

KORKU İNDEKSİ (VIX) İLE PETROL VE ALTIN FİYATLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN AMPİRİK BİR ANALİZİ

İsmail KAVAZ¹, Fatih CEYLAN², Mustafa ÜNLÜ³

Gönderim tarihi: 13.07.2020 Kabul tarihi: 28.07.2021

Öz

Finansal piyasalarda alınan kararları etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden birisi de korku indeksidir. Oynaklık indeksi olarak da bilinen bu parametre karar alıcıların piyasadaki hareketlerine yön vermektedir. Bu bağlamda, söz konusu indeks ile finansal piyasaların işleyişi hakkında bilgi veren diğer değişkenler arasında yakın bir ilişkinin varlığı literatürde derinlemesine incelenmektedir. Petrol ve altın fiyatları bu alanda öne çıkmaktadır. Dolayısıyla korku indeksi ile petrol ve altın fiyatları arasında doğrudan veya dolaylı olarak bir etkileşimin varlığından bahsedilebilir. Bu çalışmada, yatırımcıların finansal piyasalara dair beklentilerinin bir ölçümü olan VIX indeksi ile petrol ve altın fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisi 1990-2020 dönemi için aylık veriler kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda VIX değişkeninin özellikle kısa ve uzun dönemde petrol fiyatlarının nedeni olduğu aynı zamanda petrol fiyatlarının da altın fiyatlarının orta ve uzun dönemde nedeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Korku İndeksi (VIX), Petrol Fiyatları, Altın Fiyatları, Nedensellik İlişkisi

JEL Sınıflaması: C01, D53, E44

AN EMPIRICAL ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP AMONG THE FEAR INDEX (VIX), OIL AND GOLD PRICES

Abstract

There are many factors that affect the decisions taken in the financial markets. The fear index is one of these factors. This parameter which is also known as volatility index guides the movements of the decision-makers in the market. In this study, the causality relationship between the VIX index, which is a measure of the investors' expectations about the financial markets, and oil and gold prices was analysed by using monthly data for the period of 1990-2020. In line with the obtained findings, it was concluded that while VIX is the cause of oil prices especially in the short and long term, oil prices are the cause of gold prices in the medium and long term.

Keywords: Fear Index (VIX), Oil Prices, Gold Prices, Causality Relationship

JEL Codes: C01, D53, E44

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Fırat Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölümü,

i.kavaz@firat.edu.tr, ORCID: 0000 0002 3044 795X

² Dr., Uşak Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, fatih.ceylan@usak.edu.tr, ORCID: 0000 0002 3685 2032

³ Dr., Bingöl Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, munlu@bingol.edu.tr, ORCID: 0000 0001 6652 8535

1. Giriş

Finansal piyasalarda risk unsuru önemli bir etmen olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda riskli yatırımlara karar verilirken birtakım indeksler analiz edilmektedir. Oynaklık İndeksi (Volatility Index-VIX) bu çerçevede piyasa oyuncularının dikkatle takip ettikleri ve geleceğe yönelik tahminlerini yönlendiren bir parametredir. Literatürde “Korku İndeksi” (Fear Index) olarak da bilinen VIX, S&P500 indeksinin gelecek 30 günlük periyotlardaki beklenen değişimlerini ölçmek için kullanılan bir kriterdir. Borsadaki işlemlerin oynaklığı hakkında fikir veren VIX, yakın veya kısa vadede Chicago Opsiyon Borsası (Chicago Board Options Exchange-CBOE) üzerinden gerçekleştirilen çift taraflı işlemler (alış-satış) takip edilerek oluşturulmaktadır (Dash ve Moran, 2005).

Piyasada aşırı bir şekilde artış veya azalış hareketleri görüldüğünde yatırımcılar alış veya satış yönünde eylemlerde bulunurlar. Bu durum ise opsiyon oynaklıklarında ve dolayısıyla VIX’te güçlü dalgalanmalara sebep olmaktadır. Genel olarak VIX, 20’nin altında ise piyasada dalgalanmanın ve riskin az olduğu, 30’un üzerinde ise oynaklığın ve belirsizliğin fazla olduğu şeklinde yorumlanmaktadır (Cohen ve Qadan, 2010). Örneğin, küresel ekonomik krizin meydana geldiği Ekim 2008’de VIX yaklaşık 80 değerine kadar yükselmiştir (Bardgett ve diğ., 2019). Bunun ötesinde, COVID-19 salgını ile birlikte piyasalarda yaşanan belirsizlikten dolayı Mart 2020’de söz konusu indeks kabaca 85 olarak ölçülerek finansal kriz dönemindeki değerini aşmış ve tarihi rekor seviyesine ulaşmıştır (Baker ve diğ., 2020). Bunların dışında ise genel olarak 10 ile 20 arasında değerler aldığı görülmektedir. Dolayısıyla, piyasadaki yatırımcıların almış oldukları pozisyonlar ile VIX hareketleri arasında doğrudan bir ilişkinin varlığından bahsedilebilir. Bununla beraber VIX ile altın ve petrol gibi çeşitli ürünlerin fiyatları arasındaki ilişki daha spesifik bir analiz gerektirmektedir.

Petrol, günümüz dünyasında vazgeçilmez ve stratejik bir ürün olarak kabul görmektedir. Piyasadaki birçok üretim süreci ve fiyat eğilimleri petrole göre belirlenmektedir. Ayrıca gerek ulaşımda gerekse sanayi alanında sıklıkla kullanılan bir kaynak olduğundan dolayı petrol zorunlu tüketim malı sınıfına girmektedir. Altın ise tüm dünyada yüzyıllardır kabul gören bir değişim aracı ve güvenli liman olma özellikleri ile küresel piyasalara yön verme yetisine sahiptir. Bu bağlamda petrol ile altın fiyatları arasındaki ilişki neredeyse tüm emtia piyasasındaki fiyat değişimleri üzerinde etkilidir.

VIX ile çeşitli emtia fiyatları arasındaki ilişki ise piyasanın genel görünümü hakkında bilgi vermekle beraber yatırım kararları üzerinde belirleyici olma potansiyeline sahiptir. Yukarıda bahsedildiği üzere yatırımcının kendisini güvenceye alması açısından VIX önemli ipuçları sunmaktadır. Dolayısıyla VIX ile piyasada işlem gören diğer ürünler arasındaki

ilişki gerek literatürde gerekse reel sektörde işlem yapan aktörler tarafından sıklıkla araştırılmaktadır. Söz konusu ilişki altın ve petrol fiyatlarının nasıl bir değişim göstereceği ve bu durumun diğer piyasalara ne gibi etkileri olacağı konusunda da bilgiler sunmaktadır.

Bu çalışmada piyasa katılımcılarının geleceğe yönelik belirsizliklerinden kaynaklı endişelerini ölçmede kullanılan VIX ile altın ve petrol fiyatları arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiler araştırılmaktadır. Böylece piyasa katılımcıları risk iştahı ile emtia fiyatları arasındaki kısa ve uzun dönemli dinamik ilişkileri daha iyi modelleme ve öngörü imkânı bulacaklardır. Bu amaçla çalışmada kullanılan değişkenlerin farklı derecelerde entegre olması nedeniyle öncelikle geleneksel bir nedensellik testi olan Hacker-Hatemi (2012) nedensellik testi uygulanmıştır. Geleneksel nedensellik testleri zaman boyutunda tek bir test sonucu üretmektedirler. Ancak zaman boyutunda özellikle oynaklığı yüksek değişkenlerde geçici ve kalıcı ilişkileri daha iyi anlamak gerekebilir. Bu nedenle çalışmada ele alınan değişkenler arasındaki yüksek ve düşük frekanslarda geçici ve kalıcı bağlantıları tespit etmek amacıyla Breitung-Candelon (2006) frekans domain nedensellik testi de uygulanmıştır.

Çalışmanın diğer kısımları sırasıyla literatür taraması, metodoloji, veri, ampirik bulgular ve sonuç bölümlerinden oluşmaktadır.

2. Literatür Taraması

Borsa indeksleri ile altın ve petrol fiyatları arasındaki ilişkinin incelenmesi bakımından geniş sayılabilecek bir literatür bulunmaktadır. Bu bağlamda özellikle petrol ve altın fiyatları arasındaki ilişki teorik ve ampirik literatürde ön plana çıkmaktadır. Yapılan çalışmalardan bazıları petrol fiyatlarında yaşanan yükselişin altın fiyatlarını pozitif bir şekilde etkilediği çıkarımında bulunurken (Cashin ve diğ. 1999; Zhang ve Wei 2010; Simakova 2011; Bampinasa ve Panagiotidis 2015; Nirmala ve Deepthy 2015; Kumar, 2017) bir kısmı ise bu durumun tam tersini işaret etmektedir (Poyraz ve Didin 2008; Wang ve diğ. 2010). Bununla beraber literatürde söz konusu ilişkinin çift yönlü olduğunu, yani petrol ve altın fiyatlarının birbirini karşılıklı etkilediğini iddia eden çalışmalar da bulunmaktadır (Pindyck ve Rotemberg 1990; Weng 2011; Lee ve Chang 2013; Bildirici ve Türkmen 2017).

Literatürde ayrıca değerli metallerle (altın, gümüş, plütonyum, paladyum vb.) petrol fiyatları arasındaki ilişkiyi analiz eden çalışmalar da dikkat çekmektedir. Soytaş ve diğ. (2009) 2 Mayıs 2003 ile 1 Mart 2007 arasındaki dönem için Türkiye spot piyasasından günlük veriler kullanarak bahsi geçen ilişkiyi Toda-Yamamoto nedensellik testi ile incelemişlerdir. Çalışmanın ampirik sonuçlarına göre petrol fiyatlarının değerli metal fiyatları üzerinde önemli bir etkisi gözlemlenmemiştir. Başka bir ifadeyle Türkiye spot piyasasında

oluşan değerli metal fiyatları, küresel petrol fiyatlarındaki değişim ile ilgili bilgi vermektedir. Sarı ve diğ. (2010) ise yine değerli metal fiyatları ile petrol fiyatları arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında altın ile petrol fiyatları arasında uzun dönemde zayıf bir ilişkinin varlığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmalara paralel bir şekilde Bildirici ve Türkmen (2017), doğrusal olmayan ARDL ve doğrusal olmayan Granger nedensellik metodlarını kullanarak petrol fiyatları ile değerli metaller arasındaki ilişkiyi test etmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular petrol ile altın fiyatları arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir. Ayrıca yazarlar altının petrol fiyatlarında yaşanan sert hareketler karşısında güvenli bir yatırım aracı olduğu sonucuna varmışlardır.

Diğer taraftan ampirik çalışmalarda genellikle korku indeksi olarak kullanılan oynaklık indeksi (Volatility Index-VIX) ile altın ve petrol fiyatları arasındaki ikili ve üçlü ilişkiler araştırmacılar tarafından geniş bir şekilde incelenmiştir. Bu çalışmaların bir kısmında spesifik olarak petrol ve altın fiyatları arasındaki bağıntı incelenirken bazılarında ise VIX indeksi, döviz kuru ve hisse senedi fiyatları gibi değişkenler de modele dahil edilerek daha geniş çaplı analizler gerçekleştirilmiştir.

Liu ve diğ. (2013) ARDL Sınır Testi yaklaşımı, Granger Nedensellik Testi ve Etki-Tepki fonksiyonlarını kullanarak petrol, altın ve ABD borsasındaki oynaklık indeksleri arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkileri incelemişlerdir. Yapılan analiz sonucunda incelenen değişkenler arasında uzun dönemde güçlü bir ilişkinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Sonuçların bu şekilde çıkması çalışmanın ABD gibi döviz kuru oynaklıklarının ve enflasyonun az olduğu gelişmiş bir ekonomiye ait verilerle yapılması olarak nitelendirilebilir.

Gözcör ve Kablamacı (2014) yaptıkları çalışmada 27 adet tarım ürünü belirleyip, bu ürünlerin fiyatları ile küresel petrol fiyatları, ABD döviz kuru ve VIX indeksi arasındaki ilişkiyi Ocak-1990 ve Haziran 2013 dönemine ait aylık verileri kullanarak panel nedensellik testi yöntemiyle analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre ABD doları ve VIX indeksinin küresel petrol fiyatları ve seçili tarım ürünlerinin fiyatları üzerinde belirgin bir etkiye sahip oldukları görülmüştür.

Basher ve Sadorsky (2016) çok değişkenli GARCH modelinden faydalanarak günlük verilerle (4 Ocak 2000-31 Temmuz 2014) 23 gelişmekte olan ülke ekonomisinin hisse senedi fiyatları, altın fiyatları, VIX indeksi, petrol fiyatları ve tahvil fiyatları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Elde edilen bulgular gelişmekte olan ülkelerdeki hisse senedi fiyatları ile altın ve petrol fiyatları arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bunun yanında gelişmekte olan ülkelerin hisse senetlerinde görülen fiyat hareketleri karşısında sağ-

lam bir yatırım aracı olarak petrol önerilirken özellikle 2008-2009 ekonomik krizinden sonra altının güvenli liman olarak etkinlik kazandığı vurgulanmaktadır.

Bouri ve diğ. (2017) Hindistan özelinde yaptıkları çalışmada, eşbütünleşme ve lineer olmayan nedensellik testlerini kullanarak altın ve petrol fiyatları arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulmuşlardır. Ayrıca altın ve petrol fiyatlarında yaşanan değişimin Hindistan borsasındaki hisse senetleri üzerinde doğrusal olmayan bir etkisinin bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Yakın geçmişte Yapraklı ve Kaplan (2018) petrol fiyatlarının altın fiyatları üzerindeki doğrudan (ikame) ve dolaylı (enflasyon-fiyat dalgalanmaları) etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada yapısal VAR analizi ve varyansta nedensellik testlerinden faydalanılarak 1986:01 ile 2017:01 arasındaki dönem için brent petrol fiyatları, altın fiyatları ve küresel enflasyon değişkenleri arasındaki ilişki aylık veriler kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, petrol fiyatları ile altın fiyatları arasında negatif yönlü (doğrudan) bir ikame ilişkisi olduğunu ve petrol fiyatlarının fiyat dalgalanmaları yoluyla altın fiyatlarını etkileme gücünün son derece zayıf kaldığını ortaya koymaktadır. Bunun yanında nedensellik testi sonuçlarına göre petrol ile altın fiyatları arasında dolaylı (fiyat dalgalanmaları) bir etkileşim bulunmamaktadır.

Literatürde bulunan çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde çoğu çalışmanın petrol fiyatları ile diğer değişkenler arasındaki ilişkiyi incelerken enflasyonist yaklaşımları benimsedikleri gözlemlenmektedir. Daha açık bir ifadeyle, petrol fiyatlarında yaşanan artışın diğer değişkenlerde de pozitif bir eğilime sebep olduğu görülmektedir. Modele dâhil edilen VIX indeksi ise piyasanın genel gidişatı hakkında bilgiler sunmaktadır. Ayrıca piyasada petrol fiyatlarında yaşanan aşırı hareketlerin sebep olduğu risklerden korunmak adına altının iyi bir yatırım aracı olduğu görüşü hâkimdir. Dolayısıyla literatürde altının güvenli bir liman olma özelliği ön plana çıkartılmaktadır.

Tablo 1: Literatür Özeti

Yazar(lar)	Dönem	Ülke/ Bölge	Yöntem	Çalışmanın Konusu	Sonuç
Pindyck ve Rotemberg (1990)	1960:04-1985:11	ABD	Korelasyon	7 emtianın fiyat değişimleri arasındaki ilişki	Petrol ve altın fiyatları eşgüdümlü olarak hareket etmekteledir
Cashin ve diğ. (1999)	1957:01-1999:08	G20	Regresyon Analizi	36 emtia fiyatları arasındaki ilişki	Petrol ile altın fiyatları arasında pozitif ilişki vardır
Poyraz ve Didin (2008)	1996:1-2005:12	Türkiye	En Küçük Kareler	Altın fiyatları ile döviz kuru, döviz rezervi ve petrol fiyatları arasındaki ilişki	Altın fiyatları ile petrol fiyatları arasında negatif yönlü bir ilişki bulunmaktadır
Soytaş ve diğ. (2009)	2003:05-2007:03	Türkiye	Toda-Yamamoto Metodu	Petrol fiyatı, faiz oranı, döviz kuru, altın ve gümüş fiyatları	Altın ve gümüş fiyatlarının petrol fiyatları üzerinde etkisi olduğuna dair bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır
Sarı ve diğ. (2010)	1999:01-2007:10	ABD	ARDL Sınır Testi, Genelleştirilm İş Varyans Ayırıştırma ve Etki-Tepki Analizi	4 değerli metal (altın, gümüş, platin ve paladyum), petrol fiyatı ve Euro/Dolar paritesi arasındaki ilişki	Altın ve petrol fiyatları arasında zayıf bir asimetric ilişki bulunmaktadır
Wang ve diğ. (2010)	1999:1-2008:12	ABD, Almanya, Japonya, Tayvan ve Çin	Eşbütünleşme	Ham petrol fiyatı, altın fiyatı ve ABD doları ile çeşitli ülkelerin döviz kurları arasındaki ilişkiler	Fiyat değişimleri bakımından modeldeki değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır
Zhang ve Wei (2010)	2000:01-2008:03	ABD	Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testi	Ham petrol ve altın fiyatları arasındaki ilişki	Petrol fiyatları altını pozitif bir şekilde etkilemektedir

Yazar(lar)	Dönem	Ülke/ Bölge	Yöntem	Çalışmanın Konusu	Sonuç
Simakova (2011)	1970-2010	Çek Cumhuriyeti	Granger Nedensellik Testi, Johansen Eşbütünleşme ve Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM)	Petrol ve altın fiyatları arasındaki ilişki	Petrol ile altın fiyatları arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır
Weng (2011)	2000:01-2010:12	ABD, Japonya, Hong Kong, Singapur, Malezya	Johansen Eşbütünleşme, Hata Düzeltme Modeli (ECM) ve Granger Nedensellik Testi	Ham petrol, altın, döviz kuru ve borsa fiyat indeksleri arasındaki ilişki	Petrol ve altın fiyatlarındaki hareketlilik paralellik göstermektedir
Lee ve Chang (2013)	1986:01-2011:04	Küresel	Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Tesit	Petrol ve altın fiyatları arasındaki ilişki	Altın ve petrol fiyatları arasında uzun dönemli bir ilişki bulunmaktadır ve altın fiyatları tahmin edilirken petrol fiyatları kullanılabilir
Liu ve diğ. (2013)	2008:06-2012:07	Küresel	ARDL Sınır Testi, Genelleştirilmiş Varyans Ayrıştırma ve Etki-Tepki Analizi	Ham Petrol Oynaklık İndeksi (OVX), Borsa Oynaklık İndeksi (VIX), Euro/Dolar Döviz Kuru Oynaklık İndeksi ve Altın Fiyat Oynaklık İndeksi arasındaki ilişki	Uzun vadede bu indeksler arasında güçlü bir ilişki bulunmamaktadır
Gözcör ve Kablamacı (2014)	1990:01-2013:06	Küresel	Panel Eşbütünleşme ve Panel-Wald Nedensellik Testi	27 adet tarım ürünü belirleyip, bu ürünlerin fiyatları ile küresel petrol fiyatları, ABD döviz kuru ve VIX indeksi arasındaki ilişkiyi	ABD doları ve VIX indeksi tarım ürünlerinin fiyatları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir

Yazar(lar)	Dönem	Ülke/ Bölge	Yöntem	Çalışmanın Konusu	Sonuç
Bampinasa ve Panagiotidis (2015)	2003:01-2012:12	Küresel	Granger Testi ve Rolling Window Nedensellik Testleri	Finansal kriz öncesi ve sonrasında ham petrol ve altın fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisi	Kriz öncesi dönemde petrol-den altına doğru tek yönlü bir nedensellik varken kriz sonrasında bu nedensellik ilişkisi çift yönlü olarak bulunmuştur
Nirmala ve Deepthy (2015)	2010:01-2015:10	Küresel	Korelasyon	Ham petrol ve altın fiyatları arasındaki ilişki	Petrol ve altın fiyatları arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır
Basher ve Sadorsky (2016)	2000:01-2014:07	23 gelişmekte olan ülke	DCC-GARCH ve GO-GARCH	Gelişen piyasaların hisse senedi fiyatları, petrol fiyatları, VIX indeksi, altın fiyatları ve tahvil fiyatları arasındaki ilişki	Gelişmekte olan ülkelerin hisse senedi fiyatları ile altın ve petrol fiyatları arasında pozitif bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir
Bouri ve diğ. (2017)	2009:06-2016:05	Hindistan	Eşbütünleşme ve Doğrusal olmayan Nedensellik Analizi	Altın Oynaklık İndeksi, Ham Petrol Oynaklık İndeksi ve Hindistan Borsası Oynaklık İndeksi arasındaki ilişki	Altın ve petrol fiyatları arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır
Kumar (2017)	1990:04-2016:04	Hindistan	Doğrusal olmayan Granger ve ARDL Testleri	Ham petrol ve altın fiyatları arasındaki ilişki	Petrol ve altın fiyatları arasında doğrusal olmayan ve asimetric bir ilişki bulunmaktadır
Bildirici ve Türkmen (2017)	1973:1-2012:11	Küresel	Doğrusal olmayan ARDL ve Nedensellik Testleri	Değerli metaller (bakır, gümüş, altın) ile petrol fiyatları arasındaki ilişki	Petrol ve altın fiyatları arasında çift yönlü bir ilişki bulunmaktadır
Yapraklı ve Kaplan (2018)	1986:01-2017:01	Küresel	Yapısal VAR Analizi ve Varyans Nedensellik Testi	Petrol fiyatları, altın fiyatları ve küresel enflasyon arasındaki ilişki	Petrol fiyatları ile altın fiyatları arasında doğrudan bir ikame ilişkisi olduğu ve petrol fiyatlarının altın fiyatlarını etkileme gücünün son derece zayıf kaldığı bulunmuştur

3. Metodoloji

Genel denge teorisine göre, stokastik süreçler birbirinden bağımsız değil aksine birçok durumda birbirine bağımlıdır. Bu durumda farklı zaman serileri arasındaki nedensellik ilişkilerinin nasıl belirlenmesi gerektiği sorusu ortaya çıkmaktadır. Eğer bir şans değişkeni olan X , bir başka şans değişkeni Y 'nin nedeniye, X 'in cari ve geçmiş değerleri Y 'nin gelecek değerlerinin tahmin edilmesinde kullanılabilir bilgileri içermelidir (Kirchgässner ve Wolters, 2007: 93). Buradaki nedensellik kavramı Granger (1969) tarafından tanımlanmaktadır. Durağan olan iki süreç $\{x_t\}$ ve $\{y_t\}$ olsun. T zamanında y_{T+h} 'nin Ω_T bilgi kümesi kullanılarak elde edilen tahmini $y_{T+h|T}^*$ ve $y_{T+h|T}^{\circ}$ ise $\{x_t\}$ sürecinin geçmiş ve gelecek değerlerini içermeyen Ω_T bilgi kümesi kullanılarak elde edilen tahmin değeri olsun. $L_q(\cdot, \cdot)$ ikinci dereceden kayıp fonksiyonu olmak üzere, aşağıdaki koşul sağlanıyor ise $\{x_t\}$, $\{y_t\}$ 'nin Granger nedenidir:

$$E[L_q(y_{T+h|T}^* - y_{T+h|T}^{\circ})] < E[L_q(y_{T+h|T}^* - y_{T+h|T}^{\circ})], \text{ en az bir } h = 1, 2, \dots \text{ için.}$$

Eğer tüm $h > 0$ için $\{x_t\}$, $\{y_t\}$ 'nin Granger nedeni değilse, $y_{T+h|T}^*$ 'ye bağlı olan ortalama karesel hata $y_{T+h|T}^{\circ}$ 'ye bağlı olan karesel hata ile aynıdır (Paseran, 2015: 514).

Granger-nedensellik, bir değişkenin cari değeri ile bir başka değişkenin geçmiş değerleri arasındaki korelasyonu ifade etmektedir. Bu nedenle, bir değişkendeki değişimin bir diğeri üzerindeki değişime neden olması şeklinde yorumlanmamalıdır (Brooks, 2008: 298).

Finansal analizlerde kullanılan yöntemlerden birisi de varyanslar arasındaki nedenselliğin araştırılmasıdır. Hafner ve Herwartz (2006) çalışmalarında tek değişkenli GARCH modelleri için Lagrange çarpanları (LM) testine dayalı bir nedensellik testi önermişlerdir. Olasılık uzayı (Ω, \mathcal{F}, P) 'de tanımlı bir stokastik süreç $\{x_t \in R^N, t \in N\}$ ele alınsın. $\{x_t\}$ 'nin durağan olduğu ve $E[x_t | \mathcal{F}_{t-1}] = 0$ olduğu varsayılmaktadır. $j = 1, \dots, N$ ve $i \neq j$ için test edilmek istenen sıfır hipotezi $H_0: \text{Var}(x_{jt} | \mathcal{F}_{t-1}^{(j)}) = \text{Var}(x_{jt} | \mathcal{F}_{t-1})$ şeklindedir. Burada $\mathcal{F}_t^{(j)} = \mathcal{F}_t \setminus \sigma(x_{jt}, t \leq t)$ olarak tanımlanmaktadır. Sıfır hipotezinin test edilebilmesi için ele alınan model $x_{jt} = \xi_{jt} \sqrt{\sigma_{jt}^2} g_t$, $g_t = 1 + z_{jt}' \pi$ ve $z_{jt} = (x_{jt-1}^2, \sigma_{jt-1}^2)'$ şeklinde olup, $\sigma_{jt}^2 = \omega_j + \alpha_j \sigma_{jt-1}^2 + \beta_j \sigma_{jt-1}^2$ olarak tanımlanmaktadır. Belirtilen model için LM testi $H_0: \pi = 0$ şeklinde ifade edilebilir. Buradan hareketle test istatistiği

$$\lambda_{LM} = \frac{1}{4T} (\sum_{t=1}^T (\xi_{jt}^2 - 1) z_{jt}') \text{Var}(g_t)^{-1} (\sum_{t=1}^T (\xi_{jt}^2 - 1) z_{jt}) \quad (1)$$

şeklinde 2 serbestlik dereceli χ^2 şans değişkeni olarak ifade edilebilir. Burada
$$V_{\text{var}}(\theta_1) = \frac{\kappa}{\pi^2} \left[\sum_{t=1}^T \epsilon_{1t} \epsilon_{1t}' - \sum_{t=1}^T \epsilon_{1t} \lambda_{1t}' (\sum_{t=1}^T \lambda_{1t} \lambda_{1t}')^{-1} \sum_{t=1}^T \lambda_{1t} \epsilon_{1t}' \right]$$
 ve
$$\kappa = \frac{2}{\pi} \sum_{t=1}^T (\xi_{1t}^2 - 1)^2$$
 olarak tanımlanmaktadır (Hafner ve Herwartz, 2006: 138).

VAR modelleri için değişkenler arasındaki nedenselliğin incelenebilmesi için kullanılan yöntemlerden birisi de Hacker ve Hatemi (2012) tarafından önerilen yöntemdir. Diğer yöntemlerde VAR modelinin gecikme uzunluğunun bilindiği varsayımının aksine bu yaklaşımda gecikme uzunluğu, nedensellik analizi ile birlikte içsel olarak belirlenmektedir. Aşağıdaki VAR(k) modeli ele alınsın:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_k y_{t-k} + u_t. \quad (2)$$

Hata vektörüne ait tekil olmayan kovaryans matrisi Ω olmak üzere, uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesinde kullanılan Schwarz-Bayesian bilgi kriteri (SBC),

$$SBC = \ln(\widehat{\det \Omega}_T) + k \left(\frac{n^2 \ln T}{T} \right) \quad (3)$$

şeklinde tanımlanmıştır (Hacker ve Hatemi, 2012: 147). Burada k , gecikme sayısı ve T ise gözlem sayısıdır. Uygulamalarda kullanılan sonlu (küçük) örnek probleminin çözülmesi ve uygun Wald testinin bulunabilmesi için bootstrap tekniği ile örnek türetilmektedir. Denklem (2) ile belirtilen model için oluşturulan bootstrap örneği ile tahmin edilen model:

$$y_t^* = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 y_{t-1}^* + \dots + \hat{\beta}_k y_{t-k}^* + \hat{u}_t^* \quad (4)$$

şeklinde ifade edilmektedir (Hacker ve Hatemi, 2012: 147). Burada $t = 1, \dots, T$ olup T adet bootstrap örneği, modifiye edilmiş artıklar arasından iadeli örnekleme yöntemi ile seçilmektedir. Modifiye edilmiş hataların ortalamasının sıfıra çekilmesi amacıyla, hata vektörünün her bir elemanı, ortalamadan farkı alınarak merkezlenmektedir. Modifiye edilmiş artıkların sabit varyans varsayımını sağlamaları için ham artıklara ait kaldıraçlarla düzenlenmektedirler. $t = 1, \dots, T$ için Y_{t-p} matrisi $(y_{t-p}, \dots, y_{t-p})$ şeklinde ve Y_{i-p} ise Y_{t-p} 'nin i -inci sütunu şeklinde tanımlansın. Ayrıca $i = 1, \dots, k$ için $V = (Y_{1-p}, \dots, Y_{k-p})$ ve $V_i = (Y_{i-p}, \dots, Y_{i-p})$ şeklinde tanımlanmak üzere, y_{1t} 'yi türeten denklem için V_1 bağımsız değişken matrisini ifade etmekte ve bu denklem Granger nedenselliğinin mevcut olmadığını ifade eden sıfır hipotezi sınırlandırmalarına sahiptir. V matrisi ise y_{1t} 'yi türeten denklemdeki bağımsız değişkenleri ifade etmektedir. y_{1t} ve y_{2t} için kaldıraçlar aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$I_1 = \text{diag}(V_1' (V_1' V_1)^{-1} V_1'), \quad (5)$$

$$I_2 = \text{diag}(V' (V' V)^{-1} V'). \quad (6)$$

Bu kaldıraçlar ARCH etkisinin dikkate alınabilmesi için artıkları modifiye etmede kullanılmaktadır. Böylece y_{it} için modifiye edilmiş artık,

$$\hat{u}_{it} = \frac{u_{it}}{\sqrt{1 - \hat{h}_{it}}} \quad (7)$$

şeklinde elde edilir (Hacker & Hatemi, 2012: 148). Bootstrap simülasyonu M defa tekrarlanarak önceden belirlenmiş bütünleşme seviyesi için her defada Wald istatistiği oluşturularak Toda-Yamamoto prosedürü uygulanır.

Breitung ve Candelon (2006) ise çalışmalarında, eşbütünleşik seriler için kullanılacak bir nedensellik testi önermişlerdir. Frekans alanına dayalı olarak elde edilen önceki çalışmalardaki doğrusal olmayan kısıtlamalar, bu çalışmada daha basit ve doğrusal bir yapıda ifade edilmiştir. Önerilen yaklaşımda ω frekansı ifade etmek üzere, aşağıdaki VAR modeli ele alınmaktadır:

$$x_t = \alpha_1 x_{t-1} + \dots + \alpha_p x_{t-p} + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_p y_{t-p} + z_{1t}. \quad (8)$$

Nedensellik ilişkisini ifade eden $M_{y \rightarrow x}(\omega) = 0$ hipotezi aynı zamanda $H_0: R(\omega)\beta = 0$ şeklinde bir doğrusal kısıtlama ile ifade edilebilir. Burada;

$$\beta = [\beta_1, \dots, \beta_p]' \text{ ve } R(\omega) = \begin{bmatrix} \cos(\omega) & \cos(2\omega) & \dots & \cos(p\omega) \\ \sin(\omega) & \sin(2\omega) & \dots & \sin(p\omega) \end{bmatrix} \quad (9)$$

şeklinindedir. Yukarıda belirtilen doğrusal kısıtlama $\omega \in (0, \pi)$ için yaklaşık olarak $F(2, T - 2p)$ dağılımına sahiptir (Breitung ve Candelon, 2006: 367).

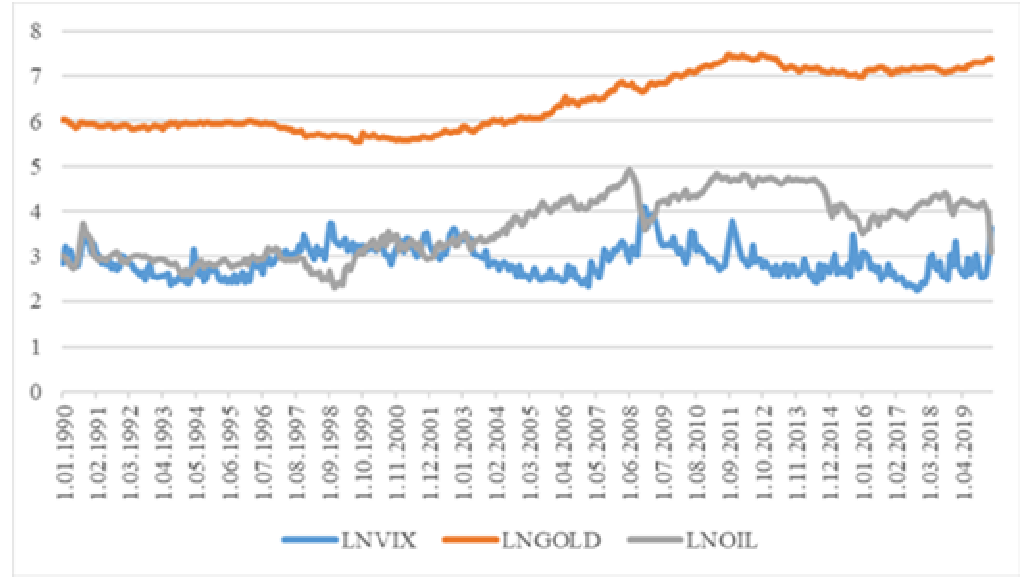
Çalışmada serilerin farklı derecelerde entegre olması nedeniyle öncelikle geleneksel Granger testi olan Hacker-Hatemi (2012) tarafından geliştirilen değişkenlerin farklı entegre derecelerini dikkate alan nedensellik testi uygulanmıştır. Geleneksel nedensellik testleri beklenen ilişkiyi özetlerken frekans dağılımındaki tüm noktalarda tek bir test sonucu üretmektedir. Ancak değişkenler arasındaki geçici ve kalıcı bağlantıları incelemek için yüksek ve düşük frekanslarda Breitung-Candelon (2006) frekans domain nedensellik testi uygulanmıştır. Bu yöntem spektrumlarda farklı frekanslarda test istatistiği üreterek tek bir test istatistiğine güvenmek yerine nedensellik dinamiklerini farklı frekanslarda araştırmamıza olanak sağlamaktadır (Ciner, 2011b). Breitung-Candelon (2006) testinin geleneksel

Granger testlerinden farkı ise Granger nedensellik analizinin tüm periyotlarda ölçülmesine izin vermesidir. Böylece bir değişkenin diğer değişkenin kısa, orta ve uzun vadede Granger nedeni olup olmadığını belirlenebilmektedir. Elde edilen test sonuçlarında $\omega_i = 0.01$ ve $\omega_i = 0.05$ uzun dönem, $\omega_i = 1.5$ orta dönem, $\omega_i = 2.5$ ise kısa dönem nedenselliği göstermektedir.

3.1. Veri Seti

Çalışmada kullanılan VIX değişkeni oynaklık indeksi ya da korku indeksi olarak Chicago Board Options Exchange (CBOE) tarafından hesaplanan bir indeks olup gelecek 30 günlük periyottaki hisse senedi piyasası volatilitesindeki piyasanın beklentisini göstermektedir. Bu değişkene ait veriler (VIX) “Yahoo Finance” veri tabanından elde edilmiştir. Altın fiyatları⁴ (GOLD) ve petrol fiyatları⁵ (OIL) Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) elektronik veri dağıtım sistemi (EVDS) üzerinden temin edilmiştir. Modellerde kullanılan değişkenlere ait frekanslar aylık olup 1990:01 – 2020:03 dönemleri arasında kapsayan toplam 363 gözlemden oluşmaktadır. Daha iyi dağılım özellikleri elde edebilmek amacıyla tüm değişkenlerin logaritmaları alınarak dönüştürülmüştür. Modelde kullanılan değişkenlere ait grafik aşağıda gösterilmiştir.

Grafik 1: Değişkenlere ait Grafikler



⁴ Altın fiyatlarına veriler TCMB elektronik veri dağıtım sistemi üzerinden 1 ONS altın Londra satış fiyatı ABD doları cinsinden ifade edilmektedir.

⁵ Petrol fiyatlarına ait veriler TCMB elektronik veri dağıtım sistemi üzerinden Avrupa Brent Petrol Spot FOB fiyatı varil başına ABD doları cinsinden ifade edilmektedir.

Tablo 2’de ise modelde kullanılan değişkenlere ait özet istatistikler gösterilmektedir.

Tablo 2: Değişkenlere ait Tanımlayıcı İstatistikler

	LVIX	LNGOLD	LNOIL
Ortalama (Mean)	2.90	6.41	3.66
Standart Sapma (Std. Dev.)	0.34	0.64	0.69
Çarpıklık (Skewness)	0.60	0.26	0.05
Basıklık (Kurtosis)	3.14	1.39	1.66

Not: Yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

Modellerde kullanılan değişkenlere ait istatistikler incelendiğinde, tüm değişkenlerin üçüncü momenti olan çarpıklık değerlerinin sıfırdan büyük olması nedeniyle sağa çarpık olduğu ve dördüncü momenti olan basıklık katsayısının üçten küçük olan GOLD ve OIL değişkenlerinin VIX değişkenine göre daha basık olduğu görülmektedir. Tüm momentler incelendiğinde değişkenlerin normal dağılım göstermediği ifade edilebilir.

Analize geçmeden önce değişkenlerin entegre derecelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle çalışmada kullanılan değişkenlerin durağan olup olmadığı belirlemek amacıyla Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF), Philips-Perron (PP) ve Kwiatkowski, Philips, Schmidt ve Shin (KPSS) testleri uygulanmıştır. Birim kök denklemlerinde hem hata teriminin otokorelasyon içerebilmesi hem de değişkenlerdeki trend etkisi dikkate alınarak ADF ve PP birim kök testleri tercih edilmiş olup aynı zaman bu testlerin tersi hipoteze sahip KPSS testi uygulanarak ADF ve PP birim kök testlerinin sağlaması yapılmaya çalışılmıştır. Böylece değişkenlerin kaçınıcı derecede durağan hale geldikleri belirlenmiştir.

Tablo 3’te modelde kullanılan değişkenlere ait birim kök test sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 3: Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF		PP		KPSS	
	Sabit	Sabit ve Trend	Sabit	Sabit ve Trend	Sabit	Sabit ve Trend
LVIX	-5.43*** (0.00)	-5.42*** (0.00)	-5.11*** (0.00)	-5.09*** (0.00)	0.18	0.16**
LNGOLD	0.39 (0.98)	-1.78 (0.70)	0.31 (0.97)	-1.80 (0.69)	1.98	0.33
LNOIL	-1.59 (0.48)	-1.38 (0.86)	-1.60 (0.48)	-1.45 (0.84)	1.82	0.26
DLNVIX	-13.78*** (0.00)	-13.77*** (0.00)	-27.46*** (0.00)	-27.43*** (0.00)	0.08	0.06
DLNGOLD	-16.82*** (0.00)	-16.90*** (0.00)	-16.77*** (0.00)	-16.84*** (0.00)	0.40	0.13*
DLNOIL	-15.60*** (0.00)	-15.62*** (0.00)	-15.18*** (0.00)	-15.19*** (0.00)	0.18	0.10

Not: ***, **, * sırasıyla %1’de, %5’te ve %10’da anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Parantez içerisindeki değerler olasılık değerleridir. ADF testinin gecikmelerinin belirlenmesinde Schwarz bilgi kriteri kullanılmıştır.

Modellerde kullanılan değişkenlere ait birim kök test sonuçlarına göre VIX değişkeninin tüm test sonuçlarında düzey hallerinde durağan olduğu görülmektedir. ADF ve PP testlerinde VIX değişkeninin düzeyde birim kök içerdiği boş hipotezi, hem sabitli hem de sabitli ve trendli modelde reddedilmiştir. KPSS testine göre VIX değişkeninin durağan olduğu boş hipotezi ise sabitli modelde reddedilememiş, sabitli ve trendli modelde ise %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir. Dolayısıyla VIX değişkeni düzey halinde durağan kabul edilmiş olup entegre derecesi $I(0)$ olarak tespit edilmiştir. GOLD ve OIL değişkenleri ADF ve PP birim kök testlerinde düzey hallerinde değişkenlerin birim kök içerdiği boş hipotezi reddedilememiş, KPSS testinde ise değişkenlerin durağan olduğu boş hipotezi reddedilmiştir. Bu değişkenlerin birinci farkı alınarak yapılan birim kök testleri sonucunda GOLD ve OIL değişkenlerinin birinci farkları alındığında durağan hale geldikleri tespit edilmiştir.

Modellerde kullanılan değişkenlere ait birim kök testleri sonucu VIX değişkeninin düzey halde durağan olduğu, GOLD ve OIL değişkenlerinin ise birinci farkları alındığında durağan hale geldikleri bulunmuştur. Hacker-Hatemi (2012) nedensellik testini uygulayabilmek için değişkenlerin entegre derecesi önemlidir. Ancak bu test, değişkenlerin düzey halleri ile test edilmesine olanak vermektedir. Dolayısıyla bu nedensellik testi uygulanırken modellerde entegre derecesi $I(1)$ olarak belirlenmiş ancak, değişkenler düzey halleri ile test edilmiştir. Breitung-Candelon (2006) frekans domain nedensellik testinde ise değişkenler durağan halleri ile test edilmektedir. Bu nedenle Breitung-Candelon (2006) frekans domain nedensellik testinde kurulan modellerde VIX değişkeni düzey halde $I(0)$, GOLD ve OIL değişkenleri ise birinci farkların $I(1)$ olarak modele dahil edilmiştir.⁶

4. Ampirik Bulgular

Değişkenler arasında nedensellik ilişkileri test edebilmek amacıyla öncelikle geleneksel nedensellik analizi olan Hacker-Hatemi (2012) nedensellik testi uygulanmıştır. Hacker-Hatemi (2012) nedensellik testi sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir.

⁶ Breitung-Candelon (2006) frekans domain nedensellik testlerinde GOLD ve OIL değişkenlerinin farkı alınması nedeniyle başlangıç yılı 1990:02 olarak kabul edilmiştir.

Tablo 4: Hacker- Hatemi (2012) Bootstrap Nedensellik Testi Sonuçları

H ₀ Hipotez	Gecikme Uzunluğu	MWald İst.	Bootstrap Kritik Değerler		
			%1	%5	%10
VIX \nrightarrow Gold	1	0.466 (0.495)	8.175	4.237	2.933
Gold \nrightarrow VIX	1	5.469** (0.019)	6.512	3.424	2.535
VIX \nrightarrow OIL	2	2.729 (0.255)	9.071	6.203	4.717
OIL \nrightarrow VIX	2	10.015*** (0.007)	9.427	6.765	4.923
Gold \nrightarrow OIL	1	1.804 (0.179)	6.488	3.535	2.570
OIL \nrightarrow Gold	1	7.493*** (0.006)	7.086	3.969	2.743

Not: ***, **, * sırasıyla %1'de, %5'te ve %10'da anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Parantez içerisindeki değerler olasılık değerleridir. VAR ($p+d$) modelleri için optimal gecikme uzunluğu olarak Hatemi-J bilgi kriteri kullanılmıştır. Bootstrap kritik değerleri 1000 replikasyon sonucu elde edilmiştir.

Hacker-Hatemi nedensellik testi sonuçlarına göre GOLD ve OIL değişkenlerinin VIX değişkenin Granger nedeni değildir boş hipotezi reddedilememiştir. Dolayısıyla GOLD ve OIL değişkenlerinden VIX değişkenine bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Benzer şekilde OIL değişkeni ile GOLD değişkeni arasında, OIL değişkeni GOLD değişkeninin Granger nedeni değildir boş hipotezi reddedilememiş olup, OIL değişkeninden GOLD değişkenine bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Korku indeksi/risk iştahı olarak modelde kullandığımız VIX değişkeni ise hem GOLD hem de OIL değişkenin Granger nedeni değildir boş hipotezini reddetmekte olup, VIX değişkenin GOLD ve OIL değişkenine tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Benzer şekilde GOLD değişkeni OIL değişkenin Granger nedeni olup tek yönlü bir nedensellik ilişkisi mevcuttur. Doğrusal bir nedensellik testi olan Hacker-Hatemi (2012) test sonuçlarına göre korku/risk iştahı indeksinde meydana gelen şokların altın ve petrol fiyatları üzerinde etkili olduğu, bununla beraber altın fiyatlarında meydana gelen şokların ise petrol fiyatlarını etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada geleneksel nedensellik testlerinin yanı sıra spektrumlar arasında farklı frekansları dikkate alan Breitung-Candelon (2006) tarafından geliştirilen frekans domain nedensellik testi de uygulanmıştır. Bu test zaman yerine frekans etki alanına dayanan ve tek bir istatistik testi yerine farklı frekansları dikkate alarak değişkenler arasındaki nedensellik

ilişkilerini tüm periyotlarda (kısa, orta ve uzun dönem) incelemektedir.⁷ Bu sayede modelde kullanılan değişkenler arasındaki kısa dönemli dinamik ilişkiler (geçici etki) ile uzun dönemli (kalıcı etki) ilişkileri daha iyi modelleme ve öngörüleme imkânı bulunmaktadır (Ciner, 2011a).

Breitung-Candelon (2006) test sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir.⁸

Tablo 5: Breitung- Candelon Frekans Alanı Nedensellik Testi Sonuçları

	$\omega_i = 0.01$	$\omega_i = 0.05$	$\omega_i = 1.5$	$\omega_i = 2.5$
	<i>Uzun Dönem</i>		<i>Orta Dönem</i>	<i>Kısa Dönem</i>
VIX \nrightarrow GOLD	1.953	0.771	0.160	0.936
GOLD \nrightarrow VIX	0.419	3.387	2.105	0.183
VIX \nrightarrow OIL	0.933	1.775	0.395	2.150
OIL \nrightarrow VIX	8.693*	6.682*	6.377*	7.832*
OIL \nrightarrow GOLD	0.508	0.172	2.702	1.950
GOLD \nrightarrow OIL	6.173*	7.905*	7.985*	1.530

Not: VAR modellerine ilişkin gecikme uzunlukları Akaike bilgi kriterine göre belirlenmiştir. * nedenselliğin olduğunu göstermektedir.

Test sonuçlarına göre VIX değişkeni tüm periyotlarda OIL değişkeninin Granger nedenidir. Böylece risk iştahı/korku indeksinde meydana gelen bir şokun petrol fiyatlarını kısa, orta ve uzun dönemde etkilediği söylenebilir. Benzer şekilde OIL değişkeni tüm periyotlarda GOLD değişkeninin nedenidir. Yani, petrol fiyatlarında yaşanan bir şokun ele alınan dönem boyunca altın fiyatlarını etkilediği ifade edilebilir. Gold değişkeni ile VIX değişkeni arasında çift yönlü, tüm frekanslar boyunca bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Tüm frekans boyutları incelendiğinde OIL değişkeni VIX değişkeninin 7.5⁹ aylık periyotta (orta dönem) Granger nedeni iken, GOLD değişkeni OIL değişkeninin 3 aylık periyotta (kısa dönem) Granger nedenidir. Ancak bu değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi zayıf ve geçicidir.

Geleneksel nedensellik testi olan Hacker-Hatemi testi ile frekans boyutunu dikkate alan Breitung-Candelon nedensellik testi karşılaştırıldığında, VIX değişkeninde meydana gelen şokların OIL değişkenini her iki test sonuçlarına göre etkilediği tespit edilmiştir. Hacker-Hatemi testi sonucunda elde edilen GOLD değişkeninin OIL değişkeninin nedeni olduğu sonucundan yola çıkarak, farklı frekanslarda tüm periyotlar dikkate alındığında nedensellik

⁷ Frekans boyutunun artması kısa dönemi, azalması ise uzun dönemi işaret etmektedir.

⁸ Ek kısmında değişkenler arasındaki nedensellik ilişkileri tüm frekanslar boyutunda gösterilmiştir.

⁹ $2\pi/\omega$

ilişkisinin tespit edilemediği söylenebilir. Benzer şekilde GOLD değişkeninden OIL değişkeni ile nedensellik ilişkisi, orta dönemde zayıf olarak tespit edilmiştir. İki nedensellik test sonuçlarındaki farklılıklar dikkate alındığında, tüm periyotlarda farklı frekansları dikkate alan Breitung-Candelon (2006) nedensellik testi sonuçlarının daha güçlü olduğu söylenebilir. Bu bağlamda korku indeksinde meydana gelen bir şokun öncelikle petrol fiyatlarına etki ettiği, petrol fiyatlarında meydana gelen değişimlerin ise zincirleme bir şekilde altın fiyatlarını etkilediği sonucuna ulaşılmaktadır.

Sonuç

Bu çalışmada korku indeksi olarak adlandırılan VIX değişkeni ile petrol fiyatları ve altın fiyatları arasındaki etkileşim 1990:01-2020:03 dönemlerini kapsayacak şekilde analiz edilmiştir. Öncelikle değişkenlere ait entegre dereceleri birim kök testleri ile belirlenmiştir. Sonrasında, değişkenlerin durağanlık yapılarını dikkate alarak Hacker-Hatemi (2012) ve Breitung-Candelon (2006) frekans domain nedensellik testleri uygulanmıştır.

Elde edilen bulgular sonucunda VIX, petrol ve altın fiyatları arasında tek yönlü nedensellik ilişkileri tespit edilmiştir. Farklı frekans boyutlarında ise nedensellik ilişkileri değişmektedir. Özellikle VIX değişkeni petrol fiyatlarının tüm dönemlerde tek yönlü nedeni iken, petrol fiyatları ise altın fiyatlarının orta ve uzun dönemde nedenidir sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla, VIX değişkeninde meydana gelen bir değişim, petrol fiyatlarını eşzamanlı olarak ve kalıcı şekilde etkilemektedir. Aynı zamanda petrol fiyatlarında meydana gelen bir değişim, orta ve uzun dönemde altın fiyatlarını etkileyebilmektedir.

Geleneksel nedensellik testleri sonucunda elde edilen altın fiyatlarının petrol fiyatlarının nedeni olduğu bulgusu, frekans alanı nedensellik testi sonuçlarında elde edilememiştir. Benzer şekilde VIX değişkeninin altın fiyatlarının direk olarak nedeni olduğu sonucu, frekans boyutunda yapılan nedensellik testi bulgularıyla paralellik göstermemektedir. Ancak, Breitung-Candelon test sonuçlarına göre petrol fiyatları VIX değişkeninden etkilenmekte, altın fiyatlarını ise etkilemektedir. Dolayısıyla, VIX değişkeninden altın fiyatlarına doğru dolaylı bir etkiden söz edilebilir. Bu sonuçlar doğrultusunda, VIX indeksinin emtia piyasası açısından, özellikle de petrol fiyatlarını doğrudan, altın fiyatlarını ise dolaylı olarak etkilemesi nedeniyle karar alıcılar tarafından önemli bir gösterge olarak kabul edilebileceği söylenebilir.

Sonuç olarak, bu çalışmadan elde edilen bulgular genel olarak literatürle paralellik gösterirken piyasalardaki aşırı hareketlerin neden olduğu risklerden korunmak için altının geçerli bir yatırım aracı olduğu fikrini pekiştirmektedir. Dolayısıyla, literatürde kabul gören

altının güvenli liman olma görüşü desteklenmektedir. Diğer taraftan, korku indeksi ile petrol fiyatları arasında direkt ve negatif bir ilişki olması korku indeksindeki artışa paralel olarak petrol fiyatlarının düştüğü şeklinde yorumlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, küresel piyasalardaki istikrarsız ve riskli ortamın petrol fiyatları üzerinde bir baskı unsuru oluşturduğu görülmektedir. Bunun yanında, çalışmada kullanılan her iki nedensellik testi testinin sonuçları birlikte değerlendirildiğinde petrol ve altın fiyatları arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu da altının, petrol fiyatları ve dolayısıyla korku indeksinde yaşanan sert hareketler karşısında güvenli bir yatırım aracı olduğu sonucunu desteklemektedir.

Tüm bu çıkarımlar çerçevesinde, korku indeksinin finansal piyasalarda işlem yapan aktörlerin geleceğe yönelik beklentilerini şekillendiren bir parametre olması nedeniyle daha yakından takip edilmesi gerekliliği öne çıkmaktadır. Zira bu çalışmanın sonuçları da korku indeksi ile küresel piyasalara yön veren petrol ve altın fiyatları gibi iki temel gösterge arasında yakın bir ilişki olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca, özellikle küresel petrol fiyatlarındaki sert hareketler ile altın fiyatları arasındaki ilişki, ekonomik istikrara yönelik strateji ve politikaların belirlenmesi aşamasında dikkate alınması gereken faktörler arasındadır.

Kaynakça

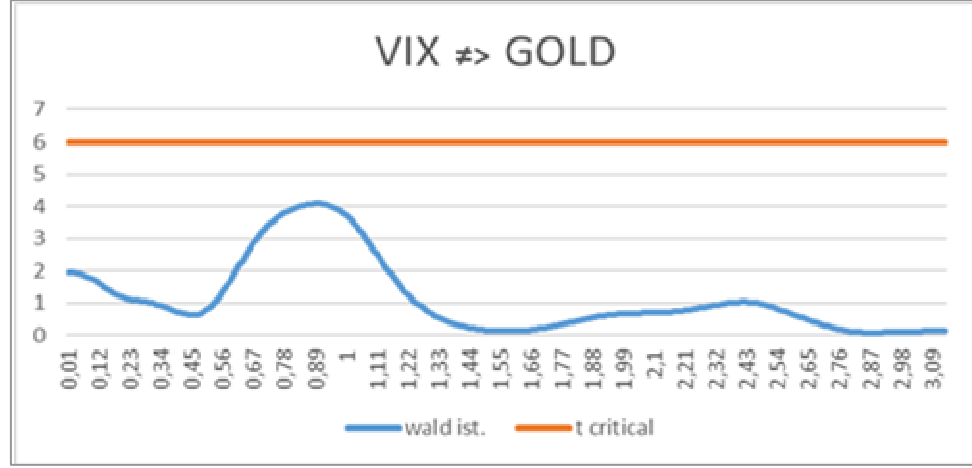
- BAKER, Scott R., BLOOM, Nicholas, DAVIS, Steven. J., ve TERRY, Stephen J.; (2020), Covid-induced Economic Uncertainty (No. w26983). National Bureau of Economic Research.
- BAMPINAS, Georgios ve PANAGIOTIDIS, Theodore; (2015), “On the Relationship between Oil and Gold Before and After Financial Crisis: Linear, Nonlinear and Time-Varying Causality Testing”, *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 19(5), 657-668.
- BARDETT, Chris, GOURIER, Elise ve LEIPPOLD, Markus; (2019), “Inferring Volatility Dynamics and Risk Premia from the S&P 500 and VIX Markets”, *Journal of Financial Economics*, 131(3), 593-618.
- BASHER, Syed A. ve SADORSKY, Perry; (2016), “Hedging Emerging Market Stock Prices With Oil, Gold, VIX, and Bonds: A Comparison between DCC, ADCC and GARCH”, *Energy Economics*, 54, 235-247.
- BİLDİRİCİ, Melike E. ve TÜRKMEN, Ceren; (2015), “Nonlinear Causality between Oil and Precious Metals”, *Resources Policy*, 46, 202-211.
- BREITUNG, Jörg ve CANDELON, Bertrand; (2006), “Testing for Short and Long-run Causality: A Frequency-Domain Approach”, *Journal of Econometrics*, 132(2), 363-378.
- BROOKS, Chris; (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, Cambridge University Press, United Kingdom.
- BOURI, Elie, JAIN, Aanshul, BISWAL, Pratap C. ve ROUBAUD, David; (2017), “Cointegration and Nonlinear Causality amongst Gold, Oil, and The Indian Stock Market: Evidence from Implied Volatility Indices”, *Resources Policy*, 52, 201-206.
- CASHIN, Paul, MCDERMOTT, C. John ve SCOTT, Alasdair; (2002), “Booms and Slumps in World Commodity Prices”, *Journal of Development Economics*, 69(1), 277-296.
- CİNER, Çetin; (2011a), “Eurocurrency Interest Rate Linkages: A Frequency Domain Analysis”, *International Review of Economics & Finance*, 20(4), 498-505.
- CİNER, Çetin; (2011b), “Information Transmission Across Currency Futures Markets: Evidence from Frequency Domain Tests”, *International Review of Financial Analysis*, 20(3), 134-139.
- COHEN, Gil ve QADAN, Mahmud; (2010), “Is Gold Still a Shelter to Fear”, *American Journal of Social and Management Sciences*, 1(1), 39-43.
- DASH, Srikant ve MORAN, Matthew T.; (2005), “VIX as a Companion for Hedge Fund Portfolios”, *The Journal of Alternative Investments*, 8(3), 75-80.
- DICKEY, David A. ve FULLER, Wayne A.; (1979), “Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root”, *Journal of the American Statistical Society*, 74(366): 427-431.

- GÖZGÖR, Giray ve KABLAMACI, Barış; (2014), “The Linkage between Oil and Agricultural Commodity Prices in the Light of The Perceived Global Risk”, *Agricultural Economics-Zemedelska Ekonomica*, 60, 332-342.
- GRANGER, Clive W.; (1969), “Investigating Causal Relations By Econometric Models and Cross-Spectral Methods”, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 37(3): 424-438.
- HACKER, Scott ve HATEMI - J, Abdunnasser; (2012), “A Bootstrap Test for Causality with Endogenous Lag Length Choice: Theory and Application in Finance”, *Journal of Economic Studies*. 39(2): 144-160.
- HAFNER, Christian M., ve HERWARTZ, Helmut; (2006), “A Lagrange Multiplier Test for Causality in Variance”, *Economics Letters*, 93(1), 137-141.
- HATEMI-J, Abdunnasser; (2012), “Asymmetric Causality Tests with an Application”, *Empirical Economics*, 43(1), 447-456.
- KIRCHGÄSSNER, Gebhard ve WOLTERS, Jürgen; (2007), *Introduction to Modern Time Series Analysis*. Springer Science & Business Media, Berlin, Germany.
- KWIATKOWSKI, Danis, PHILLIPS, Petter C.B., SCHMIDT, Peter ve SHIN, Yongcheol; (1992), “Testing the Null Hypothesis of Stationary Against the Alternative of a Unit Root”, *Journal of Econometrics*, 54, 159–178.
- KUMAR, Satish; (2017), “On the Nonlinear Relation between Crude Oil and Gold”, *Resources Policy*, 51, 219-224.
- LE Thai-Ha ve CHANG Youngho; (2013), “Oil and Gold Prices: Correlation or Causation?”, *Economic Growth Centre, Working Paper Series*, No: 2011/02.
- LIU, Ming-Lei, JI, Qiang ve FAN, Ying; (2013), “How Does Oil Market Uncertainty Interact with Other Markets? An Empirical Analysis of Implied Volatility Index”, *Energy*, 55, 860-868.
- NIRMALA, Sangeetha, ve DEEPTHY, Kuriakattil (2015), “An Analysis of the Relationship between Gold and Crude Oil Prices”, *International Journal of Applied Research*, 1(13), 156-159.
- PESARAN, M. Hashem; (2015), *Time Series and Panel Data Econometrics*, Oxford University Press, United Kingdom.
- PINDYCK, Robert S. ve ROTEMBERG, Julio J.; (1990), “The Excess Co-Movement of Commodity Prices”, *The Economic Journal*, 100(403), 1173-1189.
- PHILLIPS, Peter C. B. ve PERRON, Pierre; (1988), “Testing for Unit Root in Time Series Regression”, *Biometrika*, 75:335–346.
- POYRAZ, Eerkan ve DİDİN, Saliha; (2008), “Altın Fiyatlarındaki Değişimin Döviz Kuru, Döviz Rezervi Ve Petrol Fiyatlarından Etkilenme Derecelerinin Çoklu Faktör Modeli

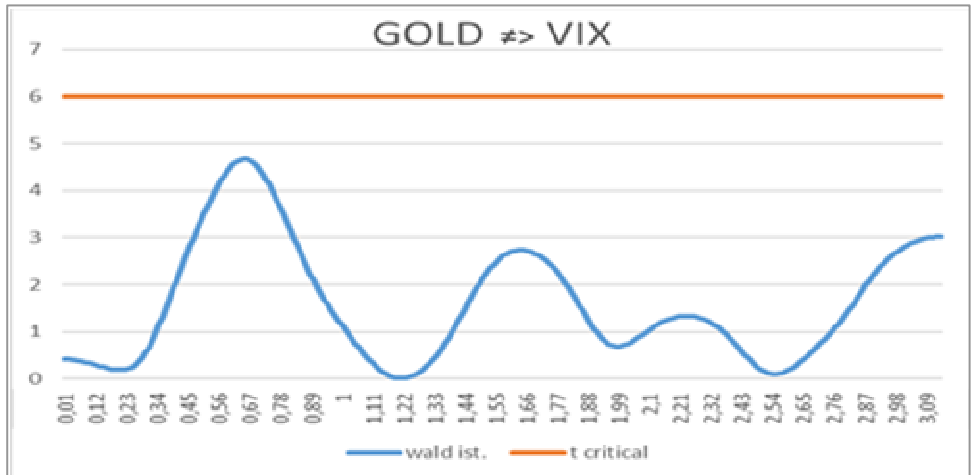
- İle Değerlendirilmes”, Suleyman Demirel University Journal Of Faculty Of Economics & Administrative Sciences, 13(2).
- SARI, Ramazan, HAMMOUDEH, Shawkat ve SOYTAŞ, Uğur; (2010), “Dynamics of Oil Price, Precious Metal Prices, and Exchange Rate”, *Energy Economics*, 32(2), 351-362.
- SIMAKOVA, Jana; (2011), “Analysis of the Relationship Between Oil and Gold Prices” *Journal of Finance*, 51(1), 651-662.
- SOYTAŞ, Uğur, SARI, Ramazan, HAMMOUDEH, Shawkat ve HACIHASANOĞLU, Erk; (2009), “World Oil Prices, Precious Metal Prices and Macroeconomy in Turkey”, *Energy Policy*, 37(12), 5557-5566.
- WANG, Mu-Lan, WANG, Ching-Ping ve HUANG, Tzu-Ying; (2010), “Relationships Among Oil Price, Gold Price, Exchange Rate and International Stock Markets”, *International Research Journal of Finance and Economics*, 47(47), 1450-2887.
- WENG, Yap-Wai; (2011), “Causal Relationship Between Gold Price, Oil Price, Exchange Rate and International Stock Markets”, *Prosiding Perkem*, 6, 282-291.
- YAPRAKLI, Sevd., ve KAPLAN, Fatih. (2018), “Petrol Fiyatlarının Altın Fiyatları Üzerindeki Doğrudan Ve Dolaylı Etkileri: Ekonometrik Bir Araştırma”, *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 10(1), 50-69.
- ZHANG, Yue-Jun ve WEI, Yi-Ming; (2010). “The Crude Oil Market and The Gold Market: Evidence for Cointegration, Causality and Price Discovery”, *Resources Policy*, 35(3), 168-177.

EK: Değişkenler Arasındaki Farklı Frekans Boyutlarındaki Nedensellik İlişkileri

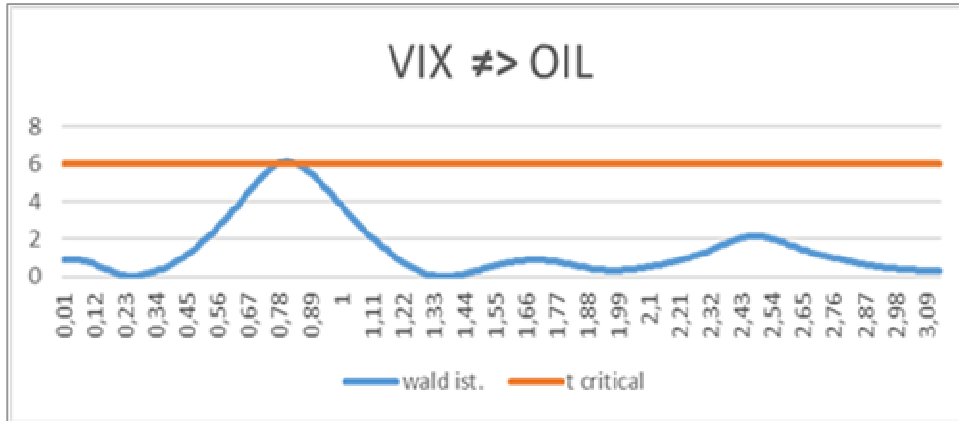
Grafik 1: VIX ile Altın Fiyatları Arasındaki İlişki



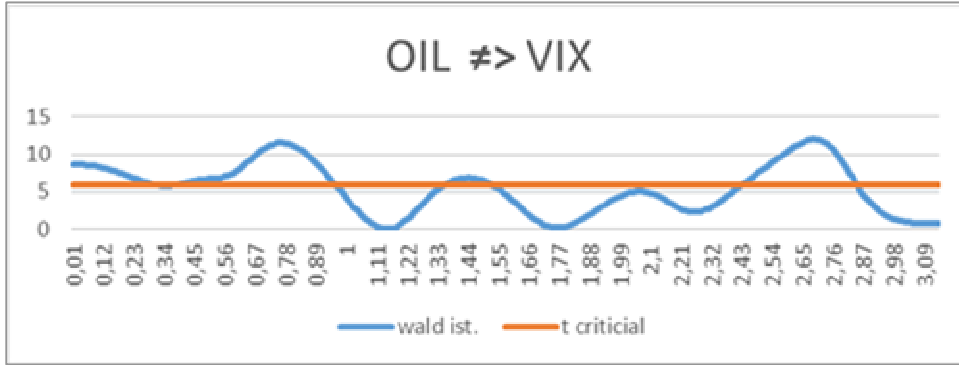
Grafik 2: Altın Fiyatları ile VIX Arasındaki İlişki



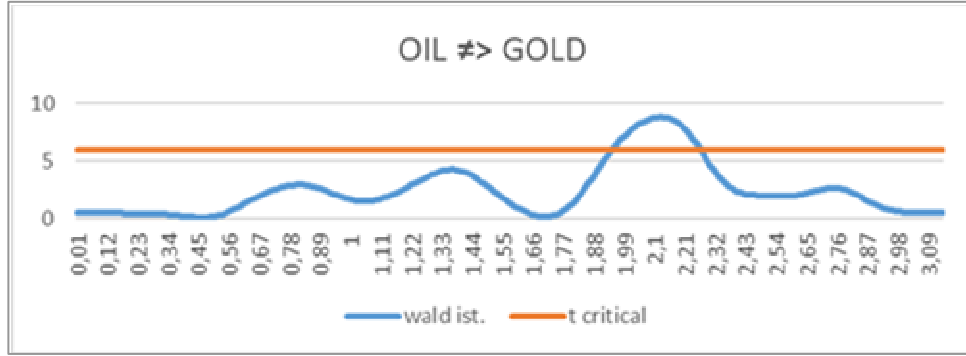
Grafik 3: VIX ile Petrol Fiyatları Arasındaki İlişki



Grafik 4: Altın Fiyatları ile VIX Arasındaki İlişki



Grafik 5: Petrol Fiyatları ile Altın Fiyatları Arasındaki İlişki



Grafik 6: Altın Fiyatları ile Petrol Fiyatları Arasındaki İlişki

