dengesizlikler ve petrol piyasası istikrarsızlığı (1997 Güney Asya ülkeleri krizi, 1998 Rusya krizi, Covid 19 Pandemi krizi ve 2022 Rusya-Ukrayna savaşı) dönemleriyle ilişkilidir ve dolayısıyla petrol arzındaki dalgalanmaların ve dünya ekonomik gelişmelerinin belirli dönemlerde küresel ham petrol fiyatlarını ve dolayısıyla dünya altın fiyatlarını etkilediği söylenebilir. Bu durum, aynı zamanda altın piyasasının kriz dönemlerinde güvenli liman olma özelliğini yitirebildiğini çünkü küresel çapta yaşanan kriz dönemlerinde altın getirisindeki volatilitenin petrol fiyatlarındaki volatiliteden etkilendiğini göstermektedir. Benzer bir durum 1993, 1997-98, 2008-09, 2010 gibi (2008 Küresel Finansal Kriz) gibi belirli dönemlerde de geçerli olup, bu dönemlerde altın getiri serisinden petrol getiri serisine doğru nedensellik olmadığını ifade eden sıfır hipotezi güçlü bir şekilde reddedilmektedir. Buna göre,

özellikle küresel çapta krizlerin yaşandığı dönemlerde dünya altın fiyatlarının küresel ham petrol fiyatlarını etkilediği söylenebilir.

Şekil 2’de sunulan sonuçlar incelenmeye devam edildiğinde, altın ve petrol getiri serileri için yapılan açıklamaların diğer kıymetli metaller (gümüş, platin ve paladyum) ile petrol getiri serisi için de geçerli olduğunu göstermektedir. Buna göre, 2002, 2011-12, 2019 ve 2020’de petrol getiri serisinden gümüş getiri serisine doğru, 2001-02, 2010-11, 2012, 2020 ve 2021 yıllarında ise gümüş getiri serisinden petrol getiri serisine doğru volatilité yayılımının olmadığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilmektedir.

Şekil 2’de sunulan zamanla değişen varyansta nedensellik test sonuçları, 1995, 2001-02, 2008-09, 2011, 2016 ve 2020 yıllarında petrol getiri serisinden platin getiri serisine doğru, 1993, 2012, 2020 ve 2021-22 yıllarında ise platin getiri serisinden petrol getiri serisine doğru volatilité yayılma etkisi olduğunu göstermektedir. Son olarak, 1995, 2001-02, 2005, 2018 ve 2020 yıllarında petrol getiri serisinden paladyum getiri serisine doğru, 1993, 1995-96, 1998-99 ve 2004 yıllarında ise paladyum getiri serisinden petrol getiri serisine doğru volatilité yayılımının olmadığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilmektedir.

Şekil 2. Zamanla Değişen Varyansta Nedensellik Test Sonuçları



Not: Kesikli çizgiler %5 düzeyinde kritik değerleri göstermektedir.

5. Sonuç

Yirminci yüzyılın son çeyreğinden itibaren finansal baskı politikalarının terkedilerek gelişmiş ülkeler öncülüğünde uygulanmaya başlanan finansal liberalizasyon politikaları, uluslararası sermaye hareketlerinde benzeri görülmemiş bir artışın yaşanmasına neden olurken, aynı zamanda uluslararası finansal piyasalar arasındaki entegrasyon sürecini de hızlandırmıştır. Bu durum, risk-getiri ilişkisine göre karar veren yatırımcılara yeni fırsatlar sunarak, portföylerini uluslararası düzeyde çeşitlendirme, riskten korunma ve riski dağıtma imkanları sağlamıştır. Ancak, finansal piyasalar arasındaki entegrasyon süreci beraberinde gelişen piyasaların temel piyasalara bağımlı hale gelmesine ve temel piyasalardan gelişen piyasalara doğru volatilitate yayılmasına neden olmuştur. Kısaca, bir piyasada yaşanan şokun diğer piyasanın volatilitatesini artırması olarak tanımlanan volatilitate yayılması nedeniyle, finansal piyasaların volatilitate davranışlarının incelenmesi, özellikle uluslararası yatırımcılar açısından portföy tercihlerinde büyük önem taşımaktadır.

Portföylerini çeşitlendirerek riski dağıtma stratejisi uygulayan yatırımcılar için altın, gümüş, platin ve paladyum gibi kıymetli metallerin yanı sıra finansal özelliklerinden dolayı stratejik bir emtia olan petrolün çok önemli aktörler oldukları bilinmekte ve aralarındaki etkileşim finansal piyasaların ilgisini çekmektedir. Bu stratejik emtiaların fiyatları çok sayıda piyasada yatırımı olan yatırımcıların portföylerine ilişkin kararlarından etkilenmekte ve piyasalar arası bilgi akışı nedeniyle fiyatlarda görülen volatilitenin yayılmasıyla sonuçlanmaktadır. Bu nedenle, bir piyasada yaşanan şokun diğer piyasalardaki getirileri ve volatilitate yayılımını etkileyip etkilemediğini analiz etmek çok önemlidir.

Bu çalışma, Hong (2001) tarafından geliştirilen varyansta nedensellik testini kullanarak, ham petrol fiyatı ile kıymetli metal fiyatları arasında getiri ve volatilitate yayılma etkisinin olup olmadığını incelemektedir. Elde edilen sonuçlar, ortalamada petrol getiri serisinden altın dışındaki diğer kıymetli metallere doğru güçlü nedensel bağlantıların olduğunu göstermiştir. Öte yandan, altın dışındaki kıymetli metal getiri serilerinden petrol getiri serisine doğru da nedensel bağlantılar tespit edilmiş; ancak bu bağlantıların paladyum için 3. gecikmeden, gümüş ve platin için ise 4. gecikmeden sonra istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, getirilerde petrol fiyatındaki değişimin altın dışındaki kıymetli metal fiyatlarını etkilediğini; bununla birlikte, paladyum, gümüş ve platin fiyatlarındaki değişimlerin de gecikmeli olarak petrol fiyatını etkilediğini göstermektedir. Varyansta nedensellik test sonuçlarına göre ise petrol piyasası ile kıymetli metal piyasası arasında çift yönlü volatilitate yayılma etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre de petrol piyasasına gelen yeni bir haber karşısında kıymetli metal piyasasının anında tepki vereceği ve volatilitatesinin artacağı; benzer şekilde, kıymetli metal piyasasına yeni bir haber gelmesi durumunda da petrol piyasasının anında tepki vereceği ve

volatilitatesinin artacağı beklenmektedir. Ayrıca, zamanla değişen varyansta nedensellik test sonuçları da petrol piyasası ile kıymetli metal piyasası arasında çift yönlü volatilitate yayılma etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, petrol fiyatları ile kıymetli metal fiyatları arasında volatilitate yayılma etkisini inceleyen çalışmalarını Ewing ve Malik (2013), Bildirici ve Türkmen (2015), Kang vd., (2017), Dutta vd., (2019) desteklerken, Soytaş vd. (2009) ve Shafiullah vd., (2021) çalışmalarında elde ettikleri sonuçlardan farklılık göstermektedir.

Çalışma sonuçlarında, petrol fiyatları ile kıymetli metal fiyatları arasında çift yönlü volatilitate yayılımı olduğu tespit edildiğinden, kıymetli metal yatırımcılarının petrol fiyatlarında değişime yol açacak tüm gelişmeleri yakından takip ederek yatırım kararı vermelerini gerektirdiği gibi benzer şekilde petrol yatırımcılarının da yatırım kararlarında, kıymetli metal fiyatlarında değişime yol açacak gelişmeleri yakından takip etmelerini gerektirmektedir. Ayrıca, ekonomik yansımaları açısından sonuçlar değerlendirildiğinde, politika yapıcıların özellikle finansal kriz dönemlerinde emtia piyasaları arasındaki yayılma dinamiklerinin daha iyi anlaşılmasına olanak sağlayan, yayılma riskine karşı piyasa istikrarını güçlendirmeye yardımcı olacak ve emtia piyasaları arasındaki bilgi aktarımına tepki verecek uygun politikaları belirlemeleri gerekmektedir.

Son olarak, petrol piyasası ile kıymetli metal piyasası arasındaki dinamik ilişkinin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla yapılan zamanla değişen varyansta nedensellik test sonuçları incelendiğinde de özellikle 1997 Güney Asya ülkeleri krizi, 1998 Rusya krizi, 2008 Küresel Finansal Kriz, Covid 19 Pandemi krizi ve 2022 Rusya-Ukrayna savaşı gibi finansal krizlerin ve çalkantıların yaşandığı dönemlerde piyasalar arasındaki volatilitate yayılmalarının önemli ölçüde arttığı görülmüştür. Bu durum, yayılmaların yoğunluğunun arttığı kriz ve çalkantılı dönemlerde yatırımcıların çeşitlendirme imkanlarının azaldığını ortaya koymaktadır.

Kaynakça

- Altarturi, B. H., Alshammari, A. A., Saiti, B., & Erol, T. (2018). A three-way analysis of the relationship between the USD value and the prices of oil and gold: A wavelet analysis. *AIMS Energy*, 6(3), 487-504.
- Baillie, R. T., Bollerslev, T., & Mikkelsen, H. O. (1996). Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, 74(1), 3-30.
- Baruník, J., Kočenda, E., & Vácha, L. (2016). Gold, oil, and stocks: Dynamic correlations. *International Review of Economics & Finance*, 42, 186-201.
- Bildirici, M. E., & Turkmen, C. (2015). Nonlinear causality between oil and precious metals. *Resources Policy*, 46, 202-211.

- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, 31(3), 307-327.
- Cai, X. J., Fang, Z., Chang, Y., Tian, S., & Hamori, S. (2020). Co-movements in commodity markets and implications in diversification benefits. *Empirical Economics*, 58, 393-425.
- Cevik, N. K., Cevik, E. I., & Dibooglu, S. (2020). Oil prices, stock market returns and volatility spillovers: Evidence from Turkey. *Journal of Policy Modeling*, 42(3), 597-614.
- Cheung, Y. & Ng, L. K. (1996). A Causality-in Variance Test and Its Applications to Financial Market Prices. *Journal of Econometrics*, 72, 33-48.
- Churchill, S. A., Inekwe, J., Ivanovski, K., & Smyth, R. (2019). Dynamics of oil price, precious metal prices and the exchange rate in the long-run. *Energy Economics*, 84, 104508.
- Ding, Z., Granger, C. W., & Engle, R. F. (1993). A long memory property of stock market returns and a new model. *Journal of empirical finance*, 1(1), 83-106.
- Dutta, A., Bouri, E., & Roubaud, D. (2019). Nonlinear relationships amongst the implied volatilities of crude oil and precious metals. *Resources Policy*, 61, 473-478.
- Ewing, B. T., & Malik, F. (2010). Estimating volatility persistence in oil prices under structural breaks. *Financial Review*, 45(4), 1011-1023.
- Ewing, B. T., & Malik, F. (2013). Volatility transmission between gold and oil futures under structural breaks. *International Review of Economics & Finance*, 25, 113-121.
- Galeano, P., & Tsay, R. S. (2010). Shifts in individual parameters of a GARCH model. *Journal of Financial Econometrics*, 8(1), 122-153.
- Hammoudeh, S., & Yuan, Y. (2008). Metal volatility in presence of oil and interest rate shocks. *Energy Economics*, 30(2), 606-620.
- Hong, Y. (2001). A test for volatility spillover with application to exchange rates. *Journal of Econometrics*, 103(1-2), 183-224.
- Hunt, B. (2006). Oil price shocks and the US stagflation of the 1970s: Some insights from GEM. *The Energy Journal*, 27(4), 61-80.
- Inclan, C., & Tiao, G. (1994). Use of Cumulative Sums of Squares Retrospective Detection of Changes in Variance. *Journal of the American Statistic Association*, 89, 913-923.
- Jain, A., & Ghosh, S. (2013). Dynamics of global oil prices, exchange rate and precious metal prices in India. *Resources policy*, 38(1), 88-93.
- Kang, S. H., McIver, R., & Yoon, S. M. (2017). Dynamic spillover effects among crude oil, precious metal, and agricultural commodity futures markets. *Energy Economics*, 62, 19-32.
- Kuriyama, N. (2016). Testing cointegration in quantile regressions with an application to the term structure of interest rates. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 20(2), 107-121.
- Le, T. H., & Chang, Y. (2012). Oil price shocks and gold returns. *International Economics*, 131, 71-103.
- Lombardi, M. J., & Van Robays, I. (2011). Do financial investors destabilize the oil price? *European Central Bank, Working Paper No.1346*.
- Lu, F. B., Hong, Y. M., Wang, S. Y., Lai, K. K., & Liu, J. (2014). Time-varying Granger causality tests for applications in global crude oil markets. *Energy Economics*, 42, 289-298.
- Mensi, W., Hkiri, B., Al-Yahyaee, K. H., & Kang, S. H. (2018). Analyzing time-frequency co-movements across gold and oil prices with BRICS stock markets: A VaR based on wavelet approach. *International Review of Economics & Finance*, 54, 74-102.
- Mohammadi, H., & Su, L. (2010). International evidence on crude oil price dynamics: Applications of ARIMA-GARCH models. *Energy Economics*, 32(5), 1001-1008.
- Morales, L., & Andreosso-O'Callaghan, B. (2014). Volatility analysis of precious metals returns and oil returns: An ICSS approach. *Journal of Economics and Finance*, 38, 492-517.
- Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 59(2), 347-370.
- Reboredo, J. C., & Ugolini, A. (2016). The impact of downward/upward oil price movements on metal prices. *Resources Policy*, 49, 129-141.
- Regnier, E. (2007). Oil and energy price volatility. *Energy economics*, 29(3), 405-427.
- Rehman, M. U., Shahzad, S. J. H., Uddin, G. S., & Hedström, A. (2018). Precious metal returns and oil shocks: A time varying connectedness approach. *Resources Policy*, 58, 77-89.
- Sansó, A., Carrion, J. L., & Aragón, V. (2004). Testing for changes in the unconditional variance of financial time series. *Revista de Economía Financiera*, 2004, 4, 32-52.
- Sari, R., Hammoudeh, S., & Soytas, U. (2010). Dynamics of oil price, precious metal prices, and exchange rate. *Energy Economics*, 32(2), 351-362.
- Shafiullah, M., Chaudhry, S. M., Shahbaz, M., & Reboredo, J. C. (2021). Quantile causality and dependence between crude oil and precious metal prices. *International Journal of Finance & Economics*, 26(4), 6264-6280.

Shahzad, S. J. H., Rehman, M. U., & Jammazi, R. (2019). Spillovers from oil to precious metals: quantile approaches. *Resources Policy*, 61, 508-521.

Soytas, U., Sari, R., Hammoudeh, S., & Hacıhasanoğlu, E. (2009). World oil prices, precious metal prices and macroeconomy in Turkey. *Energy Policy*, 37(12), 5557-5566.

Tiwari, A. K., & Sahadudheen, I. (2015). Understanding the nexus between oil and gold. *Resources Policy*, 46, 85-91.

Troster, V. (2018). Testing for Granger-causality in quantiles. *Econometric Reviews*, 37(8), 850-866.

Wang, K. M., & Thi, T. B. N. (2007). Testing for contagion under asymmetric dynamics: Evidence from the stock markets between US and Taiwan. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 376, 422-432.

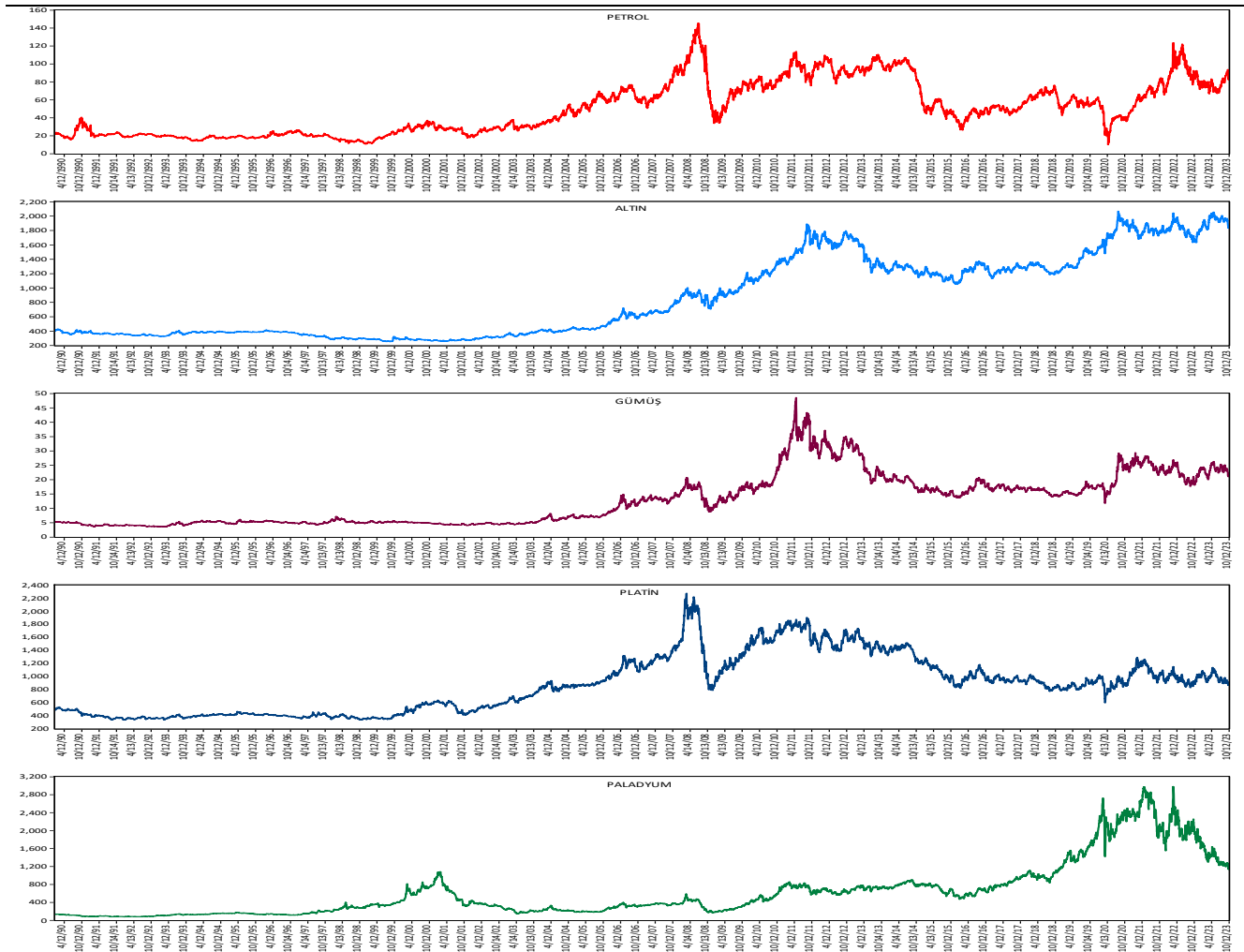
Yaya, O. S., Tumlala, M. M., & Udomboso, C. G. (2016). Volatility persistence and returns spillovers between oil and gold prices: Analysis before and after the global financial crisis. *Resources Policy*, 49, 273-281.

Yıldırım, D. Ç., Cevik, E. I., & Esen, Ö. (2020). Time-varying volatility spillovers between oil prices and precious metal prices. *Resources Policy*, 68, 101783.

Zhang, Y. J., & Wei, Y. M. (2010). The crude oil market and the gold market: Evidence for cointegration, causality and price discovery. *Resources Policy*, 35(3), 168-177.

Ekler

Ek-1. Petrol ve Kıymet Metal Fiyatları



Kaynak: Investing.com (12.10.2023)

Extended Summary

Purpose

It is known that precious metals such as gold, silver, platinum and palladium, as well as oil, which is a strategic commodity due to its financial properties, are very important actors for investors who apply a risk diversion strategy by diversifying their portfolios, and the interaction between them attracts the attention of financial markets. The prices of these strategic commodities are affected by the portfolio decisions of investors who have investments in many markets and result in the spread of volatility in prices due to the inter-market information flow. Therefore, it is very important to analyze whether a shock in one market affects returns and volatility spillovers in other markets. This study aims to examine whether crude oil prices have a significant volatility spillover effect on precious metal prices, using the causality test of variance developed by Hong (2001).

Literature Review

Studies on the connection between oil prices and precious metals in the literature generally focus on the effect of changes in oil prices on macroeconomic variables and the connections between oil and gold (Yaya et al., 2016; Mensi et al., 2018). However, there are very few studies on the interrelationships with the prices of petroleum and precious metals, and it is seen that the causality is generally investigated in the mean between the series. However, it is possible to come across studies examining the volatility spillover effect between oil and precious metal markets, albeit in limited numbers.

Ewing and Malik (2013) examined the volatility between gold and oil futures under the presence of structural breaks and found that there is a significant volatility spillover between oil and gold prices. Kang et al. (2017) investigated the effects of return and volatility spillovers between six commodity futures markets (gold, silver, WTI crude oil, corn, wheat and rice) and found that there are bidirectional returns and volatility spillovers between commodity futures markets. Cai et al. (2020), in their study examining the comovement and causality relationship between crude oil, precious metals and agricultural commodity prices, determined that all commodity prices move together and concluded that the change in oil prices causes changes in precious metal prices.

Design/methodology/approach

Since the causality test in variance depends on the residues obtained from the GARCH model, the GARCH model was used primarily for the return series of crude oil and precious metals. At this point, it is of great importance which GARCH models should be estimated for modeling volatility. In this study, as in Mohammadi and Su (2010) and Yildirim et al., (2020), four GARCH models, namely GARCH, EGARCH, APARCH and FIGARCH, are considered to predict the average and volatility of oil and precious metal prices.

According to the predicted model results, it was found appropriate to choose the APARCH model for gold and silver, and the EGARCH model for petroleum, platinum and palladium. Hong (2001) causality test for variance is based on standardized residues obtained from GARCH models; The model specification significantly affects the power of the test. It is observed that the presence of structural breaks in the variance leads to overestimation of GARCH parameters, especially in studies with a long sample period (Galeano and Tsay, 2010). For this reason, the existence of structural breaks in the conditional variance of oil and precious metal price return series was investigated with the modified IT test developed by Sanso et al. (2004).

Findings

This study examines whether there is a return and volatility spillover effect between the crude oil price and precious metal prices, using the causality test in variance developed by Hong (2001). The results show that there are strong causal links from the oil return series to other precious metals other than gold, on average. On the other hand, causal links were also determined from the return series of precious metals other than gold to the oil return series. According to the variance causality test results, it has been determined that there is a bidirectional volatility spillover effect between the oil market and the precious metals market. According to this result, the precious metal market will react immediately and its volatility will increase in the face of a new news coming to the oil market; Similarly, in case of new news on the precious metals market, it is expected that the oil market will react immediately and its volatility will increase. In addition, the causality test results in time-varying variance also reveal that there is a bidirectional volatility spillover effect between the oil market and the precious metals market.