



*Research Article*

**INVESTIGATION TO POPULARITY OF THE CORONAVIRUS ON THE INTERNATIONAL RISK (VOLATILITY) INDICES, APPLICATION OF TODA-YAMAMOTO CAUSALITY**

**KORONAVİRÜSÜ BİLİNİRLİĞİNİN ULUSLARARASI RİSK (VOLATİLİTE) ENDEKSLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ, TODA-YAMAMOTO NEDENSELLİK UYGULAMASI**

Samet GÜRSOY<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0003-1020-7438

**Article Info:**

Received : May 26, 2020

Revised : November 12, 2020

Accepted : December 24, 2020

**Keywords:**

International risk (volatility) indices

Coronavirus (covid19) pandemic Toda-Yamamoto

**Anahtar Kelimeler:**

Uluslararası risk(volatilite) endeksleri

Koronavirüsü(covid19) pandemisi Toda-Yamamoto.

DOI: 10.46238/jobda.742826

**ABSTRACT**

It is also important for international investors that the investment to be made is as predictable as the measurement of the risk of an investment. For this reason, it has been wondered to predict and measure the effects of unpredictable situations such as floods, earthquakes, wars and epidemics on the markets. In this study, it was aimed to investigate the effect of coronavirus pandemics that appeared in December 2019 on international risk (volatility) indices.

For this purpose, causality was tested between the frequency of clicks on the Google search that in relation to the increase of the popularity of the virus all over the World and international risk indices. It was performed Toda Yamamoto causality analysis by conducting bilateral tests in the study by using weekly data between years of 2019-2020. In the study in which the coronavirus variable is taken as an independent variable, as dependent variables: Fear Index (VIX), Euro Region Stock Index (Euro Stoxx 50), Crude Oil Volatility Index (OVX), Gold Miners Etf Volatility, (GVZ) and Euro Money unit volatility index (EVZ) was used.

Considering the findings obtained from the analysis, it has been observed that it causes causality relationship from coronavirus popularity to international risk (volatility) indices. In addition, statistically significant relationships were found between the popularity of the Pandemic and all indices. When ranking between the degree of exposure of risk indices, the most affected index is the Crude Oil Volatility Index (OVX), whereas the least affected index is the Gold Miners Etf Volatility (GVZ).

**ÖZET**

Uluslararası yatırımcılar açısından bir yatırımın riskinin ölçülmesi kadar yapılacak olan yatırımın öngörülebilir olması da ayrıca bir önem arz etmektedir. Bu nedenle aniden ortaya çıkan sel, deprem, savaşlar ve salgın hastalıklar gibi öngörülemeyen durumların piyasalara etkisinin öngörülmesi ve ölçülmesi merak edilmiştir. Bu çalışmada ise 2019 Aralık ayında ortaya çıkan Koronavirüsü pandemisinin uluslararası risk(volatilite) endeksleri üzerindeki etkisi incelenmek istenmiştir.

Bu amaçla virüsün bilinirliğinin tüm dünyada artması ile ilişkili olarak Google arama motorunda tıklanma sıklığı verileri ile uluslararası risk endeksleri arasında nedensellik test edilmiştir. 2019-2020 yılları arasında haftalık veriler kullanılarak yapılan çalışmada ikili testler yapılarak Toda Yamamoto nedensellik analizi gerçekleştirilmiştir. Koronavirüs değişkeninin bağımsız değişken olarak alındığı çalışmada bağımlı değişkenler olarak: Korku endeksi(VIX), Euro Bölgesi Hisse Senetleri Endeksi (Euro Stoxx 50), Ham Petrol Volatilite Endeksi(OVX), Altın Madencileri Etf Volatilitesi, (GVZ) ve Euro Para birimi oynaklık endeksi(EVZ) kullanılmıştır.

Analizlerden elde edilen bulgulara bakıldığında Koronavirüsü bilinirliğinden uluslararası risk(volatilite) endekslerine doğru nedensellik ilişkisine sebep olduğu görülmüştür. Ayrıca salgının bilinirliği ile tüm endeksler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler olduğu saptanmıştır. Risk endekslerinin etkilenme dereceleri arasında bir sıralama yapıldığında en çok etkilenen endeksin Ham Petrol Volatilite Endeksinin(OVX) olduğu görülürken, en az etkilenen endeksin Altın Madencileri Etf Volatilitesi(GVZ) olduğu katsayı istatistiklerinden anlaşılmıştır.

## 1| GİRİŞ

Bir yatırım kararının verilmesinde beklenen risk ile getiri arasındaki ilişki bu alanda gelecekle ilgili riskin tahmin edilmesinde ölçülebilir birçok yöntemin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Özellikle finansal piyasalar açısından verilen kararlar üzerinde etkili olan bu yöntemler önceleri gelişmiş ülkelerde hesaplanıyor iken artık birçok gelişmekte olan ülke piyasalarında da hesaplandığı ve kullanıldığı görülmektedir. Yatırımcılar açısından portföy çeşitlendirilmesi veya gelecekle ilgili belirsizliklerin en aza indirilmesi amacı ile takip edilen bu risk indikatörleri Dolar, Euro, Altın, Petrol ve Uluslararası borsalardaki fiyat değişimleri üzerindeki volatilitenin etkisi göz önünde bulundurularak hesaplanmaktadır. Uluslararası risk endeksleri bir yandan ABD’de kullanılan ve ilk risk endeksi olan VIX gibi borsalarda alım-satım gerçekleştirilen opsiyonlar göz önüne alınarak hesaplanırken zamanla emtia piyasalarını da temsilen oluşturulan endekslerde geliştirilmiştir.

Diğer bir yandan bu çalışmanın tek bağımsız değişkeni olarak belirlenen ve uluslararası risk endeksleri üzerindeki etkisinin sınanmak istendiği Koronavirüs(covid19) değişkeni pandemik bir salgın hastalık olup tüm dünyayı kısa sürede etkisi altına almıştır. 13.04.2020 tarihi itibari ile tüm dünyada 1,917,209 vaka gerçekleşmiş ve 119,090 kişi hayatını yitirmiştir (worldometers, 2020). Maalesef gerek dünya sağlık örgütünün açıklamaları gerekse de Dünyanın en gelişmiş ülkelerinin bile hastalıkla mücadele yöntemleri incelendiğinde insanlar üzerinde tedirginlik sürekli artmakta hastalığın geleceği ile şüpheleri git gide artmaktadır. Koronavirüs(covid19) salgının daha önceki pandemik salgınlar ile kıyaslanamayacak boyutta geniş bir coğrafyada yayılım gösterdiği göz önüne alındığında küresel piyasalardaki etkileri incelenmek istenmiştir. Bu ilişkinin uluslararası risk endeksleri ile ilişkisinin ortaya konulması açısından önem arz etmektedir

Bu çalışmada da kullanılan bu endekslerin en başında gelen VIX endeksi 1993 yılında Chicago Opsiyon Borsası (Chicago Board Options Exchange- CBOE) tarafından geliştirilerek piyasadaki oluşan volatilitenin hareketliliğini ölçmek için hesaplanmış bir endekstir (Fernandes vd., 2014: 2). Endekste payların opsiyonlu olarak alım ve satım fiyatları arasında oluşan fark üzerinden hesaplanmaktadır. Alım ve satım fiyatlarının birbirine yaklaşması ile VIX’inde endeksin değeri düşmektedir. Endekste yatırımcılar tarafından belirlenen ve gelecekteki 30 gün içinde borsada beklenen volatilitenin hakkında fikir vermektedir (Akdağ, 2019: 236). ABD’nin en büyük hisse senedi piyasalarından S&P 500 endeksinden türetilerek elde edilen VIX endeksi S&P 500’ün 30 günlük

volatilitenin beklentisini ölçmektedir (Bardgett, 2019: 1).

Diğer bir risk endeksi olan The Dow Jones Euro Stoxx 50 endeksi Euronun kullanıldığı 12 ülkenin en değerli şirketlerinin yer aldığı bir endekstir. Endeks 1998 yılında hesaplanmaya başlamış ve AB’de bulunan likititesi en yüksek 50 payı bünyesinde tutmaktadır. Bu en endeks AB ekonomilerinin göstergesi niteliğinde olup bünyesinde Inditex grubu, Unilever, L’Oréal, Deutsche Bank, Bayer, Allianz, BMW, Nokia ve Volkswagen grup gibi birçok önemli şirketleri toplamış bir endekstir (paradurumu.com, 2020).

Bununla birlikte CBOE tarafından 2008 yılında \$/€ kuru, petrol ve altın gibi varlıkların sınıflandırmasına dayanan yeni endeks serileri oluşturulmuştur. Bu üç endekste de VIX metodolojik yöntemler kullanılarak hesaplanmaktadır. Bunlardan CBOE Ham Petrol Volatilitenin Endeksi (CBOE Crude Oil ETF Volatility Index- OVX) ABD’de hesaplanan petrol fonu opsiyonu baz alınarak hesaplanmaktadır. Ayrıca ham petrol fiyatlarındaki yaşanan dalgalanmaların 30 günlük oynaklığı ile ilgili piyasada oluşan beklentisinin ölçülmesi sonucu oluşmaktadır. CBOE Altın Volatilitenin Endeksi (CBOE Gold ETF Volatility Index- GVZ) ise, SPDR Altın Hisseleri (Gold Shares) Opsiyonlarına dayanmakta olup, altın fiyatlarında gerçekleşen 30 günlük örtülü oynaklığı göstermektedir. Son olarak CBOE Euro Currency Volatilitenin Endeksi (EVZ), Currency Shares Euro Trust opsiyonlarına dayanmakta olup, Dolar/Euro kurunun 30 günlük volatilitesine ilişkin piyasa beklentisinin ölçülmesi ile elde edilir. Bu üç endekste de ortak olan Borsa Yatırım Fonları (Exchange-Traded Funds- ETF)’nin dayanak varlık olarak kullanılmasıdır. ETF kullanılarak fon giderlerinin çıkarılması ile, bahsi geçen varlığın getirisini en iyi/yakın biçimde yansıtmayı hedeflenmiştir (Telçeken vd., 2019: 217)

Bu bağlamda çalışma dizayn edilirken öncelikle giriş kısmında kısaca risk endekslerinden ve Korona virüsünün tüm dünyada hızla yayılmasının muhtemelen beklenen ekonomik sonuçlarından bahsedildikten sonra ikinci bölümde risk endekslerinin yer aldığı daha önceki çalışmalar literatür araştırması başlığı altında incelenecektir. Üçüncü bölümde ise çalışmada kullanılan analiz yönteminin amacı ve buna bağlı olarak uygulama bölümündeki değişkenlerin neler olduğu, nereden elde edildiği anlatılacaktır. Dördüncü bölümde Araştırmanın Yöntemi ve Bulgular başlığı altında çalışmada kullanılan Ekonometrik model tanıtılacak olup, analizden elde edilen ampirik bulgular paylaşılacaktır. Beşinci ve son bölümde analizden elde edilen bulgular yorumlanarak bu

alandaki yapılacak olan başka çalışmalara da ilham vermesi açısından öneriler sunulacaktır.

## 2 | LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Konu ile ilgili olarak yapılan literatür inceleme sonrasında uluslararası risk (korku) endeksleri ilgili çalışmaların daha çok sermaye piyasaları ve borsalar ile birlikte değerlendirildiği gözlemlenmiştir. Bu çalışmada ise koronavirüsü gibi bir beklenmedik bir küresel şokun endeksler üzerindeki etkileri araştırılmaktadır. Ayrıca çalışmanın bu yönü ile daha önceki çalışmalardan ayrılan özgün bir yapıda olacağı umulmaktadır.

Hartelius vd. (2008) çalışmalarında gelişmekte olan 33 ülkenin tahvil spreadlerine etki eden faktörleri incelemişlerdir. Bu doğrultuda yatırımcıların kararları üzerinde etkisi olduğu varsayılan VIX endeksi değişkeninin kullanıldığı çalışmada Ocak 1991 ile Şubat 2007 arasında gerçekleşen bir volatilité hareketliliğinin tahvil yayılımı üzerinde etkili olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Bununla birlikte FED'in daralma dönemine rastlayan 1994-1995 arasında ise bu etkileşim kesintilere uğrasa da VIX Endeksi'ndeki bir standart sapmalık artışın spreadleri yaklaşık %30 gibi bir oranında arttırdığı görülmüştür. Ayrıca Aralık 2002 – Şubat 2007 dönemleri baz alındığında VIX Endeksinin açıklayıcı gücünün hemen hemen %44'lere çıktığı diğer bulgular arasında yer almaktadır.

Arık ve Mutlu (2014) yabancı yatırımcılara ait hisse senetleri, BIST 100 ve VIX Endeksi ile temsil edilen küresel riskten kaçınma davranışı arasındaki nedensellik ilişkisi test etmek amacı ile net yabancı yatırımcı alımları ve VIX, dış piyasa değeri ve VIX, BIST 100 ve VIX net yatırım / yabancı yatırımcı alımları ve BIST 100, dış piyasa değeri ve BIST 100 değişkenleri arasında bir nedensellik ilişkisi analiz etmişlerdir. Toda-Yamamoto (1995) testi kullanılarak yapılan çalışmada 4 Eylül 2007 ile 31 Aralık 2012 dönemleri arasında günlük veriler kullanılarak model çalıştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgulara bakıldığında VIX'in net dış alımlar, dış piyasa tavanı oranı ve BIST 100 Endeksi üzerinde açıklayıcı bir güce sahip olduğuna dair kanıtlar bulunmuştur. Ayrıca BIST 100'ün yabancı sermaye işletmelerinde öncü bir rolü olduğunu ve yabancı yatırımcıların momentum yatırımcısı olabileceğini kanıtlar nitelikte bulgulara ulaşılmıştır.

Erdoğan ve Baykut (2016), uluslararası risk endeksleri arasında yer alan (VIX) endeksi ve MOVE (Merrill Lynch Treasury Option Volatility Expectations) endeksi ile Borsa İstanbul banka endeksleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin varlığını sınamak amacı ile ARDL sınır testi, Toda-Yamamoto (1995) Granger nedensellik testi kullanılmıştır. 1998-2015 dönemleri arasında

günlük veriler ile yapılan çalışmada uzun dönemli bir ilişkinin olmadığı yönünden bulgulara rastlanmıştır. Granger sonuçlarına göre ise VIX endeksinden Borsa İstanbul banka endekslerine doğru tek yönlü bir nedensellik gerçekleştiği görülürken, MOVE endeksine doğru herhangi bir nedensellik gerçekleşmediği görülmüştür.

Öner (2018), çalışmasında Altın, Petrol, ABD tahvilleri Faiz oranları, Euro/Dolar döviz kuru ve VIX (korku endeksi) değişkenleri arasında nedensellik sınaması yapmıştır. 02.01.2008 – 10.05.2017 dönemleri arasında günlük verileri kullanılan çalışmada Granger Nedensellik testi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda Altın'dan Petrol, ABD tahvilleri Faiz oranları, Euro/Dolar döviz kuruna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca baz alınan dönemler itibarı ile VIX Endeksi'nin hem ABD tahvilleri faiz oranları hem de Euro/Dolar döviz kuru ile çift yönlü bir nedensellik ilişkisi içinde olduğu yönünde bulgulara rastlanmıştır.

Sadeghzadeh (2018), çalışmasında BİST100 ile VIX ve Türkiye Tüketici Güven Endeksleri arasında uzun ve kısa dönemler itibarı ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin varlığını test etmek istemiştir. Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi (Dynamic Ordinary Least Squares: DOLS) yönteminin kullanıldığı çalışmada 2004 -2018 dönemlerine ait veriler kullanılmıştır. Bununla birlikte Granger (1969) testi ile değişkenler arasında nedensellik ilişkisi sınanmıştır. Çalışmanın uzun dönemde korku endeksinde gerçekleşen değer artışlarının BİST100 fiyatları üzerinde azaltıcı etki gösterirken, tüketici güven endeksindeki artışların ise yine BİST100 endeksini düşürdüğü saptanmıştır. Bunun yanında kısa dönemde korku ve güven endeksinin teorik beklentiler yönünde etkilediği, BİST100 endeksini düşürdüğü yönünde bulgular elde edilmiştir. Son olarak Granger (1969) analizi sonuçlarına bakıldığında ise BİST100 ve VIX korku endekslerinden tüketici güven endeksine doğru tek taraflı bir nedensellik ilişkisi gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kamışlı ve Temizel (2019) çalışmalarında 8 Ocak 2008 ile 25 Temmuz 2018 dönemlerini kapsayacak şekilde haftalık veriler kullanılarak VIX, EURO STOXX 50, CBOE Euro Currency, CBOE altın ve CBOE petrol oynaklık endeksleri arasında test etmek istemişlerdir. Bu bağlamda söz konusu dönemler arasında Breitung & Candelon (2006) frekansta nedensellik testi kullanmışlardır. Yapılan analiz sonucunda çalışmanın genelinde değişkenler arasında anlamlı ilişkiler olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Petrol oynaklığının tüm frekanslarda VIX endeksinin nedeni olduğu sonucuna ulaşırken, EURO STOXX 50 oynaklığından VIX endeksine doğru bir nedensellik ilişkisi görülmediği bulgusuna ulaşmışlardır.

İlgin ve Sarı (2018) çalışmalarında 31 Aralık 2007 ile 29 Aralık 2017 dönemlerinde VIX endeksi ile Global Altın Fiyatları arasında olası bir nedensellik ilişkisini test etmişlerdir. Belirtilen dönemler arasında Aylık veriler kullanılarak yapılan çalışmada Granger Nedensellik testi ve Johansen Eşbütünleşme testleri kullanılmıştır. Granger Nedensellik Testi sonuçlarına göre VIX Korku Endeksi ile Global Altın Piyasası arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı yönünde bulgulara ulaşılmıştır.

Sarıtaş ve Nazlıoğlu (2019) çalışmalarında 02.01.2009 ile 12.11.2018 dönemleri arasında günlük veriler kullanarak BIST100, VIX ve dolar arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada VAR modeline dayalı etki ve tepki fonksiyonları, varyans ayrıştırması analizleri ile Granger nedensellik analizi kullanılmıştır. Analizden elde edilen bulgulara bakıldığında Etki-tepki fonksiyonları, korku endeksi şokunun BIST100 endeksi üzerinde negatif, dolar kuru üzerinde ise pozitif yönlü bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Varyans ayrıştırması analizi sonuçlarına bakıldığında ise VIX endeksini dolar kuru üzerinde öngörülme hata varyansının açıklama oranının BIST

**Tablo 1: Veri Seti**

Değişken	Değişken Açıklaması
TIK	Google Tıklanma (arama) Sıklığı
VIX	S&P 500 VIX Vadeli İşlemler Volatilite Endeksi
STOXX50E	Euro Stoxx 50 Volatilite Endeksi
EVZ	CBOE Euro Döviz Kuru Volatilite Endeksi
GVZ	CBOE Altın Volatilite Endeksi
OVX	CBOE Ham Petrol Volatilite Endeksi

### 3.1. Araştırmanın Hipotezleri

Çalışmada kurulan dört hipotezler aşağıdaki gibidir.

*H<sub>0</sub>: TIK değişkeni ile VIX, STOXX50E, EVZ, GVZ, OVZ Endeks değişkenleri arasında bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır.*

ile karşılaştırıldığında nispi olarak daha büyük olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

### 3 | ARAŞTIRMANIN AMACI VE VERİ SETİ

Bu çalışmada Koronavirüsün bilinirliğindeki değişimin Uluslararası Risk endeksleri üzerinde anlamlı bir nedensellik ilişkisinin varlığının araştırılması amaçlanmıştır. Virüsün bilinirliğini ve popülaritesini temsilen Google trends arama motoru üzerinden dünya genelinde "Coronavirus" aramaları verilerine ulaşılmıştır. Arama motoru verileri üzerinde MERS ve SARS gibi kavramlar aranmayıp doğrudan Coronavirus anahtar kelimesi dikkate alınmıştır. Çalışmada kullanılan uluslararası risk endekslerine dair ait veriler (www.investing.com) adresinden elde edilmiştir. Ayrıca Google trend verileri ve risk endeksleri 06.01.2019- 29.03.2020 dönemleri arasında (65 haftalık) gözlem değerinden oluşmaktadır. Google tıklanma verilerinin haftalık olarak yayınlanmasından dolayı tüm değişkenlerin verileri haftalık olarak incelenmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenlerin kısaltmaları Tablo 1.'de gösterilmiştir.

*H<sub>1</sub>: TIK değişkeni ile VIX, STOXX50E, EVZ, GVZ, OVZ Endeks değişkenleri arasında bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır*

*H<sub>2</sub>: Değişkenler arasında birim kök vardır. Durağan değildir.*

*H<sub>3</sub>: Değişkenler arasında birim kök yoktur. Durağandır.*

### 4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ VE BULGULAR

Çalışmanın uygulama bölümünde bir zaman serisi analizi yönteminden faydalanılmıştır. TIK değişkeni ile VIX, STOXX50E, EVZ, GVZ, OVZ Endeksi değişkenleri arasındaki istatistiksel bir ilişkinin varlığını sorgulama amacı ile Toda-Yamamoto nedensellik testi çalıştırılmıştır. Toda-Yamamoto testi uygulanmadan önce herhangi bir ön test yapma koşulu bulunmamaktadır fakat maksimum bütünleşme derecesinin elde edilebilmesi için analiz öncesinde birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir. Diğer bir yandan yapılan birçok çalışmada ADF, PP, KPSS vs. birim kök testleri kullanılmaktadır. Ancak bu testler yapısal kırılmaları dikkate almamaktadırlar. Buna bağlı olarak bu çalışmada kullandığımız verilere yapısal kırılmaları da dikkate alan ve durağanlığı test eden bir başka test Lee Strazicich (2003) birim kök testi uygulanmıştır. Veriler durağan hale getirildikten sonra aralarındaki nedensellik ilişkilerine bakabilmemiz için bir sonraki adımda optimal gecikme uzunluğu Schwarz Bilgi Kriterine (SC) göre tespit edilmiştir. Sonrasında değişkenler arasında herhangi bir nedensellik bulunup bulunmadığı ve nedensellik

bulunuyorsa TIK değişkeninden hangi değişkene doğru gerçekleştiğini tespit edebilmek için Toda-Yamamoto analizi, ikili test olarak uygulanmıştır. Bu yöntemlerle ilgili olarak Lee- Strazicich Birim Kök Testi(LM) ve Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ile ilgili teorik bilgiler paylaşılmıştır.

#### 4.1. Lee- Strazicich Birim Kök Testi

Zaman serinde durağanlık sonuçlarını güvenilirliği açısından sahte regresyonun önüne geçilmesi açısından durağanlık şartı aranmaktadır (Oğuz, 2020: 32). Yapısal kırılmaya izin veren birim kök testlerinden olan LM bir ve iki kırılmalı birim kök testinin tercih edilmesi ile ADF tipi yapısal kırılmalara izin veren birim kök testlerinin (ZA ve Perron testleri) neden olduğu sahte reddetme problemi önlenmektedir.

Diğer bir taraftan Lee-Strazicich kırılmalı birim kök testinde modelin seçilmesi önemlidir. Sen (2003)'e göre düzey seviyede kırılmayı dikkate alan A modeli ile eğimde kırılmayı dikkate alan B modeline göre düzey seviyede de eğimde de kırılmaya dikkate alan C modelinin daha üstün olduğu ifade edilmiştir. Buna bağlı olarak Lee ve Strazicich (2003, 2004) testinde düzeyde ve eğimde bir ve iki kırılmayı dikkate alan C modeli kullanılmıştır (Tıraşaoğlu, 2014: 74-75).

Lee ve Strazicich (2003, 2004) tarafından geliştirilen ve bu eleştirilere düzeltme amacı ile literatüre yeni bir birim kök testi kazandırılmıştır. Bu yeni teste `de temel ve alternatif hipotezlerin her birinde yapısal kırılmaya müsaade etmektedir.

LM birim kök testinde kullanılan yöntem aşağıdaki gibidir;

$$y_t = \delta Z_t + e_t \quad e_t = \beta e_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Denklem (1)'de  $Z_t$  dışsal değişkenler vektörü,  $\varepsilon_t \sim iid N(0, \sigma^2)$  özelliğe sahip hata terimlerini ifade etmektedir. Düzeyde iki değişikliğe yer veren model A  $Z_t = [1, t, D_{1t}, D_{2t}]$  şeklinde ifade edilir. Burada;

$$D_{jt} = 1 \text{ için } t \geq T_{bj} + 1, \quad j =$$

1,2 ve diğer durumlar içinse 0 olur.  $T_{bj}$  kırılma zamanını gösterir. Model C ise trende ve düzeyde 2 değişiklik içermektedir model  $Z_t = [1, t, D_{1t}, D_{2t}, DT_{1t}, DT_{2t}]$  şeklinde tanımlanır. Burada;

$$DT_{jt} = t - T_{bj} \text{ için } t \geq T_{bj} + 1, \quad j =$$

1,2 ve diğer durumlar içinse 0 olur. Veri yaratma süreci (DGP) temel hipotez altında kırılmaları içerirken ( $\beta = 1$ ), alternatif hipotez ( $\beta < 1$ ) şeklindedir. Lee ve Strazicich, LM birim kök testi sonucunu bulmak için aşağıdaki denklemi kullanmışlardır.

$$\Delta y_t = \delta' \Delta Z_t + \phi \tilde{S}_{t-1} + u \quad (2)$$

Bura da  $\tilde{S}_t = y_t - \tilde{\psi}_x - Z\delta$ ,  $t=2, \dots, T$ ; olup  $\delta$  değeri  $\Delta y_t$ 'nin regresyonundaki  $\Delta Z_t$ ' den elde edilen

katsayılarıdır.  $\tilde{\psi}_x$ , ise  $y_1 - Z_1\delta$  ile bulunur ve burada  $y_1$  ve  $Z_1$  belirtilen sıraya göre  $y_t$  ve  $Z_t$ 'nin ilk elemanlarıdır (Lee ve Strazicich 2003: 1083).

Kırılmaların zamanları tespit edilirken  $\lambda_i = TB_i/T$ ,  $i=1,2$  formülü kullanılır. Formülde ki T, gözlemlerin toplam sayısını belirtmektedir. Test istatistik değerinin minimum olduğu noktada birim kök LM testi için kırılma zamanları belirlenir.  $LM_\tau = \inf_{\lambda} \tilde{\tau}(\lambda)$  adımları takip edilir. Burada "τ" t-istatistiğini ifade etmektedir (Esenyel, 2017: 47).

#### 4.2. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

Granger (1969) tarafından zaman serileri için geliştirilen nedensellik testleri, özellikle de finans ve iktisat alanında yapılan çalışmalara öncülük etmiştir. Granger'ın önerdiği nedensellik testlerinde serilerin birim köksüz halleri yani durağan halleri kullanılmaktadır. Toda ve Yamamoto'nun 1995 yılında geliştirdikleri nedensellik testinde ise bu durum dikkate alınmaz ve serilerin farklı bütünleşme derecelerine izin verilerek durağanlık testi yapılmasına gerek olmadığı öne sürülür (Kızılkaya, 2018: 65).

Toda ve Yamamoto (1995) yapılan testin ilk aşaması; modeldeki gecikme uzunluğunun (k) VAR modeliyle belirlenmesidir. Daha sonra modelin ikinci aşamasında, bütünleşme derecesi en yüksek olan değişken, bütünleşme derecesi ( $d_{max}$ ), modelin gecikme uzunluğuna (k), ilave edilmektedir. Üçüncü aşamada, serilerin düzey değerleriyle ( $k + d_{max}$ ) gecikmeye göre VAR modeli tahminlenmektedir. Son aşamada ( $d_{max}$ )'ten gelen katsayılara, kısıtlar eklenir ve modifiye edilmiş Wald istatistiği kullanılarak eklenen kısıtların anlamlılığı sınanır. Toda-Yamamoto (1995) tarafından geliştirilen VAR modeli aşağıdaki denklemler yardımıyla uygulanmaktadır (Şahin ve Durmuş, 2018: 819);

$$Y_t = a_0 + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} a_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} a_{2i} X_{t-i} + u_t \quad (3)$$

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

Toda-Yamamoto testinde temel hipotez ve alternatif hipotez aşağıdaki gibi kurulur.

$H_0$ : X değişkeni Y değişkeninin Granger nedeni değildir.

$H_1$ : X değişkeni Y değişkeninin Granger nedenidir.

Toda-Yamamoto nedensellik testinin başarısı, serilerin bütünleşme derecelerinin ( $d_{max}$ ) ve modelde ki gecikme uzunluğunun (k) doğru belirlenmesiyle direk ilişkilidir (Yavuz, 2006: 169).

### 4.3. Lee-Strazicich Birim Kök Testi Sonuçları

Bu çalışmada Lee-Strazicich (LS) testinde serilerin kırılmalarını belirlemek için C modeli dikkate alınmıştır. Düzeyde durağan olmayan serilerin

birinci farkı alınıp yeniden LS birim kök testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 2'de gösterilmiştir.

**Tablo 2:** Lee- Strazicich Birim Kök Testi Sonuçları

Lee Strazicich (Model C)						
Değişken	Düzy	Düzeyin Kırılma Tarihi	Kritik Değer	1. Fark	1.Farkın Kırılma Tarihi	Kritik Değer
	Test İstatistiği			Test İstatistiği		
TIK	-35.82867*	22.12.2019	-4.267286			
VIX	-6.155471*	22.12.2019	-4.267286			
STOXX50E	-4.193755*	12.01.2019	-4.306286	-5.332499*	02.02.2020	-4.125818
EVZ	-5.492309*	02.02.2020	-4.146357			
GVZ	-3.799592*	16.02.2020	-4.098000	-6.626636*	05.01.2020	-4.218636
OVX	-4.463344*	17.11.2019	-4.326000			

\*: %5 seviyesinde anlamlıdır.

LS birim kök testi sonuçlarına göre, serilerin büyük çoğunluğunun kırılma ile birlikte düzeyde durağan olduğu tespit edilmiştir. TIK, VIX, EVZ ve OVX verilerinin düzeyde durağan olduğu ancak STOXX50E ve GVZ verilerinin ise düzeyde değil birinci farkta durağan hale geldiği görülmüştür. Bu duruma göre TIK, VIX, EVZ ve OVX değişkenleri için

$H_2$  hipotezi reddedilmiş,  $H_1$  hipotezi kabul edilmiştir. Diğer bir yandan STOXX50E ve GVZ değişkenleri için  $H_2$  kabul edilerek,  $H_1$  hipotezi reddedilmiştir. Değişkenlerin kırılma tarihlerine bakıldığında ise TIK değişkeni ile VIX endeksi değişkenlerinin kırılma tarihinin 22 Aralık 2019 olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 3.** Korelasyon matrisi tablosu

	TIK	VIX	STOXX50E	EVZ	GVZ	OVZ
TIK	413.6033 1.000000 -----					
VIX	240.6199 0.973792 0.0000	147.6206 1.000000 -----				
STOXX50E	-4022.283 -0.702084 0.0000	-2638.520 -0.770895 0.0000	79356.72 1.000000 -----			
EVZ	39.95503 0.900727 0.0000	24.25076 0.915093 0.0000	-514.1235 -0.836737 0.0000	4.757437 1.000000 -----		
GVZ	115.8302 0.910675 0.0000	70.48982 0.927655 0.0000	-1128.879 -0.640750 0.0000	11.95854 0.876647 0.0000	39.11408 1.000000 -----	
OVZ	608.3532 0.968356 0.0000	356.0102 0.948550 0.0000	-6322.744 -0.726583 0.0000	60.74334 0.901537 0.0000	173.5126 0.898123 0.0000	954.2391 1.000000 -----

Ayrıca değişkenlerin korelasyon katsayıları sonuçlarına bakıldığında katsayıların 0,90 üzerinde olduğu gözlemlenmektedir. Bu sonuca göre Google trend verilerinin diğer değişkenler üzerinde etkisinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın özellikle bağımsız değişken olarak dikkate aldığı TIK değişkenin dikey yönde verileri incelendiğinde STOXX50E değişkeni ile negatif yönde (-0.702084) bir ilişki içinde olduğu görülürken diğer değişkenler iki pozitif yönde bir ilişki içinde olduğu gözlemlenmiştir.

#### 4.4.Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Değişkenler arasındaki nedenselliği incelemek için Toda-Yamamoto Modelinden faydalanılmıştır. Testler, ikili test şeklinde değişkenler arasında tek tek gerçekleştirilmiştir. Toda-Yamamoto testi yapılırken serilerin gecikme uzunluğu (k) Schwarz Bilgi Kriterine (SC) göre, maksimum bütünleşme derecesi  $d_{max}$  ise Lee-Strazicich (LS) birim kök testine göre bulunmuştur. Sonra bu modeldeki k gecikmeli değerlere Wald istatistiği uygulanarak nedensellik ilişkisinin olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

**Tablo 4:** Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	dmax	K	Ki-Kare İstatistiği	Test	Ki-Kare P-değeri	İlişki
VIX	TIK	0	10	257.5781		0.0062	VAR
STOXX50E		1	10	179.0051		0.0156	VAR
EVZ		0	10	145.2870		0.0105	VAR
GVZ		1	10	100.4380		0.0254	VAR
OVX		0	10	426.8653		0.0001	VAR

\*: %5 düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır. Optimal gecikme uzunluğu SC kriterine göre 10 gün olarak belirlenmiştir, dmax= Lee Strazicich birim

Tablo 3’de elde edilen bulgulara göre, TIK değişkeninden diğer değişkenlere olan uluslararası risk endeksleri VIX, STOXX50E, EVZ, GVZ, OVX değişkenine doğru %5 anlamlılık seviyesinde kurulan  $H_0$ : temel hipotezin reddedildiği görülmektedir. Bu sonuca Ki-Kare P-değerlerinin istatistiksel olarak %5 gibi bir anlamlılık seviyesinden ulaşılmaktadır.

$H_0$ : Bağımsız değişken bağımlı değişkenin Granger nedeni değildir.

$H_1$ : Bağımsız değişken bağımlı değişkenin Granger nedenidir.

kök testine göre maksimum durağanlaşma seviyesi,  $k=VAR$  gecikme uzunluğunu göstermektedir.

Buradan ele edilen sonuçlara göre koronavirüsü(Covid19) tıklanma verilerinin uluslararası risk(volatilite) endeksleri üzerinde istatistiksel olarak %5 anlamlılık düzeyinde bir nedensellik etkisi gösterdiği tespit edilmiştir. Endeksler arasındaki katsayıları karşılaştırıldığında Ki-Kare Test İstatistiğinin en yüksek olduğu endeksin OVX (426.8653) olduğu görülürken, Ki-Kare Test İstatistiğinin en düşük olduğu endeksin GVZ (100.4380) olduğu bulgusuna erişilmiştir.

## 5 | SONUÇ

Uluslararası piyasalarda aniden ortaya çıkan şokların gerek finansal piyasaları gerekse de reel piyasaları nasıl etkilediği sık takip edilen konular arasındadır. Uluslararası yatırımcılar ve politika yapımcılar açısından bu etkileşim genelde finansal kriz ortaya çıktığında takip edilmektedir. Bunu takiben genelde krizin çıktığı ülkenin para birimi, faiz oranları, siyasi ortakları ve ticari ortakları ile ilişkileri incelemiş olup etkileri tartışılmıştır. Fakat aniden ortaya çıkan savaş, deprem, sel, salgın hastalıklar gibi durumlarda küresel piyasalarda nasıl etkiler gerçekleştirdiği merak edilmiştir. 2019 Aralık ayında Çin’in Wuhan şehrinde aniden ortaya çıkıp tüm dünyayı kısa sürede etkisi altına alan Koronavirüsü (covid19) Pandemik salgını ise bu çalışmanın konusunu oluşturmuştur. Çalışmanın yapıldığı Nisan 2020 tarihi itibari ile de halen yayılmaya devam eden salgının uluslararası piyasalar üzerinde etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bu doğrultuda bu etkileşimi istatistiksel yöntemlerle ölçme amacı ile virüsün tüm dünya da bilinirliğinin artması ile uluslararası piyasalardaki etkileri ölçülmek istenmiştir. Bu doğrultuda Google trends verilerinden yararlanarak, “coronavirus” kelimesinin arama sıklığının bilinirliği ile ilişkilendirilmiştir. Diğer bir yandan uluslararası piyasalarda hisse senetleri, döviz kurları ve emtialar gibi finansal varlıkların fiyatlarında gerçekleşen volatilitelere bağlı olarak oluşturulan risk endekslerinde ki değişimler incelenmiştir. Uluslararası risk(volatilite) endeksleri olarak: Korku endeksi (VIX), Euro Bölgesi Hisse Senetleri Endeksi (Euro Stoxx 50), Ham Petrol Volatilite Endeksi (OVX), Altın Madencileri Etf Volatilitesi (GVZ) ve Euro Para birimi oynaklık endeksi (EVZ) kullanılmıştır.



Analize yapılmadan önce maximum bütünleşme derecesine ulaşmak amacı ile durağanlık test edilmiş, Lee-Strazicich (LS) birim kök testi kullanılmıştır. Euro Bölgesi Hisse Senetleri Endeksi (Euro Stoxx 50) ve Altın Madencileri Etf Volatilitesi (GVZ) değişkenleri dışında ki değişkenlerin düzeyde I (0) seviyesinde durağan oldukları görülürken, bu iki endeksin I (1) seviyesinde durağan olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra değişkenlerin kırılma tarihleri belirlenmiştir. En uygun gecikme uzunlukları (SC) göre yapılarak, Koronavirüs (covid19) değişkeninin bağımsız değişken olarak alındığı çalışmada Toda Yamamoto analizi ile ikili testler şeklinde uygulanmıştır.

Çalışmanın sonucunda TIK değişkeninden tüm risk (volatilité) endekslerin'e  $H_1$  hipotezi kabul edilirken,  $H_0$  reddedilmiş, Koronavirüs (covid19) bilinirliği (TIK) ile tüm risk endeksleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkilerin olduğu görülmüş. Bunun yanında virüsün bilinirliğinin artış göstermesi ile risk

endeksleri arasındaki ilişkinin çok güçlü olduğu, Ki-Kare P-değeri ile anlaşılmıştır. Bununla birlikte çalışmada bağımlı değişken olarak kullanılan risk endekslerinin Ki-Kare Test İstatistiği katsayılarına bakılarak bir kıyaslama yapıldığında katsayının en yüksek olduğu endeksin Ham Petrol Volatilité Endeksi (OVX) olduğu görülürken en düşük olduğu endeksin Altın Madencileri Etf Volatilité (GVZ) endeksi olduğu görülmüştür.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında belirlenen dönemler itibari Koronavirüsü (covid19) bilinirliğinin finansal piyasalar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Dolayısı ile bu alanda yapılacak başka çalışmalara ilham olması açısından salgının piyasalarda gerçekleştirdiği sektörel satın alma davranışları ve yatırım kararlarının da dahil olduğu bir çalışmanın virüsün etkisinin daha kapsamlı anlaşılmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

Akdağ, S. (2019) VIX Korku Endeksinin Finansal Göstergeler Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği, Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 12, Sayı 1, ss. 235-256.

Arık, E. ve Mutlu E. (2014) Global Risk Aversion, the Benchmark Index and the Foreign Investors: The Case of Borsa İstanbul, Borsa İstanbul Working PAPER no.08.

Bardgett, C., Gourier E. ve Leippold M. (2019) Inferring volatility dynamics and risk premia from the S&P 500 and VIX markets, Journal of Financial Economics, Cilt 131, Sayı 3, ss. 593-618.

Erdoğan, H. ve Baykut E. (2016) BİST Banka Endeksi'nin (XBANK) VIX ve MOVE Endeksleri ile İlişkisinin Analizi, Türkiye Bankalar Birliği Bankacılar Dergisi, Sayı 98, ss. 57-72.

Esenyel, N. M. (2017) Türkiye'de Enerji Yakınsama Hipotezinin Sınanması: Yapısal Kırılmalı Birim Kök Analizi, Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi, Cilt 6, Sayı 3, ss. 42-52.

Fernandes, M. , Medeiros M. ve Scharth M. (2014) Modeling and predicting the CBOE market volatility index, Journal of Banking & Finance, Sayı 40, ss. 1-10.

Granger, C. W. (1969) Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods Econometrica, Journal of the Econometric Society, Cilt 37, Sayı 3, ss. 424-438.

Hartelius, K., Kashiwase K. ve Kodres E. L. (2008) Emerging Market Spread Compression: Is it Real or is it Liquidity?, Imf Working Paper, WP/08/10.

<https://tr.investing.com/indices/volatility-s-p-500> (Erişim Tarihi: 06.04.2020)

<https://www.paradurumu.com/yatirim/euro-endeksi-nedir-haberi-3976> (Erişim Tarihi: 10.04.2020)

<https://www.worldometers.info/coronavirus/> (Erişim Tarihi: 13.04.2020)

İlgın, K. S. ve Sarı S., S. (2018) VIX Korku Endeksi Global Altın Piyasaları Üzerinde Etkili midir? icpress 2018 Proceedings Volume 2: Economic Studies, 247.

Kamışlı, M. ve Temizel F. (2019) Finansal Korku Endeksleri Arasındaki İlişkilerin Analizi, Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi, Cilt 14, Sayı 2, ss. 167-176.

Kızılkaya, O. (2018) Türkiye'de Enerji Tüketimi Ve Büyüme İlişkisi: Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi, Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, Prof. Dr. Harun Terzi Özel Sayısı, 59-72.

Lee, J. ve Strazicich, M. C. (2004) Minimum LM Unit Root Test with One Structural Break, Appalachian State University Working Papers, Cilt 4, Sayı 17, ss. 1-15.

Lee, J. ve Strazicich, M. C. (2003) Minimum Lagrange multiplier unit root test with two structural breaks, Review of economics and statistics, Cilt 85, Sayı 4, ss. 1082-1089.

Onur, O. (2020). Borsa Endeks Getirisinin Yatırım Fonları Portföyündeki Pay Senedi Oranına Etkisi: Nedensellik Analizi. Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi, 3(1), 24-35.

Öner, H. (2018) Altın, Petrol, Döviz Kuru, Faiz Ve Korku Endeksi Arasındaki İlişki Üzerine Bir

- Çalışma, Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD), Cilt 10, Sayı 19, ss. 396-404.
- Sadeghzadeh, K. (2018) Borsanın Psikolojik Faktörlere Duyarlılığı: Oynaklık Endeksi (VIX) Ve Tüketici Güven Endeksi (TGE) İle BİST 100 Endeksi Arasındaki İlişkiler, Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 19, Sayı 2, ss. 238-253.
- Sarıtaş, H. ve Nazlıoğlu, E., H. (2019) Korku Endeksi, Hisse Senedi Piyasası ve Döviz Kuru İlişkisi: Türkiye İçin Ampirik Bir Analiz, Ömer Halis demir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 12, Sayı 4, ss. 542-551.
- Sen, A. (2003) On Unit-Root Tests When The Alternative is a Trend Break Stationary Process, Journal of Business and Economics Statistics , Cilt 21, Sayı 1, ss. 174-184.
- Şahin, D. ve Durmuş, S. (2018) Türkiye’de Ekonomik Büyüme, İhracat Ve Hisse Senedi Fiyatları Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Analizi, Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi, Cilt 6, Sayı 15, ss. 808-825.
- Telçeken, N., Kıyılar M. ve Kadioğlu E. (2019) Volatilite Endeksleri: Gelişimi, Türleri, Uygulamaları ve TRVIX Önerisi, Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi, Cilt 4, Sayı 2, ss. 204-228.
- Tıraşoğlu, B. (2014) Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri İle Oecd Ülkelerinde Satın Alma Gücü Paritesi Geçerliliğinin Testi, Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi, Sayı 20, ss. 68-87.
- Toda, H. Y. ve Yamamoto, T. (1995) Statistical inference in vector auto regressions with possibly integrated processes, Journal of Econometrics, Cilt 66, Sayı 1, ss. 225-250.
- Yavuz N., Ç. (2006) Türkiye’de Turizm Gelirlerinin Ekonomik Büyümeye Etkisinin Testi: Yapısal Kırılma ve Nedensellik Analizi, Doğu Üniversitesi Dergisi, Cilt 7, Sayı 2, ss. 162-171.