

YATIRIM ARACI OLARAK KIYMETLİ METALLER: KIYMETLİ METALLERİN FİYATINI ETKİLEYEN UNSURLAR VE KIYMETLİ METALLERDE NEDENSELLİK İLİŞKİSİ¹

PRECIOUS METALS AS INVESTMENT TOOLS: FACTORS AFFECTING PRECIOUS METAL PRICES AND INTERDEPENDENCE AMONG PRECIOUS METALS

Mehmet DURLUPINAR*, Turan KOCABIYIK**

* Öğr. Gör. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Meslek Yüksekokulu, Yönetim Organizasyon Bölümü, mehmetdurlupinar@isparta.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-2818-0042>

** Doç. Dr. Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, turankocabiyyik@sdu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-3651-206X>

ÖZ

Altın, gümüş, paladyum ve platin gibi kıymetli metaller antik dönemlerden günümüze kadar insan hayatında hem ödeme aracı hem de tasarruf aracı olarak kullanılmıştır. Piyasaların modernleşmesi ve gelişmesi ile birlikte, finansal yatırım araçları çeşitlenmiştir. Bu süreçte kıymetli metallere yatırım yapmayı sağlayacak ürünlerin de gelişmesi ile bu ürünlere portföylerde daha çok yer vermeye başlanmıştır. Belirsizliklerin arttığı, savaş, ekonomik ve siyasi kriz dönemlerinde kıymetli metallere olan ilgi artmış, bu da beraberinde fiyat artışlarını getirmiştir. Kıymetli metallerdeki fiyat oynaklıkları yatırımcıların portföy büyüklüklerini etkiler hale gelmiştir. Bu sebeple kıymetli metaller ile birçok finansal varlık ve değişken arasındaki ilişki son yılların dikkat çeken konularından birisi haline gelmiştir. Araştırmada öncelikle birim kök testleri ve optimum gecikme uzunlukları hesaplanmıştır. Ardından Granger tabanlı Toda-Yamamoto nedensellik analizi ile değişkenler arasındaki ilişki ortaya konmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kıymetli Metaller, Altın, Gümüş, Toda-Yamamoto, TEU, EPU, TMM.

Jel Kodları: G10, G11, G12, G15.

ABSTRACT

Precious metals such as gold, silver, palladium and platinum have been used as both payment and savings instruments in human life since ancient times. With the modernization and development of markets, financial investment instruments have diversified. In this process, with the development of products that enable investment in precious metals, these products have started to be included more in portfolios. During periods of war, and economic and political crises when uncertainties increase, the interest in precious metals has increased, which in turn has led to price increases. Price volatility in precious metals has started to affect the size of investors' portfolios. For this reason, the relationship between precious metals and many financial assets and variables has become one of the most important topics in recent years. This study first calculates unit root tests and optimum lag lengths. Then, Granger-based Toda-Yamamoto causality analysis is used to reveal the relationship between the variables.

¹ Bu makale Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalında, Doç. Dr. Turan KOCABIYIK danışmanlığında hazırlanan “Yatırım Aracı Olarak Kıymetli Metaller: Kıymetli Metallerin Fiyatını Etkileyen Unsurlar ve Kıymetli Metallerde Nedensellik İlişkisi” başlıklı doktora tezinden hazırlanmıştır.

Keywords: *Precious Metals, Gold, Silver, Toda-Yamamoto, TEU, EPU, TMM.*

Jel Codes: *G10, G11, G12, G15.*

1. GİRİŞ

Altın ve gümüş, M.Ö. 4 bin yılından beri insanlık tarafından bilinmekte ve tarihin büyük bir kısmında değer deposu, ziynet eşyası ve para birimi olarak kullanılmaktadır. Kıymetli metallerin modern toplum için toplam değeri, bu metallerin her birinin içsel maliyetinin çok ötesine geçmiştir. Ekonomilerin desteği için hayati önem taşıdıkları söylenene kadar hayatımızın çeşitli yönlerinde kullanım alanları bulmuşlardır. Kıymetli metallerin veya bunların alışmalarının günlük yaşamı her yönüyle etkilediği görülmektedir (Zysk, 1982: xiii). Yatırım dünyası penceresinden bakıldığında, uzun vadede kıymetli metaller yatırımcıların kendilerini enflasyona karşı korumaya aldıkları enstrümanlar olarak görülmektedir. Ekonomik belirsizlik ve siyasal kriz dönemlerinde yatırımcılar portföylerindeki değerli metallerin ağırlığını artırmıştır (Darst, 2013: 1).

Altın ve gümüş endüstrisinin karlılığı doğrudan altın ve gümüş fiyatlarına bağlıdır. Bu fiyatlar artık sadece arz ve talebe göre değil, yatırımcı duyarlılığı da dahil olmak üzere diğer birçok faktöre göre değişmektedir. Altın ve gümüşün fiyat dinamiklerinin tam bir resmini elde etmek için, altın ve gümüşün insanlık tarihinde oynadığı rolü anlamak önemlidir (Lakshmanan & Gorain, 2019: 1). Platin metal ailesinden olan platin ve paladyum, kıymetli metaller ailesinin diğer iki unsurudur. Nadir metaller olarak eski insanlar tarafından pek bilinmeseler de bugün birçok alanda kullanılmaktadırlar (Ganz, 2011: 23). Bu çalışmada kıymetli metal olarak anılan varlıklar; altın, gümüş, platin ve paladyumdur.

Kıymetli metaller emtia olarak kabul edilir ve bu varlıkların spot ticareti, vadeli işlemleri ve yatırım fonları kapsamında alım satımı yapılabilmektedir. İşlem yapanlar; yatırımcılar, hedgerler, arbitrajcular, spekülörler, analistler ve ekonomistler olabilmektedir. Yüksek likiditeye sahip geniş ticaret imkânları sunan altın, gümüş, platin ve paladyum, yatırımcılar ve hedgerler için enflasyondan ve döviz kuru riskinden korunma sağlamaktadır. Ayrıca kıymetli metaller spekülör ve arbitrajcular tarafından kısa vadeli işlemler için kullanılabilir. Tüm bu faktörler dikkate alındığında kıymetli metaller ile ilgili fiyat oluşumunu etkileyebilecek her bilgi kıymetli hale gelmektedir. Bu araştırmanın bu yönüyle yatırımcılara ve diğer ilgili taraflara katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmayı literatürdeki diğer çalışmalardan farklı kılan özelliği analiz sürecinde kullanılan değişkenlerdir. Literatürde yer alan makroekonomik değişkenlere ilave olarak piyasadaki güven düzeyini ölçmeye çalışan değişkenlere de yer verilmiştir. Örneğin sosyal medya tabanlı Twitter ekonomik belirsizlik endeksi, Twitter Pazar belirsizlik endeksi ve ekonomik belirsizlik endeksi kullanılmıştır. Ayrıca yine VIX Korku Endeksi, Altın VIX ve Gümüş VIX endeksleri de çalışmaya dahil edilmiştir.

2. KIYMETLİ METALLER

Bu bölümde kıymetli metaller ile ilgili genel açıklamalara yer verilmiştir. Sırasıyla altın, gümüş, platin ve paladyuma ilişkin bilgiler sunulmuştur.

2.1. Altın

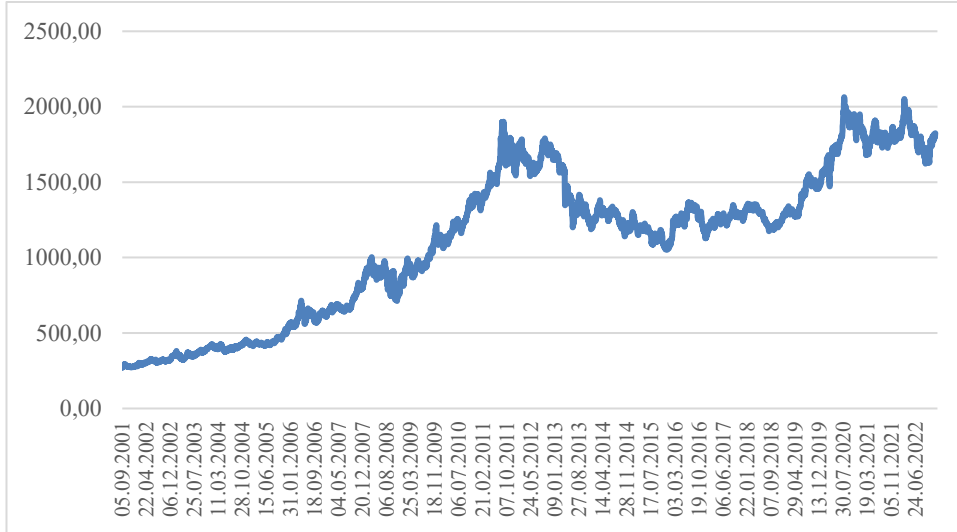
Altın geçmişten günümüze uzun yıllardır üretilmektedir. En eski altın bulgularına Mezopotamya ve Anadolu topraklarında rastlanmaktadır. Antik dönemlerde Hititler,

Truvalılar, Mısırlılar, Lidyalılar, Romalılar, Aztekler, Mayalar, İnkalar, Bizanslılar, Asya ülkeleri gibi pek çok topluluk altını çıkarıp işlemişlerdir. XV. yüzyıldan itibaren Afrika, Kuzey Amerika ve Güney Amerika’da büyük altın yataklarının bulunması altın üretiminin artmasına neden olmuştur. Anadolu’da altın kullanımı ilk yıllardan Lidyalılara kadar olan dönem içerisinde sadece takı amaçlıdır. Lidyalılar tarafından doğal altın-gümüş karışımından yapılmış ve üzerinde kraliyet armasının bulunduğu aslan başı sikkelerin basılmasıyla dünya ekonomisinin boyutları bir daha geri dönülemeyecek bir biçimde değişmiştir. Bu tarihten sonra altın ekonomik hayatı değiştiren bir metal halini almıştır (Asil, 2010: 4-5).

“Altın diğer metallere göre daha pahalı olmasına rağmen, yüksek iletkenliği ve paslanmaması nedeniyle özellikle elektronik aletlerin yapımında, iletişim kablolarında, havacılık ve uzay teknolojisinde kullanılmaktadır. Günümüzde dünyadaki 110 bin tonluk altın stokunun yaklaşık %33’ünün merkez bankalarının elinde bulunduğu, %30’unun mücevher olarak işlendiği, %27’sinin ise sanayi sektöründe kullanıldığı dikkati çekmektedir” (Kildioglu, 2008: 4).

1973 yılında Bretton Woods sisteminin sona ermesi ile altının ons değeri 35\$ seviyelerine ulaşmıştır. Bundan sonra altın fiyatının sürekli yükseldiği görülmektedir. 2020 yılı içinde altın tarihi bir rekorla ilk defa 2000\$ seviyesini aşmıştır. 2021 yılında bu seviyeleri tekrardan görmüştür. Günümüzde altın ons fiyatı 2000\$a yakındır. Aşağıdaki grafikte altının 2001 ile 2022 yılları arasındaki fiyat seyri sunulmuştur.

Şekil 1: Altın USD/Ons Fiyat Grafiği



Kaynak: tr.investing.com

Analistlere göre gelişmekte olan ülkelerde mücevherat talebinin artması yatırım dürtüsünden kaynaklanmaktadır. “Gold Investment Theory and Application” isimli eserin yazarı Eugene J. Sherman, gelişmiş ülkelerin talep yapıları ile gelişmekte olan ülkelerin talep yapıları arasında çok az farklılık olduğunu iddia etmektedir. Sherman, gerek gelişmiş ülkelerde gerekse gelişmekte olan ülkelerde mücevherat eşyalarına olan talebin artık belli bir yere oturduğunu ve zaman içinde tüm dünyada altına olan talep artarken mücevherat talebinin daha duyarsız olduğunu ileri sürmektedir. Sherman’a göre;

Artan duyarsızlık az gelişmiş ülkelerden kaynaklanmakta,

- Talep fiyat duyarlılığı gelişmiş ülkelerde hissedilir derecede değişmemekte,

- Talep fiyat duyarlılıkları birbirinden farklı olsa da, gelişmiş ülkelerin mücevherat talebi ile gelişmekte olan ülkelerin mücevherat talebi arasında büyük farklılıklar bulunmamaktadır (Kildioğlu, 2008: 4-5).

Son yıllarda altın arz ve talebi incelendiğinde; 2020 yılında bir önceki yıla göre hem arz hem talepte düşüş görülmektedir. Bu düşüş 2021 yılı ilk çeyrekte de devam etmektedir. 2021 yılı üretimi ise bir önceki yıla göre artış göstermiş 3580 tonla 2019 yılına yakın seviyelerde üretim yapılmaktadır. Altın üretimi 2020 yılında bir önceki yıla göre %3,33 daha az gerçekleşmiştir. 2021 yılı ilk çeyrekte bir önceki yılın ilk çeyreğine göre altın üretimi olarak %4 artış göstermiştir. Aynı dönemde dönüştürülmüş altın %8 düşüş göstermiş ve toplam altın arzı yıl bazında %4 düşüş göstermiştir. 2021 yılı dünya altın talebi 4019 ton olarak gerçekleşmiştir. Borsa yatırım fonlarındaki talebin dışında tüm taleplerde bir artış yaşanmıştır (*Gold Demand Trends Q2 2022*, 2022).

2.2. Gümüş

Gümüş eski zamanlardan beri zenginliğin, değer, mücevheratın ve paranın sembolü olmuştur (Ganz 2011:83). Bunu Kuran ayetlerinde de görüyoruz örneğin “Ey iman edenler, gerçek şu ki, (Yahudi) bilginlerinden ve (Hıristiyan) rahiplerinden çoğu, insanların mallarını haksızlıkla yerler ve Allah'ın yolundan alıkoymalar. Altını ve gümüşü biriktirip de Allah yolunda harcamayanlardır” (Esed, 2002: 357). Sikkelerden bilinen en eskisi, Lidya (M.Ö. 750 dolaylarında), altın ve gümüş alaşımı olan elektrumdan yapılmıştır. M.Ö. 3000 civarında ağırlıkla (şekel olarak bilinen) işlem görmüştür (Ganz, 2011: 83).

Gün geçtikçe gümüş günlük hayatta daha fazla alanda kullanılmaya başlamıştır. Büyük bir endüstriyel metal olarak gümüş eşsiz nitelikleri ve potansiyel bir para standardı olmuştur. Gümüşün tarihsel olarak uygun fiyatı, onu değerli metaller grubunun üyeleri içinde cazip bir alternatif haline getirmiştir. Gümüşün sık sık “fakir adamın altını” olarak adlandırıldığı duyulur. Gümüşün endüstriyel uygulamaları altından farklıdır. Yine de, gümüş ve altın arasındaki ilişkinin devam etmesine izin veren, aralarındaki yüksek dereceli fiyat korelasyonudur. Enflasyona karşı korunma aracı olmasının dışında gümüş, fotoğraf ve görüntüleme, elektronik, kaynak, aynalar, ilaçlar, su arıtma, mücevher, sofrta takımı, piller, cam kaplama ve madalyon yapımı alanlarında kullanılır. Gümüş, metaller arasında en iyi elektrik iletkenidir. Olağanüstü termal iletkenliğe sahiptir. Gümüş'ün en üst düzeyde cilalanabilir olması gümüşü en iyi yansıtıcılardan biri yapmaktadır (Gothelf, 2005: 207).

Dünya yüksek profilli altın piyasasını izlerken, yatırımcılar ve spekülörler altının gölgesinde gümüşü fark etmişlerdir. Gümüş finansal piyasalarda 1970'li yılların başında 2 dolar seviyelerindedir. Ancak altın piyasasına benzer bir şekilde, yatırımcıların spekülatif talebi beyaz metalin fiyatını kısa zamanda 20 doların üzerine çıkarmıştır (Mladjenovic, 2008: 14-15).

Gümüşün ons değeri 2010 yılında 50\$'a yakın seviyelere kadar ulaşmıştır. Bu seviyelerden gerileme göstermiştir. Pandemi döneminde uzun bir aradan sonra 20\$ seviyelerinin üstünü görmüştür. Aşağıdaki grafikte gümüşün 2001 ile 2022 yılları arasındaki fiyat seyri sunulmuştur.

Şekil 2: Gümüş USD/ons Fiyat Grafiği

Kaynak: tr.investing.com

Dünyada 2020'de küresel maden üretiminin gümüş arzı önceki yıla göre yıllık %5,9 düşüşle 24.399 ton ile son on yılın en büyük düşüşünü yaşamıştır. Küresel gümüş talebi 2018-2019 yıllarında yükseldikten sonra, 2020'de %10 düşüş yaşayarak 27.872 ton olmaktadır (World Silver Survey, 2020). 2021'de gümüş arzı yıllık %5,3 artarak 825.587 tona ulaşmaktadır. Bu, 2013'ten bu yana gümüş üretimindeki en büyük yıllık artıştır. Büyük ölçüde, 2020'de COVID-19 salgını nedeniyle madencilikte yaşanan önemli kesintinin ardından üretimdeki toparlanmanın bir sonucu olarak görülmektedir. Geri dönüştürülmüş gümüş ise 2021 yılında %7 artarak son sekiz yılın en yüksek seviyesi olan 5.382 tona çıkarak üst üste iki yıl artış göstermiştir (World Silver Survey, 2022: 9).

2.3. Platin

Doğal hâlde bulunan platin ve platin alaşımlarının varlığı uzun zamandan beri bilinmektedir. Platin, Kristof Kolomb öncesi Amerikan yerlileri tarafından kullanılmışsa da Avrupalıların bu metalden ilk defa söz etmelerine 1557 yılında rastlanmaktadır. İtalyan Hümanisti olan Julius Sezar Skaliger (1484-1558), Panama ve Meksika arasındaki bir Orta Amerika madeninde bulunan bu gizemli metalden bahsederken onu, "şimdiye dek bilinen hiçbir İspanyol sanatıyla ergitilemeyen" olarak tanımlamıştır. İspanyollar metali ilk olarak Kolombiya'da bulduklarında ona "platina" veya "küçük gümüş" adını vermişlerdir. Platini gümüş cevherleri içerisinde istenmeyen bir madde olarak görmüşler ve çoğunlukla da atmışlardır (Wikipedia).

2000 yılı aşkın bir süredir altın ve gümüşten üretilen madeni paralar kullanılmaktadır. Platin ise sadece 450 yıllık bir geçmişe sahiptir. Bilinen en ağır maddelerden biri olan platin, aynı hacimdeki suyun ağırlığının yaklaşık 21 katıdır. Altın ve gümüş gibi şekillendirilmesi kolaydır ve kararmaz. Kimyasal olarak periyodik tablodaki 78. element olarak tanımlanan kübik santimetre başına 21.5 gramlık yüksek bir yoğunluğa ve 1.772 santigrat derece (3.224 Fahrenheit) erime noktasına sahiptir. Üretilen platinin önemli bir bölümü, onu tekil bir metal olarak arayanlar tarafından çıkarılmaz; daha ziyade, çoğunlukla endüstriyel kullanım için kazılan diğer metallerin bir yan ürünüdür. Çoğu nikel yataklarının en değerli madenlerindedir. Rutenyum, paladyum, osmiyum ve iridyum gibi diğer platin grubu metaller de benzer şekilde bulunur ve çıkarılır (Ganz, 2011: 96-98).

ABD'de en büyük platin kullanıcısı, ABD platin tüketiminin yüzde 60'ını temsil eden otomobil endüstrisidir. Bu endüstriyi yüzde 25 tüketim ile kuyumculuk endüstrisi takip etmektedir. Hem petrol hem de kimya endüstrilerinde platin esas olarak bir katalizör olarak kullanılır. Platin, benzin ve nitrik asit üretiminde kritik bir katalitik rol oynar ve ayrıca gübre, patlayıcı ve plastik üretiminde de kullanılır. Platinin elektrik-elektronik alanında kullanımları arasında sıcaklık ölçüm cihazları ve devre elemanları bulunmaktadır. Cam endüstrileri fibreglas üretiminde yine platin kullanır (Spurga, 2006: 47-48).

Şekil 3'te 2001 ile 2022 yılları platin dolar/ons grafiği verilmiştir.

Şekil 3: Platin USD/ons Fiyat Grafiği



Kaynak: tr.investing.com

Platin arz ve talebi, COVID-19 pandemisi madenlerin ve otomotiv fabrikalarının geçici olarak kapanmasını tetiklediği, paladyum grubu metaller içeren hurdaların toplanmasını aksattığı ve tüketicilerin yeni araba ve mücevher satın almalarını etkilediği için 2020'de keskin bir düşüş yaşamıştır. Platin maden üretimi 2019 yılında 189 tondan 2020 yılında önceki yıla göre yıllık % 19,57 düşüşle 152 ton olarak gerçekleşmiştir. 2000 yılından bu yana en düşük üretim seviyesini görmüştür. Platin talebi 2019 yılında 263 ton iken 2020'de %18'lik düşüş yaşayarak 215 tona gerilemiştir. 2020 yılında sadece petrol türev ürünlerindeki kullanımı bir önceki yıllara göre yükselmiştir (Bloxham vd., 2021). Her ne kadar önceki yıllarda değerinde dalgalanmalar olsa da, 2020 yılındaki yükselişini 2021 ve 2022 yıllarında koruyarak 1000-1200\$/ons fiyatlarında seyretmektedir.

2.4. Paladyum

William Hyde Wollaston Temmuz 1802 tarihinde yeni bir soy metalin keşfini ilan etmiştir. Aynı yılın Ağustos ayında bu metale paladyum adını vermiştir. Wollaston 1803 Nisan'ında bu metal malzemeyi yeteri kadar saflaştırmıştır. Wollaston bu keşfinden sonra 20 İngiliz sterlini ile ödüllendirmiştir. Chenevix, paladyum üzerine deneylerini yayınladıktan sonra 1803'te Wollaston Copley Madalyası almıştır (www.cnnturk.com).

Paladyum, rodyum, iridyum, osmiyum ve rutenyum da içeren platin grubu metallere (PGM) biridir. Platin gibi, bu metaller erozyona dayanıklıdır ve bir dereceye kadar endüstriyel uygulamalarda birbirinin yerini alabilir. Paladyum, oda sıcaklığında kendi hidrojen hacminin 900 katına kadar gazları emebilmektedir. Paladyum gazları arındırmak için kullanılan beyaz, dövülebilir bir metaldir. Paladyum ve platin genellikle birlikte çıkarılır,

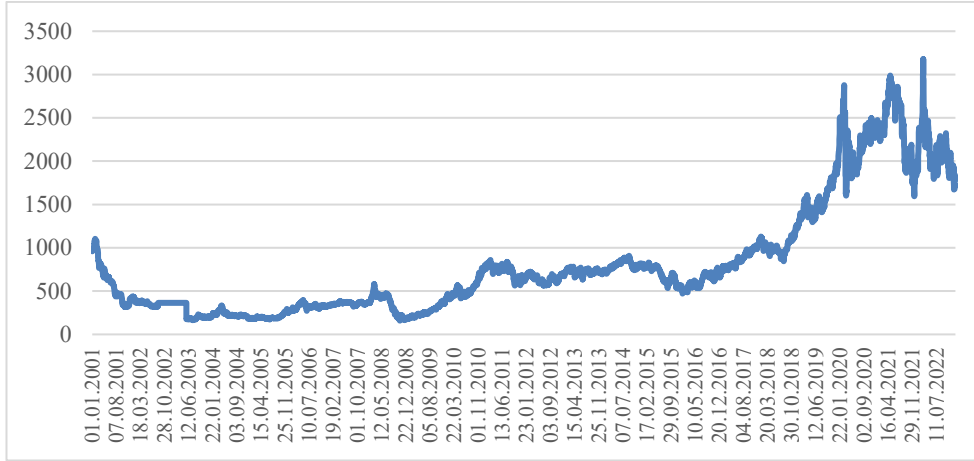
ancak paladyum platinden daha nadirdir. Çünkü nikel madenciliğinin bir yan ürünü olarak çıkarılmaktadır (Spurga, 2006: 68).

Paladyum toplam talebin yüzde 63'ünü oluşturan otomotiv katalizör üretiminde kullanılmaktadır. Daha az ölçüde, elektronik ekipmanlarda, dış alaşımlarında ve mücevherlerde de kullanılır. Rodyum ayrıca otomotiv endüstrisi için kirlilik kontrol cihazlarında kullanılmaktadır. Benzer şekilde, iridyum bazı otomotiv katalizörlerinde ve ayrıca polivinil klorür (PVC) üretiminde kullanılır (Spurga, 2006: 68).

2022 yılı verilerine göre paladyum üretiminde Rusya 83,6 ton ile ilk sırada yer alırken, Güney Afrika 82,5 ton üretim ile Rusya'ya yakın üretimde bulunmuştur (Matthey, 2022).

Paladyum ons değeri 2001 yılında düşüşe geçmiştir. Bu düşüş 2010 yılına kadar sürmüştür. 2010 yılından sonra yükselmeye başlayan paladyum özellikle 2019 yılı sonuna doğru 2500\$ seviyesini aşmış ve ardından 2021 yılında 3000\$ seviyelerini test etmiştir. Şekil 4'te 2001 ile 2022 dönemine ilişkin paladyum dolar/ons fiyat grafiği verilmiştir.

Şekil 4: Paladyum USD/ons Fiyat Grafiği



Kaynak: tr.investing.com

Paladyum talebi 2020'de keskin bir şekilde daralma yaşamıştır. Daralmanın sebeplerinden biri COVID-19 ile ilgili sektörel daralmalardır. Diğer sebepler ise bazı endüstriyel uygulamalarda tasarrufu teşvik etmek ve paladyum fiyatlarının rekora koşmuş olmasıdır. Paladyum üretimi coğrafi olarak dağıktır, paladyum açısından zengin cevherler üç kıtada önemli miktarlarda çıkarılırken, jeolojik kaynakları daha çok Güney Afrika'da yoğunlaşmıştır. Toplam üretim olarak 2020 yılında bir önceki yıla göre % 13,37'lik düşüş ile 191 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu üretim miktarı 2000 yılından bu yana 2002 ve 2014 yıllarının dışında en düşük üretimdir (Bloxham vd., 2021). Paladyum fiyatı 2021 Mayıs ayında 3.000\$ seviyesine ulaşarak tüm zamanların en yüksek seviyelerine çıkmıştır. 2023 Mart ayı itibarıyla da 1400\$ civarlarında seyrini sürdürmektedir.

3. LİTERATÜR TARAMASI

Kıymetli metaller ile ilgili yapılan çalışmalar çoğunlukla son 10 yılda yapılmış ve kıymetli metallerin hisse senetleri, döviz kurları, dış ticaret açıkları ve makroekonomik değişkenlerle olan ilişkileri incelenmiştir. Bu bölümde konu ile ilgili literatür taramasına yer verilmiştir.

Gültekin ve Hayat (2016), çalışmalarında Ocak 2005-Nisan 2015 dönemine ait aylık verilerle, altın fiyatlarının döviz kuru, faiz oranı, TÜFE, BIST100 endeksi, ons fiyatları, petrol fiyatları değişkenlerinden ne derece etkilendiğini ve söz konusu değişkenlerdeki beklenmeyen değişimlere ne derece tepki verdiğini analiz etmişlerdir. Eşbütünleşme analizi sonucunda altın fiyatı, döviz kuru, altın ons fiyatı, faiz oranı, petrol fiyatları, TÜFE ve BIST100 endeksi değişkenleri arasında uzun dönemli bir ilişkinin bulunmadığı ortaya konmuştur.

Koy ve Çetin (2016), çalışmalarında altın, gümüş, bakır, paladyum ve platin vadeli işlem sözleşmelerinin günlük kapanış fiyatlarından elde edilen logaritmik fiyat değişimlerini MS-AR modelleri ile analiz etmişlerdir. Pay piyasalarına göre daha güvenli olmakla beraber bakır, paladyum ve platin, diğer kıymetli metallere göre rejimler arasında daha hızlı geçişler yapabilmektedir.

Özkan ve Kolay (2016), çalışmalarında Ocak 1999-Aralık 2014 dönemine ilişkin aylık altın dolar/ons, TÜFE, sepet döviz kuru, BIST100 Endeksi ve mevduat faiz oranı verilerini incelemişlerdir. Türkiye’de altın piyasası fiyatları üzerinde enflasyon oranlarının, mevduat faiz oranlarının ve sepet döviz kurlarının istatistiksel olarak anlamlı etkiler yarattığını, fakat BIST100 endeks değerlerinin piyasa fiyatları üzerinde anlamlı istatistiki etkisinin bulunmadığını ortaya koymuşlardır.

Batten vd. (2017), çalışmalarında Mayıs 2000-Nisan 2015 döneminde 5 dakikalık frekansa sahip verilerle altın, gümüş, platin ve paladyum fiyat serileri arasındaki dalgalanma ve getiri ilişkisini açıklamayı amaçlamış ve nedensellik analizleri uygulamışlardır. Kıymetli metaller işlem hacminin artması durumunda alım-satım fiyat farkının daraldığını ve bir likidite etkinliği durumunun oluştuğunu, kıymetli metal getirileri ile dalgalanmaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik ilişkisinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Çelik ve Başarır (2017), çalışmalarında Ocak 2010-Aralık 2015 tarihleri arasında günlük altın, gümüş, paladyum, platin, Brent petrol, doğal gaz, 30 yıllık tahvil, 10 yıllık tahvil, 5 yıllık tahvil, S&P 500, Nasdaq, Dow Jones, FTSE100, DAX, CAC40, SMI, NIKKEI, HANG SENG ve Euro/USD verilerini incelemişlerdir. Test verileri için 2 Ekim 2015 ile 14 Aralık 2015 arasında 51 gün incelenmiştir. 2015 yılı son çeyreği için altın, gümüş, paladyum ve platin fiyat tahminlerini değerlendirmişler, altın fiyatları ve paladyum fiyatlarının yapay sinir ağları kullanılarak anlamlı ve verimli bir şekilde tahmin edilebileceğini fakat gümüş ve platin değişkenleri için tahmin sonuçlarının daha az verimli sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir.

Erdoğan (2017), çalışmasında 2007-2017 yılları arasındaki Borsa İstanbul Ulusal-100 endeksi ve altın ons fiyatı günlük verisi ile fraktal davranışı farklı teknikler kullanarak incelemiştir. Yapılan analizler sonucunda Ulusal-100 endeksi açısından fraktal davranışın olduğunu tespit etmiş, altın fiyatları açısından da endekse benzer bir şekilde Fraktal Piyasa Hipotezini destekleyen bulgular elde etmiştir.

Eryiğit (2017), çalışmasında Temmuz 1990-Şubat 2014 arası döneme ilişkin dünya altın fiyatlarının gümüş, platin, paladyum, ham petrol ve benzin fiyatları ile ilişkisini incelemiştir. Altın fiyatlarını etkileyen değişkenleri tespit etmeye çalışmış ve bu değişkenleri diğer kıymetli metaller ve enerji ürünleri olarak iki grupta incelemiştir. Altın fiyatları ile diğer kıymetli metaller arasında farklı şekillerde kısa vadeli bir korelasyon olduğunu; fakat benzin ve ham petrol fiyatlarının altın fiyatları ile uzun vadeli bir ilişkiye sahip olmadığını ortaya koymuştur.

He vd. (2017), çalışmalarında Ocak 1993-Ekim 2016 arasındaki günlük fiyat verisi ile altın fiyatları öngörüsü için yeni bir model geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çoklu ölçekleme tekniği kullanarak ileri zaman serisi analizleri gerçekleştirilmiştir. Geliştirdikleri modelin fiyat öngörüsü yapabilme gücünün yüksek düzeyde olduğunu vurgulamışlardır.

Kırkulak vd. (2017), çalışmalarında 2000-2014 yılları arasında Rusya piyasasında işlem gören altın, gümüş, platin ve paladyum fiyat dalgalanmalarını incelemişlerdir. Yarı-parametrik zaman serisi ve finansal ekonometri modellerinin kullanıldığı çalışmada, kıymetli metal fiyat dalgalanmalarının kendi aralarında ciddi bir korelasyona sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bir finansal yatırım aracı olarak en az dalgalanmaya sahip kıymetli metalin altın olduğu vurgulanmıştır.

Kamışlı vd. (2017), çalışmalarında 9/16/2008 - 7/25/2017 tarihlerini kapsayan 463 haftalık logaritmik fiyat verisi kullanmışlardır. Emtia fiyatları arasındaki nedensellik ilişkilerinin frekans ve asimetri boyutunda incelenmesi amacıyla altın, gümüş ve petrol fiyatları baz alınmıştır. Asimetrik nedensellik testi sonuçlarına göre “altın ve gümüş” ile “gümüş ve petrol” fiyatları arasında herhangi bir asimetrik ilişki bulunmamıştır. Söz konusu emtialar arasında kısa, orta ve uzun dönemde asimetrik nedensellik ilişkileri tespit edilmiştir.

Koy vd. çalışmalarında 02 Ocak 2002-28 Mart 2016 dönemini kapsayan spot altın, gümüş, paladyum ve platine ait zaman serilerini kullanmışlardır. Veriler günlükdür. Her kıymetli metal için 3633'er gözlemden oluşan logaritmik fiyat değişim serileri incelenmiştir. Çok sayıda doğrusal olmama özelliğine sahip modeller arasında, daralma, ılımlı büyüme ve genişleme olarak üç rejime sahip modellerin, iki rejimli modellerden daha başarılı olduğu görülmüştür. Varyans faktörünün yer aldığı modellerin, spot metal piyasasına ait dinamikleri açıklamada diğer modellerden daha güçlü olduğu savunulmuştur (Koy, Çetin, & Ersan, 2017).

Küçükaksoy ve Yalçın çalışmalarında 1990 ve 2015 yılları arası, 306 aylık veri ile spot altın fiyatı, spot brent petrol fiyatı, spot gümüş fiyatı, Dow Jones sanayi endeksi, USD/GBP kuru ve faiz oranını incelemişlerdir. Oluşturulan modelde açıklayıcı değişkende meydana gelen bir şokun, altın fiyatları üzerindeki etkilerinin en fazla üç ay sonra kaybolduğunu tespit etmişler ve altının geçmiş fiyat verilerinin spot fiyatı açıklama gücünün %97 olduğunu tespit etmişlerdir (Küçükaksoy & Yalçın, 2017).

Li ve Lucey (2017), yaptıkları çalışmada Ocak 1994 ile Temmuz 2016 arasındaki dönemde altının güvenli liman özelliğini incelemişlerdir. ABD S&P500 Endeksi, İngiltere FTSE100 Endeksi, Almanya DAX30 Endeksi, Fransa CAC40 Endeksi, İtalya FTSE MIB Endeksi, İsviçre Pazar Endeksi (SMI), Kanada S&P/TSX Kompozit Endeksi, Japonya NIKKEI225 Endeksi, Çin Şanghay Menkul Kıymetler Borsası Kompozit Endeksi (SHCOMP), Hindistan NIFTY50 Endeksi, Güney Afrika FTSE/JSE Afrika Top40 Endeksi ve her ülkenin karşılaştırmalı 10 yıllık devlet tahvili endeksleri değişken olarak kullanılmıştır. Kanada ve Hindistan'ın iki istisnası dışında, altın hisse senetlerine karşın güvenli bir sığınaktır.

Bhatia vd. (2018), çalışmalarında 1 Nisan 2000-25 Temmuz 2016 dönemini dört kıymetli metalin (Altın, Gümüş, Platin ve Paladyum) spot fiyatlarının günlük verileri (4320 gözlem) üzerinden incelemişlerdir. Kıymetli metallerin cari fiyatlarının birbirlerini etkileyip etkilemediğini parametrik olmayan nedensellik analizi kullanarak farklı kantiller için incelemişlerdir. Piyasanın normal dönemlerini temsil eden medyan kantilde kıymetli metaller arasında güçlü bir nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. Piyasanın yükseliş ve düşüş dönemlerini temsil eden kantillerde ise kıymetli metal fiyatları arasında önemli bir nedensellik ilişkisi gözlemlenmemişlerdir.

Deniz vd. (2018), çalışmalarında 30.04.1999-30.04.2018 tarihleri arasında BIST100 ve üç kıymetli metalin (Altın, Platin ve Gümüş) 19 yıllık, haftalık ve aylık performanslarına dair

tanımsal istatistikî bilgiler ölçülmüştür. Hem normal dönemlerde, hem de global ve yerel kriz dönemlerindeki korelasyonu incelemiştir. Varyasyon katsayısı veya Sharpe oranları incelendiğinde riske göre en fazla getiriyi altın sağlamaktadır. Sharpe oranı en büyük olan altın başta olmak üzere kıymetli metallerin BIST hisse senetlerini çeşitlendirmek için kullanılabilirliği belirtilmiştir. Kıymetli metallerin tamamı BIST100 ile negatif korelasyona sahiptir.

Gazel (2018), çalışmasında Mart 1999 ile Ekim 2016 dönemine ilişkin BIST100, Dolar/TL, faiz oranı verileri ile kıymetli metal olarak altın, gümüş ve platin incelemesi yapmıştır. BIST100, faiz oranı ve dolar kuru denklemleri için değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı kabul edilmiştir. Altın ve platin, BIST100 endeksini pozitif etkilerken gümüş negatif etkilemiştir. Kıymetli metallerin faiz ile ilişkisine bakıldığında, ilişkinin yönünün genellikle negatif olduğu görülmüştür. Diğer metallerin aksine gümüş ile faiz arasındaki ilişki pozitif yönlüdür. Altın ve platin doları pozitif yönde etkilerken, gümüş negatif yönde etkilemiştir.

Moralı ve Uyar (2018), çalışmalarında gümüş, altın, platin ve paladyum gibi kıymetli metallerin Amerikan Doları cinsinden günlük, haftalık, aylık ve çeyreklik fiyatları ile getiri hesaplaması yapmışlardır. Analizde kullanılan farklı frekanslardaki zaman serilerinde uzun dönemli bellek yapısının, yatırımcının elde tutma süresi uzadıkça (günlük-aylık-çeyreklik) daha kuvvetli bir şekilde oluştuğu ortaya koymuştur.

Arif vd. (2019), çalışmalarında Ocak 2000-Aralık 2016 döneminde aylık veriler kullanarak, petrol fiyatı ile gümüş, platin ve paladyum gibi beyaz kıymetli metaller arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre; petrol fiyatının platin fiyatı ile güçlü bir pozitif ilişkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Petrol fiyatı ve paladyum fiyatının birbiriyle pozitif yönlü bir ilişkiye sahip olduğu da belirtilmiştir. Bununla birlikte, kısa vadede paladyum ve petrol arasındaki ilişki negatiftir. Bu da petrol fiyatındaki değişimin paladyum getirilerini azalttığını göstermektedir.

Just vd. (2019), çalışmalarında 4 Ocak 2000 ile 29 Haziran 2018 tarihleri arasında kıymetli metal vadeli işlem sözleşmelerinin kapanış fiyatlarını kullanmışlardır. COMEX altın ve gümüş sözleşmeleri ile NYMEX paladyum ve platin sözleşmeleri incelenmiştir. Kıymetli metaller piyasasında en yüksek nedensellik 2005 yılının Aralık ayının ortasından Mart 2014'ün başlarına kadar olan dönemde kaydedilmiştir.

Açacak vd. çalışmalarında 2009-2019 dönemi verilerini kullanarak kıymetli maden fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisini Granger nedensellik analizi ve asimetric nedensellik modelleri ile belirlemeye çalışmışlardır. Kıymetli madenlerin birbirleri ile aralarında etkileşimler görülmüştür (Açacak, Gülsar, & Meriç, 2020).

Baur ve Smales (2020) çalışmalarında 1985-2018 dönemine ilişkin günlük verileri kullanarak kıymetli metal fiyatları, bakır, S&P500, 10 yıllık ABD tahvili getirisi, dolar endeksi ile jeopolitik risk endeksi değişkenlerini incelemiştir. ADF, korelasyon ve regresyon analizleriyle değişkenler arasındaki ilişkileri incelemiştir. Jeopolitik riskin kıymetli metaller için pozitif ve platin hariç diğerleri için anlamlı olduğu sonucuna erişilmiştir.

Huynh (2020), çalışmasında 03/01/1990 ile 03/10/2019 tarihleri arası günlük verileri kullanarak, kıymetli metaller ile ekonomik belirsizlik (EPU) ve Chicago Opsiyon Borsası Volatilite Endeksi (VIX Korku Endeksi) arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Granger nedensellik ve Transfer Entropisi testleri sonucunda; kıymetli metallerden EPU'ya doğru sadece tek yönlü bir ilişki olduğu, belirsizliğin bu varlıklar üzerinde ters bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Kıymetli metaller ile VIX Korku Endeksi arasında çift yönlü bir ilişki olduğu görülmüştür. Bulgular kıymetli metallerin, ABD hisse senedi piyasasının oynaklığına duyarlı olduğunu göstermektedir.

Rehman (2020) çalışmasında Nisan 2013 ile Ocak 2018 aralığındaki günlük frekans bitcoin ile kıymetli metaller, bakır ve buğday verilerini incelemiştir. Verilerde uzun bellek özelliklerini ARFIMA-FIGARCH, risk yayılmasını ve sonuçta ortaya çıkan asimetrisini ölçmek için VaR, CoVaR ve Δ CoVaR testlerini kullanmıştır. Sonuç olarak incelenen varlıkların asimetrik bir şekilde davrandığı ve de yatırımcıların bu varlıklardan herhangi birinden kaynaklanan risk yayılması konusunda dikkatli olmaları gerektiği belirtilmiştir.

Salisu vd. (2020), araştırmalarında 2004 ile 2019 yılları arasındaki günlük ve aylık verileri kullanmışlardır. Çalışmada altın, gümüş, platin ve paladyumun, Google Trend aramaları, makroekonomik değişkenler olarak Brent ve WTI petrol, VIX Korku Endeksi ve ekonomik belirsizlik endeksi ile olan ilişkisi incelenmiştir. Yapılan testlerden sonra Google Trend aramaları ile incelenen değerli metallerin getirileri arasındaki uzun dönemli ilişki istatistiksel olarak pozitifdir.

Şerbetçi vd. (2021) çalışmalarında 19 Ocak 2020 ile 31 Mart 2021 arası günlük verileri kullanarak korona virüsün Bitcoin, altın, gümüş, platin ve paladyum fiyatları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. COVID-19 vakaları ve Google Trends verileri de çalışmada Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ile ölçülmüştür. COVID-19 vaka sayısı ile Bitcoin ve kıymetli metallerin kapanış fiyatları arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunmazken, COVID-19 vaka sayısı ile Bitcoin ve kıymetli metallerin kapanış fiyatları arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Temel ve Güneş (2022) çalışmalarında 3 Ocak 2000 ile 18 Şubat 2022 arası günlük verileri kullanarak, Brent Petrol, doğalgaz, buğday, mısır, altın, gümüş, platin ve paladyum için EGARCH yöntemiyle haftanın günü etkisini ölçmeye çalışmışlardır. Pazartesi günü petrol, perşembe günü altın ve doğalgaz için negatif etki görülürken, cuma günü altın ve paladyum için pozitif etkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Gümüş, platin, buğday ve mısır emtialarının getirisinde anlamlı sonuçlara ulaşamamıştır.

Medetoğlu ve Doğru (2022) çalışmalarında 01.01.2015 ile 30.09.2021 tarihleri arası günlük verileri kullanarak altın, gümüş, platin ve paladyum için Toda-Yamamoto nedensellik testi ile kıymetli metallerin aralarındaki nedensellik ilişkisini incelemiştir. Altın ile gümüş arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu, paladyumdan gümüşe doğru bir nedensellik olduğu tespit edilmiştir. Yine platinden paladyuma doğru ve altından platine doğru nedensellik ilişkilerine rastlanmıştır.

4. ARAŞTIRMA

Yatırım aracı olarak kıymetli metallerin fiyat oluşumları ve bazı makroekonomik değişkenlerle olan nedensellik ilişkisi bu alanda yatırım yapan veya yapmak isteyen yatırımcılara karar alma süreçlerinde yardımcı olacak temel bilgi niteliğindedir. Buradan hareketle literatüre katkı sağlamak amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

4.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı öncelikle kıymetli metallerin kendi aralarındaki nedensellik ilişkisini keşfetmektir. Ardından da yatırım kararı almak isteyenlerin karar verme süreçlerini kolaylaştırabilmek için kıymetli metallerin çeşitli makroekonomik değişkenler ile olan fiyat ilişkisini ortaya koymaktır.

4.2. Veri Seti

Çalışmada kıymetli metallerin ve makroekonomik değişkenlerin 09/07/2012 ile 15/09/2020 dönemine ilişkin 1880 günlük verisi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan verilerin kısa

açıklaması Tablo 1’de sunulmuştur. Veri setindeki değişkenlerin önemli bir bölümü literatür taraması ile elde edilmiştir.

Tablo 1: Değişkenlere İlişkin Açıklamalar

Gold	Altın USD/ons fiyatı
Silver	Gümüş USD/ons fiyatı
Palladium	Paladyum USD/ons fiyatı
Platin	Platin USD/ons fiyatı
Brent	Ham petrol USD/Varil fiyatı
Gold VIX	ABD opsiyon piyasalarına VIX metodolojisini uygulayarak piyasanın altın fiyatlarındaki 30 günlük oynaklık beklentisini ölçümleyen endekstir (GVZ)
Silver VIX	ABD opsiyon piyasalarına VIX metodolojisini uygulayarak piyasanın gümüş fiyatlarındaki 30 günlük oynaklık beklentisini ölçümleyen endekstir (VXSLV)
VIX Endeksi	Korku Chicago Opsiyon Borsası (CBOE) tarafından vadesine 22 işlem günü kalmış olan S&P 500 endeksi üzerine yazılmış Amerikan tipi alım ve satım opsiyonlarından hesaplanmış ve örtülü volatilitiyi belirlemek amacıyla oluşturulmuş, piyasalardaki korkunun derecesini ölçen bir endekstir.
USA 10 Y.T.R.	ABD 10 yıllık tahvil faizi (%)
Bitcoin	Bitcoin USD fiyatı
MSCI World	Endeks dünyadaki tüm gelişmiş piyasaların 23 ülkenin (Avustralya, Avusturya, Belçika, Kanada, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Hong Kong, İrlanda, İsrail, İtalya, Japonya, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç, Portekiz, Singapur, İspanya, İsveç, İsviçre, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri) hisse senetlerinin bir koleksiyonunu içerir.
BCOM	Bloomberg Emtia Endeksi Vadeli İşlem Sözleşmeleri üzerindeki fiziksel mallarda emtia piyasalarını ve herhangi bir emtia veya sektördeki konsantrasyonu en aza indirmek için tasarlanmıştır. Altı sektörde (Enerji, Taneliler, Endüstriyel Metaller, Kıymetli Metaller, Softlar ve Hayvancılık) 23 emtia vadelisine sahiptir.
TEU	Twitter Tabanlı Ekonomik Belirsizlik Endeksi Scott R. Baker, Nicholas Bloom, Steve Davis ve Thomas Renault tarafından ilk olarak Haziran 2011'den günümüze kadar Twitter'da gönderilen 'belirsiz', 'belirsizlikler', 'belirsizlik', 'ekonomik', 'ekonomik', 'ekonomik olarak', 'ekonomi', 'ekonomiler', 'ekonomist',

	'ekonomistler' ve 'ekonomi' kelimeleri içeren tüm mesajlardan oluşan endekstir.
TMU	Twitter Tabanlı Pazar Belirsizlik Endeksi
EPU	Ekonomik Politika Belirsizliği Endeksi global olarak ve 21 ülke için ayrı ayrı hesaplanır. Bu ülkeler Avustralya, Brezilya, Kanada, Şili, Çin, Kolombiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Hindistan, İrlanda, İtalya, Japonya, Meksika, Hollanda, Rusya, Güney Kore, İspanya, İsveç, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri'dir. Bu çalışmada global ekonomik belirsizlik endeksi kullanılmıştır. Ekonomik Politika Belirsizlik Endeksi, ekonomi (E), politika (P) ve belirsizlik (U) ile ilgili üçlü terim içeren gazete makalelerinin göreceli sıklığını yansıtır. Global endeks hesaplanırken ülke bazlı endekslerden yararlanır.

Analizde kullanılan değişkenlere ilişkin kaynak bilgileri ve erişim tarihleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2: Veri Seti

Veriler	Link	Erişim Tarihi
Gold	https://www.matriksdata.com/website/kurumsal-urunler/matriks-prime	13.03.2021
Silver	https://www.matriksdata.com/website/kurumsal-urunler/matriks-prime	13.03.2021
Palladium	https://www.matriksdata.com/website/kurumsal-urunler/matriks-prime	13.03.2021
Platin	https://www.matriksdata.com/website/kurumsal-urunler/matriks-prime	13.03.2021
Brent	https://www.matriksdata.com/website/kurumsal-urunler/matriks-prime	13.03.2021
Gold VIX	https://tr.investing.com/indices/cboe-gold-volatility	11.03.2021
Silver VIX	https://tr.investing.com/indices/cboe-silver-etf-volatility	11.03.2021
VIX Korku Endeksi	https://tr.investing.com/indices/volatility-s-p-500-historical-data?cid=1096487	11.03.2021
USA 10 Y.T.R.	https://fred.stlouisfed.org/series/DGS10	24.04.2021
Bitcoin	https://tr.investing.com/indices/nyse-bitcoin-historical-data	13.03.2021

MSCI World	www.msci.com/end-of-day-data-search	24.04.2021
BCOM	https://tr.investing.com/indices/bloomberg-commodity-historical-data	13.03.2021
TEU	https://www.policyuncertainty.com/twitter_uncert.html	18.03.2021
TMU	https://www.policyuncertainty.com/twitter_uncert.html	18.03.2021
EPU	https://www.policyuncertainty.com/EURQ_monthly.html	18.03.2021

4.3. Araştırmanın Hipotezi

Araştırmada veri setinin kırılmalı birim kök içerip içermediği ve veriler arasında ilişki olup olmadığı ile ilgili hipotez test edilecektir.

H₀: Araştırmaya konu olan kıymetli metaller ve makroekonomik değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır.

H₁: Araştırmaya konu olan kıymetli metaller ve makroekonomik değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.

4.4. Araştırmanın Metodolojisi

Araştırmadaki değişkenler arasında ilişkiyi incelemek için zaman serisi analizleri kullanılmış ve değişkenlerin durağanlığı test edilmiştir. Durağanlığı test etmek için zaman serilerinde kırılmaları dikkate alan Lee-Strazicich birim kök testi yapılmıştır. Ekonomilerdeki önemli gelişmeler ve krizler gibi değişimleri bulabilmek ve açıklayabilmek için yapısal kırılmaları dikkate alan test tercih edilmiştir. Verilerin optimal gecikme uzunlukları ise Akaike Bilgi Kriteri (AIC)'ne göre bulunmuştur. Veriler arasındaki ilişkinin nedensel olup olmadığını ve yön tespiti için Granger tabanlı Toda-Yamamoto nedensellik analizi ikili analizler şeklinde uygulanmıştır.

4.5. Birim Kök Testi (Lee-Strazicich Birim Kök Testi)

Zaman serisi analiz sonuçlarının yanıltıcı olmaması için sabit bir varyans ortalaması bulunmalıdır. Bu nedenle seriler öncelikle birim kök testine tabi tutulur (Bayat, Aydın, Kayhan, & Adıgüzel, 2011: 3). Birçok ekonomik zaman serisinde yalnızca bir yapısal kırılmaya izin vermek çok kısıtlayıcı olabilmektedir. Bu sebeple düzeyde ve trenddeki iki kırılmanın yerini içsel olarak belirleyen ve bir birim kökün sıfırını test eden iki kırılmalı bir minimum Lagrange Multipler (LM) testi önermektedir. Bu testin Model A, Model B ve Model C olmak üzere üç farklı versiyonu bulunmaktadır. Model A yapısal kırılmada, Model B trend eğiliminde Model C ise birim kök testi için düzeyde ve trend kırılmada kullanılmaktadır (Lee & Strazicich, 2003: 1-6). Bu sebeple uygulamada Lee-Strazicich bir ve iki kırılmalı LM birim kök testleri için düzeyde ve trendde kırılmalı Model C dikkate alınmıştır. LM birim kök testi veri yaratma süreci,

$$y_t = \delta' Z_t + e_t, \quad e_t = \beta e_{t-1} + \varepsilon_t$$

Buradaki $\varepsilon_t \sim iid N(0, \sigma^2)$ ve Z_t dışsal değişkenlerin bir vektörüdür. Model A düzeyde iki değişikliğe yer veren $Z_t = [1, t, D_{1t}, D_{2t}]$ şeklinde ifade edilir. Burada; $D_{jt} = 1$ için $t \geq T_{bj} + 1$, $j=1,2$ ve diğer durumlar içinse 0 olur. T_{bj} kırılma zamanını vermektedir. Model C ise trende

ve düzeyde 2 değişiklik içermektedir model $Z_t = [1, t, D_{1t}, D_{2t}, DT_{1t}, DT_{2t}]$ şeklinde tanımlanır. Burada; $DT_{jt=t-T_{bj}}$ için $t \geq T_{bj}+1$, $j=1,2$ ve diğer durumlar içinse 0 olur. Veri yaratma süreci temel hipotez altında kırılmaları ($\beta=1$), alternatif hipotez ($\beta<1$) şeklini içermektedir. Lee ve Strazicich, LM birim kök test istatistiğini elde etmek için denklemleri aşağıdaki gibi tahmin etmektedir (Lee & Strazicich, 2003: 1-2).

$$\Delta y_t = \delta' \Delta Z_t + \phi \tilde{S}_{t-1} + u_t$$

Buradaki $\tilde{S}_t = y_t - \tilde{\psi}_x - Z_t \tilde{\delta}$, $t=2, \dots, T$; olup $\tilde{\delta}$ değeri Δy_t 'nin regresyonundaki ΔZ_t 'den elde edilen katsayılarıdır. y_t ve Z_t 'nin ilk elemanları burada y_1 ve Z_1 belirtilen sıraya göre $y_1 - Z_1 \tilde{\delta}$ ile bulunur bunu $\tilde{\psi}_x$ vermektedir.

Ayrıca model C için ikili düzeyde LM birim kök testi istatistiği kırılma zamanları tespit ederken $T_{Bj}/T \rightarrow \lambda_j$ $T \rightarrow \infty$ burada $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2)$ formülü kullanılır. İki kesintili minimum LM birim kök testi kırılma zamanları takibi ile $LM_t = \inf_{\lambda} \tilde{\tau}(\lambda)$ belirlenmektedir (Lee & Strazicich, 2003: 2).

4.6. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

Toda ve Yamamoto (1995) testi yapılırken ilk olarak uygun gecikme uzunluğu (k) VAR modeli ile bulunmaktadır. Daha sonra analiz aşamasında en yüksek bütünleşme derecesine sahip değişkenin bütünleşme derecesi (d_{max}) modelin gecikme uzunluğuna (k) ilave edilmektedir. Analiz aşamasında ise seriler düzey değerleriyle ($k + d_{max}$) gecikmeye göre VAR modeli tahminlenmektedir (Alptürk vd., 2021: 168). VAR modeli aşağıdaki denklemler yardımıyla uygulanmaktadır (Toda & Yamamoto, 1995);

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} a_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} a_{2i} X_{t-i} + u_t \quad (3)$$

$$X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \beta_{1i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \beta_{2i} Y_{t-i} + v_t \quad (4)$$

Toda-Yamamoto testinde temel hipotez ve alternatif hipotez aşağıdaki gibi ele alınabilmektedir.

H_0 : X değişkeni Y değişkeninin Granger nedeni değildir.

H_1 : X değişkeni Y değişkeninin Granger nedenidir.

Toda-Yamamoto nedensellik testinin başarısı, serilerdeki değişkenin bütünleşme derecesi (d_{max}) değerinin, modelin gecikme uzunluğunun (k) doğru belirlenmesiyle doğrudan ilişkilidir (Kaya, 2021: 147).

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde araştırma kapsamında yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Öncelikle birim kök testi sonuçları sunulmuştur. Ardından optimal gecikme uzunlukları hesaplanmış ve Toda-Yamamoto analizi uygulanmıştır. Bu hesaplamalara ilişkin bulgular tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo 3: Lee-Strazicich Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	Düzyey	Düzyey Kırılma Tarihi	Kritik Değer	1. Fark	1. Fark Kırılma Tarihi	Kritik Değer
	Test İstatistiği			Test İstatistiği		
Gold	-2,40091	3.01.2019	-3,938163	-17,55191*	18.07.2019	-3,92078
Silver	-3,044013	23.08.2013	-3,922718	-14,3427*	25.06.2013	-3,92626
Palladium	-4,194322*	19.07.2018	-3,973412			
Platin	-4,622897*	1.06.2015	-4,014032			
Brent	-2,237686	3.02.2015	-3,993722	-17,03208*	27.02.2015	-3,99834
Gold VIX	-5,720155*	28.05.2019	-3,920848			
Silver VIX	-7,293435*	13.11.2019	-3,927817			
VIX Korku Endeksi	-5,634573*	10.10.2019	-3,925797			
USA 10 YTR	-2,543841	7.06.2019	-3,92025	-17,72497*	27.05.2016	-4,05507
Bitcoin	-4,119022*	11.08.2017	-4,027164			
MSCI World	-4,181826*	17.08.2015	-4,024117			
BCOM	-2,764288	4.09.2015	-4,026201	-14,24795*	6.04.2016	-4,04908
TEU	-7,519614*	15.11.2018	-3,947516			
TMU	-6,696089*	8.10.2019	-3,925604			
EPU	-5,25999*	13.11.2019	-3,927817			

* %5 düzeyinde anlamlıdır.

Serilerin birim kök test istatistik değeri %5 düzeyinde kritik değerden mutlak değerce büyük olup olmamalarına bağlıdır.

H₀: Analize konu kıymetli metaller ve makroekonomik değişkenler birim köke sahiptir.

H₁: Analize konu kıymetli metaller ve makroekonomik değişkenler birim köke sahip değildir.

Birim kök testi sonuçlarına göre Palladium, Platin, Gold VIX, Silver VIX, VIX Korku Endeksi, Bitcoin, MSCI World, TEU, TMU ve EPU değişkenlerinin düzeyde durağan olduğu

ama Gold, Silver, Brent, USA 10 Y.T.R. ve BCOM değişkenlerinin ise 1. Farkta %5 seviyesinde durağanlaştığı görülmüştür.

Tablo 4: Altın için Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	dmax	k	Ki-Kare Test İstatistiği	Ki-Kare P-Değeri	İlişki ve Yönü
Gold	Silver	1	1	0,087567	0,7673	Yok
	Palladium	1	14	31,90647	0,0041*	Palladium→Gold
	Platin	1	3	1,524937	0,6765	Yok
	Brent	1	1	0,436423	0,5089	Yok
	Gold VIX	1	10	22,42152	0,0131*	Gold VIX → Gold
	VIX Korku Endeksi	1	10	20,3225	0,0263*	VIX→ Gold
	USA 10 Y.T.R.	1	1	2,358068	0,1246	Yok
	Bitcoin	1	14	34,02268	0,002*	Bitcoin → Gold
	MSCI World	1	10	14,4019	0,1554	Yok
	BCOM	1	8	18,24464	0,0195*	BCOM → Gold
	TEU	1	7	15,99498	0,0252	TEU→Gold
	TMU	1	9	18,90986	0,026*	TMU→Gold
	EPU	1	1	8,06446	0,0045*	EPU→Gold
Gold VIX	Gold	1	10	18,5031	0,047*	Gold→ Gold VIX
Bitcoin		1	14	26,83976	0,0202*	Gold→ Bitcoin
MSCI World		1	10	22,8405	0,0114*	Gold→ MSCI World
BCOM		1	8	154,5884	0,000*	Gold→ BCOM

* %5 düzeyinde ** %10 düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır. Optimal gecikme uzunluğu Akaike Bilgi Kriterine göre belirlenmiştir, dmax= Lee Strazicich birim kök testine göre maksimum durağanlaşma seviyesi, k=VAR gecikme uzunluğu

Tablo 4’te önce Altın bağımlı değişken diğer kıymetli metaller ile makroekonomik değişkenler bağımsız değişken olarak alınmış ve analiz gerçekleştirilmiştir. Daha sonra Altın bağımsız değişken diğer kıymetli metaller ile makroekonomik değişkenler bağımlı değişken olarak alınmış ve tekrar analiz gerçekleştirilmiştir. Tablo 4’ten elde edilen bulgulara göre; Altın bağımlı değişken iken gümüş, platin, Brent Petrol, ABD 10 yıllık tahvil faizi ve MSCI World endeksi serilerinden Altına doğru %5 anlamlılık seviyesinde nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır yani kurulan temel hipotez kabul edilmiştir. Diğer taraftan paladyum, altın VIX, VIX Korku Endeksi, Bitcoin, Bloomberg emtia endeksi, Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksi, Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksi ve ekonomik belirsizlik endeksi serilerinden altına doğru %5 anlamlılık seviyesinde nedensellik ilişkisine rastlanmıştır yani kurulan temel hipotezin reddedildiği, alternatif hipotezin reddedilemediği görülmektedir. Altının bağımsız değişken olduğu durumda ise Altın VIX, Bitcoin, MSCI World ve Bloomberg emtia endeksi serilerine doğru yine %5 anlamlılık seviyesinde nedensellik ilişkisine rastlanmıştır. Kurulan hipotezin reddedildiği, alternatif hipotezin reddedilemediği görülmektedir. Altının bağımsız değişken olduğu durumda ise Altın VIX, Bitcoin, MSCI World ve Bloomberg emtia endeksi dışındaki diğer değişkenlerin nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Bu sebeple Tablo 4’te altının bağımsız değişken olduğu durumda sadece nedensellik etkisi görülen değişkenler yer almıştır.

H_0 : Bağımsız değişken bağımlı değişkenin Granger nedeni değildir.

H_1 : Bağımsız değişken bağımlı değişkenin Granger nedenidir.

Özetle, altının fiyat oluşumunda Paladyum, Altın VIX, VIX Korku Endeksi, Bitcoin, Bloomberg emtia endeksi, Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksi, Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksi ve ekonomik belirsizlik endeksinin etkisi ortaya çıkmıştır. Ayrıca altın fiyatının da Altın VIX, Bitcoin, Bloomberg emtia endeksi ve MSCI World endeksi fiyat oluşumunda etkili olduğu görülmüştür.

Tablo 5: Gümüş için Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	dmax	k	Ki-Kare Test İstatistiği	Ki-Kare P-Değeri	İlişki ve Yönü
Silver	Gold	1	1	3,289093	0,0697**	Gold→Silver
	Palladium	1	11	15,04998	0,1802	Yok
	Platin	1	3	5,698354	0,1272	Yok
	Brent	1	1	0,131854	0,7165	Yok
	Silver VIX	1	3	4,382987	0,223	Yok
	VIX Korku Endeksi	1	7	18,48641	0,01*	VIX→Silver
	USA 10 YTR	1	1	4,751689	0,0293*	USA 10 YTR→Silver
	Bitcoin	1	4	4,321298	0,3756	Yok

	MSCI World	1	10	10,80076	0,3732	Yok
	BCOM	1	2	1,717027	0,4238	Yok
	TEU	1	7	20,34228	0,0049*	TEU→Silver
	TMU	1	7	17,6986	0,0134*	TMU→Silver
	EPU	1	1	1,487116	0,2227	Yok
Silver VIX	Silver	1	3	14,33974	0,0025	Silver→Silver VIX
BCOM		1	2	208,7214	0,000*	Silver→BCOM
TEU		1	7	12,31017	0,0908**	Silver→TEU

* %5 düzeyinde ** %10 düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır. Optimal gecikme uzunluğu Akaike Bilgi Kriterine göre belirlenmiştir, dmax= Lee Strazicich birim kök testine göre maksimum durağanlaşma seviyesi, k=VAR gecikme uzunluğu

Tablo 5'te önce gümüş bağımlı değişken diğer kıymetli metaller ile makroekonomik değişkenler bağımsız değişken olarak alınmış ve analiz gerçekleştirilmiştir. Daha sonra gümüş bağımsız değişken diğer kıymetli metaller ile makroekonomik değişkenler bağımlı değişken olarak alınmış ve tekrar analiz gerçekleştirilmiştir. Tablo 5'ten elde edilen bulgulara göre; gümüş bağımlı değişken iken paladyum, platin, ham petrol, gümüş VIX, Bitcoin, MSCI world endeksi, Bloomberg emtia endeksi ve ekonomik belirsizlik endeksi serilerinden gümüşe doğru %5 anlamlılık seviyesinde nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır yani kurulan temel hipotez kabul edilmiştir. Diğer taraftan VIX Korku Endeksi, ABD 10 yıllık tahvil faizi, Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksi ve Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksi serilerinden gümüşe doğru %5, altından gümüşe doğru %10 anlamlılık seviyesinde nedensellik ilişkisine rastlanmıştır yani kurulan temel hipotezin reddedildiği, alternatif hipotezin reddedilemediği görülmektedir. Gümüşün bağımsız değişken olduğu durumda ise Gümüş VIX ve Bloomberg emtia endeksi serilerine doğru yine %5 anlamlılık seviyesinde kurulan temel hipotezin reddedildiği, alternatif hipotezin reddedilemediği görülmektedir. Yine Gümüşün bağımsız değişken iken Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksi serisine doğru yine %10 anlamlılık seviyesinde nedensellik ilişkisine rastlanmıştır. Yani kurulan temel hipotezin reddedildiği, alternatif hipotezin reddedilemediği görülmektedir. Gümüşün bağımsız değişken olduğu durumda diğer değişkenler ile nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Bu sebeple diğer değişkenler tabloda verilmemiştir. Bu sebeple Tablo 5'te gümüşün bağımsız değişken olduğu durumda sadece nedensellik etkisi görülen değişkenler yer almıştır.

H₀: Bağımsız değişken bağımlı değişkenin Granger nedeni değildir.

H₁: Bağımsız değişken bağımlı değişkenin Granger nedenidir.

Özetle, gümüş fiyat oluşumunda altın, VIX Korku Endeksi, ABD 10 yıllık tahvil faizi, Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksi ve Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksinin etkisi ortaya çıkmıştır. Ayrıca gümüş fiyatının da Gümüş VIX, Bloomberg emtia endeksi ve Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksi fiyat oluşumunda etkili olduğu görülmüştür.

Tablo 6: Paladyum için Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	dmax	k	Ki-Kare Test İstatistiği	Ki-Kare P-Değeri	İlişki ve Yönü
Palladium	Gold	1	14	40,10438	0,0002*	Gold→Palladium
	Silver	1	11	21,47103	0,0288*	Silver→Palladium
	Platin	0	14	40,55045	0,0002*	Platin→Palladium
	Brent	1	20	52,22022	0,0001*	Brent→Palladium
	VIX Korku Endeksi	0	14	88,45275	0,0000*	VIX→Palladium
	USA 10 YTR	1	14	49,31909	0,0000*	USA 10 Y.T.R.→Palladium
	Bitcoin	0	15	53,59177	0,0000*	Bitcoin→Palladium
	MSCI World	0	14	75,15554	0,0000*	MSCI World→Palladium
	BCOM	1	11	14,02034	0,2319	Yok
	TEU	0	14	10,39343	0,7329	Yok
	TMU	0	12	21,3844	0,045*	TMU→Palladium
	EPU	0	38	148,9809	0,0000*	EPU→Palladium
Brent	Palladium	1	20	81,38453	0,0000*	Palladium→Brent
VIX Korku Endeksi		0	14	124,8022	0,0000*	Palladium→VIX
USA 10 Y.T.R.		1	14	48,04976	0,0000*	Palladium→USA 10 Y.T.R.
MSCI World		0	14	102,8317	0,0000*	Palladium→MSCI World
BCOM		1	11	89,31619	0,0000*	Palladium→BCOM
Bitcoin		0	15	37,70466	0,001*	Palladium→Bitcoin

TEU		0	14	45,38203	0,0000*	Palladium→TEU
TMU		0	12	61,67635	0,0000*	Palladium→TMU
EPU		0	38	228,1755	0,0000*	Palladium→EPU

* %5 düzeyinde ** %10 düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır. Optimal gecikme uzunluğu Akaike Bilgi Kriterine göre belirlenmiştir, dmax= Lee Strazicich birim kök testine göre maksimum durağanlaşma seviyesi, k=VAR gecikme uzunluğu

Tablo 6’da önce paladyum bağımlı değişken diğer kıymetli metaller ile makroekonomik değişkenler bağımsız değişken olarak alınmış ve analiz gerçekleştirilmiştir. Daha sonra paladyum bağımsız değişken diğer kıymetli metaller ile makroekonomik değişkenler bağımlı değişken olarak alınmış ve tekrar analiz gerçekleştirilmiştir. Tablo 6’dan elde edilen bulgulara göre paladyum bağımlı değişken iken Bloomberg emtia endeksi ve Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksi serilerinden paladyuma doğru %5 anlamlılık seviyesinde nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır yani kurulan temel hipotez kabul edilmiştir. Diğer taraftan altın, gümüş, platin, Brent Petrol, VIX Korku Endeksi, ABD 10 yıllık tahvil faizi, Bitcoin, MSCI world, Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksi ve ekonomik belirsizlik endeksi serilerinden paladyuma doğru %5 anlamlılık seviyesinde nedensellik ilişkisine rastlanmıştır yani kurulan temel hipotezin reddedildiği, alternatif hipotezin reddedilemediği görülmektedir. Paladyumun bağımsız değişken olduğu durumda ise paladyumdan Brent Petrol, VIX Korku Endeksi, ABD 10 yıllık tahvil faizi, Bitcoin, MSCI World, Bloomberg emtia endeksi, Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksi, Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksi ve ekonomik belirsizlik endeksi serilerine doğru %5 anlamlılık seviyesinde nedensellik ilişkisine rastlanmıştır. Yani kurulan temel hipotezin reddedildiği, alternatif hipotezin reddedilemediği görülmektedir. Paladyumun bağımsız değişken olduğu durumda diğer değişkenler ile nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Bu sebeple Tablo 6’da paladyumun bağımsız değişken olduğu durumda sadece nedensellik etkisi görülen değişkenler yer almıştır.

H_0 : Bağımsız değişken bağımlı değişkenin Granger nedeni değildir.

H_1 : Bağımsız değişken bağımlı değişkenin Granger nedenidir.

Kıymetli metallerden Paladyumun fiyat oluşumunda altın, gümüş, platin, Brent Petrol, VIX Korku Endeksi, ABD 10 yıllık tahvil faizi, Bitcoin, MSCI World, Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksi ve ekonomik belirsizlik endeksinin etkisi ortaya çıkmıştır. Ayrıca paladyum fiyatının da Brent Petrol, VIX Korku Endeksi, ABD 10 yıllık tahvil faizi, Bitcoin, MSCI World, Bloomberg emtia endeksi, Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksi, Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksi ve ekonomik belirsizlik endeksi fiyat oluşumunda etkili olduğu görülmüştür.

Tablo 7: Platin için Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	dmax	k	Ki-Kare Test İstatistiği	Ki-Kare P-Değeri	İlişki ve Yönü
Platin	Gold	1	3	4,060813	0,255	Yok

	Silver	1	3	3,934435	0,2686	Yok
	Palladium	0	14	26,40879	0,0230*	Palladium→Platin
	Brent	1	1	1,104311	0,2933	Yok
	VIX Korku Endeksi	0	5	24,9036	0,0001*	VIX→Platin
	USA 10 YTR	1	3	4,301753	0,2307	Yok
	Bitcoin	0	5	5,757801	0,3305	Yok
	MSCI World	0	14	20,42953	0,1172	Yok
	BCOM	1	3	2,980074	0,3947	Yok
	TEU	0	7	23,38638	0,0015*	TEU→Platin
	TMU	0	5	15,60977	0,0081*	TMU→Platin
	EPU	0	5	9,134803	0,1038	Yok
MSCI World		0	14	22,92008	0,0616**	Platin→MSCI World
BCOM		1	3	153,4653	0,0000*	Platin→BCOM
TEU	Platin	0	7	17,73576	0,0132*	Platin→TEU
TMU		0	5	23,2814	0,0003*	Platin→TMU
EPU		0	5	12,14678	0,0328	Platin→EPU

* %5 düzeyinde ** %10 düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır. Optimal gecikme uzunluğu Akaike Bilgi Kriterine göre belirlenmiştir, dmax= Lee Strazicich birim kök testine göre maksimum durağanlaşma seviyesi, k=VAR gecikme uzunluğu

Tablo 7’de önce platin bağımlı değişken diğer kıymetli metaller ile makroekonomik değişkenler bağımsız değişken olarak alınmış ve analiz gerçekleştirilmiştir. Daha sonra platin bağımsız değişken diğer kıymetli metaller ile makroekonomik değişkenler bağımlı değişken olarak alınmış ve tekrar analiz gerçekleştirilmiştir. Tablo 7’den elde edilen bulgulara göre platin bağımlı değişken iken altın, gümüş, brent petrol, ABD 10 yıllık tahvil faizi, Bitcoin, MSCI world, Bloomberg emtia endeksi ve ekonomik belirsizlik endeksi serilerinden platine doğru %5 anlamlılık seviyesinde nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Yani kurulan temel hipotez kabul edilmiştir. Diğer taraftan paladyum, VIX Korku Endeksi, Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksi ve Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksi serilerinden platine doğru %5 anlamlılık seviyesinde nedensellik ilişkisine rastlanmıştır yani kurulan temel hipotezinin reddedildiği, alternatif hipotezin reddedilemediği görülmektedir. Platin Bağımsız değişken olduğu durumda ise platinden Bloomberg emtia endeksi, Twitter tabanlı ekonomik

belirsizlik endeksi, Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksi ve ekonomik belirsizlik endeksi serilerine doğru %5 anlamlılık seviyesinde, MSCI World endeksi ile %10 anlamlılık seviyesinde nedensellik ilişkisine rastlanmıştır. Kurulan temel hipotezin reddedildiği, alternatif hipotezin reddedilemediği görülmektedir. Platinin bağımsız değişken olduğu durumda diğer değişkenler ile nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Bu sebeple Tablo 7’de platinin bağımsız değişken olduğu durumda sadece nedensellik etkisi görülen değişkenler yer almıştır.

H₀: Bağımsız değişken bağımlı değişkenin Granger nedeni değildir.

H₁: Bağımsız değişken bağımlı değişkenin Granger nedenidir.

Kıymetli metallerden platin fiyat oluşumunda paladyum, VIX Korku Endeksi, Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksi ve Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksinin bir etkisini ortaya koymaktadır. Platin fiyatının da MSCI World, Bloomberg emtia endeksi, Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksi ve Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksi fiyat oluşumunda etkili olduğu görülmüştür.

6. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Kıymetli metallerin ekonomik değerlerinin yüksek olması, altın ve gümüşü uzun yıllardır yatırım aracı haline getirmiştir. Platin ve paladyumun bulunması ile 20. yüzyıl başlarında bu metaller de yatırım aracı haline gelmiştir. Hem vadeli hem de spot piyasada spekülasyon ve arbitraj amaçlı işlemlere konu olan kıymetli metaller, fiyatı uluslararası piyasalarda oluşan araçlardır. Özellikle küresel kriz, belirsizlik, savaş, salgın hastalık ve yüksek enflasyon dönemlerinin güvenli limanı haline gelen kıymetli metaller hem bireysel, hem kurumsal yatırımcıların aynı zamanda da devletlerin popüler yatırım aracıdır. Finans ve emtia piyasalarında önemli işlem hacmine ulaşan kıymetli metal ticareti, araştırmacıları bu alanla ilgili çalışma yapmaya yönlendirmiştir. Kıymetli metaller özellikle Türkiye’de hem güvenli liman hem de portföy çeşitlendirmede kullanılan araçlardır. Geçmişte fiziki yatırımın temel aktörlerinden altın bugün de bu özelliğini korumaktadır. Artan finansal teknoloji ürünleriyle sadece altın değil diğer kıymetli metaller de hem bireysel hem de kurumsal yatırımcıların portföylerindeki yerlerini almıştır. Kıymetli metallerin hem kendi aralarında hem de diğer makroekonomik değişkenlerle olan ilişkisi bu alanda yatırım yapan yatırımcıların karar alma süreçlerini kolaylaştıracaktır.

Bu çalışmada 09/07/2012 ile 15/09/2020 dönemine ilişkin veriler incelenmiştir. Bu kapsamda altın, gümüş, paladyum, platin, VIX Korku Endeksi, Altın VIX, Gümüş VIX, Brent Petrol, Bitcoin, ABD 10 yıllık tahvil faiz oranı, MSCI World endeksi, Bloomberg emtia endeksi, Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksi, Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksi ve ekonomik belirsizlik endeksi arasında nedensellik ilişkisi olup olmadığı incelenmiştir. Nedensellik analizi öncesi serilerin durağanlaşma seviyelerine Lee-Strazicich birim kök testi ile bakılmıştır. Optimum gecikme uzunlukları bulunmuş ve Toda-Yamamoto testiyle değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır.

Lee-Strazicich birim kök testi sonuçlarına göre altın, gümüş, Brent Petrol, ABD 10 yıllık tahvil faiz oranı ve Bloomberg emtia endeksi birinci farkta durağan hale gelirken diğer değişkenler düzeyde durağandır. Toda-Yamamoto nedensellik analizi ile altın, gümüş, paladyum ve platinin %5 ve %10 anlamlılık seviyelerinde birçok nedenselliğe rastlanmıştır.

Kıymetli metallerin kendi aralarındaki analize bakıldığında paladyumun altın ve platin fiyatı üzerinde etkisi belirlenmiştir. Yine altının gümüş, platin ve paladyum üzerinde nedensellik etkisi tespit edilmiştir. VIX Korku Endeksi, Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksi ve Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksinin bu dört kıymetli metalin fiyatına etkisi

saptanmıştır. Belirsizlik ve korku ölçümü yapan bu sosyal faktörlerin kıymetli metaller üzerindeki etkisi, kıymetli metallerin güvenli liman özelliğine vurgu yapmaktadır.

Diğer taraftan Bloomberg emtia endeksi sadece altının fiyat oluşumuna etki ederken, tüm kıymetli metallerin emtia endeksi üzerine nedensellik etkisi belirlenmiştir.

Altın, Bitcoin ve AltınVIX ile karşılıklı nedensellik ilişkisine sahiptir. Gümüş ile Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksinin karşılıklı etkileşimi tespit edilmiştir. Platin, Twitter tabanlı ekonomik belirsizlik endeksi ve Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksi ile karşılıklı nedensellik ilişkisine sahiptir. Paladyum, Brent Petrol, VIX Korku Endeksi, ABD 10 yıllık tahvil faiz oranı, MSCI World endeksi, Bitcoin, Twitter tabanlı pazar belirsizlik endeksi ve ekonomik belirsizlik endeksi ile karşılıklı etkileşim içerisindedir. Tüm bu bulgular kıymetli metallerin ilişkili olduğu diğer değişkenleri ortaya koymaktadır. Buradan itti temel sonuç elde edilmektedir. İlki, nedensellik ilişkisi olan iki değişkenden bir tanesinde meydana gelmiş veya ileride meydana gelecek artış veya azalış diğer değişkende de görülebileceği için alınacak uygun pozisyonla yatırımcılar bu durumdan kazanç sağlayabilir. Diğer sonuç ise; nedensellik ilişkisine sahip olmayan araştırmaya konu olan yatırım araçları portföy çeşitlendirme amacıyla kullanılabilir. Ayrıca günümüz dijital platformları gözlemleyerek piyasaların ve ekonomik gelişmelerin nabzını tutan endeksler yatırım araçlarına yatırım yapip yapmama konusunda veya yatırım zamanlaması konusunda karar alma süreçlerine yardımcı olabilecektir.

Çalışma sonuçları literatür ile karşılaştırıldığında, Açıcağ vd. (2020), Baur ve Smales (2020), Huynh (2020) araştırmaları ile benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Arif vd. (2019) ile çok az benzerlik olsa da Salisu vd. (2020), Li ve Lucey (2017) ve Bhatia vd. (2018) çalışmaları ile farklı sonuçlara ulaşılmıştır.

KAYNAKÇA

1. Açıcağ, A., Gülsar, E., & Meriç, E. (2020). Kıymetli Madenlerin Birbirleriyle İlişkisi: Asimetrik Nedensellik. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 10.
2. Alptürk, Y., Tunçel, M. B., Yılmaz, T., & Bekci, İ. (2021). Ham Petrol Fiyatları ve Katılım Endeksleri Arasındaki İlişkinin Tespitine Yönelik Bir Araştırma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 24(1), 162-172. doi: 10.29249/selcuksbmyd.885756
3. Arif, I., & Khan, L. (2019). Relationship between Oil Price and White Precious Metals Return: New Evidence from Quantile-on-Quantile Regression. 15.
4. Asil, Ü. (2010). Kıymetli Madenlerin Sermaye Piyasasında Fon Ve Portföy Oluşturulmasında Kullanılması. *Marmara Üniversitesi Bankacılık Ve Sigortacılık Enstitüsü Sermaye Piyasası ve Borsa Anabilim Dalı YL Tezi*.
5. Batten, J., Lucey, B., McGroarty, F., Peat, M., & Urquhart, A. (2017). Stylized facts of intraday precious metals. *PLOS ONE*, 12(4), e0174232. doi: 10.1371/journal.pone.0174232
6. Baur, D. G., & Smales, L. A. (2020). Hedging geopolitical risk with precious metals. *Journal of Banking & Finance*, 117, 105823. doi: 10.1016/j.jbankfin.2020.105823
7. Bayat, T., Aydın, A. F., Kayhan, S., & Adıgüzel, U. (2011). Causality Analysis Of Economic Growth, Electricity Consumption And Employment In Manufacturing Industry: Examples Of Turkey. 12.
8. 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. doi: 10.1016/j.resourpol.2017.12.008
9. Bloxham, L., Brown, S., Cole, L., Cowley, A., Fujita, M., Girardot, N., Xiaoyan, F. (2021). The Pgm market report is written by Alison Cowley. 44.

10. Çelik, U., & Başarır, C. (2017). The Prediction of Precious Metal Prices via Artificial Neural Network by Using RapidMiner. *Alphanumeric Journal*, 5(1), 45-45. doi: 10.17093/alphanumeric.290381
11. Darst, D. M. (Author). (2013). *Wiley RealTime Finance: Portfolio Investment Opportunities in Precious Metals*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
12. Deniz, D., Sakarya, Ş., & Okuyan, H. A. (2018). Kıymetli Madenlerin Portföy Çeşitlendirmesine Katkısı: BİST Uygulaması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. doi: 10.30798/makuiibf.416028
13. Erdoğan, N. K. (2017). Finansal Zaman Serilerinin Fraktal Analizi. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. Kasım 2017
14. Eryiğit, 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. doi: 10.1080/1331677X.2017.1305778
15. Esed, M. (2002). Kur'an mesajı: Meal tefsir (2. bs; C. Koytak & A. Ertürk, Çev.). İstanbul: İşaret Yayınları.
16. Ganz, D. L. (2011). *The Essential Guide to Investing in Precious Metals*. Wisconsin USA: Krause Publications.
17. Gazel, S. (2018). Değerli Metaller Ve Makroekonomik Değişkenler: Türkiye İçin Bir Fourier Eşbütünleşme Testi Uygulaması. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. doi: 10.18657/yonveek.310335
18. Gold Demand Trends Q2 2022. (2022).
19. Gotthelf, P. (2005). *Precious metals trading: How to profit from major market moves*. Hoboken, N.J: John Wiley & Sons.
20. Gültekin, Ö. E., & Hayat, E. A. (2016). Altın Fiyatını Etkileyen Faktörlerin Var Modeli İle Analizi:2005-2015 Dönemi. *Ege Akademik Bakis (Ege Academic Review)*, 16(4), 4-4. doi: 10.21121/eab.2016119951
21. He, K., Chen, Y., & Tso, G. K. F. (2017). Price forecasting in the precious metal market: A multivariate EMD denoising approach. *Resources Policy*, 54, 9-24. doi: 10.1016/j.resourpol.2017.08.006
22. Huynh, T. L. D. (2020). The effect of uncertainty on the precious metals market: New insights from Transfer Entropy and Neural Network VAR. *Resources Policy*, 66, 101623. doi: 10.1016/j.resourpol.2020.101623
23. Just, M., Łuczak, A., & Kozera, A. (2019). Conditional Dependence Structure In The Precious Metals Futures Market. *International Journal of Economic Sciences*, VIII(1). doi: 10.20472/ES.2019.8.1.006
24. Kamışlı, M., Kamışlı, S., & Temizel, F. (2017). Emtia Fiyatları Birbirlerini Etkiler Mi? Asimetrik Frekans Nedensellik Analizi. *International Journal of Management Economics and Business*, 13(ICMEB17), 0-0. doi: 10.17130/ijmeb.2017ICMEB1735922
25. Kaya, M. (2021). Seçili Kripto Para Birimleri Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisinin Analizi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 13 (2) , s. 147.
26. Kırkulak-Uludağ, B., & Lkhamazhapov, Z. (2017). Volatility dynamics of precious metals: Evidence from Russia. *Finance a Úvër-Czech Journal of Economics and Finance*, 4(67), 18.
27. Kildioğlu, K. (2008). Kıymetli Madenlerin Fiyatlarındaki Değişimlerin Bazı Makroekonomik Göstergelerle İlişkisi Üzerine Ekonometrik Bir Deneme. *Kadir Has Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Finans Bankacılık Doktora Programı, Doktora Tezi*.
28. Koy, A., & Çetin, G. (2016). Metal Vadeli İşlem Piyasaları ve Doğrusal Olmayan Dinamikleri. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*. Cilt 4, Sayı 4, 2016, ss.165-176. ISSN:2147-804X
29. Koy, A., Çetin, G., & Ersan, İ. (2017). Uluslararası Kıymetli Metal Piyasalarının Rejim Dinamikleri. *Maliye Finans Yazıları*, 1(107), 26-40. doi: 10.33203/mfy.307172

30. Küçükaksoy, İ., & Yalçın, D. (2017). Altın Fiyatlarını Etkileyebilecek Faktörlerin İncelenmesi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt 13, Yıl 13, Sayı 2
31. Lakshmanan, V. I., & Gorain, B. (2019). *Innovations and breakthroughs in the gold and silver industries: Concepts, applications and future trends*. Cham: Springer.
32. Lee, J., & Strazicich, M. C. (2003). Minimum Lagrange Multiplier Unit Root Test With Two Structural Breaks. *The Review Of Economics And Statistics*, 8.
33. Li, S., & Lucey, B. M. (2017). Reassessing the role of precious metals as safe havens– What colour is your haven and why? *Journal of Commodity Markets*, 7, 1-14. doi: 10.1016/j.jcomm.2017.05.003
34. Matthey, J. (2022). *PGM Market Report May 2022*. 60.
35. Medetoğlu, B., & Doğru, E. (2022). Toda-Yamamoto Testi ile Nedensellik İlişkisi Tespiti: Değerli Metaller Üzerine Bir Uygulama. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. doi: 10.29106/fesa.1183279
36. Mladjenovic, P. J. (2008). *Precious metals investing for dummies*. Hoboken, N.J: Wiley.
37. Morali, T., & Uyar, U. (2018). Kıymetli Metaller Piyasasının Fraktal Analizi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(3), 2203-2218. doi: 10.17218/hititsosbil.441151
38. Özkan, T., & Kolay, Ç. (2016). The Empirical Analysis of the Basic Factors Effecting the Gold Market in Turkey. 573-582. doi: 10.36880/C07.01728
39. Rehman, M. U. (2020). Do bitcoin and precious metals do any good together? An extreme dependence and risk spillover analysis. *Resources Policy*, 68, 101737. doi: 10.1016/j.resourpol.2020.101737
40. Salisu, A. A., Ogbonna, A. E., & Adewuyi, A. (2020). Google trends and the predictability of precious metals. *Resources Policy*, 65, 101542. doi: 10.1016/j.resourpol.2019.101542
41. Spurga, R. C. (2006). *Commodity fundamentals: How to trade the precious metals, energy, grain, and tropical commodity markets*. Hoboken, N.J: John Wiley & Sons.
42. Şerbetçi, A., Alptürk, Y., & Ceyhan, T. (2021). The Effect of Coronavirus Pandemic and Recognition on Bitcoin with Precious Metal Prices: A Causality Analysis. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2229-2250. doi: 10.33437/ksusbd.941153
43. Temel, F., & Güneş, H. (2022). Emtialarda Haftanın Günü Anomalisinin Egarch Modeli İle Test Edilmesi
44. Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66(1-2), 225-250. doi: 10.1016/0304-4076(94)01616-8
45. World Silver Survey. (2020). Washington, D.C.: Silver Institute.
46. World Silver Survey. (2022). Washington, D.C.: Silver Institute.
47. Zysk, E. D. (Ed.). (1982). *Precious metals 1981: Proceedings of the fifth International Precious Metals Institute conference, held in Providence, R.I., June 2 - 5, 1981*. Toronto: Pergamon Press.
48. <https://www.cnnturk.com/bilim-teknoloji/paladyum-nedir-paladyum-nerelerde-kullanilir>
49. https://tr.wikipedia.org/wiki/Platin_E.t
50. <https://tr.investing.com/commodities/metals>