

Kıymetli Madenlerin Range-Based Realized Volatilite Serileri Arasındaki Asimetrik İlişkiler

(Araştırma Makalesi)

Assymetric Relations Between Range-Based Realized Volatility Series of Precious Metals

Doi: 10.29023/alanyaakademik.1032905

Arife ÖZDEMİR HÖL

Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü,
aozdemir@mehmetakif.edu.tr
Orcid No: 0000-0002-9902-9174

Nazlıgül GÜLCAN

Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü,
nazligulgulcan@mehmetakif.edu.tr
Orcid No: 0000-0002-1390-0820

Bu makaleye atıfta bulunmak için: Özdemir Höl, A. & Gülcan, N. (2022). Kıymetli Madenlerin Range-Based Realized Volatilite Serileri Arasındaki Asimetrik İlişkiler. *Alanya Akademik Bakış*, 6(3), Sayfa No.3215-3236.

ÖZET

Anahtar kelimeler:
Kıymetli madenler,
Garman-Klass
(1980) Range-Based
Realized Volatilite,
Hacker ve Hatemi-J
Bootstrap (2006)
Nedensellik, Hatemi-
J (2012) Asimetrik
Nedensellik

Makale Geliş Tarihi:
17.11.2021
Kabul Tarihi:
14.09.2022

Finansal piyasalarda oluşan yüksek oynaklık ve bulaşma etkisi paniği yatırımcıların risklerini artırmaktadır. Böylece yatırımcılar artan riskten korunmak için portföylerinde yer alabilecek alternatif enstrümanları düşünmeye başlamış ve bu noktada kıymetli madenler güvenli liman olarak görülmeye başlanmıştır. Kıymetli madenlerin diğer finansal varlıklar ve piyasalarla olan ilişkisi önemli olduğu kadar birbirleriyle olan ilişkisi de oldukça önemli ve araştırılması gereken bir konudur. Bu amaçla kıymetli madenler arasındaki nedensellik ilişkisi Garman-Klass (1980) range-based realized volatilite serileri kullanılarak Hacker ve Hatemi-J Bootstrap (2006) Nedensellik testinin yanı sıra asimetrik ilişkilerin de görülebilmesi için Hatemi-J (2012) Asimetrik Nedensellik testi ile analiz edilmiştir. Analizler sonucunda değişkenler arasında çeşitli nedensellik ilişkileri bulunmuştur. Ulaşılan en önemli sonuç ise altının gümüşle sınırlı bir ilişkisinin bulunduğu ve platin, paladyumla herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunmadığı için altının oluşturulacak portföylerde daha fazla bulundurulabileceği ve halen yatırım aracı olarak güvenli liman olma özelliğini koruduğudur.

ABSTRACT

High volatility and contagion effect panic in financial markets increase the risks of investors. Thus, investors started to consider alternative instruments that could be included in their portfolios in order to be protected from the increasing risk, and at this point, precious metals began to be seen as a safe

Keywords:

Precious metals,
Garman-Klass
(1980) Range-Based
Realized Volatility,
Hacker and Hatemi-J
Bootstrap (2006)
Causality, Hatemi-J
(2012) Asymmetric
Causality

haven. The relationship of precious metals with other financial assets and markets is as important as their relationship with each other and is a subject that needs to be investigated. For this purpose, the causality relationship between precious metals was analyzed using the Garman-Klass (1980) range-based realized volatility series, as well as the Hacker and Hatemi-J Bootstrap (2006) Causality test, in order to see the asymmetrical relationships as well as the Hatemi-J (2012) Asymmetric Causality test. As a result of the analysis, various causality relationships were found between the variables. In particular, the copper variable has a reciprocal causality relationship with all of the gold, silver, palladium, and platinum variables. The most important conclusion reached is that gold has a limited relationship with silver and since there is no causal relationship with platinum and palladium, gold can be kept more in portfolios to be formed and it still remains a safe haven as an investment tool.

1. GİRİŞ

Son zamanlarda yaşanan finansal serbestleşme ve uluslararası hareketlerin artmasıyla birlikte finansal piyasaların birbiriyle olan ilişkisi de bir hayli artış göstermiştir. Yüksek entegrasyonla birlikte emtia piyasaları yeniliklere, değişen siyasi ve ekonomik duruma, olumlu ve olumsuz şoklara ve yatırımcı beklentilerindeki değişikliklere karşı daha duyarlı hale gelmiştir (Palanska, 2018:1). Son otuz yılda, finansal piyasalar şiddetli finansal krizlerle şekillenmiştir. 1990'lı yıllar Asya, Meksika, Brezilya ve Rusya finansal krizlerini içeren yerel ve bölgesel finansal krizlere sahne olurken, 2000'li yıllarda dünya ekonomisi küresel finansal krizden etkilenmiştir. Bu, finansal piyasalar arasındaki artan bağlantılardan dolayı küresel finansal krizin yayılma tehdidinin ortaya çıktığı andır. Bu dönemde borsalar büyük kayıpları yaşamış ve yatırımcılar finansal piyasalara olan güvenlerini kaybetmiştir. Küresel mali kriz kıymetli madenlerin cazibesini artırırken birkaç yıl sonra Avrupa devlet borcu krizi kıymetli madenlerin risk çeşitlendirme aracı olmasına daha da katkı sağlamıştır (Kirkulak-Uludag ve Lkhamazhapov, 2017:300). Finansal piyasalardaki yüksek oynaklık ve bulaşma etkisi paniği, yatırımcıları portföylerinde artan riskten korunmak için alternatif enstrümanları düşünmeye yöneltmiştir. Bu noktada kıymetli madenler güvenli liman olarak ortaya çıkmıştır.

Alüminyum, paladyum, platin, gümüş, altın, bakır, çinko, kurşun, nikel gibi kıymetli madenlerin fiyat ve getiri değişimleri de portföy çeşitlendirme ve riskten korunma stratejileri açısından oldukça önemli hale gelmiştir. Özellikle kıymetli maden emtiaları finansal varlıklar olarak kabul edilmekte ve menkul kıymet yatırım portföylerinin risklerini azaltma kapasiteleriyle tanınmaktadırlar. Bu özellik, kıymetli madenlerin fiyatları ile diğer finansal varlıkların fiyatları arasındaki ilişkiden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, zaman içinde kıymetli madenlerin finansal sermaye piyasaları ile negatif korelasyon gösterdiği ve böylece finansal güvenlik yatırım pozisyonlarının çeşitlendirilmesi ve korunması için faydalı olduğu görülmüştür (Hernandez vd., 2021:1).

Siyasi çalkantılar, küresel enflasyonist baskı, ortaya çıkan finansal yenilikler ve aşırı hava koşulları son yıllarda emtia piyasalarını etkileyen faktörlerden bazılarıdır (Arif vd., 2019:5165). Tüm bu dinamikler, özellikle finansal piyasaları etkileyen makroekonomik faktörlerin emtia fiyatları üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir (Balcılar ve Ozdemir, 2019:1). İstikrarlı ekonomik dönemlerde kıymetli madenlerin fiyatları düşme eğiliminde iken ekonomik koşullar bozulduğu zaman kıymetli madenlerin fiyatları yükselme eğilimindedir.

Kıymetli maden fiyatlarındaki dalgalanmalar yurt içi faktörlerden kaynaklanabileceği gibi dünya piyasalarındaki uluslararası hareketlerden de kaynaklanabilmektedir. Piyasalar daha entegre hale geldikçe ve yabancı yatırımcılar gelişmekte olan ekonomilerin finansal piyasalarını izlemeye başladıkça, fiyat seviyeleri uluslararası faktörlere daha duyarlı hale gelmektedir (Chen, 2010:128).

Emtia piyasaları da diğer finansal piyasalar gibi son yıllarda oldukça volatil olmuştur. Volatilite tüccarlar ve yatırımcılar için risk ve fırsatları beraberinde getirdiği için incelenmesi gereken bir konudur. Emtia piyasalarında volatilitenin oluşmasının birçok nedeni vardır. Emtia üreticisi ülkelerdeki siyasi huzursuzluk veya aşırı hava koşulları, emtia fiyatlarında volatilitate yaratabilecek arz aksaklıklarına neden olabilir. Vadeli işlemler, opsiyonlar, borsada işlem gören fonlar (ETF'ler) gibi yeni finansal yeniliklerin tanıtılması ve kıymetli madenlerin alım satım için teminat olarak kullanılması, kıymetli madenlerin volatilitelerini etkileyebilir (Hammoudeh vd., 2011:438). Gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomilerdeki kurumsal ve yüksek net değerli yatırımcıların yatırım olarak kıymetli madenlere olan ilgilerinin artmasıyla kıymetli madenlere yönelik yatırım talebi de artmaktadır. Finansal piyasalar sürekli olarak gelişmektedir. Son gelişmelerden biri de Borsa Yatırım Fonu veya ETF'lerin ortaya çıkmasıdır; bunun kıymetli maden piyasaları üzerinde büyük etkisi olmuştur. ETF'ler kıymetli madenlere yatırım hacmini artıracaktır; çünkü aksi takdirde kıymetli madenlere yatırım yapmayacak olan yatırımcılar ETF'lerin paylarını satın alacaklardır. Böylece ETF'ler, yatırım talep eğrisinde yukarı doğru bir kaymayı temsil edecektir. ETF'ler, bir yatırımcının bu madenlere karşı tutumu konusunda piyasalara daha fazla şeffaflık sağlamaktadır. Kıymetli madenler ve enerji piyasaları, on yılın geri kalanında yatırım çekecek piyasalar gibi görünmektedir. Bu pazarların özellikleri analiz edildiğinde, kıymetli maden arzının kıt olduğu açıktır. Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerin bu piyasalarda yaptığı tüketime kıymetli madenlerin fiyatlarını artırabileceği gerçeğine ek olarak, kıymetli maden piyasaları bu nedenle yatırım için giderek daha iyi bir seçenek olarak görünmektedir (Morales, 2008:18). Uluslararası Para Fonu (IMF) ve merkez bankalarının altın alıp satması da volatilitayı değiştirebilir. Emtiaları girdi olarak kullanan bir endüstrinin ürününe olan talebindeki değişiklikler, emtia fiyatlarında dalgalanmalara neden olabilir. Piyasa katılımcıları, farklı karlı fırsat beklentileri oluşturur, farklı varlık sınıflarında çapraz piyasa riskinden korunma gerçekleştirir, bilgileri farklı hızlarda işler ve farklı seviyelerde envanterler oluşturur ve çekerler. Bu faktörler, emtiaların zaman içindeki ve piyasalar arasındaki volatilitesine katkıda bulunmaktadır. Politika yapımcılar ve portföy yöneticilerine ek olarak, üreticiler de bu bilgilerle ilgilenmektedir; çünkü kıymetli madenler mücevher, ilaç, elektronik ve oto katalitik endüstrilerinde önemli ve çeşitlendirilmiş endüstriyel kullanıma sahiptir. Kıymetli madenlerin fiyat değişimindeki öngörülebilir değişimlerin niceliği, mantıklı risk yönetimi stratejilerinin tasarlanmasında esastır (Hammoudeh vd., 2011:438).

Yatırım dışında bu madenler otomotiv parçaları ve kimyasallarla ilgili ürünler gibi sanayi mallarının üretiminde kullanılmakla birlikte mücevher ve endüstriyel ürünler üretmek için de kullanılmaktadır (Arif vd., 2019:516). Ancak; emtia piyasaları daha finansal hale geldikçe ve emtia vadeli işlemlerinin likiditesi arttıkça, artan sayıda yatırımcı emtialara yalnızca yatırım aracı olarak ilgi duymaktadır (Palanska, 2018:1). Kıymetli madenlerin diğer emtialardan farklı olarak geleneksel algısı, yatırımcılara değerli çeşitlendirme fırsatları sunması ve piyasalarda belirsizlik olduğunda parasal bir araç işlevi görmesi ve bu nedenle enflasyona karşı güvenli liman işlevi görmesi şeklindedir. Bu nedenle kıymetli maden fiyatları, enflasyonun en önemli göstergesi veya para politikasının görünümünü ekonomiyeye

aktarabilecek bir değişken olarak değerlendirilmektedir. Başka bir deyişle, değerli metallerin döngüsel özelliği, güvenli liman ve değer saklama rollerini vurgulayarak, onlara ekonominin ilerlediği yön hakkında önemli bilgiler sağlama yeteneği verir (Balcılar ve Ozdemir, 2019:1).

Kıymetli madenlerin birbirleriyle olan ilişkisi yatırım stratejilerinin belirlenmesi, portföy çeşitlendirmesi ve riskten korunma yöntemlerinin belirlenmesi açısından yatırımcılar ve portföy yöneticileri için önemli olduğu kadar üreticiler ve politika yapıcılar açısından da oldukça önem arz eden bir konudur. Bu yüzden bu çalışmada hem üretim hem yatırım aracı olarak kullanılan altın, bakır, gümüş, paladyum, platin gibi kıymetli madenlerin Garman-Klass (1980) yöntemiyle volatilité serileri hesaplanarak bu volatilité serileri arasındaki nedensellik ilişkisi simetrik bir yöntem olan Hacker ve Hatemi-J (2006) Bootsrap Nedensellik Testi ve asimetrik bir yöntem olan Hatemi-J (2012) Asimetrik Nedensellik Testi ile incelenmiştir. Kıymetli madenlerin nedensel olarak bağlantılı olduğu tespit edilirse, bu, bilgi aktarımındaki verimsizliği, portföy çeşitlendirmesinde kıymetli madenlerin birlikte kullanılamayacağı, farklı kıymetli madenlerin yer aldığı portföylerde yatırımcıların varlık dağılımlarını daha doğru bir şekilde ayarlayabileceği veya kıymetli madenler arasındaki volatilité yayılma riskinin arttığını gösterebilir. Yapılan literatür taraması sonucunda kıymetli madenlere ait volatilité serileri kullanılarak volatilité serileri arasındaki nedensellik ilişkisini inceleyen böyle bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu da çalışmanın literatürde yer alan diğer çalışmalardan farkını oluşturmaktadır. Ayrıca literatürde yapılan çalışmalarda genel olarak altın, gümüş, platin, paladyum gibi kıymetli madenlere odaklanıldığı ve oldukça yaygın olarak kullanılan bakırın çalışmalarda çok fazla dikkate alınmadığı gözlemlenmiş bu yüzden bakırda yapılan araştırmaya dahil edilmiştir. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde kıymetli madenlerle ilgili olarak yapılan çalışmaların yer aldığı literatür bölümüne yer verilmiştir. Literatür bölümünden sonra çalışmada kullanılan yöntemler anlatılarak uygulama aşamasına geçilmiş ve en sonunda da yapılan analizler sonucunda elde edilen bulguların değerlendirildiği sonuç ve değerlendirme bölümüne yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde kıymetli madenlerle ilgili olarak finans yazınında daha önce yapılmış olan çalışmalara olabildiğince yer verilmeye çalışılmıştır.

Hillier vd. (2006), altın, gümüş, platin kıymetli madenlerinin finansal piyasalardaki yatırım rolünü 01.01.1976-01.04.2004 dönemi verilerini GARCH yöntemiyle analiz ederek araştırmışlar ve bu kıymetli madenlerin pay senedi endeks getirileri ile düşük korelasyona sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yatırım portföylerinde bu metallerin çeşitlilik sağlayabileceği; ayrıca her üç kıymetli madenin özellikle “anormal” borsa oynaklığı dönemlerinde bir miktar riskten korunma kabiliyetine sahip olduğu görülmüştür.

Lucey ve Tully (2006), altın ve gümüş fiyatları arasındaki ilişkiyi Ocak 1978- Kasım 2002 verilerini kullanarak dinamik eşbütünleşme analizi aracılığıyla araştırmışlardır. Araştırma sonucunda altın ve gümüşün yakın ilişkili olduğu; ancak zaman zaman zayıfladığı ve istikrarsız olduğu ortaya çıkmıştır.

Morales (2008), 01.01.1995-31.07.2007 verilerini kullanarak kıymetli emtialar arasındaki volatilité yayılımını GARCH ve EGARCH modelleriyle araştırmıştır. Kıymetli madenlerin getirileri arasında oynaklığın kalıcı olduğuna dair kanıtlar bulmuştur.

Batten vd. (2010), dört kıymetli madenin (altın, gümüş, platin ve paladyum fiyatları) aylık fiyat oynaklıklarını ve bu oynaklıkların makroekonomik belirleyicilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda altın volatilitésinin parasal değişkenlerle açıklandığı; ancak gümüş için bunun geçerli olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Kıymetli madenler arasında oynaklık geri bildirim olduğu dair kanıtlar olmasına rağmen, aynı makroekonomik faktörlerin dört kıymetli maden fiyat serisinin oynaklık süreçlerini ortaklaşa etkilediğine dair sınırlı kanıt elde etmişlerdir. Kıymetli madenlerin tek bir varlık sınıfı olarak düşünölemeyecek veya tek bir endeksle temsil edilemeyecek kadar farklı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Hammoudeh vd. (2011), 04.01.1995-12.11.2009 dönemi için altın, gümüş, platin ve paladyum fiyat getirilerindeki volatilité ve korelasyon dinamiklerini, hedging ve piyasa riski için risk yönetimini calibrated RiskMetrics, farklı GARCH modelleri ve yarı parametrik Filtered Historical Simulation yöntemini kullanarak VaR hesaplamışlardır. Yapılan çalışma sonucunda kıymetli madenlere yatırım yapmak isteyen yatırımcıların daha düşük kârlılık sağlasa da daha az ihlal sağlayacağı için GARCH-t kullanarak VaR hesaplaması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Arouri vd. (2012), COMEX piyasasında işlem gören altın, gümüş, platin, paladyum getiri ve volatilitésindeki yapısal değişiklikleri ve uzun hafıza özelliklerini araştırdıkları çalışmaları sonucunda getiri ve oynaklık süreçlerinde uzun hafıza bulunduğuna dair güçlü sonuçlar elde etmişlerdir.

Batten vd. (2014), Diebold ve Yılmaz (2009) yöntemiyle 03.09.1982-21.12.2012 dönemi için kıymetli madenler arasındaki oynaklık ilişkisini incelemiştir. İnceleme sonucunda piyasanın sadece zayıf bir şekilde entegre olduğunu, bu entegrasyon derecesinin zamana göre değiştiğini ve getiriler ile oynaklık arasında farklılık gösterdiğini bulmuşlardır.

Demiralay ve Ulusoy (2014), 04.01.1993-29.11.2013 dönemine ait verileri kullanarak dört kıymetli (altın, gümüş, platin, paladyum) madenin riske maruz değer tahminlerini FIGARCH, FIAPARCH, HYGARCH gibi modellerle yapmışlardır. Student-t dağılımı altındaki uzun hafıza volatilité modellerinin hem uzun hem de kısa pozisyonlar için bir gün öncesinden VaR tahmininde iyi performans gösterdiği, uzun hafıza ve asimetrinin yanı sıra kalın kuyrukları ortaklaşa yakalayan Student-t dağılımına sahip FIAPARCH modelinin, VaR tahmininde diğer modellerden daha iyi performans gösterdiğini bulmuşlardır.

Morales ve Andreosso-O'Callaghan (2014), çalışmalarında Ocak 1998-Mayıs 2008 dönemi için petrol ve dünyanın üç büyük pay senedi endeksini dikkate alarak maden getirilerindeki volatilitenin kalıcılığını ICSS algoritması ile analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda kıymetli maden getirileri ile petrol getirileri arasında net bir ilişki tespit edilirken, kıymetli madenler ve pay senedi getirileri arasındaki etkileşim, gümüş ve platin için karışık sonuçlarla altın durumunda bağımsız olduğu gözlenmiştir. Piyasaların ekonomik ve finansal şoklar nedeniyle aşırı oynaklıktan etkilendiği dönemlerde, bu piyasalar arasında yüksek volatilitenin devam ettiğine dair net kanıtlar elde etmişlerdir.

Bunnang (2015), COMEX piyasasında altın, paladyum, platin, gümüş için volatilité hareketlerini ve volatilité yayılımlarını çok değişkenli GARCH modelleri ile incelemiştir. İnceleme sonucunda gümüş ve altın için dinamik koşullu korelasyonlar üzerindeki şokların kısa vadeli kalıcılığı en büyük iken, koşullu korelasyonlara yönelik şokların kalıcılığı uzun dönemde gümüş ve paladyum için en büyük çıkmıştır. Ayrıca yatırımcıların, beklenen getiriyi

düşürmeden riski en aza indirmek için portföylerinde paladyum ve diğer kıymetli madenlerden daha fazla altına sahip olmaları gerektiği sonucuna ulaşmıştır.

Kaushik (2018), dinamik koşullu korelasyon genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans modellerini kullanarak 01.06.2006-31.03.2017 dönemi için küresel ham petrol fiyatlarının Hindistan metal piyasası (altın, gümüş, alüminyum, bakır, çinko) üzerindeki yayılma etkisini araştırmıştır. West Texas Intermediate (WTI) ham petrolü ile Hindistan metal piyasasının ortak hareket ettikleri gözlenmiştir. Altın ve gümüş, 2008–2009 küresel mali krizinde bile yükselme ya da düşüş eğilimi göstermezken, endüstriyel metaller alüminyum, bakır ve çinko, ham petrol fiyatları ile zayıf bir şekilde ilişkilidir. Ek olarak, küresel ham petrol fiyatlarının Hindistan metal piyasası ve metal fiyatları üzerinde uzun vadeli olduğu kadar kısa vadeli de hafıza etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Batten vd. (2017), 01.05.2000-30.04.2015 verileri ile altın, gümüş, platin ve paladyum için 5 dakikalık frekansta oynaklık ve getiriler arasındaki stilize gerçekleri, korelasyonu ve etkileşimi incelemiştir. Analiz sonucunda tam örnek üzerinde, her bir değerli metal için alım satım sayısının zaman içinde önemli ölçüde arttığı, alış-satış marjının zaman içinde daraldığı ve bunun da likidite ve fiyat verimliliğinde bir artışa işaret ettiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca getiriler, volatilité, hacim ve teklif talebi yayılmasında dönemsellik olduğuna dair güçlü kanıtlar bulunmuştur. Büyük çoğunlukla alt örneklem için geçerli olan, her bir değerli metalin getirileri ve volatilitesi arasında ikili bir Granger nedenselliği de bulunmuştur.

Eryiğit (2017), altın fiyatları ile kıymetli madenler ve enerji fiyatları arasındaki ilişkiyi Temmuz 1990-Şubat 2014 verilerini kullanarak VAR, VECM modelleri aracılığıyla incelemiştir. İnceleme sonucunda altın fiyatları ile kıymetli madenler arasında kısa dönemli ilişki, altın fiyatları ile enerji fiyatları arasında uzun dönemli ilişki bulunmuştur. VAR analizi sonucunda altın fiyatlarının gümüş fiyatlarıyla, platin fiyatlarının altın ve gümüş fiyatlarıyla, gümüş fiyatlarının paladyum fiyatlarıyla kısa vadeli ilişkisi olduğu görülmüştür. VECM analizinin sonuçlarına göre, benzin ve ham petrol fiyatlarının altın fiyatları ile uzun dönemli korelasyonunun olmadığı; ancak altın ve ham petrol fiyatlarının benzin fiyatları ile uzun dönemli korelasyonunun olduğu belirlenmiştir.

Kamışlı vd. (2017), çalışmalarında 16.09.2008-12.08.2017 döneminde petrol, altın ve gümüş fiyatları arasındaki ilişkiyi asimetrik frekans nedensellik analizi ile incelemişler ve bu emtialar arasında kısa, orta, uzun dönemde asimetrik nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Kirkulak-Uludag ve Lkhamzhapov (2017), 2000-2014 yılları arasında Rusya'da işlem gören dört kıymetli madenin (altın, gümüş, platin ve paladyum) volatilité dinamiklerini ICSS algoritması ve DCC-MGARCH yöntemiyle incelemiştir. İnceleme sonucunda tüm kıymetli madenlerin koşullu volatilitesinde uzun hafıza özelliği olduğuna dair güçlü kanıtlar bulunmuş, kıymetli madenlerin birbirleriyle yüksek oranda ilişkili olduğu görülmüştür. Altın en az volatil maden olmasına rağmen, diğer kıymetli madenlerle eşleştirildiğinde korelasyon önemli ölçüde artmıştır. Bulgular ayrıca, diğer kıymetli madenlerle düşük korelasyonu nedeniyle gümüşün iyi bir çeşitlendirme aracı olabileceği görülmektedir.

Robiyanto vd. (2017), Ocak 1999-Temmuz 2014 dönemi verilerini DCC-GARCH, Sharpe ve Treynor rasyolarını kullanarak Endonezya, Malezya borsasında borsa risklerinden korunmak için altın, gümüş, platin, paladyum vadeli işlem sözleşmelerinin kullanımını ve bunların

korunma etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmada diğer kıymetli madenler arasında hem IDX hem de KLSE üzerinde en yüksek korunma etkinliğini ürettiği için altının en etkili korunma aracı olduğu bulunmuştur.

Sensoy (2017), 02.01.1999-15.04.2013 dönemi verilerini kullanarak altın, gümüş, platin, paladyum getirilerindeki volatilité değişimlerini DECO modeliyle incelemiştir. İnceleme sonucunda 2008 yılının altın ve gümüşün volatilité seviyeleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını; ancak paladyum ve platinin volatilité seviyelerinde yukarı yönlü bir kaymaya neden olduğu görülmüştür. Son on yılda kıymetli madenlerin birbirleriyle güçlü bir şekilde ilişkili olduğu ve bunun da aralarındaki çeşitlendirme faydalarını azalttığı ortaya çıkmıştır. Sonuçlar, altının diğer tüm kıymetli madenler üzerinde tek yönlü bir volatilité kayması bulaşma etkisine sahip olduğunu, gümüşün platin ve paladyum üzerinde benzer bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Tansuchat (2017), altın, gümüş, platinde realized volatilitéyi tahmin etmek için ultra yüksek frekanslı verileri kullanarak 01.01.2011-08.12.2016 dönemi için HAR-RV modelleri ile incelemiştir. Sonuçlar kıymetli madenlerde minimum VaR ve günlük sermaye kaybının altında gerçekleştiğini altını sırasıyla gümüş ve platinin izlediğini göstermiştir.

Bhatia vd. (2018), kıymetli madenlerin (altın, gümüş, platin ve paladyum) spot fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisini ortalama ve varyans yoluyla Nisan 2000-Temmuz 2016 tarihleri arasındaki verileri kullanarak analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda kıymetli maden fiyatları arasında ortalama ve varyansta çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Mokni (2018), 02.01.2000-31.12.2016 dönemi verilerini kullanarak ham petrol ve kıymetli madenler arasındaki ortak hareketleri FIEGARCH-copula yöntemiyle incelemiştir. Yaptıkları çalışma ile petrol ve kıymetli maden getirileri, volatiliteleri ve piyasa riski arasında anlamlı bir pozitif ve asimetric ilişki tespit etmişlerdir. Getiri ve volatilitede petrol-gümüş ve petrol-altın arasındaki bağımlılık yapısı zamanla değişirken, diğer çiftler sabit bağımlılıkla karakterize edilmiştir. Uzun ve kısa alım satım pozisyonu için günlük Riske Maruz Değer (VaR) arasındaki bağımlılık modellemesine dayanan ampirik sonuçlar, ham petrol ve kıymetli madenler arasındaki piyasa riski ilişkisinin zaman içinde değiştiğini ve VaR'ın güven seviyesi ile arttığını göstermiştir.

Moralı ve Uyar (2018), altın, gümüş, platin ve paladyum madenlerinin günlük, haftalık, aylık ve çeyreklik (dönemlik) frekanslarda getirilerini kullanarak kıymetli madenler piyasasının fraktal yapısını dönüştürülmüş genişlik analizi (Rescaled Range – R/S) ile araştırmışlardır. Araştırma sonucunda piyasanın fraktal yapıya sahip olabileceği ve yatırımcının elde tutma süresi uzadıkça, varlığın getirilerinin geçmiş hareketlere (pozitif/negatif yönlü) daha bağımlı hale geldiği görülmüştür.

Balcılar ve Ozdemir (2019), çalışmalarında volatilitenin kıymetli maden (altın, gümüş, bakır, platin, paladyum) fiyat getirilerini nasıl etkilediğini TVP-SVM modeli ile Şubat 1962-Nisan 2017 dönemi için analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda volatilitenin kıymetli maden fiyat getirileri üzerinde büyük ölçüde zamanla değişen bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Sonuçlar, volatilitenin kıymetli maden fiyat getirileri üzerinde önemli bir olumsuz etkiye sahip olduğunu ve daha yüksek volatilité dönemlerinde etkinin daha olumsuz olduğunu göstermektedir.

Çelik vd. (2019), altın, gümüş, platin, paladyum fiyatlarında RtADF, SADF, GSADF yöntemlerini kullanarak 01.01.2010-19.02.2019 dönemi için fiyat balonlarını araştırmışlar ve paladyum hariç altın, platin, gümüş fiyatlarında balon varlığına dair kanıtlar bulmuşlardır. Ayrıca altın, gümüş, platin piyasaları arasında getiri ve volatilité yayılımı olup olmadığını VAR-EGARCH yöntemi ile incelemişlerdir. İnceleme sonucunda bu piyasalar arasında çoklu bir yayılım olduğu belirlenmiştir.

Açacak vd. (2020), çalışmalarında 08.09.2009-12.02.2019 döneminde altın, gümüş, iridyum, osmiyum, paladyum, platin, renyum, rodyum, rutenyumun aralarındaki ilişkileri Granger ve asimetric nedensellik modellerini kullanarak incelemişler, kıymetli madenlerin arasında nedensellik olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kocabıyık ve Tuncel (2020), kıymetli metaller (altın, gümüş, platin ve paladyum) arasında nedensellik ilişkisi olup olmadığını 10.01.2014 ile 02.01.2020 dönemine ait verileri kullanarak Toda-Yamamoto nedensellik testi ile araştırmışlardır. Toda-Yamamoto nedensellik testi sonucunda altın değişkeninden gümüş, platin ve paladyum değişkenlerine doğru nedensellik tespit edilmiş; ancak gümüş, platin ve paladyum değişkenlerinden altın değişkenine doğru bir nedenselliğe rastlanılmamıştır.

Yıldırım vd. (2020), petrol fiyatı ile altın, gümüş, platin, paladyum arasında getiri ve volatilité yayılma etkisinin olup olmadığını Hong (2001) varyansta nedensellik testi ile 1990-2019 dönemi için araştırmışlardır. Araştırma sonucunda petrol getiri serisinden kıymetli maden getiri serisine doğru ortalamada nedensellik ilişkisi olduğu gözlenmiştir. Ortalamada nedensellik testi sonuçları, petrol fiyatının tüm kıymetli madenlerin Granger nedeni olduğunu ortaya koymuştur. Varyansta nedensellik testi sonucunda petrol piyasasından kıymetli maden piyasasına bir volatilité yayılma etkisi görülmüştür. Petrol ve gümüş getiri serileri arasında çift yönlü volatilité yayılma etkisi görülmüştür. Ayrıca petrolden platine volatilité yayılma etkisi diğer kıymetli madenlerle kıyaslandığında zayıf görünmektedir. Ayrıca, zamanla değişen nedensellik-varyans testi sonuçları farklı bir tablo ortaya koymaktadır; çünkü kıymetli madenlerden petrole volatilité yayılımının olmadığı sıfır hipotezi belirli periyotlarda reddedilmektedir. Daha da ilginç, petrol ve gümüş arasında sıralı bir geri besleme ilişkisi olduğunu bulduk. Son olarak petrol piyasasından kıymetli maden piyasalarına volatilité yayılma etkisinin özellikle 2000'li yıllardan sonra güçlü olduğu görülmektedir.

Salisu vd. (2021), COVID-19 salgını sırasında altının ham petrol fiyat risklerine karşı güvenli bir liman olup olmadığını araştırdıkları çalışmalarında Ocak 2016-Ağustos 2020 arasındaki verileri VARMA-GARCH modeli ile incelemişlerdir. Çalışma sonucunda altının petrol fiyat risklerine karşı önemli bir korunma sağladığı görülmüştür. Sonuçların sağlamlığını, öne çıkan diğer üç kıymetli maden olan gümüş, platin ve paladyum sonuçlarıyla da kanıtlamışlardır.

Genel olarak özetlemek gerekirse literatür taraması sonucunda yapılan araştırmalarda genel olarak altın, gümüş, platin, paladyum olmak üzere bu dört kıymetli maden üzerine çalışmaların yapıldığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda kıymetli madenler arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkilere, nedensellik ilişkilerine, volatilité yayılımlarına ve kıymetli madenlerin ham petrol fiyatlarıyla olan ilişkisine, kıymetli madenlerin riskten korunma aracı olarak kullanılıp kullanılamayacağına odaklanılmıştır. İncelenen çalışmalarda kıymetli madenler arasında ilişki olduğu ve bunun kıymetli madenlerin portföy çeşitlendirmesi yaparken birlikte kullanılamayacağı, altın ve gümüşün kriz dönemlerinde daha az volatilitéye sahip olduğu ve özellikle altının diğer finansal varlıklarla birlikte portföy çeşitlendirmede

kullanılabileceği, altının diğer kıymetli madenler üzerinde etkisinin bulunduğu, bazı dönemlerde altın ile gümüşün birlikte hareket ettiği bazı dönemlerde ise birbirinden bağımsız hareket ettikleri, gümüşün platin ve paladyum üzerinde altına nazaran daha etkili olduğu gibi sonuçlara ulaşılmıştır.

3. YÖNTEM

Finansal alandaki önemli ve temel konulardan biri ilgilenilen değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisidir. Granger (1969) nedensellik testi uygulamalı araştırmalarda en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Granger (1969), bir değişkendeki hareketlerin sistematik olarak başka bir değişkendeki hareketlerden önce gelip gelmediğini test etmek için bir test istatistiği formüle etmiştir. Bu testle bir değişkenin geçmiş değerlerinin bilgi setine dahil edilmesinin başka bir değişkenin tahminini iyileştirip iyileştiremeyeceği araştırılmaktadır. Granger testi asimptotik dağılım teorisine dayanmakta bu yüzden değişkenler durağan değilse sahte sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu sorunu çözebilmek için fark alma işlemi gerçekleştirilebilir; ancak bu durum da uzun vadeli bilgi kaybına neden olacaktır (Hacker ve Hatemi-J; 2006:1490). Bunu düzeltmek için Toda ve Yamamoto (1995), temel veri setindeki birim köklerin etkisini hesaba katan Wald testinin bir modifikasyonunu önermiştir. Bununla birlikte, Hacker ve Hatemi-J (2006), simülasyon yöntemleriyle, bu değiştirilmiş testin, yalnızca veri kümesinin zamanla değişen bir oynaklık olmadan normal olarak dağılması durumunda iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Yazarlar, normal olmama ve zamanla değişen oynaklığa duyarlı olmayan kaldıraçlı bir önyüklem testi önermektedir. Daha açık bir ifadeyle, finansal piyasa verilerinin yaygın olarak tanınan üç özelliği, Granger nedensellik testini karmaşıklaştırmaktadır. Bu, finansal piyasaların (i) değişkenlerin bir birim köke sahip olduğu (birinci dereceden tümlşik), (ii) verilerin kalın kuyruklu dağılımlara sahip olduğu, yani aşırı olayların olasılığının genellikle anormal dağılımdakinden daha yüksek olduğu ve (iii) otoregresif koşullu heteroskedastisite (ARCH) etkilerinin baskın olduğu, yani oynaklığın kümelenildiği anlamına gelmektedir. Toda ve Yamamoto (1995) yaklaşımı, birim köklerle ilgili sorunun üstesinden gelir; ancak ARCH etkileriyle normal olarak dağılmayan finansal piyasa verilerine doğrudan uygulanamaz. Hacker ve Hatemi-J'de (2006) özetlenen kaldıraçlı önyüklem testinin kullanımı, normal olmama ve ARCH etkileriyle ilgili sorunların üstesinden gelmektedir (Al Janabi vd.; 2010:50). Birim köklerin etkisini hesaba katmak için Toda ve Yamamoto (1995) testi VAR(p) modelinin gecikme artışına dayanmaktadır. Kullanılan VAR(p) modeli aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$y_t = v + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

burada y_t , v ve ε_t n boyutlu vektörlerdir ve A_r gecikme r için bir $n \times n$ parametre matrisidir. Bütünleştirilmiş değişkenler arasındaki nedenselliğin test edilmesi için Toda ve Yamamoto (1995), aşağıdaki genişletilmiş VAR(p) modelini önermektedir:

$$y_t = \hat{v} \hat{A}_1 y_{t-1} + \dots + \hat{A}_p y_{t-p} + \dots + \hat{A}_{p+d} y_{t-p-d} + \hat{\varepsilon}_t, \quad (2)$$

Değişkenlerin üzerindeki inceltme işareti EKK tahminini temsil etmektedir. Süreçteki p mertebesinin bilindiği varsayılır ve d , değişkenlerin maksimum entegrasyon mertebesine eşittir. İlgilenilen hipotezleri test etmek için Toda ve Yamamoto (1995) tarafından tanıtılan test istatistiğini tanımlamadan önce, örneklem büyüklüğü T için aşağıdaki ifadelerin tanımlanması gerekmektedir:

$$Y := (y_1, \dots, y_T) \quad (n \times T) \text{ matris}, \quad (3)$$

$$\widehat{D} := (\widehat{v}, \widehat{A}_1, \dots, \widehat{A}_p, \dots, \widehat{A}_{p+d}) \quad (nx(1+n(p+d))) \text{ matris,} \quad (4)$$

$$Z_t := \begin{bmatrix} 1 \\ y_t \\ y_{t-1} \\ \vdots \\ y_{t-p-d+1} \end{bmatrix} \quad ((1+n(p+d))x1) \text{ matris,} \quad t=1, \dots, T, \quad (5)$$

$$Z := (Z_0, \dots, Z_{T-1}) \quad ((1+n(p+d))xT) \text{ matris ve} \quad (6)$$

$$\widehat{\delta} := (\widehat{\varepsilon}_1, \dots, \widehat{\varepsilon}_T) \quad (nxT) \text{ matris} \quad (7)$$

Bu gösterimi kullanarak, bir tahmini sabit terim (\widehat{v}) içeren tahmini VAR($p+d$) modeli şu şekilde yazılabilir:

$$Y = \widehat{D}Z + \widehat{\delta} \quad (8)$$

Kısıtlanmamış regresyondan tahmin edilen artıkların ($n \times T$) matrisini $\widehat{\delta}_U$ tahmin edilir. Daha sonra bu artıkların çapraz çarpımlarının matrisi $S_U = \widehat{\delta}_U' \widehat{\delta}_U$ olarak hesaplanır. $\beta = \text{vec}(v, A_1, \dots, A_p, 0_{n \times nd})$ ve $\widehat{\beta} = \text{vec}(\widehat{D})$ tanımlanır, burada vec sütun istifleme operatörünü ve $0_{n \times nd}$ n satır ve $n(d)$ sütunlu bir sıfır matrisini gösterir. Granger nedenselliğin olmadığını ifade eden Modified Wald (MWALD) test istatistiği şu şekilde yazılabilir:

$$MWALD = (C\widehat{\beta})' [C((Z'Z)^{-1} \otimes S_U)C']^{-1} (C\widehat{\beta}), \quad (9)$$

\otimes bu işaret Kronecker çarpımını, C ise $pxn(1+n(p+d))$ matrisini ifade etmektedir. C 'nin p satırlarının her biri, $\widehat{\beta}$ 'daki bir parametrenin sifra sınırlandırılmasıyla ilişkilidir. Sıfır hipotezi altında $\widehat{\beta}$ 'daki ilişkili parametre sıfır ise, C 'nin her satırındaki elemanlar bir değerini, sıfır hipotezi altında böyle bir kısıtlama yoksa sıfır değerini alırlar. C 'deki satırların hiçbiri, yukarıda belirtilen $0_{n \times nd}$ matrisine karşılık gelen $\widehat{\beta}$ 'daki son $n^2(d)$ eleman üzerindeki kısıtlamalarla ilişkilidir. Granger nedenselliğin bulunmadığını ifade eden boş hipotez şu şekilde gösterilebilir:

$$H_0 = C\beta = 0 \quad (10)$$

MWALD test istatistiği, test edilecek kısıtlama sayısı olan p 'ye eşit serbestlik derecesi sayısı ile asimptotik olarak χ^2 dağıtılır (Hacker ve Hatemi-J; 2006:1490-1491). Hacker ve Hatemi-J (2006) alta yatan veri seti normal dağılmıyorsa ve oynaklık zamanla değişiyorsa modified Wald testinin doğru boyuta sahip olmadığını göstermiştir (Hatemi-J; 2011:2).

Asimetriye izin vermek finansal piyasanın asimetrik bilgi özelliği ile karakterize edilmesinden dolayı önemlidir. Granger ve Yoon (2002) zaman serisi değişkenleri arasındaki durağan durum ilişkisinde potansiyel asimetriye izin veren gizli eşbütünleşme kavramını ortaya koymuşlardır (Hatemi-J; 2011:3). Hatemi-J (2012) zaman serileri analizi için asimetrik nedensellik testlerini önererek bu yaklaşımı bir adım öteye taşımıştır. Hatemi-j (2012) asimetrik nedensellik testi pozitif şokların potansiyel nedensel etkisini negatif olanlardan ayırmaktadır. Bu dikkate alınması gereken önemli bir konudur; çünkü insanlar genellikle olumsuz haberlere iyi olanlardan daha fazla tepki verme eğilimindedir (Hatemi-J ve Roca; 2014:7). Bu asimetrik nedensellik testinin ana avantajı, aynı sistem içinde bir takım asimetrik

etkilere izin veren gösterge değişkenlerini, eşikleri veya rejim değiştirme yöntemlerini kullanan alternatif yöntemlerin aksine, olumlu değişikliklerin nedensel etkisini olumsuz olanlardan tamamen ayırmasıdır. Bu asimetrik nedensellik testi, temel alınan veriler normal dağılmadığında ve oynaklığın zamanla değiştiği durumlarda da iyi performans gösterir. Bunlar, özellikle finansal veya enerji ile ilgili veri setleri kullanıldığında, normal olmama ve zamanla değişen oynaklık genellikle bir istisnadan çok bir kural olduğundan kullanışlı özelliklerdir (Hatemi-J vd.; 2017: 8). Hacker ve Hatemi-J (2006) Bootstrap nedensellik testinin pozitif ve negatif şoklara ayrıştırılmasıyla oluşturulan Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik testi kısaca şöyle gösterilebilir (Hatemi-J; 2012:449) :

y_{1t} ve y_{2t} gibi iki bütünlük seri arasındaki nedensel ilişkinin analiz edildiği varsayırsa:

$$y_{1t} = y_{1t-1} + \varepsilon_{1t} = y_{10} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i} \quad (11)$$

$$y_{2t} = y_{2t-1} + \varepsilon_{2t} = y_{20} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i} \quad t=1,2,\dots,T \quad (12)$$

burada $y_{1,0}$ ve $y_{2,0}$ başlangıç değerlerini ifade etmektedir. ε_{1i} ve ε_{2i} değişkenleri beyaz gürültü hata terimlerini belirtmektedir. Pozitif ve negatif şoklar şu şekilde tanımlanabilir:

$$\varepsilon_{1i}^+ = \max(\varepsilon_{1i}, 0), \varepsilon_{2i}^+ = \max(\varepsilon_{2i}, 0), \varepsilon_{1i}^- = \min(\varepsilon_{1i}, 0), \varepsilon_{2i}^- = \min(\varepsilon_{2i}, 0) \quad (13)$$

$$\varepsilon_{1i} = \varepsilon_{1i}^+ + \varepsilon_{1i}^- \text{ ve } \varepsilon_{2i} = \varepsilon_{2i}^+ + \varepsilon_{2i}^- \quad (14)$$

Buradan hareketle:

$$y_{1t} = y_{1t-1} + \varepsilon_{1t} = y_{1,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^- \quad (15)$$

$$y_{2t} = y_{2t-1} + \varepsilon_{2t} = y_{2,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^- \quad (16)$$

Son olarak her bir değişkenin pozitif ve negatif şokları kümülatif biçimde şu şekilde tanımlanabilir:

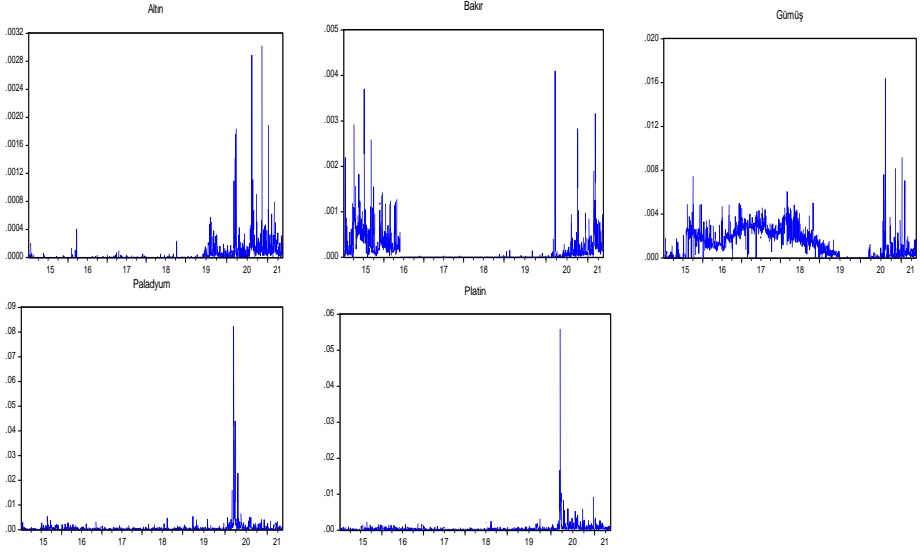
$$y_{1t}^+ = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^+, y_{1t}^- = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^-, y_{2t}^+ = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^+, y_{2t}^- = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^- \quad (17)$$

4. VERİ VE TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER

Çalışmada hem üretim hem yatırım aracı olarak kullanılan kıymetli madenlerden altın, bakır, gümüş, paladyum, platinin Garman-Klass (1980) tarafından önerilen range-based realized volatilité serileri hesaplanarak bu volatilité serileri arasındaki nedensellik ilişkisi analiz edilmeye çalışılacaktır. Analizde kullanılan veriler investing.com adresinden alınmış olup 02.01.2015 ve 14.05.2021 arasındaki günlük verileri kapsamaktadır. Analizler EViews ve Gauss ekonometrik paket programları aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Ampirik bulgulara geçmeden önce kullanılan kıymetli madenlere ait volatilité serileri aşağıda belirtilen Garman-Klass (1980) range-based realized volatilité denklemi yardımıyla hesaplanmıştır:

$$\hat{\sigma}^2 = 0.511[(H_t/L_t)]^2 - 0.19\{\ln(C_t/O_t) [\ln(H_t) + \ln(L_t) - 2 \ln(O_t)] - 2[\ln(H_t/O_t) \ln(L_t/O_t)]\} - 0.383[\ln(C_t/O_t)]^2 \quad (18)$$

Denklemden belirtilen H_t , L_t , O_t , C_t terimleri sırasıyla en yüksek, en düşük, açılış fiyatı ve kapanış fiyatını ifade etmektedir. Bu denklem vasıtasıyla hesaplanan volatilité serilerine ait grafikler aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 1. Kıymetli Madenlerin Volatilite Serilerine Ait Zaman Grafikleri

Garman-Klass (1980) Range-based realized volatilité yöntemine göre hesaplanan altın, bakır, gümüş, paladyum, platin realized volatilité serilerine ait tanımlayıcı istatistiklerin yer aldığı Tablo 1’de serilerin çarpıklık değerlerinin pozitif ve sağa çarpık olduğu görülmektedir. Serilere ait basıklık değerleri incelendiği zaman serilerin basıklık değerlerinin 3’ten büyük bir değere sahip olduğu ve bu sebeple normale göre daha sivri dağılıma sahip kalın kuyruk özelliği sergileyerek normal dağılımdan uzaklaştığı görülmektedir. Range-based realized volatilité serilerinin normal dağılım sergilemediği J-B test istatistiğinden de anlaşılabilir.

Tablo 1. Kıymetli Madenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Bakır	Altın	Gümüş	Platin	Paladyum
Gözlem Sayısı	1635	1635	1635	1635	1635
Ortalama	0,000136	4,62e-05	0,001371	0,000479	0,000696
Medyan	8,12e-07	0,000000	0,001137	0,000218	0,000262
Standart Sapma	0,000324	0,000171	0,001367	0,001653	0,002914
Minimum	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Maksimum	0,004098	0,003022	0,016364	0,055942	0,082216
Çarpıklık	5,088075	9,943872	1,673425	24,76447	18,95194
Basıklık	42,20098	135,8686	12,76439	788,1260	447,9293
Jarque-Bera	111743,4	1229628	7258,358	42160919	13584043

Tablo 2. Kıymetli Madenlere Ait Korelasyon Matrisi

	Bakır	Altın	Gümüş	Platin	Paladyum
Bakır	1,000				
Altın	0,072	1,000			
Gümüş	-0,125	0,115	1,000		
Platin	0,075	0,337	-0,029	1,000	
Paladyum	0,021	0,351	-0,061	0,573	1,000

Tablo 2’ de verilen korelasyon matrisi sonuçlarına göre gümüş değişkeni bakır, platin ve paladyum değişkenleri ile hem düşük hem de negatif bir korelasyon ilişkisine sahiptir. Pozitif ve en yüksek korelasyon ise 0,573 ile paladyum ve platin arasında bulunmaktadır. Ancak kıymetli madenlere ait range-based realized volatilitte serilerine ait tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon matrisi verildikten sonra seriler arasındaki ilişkiyi daha ayrıntılı görebilmek için ADF (1979), PP (1988), KPSS (1992) birim kök testleri, Carrion-i Silvestre vd. (2009) Çoklu Yapısal Kırılmalı birim kök testleri sonuçlarıyla birlikte Hacker ve Hatemi-J (2006) Bootstrap Nedensellik testi, Hatemi-J (2012) Asimetrik Nedensellik testi sonuçlarına bakmak gerekmektedir. Aşağıda yer alan araştırma bulguları bölümünde bu analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

5. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Çalışmada kullanılan değişkenlere ait volatilitte serilerinin durağanlık seviyeleri değişkenler arasındaki ilişkilerin incelendiği eş bütünlük ve nedensellik testlerinin model seçiminde önemli olmaktadır. Serilerin durağanlığının incelenebilmesi için ADF (1979), PP (1988) birim kök testlerinin yanında serilerde ortaya çıkabilecek yapısal kırılmaları dikkate alan Carrion-i Silvestre vd. (2009) çoklu yapısal kırılmalı birim kök testi de yapılmıştır. Carrion-i-Silvestre vd. (2009) çoklu yapısal kırılmalı birim kök testi yapısal kırılmaları içsel kabul ederek beş tane yapısal kırılmaya izin vermekte ve küçük örneklerde de kullanılabilir. P_T , MP_T , MZ_a , MSB , MZ_T test istatistikleri kritik değerlerden küçük olduğu zaman yapısal kırılmalar altında birim kök vardır şeklinde kurulan H_0 hipotezi reddedilerek yapısal kırılmalar altında serinin durağan olduğu, birim kök bulunmadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Tablo 3’te yer alan ADF ve PP birim kök testi sonuçlarına göre realized volatilitte serilerinin düzey değerlerinde birim kök içermediği yani durağan olduğu $I(0)$ görülmektedir.

Tablo 3. Kıymetli Madenlere Ait Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF		PP	
	Sabitli	Sabitli-Trendli	Sabitli	Sabitli-Trendli
Bakır	-5,334***	-5,388***	-32,126***	-32,506***
Altın	-8,100***	-9,584***	-42,109***	-39,981***
Gümüş	-3,665***	-4,158***	-28,975***	-30,888***
Platin	-11,197***	-11,607***	-32,803***	-32,519***
Paladyum	-7,288***	-7,441***	-28,199***	-28,183***
*** işaretleri %1, ** işaretleri %5, * işaretleri %10 anlamlılık seviyesinde durağanlığı göstermektedir.				

Tablo 4’te verilen Carrion-i Silvestre vd. (2009) çoklu yapısal kırılmalı birim kök testi sonuçlarına göre hesaplanan test istatistikleri kritik değerlerden küçük çıktığı için yapısal kırılmalar altında birim kök vardır şeklinde kurulan H_0 hipotezi reddedilmiştir. Yani test sonuçlarına göre range-based realized volatilitte serilerinin yapısal kırılmalar altında birim kök içermediği, durağan $I(0)$ olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4. Kıymetli Madenlere Ait Carrion-i Silvestre vd. (2009) Çoklu Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testi

	Düzyer Değerleri					Kırılma Tarihi
	P _T	MP _T	MZ _a	MSB	MZ _T	
Bakır	0,995** [8,859]	0,952** [8,859]	-409,581** [-44,567]	0,034** [0,105]	-14,310** [-4,679]	31.08.2015 13.05.2016 1.02.2017 23.10.2017 19.06.2018
Altın	2,541** [9,036]	2,288** [9,036]	-177,686** [-44,801]	0,053** [0,105]	-9,424** [-4,708]	27.08.2015 13.05.2016 6.01.2017 22.10.2019 4.06.2020
Gümüş	0,644** [9,261]	0,630** [9,261]	-695,099** [-46,636]	0,026** [0,103]	-18,642** [-4,795]	27.08.2015 19.05.2016 7.02.2017 14.11.2017 6.11.2019
Platin	0,999** [9,623]	0,978** [9,623]	-455,466** [-46,370]	0,033** [0,104]	-15,089** [-4,748]	14.10.2015 22.08.2016 5.05.2017 2.02.2018 27.09.2018
Paladyum	1,274** [9,153]	1,229** [9,153]	-357,179** [-47,349]	0,037** [0,102]	-13,363** [-4,851]	28.08.2015 25.04.2016 27.04.2017 17.09.2018 28.10.2019
** işareti %5 anlamlılık seviyesinde durağanlığı, [] işareti bootstrap kullanılarak 1000 yineleme ile elde edilen kritik değerleri göstermektedir.						

Kıymetli madenlere ait range-based realized volatilitelerine uygulanan birim kök test sonuçlarına göre serilerin birim kök içermediği yani I(0) seviye değerlerinde durağan oldukları belirlendikten sonra kıymetli madenler arasındaki simetrik nedensellik ilişkisini belirleyebilmek için Hacker ve Hatemi-J (2006) Bootstrap Nedensellik testi uygulanmıştır. Bu yöntemde daha güvenilir kritik değerler elde edebilmek ve tahmin sapmalarını azaltmak için veri seti tekrar tekrar örnekleme dahil edilerek çalıştırılmaktadır. Bootstrap Nedensellik testinde birinci değişikenden ikinci değişikene doğru bir nedensellik ilişkisini gösteren MWALD test istatistik değerlerinin, bootstrap yöntemi ile elde edilen kritik değerlerden küçük olması durumunda nedensellik ilişkisi yoktur şeklinde kurulan H₀ hipotezi reddedilemeyerek nedensellik ilişkisinin olmadığına karar verilmektedir. Diğer bir ifadeyle MWALD test istatistik değerleri bootstrap kritik değerlerinden büyüke değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin bulunduğu çıkarımında bulunulmaktadır.

Tablo 5. Hacker ve Hatemi-J (2006) Bootstrap Nedensellik Testi Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	Test İstatistiği	Bootstrap Kritik Değerler		
		%1	%5	%10
<i>Bakır</i> → <i>Altın</i>	20,615***	10,801	3,893	2,277
<i>Altın</i> → <i>Bakır</i>	11,333***	10,530	3,881	2,427
<i>Bakır</i> → <i>Gümüş</i>	9,557**	10,467	3,636	2,075
<i>Gümüş</i> → <i>Bakır</i>	7,020**	11,052	3,707	2,047
<i>Bakır</i> → <i>Platin</i>	1,382	13,553	3,779	1,565
<i>Platin</i> → <i>Bakır</i>	9,975***	8,904	3,735	2,478
<i>Bakır</i> → <i>Paladyum</i>	0,966	14,313	3,671	1,562
<i>Paladyum</i> → <i>Bakır</i>	9,432**	9,859	3,509	2,268
<i>Altın</i> → <i>Gümüş</i>	2,082	8,058	3,787	2,478
<i>Gümüş</i> → <i>Altın</i>	78,947***	6,698	3,810	2,703
<i>Altın</i> → <i>Platin</i>	29,095***	7,842	3,792	2,574
<i>Platin</i> → <i>Altın</i>	9,621***	8,557	3,780	2,550
<i>Altın</i> → <i>Paladyum</i>	1,487	12,757	3,939	2,129
<i>Paladyum</i> → <i>Altın</i>	9,480**	9,721	3,934	2,463
<i>Gümüş</i> → <i>Platin</i>	28,292***	6,974	3,864	2,702
<i>Platin</i> → <i>Gümüş</i>	2,571*	8,745	3,565	2,307
<i>Gümüş</i> → <i>Paladyum</i>	5,115**	7,044	3,653	2,503
<i>Paladyum</i> → <i>Gümüş</i>	2,045	8,845	3,669	2,487
<i>Platin</i> → <i>Paladyum</i>	16,967***	6,606	3,869	2,694
<i>Paladyum</i> → <i>Platin</i>	1,760	6,784	3,917	2,779

*** işaretleri %1, ** işaretleri %5, * işaretleri %10 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı nedensellik ilişkisini göstermektedir. + işaretleri pozitif şokları, - işaretleri negatif şokları göstermektedir.

Tablo 5'te yer alan Hacker ve Hatemi-J (2006) Bootstrap Nedensellik testi sonuçlarına bakıldığında bakır ile altın, bakır ile gümüş, altın ile platin, gümüş ile platin değişkenleri arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğu görülmüştür. Ayrıca platinden bakıra doğru, paladyumdan bakıra doğru, gümüşten altına doğru, paladyumdan altına doğru, gümüşten paladyuma doğru, platinden paladyuma doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu gözlemlenmiştir. Simetrik nedensellik testleri değişkenler arasındaki ilişkileri araştırırken pozitif ve negatif şokları aynı kabul etmektedir. Bu yüzden kıymetli madenler arasındaki nedensellik ilişkisinin daha ayrıntılı görülebilmesi yani pozitif ve negatif şokların etkilerinin ayrı ayrı görülebilmesi için daha ileri bir test olan Hatemi-J (2012) Asimetrik Nedensellik testi uygulanmıştır.

Tablo 6. Hatemi-J (2012) Asimetrik Nedensellik Testi

Nedenselliğin Yönü	Test İstatistiği	Bootstrap Kritik Değerler		
		%1	%5	%10
<i>Bakır</i> ⁺ → <i>Altın</i> ⁺	15,257**	36.591	14.620	10.176
<i>Bakır</i> ⁺ → <i>Altın</i> ⁻	39,135**	48.913	16.772	10.362
<i>Bakır</i> ⁻ → <i>Altın</i> ⁺	16,634*	36.869	19.588	10.516
<i>Bakır</i> ⁻ → <i>Altın</i> ⁻	15,281*	64.160	20.652	11.407
<i>Altın</i> ⁺ → <i>Bakır</i> ⁺	13,939*	59.289	15.091	10.352

<i>Altın⁺ → Bakır⁻</i>	40,450**	43.901	14.065	9.163
<i>Altın⁻ → Bakır⁺</i>	14,359*	36.218	15.153	9.964
<i>Altın⁻ → Bakır⁻</i>	13,934*	48.896	18.621	12.690
<i>Bakır⁺ → Gümüş⁺</i>	13,306**	17.943	11.332	9.372
<i>Bakır⁺ → Gümüş⁻</i>	14,012**	16.483	11.681	9.818
<i>Bakır⁻ → Gümüş⁺</i>	18,262***	16.313	11.456	9.510
<i>Bakır⁻ → Gümüş⁻</i>	13,178**	15.394	11.726	9.371
<i>Gümüş⁺ → Bakır⁺</i>	12,742**	15.520	12.040	9.807
<i>Gümüş⁺ → Bakır⁻</i>	16,164**	16.822	11.672	9.315
<i>Gümüş⁻ → Bakır⁺</i>	13,281**	16.031	11.909	9.909
<i>Gümüş⁻ → Bakır⁻</i>	13,132**	16.430	11.198	9.312
<i>Bakır⁺ → Platin⁺</i>	10,525*	17.792	12.482	9.932
<i>Bakır⁺ → Platin⁻</i>	43,706***	17.610	12.054	9.397
<i>Bakır⁻ → Platin⁺</i>	12,300**	15.322	11.127	9.109
<i>Bakır⁻ → Platin⁻</i>	10,481*	16.315	11.549	9.528
<i>Platin⁺ → Bakır⁺</i>	18,430***	18.026	12.046	9.715
<i>Platin⁺ → Bakır⁻</i>	34,901***	16.444	10.990	9.431
<i>Platin⁻ → Bakır⁺</i>	16,517***	16.028	11.808	9.630
<i>Platin⁻ → Bakır⁻</i>	18,554***	18.157	11.895	9.758
<i>Bakır⁺ → Paladyum⁺</i>	10,578*	17.709	12.680	10.041
<i>Bakır⁺ → Paladyum⁻</i>	36,879***	18.656	11.969	9.747
<i>Bakır⁻ → Paladyum⁺</i>	10,067*	16.716	11.277	9.180
<i>Bakır⁻ → Paladyum⁻</i>	10,578*	18.108	12.345	9.542
<i>Paladyum⁺ → Bakır⁺</i>	12,603**	17.041	11.823	9.738
<i>Paladyum⁺ → Bakır⁻</i>	35,038***	18.885	11.834	9.374
<i>Paladyum⁻ → Bakır⁺</i>	13,242**	17.961	10.718	9.046
<i>Paladyum⁻ → Bakır⁻</i>	12,618**	16.736	11.721	9.060
<i>Altın⁺ → Gümüş⁺</i>	62,803***	33.391	15.343	11.301
<i>Altın⁺ → Gümüş⁻</i>	10,446	21.764	14.038	11.047
<i>Altın⁻ → Gümüş⁺</i>	64,881***	34.640	14.009	10.078
<i>Altın⁻ → Gümüş⁻</i>	62,854***	36.524	15.864	10.893
<i>Gümüş⁺ → Altın⁺</i>	8,795	19.308	12.424	9.736
<i>Gümüş⁺ → Altın⁻</i>	64,234***	32.057	15.210	10.434
<i>Gümüş⁻ → Altın⁺</i>	12,136*	29.336	14.947	11.501
<i>Gümüş⁻ → Altın⁻</i>	8,888	22.990	14.037	10.989
<i>Altın⁺ → Platin⁺</i>	1,274	25.326	11.509	6.651
<i>Altın⁺ → Platin⁻</i>	9,092*	23.858	11.722	6.773
<i>Altın⁻ → Platin⁺</i>	1,195	27.821	11.229	6.514
<i>Altın⁻ → Platin⁻</i>	1,272	26.576	12.582	7.206
<i>Platin⁺ → Altın⁺</i>	1,515	22.197	10.128	6.277
<i>Platin⁺ → Altın⁻</i>	8,755*	30.406	12.113	6.861
<i>Platin⁻ → Altın⁺</i>	1,686	23.067	11.236	6.100
<i>Platin⁻ → Altın⁻</i>	1,519	23.582	11.367	6.796
<i>Altın⁺ → Paladyum⁺</i>	2,077	36.936	20.179	12.282
<i>Altın⁺ → Paladyum⁻</i>	8,354	29.624	17.415	11.114
<i>Altın⁻ → Paladyum⁺</i>	2,130	35.687	15.406	10.623
<i>Altın⁻ → Paladyum⁻</i>	2,080	42.603	18.459	11.627
<i>Paladyum⁺ → Altın⁺</i>	6,625	33.671	14.816	9.997

<i>Paladyum</i> ⁺ → <i>Altın</i> ⁻	3,766	41.828	18.692	11.089
<i>Paladyum</i> ⁻ → <i>Altın</i> ⁺	6,656	40.143	18.611	11.709
<i>Paladyum</i> ⁻ → <i>Altın</i> ⁻	6,627	44.262	18.954	11.883
<i>Gümüş</i> ⁺ → <i>Platin</i> ⁺	46,731***	15.324	11.011	9.001
<i>Gümüş</i> ⁺ → <i>Platin</i> ⁻	17,313 ***	15.686	11.870	9.578
<i>Gümüş</i> ⁻ → <i>Platin</i> ⁺	57,759***	15.817	11.476	9.524
<i>Gümüş</i> ⁻ → <i>Platin</i> ⁻	46,799***	15.767	11.024	9.253
<i>Platin</i> ⁺ → <i>Gümüş</i> ⁺	15,263	15.802	11.093	9.261
<i>Platin</i> ⁺ → <i>Gümüş</i> ⁻	49,204***	15.247	11.367	9.378
<i>Platin</i> ⁻ → <i>Gümüş</i> ⁺	16,049***	15.151	11.382	9.310
<i>Platin</i> ⁻ → <i>Gümüş</i> ⁻	15,297 **	16.052	11.212	9.351
<i>Gümüş</i> ⁺ → <i>Paladyum</i> ⁺	47,027***	16.070	11.370	9.269
<i>Gümüş</i> ⁺ → <i>Paladyum</i> ⁻	32,009***	15.436	10.950	9.110
<i>Gümüş</i> ⁻ → <i>Paladyum</i> ⁺	50,169***	15.582	11.418	9.190
<i>Gümüş</i> ⁻ → <i>Paladyum</i> ⁻	46,954***	15.883	10.818	9.269
<i>Paladyum</i> ⁺ → <i>Gümüş</i> ⁺	28,554***	15.929	11.472	9.557
<i>Paladyum</i> ⁺ → <i>Gümüş</i> ⁻	50,639***	18.710	12.224	9.944
<i>Paladyum</i> ⁻ → <i>Gümüş</i> ⁺	37,461 ***	16.136	11.631	9.456
<i>Paladyum</i> ⁻ → <i>Gümüş</i> ⁻	28,542***	16.650	11.488	9.498
<i>Platin</i> ⁺ → <i>Paladyum</i> ⁺	14,589**	18.220	11.038	9.083
<i>Platin</i> ⁺ → <i>Paladyum</i> ⁻	88,722***	17.538	11.294	9.218
<i>Platin</i> ⁻ → <i>Paladyum</i> ⁺	16,460**	17.304	11.995	9.913
<i>Platin</i> ⁻ → <i>Paladyum</i> ⁻	14,672**	17.467	11.866	9.461
<i>Paladyum</i> ⁺ → <i>Platin</i> ⁺	19,562***	16.444	11.500	9.578
<i>Paladyum</i> ⁺ → <i>Platin</i> ⁻	82,723***	17.719	11.316	9.385
<i>Paladyum</i> ⁻ → <i>Platin</i> ⁺	44,476***	16.812	11.670	9.624
<i>Paladyum</i> ⁻ → <i>Platin</i> ⁻	19,558***	15.574	11.023	9.356
*** işareti %1, ** işareti %5, * işareti %10 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı nedensellik ilişkisini göstermektedir. + işareti pozitif şokları, - işareti negatif şokları göstermektedir.				

Tablo 6'da verilen Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik sonuçlarına göre altının pozitif şokundan gümüşün negatif şokuna, gümüşün pozitif şokundan altının pozitif şokuna, gümüşün negatif şokundan altının negatif şokuna, altın pozitif şokundan platin pozitif şokuna, altın negatif şokların platin pozitif ve negatif şoklarına, platin pozitif şokundan altın pozitif şokuna, platin negatif şokundan altın pozitif ve negatif şoklarına, altın pozitif ve negatif şoklarından paladyum pozitif ve negatif şoklarına, paladyum pozitif ve negatif şoklarından altın negatif ve pozitif şoklarına, platin pozitif şokundan gümüş pozitif şokuna doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmadığı görülmektedir. Bunların dışında kalan kıymetli madenlere ait pozitif ve negatif şoklar arasında bir nedensellik ilişkisi bulunduğu analiz sonuçlarından anlaşılabilmektedir. Paladyum ve altın arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir. Bu da portföy çeşitlendirmesi yapılırken bu kıymetli madenlerin oluşturulan portföyde birlikte yer alabileceği anlamına gelmektedir. Platin ve altın arasındaki nedensellik ilişkisinin de oldukça sınırlı kaldığı görüldüğünden dolayı platin ve altının da birlikte kullanılabilmesi bir portföy oluşturulabilir. Gümüş ve paladyum, paladyum ve platin, paladyum ve bakır, platin ve bakır, gümüş ve bakır, altın ve bakır değişkenleri arasında çift yönlü pozitif ve negatif nedensellik ilişkisi bulunduğu için bu kıymetli madenlerin oluşturulan portföyde birlikte bulunmaması gerekmektedir. Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara

göre kıymetli madenlere ait range-based realized volatilité serileri arasında çeşitli nedensellik ilişkileri bulunmaktadır. Özellikle bakır değişkeni altın, gümüş, paladyum, platin değişkenlerinin hepsiyle karşılıklı bir nedensellik ilişkisine sahiptir. Bu yüzden bakır değişkeninin bu kıymetli madenlerle birlikte aynı portföyde yer almaması gerekmektedir. Yatırımcıların, portföy yöneticilerinin portföy çeşitlendirmesi yaparken farklı kıymetli madenlerin yer aldığı portföylerde varlık dağılımlarını iyi ayarlamaları gerektiği ve kıymetli madenler arasındaki volatilité yayılma riskinin arttığı söylenebilir.

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Son dönemlerde yaşanan teknolojik gelişmeler, finansal serbestleşme süreci, yatırımların ve ticaretin uluslararasılaşmasıyla birlikte yeni finansal yatırım araçları da ortaya çıkmıştır. Yaşanan bu gelişmelerle birlikte yatırımcılar, portföy yöneticileri ve riskten korunmak isteyenler yeni finansal araçlarla birlikte portföy çeşitlendirmesine yönelmişlerdir. Bu noktada kıymetli madenler piyasası yeni bir alternatif olarak değerlendirilmiş ve kıymetli madenlerle diğer finansal piyasalar arasındaki ilişkiler finans yazınının çalışma konusunu oluşturmuştur. Literatürde kıymetli madenler ile pay senedi fiyatları, kıymetli madenler ile makroekonomik değişkenler (enflasyon, ekonomik büyüme, para arzı), kıymetli madenler ile döviz kuru arasındaki ilişkiler incelenmekle birlikte kıymetli madenlerin fiyat değişimlerinin gelişmiş ve gelişmekte olan ülke piyasalarına etkileri gibi farklı şekillerde de analiz edilmiştir. Kıymetli madenlerin bu piyasalar ve çeşitli varlıklarla ilişkileri önemli olmakla birlikte kıymetli madenlerin birbirleriyle olan ilişkileri de oldukça önemli olan bir konudur. Politika yapımcılar ve üreticiler açısından kıymetli madenlerin fiyatlarının nasıl değişiklik göstereceği, bir kıymetli madende ortaya çıkabilecek fiyat değişiminin diğer kıymetli madenlerin fiyatlarını nasıl etkileyeceği; hem kâr elde etmek isteyen hem de riskten korunmak isteyen yatırımcılar ve portföy yöneticileri açısından da bir portföyde yer alacak olan kıymetli madenlerin hangileri olacağı, bu kıymetli madenlerin dağılım oranlarının nasıl olacağı da araştırılması gereken bir konudur.

Bu çalışmada kıymetli madenler arasındaki nedensellik ilişkilerini belirleyebilmek için öncelikli olarak Garman-Klass (1980) range-based realized volatilité yöntemiyle en çok tercih edilen yatırım ve araçlarından olan altın, bakır, gümüş, platin, paladyum serilerinin realized volatilité serileri hesaplanmıştır. Serilere ait zaman grafikleri ve tanımlayıcı istatistiklerle birlikte korelasyon matrisi uygulanmıştır. Daha sonra bu serilere ADF (1979), PP (1988), KPSS (1992) birim kök testleri uygulanmış, ayrıca yapısal kırılmaların serilerin durağanlık derecelerini etkileyip etkilemediğini görmek için serilere 5 kırılmaya kadar izin veren Carrion-i Silvestre vd. (2009) çoklu yapısal kırılmalı birim kök testi yapılmıştır. Bu testler yapıldıktan sonra kıymetli madenler arasındaki nedensellik ilişkisini analiz edebilmek için simetrik bir test olan Hacker ve Hatemi-J (2006) Bootstrap nedensellik testi yapılmıştır. Bu test sonucunda bakır ile altın, bakır ile gümüş, altın ile platin, gümüş ile platin değişkenleri arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğu görülmüştür. Ayrıca; platinden bakıra doğru, paladyumdan bakıra doğru, gümüşten altına doğru, paladyumdan altına doğru, gümüşten paladyuma doğru, platinden paladyuma doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu gözlemlenmiştir.

Simetrik nedensellik testleri değişkenler arasındaki ilişkileri araştırırken pozitif ve negatif şokları aynı kabul etmektedir. Bu yüzden kıymetli madenler arasındaki nedensellik ilişkisinin daha ayrıntılı görülebilmesi yani pozitif ve negatif şokların etkilerinin ayrı ayrı görülebilmesi için daha ileri bir test olan Hatemi-J (2012) Asimetrik Nedensellik testi uygulanmıştır.

Asimetrik nedensellik sonuçlarına göre altının pozitif şokundan gümüşün negatif şokuna, gümüşün pozitif şokundan altının pozitif şokuna, gümüşün negatif şokundan altının negatif şokuna, altın pozitif şokundan platin pozitif şokuna, altın negatif şokların platin pozitif ve negatif şoklarına, platin pozitif şokundan altın pozitif şokuna, platin negatif şokundan altın pozitif ve negatif şoklarına, altın pozitif ve negatif şoklarından paladyum pozitif ve negatif şoklarına, paladyum pozitif ve negatif şoklarından altın negatif ve pozitif şoklarına, platin pozitif şokundan gümüş pozitif şokuna doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmadığı görülmektedir. Bunların dışında kalan kıymetli madenlere ait pozitif ve negatif şoklar arasında bir nedensellik ilişkisi bulunduğu analiz sonuçlarından anlaşılabilmektedir. Paladyum ve altın arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir. Bu da portföy çeşitlendirmesi yapılırken bu kıymetli madenlerin oluşturulan portföyde birlikte yer alabileceği anlamına gelmektedir. Platin ve altın arasındaki nedensellik ilişkisinin de oldukça sınırlı kaldığı görüldüğünden dolayı platin ve altının da birlikte kullanılabilmesi bir portföy oluşturulabilir. Gümüş ve paladyum, paladyum ve platin, paladyum ve bakır, platin ve bakır, gümüş ve bakır, altın ve bakır değişkenleri arasında çift yönlü pozitif ve negatif nedensellik ilişkisi bulunduğu için bu kıymetli madenlerin oluşturulan portföyde birlikte bulunmaması gerekmektedir.

Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara göre kıymetli madenlere ait range-based realized volatiliteler arasında çeşitli nedensellik ilişkileri bulunmaktadır. Özellikle bakır değişkeni altın, gümüş, paladyum, platin değişkenlerinin hepsiyle karşılıklı bir nedensellik ilişkisine sahiptir. Bu yüzden bakır değişkeninin bu kıymetli madenlerle birlikte aynı portföyde yer almaması gerekmektedir. Ayrıca; altın kıymetli madeni en fazla bakır sonra da gümüş ile daha fazla nedensellik ilişkisine sahip görülmektedir. Altının gümüşle sınırlı bir ilişkisinin olması ve platin, paladyumla herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmaması altının oluşturulacak portföylerde daha fazla bulundurulabileceği ve halen yatırım aracı olarak güvenli bir liman olduğu söylenebilmektedir. Bu kıymetli madenlerinde aynı portföyde bulunmaması gerekmektedir. Yatırımcıların, portföy yöneticilerinin portföy çeşitlendirmesi yaparken farklı kıymetli madenlerin yer aldığı portföylerde varlık dağılımlarını iyi ayarlamaları gerektiği ve kıymetli madenler arasındaki volatiliteler yayılma riskinin arttığı söylenebilir. Umuyoruz ki çalışmadan elde edilen sonuçlar yatırımcılar, üreticiler, portföy yöneticileri ve riskten korunmak isteyenler için yol gösterici olacaktır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar Batten vd. (2017), Kamışlı vd. (2017), Bhatia vd. (2018), Açıkan vd. (2020), Kocabıyık ve Tuncel (2020) tarafından yapılan çalışmalarla uyumlu sonuçlar vermektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda farklı kıymetli madenler kullanılarak veya Çok değişkenli GARCH modelleri, Varyansta Nedensellik modelleri gibi farklı modeller kullanılarak da çalışma tekrarlanabilir.

KAYNAKÇA

- AÇACAK, A., GÜLSAR, E. & MERİÇ, E. (2020). “Kıymetli Madenlerin Birbirleriyle İlişkisi: Asimetrik Nedensellik”. Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 21(1): 28-37.
- AL JANABI, M. A., HATEMI-J, A., & IRANDOUST, M. (2010). “An Empirical Investigation of The Informational Efficiency of The GCC Equity Markets: Evidence From Bootstrap Simulation”. International Review of Financial Analysis, 19(1): 47-54.

- ARIF, I., KHAN, L., & IRAQI, K. M. (2019). "Relationship Between Oil Price and White Precious Metals Return: A New Evidence From Quantile-On-Quantile Regression". *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*, 13(2): 515-528.
- AROURI, M. E. H., HAMMOUDEH, S., LAHIANI, A. & NGUYEN, D. K. (2012). "Long Memory and Structural Breaks in Modeling The Return and Volatility Dynamics of Precious Metals". *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 52(2): 207-218.
- BALCILAR, M. & OZDEMIR, Z. A. (2019). "The Volatility Effect on Precious Metals Price Returns in A Stochastic Volatility in Mean Model With Time-Varying Parameters". *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 534, 122329.
- BATTEN, J. A., CINER, C. & LUCEY, B. M. (2010). "The Macroeconomic Determinants of Volatility in Precious Metals Markets". *Resources Policy*, 35(2): 65-71.
- BATTEN, J. A., CINER, C., & LUCEY, B. M. (2015). "Which Precious Metals Spill Over on Which, When and Why? Some Evidence". *Applied Economics Letters*, 22(6): 466-473.
- BATTEN, J., LUCEY, B., MCGROARTY, F., PEAT, M. & URQUHART, A. (2017). "Stylized Facts of Intraday Precious Metals". *PloS one*, 12(4), e0174232.
- BHATIA, V., DAS, D., TIWARI, A. K., SHAHBAZ, M. & HASIM, H. M. (2018). "Do Precious Metal Spot Prices Influence Each Other? Evidence From A Nonparametric Causality-In-Quantiles Approach". *Resources Policy*, 55: 244-252.
- BUNNAG, T. (2015). "The Precious Metals Volatility Comovements and Spillovers, Hedging Strategies in Comex Market". *Journal of Applied Economic Sciences (JAES)*, 10(31): 82-103.
- CARRION-I-SILVESTRE, J. L., KIM, D., & PERRON, P. (2009). "GLS-based Unit Root Tests With Multiple Structural Breaks Under Both The Null and The Alternative Hypotheses". *Econometric theory*, 25(6): 1754-1792.
- CHEN, M.-H. 2010. "Understanding World Metals Prices—Returns, Volatility and Diversification". *Resources Policy*, 35: 127-140.
- ÇELİK, İ., AKKUŞ, H. T. & GÜLCAN, N. (2019). "Investigation of Rational Bubbles and Volatility Spillovers in Commodity Markets: Evidences From Precious Metals". *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(3): 936-951.
- DEMİRALAY, S. & ULUSOY, V. (2014). "Value-at-risk Predictions of Precious Metals With Long Memory Volatility Models".
- ERYİĞİT, M. (2017). "Short-term and Long-Term Relationships Between Gold Prices and Precious Metal (Palladium, Silver And Platinum) And Energy (Crude Oil and Gasoline) Prices". *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 30(1): 499-510.
- GARMAN, M.B., & KLASS, M.J. (1980). "On the Estimation of Security Price Volatility from Historical Data". *The Journal of Business*, 53(1): 67-78.

- GRANGER, C.W., YOON, G. (2002). Hidden Cointegration. Department of Economics Working Paper. University of California. San Diego.
- GRANGER, C. W. (1969). "Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods". *Econometrica: journal of the Econometric Society*: 424-438.
- HACKER, R. S., & HATEMI-J, A. (2006). "Tests for Causality Between Integrated Variables Using Asymptotic and Bootstrap Distributions: Theory and Application". *Applied Economics*, 38(13): 1489-1500.
- HAMMOUDEH, S., MALIK, F. & MCALEER, M. (2011). "Risk Management of Precious Metals". *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 51(4): 435-441.
- HATEMI-J, A. (2011). "Asymmetric Panel Causality Tests With an Application to The Impact of Fiscal Policy on Economic Performance in Scandinavia". MPRA Paper No. 55527.
- HATEMI-J, A. (2012). "Asymmetric Causality Tests With an Application". *Empirical economics*, 43(1): 447-456.
- HATEMI-J, A., & ROCA, E. (2014). "BRICs and PIGS in The Presence of Uncle Sam and Big Brothers: Who Drive Who? Evidence Based on Asymmetric Causality Tests". Griffith Business School Discussion Papers Finance.
- HATEMI-J, A., AL SHAYEB, A., & ROCA, E. (2017). "The Effect of Oil Prices on Stock Prices: Fresh Evidence From Asymmetric Causality Tests". *Applied Economics*, 49(16): 1-19.
- HATEMI-J, A., ROCA, E., & BUNCIC, D. (2006). "Bootstrap Causality Tests of The Relationship Between The Equity Markets of The US and Other Developed Countries: Pre-and post-September 11". *Journal of Applied Business Research (JABR)*, 22(3): 65-74.
- HERNANDEZ, J. A., KANG, S. H., & YOON, S. M. (2021). "Spillovers and Portfolio Optimization of Precious Metals and Global/Regional Equity Markets". *Applied Economics*: 1-23.
- HILLIER, D., DRAPER, P. & FAFF, R. (2006). "Do Precious Metals Shine? An Investment Perspective". *Financial Analysts Journal*, 62(2): 98-106.
- KAMIŞLI, M., KAMIŞLI, S. & TEMİZEL, F. (2017). "Emtia Fiyatları Birbirlerini Etkiler Mi? Asimetrik Frekans Nedensellik Analizi". *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(13): 1079-1093.
- KAUSHIK, N. (2018). "Do Global Oil Price Shocks Affect Indian Metal Market?". *Energy & Environment*, 29(6): 891-904.
- KIRKULAK-ULUDAG, B. & LKHAMAZHAPOV, Z. (2017). "Volatility Dynamics of Precious Metals: Evidence From Russia". *Finance a uver*, 67(4): 300.
- KOCABIYIK, T., & TUNÇEL, M. B. "Kıymetli Metaller Arası Nedensellik İlişkisi Üzerine Ekonometrik Bir Çalışma". *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(2): 365-379.

- LUCEY, B. M. & TULLY, E. (2006). "The Evolving Relationship Between Gold and Silver 1978–2002: Evidence From A Dynamic Cointegration Analysis: A Note". *Applied Financial Economics Letters*, 2(1): 47-53.
- MOKNI, K. (2018). "Empirical Analysis of The Relationship Between Oil and Precious Metals Markets". *Annals of Financial Economics*, 13(01), 1850003.
- 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(3): 492-517.
- MORALES, L. (2008, June). "Volatility Spillovers on Precious Metals Markets: The Effects of The Asian Crisis". In *Proceedings of the European Applied Business Research Conference (EABR)*.
- MORALI, T. & UYAR, U. (2018). "Kıymetli Metaller Piyasasının Fraktal Analizi". *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(3): 2203-2218.
- PALANSKA, T. (2018). *Measurement of Volatility Spillovers and Asymmetric Connectedness on Commodity and Equity Markets (No. 27/2018)*. IES Working Paper. Charles University in Prague, Institute of Economic Studies (IES), Prague
- ROBIYANTO, R., WAHYUDI, S. & PANGESTUTI, I. R. D. (2017). "The Volatility-Variability Hypotheses Testing and Hedging Effectiveness of Precious Metals For The Indonesian and Malaysian Capital Market". *Gadjah Mada International Journal of Business*, 19(2): 167-192.
- SALISU, A. A., VO, X. V. & LAWAL, A. (2021). "Hedging Oil Price Risk With Gold During COVID-19 Pandemic". *Resources Policy*, 70, 101897.
- TANSUCHAT, R. (2017, January). "Realized Volatility of Precious Metal Returns: HAR-RV". In *2017 International Conference on Economics, Finance and Statistics (ICEFS 2017)* (pp. 532-536). Atlantis Press.
- TODA, H. Y., & YAMAMOTO, T. (1995). "Statistical Inference in Vector Autoregressions With Possibly Integrated Processes". *Journal of Econometrics*, 66(1-2): 225-250.
- YILDIRIM, D. Ç., CEVİK, E. I. & ESEN, Ö. (2020). "Time-Varying Volatility Spillovers Between Oil Prices And Precious Metal Prices". *Resources Policy*, 68, 101783.