

**Küresel Jeopolitik Risk, Ekonomik Politika Belirsizliği ve Volatilite
Endeksleri Arasında Nedensellik İlişkisi**

**Causality Relationship among Global Geopolitical Risk, Economic Policy
Uncertainty, and Volatility Indices**

İsmail ŞENCAN

is-sencan@hotmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş 22 Temmuz 2024

Kabul 24 Aralık 2024

Anahtar Kelimeler:

Finansal Piyasalar, Volatilite
Endeksleri, Toda-Yamamoto
Nedensellik.

© 2024 PESA Tüm hakları
saklıdır

ÖZET

Bu araştırmanın amacı küresel jeopolitik risk, ekonomik politika belirsizliği ve volatilite endeksleri arasındaki ilişkileri belirlemektir. 1 Eylül 2008 ile 1 Şubat 2024 arası dönemi kapsayan çalışmada, küresel jeopolitik risk endeksi (GPR) ve ekonomik politika belirsizlik endeksi (GEPÜ) ile avro/dolar döviz kuru volatilite endeksi (EVZ), tahvil volatilite endeksi (MOVE), ham petrol volatilite endeksi (OVX), genel volatilite endeksi (VIX) arasındaki nedensel ilişkiler Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılarak incelenmiştir. Araştırmanın bulgularına göre OVX, VIX ve EVZ endeksleri arasında çift yönlü çapraz nedensellik ilişkilerinin olduğu, ayrıca EVZ endeksi ile GEPÜ endeksi arasında da çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu ortaya çıkmıştır. Yine, küresel faktörler ve volatilite endeksleri arasında; EVZ, GEPÜ, OVX ve VIX endekslerinden MOVE endeksine, GPR, OVX ve VIX endekslerinden GEPÜ endeksine, MOVE endeksinden GPR endeksine ve GPR endeksinden EVZ endeksine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulguların piyasa katılımcılarının karar alma ve strateji geliştirme süreçlerine katkı sağlaması beklenmektedir.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 22 July 2024

Accepted 24 December 2024

Keywords:

Financial Markets, Volatility Indices,
Toda-Yamamoto Causality

© 2024 PESA All rights reserved

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the relationships amongst global geopolitical risk, economic policy uncertainty, and volatility indices. In the study covering the period between September 1, 2008, and February 1, 2024, the causal relationships among the geopolitical risk index (GPR) and economic policy uncertainty index (GEPÜ), the Euro/Dollar exchange rate volatility index (EVZ), the bond volatility index (MOVE), the crude oil volatility index (OVX), and the general volatility index (VIX) have examined using the Toda-Yamamoto causality test. According to the findings of the research, it has revealed that there are bi-directional cross-causal relationships among the OVX, VIX, and EVZ indices, and there is also a bi-directional causal relationship between the EVZ index and the GEPÜ index. Again, between global factors and volatility indices, it has been determined that there is a unidirectional causality relationship from the EVZ, GEPÜ, OVX, and VIX indices to the MOVE index, from GPR, OVX, and VIX indices to the GEPÜ index, from the MOVE index to the GPR index, and from the GPR index to the EVZ index. The findings from this study are anticipated to contribute to the decision-making and strategy-development processes of the market participants.

GİRİŞ

Uluslararası finansal serbestleşme süreci, gelişmekte olan ülkelerin 1990'lı yılların başlarında sermaye hesaplarını serbest bırakmasıyla birlikte finansal piyasalar arasında entegrasyon hızlanmıştır. Finansal piyasalar arasındaki entegrasyonun artması emtianın finansallaşmasını beraberinde getirmiştir. Emtianın finansallaşması, piyasaların likiditesini ve derinliğini artırırken, aynı zamanda geleneksel finansal varlıklar ile emtiaya dayalı finansal varlıklar arasındaki şok ve volatilité geçişkenliğini de artırmıştır. Özellikle, son yıllarda meydana gelen küresel salgın, ülkeler arası gerilimlerin artması ve savaşların patlak vermesiyle birlikte artan jeopolitik riskler piyasalarda dalgalanmalara ve belirsizliğe yol açmıştır. Piyasalarda yaşanan bu değişimler, bir yandan optimal portföy çeşitlendirme arayışında olan yatırımcılara finansal enstrüman çeşitliliğinin getirdiği yatırım yelpazesinin genişlemesine olanak ve fırsatlar sunarken, diğer yandan piyasalarda oluşan çoklu risk faktörlerine karşı yatırımcıların strateji geliştirme ve karar alma süreçlerine kolaylaştıracak risk belirleyici ekonomik göstergelere olan gereksinimleri de artmıştır. Bu sebepten mütevellit, uluslararası piyasalarda jeopolitik riskler, ekonomik belirsizlikler ve farklı varlık piyasalarına ait volatilitelerin gözlemlenmesi ve olası risklere karşı önlemlerin alınması noktasında piyasa katılımcıları açısından önem arz etmektedir.

Bu kapsamda, yeryüzünde vuku bulan jeopolitik risklerden dolayı piyasalarda ortaya çıkan volatilité farklı varlık piyasaları arasında volatilité aktarım kanalları yoluyla yayılmaktadır. Söz gelimi jeopolitik risklerden dolayı ham petrol fiyat volatilitésinin artması durumunda döviz kuru, borçlanma araçları (tahvil ve bono) ve pay senedi piyasalarının volatilitésinin artmasına kadar piyasalarda bir dizi zincirleme etkinin meydana gelmesi söz konusudur. Küresel finans sistemi içinde varlık piyasalarını etkileyen çok sayıda faktörü bir bütün olarak analiz etmek ve bir sonuç ortaya koymak elbette gerçekçi olmayacaktır. Bu nedenle, küresel faktörler olarak jeopolitik riskler ve ekonomik belirsizlik endeksleri ile döviz, borçlanma araçları, petrol ve pay senedi piyasalarını içeren volatilité endekslerini uluslararası finans piyasalarında risk belirleyici göstergeler olarak analiz etmek daha makul bir yaklaşım olacaktır. Bu bağlamda, küresel ölçekte jeopolitik riskleri ölçen GPR endeksi ve ekonomik politika belirsizliğini ölçen GEPU endeksi ile para piyasalarında avro/dolar volatilitésini ölçen EVZ endeksi, borçlanma araçları piyasası (tahvil ve bono) volatilitésini ölçen MOVE endeksi, ham petrol fiyat volatilitésini ölçen OVX endeksi ve pay senedi piyasası volatilitésini ölçen VIX endeksi çalışmanın değişkenlerini oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, küresel jeopolitik risk, ekonomik politika belirsizlik ve volatilité endeksleri arasında nedensel ilişkilerin olup olmadığı 01.09. 2008 ile 01.02.2024 tarihleri arası dönem için aylık veriler üzerinden Toda-Yamamoto nedensellik testi yöntemi kullanılarak araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, küresel faktörler olarak jeopolitik risk ve ekonomik politika belirsizlik endeksleri ile farklı piyasa sınıflarına ait volatilité endeksleri olmak üzere altı değişkenin birbirleri arasında nedensel ilişkilerin belirlenmesine yönelik eş güdümlü olarak yapılan bu deneysel çalışma yatırımcılara ve akademik çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın bundan sonraki planı şu şekilde sunulmuştur. İkinci bölümde, çalışmanın konusu yönelik ilgili literatür incelemesi yapılmıştır. Üçüncü bölümde, veri seti düzenlemesi ve çalışmada uygulanan ekonometrik modelin teorik çerçevesi ele alınmıştır. Dördüncü bölümde, çalışmada kullanılan değişkenlerin ön istatistiksel bilgileri incelenmiş ve ardından ekonometrik modelleme yapılarak bulguların değerlendirilmesi yapılmıştır. Son bölümde ise çalışmaya ilişkin genel bir değerlendirme yapılarak bu çalışmaya atfen daha sonra yapılacak çalışmalara yönelik öneri sunulmuştur.

1. Literatür Taraması

Literatürde küresel jeopolitik risk ve ekonomik politika belirsizlik endeksleri ile farklı varlık piyasalarının volatilitésini ölçen volatilité endekslerine odaklanan çalışmalar son yıllarda giderek artmaktadır. Ekonomik gösterge olarak küresel jeopolitik risk ve ekonomik politika belirsizlik endeksleri daha çok pay senedi piyasaları üzerinde etkisini araştıran çalışmaların

yanında yine benzer şekilde farklı piyasaların volatilitelerini ölçen volatilite endekslerinin ilgili piyasalar üzerinde etkisini araştıran çalışmalar mevcut literatürde geniş yer tutmaktadır. Başka bir ifadeyle, ister jeopolitik risk endeksi ve ekonomik politika belirsizlik endeksleri olsun, ister farklı piyasaların volatilite endeksleri olsun bahsedilen bu endeksler ilgili araştırma konusunun öznesi konumunda şekillenmektedir. Bu yönde yapılan çalışmalara yönelik olarak; küresel faktörlerin pay senedi piyasalarının volatilitesi üzerinde etkisinin araştıran Kurt Cihangir (2019), 15 Mart 2010 ile 15 Şubat 2018 tarihleri arası dönem için küresel ticaret hacmi için Baltık Kuru Yük Endeksi (BDI), Altın Volatilite Endeksi (GVZ) ve Ham Petrol Volatilite Endeksi (OVX), ABD getiri farkı (T10Y3M) ve Volatilite Endeksi (VIX) olmak üzere beş küresel faktörün gelişmiş ve gelişmekte olan on altı ülkenin borsa endeksleri volatilitesi üzerindeki etkisini GARCH modeli ve Wald testi yöntemi kullanarak araştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre araştırma kapsamındaki borsaların gösterge endeksleri için volatilite yayılma etkisinin VIX korku endeksi, ABD getiri farkı (T10Y3M) göstergesi ve OVX endeksinden kaynaklandığı bulgusuna ulaşılmıştır. Söz konusu bu etkinin gelişmiş ülke borsalarında daha büyük olduğu belirlenirken, BDI değişkeninin gösterge endeksleri üzerindeki etkisinin ise sınırlı olduğu belirlenmiştir. Küresel belirsizlik faktörlerinin pay senedi piyasası üzerindeki etkilerini araştıran başka bir çalışma Camgöz (2022) tarafından yapılmıştır. Ekim 2011 ile Eylül 2021 tarihlerini kapsayan dönem için ekonomik politika belirsizliklerini ölçen EPU endeksi, jeopolitik riskleri ölçen GPR endeksi, ham petrol fiyat volatilitelerini ölçen OVX endeksi ve pay senedi piyasası volatilitelerini ölçen VIX endeksi olmak üzere dört endeksin BİST 100 pay senedi fiyatları üzerindeki etkilerini NARDL modeli uygulayarak analiz etmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre araştırma kapsamındaki tüm hisse senedi fiyatları ile küresel belirsizlik faktörleri arasında uzun dönemli asimetrik eşbütünleşim ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Yine, araştırmanın gerek uzun dönem gerekse kısa dönem analiz sonuçlarına göre belirsizlik faktörlerinin pay senedi fiyatlarını farklı yönde ve ölçüde asimetrik olarak etkilediği belirtilmiştir.

Badshah vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, 3 Haziran 2008 ile 30 Aralık 2011 tarihlerini kapsayan dönem için hisse senedi, altın ve avro/dolar kuru volatilite endeksleri (VIX, GVZ ve EVZ) arasında eş zamanlı volatilite yayılma etkilerini günlük veriler üzerinden SVAR-MGARCH modeli kullanarak araştırılmıştır. Araştırmanın ampirik sonuçlarına göre VIX endeksinden GVZ ve EVZ endekslerine doğru tek yönlü yayılma etkisinin olduğu ve VIX endeksindeki artışların GVZ ve EVZ endekslerinde artışlara neden olduğu bulunurken, GVZ ve EVZ endeksleri arasında çift yönlü yayılma etkisinin olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Liu ve vd. (2013) tarafından 03.06.2008 ile 20.07.2012 tarihleri arası dönem için yapılan çalışmada, Ham Petrol Volatilite Endeksi (OVX) ile hisse senedi, avro/dolar döviz kuru ve altın piyasası oynaklık endeksleri (VIX, EVZ ve GVZ) arasında uzun dönem ve kısa dönem belirsizlik aktarımını günlük veriler üzerinden VAR modeline dayalı ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testi ile GVD ve GIRF tahmin yöntemleri kullanarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ampirik sonuçlarına göre uzun dönemde oynaklık endeksleri arasında güçlü denge ilişkisinin olmadığı sonucuna varılırken, kısa dönem için önemli belirsizlik iletiminin olduğu sonucuna varılmıştır.

Lopez (2014) çalışmasında altın, petrol, hisse senedi, döviz kuru ve tahvili piyasalarına ilişkin sırasıyla EVZ, GVZ, OVX, VIX ve VXTYN volatilite endeksleri ile makroekonomik temellere ilişkin haber duyuruları arasında volatilite bulaşıcılığını 1 Haziran 2008 ile 31 Mart 2013 tarihlerini kapsayan dönem için VAR modeli uygulayarak gerçekleştirmiştir. Çalışmada kullanılan WALD testi sonuçları, VIX korku endeksindeki değişimlerin diğer endekslerdeki değişimlere yol açtığını, EVZ endeksinin GVZ ve OVX endeksleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, VXTYN endeksinden VIX endeksine doğru volatilite aktarımı olduğunu, GVZ ve VIX endekslerindeki gecikmeli değişimlerin ise VXTYN endeksindeki değişimleri önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. Ayrıca, çalışmada kullanılan haber seti verilerine ilişkin olarak ekonomik haber duyurularının gözlemlenen volatilite yayılımlarını hesaba katmadığını, bu durumun hisse senedi ve hisse senedi dışı piyasalarda volatilitenin bulaştığını öne süren bir sonuç elde edilmiştir.

Bouri vd. (2017) tarafından Haziran 2009 ile Mayıs 2016 tarihleri arası dönem için yapılan çalışmada, altın ve petrol volatilité endeksleri (GVZ ve OVX) ile NIFTY Hindistan borsası hisse senedi volatilité endeksi (IVIX) arasındaki ilişkiyi günlük veriler üzerinden ARDL sınır testi ve doğrusal olmayan nedensellik testleri yoluyla araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre Hindistan borsasına ait volatilité endeksi (IVIX) ile Altın Volatilité Endeksi (GVZ) ve Ham Petrol Volatilité Endeksi (OVX) arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu, altın ve petrol volatilité endekslerinin Hindistan borsası volatilité endeksi üzerinde doğrusal olmayan ve pozitif bir etkiye sahip olduğu yönünde bulgu tespit edilmiştir.

Dimpfl ve Peter (2018) tarafından yapılan çalışmada, 3 Haziran 2008 ile 31 Mayıs 2017 tarihleri arası dönem için petrol, hisse senedi, altın ve avro/dolar kuru volatilité endeksleri (OVX, VIX, GVZ ve EVZ) arasındaki volatilité aktarımını günlük veriler üzerinden VAR modeli artık temelli Grup Transfer Entropi (GTE) tahmin yöntemi kullanarak araştırılmıştır. Çalışmanın ampirik sonuçları göre petrol ve borsa oynaklıkları diğer piyasalardaki geçmiş volatilité değişimlerinden en çok etkilenen volatilité endeksleri olduğu bulgusuna varılmıştır.

Kamışlı ve Temizel (2019) tarafından yapılan çalışmada, 8 Ocak 2008 ile 25 Temmuz 2018 tarihlerini kapsayan dönem için altın, petrol, EURO STOXX 50, avro/dolar kuru ve VIX volatilité endeksleri arasındaki ilişkiyi haftalık veriler üzerinden Breitung & Candelon (2006) tarafından geliştirilen frekansta nedensellik testi kullanarak araştırılmıştır. Çalışmanın ampirik sonuçlarına göre altın ve petrol volatilité endeksleri dışında kalan tüm volatilité endeksleri arasında karşılıklı nedensellik ilişkisinin mevcut olduğu, yine söz konusu volatilité endeksleri arasında farklı dönemlerde karşılıklı bir nedensellik ilişkisinin olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Ayrıca, petrol volatilité endeksinin tüm frekanslarda VIX korku endeksinin nedeni olduğu vurgulanmıştır.

2. Veri Seti ve Yöntem

Bu çalışmada, küresel jeopolitik risk ve ekonomik politika belirsizlik endeksleri ile farklı piyasaların volatilité endeksleri arasında nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Bu değişkenler sırasıyla; küresel jeopolitik riskleri ölçen GPR endeksi ve küresel ekonomik politika belirsizlikleri ölçen GEPU endeksi ile küresel volatilité endeksleri olan emtia piyasalarında ham petrol fiyat volatilitésini ölçen OVX endeksi, para piyasalarında avro/dolar kuru volatilitésini ölçen EVZ endeksi, tahvil piyasası volatilitésini ölçen MOVE endeksi ve pay senedi piyasası volatilitésini ölçen VIX endeksi olmak üzere altı değişkeni içermektedir. Araştırmanın veri aralığı 01 Eylül 2008 ile 01 Şubat 2024 tarihlerini arası dönem olup, aylık veriler kullanılmıştır. Veriler GPR endeksi için matteoiacoviello.com internet adresinden sağlanırken, GEPU endeksi için policyuncertainty.com internet adresinden sağlanmıştır. Bu iki endeks dışında kalan EVZ, MOVE, OVX ve VIX volatilité endeksleri ise Investing.com internet adresinden temin edilmiştir.

2.1. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

Ekonomik değişkenler arasındaki nedensel ilişkilerin araştırılmasında nedensellik testleri deneysel çalışmalarda sıkça başvurulan bir yöntemdir. Zaman serileri arasında nedensellik testlerine ilişkin öncü çalışmaların başında Granger (1969) tarafından geliştirilen nedensellik testi gelmektedir. Granger nedensellik testine göre bir X değişkeninin geçmiş değerleri, Y değişkeninin gelecekteki değerlerini tahmin etmesine bağlı olarak; eğer X değişkeninin geçmiş değerleri, Y değişkeninin gelecekteki değerlerinin tahminlemesini sağlıyorsa, o zaman X değişkeni Y değişkeninin Granger nedeni. Aksi halde, X değişkeni Y değişkeninin Granger nedeni değildir, şeklinde tahminleme yapılmaktadır. Geleneksel nedensellik testleri, model kurma esnasında zaman serilerinin durağanlık ve eşbütünleşik olma durumlarına bağlı olarak bazı sınırlılıklar getirmektedir. Bu sınırlamalardan dolayı, Granger nedensellik testine alternatif olarak Toda ve Yamamoto (1995) tarafından VAR modeli tahminine dayalı yeni bir nedensellik testi öne sürülmüştür. Bu yöntemin en önemli avantajı, değişkenlerin durağanlık derecelerini hesaba katmamasıdır. Başka bir anlatımla, değişkenlerin durağanlık dereceleri farklı olsa bile düzey değerleri üzerinden nedensellik tahmini yapılabilmektedir. Aşağıda,

Toda-Yamamoto yöntemi için kurulan iki değişkenli VAR ($m+d_{max}$) modelinin denklem formu gösterilmiştir.

$$X_t = \omega + \sum_{i=1}^m \theta_i X_{t-i} + \sum_{i=m+1}^{m+d_{max}} \theta_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^m \delta_i Y_{t-i} + \sum_{i=m+1}^{m+d_{max}} \delta_i Y_{t-i} + \varepsilon_{1,t} \quad (1)$$

$$Y_t = \mu + \sum_{i=1}^m \vartheta_i Y_{t-i} + \sum_{i=m+1}^{m+d_{max}} \vartheta_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \lambda_i X_{t-i} + \sum_{i=m+1}^{m+d_{max}} \lambda_i X_{t-i} + \varepsilon_{2,t} \quad (2)$$

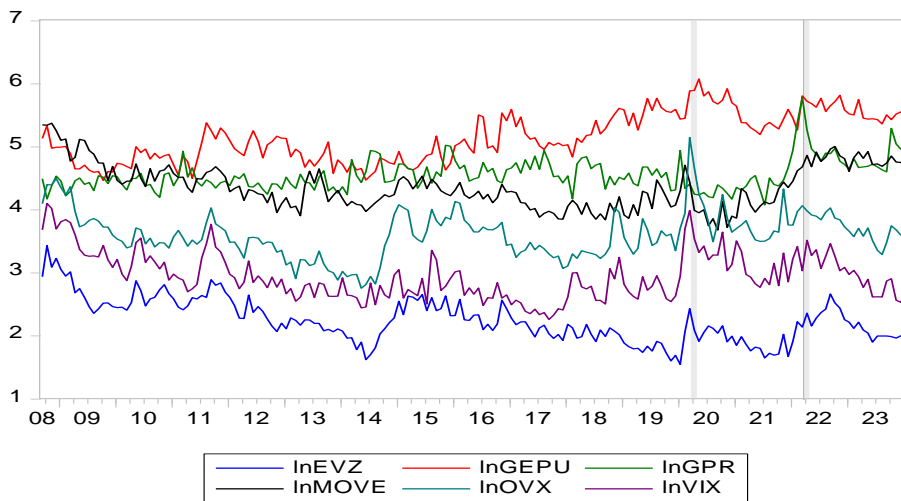
Burada, denklem sistemindeki $\varepsilon_{1,t}$ ve $\varepsilon_{2,t}$ hata terimlerinin saf rastsal veya beyaz gürültü süreci izlediği varsayılmaktadır.

Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulaması iki kritere bağlı olarak gerçekleşmektedir. İlk, birim kök testi uygulayarak değişkenlerin maksimum bütünleşme derecesi (d_{max}) belirlenir. İkincisi, değişkenlerin düzey değerleri üzerinden VAR modeli kurularak bilgi kriterlerine göre optimal gecikme uzunluğu (m) belirlenir. Bu iki kriter belirlendikten sonra, VAR($m+d_{max}$) modeli tahminine dayalı Görünürde İlişkisiz Regresyon (Seemingly Unrelated Regression: SUR) modeli tahmin edilir. Ardından, bu model üzerinden düzeltilmiş WALD testi ile Ki-Kare istatistik değerlerine bağlı olarak modelin serbestlik derecesine göre olasılık değerleri hesaplanarak sıfır hipotezi test edilmektedir.

3. Ön İstatistikler ve Bulguların Değerlendirmesi

Araştırma kapsamındaki değişkenlerin modelleme sürecinin ön aşamasında, 1 Eylül 2008 ile 2 Şubat 2024 tarihleri arası döneme ilişkin endekslere ait serilerin doğal logaritmaları alınmış ve zaman içinde geçirdikleri değişimlerin örüntülerine yönelik zaman yolu grafiği Şekil 1'de gösterilmiştir. Burada, zaman serilerinin logaritmik forma dönüştürülmesindeki amaç serilerin ortalamasını ve varyansını stabilize etmeye yöneliktir. Şekil 1'deki zaman yolu grafiğinde görüldüğü gibi tüm değişkenler zamanla birbirlerine yakın bir seyir izlediği görülmektedir. Özellikle, örneklem dönemi içinde 2020 yılının ilk çeyreğinde ortaya çıkan COVID 19 salgını esnasında tüm değişkenlerin yukarı yönlü sıçrayışı dikkat çekmektedir. Yine, 2022 yılının ilk çeyreğinde patlak veren Rusya-Ukrayna savaşı sırasında aynı şekilde değişkenlerin benzer bir seyir izledikleri görülmektedir.

Şekil 1: Değişkenlerin Zaman Yolu Grafikleri



Çalışmanın bu aşamasında değişkenlerin tanımlayıcı ve istatistiksel bilgilerine yer verilmiştir. Tablo 1'de görüldüğü gibi örneklem dönemi içinde endeksler içinde en yüksek ortalama değeri GPEU, GPR ve MOVE endekslerinin aldığı görülürken, en düşük ortalama değeri ise EVZ ve

VIX endekslerinin aldığı görülmektedir. Endekslerin standart sapmalarına gelince, en düşük standart sapma değeri GPR endeksinde olduğu görülmektedir. Bunun dışında kalan diğer tüm endekslerin standart sapma değerleri ise birbirlerine yakın değerler etrafında gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

Tablo 1: Değişkenlerin Tanımlayıcı ve İstatistiksel Bilgileri

| Değişkenler | Kod | Ortalama | Maksimum | Minimum | Std. Sap. |
|---------------------------------------|------|----------|----------|---------|-----------|
| Avro/Dolar Volatilite Endeksi | EVZ | 2.2303 | 3.4229 | 1.5368 | 0.3434 |
| Ekonomik Politika Belirsizlik Endeksi | GEPU | 5.1412 | 6.0674 | 4.4584 | 0.3782 |
| Jeopolitik Risk Endeksi | GPR | 4.5481 | 5.7650 | 4.0676 | 0.2456 |
| Volatilite Endeksi | MOVE | 4.3591 | 5.3659 | 3.6689 | 0.3512 |
| Ham Petrol Volatilite Endeksi | OVX | 3.5926 | 5.1390 | 2.7479 | 0.3615 |
| Korku Endeksi | VIX | 2.9354 | 4.0925 | 2.2523 | 0.3697 |

Çalışmada, değişkenler arasında nedensellik ilişkisini belirlemek için yöntem olarak Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılmıştır. Bu yöntem her ne kadar serilerin eşbütünleşme derecelerini dikkate almasa da söz konusu yöntem VAR modeli temelinde gerçekleştirildiği için değişkenlerin maksimum eşbütünleşme derecelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için Artırılmış Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi kullanılmıştır. Tablo 2’de sunulan birim kök testi sonuçlarına göre EVZ endeksi, GPR endeksi, OVX endeksi ve VIX endeksinin düzey değerlerinde birim kök içermediği görülmektedir. Yani serilerin I(0) düzeyde durağan olduğu anlaşılmaktadır. Diğer yandan, GEPU ve MOVE endekslerinin birinci dereceden I(1) entegre oldukları görülmektedir. Bu duruma göre, araştırma kapsamındaki değişkenlerin farklı mertebelerde eşbütünleşik oldukları anlaşılmaktadır. Buradan elde edilen sonuçlar itibarıyla maksimum bütünleşme derecesi (d_{max}) 1 olarak belirlenmiştir.

Tablo 2: ADF Birim Kök Testi Sonuçları

| | Düzye | | | | Birinci Fark | | | |
|------|--------------|----------|----------------|----------|--------------|----------|----------------|----------|
| | Sabit | | Sabit ve Trend | | Sabit | | Sabit ve Trend | |
| | t-İstatistik | Olasılık | t-İstatistik | Olasılık | t-İstatistik | Olasılık | t-İstatistik | Olasılık |
| EVZ | 3.0631 | 0.0312 | -4.0074 | 0.0100 | -11.8063 | 0.0000 | -11.8057 | 0.0000 |
| GEPU | -1.6998 | 0.4296 | -2.8291 | 0.1889 | -11.3549 | 0.0000 | -11.3209 | 0.0000 |
| GPR | -4.6918 | 0.0001 | -5.2303 | 0.0001 | -8.0542 | 0.0000 | -8.0394 | 0.0000 |
| MOVE | -2.2767 | 0.1807 | -3.0925 | 0.1112 | -8.9134 | 0.0000 | -9.1459 | 0.0000 |
| OVX | -4.1292 | 0.0011 | -4.1585 | 0.0062 | -8.6144 | 0.0000 | -9.6316 | 0.0000 |
| VIX | -4.2044 | 0.0009 | -4.1693 | 0.0060 | -7.8776 | 0.0000 | -7.9082 | 0.0000 |

Ekonomik ve finansal zaman serileri analizlerinde değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin belirlenmesine yönelik yapılan koşulsuz korelasyon analizi araştırmanın seyrine ilişkin ipucu vermesi bakımından araştırma kapsamındaki endekslerin korelasyonlarına yer verilmiştir. Tablo 3’te sunulan koşulsuz korelasyon matrisi incelendiğinde, volatilite endeksleri dışında olan GEPU endeksi, EVZ ve MOVE volatilite endeksleriyle negatif korelasyona sahip olduğu

görüldürken, yine volatilite endeksleri dışında olan GPR endeksinin EVZ ve VIX volatilite endeksleriyle benzer şekilde negatif ilişkili olduğu görülmektedir. Matriste görüldüğü üzere, volatilite endeksleri arasında en yüksek korelasyonun OVX ve VIX endeks çifti ile EVZ ve MOVE endeks çiftlerinin olduğu, bunları VIX endeksiyle eşleşen EVZ ve MOVE endeks çiftleri takip etmektedir. Öte yandan, OVX endeksiyle eşleşen EVZ ve MOVE endeks çiftlerinin korelasyonları ise birbirine yakın değerler aldığı görülmektedir. Burada, GEPU ve GPR endeks çiftinin düşük korelasyona sahip olduğu belirtilmelidir.

Tablo 3: Korelasyon Matrisi

| | EVZ | GEPU | GPR | MOVE | OVX | VIX |
|------|---------|---------|---------|--------|--------|-----|
| EVZ | 1 | | | | | |
| GEPU | -0.3371 | 1 | | | | |
| GPR | -0.1380 | 0.1450 | 1 | | | |
| MOVE | 0.6158 | -0.0652 | 0.1999 | 1 | | |
| OVX | 0.4175 | 0.3721 | 0.0272 | 0.4513 | 1 | |
| VIX | 0.5555 | 0.1624 | -0.1938 | 0.5487 | 0.7117 | 1 |

Ön istatistiklerin analizinden sonra çalışmanın bu aşamasında Toda-Yamamoto nedensellik testinin modelleme sürecine geçilmiştir. Bu aşamada, optimal gecikme uzunluğunu belirlemek için Vektör Otoregresif (VAR) modeli tahmin edilerek bilgi ölçütü kriterleri üzerinden otomatik seçim yapılmıştır. Buna göre Tablo 4'te bilgi kriterleri değerlendirildiğinde, başta LR ve AIC olmak üzere FPE bilgi kriterleri en uygun gecikme uzunluğunun üç (3) olduğunu işaret etmektedir. Bu nedenle, optimal gecikme uzunluğu (m) 3 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4: Optimal Gecikme Uzunluğu

| Gecikme | LR | FPE | AIC | SC | HQ |
|---------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 0 | NA | 1.35e-07 | 1.208588 | 1.315839 | 1.252081 |
| 1 | 1072.068 | 3.83e-10 | -4.656323 | -3.905565* | -4.351870* |
| 2 | 74.05101 | 3.67e-10 | -4.700622 | -3.306357 | -4.135210 |
| 3 | 68.19563* | 3.59e-10* | -4.725031* | -2.687260 | -3.898660 |
| 4 | 44.38064 | 4.05e-10 | -4.610606 | -1.929328 | -3.523276 |
| 5 | 45.80392 | 4.49e-10 | -4.517703 | -1.192918 | -3.169414 |
| 6 | 32.48692 | 5.43e-10 | -4.343613 | -0.375321 | -2.734364 |
| 7 | 27.72930 | 6.77e-10 | -4.144520 | 0.467278 | -2.274312 |
| 8 | 43.25669 | 7.47e-10 | -4.075349 | 1.179956 | -1.944182 |

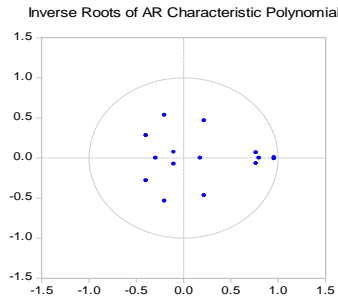
Optimal gecikme uzunluğu belirlendikten sonra hata terimleri arasında ilişki olup olmadığını belirlemek için otokorelasyon LM testi gerçekleştirilmiştir. Tablo 5'te sunulan 3 gecikmeli otokorelasyon LM testi sonuçları, hata terimleri arasında ilişki olmadığını göstermektedir. Yani, otokorelasyon sorununun olmadığını gösteren H_0 hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 5: Otokorelasyon LM Testi Sonuçları

| Gecikme | LM İstatistik | Olasılık |
|---------|---------------|----------|
| 1 | 39.19036 | 0.3287 |
| 2 | 33.21049 | 0.6020 |
| 3 | 38.52274 | 0.3561 |

Todo-Yamamoto nedensellik testinin tahmininden önce istikrar ve durağanlık koşuluna ilişkin başka bir tanı testi gerçekleştirilmiştir. Burada, otoregresif (AR) karakteristik polinomun ters köklerinin birim çemberin içinde olması gerekmektedir. Şekil 2’de görüldüğü gibi otoregresif karakteristik polinomun ters köklerinin birim çemberin iç kısmında yer aldığı görülmektedir. Bu sonuçlar, modelin istikrarlı ve durağan bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Şekil 2: Oto-regresif Karakteristik Polinomun Ters kökleri



Toda-Yamamoto nedensellik testinin tahmin süreci aşamalarına ilişkin olarak optimal gecikme uzunluğunun ($m=3$) olduğu ve maksimum bütünleşme derecesinin ($d_{max} = 1$) olduğu sonucundan hareket ederek VAR ($m+d_{max} = 4$) modeli olarak belirlenmiştir. Burada, belirlenen VAR (4) modeli temeline dayalı Görünürde İlişkisiz Regresyon (SUR) tahmin edilmiş ve WALD testi ile Ki-Kare istatistiğinin olasılık değerleri hesaplanarak Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6: Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

| Bağımlı Değişkenler/ Bağımsız Değişkenler | | EVZ | GEPÜ | GPR | MOVE | OVX | VIX |
|-------------------------------------------|---------------------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| EVZ | Ki-Kare İstatistiği | | 14.79231 | 8.092374 | 1.982744 | 14.37168 | 15.72313 |
| | Olasılık Değeri | - | 0.0020* | 0.0441** | 0.5759 | 0.0024* | 0.0012* |
| | Nedensellik Yönü | | ↔ | ← | ≠ | ↔ | ↔ |
| GEPÜ | Ki-Kare İstatistiği | 8.282220 | | 6.738297 | 3.837060 | 7.725758 | 16.09432 |
| | Olasılık Değeri | 0,0405** | - | 0.0807*** | 0.2796 | 0.0520*** | 0.0010* |
| | Nedensellik Yönü | ↔ | | ← | ≠ | ← | ← |
| GPR | Ki-Kare İstatistiği | 4.170752 | 2.874667 | | 9.174578 | 1.392157 | 4.460062 |
| | Olasılık Değeri | 0.2436 | 0.4113 | - | 0.0270** | 0.7073 | 0.2158 |
| | Nedensellik Yönü | ≠ | ≠ | | ← | ≠ | ≠ |
| MOVE | Ki-Kare İstatistiği | 6.633013 | 7.853624 | 5.877749 | | 19.00028 | 6.295248 |

| | | | | | | | |
|-----|---------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | Olasılık Değeri | 0.0845*** | 0.0491** | 0.1177 | - | 0.0002* | 0.0980*** |
| | Nedensellik Yönü | ← | ← | ≠ | | ← | ← |
| OVX | Ki-Kare İstatistiği | 8.482254 | 4.819264 | 1.411263 | 5.314348 | | 12.43447 |
| | Olasılık Değeri | 0.0370** | 0.1855 | 0.7028 | 0.1501 | - | 0.0060*** |
| | Nedensellik Yönü | ↔ | ≠ | ≠ | ≠ | | ↔ |
| VIX | Ki-Kare İstatistiği | 6.495194 | 1.328925 | 2.169898 | 1.362092 | 9.831963 | |
| | Olasılık Değeri | 0.0898*** | 0.7222 | 0.5379 | 0.7144 | 0.0200** | - |
| | Nedensellik Yönü | ↔ | ≠ | ≠ | ≠ | ↔ | |

Tabloda olasılık değerleri yanındaki *, **, *** işaretler sırasıyla 0,01, 0,05, ve 0,10 anlam düzeyini ifade etmektedir

Tablo 6'da sunulan Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre OVX, VIX ve EVZ endekslerinin birbirleri arasında çapraz karşılıklı çift yönlü nedensel ilişkilerin olduğu, bunun yanı sıra EVZ ve GEPU endeksleri arasında da keza çift yönlü bir nedensel ilişkinin mevcut olduğu görülmektedir. Yine, Tablo 6'da görüldüğü gibi EVZ, GEPU, OVX ve VIX endekslerinden MOVE endeksine, GPR, OVX ve VIX endekslerinden GEPU endeksine, GPR endeksinden EVZ endeksine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu görülmektedir. Diğer yandan EVZ, GEPU, OVX ve VIX endeksleri GPR endeksinin nedeni olmadığı, benzer şekilde GEPU ve GPR endeksleri de OVX ve VIX endekslerinin nedeni olmadığı görülürken, bununla birlikte MOVE endeksi diğer tüm endekslerin aksine GPR endeksinin nedeni olduğu görülmektedir. Burada, değişkenler arasında en aktif değişkenlerin EVZ ve VIX volatilite endekslerinin olduğu, en pasif değişkenin ise MOVE volatilite endeksinin olduğu belirtilmelidir.

SONUÇ

Küresel tek pazar ekonomisinde, jeopolitik risk, ekonomik politika belirsizliği ve volatilite endeksleri birbiriyle bağlantılı olarak genel ekonomi ve finansal piyasalar üzerinde çok yönlü bir etkiye sahiptir. Küresel jeopolitik riskler ham madde ve enerji arz kesintilerine yol açarak girdi maliyetlerinin artmasına ve genel ekonomi üzerinde enflasyon, yatırım, işsizlik, döviz kuru ve büyüme gibi çok yönlü makroekonomik faktörü etkileyerek ekonomik belirsizlik ortamının oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Jeopolitik riskler ve ekonomik politika belirsizlikleri aynı zamanda finansal piyasalarda hisse senedi, döviz, tahvil ve emtia piyasalarında fiyat dalgalanmalarına neden olabilmektedir.

Ekonominin izdüşümünü yansıtan finansal piyasalar farklı varlıkların işlem gördüğü çok boyutlu ve girift bir yapı olarak tarif etmek mümkündür. Küresel düzlemde finansal piyasalarda işlem gören finansal varlıkların fiyatlamasını etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Öyle ki, iç içe geçmiş birbirleriyle bağlantılı küresel faktörleri bir bütün olarak ele almanın zorluğu karşısında bazı göstergeler aracılığıyla açıklamak ancak mümkün olabilmektedir. Bu nedenle, çalışmanın içeriğini oluşturan küresel faktörler olarak; savaş veya çatışma, siyasi gerilim ve istikrarsızlık, doğal afetler, salgın hastalıklar ve nükleer tehditler gibi jeopolitik riskler için GPR endeksi ve küresel bazda genel ekonominin gidişatıyla ilgili olarak ekonomik politika koşullarının öngörülemezliği ve belirsizliği için GEPU endeksi, bunların yanında farklı varlık piyasalarının volatilitelerini ölçen volatilite endeksleri olarak; para piyasaları için avro/dolar kuru volatilitelerini ölçen EVZ endeksi, borçlanma araçları için tahvil piyasası volatilitelerini ölçen MOVE endeksi, emtia piyasaları için ham petrol fiyat volatilitelerini ölçen OVX endeksi ve sermaye piyasaları için pay senedi piyasası volatilitelerini ölçen VIX korku endeksi olmak üzere altı küresel endeksin birbirleriyle olan nedensel ilişkileri araştırılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre OVX, VIX ve EVZ endekslerinin her biri birbirleriyle

karşılıklı olarak çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin var olduğu belirlenmiştir. Daha açık bir anlatımla, söz konusu bu üç volatilité endeksi kendi aralarında birbirlerini karşılıklı olarak etkilemektedir. Benzer şekilde, EVZ endeksi ile GEPÜ endeksi arasında da çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin mevcut olduğu ortaya çıkmıştır. Yine, küresel faktörler ve volatilité endeksleri arasında EVZ, GEPÜ, OVX ve VIX endekslerinden MOVE endeksine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu; GPR, OVX ve VIX endekslerinden GEPÜ endeksine doğru aynı şekilde tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu; MOVE endeksinden GPR endeksine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu belirlenirken, GPR endeksinden EVZ endeksine doğru yine tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin var olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmadan elde edilen bulgular ışığında küresel jeopolitik riskler, ekonomik politika belirsizliği ve volatilité endeksleri, yatırımcıların küresel ekonominin seyrine yönelik olarak karar alma süreçlerinde risk toleranslarına ve yatırım hedeflerini belirleme noktasında fayda sağlaması söz konusudur. Buna paralel olarak, ekonomik faaliyetlerin ve piyasaların istikrarının sağlanması açısından ekonomi politikası yapımcılarının politika ve strateji geliştirme süreçlerinde, söz konusu küresel faktörler ve volatilité endekslerinin küresel boyutta sinyal haritasının oluşturulması ve ortaya çıkacak olası risklere karşı önlemlerin alınması noktasında karar alıcılar için önem arz etmektedir. Son bir cümleyle araştırmacılara öneri olarak; bu çalışmaya atfen bundan sonraki yapılacak çalışmalarda küresel jeopolitik risk, ekonomik politika belirsizliği ve volatilité endekslerinin farklı varlık piyasaları üzerinde etkilerinin araştırılması, yazının derinleşmesine ve zenginleşmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Badshah, Ihsan Ullah., Bart Frijns and Alireza Tourani-Rad (2013), “Contemporaneous Spill-Over Among Equity, Gold, and Exchange Rate Implied Volatility Indices”, *Journal of Future Markets*, 33(6), pp. 555-572.
- Bouri, Elie, Anshul Jain, P.C, Biswal and David Roubaud (2017), “Cointegration and nonlinear causality amongst gold, oil, and the Indian stock market: Evidence from implied volatility indices”, *Resources Policy*, Vol. 52, pp. 201-206.
- Camgöz, Mevlüt (2022), “Global Belirsizlik Faktörlerinin BIST Hisse Senedi Fiyatlarına Asimetrik Etkilerinin NARDL Modeliyle Analizi”, *Maliye ve Finans Yazıları*, 36(118), ss. 71-100.
- Chen, Chun-Da., Shu-Mei Chiang ve Tze-Chin Huang (2020), “The contagion effects of volatility indices across the U.S. and Europe”, *The North American Journal of Economics and Finance*, Vol. 54, pp.1-39.
- Davis, Steven J. (2016), “An index of global economic policy uncertainty”, *National Bureau of Economic Research*, Doi: 10.3386/w22740
- Dickey, David A. and Wayne A. Fuller (1981), “Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root”, *Econometrica*, 49 (4), pp. 1057-1072.
- Dimpfl, Thomas and Franziska Julia Peter (2018), “Analyzing Volatility Transmission Using Group Transfer Entropy”, *Energy Economics*, Vol 75, pp. 368-376.
- Fassas, A. P. and Costas Siriopoulos (2021), “Implied volatility indices – A review”, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Volume 79, pp. 303-329.
- Granger, C. W. (1969), “Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods”, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 37(3), pp. 424-438.
- Huskaj, Bujar and Karl Larsson (2016). “An empirical study of the dynamics of implied volatility indices: international evidence”, *Quantitative Finance Letters*, 4:1, 77-85. DOI: 10.1080/21649502.2017.1292041
- Ji, Qiang., Elie Bouri and David Roubaud (2018), “Dynamic network of implied volatility transmission among US equities, strategic commodities, and BRICS equities”, *International Review of Financial Analysis*, Volume 57, pp.1-12.
- Kamışlı, Melik ve Fatih Temizel (2019), “Finansal Korku Endeksleri Arasındaki İlişkilerin Analizi”, *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, Cilt 14, Sayı 2, ss. 167-176.

- Kenourgios, Dimitris (2014). “On financial contagion and implied market volatility, *International Review of Financial Analysis*, 34, pp. 21-30.
- Kurt Cihangir, Çiğdem (2019), “Küresel Faktörlerden Uluslararası Hisse Senedi Piyasalarına Volatilite Yayılma Etkileri”, *İzmir İktisat Dergisi*, Cilt: 34 Sayı: 3, ss. 361-383.
- Maghyereh, Aktham I., Basel Awartani and Elie Bouri (2016), “The directional volatility connectedness between crude oil and equity markets: New evidence from implied volatility indexes”, *Energy Economics*, 57, 78-93.
- Ming-Lei, Liu, Qiang Ji and Ying Fan (2013), “How does oil market uncertainty interact with other markets? an empirical analysis of implied volatility index, *Energy* 55, pp. 860-868.
- López, Raquel (2014), “Volatility contagion across commodity, equity, foreign exchange and Treasury bond markets”, *Applied Economics Letters*, 21(9), pp. 646-650.
- Rambaldi, Alicia N. and Howard E. Doran (1996), “Testing for Granger non-causality in cointegrated systems made easy”, *Working Papers in Econometrics and Applied Statistics*, Department of Econometrics, The University of New England, No. 88, pp. 1-28.
- Toda, H. Y. and Yamamoto, T. (1995), “Statistical inference in vector auto-regressions with possibly integrated processes”, *Journal of Econometrics*, 66, pp. 225-250.
- Yiğituşağı, M. ve Erkan Alsu (2022), “Seçili Risk ve Belirsizlik Endeksleri ile Gelişmekte Olan Ülke Borsaları Arasındaki İlişkiler: Ekonometrik Bir Uygulama”, *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(132), pp. 364-386.