PETROL FİYATLARI İLE HİSSE SENEDİ FİYATLARI ARASINDAKİ DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL OLMAYAN NEDENSELLİĞİN TEST EDİLMESİ

Emre ÜRKMEZ[1]

1. GİRİŞ

Dünya çapında önemli bir enerji kaynağı olan ham petrol, ülkelerin ekonomik faaliyetlerinde önemli bir rol oynamaktadır (Rafiq vd., 2009:121; Wang vd., 2021:1). Son yıllarda petrol fiyatları ile hisse senedi fiyatları arasındaki ilişki araştırmacılar tarafından büyük ilgi görmektedir. Yatırımcıların kararları sadece hisse senedi piyasalarındaki mevcut temel bilgilere değil, aynı zamanda emtia piyasalarında geçerli olan bilgilere de dayandığından, petrol fiyatları ile hisse senedi fiyatları arasındaki ilişkinin incelenmesi varlık tahsisi ve portföy risk yönetimi için önem arz etmektedir (Kumar, 2019:41-42; Li vd. 2019:1-2). Petrol fiyatlarında meydana gelen artışın hisse senedi fiyatlarında düşüşe yol açtığı yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Hatemi-J vd. 2016:1589; Kumar, 2019:41). Yatırımcılar petrol piyasalarının finansallaşması sayesinde, petrol ve hisse senedi piyasaları arasında bir ikame mekanizması sağladığından, hem petrol hem de borsa hareketlerini aynı anda izlemektedirler. Petrol fiyatlarındaki artışın döviz kurlarında düşüşe yol açarak ve enflasyonu artırarak hisse senedi fiyatlarını olumsuz etkilediği düşünülmektedir. Bu çalışmada, dünyanın en büyük ekonomisi olan ABD'de COVID-19 döneminde petrol fiyatları ile hisse senedi fiyatları arasındaki doğrusal ve doğrusal olmayan Granger nedensellik ilişkisi incelenmiştir.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, emre.urkmez@erdogan.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2171-5027.

COVID-19 salgın döneminde yaşanan ekonomik belirsizlikler, petrol ve hisse senedi piyasalarında dalgalanmaları arttırmıştır. Bu dalgalanmaların nedenlerine ilişkin yapılan çalışmalar iki grupta toplanabilir. Birinci grup çalışmalar ekonomik büyüme, arz ve talebi etkileyen faktörler, enflasyon, faiz oranları ve döviz kurları başta olmak üzere geniş bir ekonomik değişken yelpazesi ile petrol fiyatındaki dalgalanmanın belirleyicilerini açıklamaya odaklanmaktadır (Kilian ve Park, 2009:1267-1268; He, 2020:132). Diğer gruptaki çalışmalar ise petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların gayri safi yurtiçi hasıla, enflasyon, borsalar ve diğer makroekonomik değişkenler üzerindeki etkilerini tespit etmeye odaklanmaktadır (Hu vd. 2018:1693-1698). Özellikle ham petrol fiyatlarını diğer emtia fiyatlarından farklı olarak jeopolitik olaylar, piyasa spekülasyonu, yatırımcıların dikkati ve korkuları gibi bazı temel olmayan faktörlerle ilişkili olma eğiliminde olan bir finansal ürün olarak belirgin finansal özelliklere de sahiptir (Ajmi vd. 2014: 2167-2169).

Ülkelerin politika yapıcıları ve piyasa otoriteleri, son yıllarda başta ham petrol piyasaları olmak üzere uluslararası emtia piyasalarında eşi benzeri görülmemiş uzun dalgalanmalara ve ani yükselişlere sermaye piyasalarının tepkisini de dikkate almaktadır (Baumeister ve Kilian, 2016:141). Petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların ekonomik büyüme, enflasyon ve borsa performansı üzerinde doğrudan etkisi vardır (Filis, 2010:879). Bununla birlikte, petrol fiyatlarındaki değişiklikler petrol bağımlılığı derecesine, ekonomik yapılarının heterojenliğine, ekonomik ve finansal piyasaların gelişmişlik düzeylerine ve dünya ekonomisiyle entegrasyonlarına bağlı olarak, ülkelerin ekonomik performansını farklı şekilde etkilemektedir (Narayan vd. 2014:137-138).

Çalışmanın geri kalan kısmında, ikinci bölümünde literatür çalışmaları özetlenmiştir. Üçüncü bölümde analizde kullanılacak veri seti tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde ekonometrik yönteme yer verilmiştir. Beşinci bölümde ampirik bulgular tartışılmış ve altıncı bölümde sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Petrol fiyatları ve hisse senedi piyasaları arasındaki dinamik etkileşimler birçok ülke için kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Ancak ampirik bulguların oldukça farklı olduğu görülmüştür. Genel olarak, bazı araştırmalar petrol fiyatları ile hisse senedi piyasaları arasında negatif bir ilişki bulurken, diğerleri daha güncel veri setlerini kullanarak pozitif bir bağlantı elde etmişlerdir. Örneğin Jones ve Kaul'un (1996) çalışmasında, petrol fiyat şoklarının, gerçek nakit akışları üzerindeki etkileri yoluyla Kanada ve Amerika Birleşik Devlet-

leri'ndeki hisse senedi fiyatlarını önemli ölçüde ve olumsuz yönde etkilediğini göstermişlerdir. Bu bulgular, Ciner (2001) ve Papapetrou (2001) çalışmaları tarafından da desteklenmektedir. Diğer taraftan Miller ve Ratti (2009) çalışmasında, 1971-2008 dönemleri arası altı OECD ülkesinin hisse senedi piyasaları ile petrol fiyatları arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Ampirik bulgular, petrol fiyatlarındaki artışlar ile hisse senedi getirileri arasında güçlü, uzun vadeli ilişkinin ise Eylül 1999'dan sonra ortadan kalktığını tespit etmişlerdir. Diğer çalışmalar da petrol fiyatları ile hisse senedi fiyatları arasında pozitif ilişki bulmuşlardır (El-Sharif vd., 2005; Narayan ve Narayan, 2010; Ono, 2011).

Gelişmekte olan ülkelerdeki petrol fiyatları ile hisse senedi fiyatları arasındaki ilişkiyi inceleyen Basher ve Sadorsky (2006) ve Aloui vd. (2012) çalışmalarında, petrol fiyatları ile hisse senedi getirileri arasında doğrusal olmayan bir ilişki tespit etmişlerdir. Hammoudeh ve Choi (2006) ve Khalifa vd. (2014) çalışmalarında ise, Körfez İşbirliği Konseyi (KİK) piyasalarında petrol fiyatları ile hisse senedi getirileri üzerinde doğrusal olmayan bir ilişki tespit etmemişlerdir. Nandha ve Hammoudeh (2007) çalışmasında Asya-Pasifik bölgesindeki 15 ülkenin hisse senedi fiyatları ile petrol fiyatları arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Ampirik bulgular, yalnızca Güney Kore ve Filipinler'deki hisse senedi piyasalarının petrol fiyatlarındaki değişikliklere duyarlı olduğunu elde etmişlerdir.

COVID-19 dönemi boyunca yapılan ham petrol fiyatları ile hisse senedi getirileri arasındaki ilişkiyi inceleyen Lin vd. (2021) çalışmasında, kısa dönemde ABD hisse senedi piyasalarının petrol piyasasına doğru doğrusal bir ilişki olduğunu ancak petrol piyasasından ABD hisse senedi piyasasına doğru doğrusal bir ilişki olmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca Avrupa borsaları ile Brent petrol piyasaları arasında çift yönlü doğrusal ilişki olduğunu elde etmişlerdir. Ancak Dubai petrol piyasası ile Çin hisse senedi piyasası arasında doğrusal bir ilişki bulamamışlardır. Jiang ve Liu (2021) çalışmasında, petrol fiyatlarındaki pozitif ve negatif şokların, Çin, Hong Kong, Amerika, Japonya, İngiltere ve Almanya'yı içeren altı büyük uluslararası finans piyasasında petrol fiyatları ile hisse senedi fiyatları üzerindeki potansiyel asimetrik etkilerini araştırmışlardır. Ampirik bulgular, dört finansal piyasada petrol fiyatlarındaki pozitif ve negatif dalgalanmaların hisse senedi fiyat endeksi üzerinde asimetrik etkileri olduğunu ancak asimetri performansının farklı olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca, petrol fiyatlarındaki oynaklığın Çin hisse senedi fiyatlarının iki endeksi üzerindeki etkileri farklı olduğunu ve petrol fiyatı oynaklığının Çin ve diğer finansal piyasalardaki hisse senedi fiyat endeksleri

üzerindeki asimetrik etkileri önemli ölçüde farklı olduğunu elde etmişlerdir. Yuan vd. (2022) çalışmasında, BRIC ülkelerinde petrol ve hisse senedi piyasaları arasındaki ilişkiyi çok değişkenli VAR yöntemi ile incelemişlerdir. Analiz bulgularına göre, BRIC hisse senedi piyasalarının negatif petrol getirilerinden daha fazla etkilendiği, petrol piyasalarının ise pozitif hisse senedi getirilerinden daha fazla etkilendiğini ortaya çıkarmışlardır.

Bu çalışma, COVID-19 döneminde Brent ham petrol fiyatları ile S&P 500 endeksi getirileri arasındaki doğrusal ve doğrusal olmayan Granger nedensellik ilişkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın literatüre katkısı, COVID-19 dönemi boyunca günlük veriler kullanılarak petrol fiyatları ile hisse senedi fiyatları arasındaki doğrusal olmayan Granger nedenselliğin test edilmesidir.

3. VERİ SETİ

Bu çalışmada, COVID-19 salgın dönemi boyunca petrol fiyatları ile hisse senedi fiyatları arasındaki doğrusal ve doğrusal olmayan nedensellik analiz edilmiştir. Çalışmada 6 Ocak 2020 ile 31 Mart 2022 dönemleri arası günlük veriler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenler sırasıyla Brent varil başı ham petrol fiyatları (*OIL*) ile S&P 500 endeksinin kapanış fiyatlarından elde edilen $R_t = In(P_t - R_{t-1}) \times 100$ getiri serisi kullanılmıştır. Veriler Yahoo Finance'dan elde edilmiştir. Analizlerde kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Ortalama	SD	Minimum	Maksimum	Çarpıklık	Basıklık	Jarque-Bera
R	0.0589	1.6233	-12.7652	8.9683	-0.9712	17.0609	4743.273***
OIL	61.44	20.7548	-37.63	127.98	0.3664	2.9189	12.79855***

Not: SD standart sapmayı göstermektedir. ***: $\boldsymbol{p} \leq 0.01$

Tablo 1'deki özet tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, COVID-19 salgın döneminde S&P 500 endeksine ait ortalama günlük getiri pozitif olarak yüzde 0.0589'dır. Petrol fiyatlarının ortalama günlük fiyatı 61.44 dolar seviyesindedir. Standart sapma değerlerine göre ise petrol fiyatlarının oynaklığı, S&P 500 endeksi getirilerine göre çok daha yüksek olduğu görülmektedir.

4. EKONOMETRİK YÖNTEM

4.1. Doğrusal Granger Nedensellik Testi

Granger (1969) tarafından önerilen doğrusal Granger nedensellik testi, doğrusal indirgenmiş form vektör otoregresif modelinin (VAR) tahminini içeren iki değişkenli nedensellik için kullanılan bir testtir. Bir değişkenin cari dönemdeki değeri açıklanırken başka bir değişkenin gecikmeli değerleri bu değişkenin açıklanmasına katkı sağlıyorsa değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisi olduğu söylenebilir (Mert ve Çağlar, 2019:339-340). Spesifik olarak, bu çalışmadaki modeller aşağıdaki gibi ele alınmıştır:

$$R_t = \beta_1 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i R_{t-i} + \sum_{j=1}^{q} \theta_j LOIL_{t-j} + u_{t1} \quad (1)$$

$$LOIL_t = \beta_2 + \sum_{i=1}^{p} \gamma_i LOIL_{t-i} + \sum_{j=1}^{q} \delta_j R_{t-j} + u_{t2} \quad (2)$$

Burada, R_t ve $LOIL_t$ sırasıyla S&P 500 endeksi getirileri ve logaritmik Brent ham petrol fiyatlarını temsil ediyor. p ve q her model için optimal gecikme uzunluklarını göstermektedir. u_{t1} ve u_{t2} regresyon modellerinin hata terimleri olup, karşılıklı olarak sıfır ortalama ve sabit varyans ile bağımsız ve bireysel olarak bağımsız ve özdeş (i.i.d.) dağıldığı varsayılır.

Denklem (1)'de Brent ham petrol fiyatı, S&P 500 endeksi getirisinin Granger nedeni değildir sıfır hipotezi için Granger nedensellik testi, $\theta_j = 0, j = 1,2,...,q$ şeklinde ifade edilir. Denklem (2)'de ise, S&P 500 endeksi getirisi Brent ham petrol fiyatının Granger nedeni değildir sıfır hipotezi için $\delta_j = 0, j = 1,2,...,q$ testine eşdeğerdir.

4.2. Doğrusal Olmayan Granger Nedensellik Testi

Standart Granger nedensellik testi, iki değişken arasında doğrusal olmayan bir nedensellik ilişkisinin varlığını saptamak için uygun bir test değildir. Bu çalışmada doğrusal olmayan nedenselliği test etmek için literatürde yaygın olarak kullanılan Hiemstra ve Jones (1994) testi kullanılmıştır.

4.2.1. Hiemstra ve Jones (HJ, 1994) Testi

Hiemstra ve Jones (1994) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan Granger nedensellik testi, VAR modelindeki doğrusal tahmin gücünü kaldırarak, bir artık serinin diğeri üzerinde kalan herhangi bir artırımlı tahmin gücünün doğrusal olmayan tahmin gücü olarak kabul edilebileceğini varsaymaktadır. Daha

sonra, iki zaman serisi arasındaki herhangi bir doğrusal olmayan nedensellik ilişkisini ortaya çıkarmak için zaman içindeki uzamsal bağımlılığın bir ölçüsü olan korelasyon integrali kullanılarak parametrik olmayan bir istatistiksel yöntem önermişlerdir (Hiemstra ve Jones, 1994:1645-1646).

R_t ve $LOIL_t$ arasındaki doğrusal olmayan Granger nedenselliğini test etmek için, denklem (1) ve denklem (2)'deki test VAR modelinden tahmin edilen iki artık serisine, u_{t1} ve u_{t2} uygulanır. Bu durumda, sıfır hipotezi $LOIL_t$'in R_t'ye doğrusal olmayan kesinlikte Granger nedeni olmadığı şeklinde tanımlanır. Doğrusal bir VAR modeliyle doğrusal kestirim gücü kaldırıldığında, bir artık serinin bir diğeri için kalan herhangi bir artırımlı kestirim gücü, doğrusal olmayan kestirim gücü olarak kabul edilir (Baek ve Brock (1992a)).

Optimal gecikme uzunluğu (m), açıklayıcı değişkenin (L_X) ve bağımlı değişkenin (L_Y) verilen değerleri için, Y_t aşağıdaki durumlarda doğrusal olmayan bir şekilde Granger X_t'ye neden olmaz:

$$P\left(X_t^m - X_s^m < eIX_{t-L_X}^{L_X} - X_{s-L_X}^{L_X} < e\right) \tag{3}$$

Burada, $P(.)$ olasılığı, . maksimum normu ve e uzunluk ölçeğini gösterir. Denklem (3)'deki katı Granger nedensellik olmama koşulu, aşağıdaki gibi karşılık gelen ortak olasılık oranları cinsinden ifade edilerek uygulanabilir:

$$\frac{C_1\left(m+L_X,L_Y,e\right)}{C_2\left(L_X,L_Y,e\right)} = \frac{C_3\left(m+L_X,e\right)}{C_4\left(L_X,e\right)} \tag{4}$$

Burada C_1,C_2,C_3 ve C_4 HJ (1994) tarafından tartışılan ortak olasılıkların korelasyon integrali tahmin edicileridir. Verilen m, L_X ve $L_Y \geq 1$ ve $e > 0$ değerleri için, X_t ve Y_t'nin durağan ve zayıf bağımlı olduğu varsayımları altında, eğer Y_t doğrusal olmayan bir şekilde Granger X_t'ye neden olmuyorsa, o zaman:

$$\sqrt{n}\left(\frac{C_1\left(m+L_X,L_Y,e,n\right)}{C_2\left(L_X,L_Y,e,n\right)} - \frac{C_3\left(m+L_X,e,n\right)}{C_4\left(L_X,e,n\right)}\right) \to N\left(0,\sigma^2\left(m,L_X,L_Y,n\right)\right) \tag{5}$$

Burada $n = T + 1 - m - max\,(L_X,L_Y)$ ve $\sigma^2\,(m,L_X,L_Y,e)$ tahmincilerin varyansıdır. Test istatistiğinin önemli bir pozitif değeri, Y_t'nin gecikmeli değerlerinin X_t'yi tahmin edebileceğini gösterirken, önemli bir negatif değer ise Y_t'nin gecikmeli değerlerinin X_t tahminini önemli ölçüde saptırdığını gösterir.

HJ (1994) testinin istatistiksel özellikleri ile ilgili tartışılan iki önemli sorunu vardır. Bu sorunlardan birincisi, VAR modelinin artıklarına uygulandığında HJ (1994) testinin asimptotik dağılımıyla ilgilidir. Baek ve Brock (1992b), sürdürülen VAR modeli artıklarının standart Granger nedensellik test denk-

lemlerinden elde edilen artıkların asimptotik dağılımının, tutarlı olarak tahmin edilen artıklara uygulandığında, karşılıklı olarak bağımsız ve tek tek i.i.d.'ye uygulandığında olduğu gibi aynı olduğunu göstermişlerdir (Hiemstra ve Jones, 1994:1645-1646).

Testin kendi versiyonunun, bu tür modeller için nuisance-parameter-free (NPF) olduğu söyleniyor. Burada kullanılan değiştirilmiş Baek ve Brock testi için benzer bir NPF sonucu henüz üretilmemiştir. Bununla birlikte, Hiemstra ve Jones (1994), değiştirilmiş testin NPF problemlerine karşı sağlam olduğunu öne süren Monte Carlo kanıtlarını sunmuşlardır. Belirli bir VAR modeline karşılık gelen tutarlı bir şekilde tahmin edilen hatalara uygulandığında, değiştirilmiş testin asimptotik ve sonlu-örnek istatistiksel özellikleri arasındaki benzerlik ilişkisi yakındır.

Bir diğer sorun ise, Baek ve Brock test prosedürünün sonlu örneklem boyutu ve güç özellikleri ile ilgilidir. Hiemstra ve Jones (1994), Monte Carlo simülasyonlarını kullanarak, değiştirilmiş Baek ve Brock testinin, çeşitli doğrusal ve doğrusal olmayan Granger nedensel ve nedensel olmayan ilişkilere karşı oldukça iyi sonlu örnek boyutu ve güç özelliklerine sahip olduğunu bulmuşlardır. Diğer taraftan, Baek ve Brock (1992a) ve Hiemstra ve Jones (1994), testin Baek ve Brock'un versiyonunun sonlu örneklem boyutunun, testin uygulandığı, karşılıklı olarak bağımsız ve bireysel olarak i.i.d., nominal boyutundan önemli ölçüde daha büyük olabileceğini ifade etmişlerdir. Bu nedenle, test uygulamalarının, testin değiştirilmiş sürümünü veya Baek ve Brock'un tablo kritik değerlerini kullanan test sürümünü kullanmasını önermişlerdir.

5. AMPİRİK BULGULAR

Çalışmada nedensellik analizlerine geçmeden önce değişkenlerin durağan olup olmadıkları genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF, 1979) ve Phillips-Perron (PP, 1988) birim kök testleri ile incelenmiş ve sonuçlar Tablo 2'de özetlenmiştir. ADF (1979) ve PP (1988) birim kök testi sonuçlarına göre, S&P 500 endeksi getirilerinin (*R*) %1 anlamlılık seviyesinde düzeyde durağan olduğu ve Brent ham petrol fiyatları (*LOIL*) ise %1 anlamlılık seviyesinde birinci fark durağan olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. Birim Kök Testi Sonuçları

	ADF (1979)		PP (1988)	
Değişkenler	**Düzey**	**Birinci Farklar**	**Düzey**	**Birinci Farklar**
R	-6.8172 (8)	-16.2536 (7)	-30.7019 (5)	-38.5916 (6)
	[0.0000]***	[0.0000]***	[0.0000]***	[0.0000]***
LOIL	-4.6796 (0)	-21.4827 (0)	-4.8152 (7)	-21.5559 (7)
	[0.2241]	[0.0000]***	[0.2718]	[0.0000]***

Not: *:** $p \leq 0.01$**.** Sıfır hipotezinin reddedilmesi serinin durağan olduğunu işaret eder. Parantez içerisindeki değerler ADF birim kök testi için Akaike bilgi kriteri (AIC) tarafından seçilen optimal gecikme uzunluğunu ve PP birim kök testi için ise Newey-West bant genişliğini gösterir. Köşeli parantez içerisindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir.

5.1. Doğrusal Granger Nedensellik Analizi Sonuçları

Brent ham petrol fiyatları ile S&P 500 endeksi getirileri arasındaki doğrusal Granger nedensellik analizi sonuçları Tablo 3'de sunulmuştur. Tablo 3'deki doğrusal Granger nedensellik testinin sonuçları, her iki sıfır hipotezi de %10 anlamlılık düzeyinde bile reddedilememektedir. Bu durum, Brent ham petrol fiyatlarındaki değişimin doğrusal olarak S&P 500 endeksi getirileri üzerinde bir değişikliğe neden olmadığını ve bunun tersi durumu içinde göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, Brent ham petrol fiyatları ile S&P 500 endeksi getirileri arasında doğrusal bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. Ayrıca, iki değişken arasındaki etkileşimin basit bir doğrusal ilişki olmadığına işaret etmektedir. Brent ham petrol fiyatları ile S&P 500 endeksi getirileri zamanla değişen iç ve dış faktörlerden büyük ölçüde etkilenir, bu nedenle ilişkileri doğrusal ve statik olmaktan ziyade doğrusal olmayan ve zamanla değişebilir olarak ele almak gerekmektedir. Bunlar doğrusal nedensellik sonuçlarının ana nedenleri olabilir.

Tablo 3. Doğrusal Granger Nedensellik Analizi Sonuçları

Gecikme Uzunlukları	LOIL, R'nin Granger nedeni değildir	R, LOIL'in Granger nedeni değildir.
1	0.0861 (0.1692)	5.8433 (0.4160)
2	0.6200 (0.2383)	4.8353 (0.2583)
3	14.2662 (0.8046)	4.8870 (0.2723)
4	11.9794 (0.7219)	5.4414 (0.3503)
5	9.6629 (0.6013)	4.9016 (0.3002)
6	7.8282 (0.4872)	5.4066 (0.3318)
7	6.4590 (0.4519)	7.4595 (0.6074)
8	5.2646 (0.4011)	6.4157 (0.4764)
9	4.0326 (0.3024)	5.3064 (0.3217)
10	3.8121 (0.2459)	4.7220 (0.2839)
11	3.5515 (0.2217)	4.3342 (0.2271)
12	3.7127 (0.2319)	4.0239 (0.1758)

Not: Parantez içerisindeki değerler *p* olasılık değerlerini göstermektedir.

5.2. Doğrusal Olmayan Granger Nedensellik Analizi Sonuçları

Doğrusal olmayan Granger nedensellik testlerinden literatürde en yaygın kullanılan testlerden biri Hiemstra ve Jones (HJ, 1994) testtidir. Bu çalışmada, Brent ham petrol fiyatları ile S&P 500 endeksi getirileri arasındaki doğrusal olmayan Granger nedenselliği test etmek için HJ (1994) testi kullanılmıştır. Analizde 1 ile 12 gecikmeli ortak gecikme uzunlukları kullanılarak hem seriler hem de gecikme uzunlukları $L_Y = L_X$ için $e = 1.5$ alınarak test uygulanmıştır.

Tablo 4. Doğrusal Olmayan Granger Nedensellik Analizi Sonuçları

Gecikme Uzunlukları	LOIL, R'nin Granger nedeni değildir	R, LOIL'in Granger nedeni değildir.
1	2.1563 (0.1152)	0.4121 (0.5620)
2	2.1781 (0.1058)	0.7018 (0.6213)
3	2.5670* (0.0567)	0.7092 (0.6257)
4	2.7459** (0.0431)	1.1024 (0.7014)
5	2.8563** (0.0322)	1.1308 (0.7296)
6	2.8906** (0.0302)	1.0427 (0.6658)
7	3.0165** (0.0234)	1.1952 (0.7501)
8	3.2451** (0.0204)	1.2742 (0.7703)
9	3.5530** (0.0190)	1.4509 (0.8021)
10	3.7821** (0.0172)	1.4597 (0.8076)
11	3.9008** (0.0119)	1.9124 (0.8512)
12	4.1025** (0.0101)	1.9347 (0.8608)

Not: Parantez içerisindeki değerler *p* olasılık değerlerini göstermektedir. *: $p \leq 0.10$, **:$p \leq 0.05$

Doğrusal olmayan Granger nedensellik testi olan HJ (1994) test sonuçları Tablo 4'de gösterilmiştir. HJ (1994) test sonuçlarına göre, Brent ham petrol fiyatlarından S&P 500 endeksi getirilerine doğru doğrusal olmayan Granger nedenselliğin sıfır hipotezi birinci ve ikinci gecikmeler dışında %10 anlamlılık düzeyinde reddedildiği tespit edilmiştir. Özellik ilk iki gecikme için *p* olasılık değerlerinin %10 anlamlılık düzeyine çok yakın olduğu görülmektedir. Ancak, S&P 500 endeksi getirilerinden Brent ham petrol fiyatlarına doğru doğrusal olmayan Granger nedenselliğin sıfır hipotezi reddedilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Ampirik bulgular Brent ham petrol fiyatlarının S&P 500 endeksi getirilerine uzanan önemli bir doğrusal olmayan nedensellik ilişkisi varken, S&P 500 endeksi getirilerinden Brent ham petrol fiyatlarına doğru mevcut doğrusal ve doğrusal olmayan nedensellik ilişkisini destekleyecek kanıt bulunamamıştır. Bu sonuçlar, Brent ham petrol fiyatları ile S&P 500 endeksi getirileri arasındaki ilişkinin karmaşık olduğunu ve olası nedenlerin daha faz-

la araştırılması gerektiğine işaret etmektedir. Öncelikle, zamanla iki değişken arasında kararsız bir ilişki olabilir. Örneğin ABD, dünyanın en büyük ekonomisine sahip olması, küresel emtia Pazar payından önemli ölçüde pay alması ve bunun talep etkileri olabilir (Kilian, 2009; Frankel, 2014). Finansal yatırımcıların risk alma iştahı ve duyarlılığı zamanla değişebilir (He vd., 2019; Jammazi vd., 2017; Ji vd., 2019).

Hem petrol piyasasında hem de hisse senedi piyasalarında zamana bağlı oynaklık da mevcuttur (Filis vd., 2011; Caporale vd., 2015). Petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların hisse senedi fiyatlarında büyük değişikliklere yol açması ve dolayısıyla borsadaki belirsizliği ve zaman içinde kâr fırsatı yaratmasıyla birlikte, hisse senedi piyasalarının performansıyla ilgilenen yatırımcılar, zaman içinde farklı tepki veren zamana bağlı değişkenlik beklentileri ve duyguları da gösterebilirler. Bu özellikler, petrol fiyatı ile yatırımcı duyarlılığı arasında zamanla değişen bir ilişkiye işaret etmektedir.

6. SONUÇ

Bu çalışmada, dünyanın en gelişmiş ekonomisi ve sermaye piyasalarına sahip olan ABD'de COVID-19 döneminde Brent ham petrol fiyatları ile S&P 500 endeksi getirileri arasındaki doğrusal ve doğrusal olmayan nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Doğrusal Granger nedensellik testi ve doğrusal olmayan Hiemstra ve Jones (1994) Granger nedensellik testlerini kullanarak ham petrol fiyatları ile S&P 500 endeksi getirileri arasındaki doğrusal olmayan Granger nedenselliğini ve zamanla değişen etkileri yakalamayı amaçlamıştır. Analiz edilen dönemde doğrusal Granger nedensel ilişkilerine dair Brent ham petrol fiyatları ile S&P 500 endeksi getirileri arasında herhangi bir yönde ilişki bulunamamıştır. Analiz sonuçları iki değişken arasındaki etkileşimin doğrusal bir ilişki olmadığına işaret edebilir. Bu nedenle ilişkileri doğrusal olmayan ve zamanla değişebilir olarak ele almak gerekir. Diğer taraftan doğrusal olmayan Hiemstra ve Jones (1994) Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, Brent ham petrol fiyatlarından S&P 500 endeksi getirilerine doğru doğrusal olmayan tek yönlü Granger nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Ancak, S&P 500 endeksi getirilerinden Brent ham petrol fiyatlarına doğru doğrusal olmayan Granger nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Ampirik bulgular değerlendirildiğinde Brent ham petrol fiyatları ile S&P 500 endeksi getirileri arasındaki doğrusal olmayan ilişkinin farklı olası nedenleri olabilir. COVID-19 dönemi boyunca bu iki değişken yüksek dalgalanmalara veya oynaklığa maruz kalmıştır. Bu durum yatırımcıların risk alma iştahını ve duyarlılığı zamanla etkileyebilir.

Ayrıca, Brent ham petrol fiyatlarında meydana gelen dalgalanmalar S&P 500 endeksinde aşağı ve yukarı yönlü büyük fiyat hareketlerine yol açmıştır. Bu yaşanan oynaklık S&P 500 endeksinde belirsizliği arttırmış ve yatırımcıların emtia piyasalarında da yaşanan dalgalanmalarla birlikte beklentilerini ve risk iştahını azaltmıştır. Bu sonuçlar Lin vd. (2021), Jiang ve Liu (2021) ve Yuan vd. (2022) çalışmalarıyla tutarlı olup, COVID-19 salgın dönemi boyunca Brent ham petrol fiyatları ile S&P 500 endeksi getirilerinde tek yönlü doğrusal olmayan Granger nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir.

Çalışmadan elde edilen ampirik bulgular Brent ham petrol fiyatları ile S&P 500 endeksi arasındaki dinamik ilişkinin anlaşılmasında bazı önemli çıkarımlara sahiptir. Birincisi, Brent ham petrol fiyatlarından S&P 500 endeksi getirilerine doğru doğrusal bir nedensellikten ziyade tek yönlü doğrusal olmayan bir nedensellik olduğu göz önüne alındığında, yatırımcı duyarlılığını ele alan politikalar, petrol fiyatının doğrusal olmayan etkisini dikkate almalıdır. İkincisi, Brent ham petrol fiyatının S&P 500 endeksi üzerindeki olumsuz etkileri zamanla değişmekte ve son yıllarda endeks üzerindeki etkisi artmıştır. Bu durum ekonomistlerin, üreticilerin, politika yapıcıların ve yatırımcıların geçmiş etkilerden çok yakın tarihli etkilere odaklanması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca finansal otoritelerinin ve yatırımcıların stratejilerini veya karar vermelerini zaman içinde ayarlamaları gerekmektedir.

Son olarak, yeni yapılacak çalışmalar için COVID-19 salgınının emtia piyasaları ile hisse senedi piyasaları arasındaki doğrusal olmayan ve asimetrik ilişkisi araştırılabilir. Hisse senedi fiyatları ile emtia piyasaları arasındaki doğrusal ve doğrusal olmayan Granger nedensellik ilişkisine COVID-19 salgın öncesi ve sonrası dönemler için analiz yapılabilir. Ayrıca, bu çalışma gelişmiş ve gelişmekte olan ülke gruplarını kapsayacak şekilde doğrusal ve doğrusal olmayan panel Granger nedensellik testleri ile genişletilebilir.

KAYNAKÇA

Ajmi, A. N., El-Montasser, G., Hammoudeh, S. & Nguyen, D. K. (2014). Oil prices and MENA stock markets: New evidence from nonlinear and asymmetric causalities during and after the crisis period. Applied Economics. 46(18), 2167-2177.

Aloui, C., Nguyen, D. K. & Njeh, H. (2012). Assessing the impacts of oil price fluctuations on stock returns in emerging markets. Economic Modelling. 29(6), 2686-2695.

Baek, E. G. & Brock, W. A. (1992a). A general test for nonlinear Granger Causality: Bivariate model, Working paper, Iowa State University and University of Wisconsin, Madison.

Baek, E. G. & Brock, W. A. (1992b). A nonparametric test for independence of a multivariate time series. Statistica Sinica. 2(1), 137-156.

Baumeister, C. & Kilian, L. (2016). Forty years of oil price fluctuations: Why the price of oil may still surprise us. Journal of Economic Perspectives. 30(1), 139-160.

Basher, S. A. & Sadorsky, P. (2006). Oil price risk and emerging stock markets. Global Finance Journal. 17(2), 224-251.

Caporale, G. M., Ali, F. M. & Spagnolo, N. (2015). Oil price uncertainty and sectoral stock returns in China: A time-varying approach. China Economic Review. 34(1), 311-321.

Ciner, C. (2001). Energy shocks and financial markets: Nonlinear linkages. Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics. 5(3), 203-212.

Dickey, D. A. ve Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. Journal of the American Statistical Association, 74(366), 427-431.

El-Sharif, I., Brown, D., Burton, B., Nixon, B. & Russell, A. (2005). Evidence on the nature and extent of the relationship between oil prices and equity values in the UK. Energy Economics. 27(6), 819-830.

Filis, G. (2010). Macro economy, stock market and oil prices: Do meaningful relationships exist among their cyclical fluctuations?. Energy Economics. 32(4), 877-886.

Filis, G., Degiannakis, S. & Floros, C. (2011). Dynamic correlation between stock market and oil prices: The case of oil-importing and oil-exporting countries. International Review of Financial Analysis. 20(3), 152-164.

Frankel, J. A. (2014). Effects of speculation and interest rates in a "carry trade" model of commodity prices. Journal of International Money and Finance. 42(1), 88-112.

Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. Econometrica. 37(3), 424-438.

Hammoudeh, S. & Choi, K. (2006). Behavior of GCC stock markets and impacts of US oil and financial markets. Research in International Business and Finance. 20(1), 22-44.

Hatemi-J, A., Shayeb, A. A. & Roca, E. (2016). The effect of oil prices on stock prices: fresh evidence from asymmetric causality tests. Applied Economics. 49(16), 1584-1592.

He, Z., He, L. & Wen, F. (2019). Risk compensation and market returns: The role of investor sentiment in the stock market. Emerging Markets Finance and Trade. 55(3), 704-718.

He, Z. (2020). Dynamic impacts of crude oil price on Chinese investor sentiment: Nonlinear causality and time-varying effect. International Review of Economics & Finance. 66, 131-153.

Hiemstra, C. & Jones, J. D. (1994). Testing for linear and nonlinear Granger causality in the stock price-volume relation. The Journal of Finance. 49(5), 1639-1664.

Hu, C., Liu, X., Pan, B., Chen, B. & Xia, X. (2018). Asymmetric impact of oil price shock on stock market in China: A combination analysis based on SVAR model and NARDL model. Emerging Markets Finance and Trade. 54(8), 1693-1705.

Jammazi, R., Ferrer, R., Jareno, F. & Shahzad, S. J. H. (2017). Time-varying causality between crude oil and stock markets: What can we learn from a multiscale perspective?. International Review of Economics & Finance. 49(1), 453-483.

Ji, Q., Jianping, L. & Xiaolei, S. (2019). Measuring the interdependence between investor sentiment and crude oil returns: New evidence from the CFTC's disaggregated reports. Finance Research Letters. 30(1), 420-425.

Jiang, W. & Liu, Y. (2021). The asymmetric effect of crude oil prices on stock prices in major international financial markets. The North American Journal of Economics and Finance. 56, 1-15.

Jones, C. M. & Kaul, G. (1996). Oil and stock markets. The Journal of Finance. 51(2). 463-491.

Khalifa, A. A. A., Hammoudeh, S. & Otranto, E. (2014). Patterns of volatility transmissions within regime switching across GCC and global markets. International Review of Economics & Finance. 29, 512-524.

Kilian, L. & Park, C. (2009). The impact of oil price shocks on the U.S. stock market. International Economic Review. 50(4), 1267-1287.

Kumar, S. (2019). Asymmetric impact of oil prices on Exchange rate and stock prices. The Quarterly Review of Economics and Finance. 72, 41-51.

Li, S., Zhang, H. & Yuan, D. (2019). Investor attention and crude oil prices: Evidence from nonlinear Granger causality tests. Energy Economics. 84, 1-12.

Lin, L., Zhou, Z., Jiang, Y. & Ou, Y. (2021). Risk spillovers and hedge strategies between global crude oil markets and stock markets: Do regime switching processes combining long memory and asymmetry matter?. The North American Journal of Economics and Finance. 57, 1-25.

Mert, M. & Çağlar, A. E. (2019). EViews ve Gauss Uygulamalı Zaman Serileri Analizi. Detay Yayıncılık.

Miller, J. I. & Ratti, R. A. (2009). Crude oil and stock markets: Stability, instability, and bubbles. Energy Economics. 31(4), 559-568.

Nandha, M. & Hammoudeh, S. (2007). Systematic risk, and oil price and Exchange rate sensitivities in Asia-Pacific stock markets. Research in International Business and Finance. 21(2), 326-341.

Narayan, P. K. & Narayan, S. (2010). Modelling the impact of oil prices on Vietnam's stock prices. Applied Energy. 87(1), 356-361.

Narayan, P. K., Sharma, S., Poon, W. C. & Westerlund, J. (2014). Do oil prices predict economic growth? New global evidence. Energy Economics. 41, 137-146.

Ono, S. (2011). Oil price shocks and stock markets in BRICs. The European Journal of Comparative Economics. 8(1), 29-45.

Papapetrou, E. (2001). Oil price shocks, stock market, economic activity and employment in Greece. Energy Economics. 23(5), 511-532.

Phillips, P. C. B. ve Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. Biometrica, 75(2), 335-346.

Rafiq, A., Salim, R. & Bloch, H. (2009). Impact of crude oil price volatility on economic activities: An empirical investigation in the Thai economy. Resources Policy. 34(3), 121-132.

Yuan, D., Li, S., Li, R. & Zhang, F. (2022). Economic policy uncertainty, oil and stock markets in BRIC: Evidence from quantiles analysis. Energy Economics. 110, 1-13.

Wang, K. H., Su, C. W., & Umar, M. (2021). Geopolitical risk and crude oil security: A Chinese perspective. Energy. 219, 1-13.