

Altın ve Ham Petrol Piyasalarındaki Zımnı Volatilite Endekslerinin Rolü: COVID-19 Öncesi ve Sonrasının VAR-EGARCH ile Analizi*

(Araştırma Makalesi)

The Role of Implied Volatility Indices in Gold and Crude Oil Markets: Analysis of Pre and Post COVID-19 with VAR-EGARCH

Doi: 10.29023/alanyaakademik.1576634

Enes YILDIZ¹, Müslüm POLAT²

¹ Dr., Bağımsız Araştırmacı, enesyildiz012@gmail.com, Orcid No: 0000-0002-1692-8992

² Doç. Dr., Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, mpolat@bingol.edu.tr, Orcid No: 0000-0003-1198-4693

ÖZET

Anahtar Kelimeler:

Altın, Brent Tipi Ham Petrol, GVZ Endeksi, OVX Endeksi, Covid-19

Makale geliş tarihi:

31.10.2024

Kabul tarihi:

14.02.2025

Çalışmada, altın piyasası zımnı volatilite endeksinden (GVZ) altın piyasasına ve ham petrol piyasası zımnı volatilite endeksinden (OVX) Brent tipi ham petrol piyasasına doğru getiri ve volatilite yayılımları, farklı piyasa koşulları ile karakterize olan Covid-19 öncesi ve sonrası için Çok Değişkenli VAR-EGARCH yöntemi ile incelenmiştir. Analizler sonucunda, her iki dönem için de GVZ endeksinden altın piyasasına doğru bir getiri etkileşimi belirlenememiştir. Buna karşın her iki dönemde de, GVZ endeksinin gecikmeli şoklarından altın piyasasına doğru volatilite aktarımları bulgulanmıştır. Dolayısıyla GVZ endeksinden altın piyasasına doğru getiri ve volatilite etkileşiminin Covid-19 krizi ile birlikte değişiklik sergilemediği bulgusuna ulaşılmıştır. Diğer taraftan Covid-19 öncesinde, OVX endeksinden Brent tipi ham petrol piyasasına doğru bir getiri yayılımına ulaşılmasına rağmen Covid-19 sonrasında, bu aktarım mekanizmasının zayıfladığı görülmüştür. Ayrıca, Covid-19 öncesinin aksine sonrasında, OVX endeksinin gecikmeli şoklarından Brent tipi ham petrol piyasasına doğru bir volatilite yayılımı belirlenmiştir. Ulaşılan sonuç, OVX endeksinden Brent tipi ham petrol piyasasına doğru getiri ve volatilite etkileşiminin Covid-19 krizi ile birlikte farklılaştığı anlamına gelmektedir.

ABSTRACT

Keywords:

Gold, Brent Crude Oil, GVZ Index, OVX Index, Covid-19

In this study, the return and volatility spillovers from the gold market implied volatility index (GVZ) to the gold market and from the crude oil market implied volatility index (OVX) to the Brent crude oil market are examined with the Multivariate VAR-EGARCH method for pre and post Covid-19 periods characterized by different market conditions. As a result of the analysis, no return interaction from the GVZ index to the gold market was found for both periods. On the other hand, volatility transmission from lagged shocks of the GVZ index to the gold market was found in both periods. Therefore, we find that the returns and volatility spillovers from the GVZ index to the gold market did not change with the Covid-19 crisis. On the other hand, although there was a return spillover from the OVX index to the Brent crude oil market before Covid-19, this transmission mechanism weakened after Covid-19. Moreover, unlike to the pre-Covid-19 period, a volatility spillover from the lagged shocks of the OVX index to the Brent crude oil market was found after the pandemic. This finding suggests that the return and volatility interaction from the OVX index to the Brent crude oil market has diverged with the Covid-19 crisis.

* Bu makale, yazar Enes YILDIZ'ın, Doç. Dr. Müslüm POLAT danışmanlığında gerçekleştirilen "Volatilite Endekslerinden Finansal Yatırım Araçlarına Doğru Getiri ve Volatilite Yayılımı: Covid-19 Öncesi ve Sonrasının VAR-EGARCH ile Analizi" başlıklı doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

1. GİRİŞ

Doğada çoğu zaman doğal halde bulunan ve saf bir element olan altın; parlak sarı rengi, asitlere karşı yüksek direnci ve kolay işlenebilme kabiliyeti gibi birtakım niteliklerinden dolayı ilkçağlardan bu yana insanların ilgisini çekmiştir. Mücevherat yapımından tıp bilimine kadar birçok farklı alanda kullanılan altın, para ile olan tarihi bağları nedeniyle, neredeyse bütün toplumlar ve kültürlerde yerleşik bir karakter haline gelmiştir. Günümüzde altın, hem maddi bir değer hem de psikolojik bir güven unsuru olarak yatırım aracı niteliği taşımaktadır. Zaman içinde küresel ekonomik sistemin genişleyerek yeni yatırım araçlarının ve alanlarının keşfedilmesi dahi, altına olan pozitif yönlü toplumsal bakış açısını değiştirememiştir.

Altın, binlerce yıl boyunca bir değer deposu, değişim aracı ve zenginlik ölçütü olarak görülmüştür. Hala dünyanın dört bir yanındaki merkez bankaları, para birimi değerini desteklemek amacıyla altın rezervi biriktirmeye devam etmektedirler. Özellikle geleneksel yatırımcılar, altını, enflasyona veya Dolar'ın düşüşüne karşı bir koruma aracı olarak algılamaktadırlar. Bu yaklaşıma göre, altın Dolar cinsinden fiyatlandırıldığı için Dolar'ın değer kaybetmesi halinde altının nominal değeri yükselme eğiliminde olacağından, altının gerçek değeri korunabilmektedir. Öte yandan fiziksel bir varlık olan altının kendine özgü bir değeri de bulunmaktadır. Altının bu değeri, gelecekteki kazançlara ya da borçlara bağlı olmamakta ve altına yapılan yatırım, temerrüt riski taşımamaktadır. Altın gibi diğer emtialar (gümüş, petrol, tarımsal emtialar vb.) da bu özellikleri paylaşabilmektedirler. Ancak altın, bilhassa varlık fiyatlarının düştüğü dönemlerde, diğer emtialara nazaran farklı davranışlar sergileyebilmektedir. Son deneyimler, diğer finansal varlıkların aksine altının değerinin, negatif yönlü piyasa şoklarına karşı tepkisel bir yükselme eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır (Baur & McDermott, 2010: 1887-1888).

Bir Atlas Okyanusu denizi olan Kuzey Denizi; Büyük Britanya, Danimarka, Norveç, Almanya, Hollanda, Fransa ve Belçika ülkeleri arasında bulunmaktadır. Bu denizden çıkartılan Brent tipi ham petrol (Londra Brent ya da Brent Blend) ise, adını, Büyük Britanya'nın kuzeydoğusundaki "Broom", "Rannoch", "Etieve", "Ness" ve "Tarbat" tabakalarının baş harflerinden almaktadır. Dünya petrol ticareti açısından büyük bir öneme sahip olan Brent petrolü, Avrupa petrol piyasasına arz edilen Orta Doğu ve Afrika menşeli petrolün fiyatlandırılmasında referans olarak kullanılmaktadır. Hafif ve tatlı (düşük sülfür oranına sahip) olan Brent petrole ait finansal enstrümanlar, bu emtiaya yatırım yapmak isteyen yatırımcılar için ICE (Intercontinental Exchange) ve NYMEX (New York Mercantile Exchange) borsalarında işlem görmektedir (Bayraç, 2019: 50).

Finansal piyasalar açısından Brent tipi ham petrolün önemi; uluslararası petrol piyasasında fiyat belirleyici rolünden, yatırım aracı olarak kullanılabilirliğinden, risk yönetimine olan katkısından ve enflasyon, tüketici harcamaları ve ekonomik büyüme gibi göstergeleri etkileyebilmesinden kaynaklanmaktadır. Brent petrolüne dayalı olan yatırım araçları, kapsamlı bir portföy çeşitlendirmesi sağlamakta olup; risk ve getiri arasındaki dengeyi desteklemektedir. Bu özellikler, Brent tipi ham petrol ile finansal piyasalar arasındaki bağlantıların araştırılmasını teşvik etmektedir.

Altın ve Brent tipi ham petrol gerek uluslararası düzeydeki getiri profilleri ve risk toleransları gerekse likidite durumları ve piyasa derinlikleri bakımından finansal piyasaların merkezinde yer almaktadırlar. Ayrıca, bu finansal varlıklar, küresel piyasa trendlerini ve genel ekonomik aktiviteyi yansıttıklarından, bireysel/kurumsal piyasa katılımcıları tarafından sıklıkla takip edilmektedirler. Dolayısıyla altın ve Brent tipi ham petrolün diğer finansal enstrümanlarla olan ilişkisinin incelenmesi; doğru yatırım stratejilerinin izlenmesi, varlık tahsisi, portföy optimizasyonu ve risk yönetimi açısından önem arz etmektedir.

GVZ volatilité endeksi, altın getirilerinin gelecek 30 günlük volatilitésine ilişkin piyasa beklentisini, GLD fonu üzerine yazılı olan geniş bir kullanım fiyatı aralığındaki opsiyonlar aracılığıyla tahmin etmektedir (CBOE/GVZ, 2023). Altın piyasasına ilişkin beklenen fiyat değişkenliğini ölçen GVZ endeksi, bu piyasanın ileriye dönük bir risk göstergesi olarak dikkate alınmaktadır (Dutta vd., 2019: 474). OVX volatilité endeksi ise, ham petrolün gelecek 30 günlük volatilitésine ilişkin piyasa beklentisini, USO fonu üzerinde işlem gören çok çeşitli kullanım fiyatlarına sahip opsiyonlar aracılığıyla tahmin etmektedir (CBOE/OVX, 2023). Ham petrol piyasası belirsizliğinin ileriye dönük bir ölçüsünü ifade eden OVX endeksi, tıpkı GVZ endeksi gibi, kendi piyasasında öncü bir risk göstergesi olarak kabul edilmektedir (Dutta vd., 2019: 474). GVZ ve OVX endeksleri; ileriye dönük hesaplanmaları, modelsiz bir yapı sergilemeleri ve profesyonel piyasa katılımcılarının hem korkularını hem de coşkularını yansıtmaları bakımından üstün araçlar olarak karşımıza çıkmaktadırlar.

Çalışmada, Çok Değişkenli VAR-EGARCH yöntemi kullanılarak, sırasıyla GVZ endeksinden altın piyasasına ve OVX endeksinden Brent tipi ham petrol piyasasına doğru getiri ve volatilité yayılımları, farklı piyasa koşulları ile karakterize olan Covid-19 öncesi ve sonrası için karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. İlgili literatüre bakıldığında, GVZ ve OVX volatilité endekslerinden kendi piyasalarına doğru getiri ve volatilité yayılımlarının, her iki dönem için karşılaştırmalı bir şekilde ele alındığı herhangi bir çalışmayla karşılaşılmamıştır. Öte yandan Çok Değişkenli VAR-EGARCH yaklaşımına dayalı bulguların, ilgili literatürü genişleteceği değerlendirilmiştir. Ulaşılan sonuçların, bu iki piyasadaki güncel gelişmelere ışık tutarak piyasa katılımcılarına yeni bir perspektif sağlaması ve bu piyasalardaki cari aktarım mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasına katkı sunması beklenmektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatür taramasında, zımni volatilité endeksleri ile altın ve petrol piyasaları arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar ele alınmıştır. Yapılan incelemelerde, finansal piyasalara ait zımni volatilité endekslerinin yayınlanması ile birlikte araştırmaların gittikçe yoğunluk kazandığı görülmüştür. Bu kapsamda ilgili literatür Tablo 1’de sunulmuştur:

Tablo 1. Zımni Volatilité Endeksleri ile Altın ve Petrol Piyasaları Arasındaki İlişkiyi Araştıran Çalışmalar

Yazarlar	Veri Seti	Yöntem	Ulaşılan Bulgular
Miyazaki vd. (2012)	<u>Değişkenler:</u> Gold, S&P500 index, WGBIUS, EUR/USD ve VIX <u>Araştırma Dönemi:</u> 04.01.2000 – 29.07.2011 (günlük veriler)	Asimetrik Dinamik Koşullu Korelasyon GARCH (A-DCC-GARCH) ve AR-EGARCH	VIX endeksinin, altın ve S&P 500 endeksi arasındaki dinamik koşullu korelasyonda, itici bir güç olarak anlamlı ve açıklayıcı bir özelliğe sahip olduğu ifade edilmiştir.
Badshah vd. (2013)	<u>Değişkenler:</u> VIX, GVZ, EVZ, DVIX, DGVZ ve DEVZ <u>Araştırma Dönemi:</u> 03.06.2008 – 30.12.2011 (günlük veriler)	Rigobon (2003)’un Değişen Varyans Yoluyla Tanımlama Yaklaşımı	Pay piyasası oynaklığından, altın ve döviz kuru oynaklıklarına doğru güçlü ve tek yönlü yayılma etkileri gözlemlenmiştir. Altın ve döviz kuru oynaklığı arasında ise; pozitif, benzer büyüklükte ve çift yönlü yayılma etkileri tespit edilmiştir.
Jubinski & Lipton (2013)	<u>Değişkenler:</u> rGold, rSilver, rOil, ΔVIX, ΔSPVOL ve ΔDOLLAR <u>Araştırma Dönemi:</u> 02.01.1990 – 31.12.2010 (günlük veriler)	Glosten-Jagannathan-Runkle GARCH (GJR-GARCH)	Altın ve gümüş vadeli işlem getirileri ile VIX volatilité endeksi arasında pozitif yönlü, petrol vadeli işlem getirileri ile VIX volatilité endeksi arasında ise negatif yönlü ilişkilere ulaşılmıştır.
Liu vd. (2013)	<u>Değişkenler:</u> GVZ, OVX, VIX ve EVZ <u>Araştırma Dönemi:</u> 03.06.2008 – 20.07.2012 (günlük veriler)	ARDL Sınır Testi, Granger Nedensellik Testi, Genelleştirilmiş Tahmin Hatası Varyans Ayırıştırması ve Genelleştirilmiş Etki-Tepki Fonksiyonu	Hisse senedi, döviz kuru, ham petrol ve altın piyasalarına ait volatilité endeksleri arasında uzun dönemli bir denge ilişkisi bulunamamıştır. Buna karşın hisse senedi ve döviz kuru volatilité endekslerinin, ham petrol volatilité endeksinin Granger nedeni olduğu tespit edilmiştir.
Raza vd. (2016)	<u>Değişkenler:</u> China, India, Brazil, Russia, South Africa, Mexico, Malaysia, Thailand, Chile, Indonesia, Gold price, Gold volatility, Oil price ve Oil volatility <u>Araştırma Dönemi:</u> 2008/Ocak – 2015/Haziran (aylık veriler)	Doğrusal Olmayan ARDL Sınır Testi (NARDL)	Altın ve petrol fiyatları ile bunlara ait volatilité endekslerinin pay piyasaları üzerindeki etkisinin, hem kısa hem de uzun dönemde doğrusal olmadığı ifade edilmiştir. Bu bağlamda altın ve petrol fiyatlarında meydana gelen oynaklıkların, hem kısa hem de uzun dönemde, gelişmekte olan pay piyasalarını negatif yönde etkilediği gözlenmiştir.
Bouri vd. (2017)	<u>Değişkenler:</u> crudevix, goldvix ve indiovix <u>Araştırma Dönemi:</u> 2009/Haziran – 2016/Mayıs (günlük veriler)	ARDL Sınır Testi ve Kyrtsou-Labys Doğrusal Olmayan Nedensellik Testi	Altın, ham petrol ve Hindistan pay piyasasına ait volatilité endeksleri arasında eşbütünlüşme ilişkileri elde edilmiştir. Bu kapsamda altın ve ham petrol volatilité endekslerinin, Hindistan pay piyasasına ait volatilité endeksini pozitif yönde etkilediği belirtilmiştir. Yine altın ve ham petrol zımni oynaklıklarından, Hindistan pay piyasası zımni oynaklığına doğru asimetrik nedensellik ilişkileri görülmüştür.

Chittineni (2018)	<u>Değişkenler:</u> India VIX, Gold, Oil ve FedRate <u>Araştırma Dönemi:</u> 02.03.2009 – 30.06.2018 (günlük veriler)	Markov Dinamik Rejim Değişim Modeli	Yüksek oynaklık sırasında, Hindistan VIX ile petrol fiyatları arasındaki zamanla değişen koşullu korelasyonlarda, keskin bir artış hesaplanmıştır. Düşük oynaklık sırasında ise, Hindistan VIX ile petrol fiyatları arasındaki etkileşimin, daha düşük olduğu gözlenmiştir. Öte yandan düşük oynaklık sırasında, altının Hindistan VIX üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığı keşfedilmiştir.
Ji vd. (2018)	<u>Değişkenler:</u> Brazil, Russia, India, China, South Africa, OVX, GVZ ve VIX <u>Araştırma Dönemi:</u> 16.03.2011 – 09.12.2016 (günlük veriler)	DCC-MVGARCH Modeli ve Dinamik Koşullu Korelasyonları İçeren MST Grafik Yaklaşımı	ABD ve BRICS pay piyasaları ile stratejik emtialara (petrol ve altın) ait bilgi iletim ağı entegrasyon yapısının kararsız olduğu ve bu yapının zamanla değiştiği tespit edilmiştir. Buna göre politik, savaş, makroekonomik ve finansal olayların etki kalıpları farklıdır. Dolayısıyla bazı olaylar yalnızca yerel piyasalar üzerinde, diğerleri ise küresel ölçekte etkiye sahiptir.
Saka İlgin & Sarı (2018)	<u>Değişkenler:</u> LNGOLD ve LNVIX <u>Araştırma Dönemi:</u> 31.12.2007 – 29.12.2017 (aylık veriler)	Johansen Eş Bütünleşme Testi ve Granger Nedensellik Testi	VIX volatilité endeksi ile küresel altın piyasası arasında uzun dönemli bir ilişkiye ulaşılmış ancak herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.
Alqahtani (2019)	<u>Değişkenler:</u> OVX, VIX, GVZ, USD Index, BRSI, KWTSL, OMNSI, QTSL, SARSI ve UAESI <u>Araştırma Dönemi:</u> 05.01.2009 – 16.08.2018 (günlük veriler)	Sıradan En Küçük Kareler Yöntemi, Sims (1980) Yaklaşımına Dayalı Yapısal Olmayan VAR Modeli ve VAR Granger Nedensellik/Blok Dışsallık Wald Testi	OVX endeksinde ortaya çıkan bir çok sonucunda VIX ve GVZ endekslerinde anlamlı düzeyde şoklar meydana gelmediği ileri sürülmüştür. Buna karşılık VIX endeksinin GVZ endeksine pozitif şoklar ilettiği belirlenmiştir. Ayrıca, VIX endeksinden GVZ endeksine doğru nedensellik ilişkisi elde edilmiştir.
Dutta vd. (2019)	<u>Değişkenler:</u> OVX, GVZ, VXSLV ve VXGD <u>Araştırma Dönemi:</u> 16.03.2011 – 30.06.2017 (günlük veriler)	Doğrusal ve Doğrusal Olmayan ARDL Sınır Testleri ile Kyrtso-Labys Doğrusal Olmayan Nedensellik Testi	Doğrusal olmayan ARDL yaklaşımı, ham petrol ve kıymetli maden piyasaları arasındaki uzun dönemli ilişkiyi başarılı bir şekilde yakalamış fakat doğrusal ARDL yaklaşımı, bu ilişkiyi yakalamada başarısız olmuştur. Buna karşın Doğrusal Olmayan Granger Nedensellik Testi'nin asimetrik versiyonuna göre, ham petrol ve altın piyasaları arasında çift yönlü nedensellik ilişkileri söz konusu iken; simetrik versiyona göre, altın piyasasından petrol piyasasına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi mevcuttur.
Shaikh (2019)	<u>Değişkenler:</u> OVX, DOVX, ROVX, WTI, DWTI, RWTI, ETF, DETF ve RETF <u>Araştırma Dönemi:</u> 2007/Mayıs – 2016/Mayıs (günlük veriler)	Barone, Adesi ve Whaley (BAW) Yaklaşımına Dayalı Yapay Sinir Ağı Modeli ile Kantil Regresyon Analizi	Ham petrol fiyatları ile OVX arasında güçlü bir ilişki bulunmuştur. Bu doğrultuda WTI ham petrol fiyatları ve ABD petrol fonu ile OVX arasında negatif yönlü asimetrik ilişkiler hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra OVX'in, küresel finansal krizler sırasında sakin kaldığı fakat kriz sonrası dönemde yükselme eğilimine girdiği ifade edilmiştir.
Yıldırım (2019)	<u>Değişkenler:</u> VIX, DXY, VDAX ve CO <u>Araştırma Dönemi:</u> 01.01.2000 – 30.04.2019 (günlük veriler)	ARDL Sınır Testi	Ham petrol fiyatı ile VIX volatilité endeksi arasında uzun dönemli herhangi bir ilişkiye ulaşılamamıştır.

Gülhan (2020)	<u>Değişkenler:</u> ALTIN, OILPRICE, BIST100, USD ve VIX <u>Araştırma Dönemi:</u> 13.12.2015 – 12.01.2020 (haftalık veriler)	Granger Nedensellik Testi	VIX volatilite endeksi dışındaki diğer tüm değişkenlerin, altın fiyatlarının Granger nedeni olduğu dile getirilmiştir. Altın fiyatlarının ise, VIX volatilite endeksinin Granger nedeni olduğu görülmüştür.
Ding vd. (2021)	<u>Değişkenler:</u> OVX, GVZ, EUR, AUD, GBP, CAD, CHF, SEK, JPY, NOK, SGD, HKD, CNY, KRW, MXN, MYR, RUB, ZAR, BRL ve INR <u>Araştırma Dönemi:</u> 04.06.2008 – 05.11.2020 (günlük veriler)	Baruník ve Křehlík (2018) Yaklaşımına Dayalı Zaman- Frekans Analizi	Toplam zaman alanı yayılmalarının büyük bir bölümünü, kısa dönemli risk yayılmalarının oluşturduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, döviz piyasalarından altın ve petrol piyasalarına doğru risk yayılmalarının, ters yöndeki risk yayılmalarından güçlü olduğu belirlenmiştir. Avrupa borç krizi ve Covid-19 salgını sırasında ise, altın ve petrol piyasaları ana risk alıcıları olarak tespit edilmiştir.
Münyas & Bektur (2021)	<u>Değişkenler:</u> VIX, ALTIN, BIST, CDS, EURO ve USD <u>Araştırma Dönemi:</u> 03.01.2005 – 31.12.2019 (günlük veriler)	ARDL Sınır Testi	Türkiye açısından, VIX volatilite endeksi ile diğer değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiler bulunmuştur. Bu ilişkiler, Dolar kuru için negatif yönlü, diğer değişkenler için pozitif yönlü olarak belirlenmiştir. Yapılan katsayı tahmini sonucunda ise, ALTIN değişkeninde yaşanan 1 birimlik artışın, VIX değişkenini, 0,007 birim artırdığı hesaplanmıştır.
Sökmen & Gürsoy (2021)	<u>Değişkenler:</u> Gold ve Bitcoin <u>Araştırma Dönemi:</u> 10.01.2014 – 11.12.2020 (günlük veriler)	Toda-Yamamoto Nedensellik Testi ve Maki Eşbütünleşme Testi	Toda-Yamamoto nedensellik testi sonucunda, altın ve Bitcoin değişkenleri arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Maki eşbütünleşme testi sonucunda ise bahse konu değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkiye ulaşılamamıştır. Bulgular, uzun dönemde her iki yatırım aracının da aynı portföye dâhil edilmesinin, risk azaltıcı bir etkiye yol açacağını ortaya koymuştur.
Tunçel vd. (2021)	<u>Değişkenler:</u> VIX, ALTIN, GÜMÜŞ, PLATİN ve PALADYUM <u>Araştırma Dönemi:</u> 10.01.2014 – 02.01.2020 (günlük veriler)	Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	VIX volatilite endeksinden altın, platin ve paladyuma doğru istatistiki olarak %5 önem düzeyinde nedensellik ilişkilerine ulaşılmıştır. Buna karşılık ne VIX endeksinden gümüşe ne de altın, gümüş, platin ve paladyumdan VIX endeksine doğru nedensellik ilişkileri elde edilememiştir.
Yaya vd. (2021)	<u>Değişkenler:</u> GCF, SIF, GDX, SLV, GVZCLS ve VXSLVCLS <u>Araştırma Dönemi:</u> 04.05.2011 – 31.07.2020 (günlük veriler)	Johansen ve Nielsen (2012) Yaklaşımına Dayalı Kesirli Eşbütünleşme Vektör Oto-regresyon Modeli (FCVAR)	Altın ve gümüş fiyatları (GCF ve SIF), altın ve gümüş endeksleri (GDX ve SLV) ile altın ve gümüş volatilite endekslerinin (GVZCLS ve VXSLVCLS) üçü arasında da kesirli eşbütünleşme ilişkileri gözlemlenmiştir. Ayrıca altın ve gümüş fiyatları ile altın ve gümüş endeksleri arasındaki uzun dönemli ilişkinin sabit olduğu, bu emtialar ile volatilite endeksleri arasındaki uzun dönemli ilişkinin ise zamana göre değiştiği tespit edilmiştir.
He (2022)	<u>Değişkenler:</u> Military Index, Gold, Crude Oil ve VIX <u>Araştırma Dönemi:</u> 24.04.2021 – 24.04.2022 (günlük veriler)	Tek Değişkenli Doğrusal Regresyon Analizi ve Korelasyon Analizi	VIX volatilite endeksi ile temsil edilen yatırımcı duyarlılığının; altın fiyatları üzerinde anlamlı ve pozitif yönlü, ham petrol fiyatları üzerinde istatistiki açıdan anlamlı olmamakla birlikte pozitif yönlü etkilere sahip olduğu saptanmıştır.

Sertkaya (2022)	<u>Değişkenler:</u> LnVIX, LnAltın, LnPetrol ve LnBuğday <u>Araştırma Dönemi:</u> 2015/01 – 2021/02 (haftalık veriler)	ARDL Sınır Testi	VIX endeksi ile altın ve Brent tipi ham petrol arasında uzun dönemli ilişkiler bulunmuştur. Buradan hareketle VIX volatilité endeksi üzerinde altın fiyatlarının pozitif yönlü, Brent petrolün ise negatif yönlü etkisi gözlenmiştir.
Hapau (2023)	<u>Değişkenler:</u> Oil Price, Gold Price ve VIX Index <u>Araştırma Dönemi:</u> 2013/Ocak – 2023/Mayıs (aylık veriler)	Johansen Eş Bütünleşme Testi, Granger Nedensellik Testi, Vektör Oto regresyon Modeli ve Etki– Tepki Fonksiyonları	Geçmiş dönem petrol fiyatlarının cari petrol fiyatları üzerinde pozitif yönlü bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. VIX endeksinin ise, petrol fiyatları üzerinde negatif yönlü bir etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır. VIX endeksinin, hem petrol hem de altın fiyatının Granger nedeni olduğu da belirlenmiştir. Bunun yanı sıra VIX endeksindeki bir şokun, şoktan sonra gelen ikinci çeyrekte petrol fiyatında belirgin bir düşüşe yol açtığı ve ardından salınımlara sebep olduğu tespit edilmiştir. Altın fiyatı üzerinde ise, başlangıçta hafif bir düşüşe yol açsa da uzun vadede önemli bir etki yaratmadığı saptanmıştır.
Özhan vd. (2023)	<u>Değişkenler:</u> LVIXt, GBIST100t, GDOLARt, GALTINt ve GPETROLt <u>Araştırma Dönemi:</u> 2002/Ocak – 2021/Aralık (aylık veriler)	Vektör Oto regresyon Modeli, Granger Nedensellik/Blok Dışsal Wald Testi ve Etki– Tepki Fonksiyonları	VIX volatilité endeksinin, petrol getirilerinin Granger nedeni olduğu belirlenmiştir. Etki-tepki fonksiyonları ise, şoklara en uzun süre tepki veren değişkenin VIX volatilité endeksi olduğunu ortaya koymuştur.

Literatür taramasından görüleceği üzere, genellikle zımni volatilité endekslerinden en yaygın olarak bilinen VIX endeksi ile altın ve petrol piyasaları arasındaki ilişkiler çok farklı analiz teknikleri kullanılarak incelenmiştir. Nitekim VIX endeksi, her ne kadar ABD pay piyasalarına yönelik hesaplanırsa da, öncü bir volatilité göstergesi olarak küresel piyasalardaki riski değerlendirmek üzere sıklıkla tercih edilmektedir. Buna karşın altın ve ham petrol piyasaları ile bu piyasalara ilişkin zımni volatilité göstergeleri arasındaki ilişkileri analiz eden çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin, Shaikh (2019) tarafından yapılan araştırmada, ham petrol fiyatları ile OVX endeksi arasında güçlü bir ilişki tespit edilmiştir. Yaya vd. (2021) tarafından ise, altın fiyatları ile altın volatilité endeksi arasında zamana göre değişen bir kesirli eşbütünleşme ilişkisine ulaşılmıştır. Ancak, ilgili literatüre bakıldığında, altın ve ham petrol piyasaları ile bunlara ait zımni volatilité göstergeleri arasındaki ilişkileri pandemi öncesi ve sonrası için karşılaştırmalı olarak analiz eden yani kriz dönemi ile birlikte ortaya çıkması muhtemel yeni aktarım mekanizmalarını belirlemeyi amaçlayan herhangi bir çalışma ile karşılaşılmamıştır.

Çalışmada, GVZ endeksinden altın piyasasına ve OVX endeksinden Brent tipi ham petrol piyasasına doğru getiri ve volatilité yayımları, Covid-19 öncesi ve sonrası dönemler için karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Böylece söz konusu piyasalardaki kısa vadeli oynaklık beklentilerinin cari piyasa koşulları üzerindeki güncel/değişen rolleri saptanmaya çalışılmıştır. Ayrıca, metodolojik olarak bazı avantajları ile ön plana çıkan Çok Değişkenli VAR-EGARCH yaklaşımından yararlanılmıştır. Elde edilen bulguların; küresel düzeydeki bireysel/kurumsal yatırımcıların tercihlerine, portföy/risk yönetimine ve politika yapımcıların kararlarına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

3. METODOLOJİ

3.1. Veri Seti

Çalışmada, sırasıyla GVZ volatilité endeksinden altın piyasasına ve OVX volatilité endeksinden Brent tipi ham petrol piyasasına doğru getiri ve volatilité yayımlarının tespitinde, Covid-19 öncesi ve sonrası dönemler için günlük verilerden faydalanılmıştır. Covid-19 öncesi analiz dönemi 19.07.2010-28.02.2020, Covid-19 sonrası analiz dönemi ise 02.03.2020-14.08.2023 olarak belirlenmiştir. Covid-19 sonrası analiz döneminin seçiminde, 2020 yılının Mart ayı itibarıyla Avrupa kıtasının koronavirüs krizinin merkez üssü haline gelmesi etkili olmuştur. Bunun yanı sıra yine aynı dönemde, Dünya Sağlık Örgütü tarafından yaşanan küresel salgın pandemi olarak ilan edilmiştir.

Değişkenlere ait gün uyumsuzluğu, herhangi bir tarihte bir değişkene ait verinin mevcut olmaması halinde diğer değişkene ait verinin de göz ardı edilmesi yoluyla giderilmiştir. Analizlerde, tüm değişkenlerin ABD Doları

cinsinden spot piyasa değerleri (oranları) kullanılmıştır. Bu doğrultuda zaman serisi verileri; Yahoo Finance, ABD Enerji Bilgi İdaresi (EIA) ve Dünya Altın Konseyi veri tabanlarından temin edilmiştir. Analizlere dâhil edilen değişkenlerin bilgileri Tablo 2’de sunulmuştur:

Tablo 2. Değişkenlere İlişkin Bilgiler

Değişkenin Adı	Kodu	Bağlantı Adresi	Hesaplanma Biçimi
Altın	GOLD	www.gold.org	Bir ons altının ABD Doları cinsinden fiyatıdır.
Brent Tipi Ham Petrol	BRENT	www.eia.gov	Bir varil Brent tipi ham petrolün ABD Doları cinsinden fiyatıdır.
GVZ Endeksi	GVZ	finance.yahoo.com	GVZ volatilité endeksine ait endeks değeridir.
OVX Endeksi	OVX		OVX volatilité endeksine ait endeks değeridir.

Not: Yukarıda ifade edilen değişkenlerin logaritmik getirileri, $\ln(p_t/p_{t-1})$ formülü ile hesaplanmıştır.

3.2. Ekonometrik Yöntem

Standart (G)ARCH tipi spesifikasyonlarda, hata terimlerine ait kareler kullanılmaktadır. Dolayısıyla yukarı ve aşağı yönde gerçekleşen şokların koşullu varyansa olan etkisi simetrik varsayılmaktadır. Bu yaklaşım yaşanan şokların büyüklüğünün dikkate alınmasına fakat işaretlerin ihmal edilmesine yol açmaktadır.

İlk olarak Black (1976) tarafından keşfedilen kaldıraç etkisi, olumsuz şokların, aynı büyüklükteki olumlu şoklara nazaran daha yüksek bir volatilitéye sebep olduğunu öne sürmektedir. Burada ortaya çıkan asimetrik etki, Nelson (1991)’un tasarladığı tek değişkenli EGARCH yaklaşımında göz önünde bulundurulmuştur. Öte yandan bir EGARCH modeli logdoğrusal olarak tanımlandığı için hesaplanan katsayıların pozitif olmaması da mümkün değildir. Yani koşullu volatilitenin negatif hesaplanması söz konusu değildir. EGARCH çerçevesi, standart bir GARCH modeline kıyasla EGARCH yaklaşımını avantajlı kılmaktadır (Enders, 2014: 156). Bir EGARCH (1, 1) modelinde tahmin edilen koşullu varyans eşitliği aşağıda yer almaktadır (Eyüboğlu & Eyüboğlu, 2022: 706):

$$\log(h_t^2) = \omega + \beta \log(h_{t-1}^2) + \alpha \left(\left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}^2}} \right| - E \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}^2}} \right| \right) + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}^2}} \quad (1)$$

Formül 1’deki eşitlikte $\log(h_t^2) = \omega + [1 - \beta(L)]^{-1} + [1 + \alpha(L)]g(z_{t-1})$ ve $g(z_t) = \gamma_1 z_t + \gamma_2 [|z_t| - E|z_t|]$ olarak kabul edilmektedir. Bununla beraber “ α ” ve “ β ” terimleri sabit parametreler, “ γ ” terimi kaldıraç etki parametresi, “ ω ” terimi ise sabit bir değerdir. İstatistiksel açıdan anlamlı olmakla birlikte “ γ ” parametresinin “0”dan farklı bulunması, modelin asimetrik bir karakter sergilediğini, diğer bir ifadeyle asimetrik etkinin söz konusu olduğunu göstermektedir. Ayrıca, “ γ_1 ” parametresi asimetrik etkiyi (işaret etkisini), “ γ_2 ” parametresi ise bu etkinin büyüklüğünü (boyut etkisini) simgelemektedir.

Nelson (1991) tarafından geliştirilen tek değişkenli EGARCH yaklaşımı, daha sonra Koutmos & Booth (1995) tarafından çok değişkenli olacak şekilde tasarlanmıştır. Devamında Koutmos (1996), çok değişkenli bu yapının farklı bir versiyonunu ifade eden Çok Değişkenli VAR-EGARCH Modeli’ni tanıtmıştır (Çelik vd., 2018a: 222). Bu modelde, özellikle çok sayıda değişkenin söz konusu olması halinde tahmin ve optimizasyon süreçleri daha karmaşık hale gelebilmekte ve piyasalar arasındaki getiri ve volatilité etkileşimlerini anlamak güçleşebilmektedir. Buna karşın model, uygun veri seti ve dikkatli bir modelleme süreci ile birlikte piyasalar arasındaki dinamikleri ortaya çıkarmada oldukça etkili bir yöntem olarak ön plana çıkmaktadır.

Çok değişkenli VAR-EGARCH yaklaşımı, tek değişkenli yapıya nazaran bazı avantajlara sahiptir. Nitekim iki aşamadan oluşan işlem prosedürüne son vermek suretiyle tahmini regresyona dair problemlerden kaçınılmasına imkân tanımakta ve yayılımları belirlemek üzere uygulanan testlerin etkinliğini/gücünü artırmaktadır. Model, yayılımların, uluslararası düzeydeki haberlerin herhangi bir finansal piyasa üzerindeki etkisinin tezahürleri olarak ortaya çıktığı düşüncesiyle de metodolojik açıdan tutarlılık göstermektedir. İlâveten, volatilité aktarımındaki asimetri olasılığının sınanması noktasında oldukça uygundur. Öyle ki belirlenmiş bir piyasa ile çapraz piyasadaki şokların, koşullu varyans üzerinde asimetri oluşturmaya olanak sunmaktadır. Yani belirli bir piyasadaki haberlerin/bilgilerin, işleme konu bir sonraki piyasa gerek işaret gerekse büyüklük yönüyle hesaba katılmasını mümkün kılmaktadır (Koutmos & Booth, 1995: 749). Bu kapsamda Çok Değişkenli VAR-EGARCH Modeline ait ortalama denklemi Formül 2’de sunulmuştur (Koutmos, 1996: 977):

$$R_{i,t} = \beta_{i,0} + \sum_{j=1}^n \beta_{i,j} R_{j,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

Eşitlik 2’de, “n” sayıdan oluşan piyasaya ait getiriler, bir VAR model (vektör otoregresyon model) olarak modellenmektedir. Böylece her piyasaya ait koşullu ortalama, hem kendi gecikmeli getirilerinin hem de çapraz piyasanın gecikmeli getirilerinin bir fonksiyonu şeklinde tanımlanmaktadır. Ayrıca, formülde kullanılan “ $R_{i,t}$ ”, “ t ” zamanında “ i ” piyasanın yüzdesel getirisini; “ $j \neq i$ ” koşuluyla “ $\beta_{i,j}$ ” ise, piyasalardaki öncüllük/ardıllığı temsil etmektedir. İstatistiki olarak anlamlı bulunan “ $\beta_{i,j}$ ”, “ j ” piyasasına “ i ” piyasasının öncüllük ettiğini göstermektedir. Yani “ j ” piyasasının getirileri aracılığıyla “ i ” piyasasına ait gelecekteki getiriler tahmin edilebilir. Çok Değişkenli VAR-EGARCH Modeli’nin koşullu varyans denklemi, Eşitlik 3’de belirtilmiştir (Koutmos, 1996: 977):

$$\sigma_{i,t}^2 = \exp \left\{ \alpha_{i,0} + \sum_{j=1}^n \alpha_{i,j} f_j(z_{j,t-1}) + \gamma_i \ln(\sigma_{i,t-1}^2) \right\} \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

Burada her bir piyasanın koşullu volatilitesi, hem kendisine ait gecikmeli şokların hem de piyasalar arasında standardize edilen şokların üssel bir fonksiyonudur. Eşitlikte “ $j \neq i$ ” şeklinde kabul edildiğinden, “ $\alpha_{i,j}$ ”, “ j ” ve “ i ” piyasalarındaki volatiliteler aktarımını/yayılımını simgelemekte; “ γ_i ” ise, koşullu volatilitenin ne kadar kalıcı olduğu hakkında bilgi vermektedir. Öyle ki “ $\gamma_i < 0$ ” iken koşulsuz varyans sonlu bir yapıya sahip olmakta, “ $\gamma_i = 1$ ” olduğunda ise koşulsuz varyans bulunmamaktadır. Şu halde koşullu varyansın, birinci mertebeden bütünleşik bir süreci izlediğini söylemek mümkündür (Polat & Kılıç, 2022: 543). Ayrıca, “ $f_j(z_{j,t-1})$ ” teriminin özel fonksiyonel formu ise, Formül 4’de gösterilmiştir (Koutmos, 1996: 977):

$$f_j(z_{j,t-1}) = [|z_{j,t-1}| - E(|z_{j,t-1}|)] + \delta_j z_{j,t-1} \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (4)$$

Geçmiş dönemlere ilişkin standardize edilmiş şokların simetrik olmayan bir fonksiyonunu ifade eden “ $f(\cdot)$ ” teriminin eğimi, “ $z_{j,t-1} > 0$ ” iken “ $1 + \delta_j$ ”ye, “ $z_{j,t-1} < 0$ ” olduğunda ise “ $-1 + \delta_j$ ”ye eşittir. Dolayısıyla her bir piyasaya ait koşullu volatiliteler, bu piyasanın ve çapraz piyasanın standardize edilmiş şoklarından asimetrik olarak etkilenmektedir. Yine “ $|z_{j,t-1}| - E(|z_{j,t-1}|)$ ” terimi, boyut/büyüklik etkisini ölçmektedir. Pozitif hesaplanan “ $\alpha_{i,j}$ ” varsayımında, “ $z_{j,t-1}$ ” teriminin boyutu/büyüklüğü, beklenen değeri “ $E|z_{j,t-1}|$ ”den küçük (büyük) ise, “ $z_{j,t-1}$ ”in koşullu volatiliteler ($\sigma_{i,t}^2$) üzerindeki etkisi negatif (pozitif) olmaktadır. Diğer taraftan kısmi fonksiyonel biçimdeki “ $\delta_j z_{j,t-1}$ ” asimetrik etkiyi (işaret etkisini) ölçmektedir. Katsayının ve şokun işareti ile bağlantılı olarak işaret etkisi güçlü olabilmekte ya da boyut/büyüklik etkisini kısmi şekilde dengeleyebilmektedir. Örneğin, “ $\delta_j < 0$ ” olarak hesaplandığında, “ j ” piyasasındaki yükselişlere ($z_{j,t-1} > 0$) kıyasla düşüşlerde ($z_{j,t-1} < 0$), daha fazla oynaklığın yaşanması beklenmektedir. Bu beklenti, piyasadaki düşüşlerin daha fazla volatiliteler meydana getirdiğini öne süren kaldıraç etkisi ile tutarlılık sergilemektedir (Koutmos, 1996: 977-978). İstatistiksel açıdan anlamlı ve pozitif hesap edilen “ $\alpha_{i,j}$ ” ile beraber negatif “ δ_j ”, “ j ” piyasasında ortaya çıkan negatif yönlü şokların, pozitif şoklara kıyasla “ i ” piyasasına ait koşullu volatiliteleri daha fazla etkilediğini izhar etmektedir. Bu fenomen, bahse konu piyasalar arasındaki volatiliteler etkileşiminin asimetrik bir karakter gösterdiğini ifade etmektedir (Bayramoğlu & Abasız, 2017: 189). Öte yandan piyasalardaki getiriler arasındaki eşzamanlı ilişkinin, Formül 5’deki koşullu kovaryans eşitliği üzerinden yakalandığı Koutmos (1996) tarafından belirtilmiştir:

$$\sigma_{i,j,t} = \rho_{i,j} \sigma_{i,t} \sigma_{j,t} \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad i \neq j \quad (5)$$

Eşitlik 5’de, “ i ” ve “ j ” piyasalarına ait getiriler arasındaki korelasyonun değişmediği (sabit olduğu), diğer bir ifadeyle kovaryansın, standart sapmaların çarpımlarıyla orantılı olduğu ima edilmektedir. Bu çerçevede, her ne kadar zamandan bağımsız kabul edilen sabit bir korelasyon varsayımına dayansa da, modelin tahmin edilmesini oldukça kolaylaştırmaktadır. Son olarak, normallik varsayımı ile birlikte Çok Değişkenli VAR-EGARCH Modeli’ne ait log olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki gibidir (Koutmos, 1996: 978):

$$L(\theta) = -0.5(NT) \ln(2\pi) - 0.5 \sum_{t=1}^T (\ln|S_t| + \varepsilon_t' S_t^{-1} \varepsilon_t) \quad (6)$$

Eşitlik 6’da “ T ”, gözlem adedini; “ N ”, denklem sayısını (her bir değişken için); “ θ ”, tahmin edilen parametre vektörünü; “ $\varepsilon_t' = [\varepsilon_{1,t} \varepsilon_{2,t} \dots \varepsilon_{i,t}]$ ”, “ t ” zamanında yaşanan şoklara ait “ $1 \times i$ ” vektörü; “ S_t ”, “ $j \neq i$ ” ve “ $i, j = 1, 2, \dots, n$ ” için çapraz köşegen elamanlarını sağlayan “ $i \times i$ ” boyutlu ve zamana göre değişiklik gösteren koşullu varyans-kovaryans matrisini simgelemektedir (Sayın vd., 2020: 452-453).

Çok Değişkenli VAR-EGARCH Modeli'nin tahmininin ardından modelde herhangi bir spesifikasyon probleminin olup olmadığı sınanmalıdır (Kılıç, 2021: 115). Bu doğrultuda ilk olarak tahmin edilen model için standardize edilmiş kalıntılar hesaplanmaktadır. Bu kalıntıların karelerine uygulanan Ljung-Box Testi sonucunda, modelin otokorelasyon sorunu içerip içermediği anlaşılmaktadır. Ljung-Box test istatistiğinin anlamsız olması, modelde otokorelasyon etkisinin olmadığını göstermektedir. ARCH-LM Testi'ne ait test istatistiğinin anlamsız olması ise, tahmin edilen modelde herhangi bir değişen varyans probleminin bulunmadığına işaret etmektedir.

4. ANALİZLER VE BULGULAR

Çalışmada, GVZ endeksinden altın piyasasına ve OVX endeksinden Brent tipi ham petrol piyasasına doğru getiri ve volatilité yayımları Covid-19 öncesi ve sonrası dönemler için karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu kapsamda ilk olarak zaman serilerine ait tanımlayıcı istatistiklere bakılmıştır. Devamında, fiyat ve getiri serilerine ilişkin zaman yolu grafikleri ışığında birim kök testleri uygulanmıştır. Daha sonra ise, Çok Değişkenli VAR-EGARCH yöntemi aracılığıyla her iki dönem için getiri ve volatilité aktarım mekanizmaları analiz edilerek elde edilen bulgular karşılaştırılmıştır. Kurulan modellere ilişkin gecikme uzunlukları, Schwarz bilgi kriterine dayalı olarak belirlenmiştir. Ayrıca, Ljung-Box testleri uygulanarak tahmin edilen modellerin herhangi bir spesifikasyon problemi taşıyıp taşımadıkları test edilmiştir. Yapılan çıkarımlarda ise, %5 önem düzeyi dikkate alınmıştır. Bu kapsamda Covid-19 öncesi ve sonrası için değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 3'de sunulmuştur:

Tablo 3. Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	GOLD	BRENT	GVZ	OVX
<u>Covid-19 Öncesi</u>				
Ortalama	1360,8800	79,2718	16,6502	33,2075
Maksimum	1895,0000	128,1400	39,9500	78,9700
Minimum	1049,4000	26,0100	8,8800	14,5000
Standart Sapma	177,8480	26,7029	4,7759	10,2698
Çarpıklık	0,8250	0,1062	1,1222	0,8562
Basıklık	2,7374	1,5605	5,1352	3,8698
Jarque-Bera	271,4670 (0,0000)	205,9100 (0,0000)	933,2046 (0,0000)	358,7485 (0,0000)
Gözlem Sayısı	2334	2334	2334	2334
<i>ARCH-LM Testi</i>	<i>f-İstatistikleri</i>	<i>f-Olasılıkları</i>	<i>R² Değerleri</i>	<i>R² Olasılıkları</i>
Gold-Gvz Modeli	166032,9000***	0,0000	2301,6860***	0,0000
Brent-Ovx Modeli	212404,0000***	0,0000	2308,6640***	0,0000
<u>Covid-19 Sonrası</u>				
Ortalama	1825,5900	73,1042	18,5299	49,3831
Maksimum	2067,2000	133,1800	48,9800	325,1500
Minimum	1474,3000	9,1200	11,5400	27,1400
Standart Sapma	99,6344	25,0154	4,4131	27,4218
Çarpıklık	-0,2124	-0,1482	2,2766	4,4071
Basıklık	2,9046	2,6114	11,6307	28,0959
Jarque-Bera	6,6881 (0,0353)	8,4293 (0,0148)	3360,4820 (0,0000)	24968,6100 (0,0000)
Gözlem Sayısı	847	847	847	847
<i>ARCH-LM Testi</i>	<i>f-İstatistikleri</i>	<i>f-Olasılıkları</i>	<i>R² Değerleri</i>	<i>R² Olasılıkları</i>
Gold-Gvz Modeli	16566,1800***	0,0000	805,9397***	0,0000
Brent-Ovx Modeli	18827,8300***	0,0000	828,4534***	0,0000

Not: Tabloda yer alan *** işareti, istatistik değerlerinin %1 önem düzeyinde anlamlı olduklarını ifade etmektedir.

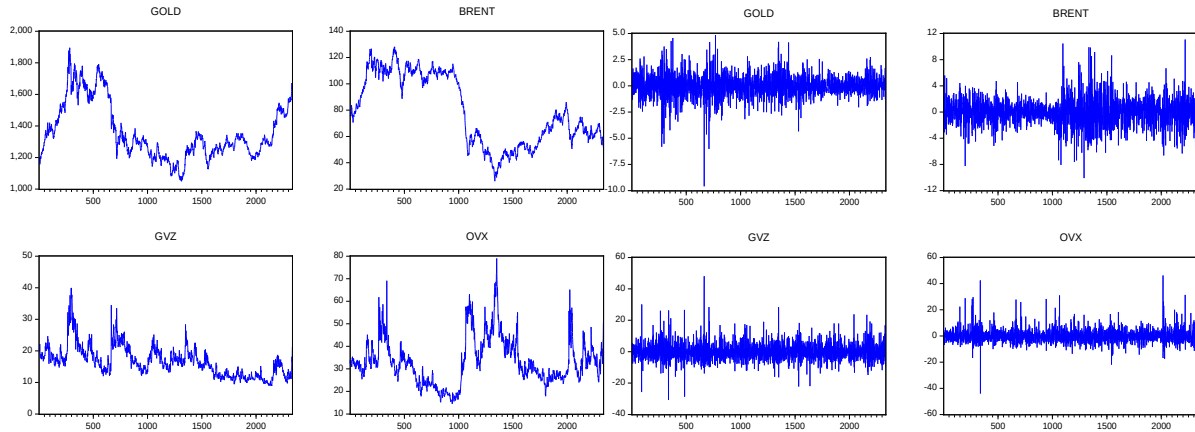
Tablo 3'e göre, ortalama altın fiyatları ile GVZ ve OVX endekslerine ilişkin değerlerin Covid-19 sonrası dönemde artış gösterdikleri dikkat çekmiştir. Ortalama altın fiyatlarındaki yükseliş, özellikle kriz dönemlerinde güvenli liman olarak anılan altının bu fonksiyonu ile tutarlılık sergilemektedir. Zımnı volatilité endekslerindeki yükselişler ise, Covid-19 salgınının dünya geneline yayılmasıyla beraber piyasalardaki belirsizliklerin arttığına işaret etmektedir. Buna karşın Brent tipi ham petrol fiyatlarına ait ortalama değer, Covid-19 sonrasında daha düşük hesaplanmıştır. En düşük günlük kapanış fiyatı ise, 9,12 \$ seviyesinde gerçekleşmiştir. Bilindiği üzere küresel salgından dolayı dünya genelinde uygulanan tecrit politikaları, uluslararası ticarete ve endüstriyel üretime ciddi

zararlar vererek, ham petrol talebinin önemli ölçüde azalmasında etkili olmuştur. Yaşanan durumun, arz ve talep dengesizliği ile birlikte ham petrol fiyatları üzerinde baskı oluşturması ve aşağı yönlü hareketi körüklemesi muhtemeldir.

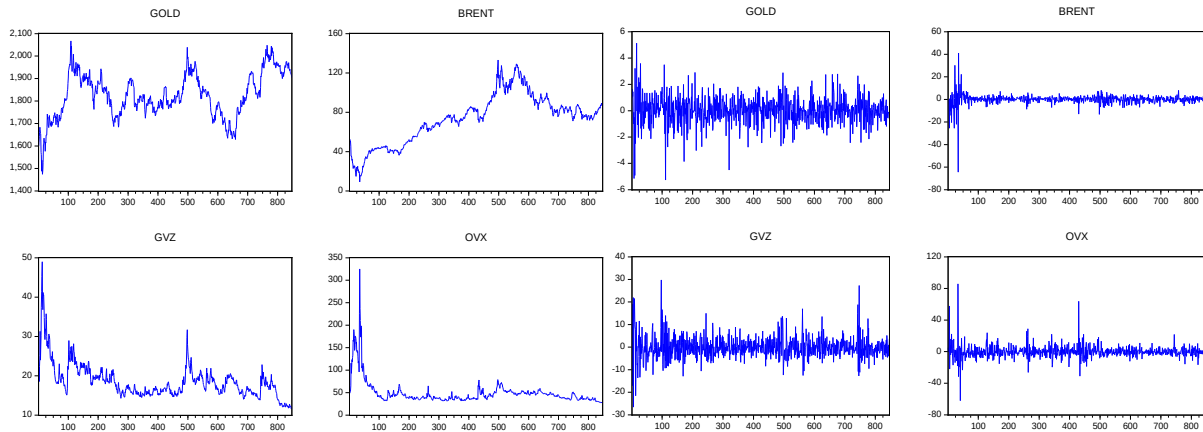
Çarpıklık ve basıklık değerleri, finansal zaman serilerine ait karakteristik özelliklerin tespitinde önem arz etmektedir. Öyle ki çarpıklık, veri setine ait dağılımın normal dağılıma göre orantısızlığını göstermekte iken; basıklık, dağılım eğrisinin normal dağılıma kıyasla daha uzun ve sivri mi yoksa daha kısa ve yassı mı olduğunu ortaya koymaktadır. Tanımlayıcı istatistiklere bakıldığında, Covid-19 öncesinde tüm değişkenlerin pozitif çarpık oldukları göze çarpmıştır. Şu halde pandemi öncesinde tüm değişkenler için aşırı pozitif getirilerin aşırı negatif getirilere nazaran daha fazla gerçekleşme olasılığına sahip olduğu ifade edilebilir. Covid-19 sonrasında ise, altın ve Brent tipi ham petrolün negatif çarpık oldukları görülmüştür. Diğer taraftan normal bir dağılıma ait basıklık değeri 3'e eşittir. Tablo 3 incelendiğinde, her iki dönemde de GVZ ve OVX endekslerinin pozitif basıklığa sahip oldukları yani leptokurtik karakter sergiledikleri saptanmıştır. Bu durumda, her iki dönem için de GVZ ve OVX endekslerinin kalın kuyruklu barındırdıkları anlaşılmıştır. Bilindiği üzere kalın kuyruklu dağılımlarda, getirilerin büyük hareketler üretme olasılığı normalden daha yüksektir. Dolayısıyla GVZ ve OVX serilerine ait getirilerin büyük hareketler üretme olasılıklarının normalden daha yüksek olduğunu ifade etmek mümkündür.

Finansal zaman serilerinde ARCH etkisi yaygın olarak gözlenmiştir. Bilindiği üzere ARCH etkisi, zaman serilerine ilişkin varyansın sabit olmadığı ve geçmiş hata terimlerine bağlı olarak değiştiği bir durumu ifade etmektedir. Çalışmada, tahmin edilmesi değerlendirilen tüm modeller için ARCH-LM testi uygulanmıştır. ARCH-LM testinin yokluk hipotezi, kurulan modelde ARCH etkisinin bulunmadığını ifade etmektedir. Tablo 3'e göre, Covid-19 öncesi ve sonrası için oluşturulan tüm modellerde boş hipotez ret edilmiştir. Yani tahmin edilmesi değerlendirilen tüm modellerde ARCH etkisi söz konusudur. Bu bulgu, analize konu finansal zaman serileri arasındaki ilişkilerin tespiti için ARCH-GARCH tipi modellerin uygunluğunu ortaya koymuştur. Son olarak, her iki dönemde de tüm değişkenlerin %5 önem düzeyinde normal dağılıma sahip olmadıkları Jarque-Bera testi sonucunda belirlenmiştir. Covid-19 öncesi ve sonrası dönemler için fiyat ve logaritmik getiri serilerine ait zaman yolu grafikleri ise, Şekil 1'de gösterilmiştir:

Covid-19 Öncesi



Covid-19 Sonrası



Şekil 1. Fiyat ve Logaritmik Getiri Serilerine Ait Zaman Yolu Grafikleri

Zaman yolu grafikleri, zaman serilerinin durağanlık davranışlarının (mevsimsellikler, trendler, döngüler vb.) görsel olarak ortaya konulmasında ve veri setindeki yapısal özelliklerin anlaşılmasında faydalı ön bilgiler sunmaktadırlar. Şekil 1 incelendiğinde, Covid-19 öncesi için tüm değişkenlere ait fiyat serilerinde doğrusal trend farklılaşmalarının söz konusu olduğu yani bu değişkenlere ait değerlerin belirli bir yönde gerçekleşmekten ziyade nispeten kararsız bir yapı sergiledikleri anlaşılmıştır. Logaritmik getiri serilerinin ise, sıfır etrafında dağılan durağan bir sürece yaklaştıkları görülmüştür. Covid-19 sonrasında fiyat serilerine bakıldığında, altın ons fiyatlarının genellikle 1600-2000 \$ bandında hareket ettiği dikkat çekmiştir. Buna karşın Brent tipi ham petrolün kriz sonrası dönemle uyumlu olarak yukarı yönlü bir trende sahip olduğu tespit edilmiştir. GVZ ve OVX endekslerinin ise, pandemiden kaynaklanan risk ve belirsizliğin azalması ile birlikte aşağı yönlü bir eğilim kazandıkları belirlenmiştir. Yine Covid-19 krizi sonrasında da logaritmik getiri serilerinin sıfır etrafında dağılan durağan bir sürece yaklaştıkları saptanmıştır. Ayrıca, her iki dönemde de logaritmik getiri serilerinin volatilité kümelenmeleri barındırdıkları yani her iki işaretten büyük getirileri büyük getirilerin, küçük getirileri küçük getirilerin takip ettiği gözlemlenmiştir. Çalışmada, zaman yolu grafiklerinden elde edilen bilgiler ışığında, Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri uygulanmıştır. Birim kök testlerinin tespitinde ise, ilgili literatür dikkate alınmıştır. Burada kullanılan birinci nesil birim kök testleri, her ne kadar zaman serilerini seviye değerleriyle birim köklü hesaplama eğiliminde olsalar da, Çok Değişkenli VAR-EGARCH yaklaşımında zaman serilerine ilişkin logaritmik getiri serilerinin kullanılması, birinci nesil birim kök testlerinin bu zayıflığının giderilmesini sağlamıştır. Covid-19 öncesi ve sonrası için tüm değişkenlere ait birim kök test sonuçları Tablo 4’de yer almaktadır:

Tablo 4. Değişkenlere Ait Birim Kök Test Sonuçları

Değişken Kodu	Model Türü	Fiyat Serileri		Logaritmik Getiri Serileri	
		ADF	PP	ADF	PP
Covid-19 Öncesi					
GOLD	S	-1,8162	-1,7571	-49,3100***	-49,3205***
	S/T	-1,9042	-1,8329	-49,2999***	-49,3103***
BRENT	S	-1,0031	-1,0675	-46,3698***	-46,4073***
	S/T	-2,1787	-2,2358	-46,3679***	-46,4044***
GVZ	S	-4,3325***	-4,6807***	-37,6496***	-58,9501***
	S/T	-6,6957***	-6,1220***	-37,6444***	-58,9322***
OVX	S	-4,1293***	-3,8646***	-51,5024***	-53,4250***
	S/T	-4,1434***	-3,8807**	-51,4943***	-53,4221***
		(%1)	(%5)	(%10)	
Kritik Değerler	S	-3,4330	-2,8626	-2,5674	
	S/T	-3,9620	-3,4117	-3,1277	
Covid-19 Sonrası					
GOLD	S	-3,1547**	-3,0982**	-29,8322***	-30,0145***
	S/T	-3,1743*	-3,1253	-29,8218***	-30,0118***
BRENT	S	-1,3526	-1,3515	-23,0576***	-30,0794***
	S/T	-1,8412	-1,8821	-23,0439***	-30,0616***
GVZ	S	-3,6881***	-3,6537***	-30,5972***	-30,9265***
	S/T	-4,6637***	-4,7215***	-30,5810***	-30,9081***
OVX	S	-3,0436**	-4,0402***	-22,8085***	-30,6130***
	S/T	-3,1000	-4,6333***	-22,7990***	-30,5930***
		(%1)	(%5)	(%10)	
Kritik Değerler	S	-3,4379	-2,8647	-2,5685	
	S/T	-3,9689	-3,4151	-3,1298	

Not: Tabloda yer alan ***, ** ve * işaretleri, istatistik değerlerinin sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeyinde anlamlı olduklarını ifade etmektedir. Ayrıca; “S” sabitli modeli, “S/T” sabitli ve trendli modeli temsil etmektedir.

Tablo 4’e göre, Covid-19 öncesinde, GVZ ve OVX endekslerine ait hem fiyat hem de logaritmik getiri serilerinin birim köklü olmadıkları yani durağan bir yapı sergiledikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte altın ve Brent tipi ham petrole ait fiyat serilerinin birim kök içerdikleri fakat logaritmik getiri serilerinin durağan oldukları saptanmıştır. Covid-19 sonrasında ise, Covid-19 öncesi dönemde olduğu gibi GVZ ve OVX endekslerine ait fiyat ve logaritmik getiri serilerinin birim köklü olmadıkları tespit edilmiştir. Öte yandan altın fiyatlarına ilişkin zaman serisinin sabitli

model dikkate alındığında birim kök içermediği, Brent tipi ham petrolün ise, logaritmik getirilere dönüştürüldüğünde durağanlaştığı anlaşılmıştır. Sonuç olarak, her iki dönemde de tüm değişkenlere ait logaritmik getiri serileri birim köklü olmadıklarından, GVZ endeksinden altın piyasasına ve OVX endeksinden Brent tipi ham petrol piyasasına doğru getiri ve volatilité yayılımlarının Çok Değişkenli VAR-EGARCH yaklaşımı uygulanarak analiz edilebileceği görülmüştür. Kurulan modellerin vektör otoregresif kısmı ile getiriler arasındaki kısa dönemli yayılımlar araştırılmıştır. Vektör otoregresif modelden elde edilen hata terimleri ile oluşturulan EGARCH modeli üzerinden ise, getiri serilerinin koşullu varyanslarındaki volatilité yayılımları analiz edilmiştir (Çelik, vd., 2018b: 96). Covid-19 öncesi için GVZ endeksinden altına doğru getiri ve volatilité yayılımları Tablo 5’de sunulmuştur:

Tablo 5. Covid-19 Öncesi GVZ Endeksinden Altına Doğru Getiri ve Volatilité Yayılımı

Çok Değişkenli VAR (1) – EGARCH Tahmin Sonuçları					
		Katsayılar	Standart Hatalar	t-İstatistikleri	Olasılık Değerleri
Koşullu Ortalama Denklemi	R Sabit	0,0190	0,0153	1,2411	0,2146
	R _{Gold, Gold}	-0,0131	0,0224	-0,5824	0,5603
	R _{Gold, Gvz}	0,0035	0,0034	1,0357	0,3003
		Katsayılar	Standart Hatalar	t-İstatistikleri	Olasılık Değerleri
Koşullu Varyans Denklemi	α Sabit	-0,1025	0,0225	-4,5585***	0,0000
	α Gold, Gold	0,0296	0,0095	3,1196***	0,0018
	α Gold, Gvz	0,1057	0,0237	4,4559***	0,0000
	δ_1	0,1537	0,1297	1,1844	0,2362
	γ_1	0,9888	0,0046	215,1187***	0,0000
Tanı Testleri		Ljung-Box Testi		Q-İstatistikleri	Olasılık Değerleri
		ARCH-LM Testi		10,9170*	0,5360
				14,3116*	0,2813

Not: Tabloda yer alan *** ve * işaretleri, istatistik değerlerinin sırasıyla %1 ve %10 önem düzeyinde anlamlı olduklarını ifade etmektedir. Ayrıca; “R” getiriyi, “ α ” volatilitéyi, “ δ_1 ” asimetrik etkiyi, “ γ_1 ” ise volatilitenin kalıcılığını temsil etmektedir.

Covid-19 öncesinde, “ $\beta_{i,j}$ ” katsayısı anlamlı hesaplanamamıştır. Bu dönemde, GVZ endeksinin geçmiş dönem getirilerinden altın piyasasının cari getirilerine doğru herhangi bir getiri aktarımı elde edilememiştir. Bu durum, Covid-19 öncesi için GVZ endeksine ait mevcut getiriler kullanılarak, altın piyasasının gelecekteki getirilerinin tahmin edilemeyeceği anlamına gelmektedir. Koşullu varyans denkleminde ait bulgular ise, altın piyasasının cari volatilitésinin, GVZ endeksinin gecikmeli şoklarından pozitif yönlü olarak etkilendiğini ortaya koymuştur. Şu halde altın piyasasının 30 günlük beklenen volatilitésine ilişkin gecikmeli şokların, bu piyasanın oynaklığında artış meydana getirmesi muhtemeldir. Ayrıca, “ δ_1 ” katsayısı anlamsız bulunmuştur. Buna göre, Covid-19 öncesinde, altın piyasasına gelen bilgi şokları asimetrik bir karakter sergilememiştir. “ γ_1 ” katsayısı ise, “1”e oldukça yakın hesaplanmıştır. Bu nedenle altın piyasasının volatilitésinde ortaya çıkan şokların kısa sürede sönümlenmediği söylenebilir. Tanı testleri, modelde herhangi bir otokorelasyon ve değişen varyans sorunu olmadığını göstermiştir. Covid-19 sonrası için GVZ endeksinden altına doğru getiri ve volatilité yayılımları Tablo 6’da gösterilmiştir:

Tablo 6. Covid-19 Sonrası GVZ Endeksinden Altına Doğru Getiri ve Volatilité Yayılımı

Çok Değişkenli VAR (2) – EGARCH Tahmin Sonuçları					
		Katsayılar	Standart Hatalar	t-İstatistikleri	Olasılık Değerleri
Koşullu Ortalama Denklemi	R Sabit	0,0183	0,0286	0,6405	0,5219
	R _{Gold, Gold}	-0,0037	0,0286	-0,1279	0,8982
	R _{Gold, Gvz}	-0,0038	0,0068	-0,5623	0,5739
		Katsayılar	Standart Hatalar	t-İstatistikleri	Olasılık Değerleri
Koşullu Varyans Denklemi	α Sabit	-0,0434	0,0123	-3,5407***	0,0004
	α Gold, Gold	-0,0349	0,0140	-2,4845**	0,0130
	α Gold, Gvz	0,0893	0,0062	14,3065***	0,0000
	δ_1	-0,7176	0,6790	-1,0569	0,2906
	γ_1	0,9634	0,0100	96,4978***	0,0000
Tanı Testleri		Ljung-Box Testi		Q-İstatistikleri	Olasılık Değerleri
		ARCH-LM Testi		10,9260*	0,5353
				11,9152*	0,4525

Not: Tabloda yer alan ***, ** ve * işaretleri, istatistik değerlerinin sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeyinde anlamlı olduklarını ifade etmektedir. Ayrıca; “R” getiriyi, “ α ” volatilitéyi, “ δ_1 ” asimetrik etkiyi, “ γ_1 ” ise volatilitenin kalıcılığını temsil etmektedir.

Covid-19 sonrasında, GVZ endeksinin gecikmeli getirilerinden altın piyasasının mevcut getirilerine doğru anlamlı düzeyde herhangi bir getiri yayılımına ulaşamamıştır. Ancak, GVZ endeksinin geçmiş dönem şoklarından altın piyasasının koşullu oynaklığına doğru volatilité aktarımı belirlenmiştir. GVZ endeksine ait geçmiş dönem şokların altın piyasasının koşullu volatilitesi üzerinde pozitif yönlü bir etkiye sahip olması, altın piyasasının beklenen oynaklığına ilişkin gecikmeli şokların, bu piyasanın mevcut oynaklığı üzerinde bir artış meydana getirdiği şeklinde ifade edilebilir. Diğer taraftan “ δ_1 ” katsayısı, istatistiki olarak anlamsızdır. Bu bulgu, Covid-19 sonrasında, altın piyasasına gelen olumsuz şokların, aynı büyüklükteki olumlu şoklara göre daha fazla volatilitéye yol açmadığı anlamına gelmektedir. “ γ_1 ” katsayısı ise, “1”e oldukça yakındır. Yani altın piyasasına gelen bilgi şoklarının kalıcı bir nitelik taşıdığı ve kısa bir sürede ortadan kalkmadığı belirlenmiştir. Modelin güvenilirliğini desteklemek için uygulanan tanı testleri sonucunda ise, oluşturulan modelin otokorelasyon (p: 0,5353) ve değişen varyans (p: 0,4525) sorunu taşımadığı gözlemlenmiştir.

Altın piyasasına yönelik bulgular incelendiğinde, Covid-19 öncesinde ve sonrasında ne kendi gecikmeli getirilerinden ne de GVZ endeksinin gecikmeli getirilerinden altın piyasasına doğru herhangi bir getiri yayılımı belirlenememiştir. Ulaşılan bulgu, altın piyasasına ilişkin dünya genelindeki arz ve talep koşullarının dengede kalma düzeyinden veya genellikle uzun vadeli bir yatırım aracı olarak işlem gören altının, kısa vadeli değişimlere ve spekülâtif işlemlere nispeten duyarsız olmasından kaynaklanabilir. Buna karşın her iki dönemde de, hem altın piyasasının hem de GVZ endeksinin gecikmeli şoklarından altın piyasasının cari oynaklığına doğru volatilité yayımları tespit edilmiştir. Açıkçası, altın piyasasının beklenen oynaklığına ait gecikmeli şokların cari piyasa koşullarına tesir etmesi, gelecekte beklenen fiyat hareketlerinin hâlihazırdaki fiyat hareketlerini yönlendirme kabiliyetini göstermesi bakımından önem arz etmektedir. Elde edilen sonuçlar, altın piyasasının kendisinden ve GVZ endeksinden altın piyasasına doğru getiri ve volatilité aktarım mekanizmalarının, Covid-19 krizi sonrasında farklılaşmadığını ortaya koymaktadır. Yine her iki dönemde de altın piyasasına gelen bilgi şoklarının asimetric bir karakter sergilemediği ve bu piyasanın volatilitesinde ortaya çıkan şokların kısa sürede sönümlenmediği anlaşılmıştır. Covid-19 öncesi için OVX endeksinden Brent tipi ham petrole doğru getiri ve volatilité yayımları ise, Tablo 7’de sunulmuştur:

Tablo 7. Covid-19 Öncesi OVX Endeksinden Brent Tipi Ham Petrole Doğru Getiri ve Volatilité Yayılımı

Çok Değişkenli VAR (1) – EGARCH Tahmin Sonuçları					
		Katsayılar	Standart Hatalar	t-İstatistikleri	Olasılık Değerleri
Koşullu Ortalama Denklemi	R Sabit	-0,0379	0,0248	-1,5309	0,1258
	R Brent, Brent	0,0300	0,0119	2,5155**	0,0119
	R Brent, Ovx	-0,0323	0,0063	-5,1261***	0,0000
		Katsayılar	Standart Hatalar	t-İstatistikleri	Olasılık Değerleri
Koşullu Varyans Denklemi	α Sabit	-0,0525	0,0185	-2,8373***	0,0045
	α Brent, Brent	0,0656	0,0189	3,4638***	0,0005
	α Brent, Ovx	0,0144	0,0115	1,2453	0,2130
	δ_1	-0,4098	0,1338	-3,0634***	0,0022
	γ_1	0,9945	0,0027	370,5126***	0,0000
				Q-İstatistikleri	Olasılık Değerleri
Tanı Testleri			Ljung-Box Testi	10,8570*	0,5412
			ARCH-LM Testi	3,4397*	0,9916

Not: Tabloda yer alan ***, ** ve * işaretleri, istatistik değerlerinin sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeyinde anlamlı olduklarını ifade etmektedir. Ayrıca; “R” getiriyi, “ α ” volatilitéyi, “ δ_1 ” asimetric etkiyi, “ γ_1 ” ise volatilitenin kalıcılığını temsil etmektedir.

Covid-19 öncesinde, OVX endeksinin gecikmeli getirilerinden Brent tipi ham petrolün mevcut getirilerine doğru negatif yönlü bir getiri yayılımı elde edilmiştir. Bu sonuç, Covid-19 öncesi için ham petrol piyasasına ilişkin kısa vadeli oynaklık beklentisinden, Brent tipi ham petrol piyasasına doğru öncül/ardıl ilişkilerin varlığını bulgulamaktadır. Buna karşın “ $\alpha_{i,j}$ ” katsayısının istatistiki değerinin (t: 1,2453) anlamlı olmaması, ham petrol piyasasının 30 günlük oynaklık beklentisine ait geçmiş dönem şoklardan, Brent tipi ham petrol piyasasının cari oynaklığına doğru herhangi bir volatilité etkileşiminin yaşanmadığını göstermektedir. “ δ_1 ” parametresi incelendiğinde ise, Brent tipi ham petrol piyasasına gelen bilgi şoklarının asimetric bir etki meydana getirdiği anlaşılmıştır. Öyle ki “ δ_1 ” katsayısına ilişkin işaretin negatif yönlü hesaplanması (-0,4098), Brent tipi ham petrol piyasasına gelen aşağı yönlü bilgi şoklarının aynı büyüklükteki yukarı yönlü bilgi şoklarına kıyasla daha fazla volatilitéye neden olduğu anlamına gelmektedir. İlâveten “ γ_1 ” parametresine ait katsayı, “1”e oldukça yakın (0,9945) bulunmuştur. Dolayısıyla Brent tipi ham petrol piyasasına gelen şokların kısa bir zaman zarfında ortadan kalkmadığı görülmüştür. Ljung-Box ve ARCH-LM test istatistikleri ise, sırasıyla “10,8570” ve “3,4397” olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular, tahmin edilen modelin sırasıyla otokorelasyon ve değişen varyans sorunu

taşımadığına işaret etmektedir. Covid-19 sonrasında OVX endeksinden Brent tipi ham petrol piyasasına doğru getiri ve volatilité yayılımları Tablo 8’de gösterilmiştir:

Tablo 8. Covid-19 Sonrası OVX Endeksinden Brent Tipi Ham Petrole Doğru Getiri ve Volatilité Yayılımı

Çok Değişkenli VAR (2) – EGARCH Tahmin Sonuçları					
		Katsayılar	Standart Hatalar	t-İstatistikleri	Olasılık Değerleri
Koşullu Ortalama Denklemi	R_{Sabit}	0,0884	0,0869	1,0168	0,3093
	$R_{Brent, Brent}$	-0,0504	0,0354	-1,4225	0,1549
	$R_{Brent, Ovx}$	0,0102	0,0130	0,7800	0,4354
		Katsayılar	Standart Hatalar	t-İstatistikleri	Olasılık Değerleri
	α_{Sabit}	-0,0392	0,0804	-0,4873	0,6261
Koşullu Varyans Denklemi	$\alpha_{Brent, Brent}$	0,1971	0,0695	2,8382***	0,0045
	$\alpha_{Brent, Ovx}$	-0,1154	0,0238	-4,8568***	0,0000
	δ_1	-0,0831	0,0964	-0,8613	0,3891
	γ_1	0,9864	0,0095	104,0154***	0,0000
Tanı Testleri				Q-İstatistikleri	Olasılık Değerleri
Ljung-Box Testi				5,5590*	0,9366
ARCH-LM Testi				8,9988*	0,7030

Not: Tabloda yer alan *** ve * işaretleri, istatistik değerlerinin sırasıyla %1 ve %10 önem düzeyinde anlamlı olduklarını ifade etmektedir. Ayrıca; “R” getiriyi, “ α ” volatilitéyi, “ δ_1 ” asimetrik etkiyi, “ γ_1 ” ise volatilitenin kalıcılığını temsil etmektedir.

Covid-19 sonrasında, Brent tipi ham petrol piyasasına ait geçmiş dönem getirilerden bu emtianın cari getirilerine doğru Covid-19 öncesinde tespit edilen pozitif yönlü getiri yayılımının ortadan kalktığı göze çarpmıştır. Ayrıca, OVX endeksinin gecikmeli getirilerinden Brent tipi ham petrol piyasasının mevcut getirilerine doğru Covid-19 öncesinde elde edilen getiri yayılım mekanizmasına Covid-19 sonrasında ulaşamamıştır. Ancak, Covid-19 krizi sonrasında OVX endeksinin geçmiş dönem şoklarından Brent tipi ham petrolün koşullu oynaklığına doğru bir volatilité aktarımının mevcut olduğu görülmüştür. Öte yandan “ δ_1 ” parametresi istatistiki açıdan anlamsız (t: -0,8613) hesaplanmıştır. Yani Covid-19 sonrası için Brent tipi ham petrol piyasasındaki kaldıraç etkisi doğrulanamamıştır. “ γ_1 ” parametresine bakıldığında ise, Covid-19 sonrası dönemde, bilgi şoklarının Brent petrol piyasasındaki koşullu varyans üzerinde uzun süreli etkisi gözlemlenmiştir. Son olarak, Ljung-Box testleri, kurulan modelin herhangi bir spesifikasyon problemi taşımadığını ortaya koymuştur.

Brent tipi ham petrol piyasasına yönelik bulgular incelendiğinde, OVX endeksinden Brent tipi ham petrol piyasasına doğru Covid-19 öncesinde söz konusu olan getiri aktarımının Covid-19 sonrasında anlamlılığını yitirdiği görülmüştür. Bu sonuç, pandemi sonrasında, ham petrol piyasasına ilişkin 30 günlük oynaklık beklentisindeki değişimlerin, Brent tipi ham petrol piyasasındaki getirilerin tahmin edilmesi noktasında azalan önemine vurgu yapmaktadır. Elde edilen bulgu, küresel salgın ile beraber ham petrol piyasasındaki arz-talep dengesinde yaşanan olumsuz fiyat değişimlerinden kaynaklanmış olabilir. Diğer taraftan Covid-19 öncesinde, Brent tipi ham petrol piyasasının oynaklığına doğru sadece kendi gecikmeli şoklarından volatilité yayılımları söz konusu iken; Covid-19 sonrasında, OVX endeksine ait geçmiş dönem şokların, Brent tipi ham petrol piyasasının koşullu volatilitesi üzerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Kriz nedeniyle değişen piyasa koşullarının yanı sıra ham petrol piyasasında faaliyet gösteren katılımcıların davranışlarında meydana gelen değişimler (risk ve belirsizlik göstergelerine karşı daha fazla hassas olma, olumsuz bilgi ve haberlere daha fazla odaklanma gibi), yeni piyasa dinamiklerinin ortaya çıkmasında etkili olmuş olabilir. Ayrıca, Covid-19 öncesi Brent tipi ham petrol piyasasına ulaşan bilgi şoklarının asimetrik bir etki meydana getirdiği fakat Covid-19 sonrasında bu asimetrik etkinin zayıfladığı tespit edilmiştir. Son olarak, her iki dönemde de, Brent tipi ham petrol piyasasına gelen şokların kısa bir zaman zarfında ortadan kalkmadığı, uzun bir süre boyunca devam ettiği anlaşılmıştır.

5. SONUÇ

Çalışmada, GVZ endeksinden altın piyasasına ve OVX endeksinden Brent tipi ham petrol piyasasına doğru getiri ve volatilité yayılımları, farklı piyasa koşulları ile karakterize edilen Covid-19 öncesi ve sonrası için Çok Değişkenli VAR-EGARCH yöntemi kullanılarak karşılaştırmalı bir şekilde analiz edilmiştir.

Koşullu ortalama denkleminde elde edilen bulgulara göre, Covid-19 öncesi ve sonrası altın piyasasının ve GVZ endeksinin gecikmeli getirilerinden mevcut altın piyasası getirilerine doğru herhangi bir getiri yayılımı belirlenememiştir. Koşullu volatilité yayılımına bakıldığında ise, her iki dönemde de, hem altın piyasasının hem de GVZ endeksinin gecikmeli şoklarından altın piyasasının cari oynaklığına doğru volatilité aktarımları bulgulanmıştır. Altın piyasasının beklenen oynaklığına ait gecikmeli şokların cari piyasa koşullarına tesir etmesi, beklenen fiyat hareketlerinin hâlihazırdaki fiyat hareketlerini yönlendirme kabiliyetine işaret etmektedir. Aynı

zamanda bu bulgu, altın volatilité endeksi ile altın piyasası arasında zamana göre değişen bir ilişki raporlayan Yaya vd. (2021) ile paralellik sergilemektedir. Nitekim yazarlara göre; altın fiyatı, altın endeksi ve altın volatilité endeksi arasında kesirli eşbütünleşme ilişkileri söz konusudur. İlaveten, Covid-19 öncesi ve sonrası altın piyasasına ulaşan bilgi ve haberlerin asimetrik bir etki meydana getirmediği ve bu piyasaya gelen bilgi şoklarının yüksek bir kalıcılığa sahip olduğu görölmüşür.

Ulaşılan sonuçlardan hareketle altın piyasası katılımcılarının, uluslararası arz-talep koşullarına ve merkez bankaları tarafından uygulanan rezerv altın politikalarına odaklanmaları uygun görünmektedir. Bununla birlikte her iki dönem için de GVZ endeksinden altın piyasasına doğru volatilité aktarımları mevcut olduğundan, altın piyasasında faaliyet gösteren kiři ya da kurumların, GVZ endeksinde yaşanan şokları hesaba katmak suretiyle portföy/risk yönetimi gerçekleştirmelerinde fayda bulunmaktadır. Bu yaklaşım, portföy yönetim stratejilerinin altın piyasası dinamiklerine olan adaptasyon düzeyini arttıracaktır.

Brent tipi ham petrol piyasasına ilişkin getiri ve volatilité yayılımları incelendiğinde, Covid-19 sonrasında aktarım mekanizmalarının farklılaştığı göze çarpmıştır. Nitekim pandemi öncesinde OVX endeksinden Brent tipi ham petrol piyasasına doğru negatif yönlü bir getiri etkileşimi söz konusu iken, küresel salgın ile birlikte bu yayılımın işlevselliğini yitirdiğı tespit edilmiştir. Covid-19 öncesi için ulaşılın bulgu, ham petrol fiyatları ile OVX endeksi arasında güçlü bir ilişki elde eden Shaikh (2019) ile tutarlılık göstermektedir. Öyle ki Shaikh (2019) tarafından ham petrol fiyatları ve ABD petrol fonu ile OVX endeksi arasında negatif yönlü asimetrik ilişkiler hesaplanmıştır. Volatilité aktarımlarına bakıldığında ise, Covid-19 öncesinde, OVX endeksi Brent tipi ham petrol piyasası için öncül/belirleyici bir konumda olmamasına rağmen pandemi sonrasında, bu endeksten Brent tipi ham petrol piyasasına doğru koşullu volatilité aktarımı belirlenmiştir. Elde edilen sonuç, Covid-19 salgını boyunca petrol piyasasını ana risk alıcılarından biri olarak tanımlayan Ding vd. (2021)'ni desteklemektedir. Ding vd. (2021)'ne göre, döviz piyasalarından altın ve petrol piyasalarına doğru risk yayılımları, ters yöndeki risk yayılmalarından güçlüdür. Bunun yanında toplam zaman alanı yayılmalarının büyük bir bölümü, kısa dönemli risk yayılmalarından meydana gelmektedir.

Brent tipi ham petrol piyasasında faaliyet gösteren katılımcılara, kriz sonrası döneme uygun olarak, OVX endeksindeki gecikmeli getirilerden ziyade bu endekste yaşanan gecikmeli şokları göz önünde bulundurmaları tavsiye edilmektedir. Bu yönde tasarlanacak finansal tahmin uygulamaları, OVX endeksinden Brent tipi ham petrol piyasasına doğru önemini yitiren getiri etkileşiminin yanı sıra ağırlık kazanan volatilité aktarım mekanizmasının modellenmesine, dolayısıyla daha sağlıklı yatırım kararlarının alınmasına zemin hazırlayacaktır. Öte yandan Covid-19 sonrasında, OVX endeksinden Brent tipi ham petrol piyasasına doğru volatilité yayılımının önem kazanması, bu piyasadaki katılımcıların davranışlarındaki birtakım yeni duyarlılıklardan kaynaklanabilir. Örneğin, yaşanan kriz ile birlikte Brent tipi ham petrol piyasasındaki yatırımcılar, risk ve belirsizlik göstergelerine karşı daha fazla hassas olma ya da olumsuz bilgi ve haberlere daha fazla odaklanma gibi bazı eğilimler geliştirmiş olabilirler. Dolayısıyla ham petrol piyasası katılımcılarının, yeni piyasa dinamiklerini göz önünde bulundurmaları önerilmektedir.

Genel anlamda ulaşılın bulguların; bireysel ve kurumsal yatırımcıların tercihlerine, portföy/risk yönetimine ve politika yapıcıların kararlarına katkı sağlaması beklenmektedir. Buna karşın çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Nitekim analize konu finansal yatırım araçlarından kendi volatilité endekslerine doğru getiri ve volatilité yayılımlarının araştırılması, ters yöndeki transfer kanallarının da anlaşılmasına yardımcı olacak ve portföy çeşitlendirme stratejilerinin geliştirilmesine imkân tanıyacaktır. Ayrıca, finansal piyasalar açısından önemi her geçen gün artın diğer zımnı volatilité endeksleri ile altın ve ham petrol piyasaları arasındaki yayılım mekanizmalarının incelenmesi, ilgili literatürün genişlemesine ve finansal varlıkların doğasının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

EXTENDED SUMMARY

Research Questions & Purpose

The GVZ index estimates the market expectation for the next 30 days volatility of gold returns through options with a wide range of strike prices written on the GLD fund. The OVX index, on the other hand, forecasts the market expectation of the next 30-day volatility of crude oil through options with a wide range of strike prices traded on the USO fund. In this study, using the Multivariate VAR-EGARCH method, the return and volatility spillovers from the GVZ index to the gold market and from the OVX index to the Brent crude oil market, respectively, are comparatively examined for pre and post-Covid-19 periods characterized by different market conditions. Thus, the current/changing role of short-term volatility expectations in these markets on current market conditions is analyzed. Methodologically, the Multivariate VAR-EGARCH approach, which stands out with some advantages, is utilized. The findings are expected to contribute to the preferences of individual/institutional investors, portfolio/risk management and policymakers' decisions at the global level.

Literature Review

A review of the related literature reveals that the relationship between the VIX index, the most widely known implied volatility index, and gold and oil markets has been analyzed using a variety of analysis techniques. However, there are also studies that analyze the relationship between gold and crude oil markets and their implied volatility indicators. For example, Shaikh (2019) finds a strong relationship between crude oil prices and the OVX index. Yaya et al. (2021), on the other hand, found a time-varying fractional cointegration relationship between gold prices and the gold volatility index. On the other hand, there is no study in the literature that comparatively analyzes the relationships between gold and crude oil markets and their implied volatility indicators before and after the pandemic, that is, no study that aims to identify new transmission mechanisms that are likely to emerge with the crisis period.

Methodology

In this study, daily data for pre and post-Covid-19 periods are used to determine the return and volatility spillovers from the GVZ index to the gold market and from the OVX index to the Brent crude oil market, respectively. The pre-Covid-19 analysis period is 19.07.2010-28.02.2020 and the post-Covid-19 analysis period is 02.03.2020-14.08.2023. The choice of the post-Covid-19 analysis period was influenced by the fact that the European continent became the epicenter of the coronavirus crisis as of March 2020 and the global pandemic was declared as a pandemic by the World Health Organization. In the study, the Multivariate VAR-EGARCH approach was utilized.

Results and Conclusion

According to the findings from the conditional mean equation, no return spillovers from the lagged returns of the gold market and the GVZ index to the current gold market returns were found before and after Covid-19. As for conditional volatility spillovers, volatility transmission from lagged shocks of both the gold market and the GVZ index to the current volatility of the gold market was found in both periods. The fact that lagged shocks to the expected volatility of the gold market affect current market conditions points to the ability of expected price movements to drive current price movements. Based on the results, it seems appropriate for gold market participants to focus on international supply-demand conditions and reserve gold policies implemented by central banks. However, since there are volatility transfers from the GVZ index to the gold market in both periods, it is beneficial for individuals or institutions operating in the gold market to perform portfolio/risk management by taking into account shocks to the GVZ index.

An analysis of the return and volatility spreads for the Brent crude oil market reveals that the transmission mechanisms have diverged after Covid-19. As a matter of fact, while there was a negative return interaction from the OVX index to the Brent crude oil market before the pandemic, this spread lost its functionality with the global pandemic. Regarding volatility transmission, although the OVX index was not a leading/determinant indicator for the Brent crude oil market before Covid-19, a conditional volatility transmission from this index to the Brent crude oil market was determined after the pandemic. Participants in the Brent crude oil market are advised to consider lagged shocks to the OVX index rather than lagged returns in the post-crisis period. Financial forecasting applications designed in this direction will pave the way for modeling the volatility transmission mechanism, which is gaining weight, as well as the return interaction from the OVX index to the Brent crude oil market, which is losing its significance, and thus paving the way for making sounder investment decisions.

KAYNAKÇA

- Alqahtani, A. (2019). Do global financial, oil and gold volatility shocks affect the GCC stock markets? *Emerging Economy Studies*, 5(2), 157-175. <https://doi.org/10.1177/2394901519870888>
- Badshah, I. U., Frijns, B., & Tourani-Rad, A. (2013). Contemporaneous spill-over among equity, gold, and exchange rate implied volatility indices. *Journal of Futures Markets*, 33(6), 555-572. <https://doi.org/10.1002/fut.21600>
- Baur, D. G., & McDermott, T. K. (2010). Is gold a safe haven? International evidence. *Journal of Banking & Finance*, 34(8), 1886-1898. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2009.12.008>
- Bayraç, H. N. (2019). Küresel petrol piyasasında fiyat oluşumu ve ekonomik etkileri. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(19), 44-59.
- Bayramoğlu, M. F., & Abasız, T. (2017). Gelişmekte olan piyasa endeksleri arasında volatilité yayılım etkisinin analizi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (74), 183-200. <https://doi.org/10.25095/mufad.396865>
- Black, F. (1976). Studies of stock market volatility changes. *Proceedings of the American Statistical Association, Business and Economic Statistics Section*, 177-181.

- Bouri, E., Jain, A., Biswal, P., & Roubaud, D. (2017). Cointegration and nonlinear causality amongst gold, oil, and the Indian stock market: Evidence from implied volatility indices. *Resources Policy*, 52, 201-206. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.03.003>
- CBOE/GVZ. (2023, 04 17). *Index dashboard*. 04 17, 2023 tarihinde Cboe Global Markets: <https://www.cboe.com/us/indices/dashboard/gvz/> adresinden alındı
- CBOE/OVX. (2023, 04 17). *Index dashboard*. 04 17, 2023 tarihinde Cboe Global Markets: <https://www.cboe.com/us/indices/dashboard/ovx/> adresinden alındı
- Chittineni, J. (2018). Indian implied volatility index: A macroeconomic study. *Applied Economics and Finance*, 5(5), 75-82. <https://doi.org/10.11114/aef.v5i5.3585>
- Çelik, İ., Özdemir, A., & Demir Gülbahar, S. (2018b). İslami hisse senedi endeksleri arasında getiri ve volatilité yayılımı: Gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalarda çok değişkenli VAR-EGARCH uygulaması. *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, 1(2), 89-100. <https://doi.org/10.32951/mufider.418295>
- Çelik, İ., Özdemir, A., Gürsoy, S., & Ünlü, H. U. (2018a). Gelişmekte olan hisse senedi piyasaları ile kıymetli madenler arasındaki getiri ve volatilité yayılımı. *Ege Akademik Bakış*, 18(2), 217-230. <https://doi.org/10.21121/EAB.2018237351>
- Ding, Q., Huang, J., & Chen, J. (2021). Dynamic and frequency-domain risk spillovers among oil, gold, and foreign exchange markets: Evidence from implied volatility. *Energy Economics*, 102, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105514>
- Dutta, A., Bouri, E., & Roubaud, D. (2019). Nonlinear relationships amongst the implied volatilities of crude oil and precious metals. *Resources Policy*, 61, 473-478. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.04.009>
- Enders, W. (2014). *Applied econometric time series* (4 b.). John Wiley & Sons Inc.
- Eyüboğlu, K., & Eyüboğlu, S. (2022). Bist ana sektör endekslerinde zayıf formda etkinliğin yapısal kırılmalı uzun hafıza modelleri ile analizi. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(2), 702-720. <https://doi.org/10.11616/asbi.1097446>
- Gülhan, Ü. (2020). Altın fiyatları ile VIX endeksi, BİST 100 endeksi, döviz kuru ve petrol fiyatları ilişkisi: Ekonometrik bir analiz. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 11(2), 576-591.
- Hapau, R. G. (2023). Capital market volatility during crises: Oil price insights, VIX index, and gold price analysis. *Management & Marketing*, 18(3), 290-314. <https://doi.org/10.2478/mmcks-2023-0016>
- He, L. (2022). How does the Russia-Ukraine war affect financial markets. *BCP Business & Management*, 23, 625-634. <https://doi.org/10.54691/bcpbm.v23i.1412>
- Ji, Q., Bouri, E., & Roubaud, D. (2018). Dynamic network of implied volatility transmission among US equities, strategic commodities, and BRICS equities. *International Review of Financial Analysis*, 57, 1-32. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.02.001>
- Jubinski, D., & Lipton, A. F. (2013). VIX, gold, silver, and oil: How do commodities react to financial market volatility? *Journal of Accounting and Finance*, 13(1), 70-88.
- Kılıç, E. (2021). Vadeli ve spot piyasalar arasındaki getiri ve volatilité etkileşimi: Borsa İstanbul üzerine bir uygulama. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(23), 109-122. <https://doi.org/10.53092/duiibfd.1030052>
- Koutmos, G. (1996). Modeling the dynamic interdependence of major european stock markets. *Journal of Business Finance & Accounting*, 23(7), 975-988. <https://doi.org/10.1111/J.1468-5957.1996.TB01035.X>
- Koutmos, G., & Booth, G. G. (1995). Asymmetric volatility transmission in international stock markets. *Journal of International Money and Finance*, 14(6), 747-762. [https://doi.org/10.1016/0261-5606\(95\)00031-3](https://doi.org/10.1016/0261-5606(95)00031-3)
- Liu, M.-L., Ji, Q., & Fan, Y. (2013). How does oil market uncertainty interact with other markets? An empirical analysis of implied volatility index. *Energy*, 55, 860-868. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.04.037>
- Miyazaki, T., Toyoshima, Y., & Hamori, S. (2012). Exploring the dynamic interdependence between gold and other financial markets. *Economics Bulletin*, 32(1), 37-50.
- Münyas, T., & Bektur, Ç. (2021). Korku endeksi (VIX) ile kredi temerrüt swap (CDS), Dolar kuru, Euro kuru, BİST 100 ve altın arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi: Türkiye örneği. *TESAM Akademi Dergisi*, 8(2), 555-571. <https://doi.org/10.30626/tesamakademi.959051>

- Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 59(2), 347-370. <https://doi.org/10.2307/2938260>
- Özhan, E., Özbey, F., & Kandır, S. Y. (2023). VIX korku endeksi ile seçilmiş varlık getirileri arasındaki ilişkilerin araştırılması. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(2), 297-308. <https://doi.org/10.25287/ohuibf.1148874>
- Polat, M., & Kılıç, E. (2022). BRICS ülkelerinde döviz kuru ve borsa arasındaki getiri ve volatilité etkileşimi: VAR-EGARCH modeli ile bir uygulama. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (49), 539-551. <https://doi.org/10.30794/pausbed.957410>
- Raza, N., Shahzad, S. J., Tiwari, A. K., & Shahbaz, M. (2016). Asymmetric impact of gold, oil prices and their volatilities on stock prices of emerging markets. *Resources Policy*, 49, 290-301. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2016.06.011>
- Saka Ilgın, K., & Sarı, S. S. (2018). VIX korku endeksi global altın piyasaları üzerinde etkili midir? 5. *Uluslararası Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Kongresi (ICPESS)*, 247-253.
- Sayın, S., Doğru, E., & Gürsoy, S. (2020). Dolar kuru ile seçili BIST şehir endeksleri arasında getiri ve volatilité yayılımı: Çok değişkenli VAR-EGARCH uygulaması. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (49), 441-466.
- Sertkaya, B. (2022). Korku endeksi (VIX) ile emtia piyasaları arasındaki ilişkinin ampirik analizi. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (31), 87-103.
- Shaikh, I. (2019). The relation between implied volatility index and crude oil prices. *Engineering Economics*, 30(5), 556-566. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.30.5.21611>
- Sökmen, F. Ş., & Gürsoy, S. (2021). Investigation of the relationship between Bitcoin and gold prices with the maki cointegration test. *Ekonomi İşletme ve Maliye Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 217-230. <https://doi.org/10.38009/ekimad.971877>
- Tunçel, M. B., Alptürk, Y., Yılmaz, T., & Bekci, İ. (2021). Korku endeksi (VIX) ile kıymetli madenler arasındaki ilişki üzerine ekonometrik bir çalışma. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(3), 1069-1083. <https://doi.org/10.16951/atauniiibd.885956>
- Yaya, O. S., Vo, X. V., & Olayinka, H. A. (2021). Gold and silver prices, their stocks and market fear gauges: Testing fractional cointegration using a robust approach. *Resources Policy*, 72, 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102045>
- Yıldırım, H. (2019). The long-term relationship of fear index with Dollar index, DAX volatility index and crude oil prices: ARDL bond test. T. Çürük içinde, *Economics and Administrative* (s. 47-58). Akademisyen Kitabevi.