

## ALTIN, HAM PETROL, GVZ VE OVX'İN TÜRK FİNANSAL PİYASALARINA SİMETRİK VE ASİMETRİK ETKİLERİ

Ebru YILDIRIM

(ebruyildirim3@outlook.com)

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül İŞCANOĞLU ÇEKİÇ

Trakya Üniversitesi, İİBF, (aysegulcekcic@trakya.edu.tr)

### ÖZET

*Piyasalar arası etkileşimleri ve asimetrik nedensellik ilişkilerini inceleyen bu çalışmada BIST100 getirileri ile Dolar/TL kuru, Altın, Ham Petrol, Altın Oynaklık Endeksi (GVZ) ve Ham Petrol Oynaklık Endeksi (OVX) getirileri arasındaki ikili ilişkiler araştırılmıştır. Çalışmada, Doğrusal Granger Nedensellik Testi, Hiemstra ve Jones Doğrusal Olmayan Nedensellik Testi, Kyrtsov ve Labys Doğrusal Olmayan Nedensellik Testi ve Hristu-Varsakelis ve Kyrtsov Doğrusal Olmayan Asimetrik Nedensellik testleri uygulanarak ilişkilerin varlığı ve yönü incelenmiştir. Analizlerde, 01.01.2010 ile 01.01.2018 dönemlerini kapsayan 2332 adet günlük fiyat serisi kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre BIST100 ile bahsi geçen seriler arasında çeşitli simetrik ve asimetrik nedensellik ilişkisine rastlanılmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** Doğrusal Granger Nedensellik, Doğrusal Olmayan Nedensellik, Asimetrik Nedensellik.

## SYMMETRIC AND ASYMMETRIC EFFECTS OF GOLD, CRUDE OIL, GVZ AND OVX ON TURKISH FINANCIAL MARKETS

### ABSTRACT

*In this study the bivariate financial market interactions between BIST100 and Dolar/TL Exchange Rate, Gold, Crude Oil, Gold Volatility Index Oil Volatility Index are investigated. Linear Granger Causality Test, Hiemstra and Jones Nonlinear Causality Test, Kyrtsov and Labys Nonlinear Causality Test, and Hristu-Varsakelis and Kyrtsov Nonlinear Asymmetric Causality tests were applied to investigate the existence and direction of interactions. This study covers 2332 daily return series in the period from 01.01.2010 to 01.01.2018. Results show the existence of symmetric and asymmetric causality between BIST100 and the series used in this study.*

**Keywords:** Linear Granger Causality, Nonlinear Causality, Asymmetric Causality.

\* Bu çalışma Ebru YILDIRIM tarafından Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül İŞCANOĞLU-ÇEKİÇ danışmanlığında hazırlanmış olan "Piyasalar Arası Etkileşim ve Asimetrik Nedensellik İlişkisi" isimli tezinden üretilmiştir.

## 1. Giriş

Dünya genelinde, özellikle yüksek riskli piyasalarda, altın önemli bir hedge ürün ve petrol fiyatları ise yüksek riskli bir ürün olarak kabul görmektedir. Bunun başlıca nedeni, bu ürünlerin ülkelerin finansal aktivitelerinde önemli yer tutmasıdır. Diğer bir ifade ile altın ve petrol fiyatlarında meydana gelen değişimler ülkelerin üretim faaliyetlerinde direkt etken olduğundan, ülkelerin finansal piyasalarını da etkilemektedir. Bu nedenle, finansal piyasalar ile bu ürünler arasındaki ilişkilerin yapısını, seviyesini anlamak finansal bilgiye ihtiyaç duyan kurum ya da yatırımcılar açısından oldukça önem taşımaktadır.

Küreselleşme süreci ile hızlanan, ürünlerin ülkeler arası kolay transfer edilmesi, belirli bir süre sonra krizlerin de ülkeler arası transfer olması gerçeğini doğurmuştur. Buna en yakın 2008-2010 küresel krizi verilebilmektedir. Bu bağlamda dünya piyasaları ile ilişkide bulunan her ülke gibi Türkiye piyasaları da küresel piyasalarla etkileşim halindedir ve tüm küresel risklere açıktır.

Özellikle, altın ve petrol ithalatı açısından Türkiye'yi incelediğimizde, Türk finansal piyasaları için altın ve petrol fiyatındaki değişimlerin büyük önem arz ettiğini görebiliriz. Örneğin, Ticaret Bakanlığı tarafından açıklanan, 2018 (Ocak-Eylül) yılı, Altın Dış Ticaret İstatistikleri (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2018) dikkate alındığında, altın ithalatının tüm ithalat içerisindeki payının %5,7 olduğu görülmektedir. Ayrıca, 2017 yılı ham petrol ve doğalgaz sektör raporuna göre Türkiye enerji talebinin dışa bağımlılık oranının 2007-2016 yılları arasında %70'in üzerinde olduğu (TPAO, 2018:36) ve bu yıllar arasında birincil enerji tüketimi içindeki petrol ve doğalgaz payının %60 civarında (TPAO, 2018:36) olduğu görülebilmektedir.

Bu çalışmada, altın, petrol ve finansal piyasalar arasındaki etkileşimleri incelemeye yönelik gittikçe artan literatüre katkıda bulunmak amaçlanmaktadır. Çalışmada, Türkiye ile uluslararası altın ve petrol arasındaki etkileşimler ortaya konulacaktır. Bu amaçla, Türk piyasa endeksi BIST100 dikkate alınmış ve BIST100 getirileri ile küresel Altın (World Gold Council), küresel Ham Petrol (WTI Crude Oil) arasındaki doğrusal ve doğrusal olmayan ilişkiler ve bu ilişkilerin yönü, simetrik ve asimetrik olarak araştırılmıştır. Ayrıca, uluslararası altın piyasasındaki belirsizliğin bir ölçüsü olarak Altın Volatilite Endeksi (GVZ), uluslararası petrol piyasası belirsizliğinin bir ölçüsü olarak Ham Petrol Volatilite Endeksi (OVX) ve ülkenin parasal değerinin bir göstergesi olarak da Dolar/TL kuru olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada, 01.01.2010-01.01.2018 dönemi ele alınmış ve analizlerde günlük yüzde log-getiri serileri kullanılarak, doğrusal ve doğrusal olmayan nedensellik testleri uygulanmıştır. Çalışmada uygulanan testler; Granger (1969) tarafından önerilen doğrusal nedensellik testi, Hiemstra ve Jones (1994) tarafından önerilen doğrusal olmayan nedensellik testi, Kyrtsov ve Labys (2006) tarafından önerilen Mackey-Glass doğrusal olmayan nedensellik testi ve Hristu-Varsakelis ve Kyrtsov (2008) tarafından önerilen Mackey-Glass doğrusal olmayan asimetrik nedensellik testidir.

Çalışma, uluslararası değerli metal fiyatları, uluslararası petrol fiyatları ve Türk finansal piyasaları üzerine yapılan çalışmalara, veri seti ve kullanılan yöntemler açısından katkı sağlamaktadır. Öncelikle, bu çalışmada literatürde mevcut örneğin; Soytaş vd. (2009), Soytaş ve Oran (2011), Eryiğit (2012), Gencer ve Demiralay (2013), Yıldız-Contu vd. (2013), Erdas ve Caglar (2018) çalışmalardan farklı uzunluklardaki zaman serisi verilerini kullanarak,

uluslararası altın ve petrol fiyatları ve BIST100 arasındaki ilişkileri ele alıyoruz. Ek olarak, çalışmaya dahil edilen, GVZ ve OVX değişkenleri ile Türk finansal piyasaları arası ilişkilere yönelik çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Çalışma, bu bağlamda literatürdeki açıklığı kapatmayı amaçlamaktadır. Diğer taraftan çalışmada kullanılan Kyrtsov ve Labys (2006) ve Hristu-Varsakelis ve Kyrtsov (2008) yöntemlerinin, Türk finansal piyasası üzerine uygulamaları oldukça kısıtlıdır. Çalışma dahilinde erişebildiğimiz sadece Bildirici ve Türkmen (2015) çalışması mevcuttur. Bu bağlamda, çalışma, yönetsel açıdan literatürdeki boşluğu doldurmayı hedeflemektedir.

Finansal ürünlerin arasındaki doğrusal, doğrusal olmayan ve asimetric ilişkileri analiz eden çalışmalarla ilgili literatür özeti Bölüm 2’de verilecektir. Bölüm 3’te testlere ait teorik bilgiler sunulacaktır. Bölüm 4’te ise veri tanıtılacak ve analize ait sonuç ve bulgular verilecektir. Bölüm 5 ile de çalışma sonlandırılacaktır.

## 2. Literatür

Çalışmanın bu bölümünde, analizlerde kullanılan, doğrusal olmayan simetrik ve asimetric nedensellik testlerinin finansal piyasa uygulamaları ile ilgili mevcut araştırma dahilinde ulaşılan öncü çalışmalar yer almaktadır. Ek olarak, altın, ham petrol ve finansal piyasalar arasındaki nedensellik ilişkilerine dair güncel çalışmalar da tarih sırası ile sunulmuştur.

Hiemstra ve Jones (1994) çalışmalarında, Dow Jones hisse senedi getirileri ile New York Borsası ticaret hacmindeki yüzde değişimleri arasındaki dinamik nedensellik ilişkisini açıklamak için doğrusal ve doğrusal olmayan Granger nedensellik testini kullanmışlardır. Çalışmanın sonunda getiriler ve ticaret hacmi arasında anlamlı ve çift yönlü doğrusal olmayan nedensellik ilişkisinin varlığını kanıtlamışlardır. Ayrıca ticaret hacminden hisse senedi getirilerine doğru doğrusal olmayan nedensellik ilişkisi de tespit edilmiştir.

Silvapulle ve Choi (1999), çalışmalarında Ocak 1980- Aralık 1994 yıllarını kapsayan, günlük Kore hisse senedi getirileri ile işlem hacmi arasındaki dinamik ilişkileri incelemek için doğrusal ve doğrusal olmayan Granger nedensellik testleri kullanmışlardır. Bu testin sonucunda hisse senedi getirileri ile işlem hacmi arasında anlamlı ve çift yönlü doğrusal ve doğrusal olmayan ilişkiler elde edilmiştir.

Ciner (2001), çalışmasında doğrusal olmayan nedensellik testlerini kullanarak petrol şokları ile hisse senedi getirileri arasındaki dinamik bağlantıları incelemiştir. Çalışmanın sonucunda petrol şoklarının hisse senedi endeks getirilerini etkilediğine dair kanıtlar sunulmuştur.

Kyrtsov ve Labys (2006) çalışmalarında, iki değişkenli Mackey-Glass süreci kullanarak doğrusal olmayan bir nedensellik testi önermiş ve bu test ile ABD enflasyon oranı ile emtia fiyatları arasındaki doğrusal olmayan nedensellik ilişkisi araştırmışlardır. Çalışmada, 1970 yılı Ocak ayından, 2002 Temmuz ayına kadar olan aylık 511 gözlem kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, enflasyon oranından, emtia fiyatlarına doğru doğrusal olmayan bir nedensellik tespit edilmiştir.

Rashid (2007) çalışmasında, günlük hisse senedi getirileri ile işlem hacmi değişim yüzdeleri arasındaki dinamik ilişkileri incelemiştir. Çalışma, 1266 günlük gözlem ile yaklaşık olarak 5 yıllık bir süreyi kapsamaktadır. Çalışmanın sonucunda doğrusal olmayan nedensellik

testine göre işlem hacminden hisse senedi getirilerine doğru tek yönlü bir nedensellik tespit etmiştir.

Hristu-Varsakelis ve Kyrtso (2008) çalışmalarında, Kyrtso ve Labys tarafından 2006’da önerilen doğrusal olmayan nedensellik testini, doğrusal olmayan asimetric nedensellik testine genişletmişlerdir. Çalışmada, önerilen yöntem ile ABD enflasyon oranı, metal fiyat endeksi ve Dow Jones 30 Hisse Senedi endeksi arasındaki doğrusal olmayan asimetric nedensellik ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan veri, 1960 yılı Ocak ayından, 2002 Temmuz ayına kadar olan aylık 511 gözlem içermektedir. Sonuç olarak, enflasyon oranı ile metal fiyat endeksi arasında çift yönlü simetrik ve metal fiyat endeksindeki pozitif ve negatif hareketlerden enflasyon oranına doğru asimetric ve ayrıca enflasyondaki negatif hareketlerden metal fiyatlarına doğru doğrusal olmayan bir nedensellik tespit edilmiştir. Ek olarak, enflasyon oranı ile hisse senetleri endeksi Dow30 arasında doğrusal olmayan simetrik bir nedensellik bulunmamış iken enflasyon ile Dow30 endeksindeki negatif hareketlerden çift yönlü doğrusal olmayan asimetric nedensellik ve Dow30 endeksindeki pozitif hareketlerden, enflasyon oranına doğru doğrusal olmayan asimetric nedensellik bulunmuştur.

Bayrakdaroğlu ve Nazlıoğlu (2009), çalışmalarında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB)’ da işlem gören on adet bankanın işlem hacimleri ve fiyatları arasındaki ilişkileri Granger (1965) - Dolado ve Lütkepohl (1996) doğrusal ve Hiemstra ve Jones (1994) ile Diks ve Panchenko (2006) doğrusal olmayan nedensellik testlerini kullanarak incelemişlerdir. Yapılan bu çalışmanın sonucunda ele alınan on adet bankanın hisse senetlerinin işlem hacimleri ve fiyatları arasında doğrusal ve doğrusal olmayan herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanılmamıştır.

Soytaş vd. (2009), Brent petrol fiyatı, Türk faiz oranı, Türk lirası-ABD doları döviz kuru ile yerel spot altın ve gümüş fiyatı arasındaki uzun ve kısa dönem etkileşimleri incelemişlerdir. Çalışma, 02.05.2003-01.03-2007 dönemini kapsamaktadır ve analizlerde Toda-Yamamoto yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre uzun dönemde dünya petrol fiyatlarının, kıymetli metal fiyatları, faiz oranı ve Türkiye’deki döviz piyasası üzerinde etkisi olmadığı, benzer şekilde, Türkiye’nin değerli metal fiyatları, döviz kuru ve tahvil piyasalarının da uzun vadede dünya petrol fiyatlarına bir etkisinin olmadığını saptamışlardır. Kısa dönemde ise petrol fiyatlarının, altın ve gümüş piyasaları üzerindeki geçici olumlu etkileri saptanırken, döviz kuru ve tahvil piyasaları üzerinde de önemli bir etkisi olmadığını sonucuna varılmıştır.

Soytaş ve Oran (2011), Brent petrol fiyatları, BIST100 ve BIST Elektrik endeksi arasındaki nedensellik ilişkilerini 02/05/2003–01/03/2007 döneminde Cheung- Ng yöntemi yardımı ile incelemişlerdir. Çalışmanın bulgularında, Türk elektrik endeksinden uluslararası petrol fiyatlarına doğru tek yönlü ve aynı zamanda, uluslararası petrol fiyatları ile elektrik getirilerinin varyansları arasında da çift yönlü Granger nedensellik ilişkisi olduğunu göstermişlerdir. Diğer taraftan, BIST100 ile diğer değişkenler arasında nedensellik ilişkilerine rastlanmamışlardır.

Ajmi vd. (2013), doğrusal olmayan Hiemstra ve Jones (1994) ve Kyrtso ve Labys (2006) testini kullanarak G7 ülkeleri arasındaki enerji tüketimi ile milli gelir arasındaki nedensellik ilişkilerini araştırmışlardır. Hiemsta ve Jones testi sonucunda Birleşik Krallık için enerji tüketiminden Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (GSYİH)’ye tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusu iken, Kanada, Fransa, Japonya ve ABD için enerji tüketimi ile GSYİH arasında

çift yönlü nedensellik ilişkisi ortaya çıkmıştır. Kyrtsou Labys testi sonucunda ise Fransa ve ABD için enerji tüketiminden GSYİH'ye tek yönlü bir ilişki gözlemlenirken, Almanya için GSYİH'den enerji tüketimine doğru bir nedensellik gözlenmiştir.

Bildirici ve Türkmen (2015) çalışmalarında, 1973:1-2012:11 dönemlerini ele almışlardır. Doğrusal olmayan ARDL yaklaşımı ve Hiemstra ve Jones (1994) ile Kyrtsou ve Labys (2006) olmak üzere iki önemli doğrusal olmayan nedensellik testi kullanarak altın, gümüş ve bakır metalleri ile petrol arasındaki eşbütünlüşme ve nedensellik ilişkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, Kyrtsou ve Labys (2006) tarafından önerilen simetrik ve Hristu-Varsakelis ve Kyrtsou (2008) tarafından önerilen asimetrik test uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, değerli metal fiyatları getirilerinin, ham petrol fiyatlarındaki değişikliklere, sadece önceki gecikmelerdeki şoklarına doğrusal olmayan bir şekilde tepki verdiği görülmüştür. Simetrik durum sonucunda petrol ile altın fiyatları ve petrol ile gümüş fiyatları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu saptanırken, diğer durumlar söz konusu iken nedensellik ilişkisi olmaksızın, asimetrik pozitif durumda petrol ile bakır fiyatları arasında tek yönlü ilişki saptanmıştır. Uygulanan Hiemstra ve Jones (1994) testi sonucunda ise altın ile petrol ve bakır ile petrol arasında çift yönlü ve petrol fiyatlarından gümüş fiyatlarına doğru tek yönlü bir Granger nedensellik ilişkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Uygulanan iki testin birbirinden farklı sonuçlar vermesi testin çok tutarlı olmadığını göstermekte olup petrol ve altın piyasaları arasındaki doğrusal olamamayı (nonlinearity) kısmen açıklamaktadır.

Gokmenoglu ve Fazlollahi (2015), uluslararası altın fiyatları, Brent ham petrol fiyatları, altın volatilité endeksi, ham petrol volatilité endeksi ve S&P500 endeksi arasındaki ilişkileri ARDL yardımı ile modellemiştir. Çalışma, Ocak 2013-Kasım 2014 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada, Granger nedensellik testi uygulanmış ve bulgulara göre altın fiyatları ile S&P500 arasında çift yönlü, ham petrol volatilité endeksi ile S&P500 arasında çift yönlü, ham petrol volatilité endeksi ile altın volatilité endeksi arasında çift yönlü nedensellik ilişkileri tespit edilmiştir. Ayrıca, ham petrol fiyatlarından, altın fiyatlarına doğru da tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir.

Patra ve Sofi (2016), Hindistan için 1950-51 ve 2011-12 dönemlerini içeren çalışmalarında ekonomik faaliyetler ve tasarruflar arasındaki doğrusal olmayan nedensellik ilişkisini ve büyüme ile tasarruf arasındaki ilişkiyi Hiemstra ve Jones ile Diks ve Panchenko testlerini kullanarak incelemişlerdir. Elde edilen bulgulara göre tasarruflardan ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bu ilişki daha yüksek gelir ve büyümeyi teşvik etmek için yurtiçindeki tasarrufların hızlandırılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Hemavathy ve Gurusamy (2016) çalışmalarında, sermaye piyasaları ile mal piyasaları arasındaki nedensellik ilişkilerini ortaya koymaya çalışmışlardır. Bu amaçla, sermaye piyasaları göstergesi olarak NSE S&P CNX Nifty endeksini ve mal piyasası göstergesi olarak uluslararası altın fiyatlarını çalışmaya dahil etmişlerdir. Çalışma, 01.04.2002-31.03.2015 dönemi için günlük fiyat serileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Johansen eştümleşme analizi ve Granger nedensellik testleri uygulanmış ve uygulama sonucunda, günlük altın fiyatları ile günlük NSE S&P CNX Nifty endeksi arasında eştümleşmenin varlığı tespit edilmiştir. Granger nedensellik testi sonucunda ise altın fiyatlarından, hisse senedi piyasalarına doğru tek yönlü bir nedenselliğin varlığı tespit edilmiştir.

Biswal ve Jain (2016) çalışmalarında, 2006- 2015 dönemlerini içeren altın, ham petrol, USD-INR döviz kurunun küresel fiyatları ve Hindistan Borsası arasındaki dinamik eşzamanlı ilişkileri standart, üstel ve eşik DCC-GARCH modelleri ve öncü gecikme (lead lag) ilişkilerini kullanarak simetrik ve asimetrik doğrusal olmayan nedenselliği araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular, yatırımcılar arasında yatırım varlıkları sınıfı olarak altının ortaya çıkmasını desteklemektedir. Ayrıca, Hindistan'da altın fiyatları ve petrol fiyatları gibi enstrümanlar kullanılarak döviz kuru dalgalanmalarını ve borsadaki oynaklıkları kontrol altına alabilmek için dinamik politika oluşturma ihtiyacını ortaya koymuşlardır.

Bouri vd. (2017a), 06.03.2011-16.03.2017 döneminde, altın volatilité endeksi, Çin hisse senetleri piyasası volatilité endeksi ve Hindistan hisse senetleri piyasası volatilité endeksi arasındaki nedensellik ilişkilerini Granger nedensellik testi ile analiz etmişlerdir. Çalışmada, frekans bazlı analiz kullanılmış ve sonuç olarak, düşük seviyede tüm volatiliteler arasında ikili nedensellik tespit edilmiştir.

Bouri vd. (2017b), çalışmalarında altın volatilité endeksi, ham petrol volatilité endeksi ve NIFTY Hindistan hisse senetleri piyasası volatilité endeksi arasındaki nedensellik ilişkilerini, Haziran 2009-Mayıs 2016 dönemi için analiz etmişlerdir. Çalışmada Kyrtsov ve Labys, simetrik ve Hristu-Varsakelis ve Kyrtsov asimetrik doğrusal olmayan nedensellik testlerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, altın ve ham petrol volatilité endeksleri arasında çift yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir.

Kumar (2017), ham petrol fiyatları ile Hindistan altın fiyatları arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi, Hiemstra ve Jones doğrusal olmayan Granger nedensellik testi yardımı ile analiz etmiştir. Bu amaçla Brent, Western Texas ve Dubai Fateh ham petrol fiyatlarının ortalamasını dikkate almıştır. Çalışma, Nisan 1990-Nisan 2016 dönemini kapsamakta ve çalışmanın bulgularında, ham petrol ve altın fiyatları arasında güçlü doğrusal olmayan bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Tursoy ve Faisal (2018), Ocak 1986-Kasım 2016 döneminde uluslararası altın, Brent Petrol ve BIST100 arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkileri incelemişlerdir. Analizlerde otoregresif gecikmesi dağıtılmış modeller ve Granger nedensellik testini kullanmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, altın fiyatlarının, BIST100'ün kısa ve uzun dönemde Granger nedeni olduğu fakat petrol fiyatlarının BIST100 ile arasında bir nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

Faisal vd. (2018), Pakistan finansal piyasaları ile uluslararası altın ve petrol getirileri arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri incelemişlerdir. 1986-2016 dönemini çalışmaya dahil etmişler ve vektör hata düzeltme yöntemi ile uzun ve kısa dönem ilişkileri modellemişlerdir. Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, tüm değişkenler arasında hem kısa dönemde hem de uzun dönemde nedensellik ilişkilerinin varlığını tespit etmişlerdir.

Erdaş ve Çağlar (2018) uluslararası altın, Brent petrol, BIST100, S&P500 ve Dolar/TL kuru arasındaki nedensellik ilişkilerini Hatemi J doğrusal olmayan nedensellik analizi ile test etmişlerdir. Çalışma, Kasım 2013- Temmuz 2018 döneminde haftalık veri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hatemi-J (2012) testi, Bitcoin fiyatları ile S&P 500 Endeksi arasında negatif bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir. Bitcoin ve altın, Brent petrol, Dolar/TL kuru ve BIST100 arasında ise hiçbir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır.



Mishra vd. (2019), çalışmalarında Haziran 1991- Haziran 2018 dönemi için Hindistan’da altın ve gümüş fiyatları arasındaki dinamik ilişkileri üç farklı yöntemle ortaya koymaya çalışmışlardır. Kayan pencere bootstrap dinamik nedensellik yöntemi, dalgacık tabanlı Granger nedensellik yöntemi ve son olarak doğrusal olmayan Hiemstra ve Jones (1994) ve Diks ve Panchenko (2005) yöntemlerini uygulamışlardır. Çalışmanın bulgularına göre, üç yöntemle göre de sadece altından gümüşe doğru tek yönlü bir nedensellik tespit edilebilmiştir.

Sen vd. (2019), Hindistan hisse senetleri piyasa endeksi, NSE-Nifty ile uluslararası altın ve Western Texas Ham Petrol fiyatları arasındaki nedensellik ilişkilerini incelemiştir. Çalışma, 05.11.1995-08.08.2018 dönemi için haftalık fiyat verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veriler kesikli dalgacık dönüşümü ile ayrıştırılıp Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Çalışmanın, sonucunda değişkenler arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

Dutta vd. (2019), çalışmalarında küresel ham petrol, altın, gümüş ve altın madencilik hisse oynaklıkları arasında doğrusal olmayan nedensellik ilişkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, volatilité endeksleri, 16.03.2011-30.06.2017 dönemi için analiz edilmiş ve Kyrtsov ve Labys simetrik ve Hristu-Varsakelis ve Kyrtsov asimetrik doğrusal olmayan nedensellik testleri kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, ham petrol ve altın piyasaları arasında iki yönlü nedensellik ilişkisine rastlanmıştır.

Bu çalışmada ise BIST100 getirileri ile Dolar/TL kuru, Altın, Ham Petrol, Altın Oynaklık Endeksi (GVZ) ve Ham Petrol Oynaklık Endeksi (OVX) getirileri arasındaki ikili ilişkiler araştırılmıştır. Doğrusal Granger Nedensellik Testi, Hiemstra ve Jones Doğrusal Olmayan Nedensellik Testi, Kyrtsov ve Labys Doğrusal Olmayan Nedensellik Testi ve Hristu-Varsakelis ve Kyrtsov Doğrusal Olmayan Asimetrik Nedensellik testleri uygulanarak ilişkilerin varlığı ve yönü incelenmiştir. BIST100 ile bahsi geçen seriler arasında çeşitli simetrik ve asimetrik nedensellik ilişkisine rastlanmıştır.

### 3. Metodoloji

Bu bölümde, Granger (1969) tarafından önerilen Doğrusal Granger Nedensellik Testi, Hiemstra ve Jones (1994) tarafından önerilen doğrusal olmayan nedensellik testi, Kyrtsov ve Labys (2006) tarafından önerilen Mackey-Glass doğrusal olmayan nedensellik testi ve Hristu-Varsakelis ve Kyrtsov (2008) tarafından önerilen Mackey-Glass doğrusal olmayan asimetrik nedensellik testi tanıtılacaktır.

#### 3.1. Doğrusal Granger Nedensellik Testi (1969)

Granger nedensellik testinde, iki değişken arasında neden sonuç ilişkisinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu test literatürde öncü nitelikte olmuş ve genel kabul görmüştür çünkü değişkenler arasında bir neden sonuca rastlanıldığı durumda, bu değişkenler arasındaki ilişkinin yönlerinin tespit edilebilmesi bu test ile mümkün olmuştur (Granger,1980).

X ve Y serilerinin iki durağan seri olarak düşünülün. Test uygulanmadan önce, bu iki seri arasındaki ilişki VAR modeli ile modellenir ve VAR modeli, (1) ve (2) yardımı ile tahmin edilir.

$$X_t = \phi_0 + \sum_{k=1}^p \theta_k X_{t-k} + \sum_{k=1}^p \phi_k Y_{t-k} + \varepsilon_{x,t} \quad (1)$$

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{k=1}^p \alpha_k X_{t-k} + \sum_{k=1}^p \beta_k Y_{t-k} + \varepsilon_{y,t} \quad (2)$$

Burada  $\phi_k$  ve  $\beta_k$  parametreleri, sırasıyla (1) ve (2) modellerinde kullanılan  $Y_t$  değişkeninin  $k$ . gecikmesine ait katsayıları,  $k=1,2,3,\dots,p$  ve  $\theta_k$  ve  $\alpha_k$  parametreleri ise, sırasıyla (1) ve (2) modellerinde kullanılan  $X_t$  değişkeninin  $k$ . gecikmesine ait katsayıları,  $k=1,2,3,\dots,p$  göstermektedir. Ayrıca  $p$ , modellerde kullanılan gecikme derecesini,  $\phi_0$  ve  $\alpha_0$  sabit değişkenleri,  $\varepsilon_{x,t}$  ve  $\varepsilon_{y,t}$  ise korelasyonsuz hata terimlerini ifade etmektedir. Granger nedensellik testindeki test istatistiği  $F$  dağılıma sahiptir ve  $F_{hesap} > F_{tablo}$  ise hipotez reddedilmiş olmakta ve bu durumda bir nedensellik söz konusu olmaktadır.

### 3.2. Hiemstra ve Jones Doğrusal Olmayan Nedensellik Testi (1994)

Hiemstra ve Jones (1994), Granger nedensellik üzerine parametrik olmayan bir test geliştirmişlerdir.  $F(X_t | \mathbf{X}_{t-b}^b, \mathbf{Y}_{t-c}^c)$ ,  $X_t$  'nin koşullu olasılık dağılımı olsun. Burada  $\mathbf{X}_{t-b}^b$ , ve  $\mathbf{Y}_{t-c}^c$ ,  $X_t$  ve  $Y_t$  'nin  $b$  ve  $c$  uzunluklu gecikmeli vektörünü ifade etmektedir. Hiemstra ve Jones (1994), testi  $\mathbf{Y}_{t-c}^c$  'nin koşul olarak alınmasının gerekliliğine dayanır. Diğer bir deyişle hipotez,

$$H_0 : F(X_t | \mathbf{X}_{t-b}^b, \mathbf{Y}_{t-c}^c) = F(X_t | \mathbf{X}_{t-b}^b),$$

$$H_a : F(X_t | \mathbf{X}_{t-b}^b, \mathbf{Y}_{t-c}^c) \neq F(X_t | \mathbf{X}_{t-b}^b),$$

şeklinde yazılabilmektedir.

Hiemstra ve Jones (1994),  $P_r \{ | \}$  koşullu olasılığı ve  $\| \cdot \|$  ise maksimum normu ifade eden denklemde  $H_0$  hipotezinin verilen  $\epsilon > 0$  için (3)'de verilen ifadeye denk olduğunu kabul etmiştir.

$$P_r \{ \| X_t^a - X_d^a \| < \epsilon \mid \| X_{t-b}^b - X_{d-b}^b \| < \epsilon, \| Y_{t-c}^c - Y_{d-c}^c \| < \epsilon \} \\ = P_r \{ \| X_t^a - X_d^a \| < \epsilon \mid \| X_{t-b}^b - X_{d-b}^b \| < \epsilon \} \quad (3)$$

(3) aynı zamanda (4)'de verilen şekilde de ifade edilmektedir.

$$\frac{C1(a+b,c,\epsilon)}{C2(b,c,\epsilon)} = \frac{C3(a+b,\epsilon)}{C4(b,\epsilon)} \quad (4)$$

Burada,  $C1, C2, C3, C4$  koşulsuz olasılıkların integral korelasyon tahmincilerini belirtmektedir.

Hiemstra ve Jones (1994), (3) koşulu altında, ek bir  $n = T + 1 - a - \max(b, c)$  endeksi ile

$$W = \sqrt{n} \frac{C1(a+b,c,\epsilon,n)}{C2(b,c,\epsilon,n)} - \frac{C3(a+b,\epsilon,n)}{C4(b,\epsilon,n)} \\ \sim N(0, \sigma^2(a,b,c,\epsilon)) \quad (5)$$



olduğunu göstermişlerdir. Hiemstra ve Jones, seriler standartlaştırıldığında,  $\epsilon$  'nun alabileceği uygun değerler olarak 0,5 ile 1,5 arasındaki değerleri görmektedir (Hiemstra & Jones,1994).

### 3.3. Kyrtsov ve Labys (2006) – Hristu Varsakelis ve Kyrtsov (2008) Testleri

Kyrtsov ve Labys (2006) doğrusal olmayan değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyebilmek için yeni bir test önermişlerdir. Bu test, doğrusal Granger nedensellik testinin vektör otoregresif (VAR) yapısını, bir gürültülü Mackey Glass (M-G) modeli ile değiştirerek doğrusal olmayan simetrik ve asimetrik yapıları sınamayı mümkün kılmıştır. M-G modeli yardımı ile oluşturulan bu test doğrusal olmayan Granger nedensellik testinin genişletilmiş hali olarak görülmektedir (Jain & Biswall, 2016).

Kyrtsov ve Labys, doğrusal olmayan Granger nedensellik kavramını çift değişkenli M-G modeli ile (6) da verildiği gibi ifade etmiştir (Kyrtsov & Labys, 2006):

$$\begin{aligned} X_t &= \beta_{11} \frac{X_{t-\tau_1}}{1 + X_{t-\tau_1}^{c_1}} - \gamma_{11} X_{t-1} + \beta_{12} \frac{Y_{t-\tau_2}}{1 + Y_{t-\tau_2}^{c_2}} - \gamma_{12} Y_{t-1} + \epsilon_t \\ \epsilon_t &\sim N(0, \sigma_\epsilon^2) \\ Y_t &= \beta_{21} \frac{X_{t-\tau_1}}{1 + X_{t-\tau_1}^{c_1}} - \gamma_{21} X_{t-1} + \beta_{22} \frac{Y_{t-\tau_2}}{1 + Y_{t-\tau_2}^{c_2}} - \gamma_{22} Y_{t-1} + \mu_t \\ \mu_t &\sim N(0, \sigma_\mu^2) \end{aligned} \quad (6)$$

Burada  $\beta_{ij}$  ve  $\gamma_{ij}$  sırasıyla bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki doğrusal ve doğrusal olmayan etkilerini göstermek için tahmin edilecek parametreleri,  $C_i$  modelin olasılığını tahmin etmeden önce belirlenecek sabit kuvvet değerlerini,  $\tau_i$  ise gecikme tam sayılarını ifade etmektedir.  $\epsilon_t$  ve  $\mu_t$  ise normal dağılım izleyen hata terimlerini belirtmektedir.

Hristu-Varsakelis ve Kyrtsov (2008) çalışmalarında Kyrtsov ve Labys' in önerdiği bu yöntem için bir test geliştirmişlerdir.  $Y_t$  'nin  $X_t$  'ye neden olup olmadığı testi için sıfır hipotezini yansıtan  $\beta_{12} = 0$  kısıtı varsayımı altında ikinci bir kısıtlı M-G modeli tahmin edilir. Test istatistiği, kısıtlı ve kısıtsız modellerin hata terimlerinin kareleri toplamları arasındaki farkın anlamlılığında elde edilir ve

$$S_F = \frac{S_c - S_u / k_{kısıtlı}}{S_u / (N - k_{kısıtsız} - 1)} \sim F_{k_{kısıtlı}, N - k_{kısıtsız} - 1} \quad (7)$$

olarak tanımlanır. Burada,  $S_u$  kısıtsız modele ait hata terimlerinin kareler toplamını,  $S_c$  kısıtlı modele ait hata terimleri kareler toplamını,  $k_{kısıtlı}$ , kısıt sayısını ve  $N - k_{kısıtsız}$  kısıtsız modeldeki bağımsız değişken sayısını belirtmektedir. Test istatistiği, F dağılımına uygunluk göstermekte ve test istatistiğinin değeri kritik değerden daha büyük olduğu durumda,  $Y_t$  'nin  $X_t$  'ye neden olduğu sıfır hipotezi reddedilmektedir.

Hristu-Varsakelis ve Kyrtsov (2008) değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerinin simetrik etkilerini test ettiği gibi asimetrik etkilerini de test etmektedir. Değişkenler arasındaki asimetrik etkilerin testi, pozitif veya negatif değerlerin koşullandırılarak uygulanması ile gerçekleşir.  $Y_t$  serisinin negatif olmayan getirisinin  $X_t$  'ye neden olup olmadığını test etmek

için,  $Y_{t-\tau_2} \geq 0$  ve  $Y_t \geq 0$  koşulunu sağlayan  $(X_t, Y_t)$  gözlemleri regresyona dahil edilir ve yukarıda bahsi geçen yöntem uygulanır. Benzer şekilde,  $Y_t$  serisinin pozitif olmayan getirisinin  $X_t$  'ye neden olup olmadığını test etmek için  $Y_{t-\tau_2} < 0$  ve  $Y_t < 0$  koşulunu sağlayan  $(X_t, Y_t)$  gözlemleri regresyona dahil edilir ve yukarıda bahsi geçen yöntem uygulanır.

#### 4. Analiz Sonuçları

Çalışmada, BIST100 endeksi ile Dolar/TL kuru, Altın'ın dolar cinsinden ons fiyatları, WTI Ham petrol fiyatları, Cboe Altın ETF Oynaklık Endeksi (GVZ) ve Ham Petrol ETF Oynaklık Endeksi (OVX) arasındaki ikili ilişkiler araştırılmıştır. Çalışma, 01.01.2010-01.01.2018 dönemine ait 2332 günlük fiyat verisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, kullanılan altın ve ham petrol fiyatları dolar para birimi ile ifade edilmektedir. Yapılan analizler, yüzde logaritmik getiri serileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizler R programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1'de analizde kullanılan serilere ait tanımlayıcı istatistikler ve Jarque ve Bera (1987) Normallik testi sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 1: Tanımlayıcı İstatistikler**

	BIST100	Dolar/ TL Kuru	Altın	Ham Petrol	GVZ	OVX
<b>Minimum</b>	-7,0585	-4,2106	-6,0274	-9,0514	-22,1925	-43,9906
<b>Maksimum</b>	6,2379	3,7733	4,8387	11,2892	33,2447	29,6897
<b>Ortalama</b>	0,0363	0,0447	0,0035	0,0029	-0,2349	-0,3608
<b>Medyan</b>	0,0790	-0,0052	0,0000	0,0573	-0,8011	-0,5713
<b>Standart Sapma</b>	1,3613	0,7228	1,0264	2,1067	5,1893	4,5279
<b>Çarpıklık</b>	-0,2633	0,2466	-0,1535	0,2399	1,0067	0,3467
<b>Artık Basıklık</b>	2,0579	2,2299	3,0281	2,9210	4,2815	9,3177
<b>Jarque-Bera Test</b>	224,1043	343,3075	649,3538	524,5174	1222,1025	224,1043
<b>Prob.</b>	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**

Not: \*  $\alpha = 0.05$ , \*\*  $\alpha = 0.01$  anlamlılık düzeyinde anlamlı katsayıları göstermektedir.

İncelenen dönem içinde 1 günde en yüksek getiriyi GVZ elde ederken, 1 günde en fazla kayıp yaşatan da OVX' dir. Dönem içinde ortalamada en iyi getiriyi sağlayan Dolar/TL kuru iken, en düşük ortalama getiriye sahip OVX' dir. Hatta bu dönemde OVX ortalamada %0,3608 kaybettirmiştir. Standart sapmaları dikkate aldığımızda, GVZ en yüksek, Dolar/TL kuru ise en düşük riskli ürün olarak gözlemlenmiştir. Çarpıklık katsayılarına baktığımızda BIST100 ve Altın getirilerinin dağılımları sola çarpık, Dolar/TL kuru, Ham Petrol, GVZ endeksi ve OVX endeksi getiri dağılımları sağa çarpıktır. Ayrıca artık basıklık katsayılarına baktığımızda tüm getiri dağılımlarının kalın kuyruklu olduğu gözlemlenmektedir. Jarque-Bera Normallik testine ait olasılık değerleri  $\alpha = 0.01$  'den küçük olduğundan serilerin normal dağılım izlemediği sonucuna ulaşılmıştır.

Granger ve Hiemstra ve Jones Nedensellik testlerinde, öncelikle VAR analizi yapılması gerekir. Fakat VAR analizinde serilerin durağanlık varsayımı mevcuttur. Bu nedenle, ilk olarak getiri serilerine Geliştirilmiş Dickey Fuller (ADF; Dickey & Fuller, 1979, 1981) ve Phillips-Perron (PP; Philips & Perron, 1988) birim kök testleri uygulanmıştır. Tablo 2.'de ADF ve PP test istatistikleri ve olasılık değerleri verilmiştir. Tabloya göre  $\alpha = 0.01$  anlamlılık düzeyinde tüm getiri serileri durağandır.

**Tablo 2: Getiri Serilerine Ait Birim Kök Test Sonuçları**

	ADF Testi		PP Testi	
	Test İstatistiği	Olasılık	Test İstatistiği	Olasılık
<b>BIST100</b>	-11,4080	<0.01**	-38,1394	<0.01**
<b>Dolar/TL Kuru</b>	-11,2089	<0.01**	-37,4589	<0.01**
<b>Altın</b>	-10,9985	<0.01**	-39,0153	<0.01**
<b>Ham Petrol</b>	-11,1970	<0.01**	-39,2657	<0.01**
<b>GVZ</b>	-12,8325	<0.01**	-39,3943	<0.01**
<b>OVX</b>	-11,5593	<0.01**	-38,8820	<0.01**

**Not:** \*  $\alpha = 0.05$ , \*\*  $\alpha = 0.01$  anlamlılık düzeyinde anlamlı katsayıları göstermektedir.

Hiemstra ve Jones (1994)'e göre serilerde mevcut olan herhangi bir mevsimsel etki nedensellik testlerinde yalancı pozitifliğe sebep olabilmektedir. Bu nedenle, nedenselliğin test edilmesinden önce serilerin, mevsimsel etkilerden arındırılması önerilmektedir. Yapılan çalışmalara göre, finansal serilerde gözlemlenen mevsimsel etkilerin genellikle, “Haftanın Günü Etkisi” ve “Yılın Ayı Etkisi” olduğundan bahsedilmektedir (Brusa & Liu, 2004; Ng & Wang, 2004; Jefferis & Smith, 2005; Raj & Kumari, 2006; Chukwuogor, 2007; Alagidede, 2008; Choudhary & Choudhary, 2008; Patel, 2008; Jacobsen & Visaltanachoti, 2009; Latif vd., 2011; Ulussever vd., 2011; Berument & Dogan, 2012; Hsieh & Chen, 2012; Mbululu & Chipeta, 2012; Kalidas vd., 2013; Plimsoll vd., 2013; Dicle & Levendis, 2014; Singh, 2014; Auer & Rottmann, 2014; Archana vd., 2014; Carchano & Pardo, 2015; Kayacetin & Lekpek, 2016; Kumar & Jawa, 2016; Gupta, 2017; Kaushik, 2017; Sing & Yadav, 2019; v.b.). Bu nedenle, çalışmada nedensellikten önce getiri serilerindeki ilk olarak “Haftanın Günü Etkisi” kukla değişkenler yardımı ile araştırılmıştır. Sonuçlara göre BIST100, Altın ve Ham Petrol getiri serilerinde “Haftanın Günü Etkisi” tespit edilememiştir. Diğer taraftan, Dolar/TL Kuru getiri serisinde “Pazartesi günü etkisi”, GVZ getiri serisinde “Cuma günü etkisi” ve OVX getiri serisinde “Perşembe ve Cuma günü etkisi” tespit edilmiş ve seriler bu mevsimsel etkilerden regresyon yöntemi yardımı ile arındırılmıştır. İkinci olarak, “Yılın Ayı Etkisi”, kukla değişkenler yardımı ile araştırılmıştır. Sonuçlara göre, Dolar/TL Kuru, Altın, GVZ ve OVX getiri serilerinde “Yılın Ayı Etkisi” tespit edilememiş fakat BIST100 getiri serisinde Mart ve Ağustos ayı etkisi ve Ham Petrol getiri serisinde ise Nisan ayı etkisi tespit edilmiştir. BIST100 ve Ham Petrol getiri serileri “Yılın Ayı Etkisi”nden regresyon yöntemi yardımı ile arındırılmıştır.

**Tablo 3: VAR ve MacKey Glass Gecikme Uzunluğu Seçimi**

	VAR		MACKEY GLASS			
	AIC	BIC	AIC		BIC	
			$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_1$	$\tau_2$
<b>BIST100-Dolar/TL Kuru</b>	4	1	9	10	9	10
<b>BIST100-Altın</b>	1	1	9	8	9	8
<b>BIST100-Ham Petrol</b>	1	1	9	7	9	7
<b>BIST100-GVZ</b>	1	1	9	10	9	10
<b>BIST100-OVX</b>	1	1	9	3	9	3

Çalışmada, VAR analizi için uygun gecikme uzunluğu maksimum gecikme uzunluğu 5 alınarak Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Schwarz Bilgi Kriteri (BIC) yardımı ile elde edilmiş ve Tablo 3’de sunulmuştur. Kyrtsov ve Labys doğrusal olmayan nedensellik testi için MacKey Glass denklemlerinden faydalanılır. Bu denklemlerin tahmin edilebilmesi için iki farklı gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bunlardan bir tanesi doğrusal ilişkiyi yakalayacak gecikme uzunluğudur ki bu amaçla VAR gecikme uzunlukları kullanılır. Diğeri ise doğrusal olmayan etkiyi yakalayacak terimlerdir ve burada kullanılacak olan  $\tau_1$  ve  $\tau_2$  gecikme uzunluklarına, VAR analizine benzer şekilde, tahminden önce karar verilmesi gereklidir. Çalışmada,  $c_1 = 2$  ve  $c_2 = 2$  alınarak MacKey Glass denklemlerine ait  $\tau_1$  ve  $\tau_2$  gecikme uzunlukları, ilgili AIC ve BIC kriterlerine göre karar verilmiştir. Kriterlere göre seçilen  $\tau_1$  ve  $\tau_2$  değerleri Tablo 3.’de sunulmuştur. Analizlerde, VAR ve MacKey Glass denklemleri için BIC kriteri tarafından belirlenen uygun gecikme uzunlukları kullanılmıştır.

Granger doğrusal nedensellik ve anlık nedensellik testine ait bulgular Tablo 4’de yer almaktadır.

**Tablo 4: Granger Doğrusal Nedensellik ve Anlık Nedensellik Testi Sonuçları**

	Granger Doğrusal Nedensellik		Anlık Nedensellik	
	F-Test İstatistiği	Olasılık	KiKare Test İstatistiği	Olasılık
<b>BIST100→Dolar/TL Kuru</b>	50,486	<0,01**	88,287	<0,01**
<b>Dolar/TL Kuru→BIST100</b>	3,1087	0,07798	88,287	<0,01**
<b>BIST100→Altın</b>	0,2574	0,6120	27,4020	<0,01**
<b>Altın→BIST100</b>	0,9017	0,3424	27,4020	<0,01**
<b>BIST100→Ham Petrol</b>	1,2679	0,2603	25,10	<0,01**
<b>Ham Petrol→BIST100</b>	5,1608	0,0231*	25,10	<0,01**
<b>BIST100→GVZ</b>	0,1369	0,7114	27,8160	<0,01**
<b>GVZ→BIST100</b>	3,5089	0,0611	27,8160	<0,01**
<b>BIST100→OVX</b>	2,4564	0,1172	44,743	<0,01**
<b>OVX→BIST100</b>	1,4354	0,2310	44,743	<0,01**

Bulgulara göre, BIST100 ve Altın, BIST100 ve GVZ, BIST100 ve OVX arasında herhangi bir doğrusal nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Diğer taraftan ise BIST100'den Dolar/TL Kuruna ve Ham Petrol'den BIST100'e doğru tek yönlü Granger doğrusal nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Ek olarak, tüm ikili ilişkiler için anlamlı nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu nedenle, bahsi geçen seriler arasında korelasyon ilişkisi olduğu görülmüştür.

Hiemstra ve Jones testine ait bulgular Tablo 5'de yer almaktadır.

**Tablo 5: Hiemstra Jones Doğrusal Olmayan Nedensellik Testi Sonuçları**

Gecikme		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BIST100→ Dolar /TL Kuru	TVAL	3,692	3,722	3,571	3,222	2,983	2,454	2,189	2,088	1,952	1,569
	Prob	0,000**	0,000**	0,000**	0,001**	0,001**	0,007**	0,014*	0,018*	0,026*	0,058
Dolar/TL Kuru →BIST100	TVAL	1,848	1,428	1,522	1,569	1,160	1,045	0,949	1,146	1,313	0,976
	Prob	0,0323*	0,077	0,064	0,058	0,123	0,148	0,171	0,126	0,095	0,165
BIST100→Altın	TVAL	1,848	1,428	1,522	1,569	1,160	1,045	0,949	1,146	1,313	0,976
	Prob	0,0323*	0,077	0,064	0,058	0,123	0,148	0,171	0,126	0,095	0,165
Altın→BIST100	TVAL	-1,262	-1,487	-1,909	-2,853	-2,630	-2,553	-2,618	-3,053	-2,594	-2,366
	Prob	0,104	0,069	0,0281*	0,002**	0,004**	0,005**	0,004**	0,001**	0,005**	0,009**
BIST100→Ham Petrol	TVAL	0,551	0,931	0,854	1,364	0,991	1,118	1,610	1,732	1,934	1,767
	Prob	0,291	0,176	0,197	0,086	0,161	0,132	0,054	0,042*	0,027*	0,039*
Ham Petrol→ BIST100	TVAL	1,855	1,640	1,505	1,362	1,226	1,094	0,889	0,830	1,223	1,225
	Prob	0,032*	0,051	0,066	0,087	0,110	0,137	0,187	0,203	0,111	0,110
BIST100→GVZ	TVAL	-0,387	-0,475	-0,150	0,493	0,061	0,616	0,742	0,046	-0,054	-0,128
	Prob	0,350	0,317	0,440	0,311	0,476	0,269	0,229	0,482	0,479	0,449
GVZ→BIST100	TVAL	0,536	0,939	1,541	1,679	1,676	1,662	1,807	1,589	1,736	1,550
	Prob	0,296	0,174	0,062	0,047*	0,047*	0,048*	0,035*	0,056	0,041*	0,061
BIST100→OVX	TVAL	-0,296	-0,112	-0,270	-0,088	-0,065	-0,168	-0,163	-0,112	0,151	0,077
	Prob	0,384	0,456	0,394	0,465	0,474	0,433	0,435	0,455	0,440	0,469
OVX→BIST100	TVAL	0,595	0,267	0,231	0,375	0,636	0,566	0,562	0,527	0,828	0,492
	Prob	0,276	0,395	0,409	0,354	0,262	0,286	0,287	0,299	0,204	0,312

Tabloya göre BIST100'den Dolar/TL kuruna doğru güçlü doğrusal olmayan bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Dolar/TL kurundan BIST100'e doğru ise sadece bir tane test istatistiği anlamlı çıkmıştır. Bu sonuç da Dolar/TL kurundan, BIST100'e doğru, doğrusal olmayan bir nedenselliğin varlığını belirtmekte yeterlidir. BIST100-Altın ve BIST100-Ham Petrol ilişkilerini incelediğimizde, BIST100 ile hem Altın hem de Ham Petrol arasında doğrusal olmayan nedensellik ilişkisinin çift yönlü olduğu görülmüştür. Son olarak, BIST100 ile OVX arasındaki ilişkiler incelenmiş fakat herhangi bir doğrusal olmayan nedensellik tespit edilememiştir.

Kyrtsou ve Labys simetrik ve Hristu-Varsakelis ve Kyrtsou asimetric doğrusal olmayan nedensellik testine ait bulgular Tablo 6'da yer almaktadır.

**Tablo 6: Kyrtsou ve Labys Simetrik ve Hristu-Varsakelis ve Kyrtsou Asimetrik Nedensellik Testi Sonuçları**

	Simetrik		Asimetrik Pozitif		Asimetrik Negatif	
	F-Test İstatistiği	Olasılık	F-Test İstatistiği	Olasılık	F-Test İstatistiği	Olasılık
<b>BIST100 → Dolar/TL Kuru</b>	1,2246	0,2687	0,5825	0,4458	8,8910	0,0031**
<b>Dolar/TL Kuru → BIST100</b>	2,5812	0,1084	0,0028	0,9574	4,6336	0,0317*
<b>BIST100 → Altın</b>	0,2658	0,6063	4,3169	0,0394*	3,1026	0,0793
<b>Altın → BIST100</b>	2,8339	0,0925	0,7238	0,3955	6,2513	0,0130*
<b>BIST100 → Ham Petrol</b>	0,7095	0,3998	1,0441	0,3076	6,8541	0,0093**
<b>Ham Petrol → BIST100</b>	2,5477	0,1107	0,8147	0,3674	0,3573	0,5505
<b>BIST100 → GVZ</b>	0,4679	0,4941	0,4628	0,4968	0,1171	0,7324
<b>GVZ → BIST100</b>	2,2280	0,1358	0,6011	0,4389	0,0174	0,8953
<b>BIST100 → OVX</b>	0,2126	0,6448	0,4965	0,4815	6,0540	0,0145**
<b>OVX → BIST100</b>	1,1680	0,2800	2,0493	0,1537	5,2050	0,023*

Sonuçlara göre BIST100 ve diğer seriler arasında doğrusal olmayan simetrik bir nedensellik tespit edilememiştir. Fakat BIST100 ve Dolar/TL Kuru ilişkisi dikkate alındığında negatif getiriler arasında çift yönlü bir nedensellik tespit edilmiş, BIST100 ve Altın ilişkisi dikkate alındığında, negatif getiriler arasında Altın'dan BIST100'e ve pozitif getirilerde BIST100'den Altın'a tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir. Benzer şekilde, BIST100 ve Ham Petrole ait negatif getiriler arasında BIST100'den Ham Petrol'e tek yönlü bir doğrusal olmayan nedensellik tespit edilmiştir. BIST100 ve GVZ arasında herhangi bir asimetric doğrusal olmayan nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. BIST100 ve OVX' e ait negatif getiriler arasında ise çift yönlü bir doğrusal olmayan nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

## 5. Sonuç

Küreselleşme ile birlikte, ürünlerin ülkeler arası kolay erişilebilir olması ve bu nedenle ülkelerin etkileşimlerinin artması sonucunda, Türkiye gibi gelişmekte olan piyasalar, risklere karşı daha açık ve savunmasız hale gelmiştir. Dünya üzerinde etkileşimlerden kaynaklı, özellikle yüksek riskli piyasalarda, altın önemli bir hedge ürün ve petrol fiyatları ise yüksek riskli ürün olarak genel kabul görmektedir. Petrolün riskli bir ürün olarak kabul edilmesinin başlıca nedeni, özellikle üretim süreçlerinde büyük yer kaplayan enerji ve enerji üretiminde petrol kullanımından kaynaklı, bu ülke piyasalarının petrol fiyat hareketlerine oldukça duyarlı olmasıdır. Altın ise bu bağlamda yatırımcılara bir koruma sunar. Ayrıca, Türkiye vb. gelişmekte olan ülkelerde altın ithalatı oldukça fazladır. Bu bağlamda, riski yüksek piyasalarda yatırım yapan yatırımcılar için altın ve petrol fiyatları, takip edilmesi gereken göstergelerdendir. Bizde bu çalışmada, gelişmekte olan piyasalardan Türk piyasaları ile altın ve ham petrol fiyatları

arasındaki etkileşimleri ortaya koymayı amaçladık. Bu amaç doğrultusunda, Türkiye'ye ait BIST100 getirileri ile küresel altın, küresel Ham Petrol, Altın Oynaklık Endeksi (GVZ) ve Ham Petrol Oynaklık Endeksi (OVX) getirileri arasındaki ikili ilişkiler araştırılmıştır.

Çalışmanın sonucunda, BIST100 ile Dolar/TL kuru arasında güçlü doğrusal olmayan nedensellik ilişkisi ile birlikte negatif getiriler arasında çift yönlü asimetrik ilişkiler tespit edilmiştir. BIST100 ile Altın arasında çift yönlü doğrusal olmayan nedensellik ilişkisi ve asimetrik ilişkiler olduğu gözlemlenmiştir. BIST100 ile Ham Petrol arasında da çift yönlü doğrusal olmayan nedensellik ilişkisi varken beklenenin aksine BIST100' den Ham Petrole doğru tek yönlü asimetrik ilişki mevcuttur. BIST100 ile GVZ arasında sadece GVZ' den BIST100' e doğru tek yönlü doğrusal olmayan nedensellik olduğu tespit edilmiştir. BIST100 ile OVX arasında ise BIST100'den OVX 'e doğru tek yönlü doğrusal olmayan asimetrik nedensellik ilişkisine rastlanılmıştır.

Çalışmanın bulgularına göre, yöntemler arasında sonuçlarda farklılıklar gözlemlenmiştir. Ayrıca, asimetrik ilişkilerin genel olarak negatif getirilerde gözlemlenmesi, krizlerin yayılma etkisinin bir göstergesi olarak yorumlanabilmektedir. Çalışmanın sonuçlarına genel olarak baktığımızda Türkiye ile küresel altın, küresel ham petrol ve bunlara ait volatilité endeksleri arasında etkileşimlerin olduğu gözlemlenmektedir. Bu nedenle, Türkiye'de yatırım yapan yatırımcıların, kararlarını belirlemede bu ilişkileri de dikkate almaları yatırımlarını koruma yönünden önemlidir.

## Kaynakça

- Ajmi, A. N., Montasser, E. G., & Nguyen, D. K. (2013). Testing the relationships between energy consumption and income in G7 countries with nonlinear causality tests. *Elsevier*,35, 126-133.
- Alagidede, P. (2008). Day of the week seasonality in African stock markets. *Applied Financial Economics Letters*, 4(2), 115-120.
- Archana, S., Safeer, M., & Kevin, D. S. (2014). A study on market anomalies in Indian stock market. *International Journal of Business and Administration Research Review*, 1(3), 128-137.
- Auer, B. R., & Rottmann, H. (2014). Is there a friday the 13th effect in emerging Asian stock markets?. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 1, 17-26.
- Bayrakdaroğlu, A., & Nazlıoğlu, Ş. (2009). Hisse senedi fiyat-hacim ilişkisi: İMKB'de işlem gören bankalar için doğrusal ve doğrusal olmayan Granger nedensellik analizi. *İktisat İşletme ve Finans*, 24(277), 85-109.
- Bildirici, M., & Türkmen, C. (2015). Nonlinear causality between oil and precious metals. *Resources Policy*, 46, 202-211.
- Bouri, E., Roubaud, D., Jammazi, R., & Assaf, A. (2017a). Uncovering frequency domain causality between gold and the stock markets of China and India: Evidence from implied volatility indices. *Finance Research Letters*, 23, 23-30.
- Bouri, E., Jain, A., Biswal, P. C., & Roubaud, D. (2017b). Cointegration and nonlinear causality amongst gold, oil, and the Indian stock market: Evidence from implied volatility indices. *Resources Policy*, 52, 201-206.
- Berument, M., & Dogan, N. (2012). Stock market return and volatility: Day-of-the-week effect. *Journal of Economics & Finance*, 36(2), 282-302.



- Brusa, J., & Liu, P. (2004). The day-of-the-week and the week-of-the-month effects: An analysis of investors' trading activities. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 23(1), 19-30.
- Carchano, O., & Pardo, A. (2015). The Pan-European holiday effect. *Spanish Journal of Finance and Accounting*, 44(2), 134-145.
- Choudhary, K., & Choudhary, S. (2008). Day-of-the-week effect: Further empirical evidence. *Asia Pacific Business Review*, 4(3), 67-74.
- Chukwuogor, C. (2007). An econometric analysis of African stock market: Annual returns analysis, day-of-the-week effect and volatility of returns. *African Journal of Accounting, Economics, Finance and Banking Research*, 1(1), 26-43.
- Ciner, C. (2001). Energy shocks and financial markets: Nonlinear linkages. *Quarterly Journal*, 5(3), The MIT Press.
- Yıldız-Contuk, F., Burucu, H., & Güngör, B. (2013). Effect of gold price volatility on stock returns: Example of Turkey. *International Journal of Economics and Finance Studies*, 5 (1), 119-140.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution for the estimates for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-31.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for auto-regressive time series with a unit root. *Econometrica*, 49, 1057-72.
- Dicle, M., & Levendis, J. (2014). The day-of-the-week effect revisited: International evidence. *Journal of Economics & Finance*, 38(3), 407-437.
- Dutta, A., Bouri, E., & Roubaud, D. (2019). Nonlinear relationships amongst the implied volatilities of crude oil and precious metals. *Resources Policy*, 61, 473-478.
- Erdas, M. L., & Caglar, A. E. (2018). Analysis of the relationships between bitcoin and exchange rate, commodities and global indexes by asymmetric causality test. *Eastern Journal of European Studies, Centre for European Studies, Alexandru Ioan Cuza University*, 9(Aralık), 27-45.
- Faisal, M., Barakzai, M. A. K., & Burney, S. M. A. (2018). *Non-linear associations amongst the oil price, gold price and stock market returns in Pakistan: A vector error correction model*. 12th International Conference on Mathematics, Actuarial Science, Computer Science and Statistics (MACS), Karachi, Pakistan, 1-6.
- Gencer, G., & Demiralay, S. (2013). The impact of oil prices on sectoral returns: An empirical analysis from Borsa Istanbul. *Theor. Appl. Econ.*, 18(589), 7-24.
- Gokmenoglu, K. K., & Fazlollahi, N. (2015). The interactions among gold, oil, and stock market: Evidence from S&P500. *Procedia Economics and Finance*, 25, 478-488.
- Granger, C. W. J. (1980). Testing for causality: A personal viewpoint. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2, 345.
- Gupta, G. (2017). Anomalies in the Indian stock markets: The december effect. *Journal of Services Research*, 17(1), 1-9.
- Hemavathy, P., & Gurusamy, S. (2016). Testing the causality and co- integration of gold price and NSE (S&P CNX NIFTY): Evidence from India. *Amity Global Business Review*, 11, 79-8.
- Hiemstra, C., & Jones, J. D. (1994). Testing for linear and nonlinear Granger causality in the stock price volume relation. *The Journal of Finance The American Finance Association*, 49(5), 1639-1664.
- Hristu-Varsakelis, D., & Kyrtsov, C. (2008). Evidence for nonlinear asymmetric causality in US inflation, metal, and stock returns. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, Yunanistan, 2008, Makale ID 138547.

- Hristu, V. D., & Kyrtsov, C. (2008). Evidence for nonlinear asymmetric causality in US inflation, metal, and stock returns. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2008, Article ID 138547.
- Hsieh, C. S., & Chen, C. T. (2012). Using stochastic dominance criterion to examine the day-of-the-week effect. *Applied Financial Economics*, 22(14), 1207-1213.
- Jacobsen, B., & Visaltanachoti, N. (2009). The Halloween effect in U.S. sectors. *The Financial Review*, 44(3), 437-459.
- Jain A., & Biswal P. C. (2016). Dynamic linkages among oil price, gold price, exchange rate and stock market in India. *Resources Policy*, 49, 179-185.
- Jarque, C. M., & Bera, A. K. (1987). A test for normality of observations and regression residuals. *International Statistical Review*, 55, 163-172.
- Jefferis, K., & Smith, G. (2005). The changing efficiency of African stock markets. *South African Journal of Economics*, 73(1), 54-67.
- Kalidas, S., Mbululu, D., & Chipeta, C. (2013). Changing patterns in the day-of-the-week effects in African stock markets. *The International Business & Economics Research Journal*, 12(10), 1157-1174.
- Kaushik, N. (2017). Anomalies in Indian stock market: Day-of-the-week effect. *IIMS Journal of Management Science*, 8(3), 312-320.
- Kayacetin, V., & Lekpek, S. (2016). Turn-of-the-month effect: New evidence from an emerging stock market. *Finance Research Letters*, 18(3), 142-157.
- Kumar, S. (2017). On The nonlinear relation between crude oil and gold. *Resources Policy*, 51, 219-224.
- Kumar, H., & Jawa, R. (2016). Efficient market hypothesis and calendar effects: Empirical evidences from the Indian stock markets. *Business Analyst*, 37(2), 145-160.
- Kyrtsov, C., & Labys, C. W. (2006). Evidence for chaotic dependence between US inflation and commodity prices. *Journal of Macroeconomics*, 28(1), 256-266.
- Latif, M., Arshad, S., Fatima, M., & Farooq, S. (2011). Market efficiency, market anomalies, causes, evidences, and some behavioral aspects of market anomalies. *Research Journal of Finance and Accounting*, 2(9), 1-13.
- Mbululu, D., & Chipeta, C. (2012). Day-of-the-week effect: Evidence from the nine economic sectors of the JS. *Investment Analysts Journal*, 75, 55-65.
- Mishra, B. R., Pradhan, A. K., Tiwari, A. K., & Shahbaz, M. (2019). The dynamic causality between gold and silver prices in India: Evidence using time-varying and non-linear approaches. *Resources Policy*, 62, 66-76.
- Ng, L., & Wang, Q. (2004). Institutional trading and the turn-of-the-year effect. *Journal of Financial Economics*, 74(2), 343-366.
- Patel, J. B. (2008). Calendar effects in the Indian stock market. *International Business & Economics Research Journal*, 7(9), 61-69.
- Patra, S. K., & Sofi, A. A. (2016). Causal Nexus between growth and savings in India: Using nonlinear causality approach. *International Journal of Research & Methodology in Social Science*, 15.
- Plimssoll, J., Saban, B., Spheris, A., & Rajaratnam, K. (2013). The day of the week effect: An analysis of the Johannesburg stock exchange top 40 firms, *The International Business & Economics Research Journal*, 12(3), 319.
- Phillips, P. C. B., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*. 75 (2), 335-346.

- Raj, M., & Kumari, D. (2006). Day-of-the-week and other market anomalies in the Indian stock market. *International Journal of Emerging Markets*, 1(3), 235–246.
- Rashid, A. (2007). Stock prices and trading volume: An assessment for linear and nonlinear Granger causality. *Journal of Asian Economics*, 18(4), 595-612.
- Sen, A., & Dutta, C. K. (2019). On the co-movement of crude, gold prices and stock index in Indian market. *Arxiv e-prints*, 1904.0531 (Nisan).
- Silvapulle, P., & Choi, J. S. (1999). Testing for linear and nonlinear Granger causality in the stock price volume relation: Korean evidence. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 39, 72.
- Singh, S., & Yadav, S. S. (2019). Unique calendar effects in the Indian stock market: Evidence and explanations. *Journal of Emerging Market Finance*, 18(1\_suppl), 35–58.
- Soytas U., & Oran A. (2011). Volatility spillover from world oil spot markets to aggregate and electricity stock index returns in Turkey. *Applied Energy*, 88(1).
- Soytas, U., Sari, R., Hammoudeh, S., & Hacıhasanoğlu, E. (2009). World oil prices, precious metal prices and macroeconomy in Turkey. *Energy Policy*, 37(12).
- T.C. Ticaret Bakanlığı. (2018). *Altın dış ticaret istatistikleri*. Erişim Tarihi: 04.11.2018, <https://bakanrapor.ekonomi.gov.tr/detay.cfm?MID=35>
- TPAO. (2018). *2017 Yılı ham petrol ve doğal gaz sektör raporu*. Erişim Tarihi: 04.11.2018, [http://www.tpaogov.tr/tp5/docs/rapor/sektor\\_rapor\\_2017.pdf](http://www.tpaogov.tr/tp5/docs/rapor/sektor_rapor_2017.pdf)
- Tursoy, T., & Faisal, F. (2018). The impact of gold and crude oil prices on stock market in Turkey: Empirical evidences from ARDL bounds test and combined cointegration. *Resources Policy*, 55, 49-54.
- Ulussever, T., Yumusak, I. G., & Kar, M. (2011). The day-of-the-week effect in the Saudi stock exchange: A non-linear Garch analysis. *Journal of Economic & Social Studies*, 1(1), 9-23.