

COVID-19 PANDEMİSİ İLE ÇEŞİTLİ FİNANSAL GÖSTERGELER ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ*

The Causal Relationship between the Covid-19 Pandemic and Various Financial Indicators: The Case of Turkey

Arzu ÖZMERDİVANLI**

Öz

Anahtar Kelimeler:
Covid-19 Pandemisi,
Finansal Göstergeler,
Eş Bütünleşme,
Nedensellik.

JEL Kodları:
C32, G23, G41

Keywords:
Covid-19 Pandemic,
Financial Indicators,
Cointegration,
Causality.

JEL Codes:
C32, G23, G41

Aralık 2019 tarihinde Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan ve bütün dünyayı etkisi altına alan Covid-19, 11 Mart 2020 tarihinde Dünya Sağlık Örgütü tarafından pandemi olarak ilan edilmiştir. Covid-19 pandemisi yayılmaya başladığı ülkelerde hem ekonomik hem de finansal sistemi olumsuz yönde etkilemiştir. Bu çalışmada Covid-19 pandemisi ile çeşitli finansal piyasaları temsil eden altın, BIST 100 Endeksi, Bitcoin, Dolar, Euro, faiz, petrol ve VIX Endeksi gibi göstergeler arasındaki ilişkinin Türkiye açısından incelenmesi amaçlanmaktadır. Türkiye'de ilk Covid-19 vakasının görüldüğü 11 Mart 2020 ile 31 Temmuz 2021 arasındaki döneme ait günlük veriler ve Johansen eş bütünleşme ve VECM'e dayalı nedensellik testleri kullanılarak analiz yapılmıştır. Eş bütünleşme analiz sonuçları, değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini göstermektedir. Uzun dönemli nedensellik analizi sonucunda; Altın, Bitcoin, faiz ve petrol değişkenlerinin bağımlı değişken olduğu modellerde uzun dönemli nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bununla birlikte kısa dönemli nedensellik analizi sonucunda Euro ve faizden BIST'e; Dolar ve Euro'dan Bitcoin'e; altın, Dolar ve Euro'dan faize; Dolar, Euro, faiz ve vakadan petrole; altın, Bitcoin, Dolar ve Euro'dan vakaya; faizden VIX'e doğru tek yönlü nedensellik olduğu yönünde bulgular elde edilmiştir. Ayrıca nedensellik analizi, BIST ve Dolar arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu da göstermektedir.

Abstract

Covid-19, which emerged in Wuhan, China in December 2019 and affected the whole world, was declared a pandemic by the World Health Organization on March 11, 2020. The Covid-19 pandemic has adversely affected both the economic and financial systems in the countries where it started to spread. In this study, it is aimed to examine the relationship between the Covid-19 pandemic and indicators such as gold, ISE 100 Index, Bitcoin, Dollar, Euro, interest, oil and VIX Index, which represent various financial markets, in terms of Turkey. Analysis was conducted using daily data for the period between March 11, 2020, when the first Covid-19 case was seen in Turkey, and July 31, 2021, and Johansen co-integration and causality tests based on VECM. The cointegration analysis results show that the variables move together in the long run. As a result of the long-term causality analysis, a long-term causality relationship has been determined in the models in which Gold, Bitcoin, interest and oil variables are dependent variables. However, as a result of short-term causality analysis, it has been found that there is unidirectional causality from Euro and interest to ISE; from Dollar and Euro to Bitcoin; from gold, Dollar and Euro to interest; from dollar, euro, interest and case to oil; from gold, Bitcoin, Dollar and Euro to case; from interest to VIX. In addition, causality analysis also shows that there is a bidirectional causality relationship between ISE and Dollar.

* 5. Ekonomi Araştırmaları ve Finansal Piyasalar Kongresi'nde (IERFM) sunulan bildirinin gözden geçirilmiş ve düzenlenmiş halidir.

** Dr. Öğr. Üyesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, arzuoz@kmu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2120-3312

1. Giriş

Bir hastalığın farklı ülkelerde, farklı kıtalarda, hatta tüm dünyada çok geniş bir alanda yayılması pandemi olarak ifade edilmektedir (COVID-19 sözlüğü, 2020). Dünya Sağlık Örgütü'ne göre bir hastalığın pandemi olarak nitelendirilebilmesi için nüfusun daha önce geçirmediği bir hastalığa maruz kalması, hastalığa neden olan etkenin bulaşıcı olması ve tehlikeli bir hastalık haline gelmesi ve hastalık etkeninin insanlar arasında kolayca, hızlı ve sürekli olarak yayılması gerekmektedir (Pandemi, 2021). İnsanlık tarihi boyunca Atina vebası (MÖ 430), Antoninus vebası (165-180), Justinianus veba salgını (541-750), Japon çiçek hastalığı (735-737), Kara ölüm (1347-131), yeni dünya çiçek hastalığı (1520-2016), Kolera (1817-1923), Veba (1885), Sarıhumma (1800'lerin sonu), Rus gribi (1889-1890), İspanyol gribi (1918-1919), Asya gribi (1957-1958), Hong Kong gribi (1968-1970), HIV/AIDS (1981'den bu yana), SARS (2002-2003), domuz gribi (2009-2010), MERS (2015'den bu yana), Ebola (2014-2016), Covid-19 (2019'dan bu yana) gibi çok sayıda pandemi yaşanmış olup bir kısmı hala devam etmektedir (Gögebakan, 2020).

Koronavirüs, ilk kez Aralık 2019'da Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıktıktan sonra başlangıçta hastalardan 7 tanesinin durumunun ağırlaşmasına ve bir hastanın yaşamını kaybetmesine neden olmuştur. Salgın ortaya çıktıktan yaklaşık 9 gün içerisinde hekimler ve bilim adamları, bulaşıcı nitelikte olan ve solunum yollarını etkileyerek insanı öldüren SARS-CoV; MERS-CoV, influenza kuş (H5N1 Avian Influenza) gribi gibi hastalıklardan farklı bir hastalığın ortaya çıktığını, bu hastalığın yeni koronavirüs, Covid-19 şeklinde tanımlandığını duyurmuşlardır (Üstün ve Özçiftçi, 2020, s. 143).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), 30 Ocak 2020 tarihinde Covid-19 salgınını uluslararası öneme sahip bir halk sağlığı acil durumu olarak (World Health Organization [WHO], 2020a) ve 11 Mart 2020 tarihinde ise pandemi olarak ilan etmiştir (WHO, 2020b). Ortaya çıktığı tarihten itibaren Antartika dışındaki bütün ülkeler arasında hızlı bir şekilde yayılan Covid-19 vaka sayısı 31 Temmuz 2021 itibarıyla dünyada 197.872.222, ölüm sayısı ise 4.217.383 olarak gerçekleşmiştir. Aynı tarih itibarıyla Türkiye'de Covid-19 vaka sayısı 5.727.045, ölüm sayısı ise 51.332 olmuştur (Johns Hopkins Coronavirus Resource Center, 2021).

Koronavirüs salgınının bütün dünyada hızla yayılmaya başlaması nedeniyle ülkeler; yurt içi ve yurt dışı her türlü seyahat yasağının başlaması, uluslararası boyutta turistik faaliyetlerin ve spor müsabakalarının iptal edilmesi, her düzeyde eğitim ve öğretimin uzaktan yapılması, sokağa çıkış yasaklarının uygulanması, ülke içinde karantina uygulanması gibi çeşitli önlemler almışlardır. Bu önlemlerin uygulanması dış ticaret faaliyetlerinin ve üretimin aksamasına, istihdamın azalmasına hem ülkelerin hem de bireylerin gelir kaybı yaşamaları nedeniyle ekonomide olumsuz durumların ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Covid-19 pandemisi ülke ekonomilerini olumsuz yönde etkilediği gibi, finansal piyasalar açısından da birtakım olumsuzlukların yaşanmasına neden olmuştur. Finansal piyasalarda kullanılan göstergeler ve yatırım araçları insan davranışları ile şekillendiği için belirsizlik ortamında genellikle dalgalanma göstermektedirler. Hisse senedi piyasası, kripto para piyasası, döviz piyasası, emtia piyasası gibi piyasalar salgın, kriz, savaş, doğal afet gibi durumlarda insan davranışlarına paralel olarak söz konusu faktörlerden etkilenebilmektedirler.

Bu çalışmada altın, BIST 100 Endeksi, Bitcoin, Dolar kuru, Euro kuru, 2 yıllık Türkiye devlet tahvil faizi, petrol, VIX Korku Endeksi gibi finansal göstergelerle Covid-19 vaka sayısı

arasındaki ilişkinin Türkiye açısından araştırılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda Türkiye’de ilk Covid-19 vakasının gerçekleştiği 11 Mart 2020 ile 31 Temmuz 2021 tarihleri arasındaki günlük veriler ile Johansen-Juselus eş bütünleşme testi ve VECM’e dayalı nedensellik testleri kullanılarak araştırma yapılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde konu ile ilgili literatür incelenmiş, nc blmde çalışmaya dair veri ve yöntem özelliklerinden bahsedilmiş, dördüncü blmde analiz sonuçları ve bulgular üzerinde durulmuş, ardından sonuç ve değerlendirme ile çalışma tamamlanmıştır.

2. Literatür

Tarih boyunca ortaya çıkan SARS, MERS, Ebola, AIDS gibi çeşitli hastalıkların ve salgınların ülkelerin finansal piyasaları üzerinde yarattığı etkiler birçok çalışmanın (Chen, Jang ve Kim, 2007; Giudice ve Paltrinieri, 2017; Ichev ve Marinc, 2018; Loh, 2006) konusunu oluşturmuştur. Söz konusu hastalık ve salgınlar gibi Covid-19 pandemisinin de finansal piyasalar üzerindeki etkileri ulusal ve uluslararası çok sayıda çalışmada ele alınmıştır.

Koronavirüs ile finansal piyasalar arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalardan bazılarında koronavirüsün hisse senedi piyasası üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda sunulmuştur.

Al-Awadhi, Alsaifi, Al-Awadhi ve Alhammadi (2020), Hang Seng Endeksi ve şanghay Menkul Kıymetler Borsası Bileşik Endeksi için, günlük veri ve panel veri analizi kullanarak yaptıkları çalışmada, vaka ve ölüm sayılarının hisse senedi piyasasını negatif etkilediği yönünde bulgular elde etmiştir. Zeren ve Hızarcı (2020) tarafından yapılan başka bir çalışma vaka ve ölüm sayıları ile Çin, Güney Kore, İtalya, Fransa, Almanya ve İşpanya borsaları arasındaki ilişkiyi eş bütünleşme analizi ile incelemiş ve ölüm sayıları ile borsaların uzun dönemde birlikte hareket ettiğini, vaka sayılarının ise Çin, Güney Kore ve İşpanya borsaları ile eş bütünleşik olduğunu belirtmiştir. Covid-19 pandemisinin hisse senedi piyasası üzerindeki etkilerini araştıran diğer bir çalışmada Lee, Jais ve Chan (2020), Malezya’da yüksek vaka sayısının Kuala Lumpur Bileşik Endeksinin ve Gayri Menkul Yatırım Fonu Endeksi dışındaki diğer sektörel endekslerin performansını olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur. İşler ve Güven (2021) tarafından Türkiye’de yapılan çalışmada ise Covid-19 pandemisinin BIST 100 Endeksi zerindeki etkisi incelenmiş ve çalışma sonucunda günlük hasta sayısının ve Dolar kurunun BIST 100 endeksini negatif, altının ve gecelik repo faizinin ise pozitif etkilediği yönünde bulgular elde edilmiştir.

Literatürde yapılan çoğu çalışmada ise koronavirüsün hisse senedi piyasası ile birlikte diğer finansal piyasaları temsil eden altın, petrol, Dolar kuru, Euro kuru, Bitcoin, VIX Endeksi gibi finansal göstergeleri nasıl etkilediği incelenmiştir. Bu bağlamda ulusal ve uluslararası piyasalarda yapılan çalışmalardan bazılarına yer verilmiştir.

Liu, Wang ve Lee (2020) Amerikan piyasasında Covid-19 pandemisinin hisse senedi ve petrol getirileri üzerindeki etkisini TVP – VAR modeli ile araştırmış ve çalışma sonucunda koronavirüsün getiriler üzerinde pozitif etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Albulescu (2020) tarafından Amerika için ARDL modeli kullanılarak yapılan araştırmada Covid-19 ile petrol fiyatları arasındaki ilişki incelenmiş, finansal oynaklık ve ekonomik politika belirsizliği kontrol altında tutulduğunda, günlük raporlanan vakaların petrol fiyatları üzerinde uzun vadede marjinal negatif etkiye sahip olduğu yönünde bulgular elde edilmiştir.

Petrol fiyatlarını etkilemede Covid-19 enfeksiyonlarının ve petrol fiyatı haberlerinin göreceli önemini değerlendiren Narayan (2020), yeni Covid-19 enfeksiyonlarının sayısının 84.479'u aştığında, Covid-19'un petrol fiyatları üzerinde daha büyük bir etkisi olduğunu ve petrol fiyatı oynaklığı bir eşik olarak kullanıldığında, daha yüksek oynaklık seviyelerinde hem Covid-19 vakalarının hem de olumsuz petrol fiyatı haberlerinin petrol fiyatlarını etkilediğini göstermiştir.

Covid-19'un finansal piyasalar üzerindeki etkisini eş bütünleşme ve nedensellik analizleri ile araştıran Çelik, Yılmaz, Emir ve Sak (2020), Covid-19'un uzun vadede hisse senedi piyasasını, petrol fiyatlarını ve korku endeksini; kısa vadede ise hisse senedi piyasasını, petrol fiyatlarını, korku endeksini ve Bitcoin fiyatlarını etkilediğini göstermişlerdir.

Musa, Maijama'a, Mohammed ve Yakubu (2020) tarafından yapılan çalışmada Covid-19 pandemisinin petrol fiyatları ve gıda fiyat endeksi üzerindeki etkisi ARDL modeli ile incelenmiş ve Covid-19 pandemisinin uzun vadede petrol fiyatı üzerinde olumsuz, gıda fiyat endeksi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu, kısa vadede Covid-19 ile petrol fiyatı ve gıda fiyat endeksi arasındaki önemli ölçüde negatif bir ilişki olduğu ortaya konmuştur.

Covid-19 vakaları ile BIST 100 Endeksi, Dolar kuru, Euro kuru, gram altın fiyatları ve 2 yıllık tahvil faizleri arasındaki ilişkiyi Türkiye için eş bütünleşme ve nedensellik analizleri ile araştıran Ünvan (2020), değişkenlerin uzun vadede birlikte hareket ettiğini, vakalardan 2 yıllık tahvil faizlerine, Euro kuruna, Dolar kuruna ve altına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu tespit etmiştir.

Ünal, Aydın ve Eren (2020) tarafından yapılan çalışmada Covid-19 pandemisi ile Dolar kuru arasındaki ilişki Türkiye için, eş bütünleşme ve nedensellik analizleri ile araştırılmış, değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiği ve Dolar kuru ile vaka, iyileşen ve vefat sayısı arasında nedensellik ilişkisi olduğu yönünde bulgular elde edilmiştir.

Koronavirüs ile altın ons fiyatları ve Dolar endeksi arasındaki ilişkiyi inceleyen Şit ve Telek (2020), eş bütünleşme analizi sonucunda değişkenler arasında uzun dönemde ilişki olduğunu, nedensellik analizi sonucunda ise vaka ve vefat sayısında meydana gelen pozitif şokların altın ons fiyatı ve dolar endeksi üzerinde şoklara neden olduğunu ortaya koymuşlardır.

Sarı ve Kartal (2020) tarafından yapılan çalışmada ARDL Sınır Testi kullanılarak Covid-19 vaka sayılarının; petrol fiyatları, altın fiyatları ve VIX Endeksi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar; vaka sayıları ile altın fiyatları ve VIX Endeksi arasında aynı yönlü ilişki olduğunu, petrol fiyatları ve vaka sayıları arasında herhangi bir eş bütünleşme ilişkisi olmadığını göstermektedir.

Gülhan (2020) tarafından yapılan çalışmada Covid-19 pandemisinin altın fiyatları üzerindeki etkisi ARDL modeli ile incelenmiştir. Çalışma sonuçları, kısa dönemde Covid-19 Dünya vaka sayısı, akaryakıt fiyatları, Covid-19 Türkiye vaka sayısı gecikme değerleri, altın fiyatı gecikme değerleri arasında pozitif; altın fiyatları ile Dolar kuru ve politika faizi arasında negatif bir ilişkinin; uzun dönemde ise Covid-19 Türkiye vaka sayısı değişkeni hariç bütün değişkenlerle altın fiyatları arasında eş bütünleşme ilişkisinin olduğunu göstermektedir.

Atri, Kouki ve Gallali (2021), Covid-19 pandemisi ile ilgili haberler, panik ve medyanın; altın ve petrol fiyatları üzerindeki etkisini ARDL modeli ile araştırmış, Covid-19 ölümlerinin ve paniğinin ham petrol fiyatı üzerinde olumsuz etkileri olduğunu, Covid-19 yeni

enfeksiyonlarının, ölümlerinin ve medyada yer almasının altın fiyatı üzerinde olumlu etkileri olduğunu tespit etmiştir.

Ayhan ve Abdullazade (2021) tarafından yapılan çalışmada, Covid-19 vakaları, petrol ve altının döviz kuru üzerindeki etkisi ARDL modeli ile araştırılmış ve değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisi olduğu, uzun dönemde petrol fiyatlarının döviz kurunu negatif bir şekilde etkilediği yönünde bulgular elde edilmiştir.

Bölgesel Covid-19 vakaları, BIST Şehir endeksleri, Euro ve altın fiyatları arasındaki ilişkiyi ARDL testi ile inceleyen Özkan ve Ünlü (2021), BIST İzmir ve BIST İstanbul şehir endeksleri ile Euro kuru, bölgesel Covid-19 vakaları ve altın fiyatları arasında uzun dönemli ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.

3. Veri ve Yöntem

3.1. Veri

Çalışmada Covid-19 pandemisi sürecinde gerçekleşen vaka sayısı ile altın, petrol, Bitcoin, Dolar kuru, Euro kuru, BIST100 Endeksi, faiz ve VIX korku endeksi gibi çeşitli finansal göstergeler arasındaki ilişkinin Türkiye açısından incelenmesi amaçlanmaktadır. Türkiye’de ilk vaka 11 Mart 2020 tarihinde ortaya çıktığı için, analiz kapsamına 11 Mart 2020 – 31 Temmuz 2021 dönemini kapsayan günlük veriler dahil edilmiştir. Değişkenlerin doğal logaritmaları alınarak yapılan analizde Eviews paket programı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin açıklamalar Tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Değişkenler

Değişkenin Kısaltması	Değişkenin Açıklaması	Kaynak
ALTIN	Altının Ons Cinsinden Günlük Kapanış Fiyatı	
BIST	BIST 100 Endeksi Günlük Kapanış Fiyatı	
BTC	Bitcoin Günlük Kapanış Fiyatı	
DOLAR	Dolar Kuru Günlük Kapanış Verisi	
EURO	Euro Kuru Günlük Kapanış Verisi	Investing.com
FAİZ	Türkiye 2 Yıllık Devlet Tahvil Faizi Günlük Kapanış Verisi	
PETROL	Brent Petrol Günlük Kapanış Fiyatı	
VIX	Volatilite Endeksi (Korku Endeksi) Günlük Kapanış Fiyatı	
VAKA	Türkiye’de Gerçekleşen Covid-19 Günlük Vaka Sayısı	John Hopkins Database

3.2. Yöntem

Çalışma kapsamında Türkiye Covid-19 vaka sayısı ile altın, petrol, Bitcoin, Dolar kuru, Euro kuru, BIST100 Endeksi, faiz oranı ve VIX korku endeksi arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesi söz konusu olduğundan öncelikle Augment Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi ile değişkenlerin durağan olup olmadıkları araştırılmıştır. Daha sonra değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket edip etmediği Johansen eş bütünleşme testi ile belirlenmiş ve son olarak Vektör Hata Düzeltme Modeli’ne (Vector Error Correction Model – VECM) dayalı kısa ve uzun dönem nedensellik testleri uygulanmıştır. Bu çalışmada etik kurul izni, yasal izin ve özel izin alınmasına gerek olmayıp araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

3.2.1. Birim Kök Testi

Zaman serileri ile yapılan analizlerde kullanılan serilerin karakteri oldukça önemli olup, özellikle serinin durağanlık yapısı yöntemin belirlenmesinde en önemli kriterlerden biridir. Bu bağlamda çalışmada değişkenlerin durağan olup olmadıkları yaygın olarak kullanılan ADF birim kök testi ile araştırılmıştır.

ADF birim kök testi, Dickey ve Fuller (1979) tarafından geliştirilmiş olup Dickey-Fuller birim kök testine ait denklemlere, bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin dahil edilmesi ile bu denklemlerin genişletilmiş halini ifade etmektedir. ADF Monte-Carlo simülasyonlarına dayanarak oluşturulan tau istatistiğini kullanmaktadır. ADF birim kök testi aşağıdaki denklem ile ifade edilebilir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010, s. 313-323):

$$\Delta Y_t = \mu + \beta t + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Burada; μ sabit terimi, β trendi, t zaman boyutunu, Y_t bağımlı değişkeni, Δ fark operatörünü ve ε_t hata terimini göstermektedir. ADF birim kök testine ait hipotezler aşağıdaki gibidir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010, s. 318):

H0: $\delta \geq 0$ seri birim kök içermektedir, durağan değildir.

H1: $\delta < 0$ seri birim kök içermemektedir, durağandır.

ADF birim kök testi sonucunda elde edilen test istatistiği kritik değerden küçükse sıfır hipotezi reddedilmekte ve serinin durağan olduğu, aksi halde serinin durağan olmadığı ifade edilmektedir. Düzey değerinde durağan olmayan seri, birinci farkı alınarak tekrar birim kök testine tabi tutulmaktadır.

3.2.2. Johansen Eş Bütünleşme Testi

Eş bütünleşme değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket etmesini ifade etmektedir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin araştırılmasında kullanılan yöntemlerden biri de Johansen (1988) ve Johansen-Juselus (1990) tarafından geliştirilen eş bütünleşme testidir. Johansen eşbütünleşme testinde bütün değişkenler bağımlı ve kendi gecikmeli değerleri ile diğer değişkenlerin gecikmeli değerlerinin bir fonksiyonu olarak ele alınmakta ve bu test Vektör Otoresif (Vector Autoregression – VAR) modeline dayanmaktadır (Çil Yavuz, 2014, s. 404).

k sayıda değişken ve p gecikmeli bir VAR modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Tari, 2010, s. 452-453).

$$y_t = c + A_1 y_{t-1} + A_2 y_{t-2} + \dots + A_p y_{t-p} + u_t \quad (2)$$

Johansen testinin kullanılabilmesi için VAR modelinin VECM'e dönüştürülmesi gerekmektedir. VECM aşağıdaki gibi gösterilebilir (Brooks, 2019, s. 474):

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-k} + \Gamma_1 \Delta y_{t-1} + \Gamma_2 \Delta y_{t-2} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta y_{t-(k-1)} + u_t \quad (3)$$

Π katsayılar matrisini göstermektedir. Johansen testi Π matrisinin incelenmesine odaklanmaktadır. Değişkenler arasındaki eşbütünleşme testi, özdeğerleri aracılığıyla Π matrisinin rankına bakılarak hesaplanmaktadır. Bir matrisin rankı, sıfırdan farklı karakteristik

köklerinin (özdeğerlerinin) sayısına eşittir. λ_i ile gösterilen özdeğerler $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_g$ sırasına göre dizilmektedir. λ 'lar kök ise, bu bağlamda mutlak değerde birden küçük ve pozitif olmalıdır ve λ_1 en büyük (yani bire en yakın), λ_g ise en küçük (yani sıfıra en yakın) olacaktır. Değişkenler eşbütünleşik değilse, rankı sıfırdan önemli ölçüde farklı olmayacaktır. Test istatistikleri aslında λ_i yerine $\ln(1 - \lambda_i)$ içermekte, ancak yine de $\lambda_i = 0$ olduğunda, $\ln(1 - \lambda_i) = 0$ olacaktır. Johansen analizinde iki test kullanılmakta olup bu testler aşağıdaki gibi formüle edilmektedir (Brooks, 2019, s. 474-475):

$$\lambda_{trace}(r) = -T \sum_{i=r+1}^g \ln(1 - \lambda_r) \quad (4)$$

$$\lambda_{max}(r | r + 1) = -T \ln(1 - \lambda_{r+1}) \quad (5)$$

λ 'ler Π matrisinden elde edilen öz değerleri, r ise sıfır hipotezi altında belirlenmiş eş bütünleşme vektör sayısını göstermektedir. λ_{trace} test istatistiğinde sıfır hipotezi eş bütünleşme vektör sayısının r 'ye eşit veya daha az olduğunu, λ_{max} test istatistiği ise r 'ye eşit olduğunu ifade etmekte ve sıfır hipotezleri, λ_{trace} testinde r 'den daha fazla, λ_{max} testinde ise $r+1$ sayıda eş bütünleşme olduğunu ifade eden alternatif hipoteze karşı test edilmektedir (Tarı, 2010, s. 428-429).

Test istatistiklerinin dağılımı standart dağılıma uygun olmadığı için λ_{trace} ve λ_{max} kritik değerleri Monte Carlo yaklaşımından elde edilmiştir. Test istatistikleri bu kritik değerler ile karşılaştırılmakta ve kritik değerden büyükse, eş bütünleşme vektör sayısının, λ_{trace} için r 'den fazla sayıda, λ_{max} için ise $r+1$ sayıda olduğunu ifade eden alternatif hipotez kabul edilmektedir (Çil Yavuz, 2014, s. 409).

3.2.3. VECM'e Dayalı Nedensellik Testleri

Engle ve Granger (1987, s. 259) eş bütünleşik bir sistemde en az bir yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu ifade etmektedir. Eş bütünleşme, Granger nedenselliğinin varlığını gösterse de değişkenler arasındaki nedenselliğinin yönünü göstermemektedir. Granger nedenselliğinin bu yönü, uzun dönemli eş bütünleşme vektörlerinden türetilen VECM aracılığıyla tespit edilebilmektedir (Masih ve Masih, 1996, s. 412).

VECM, durağan olmayan zaman serileri ile çalışmak üzere oluşturulmuş eş bütünleşik spesifikasyon üzerinde kısıtlamaları olan sınırlı bir yapısal VAR modelidir (Carvalho ve Carvalho, 2014, s. 27). VECM, bağımlı değişkenlerdeki değişimin, diğer açıklayıcı değişkenlerdeki değişikliklerin yanı sıra, hata düzeltme terimi tarafından yakalanan eşbütünleşme ilişkisindeki dengesizlik seviyesinin bir fonksiyonu olduğunu göstermektedir. Hata düzeltme mekanizması ile bir periyottaki dengesizliğin bir kısmı sonraki periyotta düzeltilmektedir. Bu nedenle, hata düzeltme prosedürü, bir dizi kısmi kısa vadeli ayarlama yoluyla kısa ve uzun vadeli davranışları uzlaştırmanın bir yolu olarak ifade edilebilmektedir (Sahu, Bandopathyay ve Mondal, 2013, s. 204).

VECM, değişkenler eşbütünleşik olduğunda uzun ve kısa vadeli nedenselliği tespit etmek için kullanışlı bir yöntemdir. VECM, kısa ve uzun vadeli nedensellik arasında ayırım yapabilmektedir, çünkü zaman serileri arasındaki hem kısa vadeli dinamikleri hem de uzun vadeli denge ilişkilerini yakalayabilmektedir. Hata düzeltme terimleri, değişkenler arasındaki

uzun dönemli ilişkileri yakalamakta ve nedensellik, uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinden türetildiği için, uzun dönemli bilgileri içeren hata düzeltme terimi t testinin anlamlılığı ile test edilmektedir. Öte yandan, kısa dönem nedensellik, F-istatistikleri veya ki kare test istatistikleri kullanılarak, farkı alınmış açıklayıcı değişkenlerin katsayılarının ortak anlamlılığı ile test edilmektedir (Sahu vd., 2013, s. 204).

Y ve E olarak tanımlanan iki değişkenin durağan ve eş bütünleşik olması ile birlikte nedensellik testleri VECM’e dayalı olarak yapılabilen olup VECM aşağıdaki gibi formüle edilebilmektedir (Yapraklı, 2007, s. 75):

$$\Delta Y_t = a_1 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta E_{t-i} + \sum_{i=1}^n \gamma_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^r \delta_{1i} ECM_{r,t-1} + u_t \quad (6)$$

$$\Delta E_t = a_2 + \sum_{i=1}^m \beta_{2i} \Delta E_{t-i} + \sum_{i=1}^n \gamma_{2i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^r \delta_{2i} ECM_{r,t-1} + u_t \quad (7)$$

Yukarıda gösterilen formülasyonda $ECM_{r,t-1}$ olarak ifade edilen gecikmeli hata terimleri, hız ayarlama parametrelerini (hata düzeltme faktörünü) göstermektedir. ECM, Y değişkeni için ΔE ’nin gecikmeli değerleri veya gecikmeli hata terimleri aracılığıyla nedenselliğin iki kaynağı olduğunu belirtmektedir. Söz konusu kaynaklardan biri ya da daha fazlası Y değişkenini etkiliyorsa, diğer bir deyişle parametreler istatistiksel olarak sıfırdan farklı ise, “Y veri iken, E, Y’nin Granger nedeni değildir” şeklinde ifade edilen sıfır hipotezi reddedilmektedir (Charemza ve Deadman, 1993, s. 51-55 aktaran: Yapraklı, 2007, s. 76).

4. Bulgular

Türkiye Covid-19 vaka sayısı ile altın, petrol, Bitcoin, Dolar kuru, Euro kuru, BIST100 Endeksi, faiz oranı ve VIX korku endeksi arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesi amacıyla yapılan çalışmada uygulanan testler ve bu testlere ilişkin sonuçlar bu bölümde sunulmaktadır.

Tablo 2. Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Ortalama	Standart Sapma.	Çarpıklık	Basıklık	Jarque-Bera	Prob.
ALTIN	7,499767	0,060016	-0,685128	3,634807	26,60677	0,000002
BIST	7,113716	0,167038	-0,285509	1,994594	15,59719	0,000410
BTC	9,815131	0,745294	0,227020	1,573650	26,14064	0,000002
DOLAR	2,015125	0,082938	0,046410	2,079120	9,994078	0,006758
EURO	2,171244	0,112592	-0,368703	2,079710	16,22485	0,000300
FAIZ	2,593791	0,223693	-0,400347	2,314819	12,95682	0,001536
PETROL	3,851151	0,318278	-0,443146	2,698182	10,22708	0,006015
VAKA	13,08019	2,422278	-2,378995	11,75506	1158,377	0,000000
VIX	3,253969	0,337353	1,096521	4,317439	76,35925	0,000000

Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde; altın değişkeninin 7,50, BIST 100 Endeksi’nin 7,11, Bitcoin’in 9,82, Dolar’ın 2,02, Euro’nun 2,17, faizin 2,59, petrolün 3,85, vakanın 13,08 ve VIX endeksinin 3,25 ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. Bitcoin, Dolar ve VIX değişkenlerine ait çarpıklık değeri sıfırdan büyük olduğu için bu değişkenlerin sağa, bu

değişkenler dışında kalan diğer değişkenlerin çarpıklık değeri ise sıfırdan küçük olduğundan sola çarpık olduğu söylenebilir. Altın, Vaka ve VIX değişkenlerine ait basıklık değeri 3'ten büyük olup bu değişkenlerin normal dağılıma göre daha dik olduğu, bu değişkenler dışındaki diğer değişkenlerin basıklık değeri ise 3'ten küçük olduğu için normal dağılıma göre daha basık olduğu ifade edilebilir. Bütün değişkenlere ait Jarque Bera test istatistiği normal dağılımın olduğunu ifade eden sıfır hipotezinin reddedildiğini yani serilerin normal dağılım göstermediğini ifade etmektedir.

Tablo 3. Değişkenlere Ait ADF Birim Kök Testleri

Değişken	Düzy				Birinci Fark			
	Sabitli		Sabitli ve trendli		Sabitli		Sabitli ve trendli	
	t-ist.	Prob.	t-ist.	Prob.	t-ist.	Prob.	t-ist.	Prob.
ALTIN	-2,22	0,20	-2,09	0,55	-15,70***	0,00	-15,73***	0,00
BIST	-1,11	0,71	-1,66	0,77	-17,88***	0,00	-17,89***	0,00
BTC	-0,68	0,85	-1,86	0,67	-20,76***	0,00	-20,76***	0,00
DOLAR	-1,86	0,35	-2,33	0,41	-16,61***	0,00	-16,59***	0,00
EURO	-1,64	0,46	-1,99	0,60	-18,34***	0,00	-18,35***	0,00
FAIZ	-0,8	0,82	-2,54	0,31	-10,52***	0,00	-10,52***	0,00
PETROL	-0,93	0,78	-3,48**	0,04	-14,86***	0,00	-14,84***	0,00
VAKA	-1,17	0,69	-4,34***	0,00	-10,26***	0,00	-9,55***	0,00
VIX	-2,55	0,11	-3,95***	0,01	-21,90***	0,00	-21,92***	0,00

Not: *** ve ** sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Değişkenlere ait ADF birim kök test sonuçları incelendiğinde petrol, vaka ve VIX değişkenlerinin düzeyde sabitli modelde birim kök içerdiği ve sabitli ve trendli modelde petrol değişkeninin %5, vaka ve VIX değişkeninin ise %1 anlamlılık seviyesinde birim köke sahip olmadığı söylenebilir. Altın, BIST, Bitcoin, Dolar, Euro ve faiz değişkenleri ise düzeyde birim kök içermekte olup bütün değişkenler birinci farkında %1 anlamlılık seviyesinde birim kök içermemekte ve durağanlaşmaktadır.

Bütün serilerin I(1) olması, eş bütünleşme testi için gerekli olan önkoşulun sağlandığını göstermektedir. Eş bütünleşme testi yapılmadan önce VAR modeli kurulacağı için bu modele ilişkin uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir.

Tablo 4. Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	2354,185	NA	2,62e-19	-17,24401	-17,12470	-17,19611
1	5797,451	6633,350	4,81e-30*	-41,96655*	-40,77345*	-41,48756*
2	5869,254	133,5754	5,15e-30	-41,89893	-39,63205	-40,98885
3	5924,731	99,53125	6,25e-30	-41,71126	-38,37059	-40,37009
4	5979,646	94,89075	7,63e-30	-41,51946	-37,10500	-39,74721
5	6049,123	115,4535	8,43e-30	-41,43473	-35,94648	-39,23139
6	6132,775	133,4738	8,44e-30	-41,45422	-34,89219	-38,81980
7	6192,847	91,87605	1,01e-29	-41,30035	-33,66453	-38,23483
8	6269,553	112,2390*	1,09e-29	-41,26877	-32,55917	-37,77217

Not: *AIC, SIC, HQ, FPE, LR kriterlerine göre en uygun gecikme sayısını göstermektedir.

Gecikme uzunluğunun belirlenmesine ilişkin veriler incelendiğinde FPE, AIC, SC ve HQ kriterlerine göre birinci gecikmenin, LR kriterine göre ise sekizinci gecikmenin uygun olduğu görülmektedir. Ancak birinci ve sekizinci gecikmede modelin sağlamlığı için gerekli olan

parametreler uygun olmadığı için gecikme sayısı değiştirilerek* parametrelerin uygun olduğu on birinci gecikme dikkate alınarak VAR(11) modeli kurulmuştur.

Tablo 5. VAR (11) Modeli'nin Varsayımlarına İlişkin Test Sonuçları

Gecikme	Otokorelasyon		Değişen Varyans		Modülüs
	LM ist.	Prob.	Kikare ist.	Prob.	
1	134,2588	0,0002	1401,052	0,0000	0,992392
8	82,24975	0,4404	6898,705	0,0002	0,990218
11	88,58225	0,2643	9070,311	0,1153	0,994535

Tablo 5 incelendiğinde birinci gecikmede modelde otokorelasyon ve değişen varyans olduğu görülmektedir. Sekizinci gecikmede otokorelasyon problemi ortadan kalkmış ancak değişen varyans devam etmektedir. On birinci gecikmede ise seri korelasyon ve değişen varyans sorunu çözülmüş ve model daha istikrarlı bir hal almıştır. Son sütunda yer alan modülüs değerleri ise birinci, sekizinci ve on birinci gecikmede ters köklerin çember içinde yer aldığını göstermektedir.

VAR (11) modeli kurulduktan sonra Johansen eş bütünleşme testi yapılmıştır. Eş bütünleşme testinde elde edilen sonuçlardan uygun modelin seçimi için Pantula ilkesinden yararlanılmıştır.

Tablo 6. Pantula İlkesine Göre İz (Trace) İstatistikleri

Rank	Model 2		Model 3		Model 4	
	İz test ist.	Prob.	İz test ist.	Prob.	İz test ist.	Prob.
None (r = 0)	330,6250 H0 red	0,0000	308,1245 H0 red	0,0000	335,0070 H0 red	0,000
At most 1 (r = 1)	234,3025 H0 red	0,0000	212,0016 H0 red	0,0000	238,4245 H0 red	0,0000
At most 2 (r = 2)	162,8256 H0 red	0,0004	142,2850 H0 red	0,0032	166,0823 H0 red	0,0049
At most 3 (r = 3)	103,0386 H0 kabul	0,0565	86,91317 H0 kabul	0,1737	110,4663 H0 kabul	0,1313

Pantula ilkesine göre en kısıtlı modelden başlayarak iz istatistikleri dikkate alınmakta, olasılık değerinin %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı olmadığı ve sıfır hipotezinin ilk kabul edildiği aşamada süreç durdurulmakta, bu noktadaki model uygun model olarak seçilmektedir. Tablo 6 incelendiğinde H0 hipotezinin (değişkenler arasında eş bütünleşme olmadığını ifade etmektedir) ilk kabul edildiği model 2. Model olduğu için uygun model olarak “Model 2” belirlenmiştir. Model 2'nin kullanıldığı eş bütünleşme analizi sonuçları Tablo 7'de yer almaktadır.

* Gujarati (2004, s. 849) gecikme sayısının çok fazla olmasının serbestlik derecesini tüketeceğini, az olmasının ise spesifikasyon hatalarına yol açabileceğini ifade ederek gecikme sayısının belirlenmesinde AIC, SC, HQ, FPE, LR gibi kriterlerin kullanılabilirliğini, bununla birlikte gecikme sayısının belirlenmesinde bazı deneme ve yanılmaların kaçınılmaz olabileceğini de ifade etmektedir. Gujarati (2004, s. 849) tarafından yapılan bu açıklamaya dayanılarak gecikme sayısında değişikliğe gidilmiştir.

Tablo 7. Johansen Eş Bütünleşme Test Sonuçları

H0	İz İst.	Prob.	Mak. Öz Değer İst.	Prob.
r = 0	330,6250	0,0000***	96,32244	0,0000***
r ≤ 1	234,3025	0,0000***	71,47692	0,0003***
r ≤ 2	162,8256	0,0004***	59,78696	0,0014***
r ≤ 3	103,0386	0,0565	34,25966	0,2328
r ≤ 4	68,77898	0,1788	22,85924	0,6090
r ≤ 5	45,91975	0,2175	20,20660	0,3965
r ≤ 6	25,71314	0,3582	10,85749	0,7628
r ≤ 7	14,85565	0,2347	9,804031	0,3525
r ≤ 8	5,051618	0,2778	5,051618	0,2778

Not: *** %1 anlamlılık seviyesinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Johansen eş bütünleşme sonuçları incelendiğinde hem iz hem de maksimum öz değer istatistiklerine göre; hiç eş bütünleşme vektörünün olmadığını ifade eden birinci hipotez, en fazla bir eş bütünleşme vektörünün olmadığını ifade eden ikinci hipotez ve en fazla iki eş bütünleşme vektörünün olmadığını ifade eden üçüncü hipotez %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmekte ve üç eş bütünleşme ilişkisinin olduğu ifade edilmektedir. Bu durum değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini ve değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğunu göstermektedir.

Tablo 8. VECM Uzun Dönem Nedensellik Test Sonuçları

Bağımlı Değişken	Hata Düzeltme Terimi Katsayısı	t değeri
ALTIN	-0,014076**	[-2,08646]
BIST	0,020453	[1,47592]
BTC	-0,054759***	[-4,05421]
DOLAR	-0,023239	[-0,67815]
EURO	-0,007999	[-0,15375]
FAİZ	-0,136840***	[-4,34215]
PETROL	-0,068431**	[-2,30930]
VAKA	0,008836	[1,95567]
VIX	0,021243	[0,66833]

Not: *** ve ** sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin bulunması, nedensellik ilişkisinin varlığını da gösterdiğinden, kısa ve uzun dönemli nedensellik ilişkisinin belirlenmesinde VECM modeli kullanılmıştır. VECM modelinden elde edilen hata düzeltme katsayısı, bağımsız değişkenlerden, bağımlı değişkene doğru uzun dönemli nedensellik ilişkisinin tespit edilmesinde kullanılmakta ve bu katsayı negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunda nedensellik ilişkisinin var olduğundan söz edilmektedir.

Tablo 8’de sunulan VECM uzun dönemli nedensellik test sonuçları incelendiğinde altının ve petrolün bağımlı değişken alındığı VECM’den elde edilen hata terimi katsayıları negatif olup %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı, Bitcoin ve faizin bağımlı değişken alındığı VECM’den elde edilen hata terimi katsayıları negatif olup %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durumda BIST, Bitcoin, Dolar, Euro, faiz, petrol, vaka ve VIX değişkenlerinden altına; altın, BIST, Dolar, Euro, faiz, petrol, vaka ve VIX değişkenlerinden Bitcoin’e; altın, BIST, Bitcoin, Dolar, Euro, petrol, vaka ve VIX değişkenlerinden faize; altın, BIST, Bitcoin, Dolar, Euro, faiz, vaka ve VIX değişkenlerinden petrole doğru uzun dönemli

nedensellik ilişkisi bulunduğu söylenebilir. BIST, Dolar, Euro, vaka ve VIX değişkenlerinin bağımlı değişken olduğu VECM’den elde edilen hata düzeltme katsayıları ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu durumda söz konusu modellerde hata düzeltme mekanizmasının çalışmadığı ve uzun dönemli nedensellik ilişkisinin olmadığı ifade edilebilir.

Tablo 9. VECM Granger Nedensellik Test Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	Chi-sq	df	Prob.
BIST → ALTIN	7,132927	11	0,7882
BTC → ALTIN	13,49419	11	0,2623
DOLAR → ALTIN	9,465971	11	0,5790
EURO → ALTIN	9,423621	11	0,5829
FAIZ → ALTIN	7,279796	11	0,7760
PETROL → ALTIN	1,784245	11	0,9991
VAKA → ALTIN	8,067389	11	0,7073
VIX → ALTIN	17,18249	11	0,1026
Toplam	75,25515	88	0,8316
ALTIN → BIST	15,99902	11	0,1412
BTC → BIST	12,24853	11	0,3453
DOLAR → BIST	23,50242	11	0,0150**
EURO → BIST	24,75016	11	0,0099***
FAIZ → BIST	23,24720	11	0,0163**
PETROL → BIST	9,148725	11	0,6082
VAKA → BIST	5,347397	11	0,9132
VIX → BIST	9,179293	11	0,6053
Toplam	114,8756	88	0,0288**
ALTIN → BTC	8,840071	11	0,6367
BIST → BTC	11,40897	11	0,4097
DOLAR → BTC	25,42037	11	0,0079***
EURO → BTC	21,28098	11	0,0306**
FAIZ → BTC	18,86018	11	0,0637
PETROL → BTC	12,88436	11	0,3010
VAKA → BTC	3,814857	11	0,9750
VIX → BTC	12,55112	11	0,3237
Toplam	78,46610	88	0,7567
ALTIN → DOLAR	4,771988	11	0,9417
BIST → DOLAR	17,45404	11	0,0951*
BTC → DOLAR	9,657865	11	0,5614
EURO → DOLAR	10,72081	11	0,4669
FAIZ → DOLAR	15,97138	11	0,1422
PETROL → DOLAR	5,584777	11	0,8996
VAKA → DOLAR	7,994843	11	0,7138
VIX → DOLAR	11,77271	11	0,3810
Toplam	93,06031	88	0,3356
ALTIN → EURO	2,162126	11	0,9978
BIST → EURO	11,27654	11	0,4204
BTC → EURO	9,705976	11	0,5570
DOLAR → EURO	9,198123	11	0,6036
FAIZ → EURO	16,64166	11	0,1189
PETROL → EURO	5,119809	11	0,9252
VAKA → EURO	8,214367	11	0,6940
VIX → EURO	11,43889	11	0,4073
Toplam	84,56992	88	0,5838

Tablo 9. Devamı

Nedenselliğın Yönü	Chi-sq	df	Prob.
ALTIN → FAİZ	18,062 41	11	0,0801*
BİST → FAİZ	16,02253	11	0,1403
BTC → FAİZ	9,543349	11	0,5719
DOLAR → FAİZ	18,34162	11	0,0740*
EURO → FAİZ	21,87033	11	0,0254**
PETROL → FAİZ	11,71997	11	0,3851
VAKA → FAİZ	17,47795	11	0,0945
VIX → FAİZ	3,962326	11	0,9710
Toplam	123,5650	88	0,0074***
ALTIN → PETROL	10,40888	11	0,4940
BİST → PETROL	6,441158	11	0,8424
BTC → PETROL	8,001872	11	0,7131
DOLAR → PETROL	18,77538	11	0,0652*
EURO → PETROL	20,10631	11	0,0439**
FAİZ → PETROL	29,59530	11	0,0018***
VAKA → PETROL	26,52864	11	0,0054***
VIX → PETROL	6,736562	11	0,8200
Toplam	129,7027	88	0,0026***
ALTIN → VAKA	41,61904	11	0,0000***
BİST → VAKA	13,63497	11	0,2539
BTC → VAKA	22,18402	11	0,0230**
DOLAR → VAKA	25,67000	11	0,0073***
EURO → VAKA	29,06815	11	0,0022***
FAİZ → VAKA	12,60162	11	0,3202
PETROL → VAKA	13,16928	11	0,2824
VIX → VAKA	3,318433	11	0,9858
Toplam	131,8899	88	0,0017***
ALTIN → VIX	10,84281	11	0,4565
BİST → VIX	10,87021	11	0,4542
BTC → VIX	14,17535	11	0,2234
DOLAR → VIX	8,217228	11	0,6937
EURO → VIX	8,434230	11	0,6740
FAİZ → VIX	19,33381	11	0,0554*
PETROL → VIX	4,957384	11	0,9332
VAKA → VIX	7,571583	11	0,7511
Toplam	91,29428	88	0,3838

Not: ***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyesinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

VECM modeli üzerinden Granger nedensellik analizi yapılarak değişkenler arasındaki kısa dönemli nedensellik ilişkisi araştırılabilmektedir. VECM'e dayalı Granger nedensellik test sonuçlarına göre; Dolar'ın ve faizin BIST 100 Endeksi üzerinde Granger nedenselliğe sahip olmadığını ifade eden sıfır hipotezi %5, Euro'nun BIST 100 Endeksi üzerinde Granger nedenselliğe sahip olmadığını ifade eden sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Ayrıca Dolar'ın Bitcoin üzerinde Granger nedenselliğe sahip olmadığını ifade eden sıfır hipotezi %1, Euro'nun Bitcoin üzerinde Granger nedenselliğe sahip olmadığını ifade eden sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Bununla birlikte Bitcoin'in Dolar üzerinde Granger nedenselliğe sahip olmadığını ifade eden sıfır hipotezi %10 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Dolar'ın ve altının faiz üzerinde Granger nedenselliğe sahip olmadığını ifade eden sıfır hipotezi %10, Euro'nun faiz üzerinde Granger nedenselliğe sahip olmadığını ifade eden sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Vaka sayısının ve faizin petrol üzerinde Granger nedenselliğe sahip olmadığını ifade eden sıfır hipotezi %1,

Euro'nun petrol üzerinde Granger nedenselliğe sahip olmadığını ifade eden sıfır hipotezi %5, Dolar'ın petrol üzerinde Granger nedenselliğe sahip olmadığını ifade eden sıfır hipotezi %10 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Altın, Dolar ve Euro'nun vaka sayısı üzerinde Granger nedenselliğe sahip olmadığını ifade eden sıfır hipotezi %1, Bitcoin'in vaka sayısı üzerinde Granger nedenselliğe sahip olmadığını ifade eden sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Faizin VIX Endeksi üzerinde Granger nedenselliğe sahip olmadığını ifade eden sıfır hipotezi %10 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir.

Tablo 10. VECM Granger Nedensellik Analizinde Nedenselliğin Yönü

Tek Yönlü Nedensellik		Çift Yönlü Nedensellik
EURO → BIST	DOLAR → PETROL	DOLAR → BTC
FAİZ → BIST	EURO → PETROL	EURO → BTC
ALTIN → FAİZ	FAİZ → PETROL	ALTIN → VAKA
DOLAR → FAİZ	VAKA → PETROL	BTC → VAKA
EURO → FAİZ	FAİZ → VIX	DOLAR → VAKA
		EURO → VAKA

VECM'e dayalı Granger nedensellik analiz sonuçları değerlendirildiğinde; Euro ve faizden BIST'e; Dolar ve Euro'dan Bitcoin'e; altın, Dolar ve Euro'dan faize; Dolar, Euro, faiz ve vakadan petrole; altın, Bitcoin, Dolar ve Euro'dan vakaya; faizden VIX'e doğru tek yönlü; BIST ve Dolar arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir.

5. Sonuç

Aralık 2019'da Çin'de başlayıp tüm dünyaya hızlı bir şekilde yayınlan Covid-19 pandemisi ülke ekonomilerini olumsuz yönde etkilemiş ve Türkiye de bundan kendine düşen payı almıştır. Bununla birlikte Covid-19 nedeniyle ekonomik ve finansal sistemde belirsizlik hakim olmuş ve bu durum finansal piyasaları temsil eden bazı göstergelere de yansımıştır.

Bu çalışmada altın, BIST 100 Endeksi, Bitcoin, Dolar kuru, Euro kuru, 2 yıllık Türkiye devlet tahvil faizi, petrol, VIX Korku Endeksi gibi finansal göstergelerle Covid-19 vaka sayısı arasındaki ilişkinin Türkiye açısından araştırılması amaçlanmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek için 11 Mart 2020 – 31 Temmuz 2021 dönemi için günlük veriler kullanarak eş bütünleşme ve nedensellik analizleri yapılmıştır.

Eş bütünleşme analizi için öncelikle değişkenlerin birim köke sahip olup olmadığı ve hangi düzeyde durağan olduğu araştırılmıştır. ADF birim kök testi sonucunda bütün değişkenlerin birinci farkında durağan olduğu belirlenmiştir. Bütün değişkenler aynı dereceden durağan oldukları için Johansen eş bütünleşme testi kullanılarak değişkenlerin uzun dönemde aralarında ilişki olup olmadığı incelenmiştir. Eş bütünleşme analizi sonucunda değişkenler arasında tespit edilen üç eş bütünleşme vektörü, değişkenlerin uzun vadede birlikte hareket ettiğini göstermektedir.

Uzun dönemde birlikte hareket eden değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönemli nedensellik ilişkisi VECM modeli kurularak araştırılmıştır. VECM uzun dönemli nedensellik testi sonucunda, Altın, Bitcoin, faiz ve petrol değişkenlerinin bağımlı değişken olduğu modellerde uzun dönemli nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bunların dışındaki modellerde uzun dönemli nedensellik ilişkisine rastlanılmamıştır. Kısa dönemli nedensellik VECM'e dayalı

Granger nedensellik testi ile araştırılmış ve Euro ve faizden BIST'e; Dolar ve Euro'dan Bitcoin'e; altın, Dolar ve Euro'dan faize; Dolar, Euro, faiz ve vakadan petrole; altın, Bitcoin, Dolar ve Euro'dan vakaya; faizden VIX'e doğru tek yönlü; BIST ve Dolar arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Türkiye'ye ait Covid-19 vaka sayısı ile finansal göstergeler arasındaki nedensellik ilişkileri değerlendirildiğinde; vaka sayısının uzun vadede altın, Bitcoin, faiz ve petrol değerışkenlerine neden olduğu, kısa vadede ise sadece petrol fiyatlarına neden olduğu, diğer finansal göstergeler ile vaka sayısı arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Eş bütünüleşme analizi sonucunda elde edilen bulgular Ünvan (2020), Ünal vd. (2020), şit ve Telek (2020), Ayhan ve Abdullazade (2021) ve Özkan ve Ünlü (2021) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte uzun ve kısa vadeli nedensellik analizleri sonucunda elde edilen vaka sayısı ile petrol arasındaki nedensellik ilişkisine dair bulgular Çelik vd. (2020) tarafından yapılan çalışma sonuçlarını desteklemektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazar makaleye %100 katkı sağladığını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Al-Awadhi, A. M., Alsaifi, K., Al-Awadhi, A. and Alhammadi, S. (2020). Death and contagious infectious diseases: Impact of the COVID-19 virus on stock market returns. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 27, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2020.100326>
- Albulescu, C. T. (2020). Coronavirus and oil price crash: A note. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02507184v2/document>
- Atri, H., Kouki, S. and Gallali, M. I. (2021). The impact of Covid-19 news, panic and media coverage on the oil and gold prices: An ARDL approach. *Resources Policy*, 72, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102061>
- Ayhan, F. ve Abdullazade, M. (2021). Türkiye ekonomisinde Covid-19 salgını sonrasında petrol ve altın fiyatları ile vaka sayılarının döviz kuru üzerindeki etkileri. *Journal of Yasar University*, 16(62), 509-523. <https://doi.org/10.19168/jyasar.887005>
- Brooks, C. (2019). *Introductory econometrics for finance* (4th edition). United Kingdom: Cambridge University Press.
- Carvalho, A. C. and Carvalho, D. F. (2014). Credit rationing and high interest rates: An application of structural vector autoregression and vector error-correction models. *Revista de Finanças Aplicadas*, 1(1), 1-54. Retrieved from <http://www.financasaplicadas.fia.com.br/>
- Çelik İ., Yılmaz, T., Emir, S. and Sak, A. F. (2020). The effects of Covid-19 outbreak on financial markets. *Financial Studies*, 24(4), 6-28. Retrieved from <https://www.econstor.eu/>
- Chen, M. H., Jang, S. S. and Kim, W. G. (2007). The impact of the SARS outbreak on Taiwanese hotel stock performance: An event-study approach. *International Journal of Hospitality Management*, 26(1), 200–212. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2005.11.004>
- Çil Yavuz, N. (2004). Durağanlığın belirlenmesinde KPSS ve ADF testleri: İMKB Ulusal 100 Endeksi ile bir uygulama. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 54(1), 239-247. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/pub/iuifm/>
- COVID-19 Sözlüğü. (2020). T.C. Sağlık Bakanlığı COVID-19 bilgilendirme platformu, COVID-19 Sözlüğü. Erişim adresi: <https://covid19.saglik.gov.tr/TR-66493/p.html>
- Dickey, D. A. and Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427-431. <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>
- Engle, R. F. and Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 55(2), 251-276. <https://doi.org/10.2307/1913236>
- Giudice, A. D. and Paltrinieri, A. (2017). The impact of the Arab spring and the Ebola outbreak on African equity mutual fund investor decisions. *Research in International Business and Finance*, 41, 600-612. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.05.004>
- Gögebakan, T. (2020). Tarihteki diğer pandemiler: İnsanlık diğer ölümcül salgın hastalıklardan nasıl kurtuldu? Erişim adresi: <https://verianaliz.net/pandemi-tarihi-corona-covid19-veri-analiz-infografik/>
- Gujarati, D. (2004). *Basic econometrics* (Fourth edition). The McGraw–Hill Companies.
- Gülhan, Ü. (2020). Kovid-19 Pandemisinin altın fiyatlarına etkisi: ARDL analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(3), 1111-1125. <https://doi.org/10.16951/atauniiibd.734850>
- Ichev, R. and Marinc, M. (2018). Stock prices and geographic proximity of information: Evidence from the Ebola Outbreak. *International Review of Financial Analysis*, 56, 153–166. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2017.12.004>
- Investing.com (2021). *Dünya Finans Piyasaları* [Dataset]. Retrieved from <https://tr.investing.com/markets/>

- İşler, İ. ve Güven, A. (2021). Covid 19 küresel salgınının BIST 100 Endeksi üzerindeki etkileri. *Politik Ekonomi Kuram*, 5(1), 63-77. <https://doi.org/10.30586/pek.946719>
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254. [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)
- Johansen, S. and Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with application to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169-210. doi:10.1111/j.1468-0084.1990.mp52002003.x
- Johns Hopkins Coronavirus Resource Center. (2021). *Covid-19 data* [Dataset]. Retrieved from <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- Lee, K. Y., Jais, M. and Chan, C. W. (2020). Impact of Covid-19: Evidence from Malaysian stock marker. *International Journal of Business and Society*, 21(2), 607-628. <https://doi.org/10.33736/ijbs.3274.2020>
- Liu, L., Wang, E. Z. and Lee, C. C. (2020). Impact of the Covid-19 pandemic on the crude oil and stock markets in the US: A time-varying analysis. *Energy Research Letters*, 1(1), 1-5. <https://doi.org/10.46557/001c.13154>
- Loh, E. (2006). The impact of SARS on the performance and risk profile of airline stocks. *International Journal of Transport Economics*, 33(2), 401-422. <http://dx.medra.org/10.1400/55242>
- Masih, R. and Masih, A. M. M. (1996). Macroeconomic activity dynamics and Granger Causality: New evidence from a small developing economy based on a vector error-correction modelling analysis. *Economic Modelling*, 13, 407-426. [https://doi.org/10.1016/0264-9993\(96\)01013-9](https://doi.org/10.1016/0264-9993(96)01013-9)
- Musa, K. S., Maijama'a, R., Mohammed, N. and Yakubu, M. (2020). Covid-19 pandemic, oil price slump and food crisis nexus: An application of ARDL approach. *Open Access Library Journal*, 7(6), <https://doi.org/10.4236/oalib.1106403>
- Narayan, P. K. (2020). Oil price news and Covid-19: Is there any connection? *Energy Research Letters*, 1(1), 1-5. doi:10.46557/001c.13176
- Özkan, N. ve Ünlü, U. (2021). Bölgesel Covid-19 vaka sayıları, altın fiyatları, Euro ve BIST Şehir Endeksleri arasındaki ilişki: bir ARDL sınır testi yaklaşımı. *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 240-253. <https://doi.org/10.30784/epfad.880244>
- Pandemi. (2021). Wikipedia. Erişim adresi: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Pandemi>
- Sahu, T. N., Bveopathyay, K. and Mondal, D. (2013). An empirical study on the dynamic relationship between oil prices and Indian stock market. *Managerial Finance*, 40(2), 200-215. doi:10.1108/MF-06-2013-0131
- Sarı, S. S. ve Kartal, T. (2020). Covid-19 salgınının altın fiyatları, petrol fiyatları ve VIX Endeksi ile arasındaki ilişki. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 93-109. <https://doi.org/10.46790/erzisosbil.748181>
- Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M. (2010). *Ekonometrik zaman serileri analizi: Eviews uygulamalı* (Geliştirilmiş 3. baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Şit, A. ve Telek, C. (2020). Covid- 19 pandemisinin altın ons fiyatı ve Dolar endeksi üzerine etkileri [Special issue]. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 19, 1-13. doi:10.21547/jss.742110
- Tarı, R. (2010). *Ekonometri*. Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- Ünal, A. E., Aydın, H. İ. ve Eren, M. V. (2020). Korona virüs salgını ile döviz kuru arasındaki ilişkinin ampirik analizi: Türkiye örneği [Special issue]. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 19, 244-260. <https://doi.org/10.21547/jss.743615>
- Ünvan, Y. A. (2020). Investigating of causality relationship among Covid-19 cases, ISE100 Index, Dollar, Euro, gram gold prices and 2 year bond rates: The case of Turkey. *Alphanumeric Journal*, 8(1), 29-42. <https://doi.org/10.17093/alphanumeric.731303>

- Üstün, Ç. ve Özçiftçi, S. (2020). Covid-19 pandemisinin sosyal yaşam ve etik düzlem üzerine etkileri: Bir değerlendirme çalışması. *Anadolu Kliniği Tıp Bilimleri Dergisi*, 25(1), 142-153. <https://doi.org/10.21673/anadoluklin.721864>
- World Health Organization. (2020a). *Novel coronavirus (2019-Ncov)*. Retrieved from <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>
- World Health Organization. (2020b). *Coronavirus disease 2019 (Covid-19)*. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331475>
- Yapraklı, S. (2007). Ticari ve finansal dışa açıklık ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Türkiye üzerine bir uygulama. *Ekonometri ve İstatistik*, 5, 67-89. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iuekois/issue/8990/112088>
- Zeren, F. and Hızarcı, A. E. (2020). The impact of Covid-19 Coronavirus on stock markets: Evidence from selected countries. *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, 3(1), 78-84. <https://doi.org/10.32951/mufider.706159>

THE CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN THE COVID-19 PANDEMIC AND VARIOUS FINANCIAL INDICATORS: THE CASE OF TURKEY

EXTENDED SUMMARY

Aim of the Study

The Covid-19 pandemic, which first appeared in Wuhan, China in December 2019 and then affected the whole world, not only affected the country's economies negatively, but also caused some negativities in terms of financial markets. Since the indicators and investment instruments used in financial markets are shaped by human behavior, they generally fluctuate in an environment of uncertainty. Markets such as stock market, crypto money market, foreign exchange market, commodity market can be affected by these factors in parallel with human behavior in cases such as epidemic, crisis, war, natural disaster. In this context, it is aimed to investigate the relationship between financial indicators such as gold, ISE 100 Index, Bitcoin, Dollar rate, Euro rate, 2-year Turkish government bond interest, oil, VIX Fear Index and the number of Covid-19 cases in terms of Turkey.

Literature

Like various diseases and epidemics such as SARS, MERS, Ebola, AIDS that have emerged throughout history, the effects of the Covid-19 pandemic on financial markets have been discussed in many national and international studies. In some of the studies in the literature (Al-Awadhi et al., 2020; Zeren and Hızarcı, 2020; Lee et al., 2020; İşler and Güven, 2021), the effects of the corona virus on the stock market were examined and findings were obtained that the corona virus generally affects the stock market indices negatively. However, in the studies carried out by Liu et al., (2020), Abulescu (2020), Çelik et al. (2020), Ünvan (2020), Sarı and Kartal (2020), Şit and Telek (2020), Ünal et al. (2020), Atri et al. (2021), Ayhan and Abdullazade (2021), Özkan and Ünlü (2021) it was examined how the corona virus affected financial indicators such as gold, oil, Dollar rate, Euro rate, Bitcoin, VIX Index, which represent other financial markets along with the stock market. In the studies, it is seen that the corona virus and various financial indicators act together in the long term, and the causality relationship between the corona virus and the variables differs according to the data set, application period and sample of the study.

Methodology

In the study, the co-integration and causality relationship between the number of cases in Turkey during the Covid-19 pandemic and various financial indicators such as gold, oil, Bitcoin, Dollar rate, Euro rate, ISE100 Index, interest rate and VIX fear index are investigated. Since the first case in Turkey occurred on March 11, 2020, daily data covering the period of March 11, 2020 – July 31, 2021 were included in the analysis. Eviews package program was used in the analysis made by taking the natural logarithms of the variables.

The character of the series used in the analysis with time series is very important; especially the stationarity structure of the series is one of the most important criteria in

determining the method. In this context, first of all, whether the variables are stationary or not were investigated by the widely used ADF unit root test. Then, whether the variables act together in the long run was determined by the Johansen cointegration test, and finally, short- and long-term causality tests based on the Vector Error Correction Model were applied.

Findings

As a result of the ADF unit root test, it was determined that all variables were stationary at the first difference. The fact that all variables are stationary of the same order indicates that the necessary condition for cointegration analysis is met. Using the Johansen cointegration test, it was examined whether there was a long-term relationship between the variables. The three cointegration vectors detected between the variables as a result of the cointegration analysis show that the variables act together in the long run.

The short- and long-term causality relationship between the variables acting together in the long run was investigated by establishing the VECM model. As a result of the VECM long-term causality test, a long-term causality relationship was determined in the models in which Gold, Bitcoin, interest and oil variables are dependent variables. No long-term causality relationship was found in models other than these.

Short-term causality relationship was investigated with the Granger causality test based on VECM. As a result of the analysis, there is unidirectional causality relationship from Euro and interest to ISE; From Dollar and Euro to Bitcoin; from gold, Dollar and Euro to interest; From dollar, euro, interest and case to oil; from gold, Bitcoin, Dollar and Euro to case and from interest to VIX. However, there were findings that there is a bidirectional causality relationship between ISE and Dollar.

Conclusion

In this study, co-integration and causality relations between the number of Covid-19 cases in Turkey and indicators such as gold, ISE 100 Index, Bitcoin, Dollar, Euro, interest, oil and VIX Index representing various financial markets were investigated. Daily data for the period between March 11, 2020, and July 31, 2021, when the first Covid-19 case was seen in Turkey, were analyzed using Johansen co-integration test and causality tests based on VECM. The cointegration analysis results show that the variables move together in the long run. As a result of long-term causality analysis; long-term causality relationship has been determined in models in which gold, Bitcoin, interest and oil variables are dependent variables. However, as a result of short-term causality analysis, it has been found that there is unidirectional causality from Euro and interest to ISE; From Dollar and Euro to Bitcoin; from gold, Dollar and Euro to interest; From dollar, euro, interest and case to oil; from gold, Bitcoin, Dollar and Euro to case; from interest to VIX. In addition, causality analysis also shows that there is a bidirectional causality relationship between ISE and Dollar.

When the causality relationships between the number of Covid-19 cases in Turkey and financial indicators are evaluated; It has been concluded that the number of cases causes gold, Bitcoin, interest and oil variables in the long run, while it causes only oil prices in the short run, and there is no causal relationship between other financial indicators and the number of cases.