

# Covid-19 Pandemisi Döneminde Asimetrik Volatilité Bulguları: BIST Sektör Endekslerinde Bir İnceleme<sup>1</sup>

(Araştırma Makalesi)

*Findings of Asymmetric Volatility During the Covid-19 Pandemic: A Review of BIST Sector Indices*

Doi: 10.29023/alanyaakademik.1025865

**Berkan ATAŞ**

Araş. Gör. Dr. İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi,  
atasberkan@gmail.com,  
Orcid No: 0000-0003-3049-3195

**Osman Emre ARLI**

Öğr Gör. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla Meslek Yüksekokulu,  
emrearli@mu.edu.tr,  
Orcid No: 0000-0002-7756-9372

**Bu makaleye atıfta bulunmak için:** Ataş, B., & Arlı, O.E. (2022). Covid-19 Pandemisi Döneminde Asimetrik Volatilité Bulguları: BIST Sektör Endekslerinde Bir İnceleme. Alanya Akademik Bakış, 6(2), Sayfa No.2217-2233.

## ÖZET

### Anahtar kelimeler:

Asimetrik Volatilité,  
Covid-19, GJR-  
GARCH

Makale Geliş Tarihi:  
19.11.2021  
Kabul Tarihi:  
11.03.2022

### Keywords:

Asymmetric  
Volatility, Covid-19,  
GJR-GARCH

Asimetrik volatilité negatif dalgalanmaların varyans üzerinde pozitif dalgalanmalara göre daha yüksek etki yaratması olarak tanımlanabilir. Bu olgu finansal serilerin yapısal bir özelliği olmakla birlikte kriz dönemlerinde daha da derinleştiği düşünülmektedir. Bu çalışmada 2020 başlarında uzak doğu ülkelerinde görülmeye başlayan daha sonra hızla tüm dünyaya yayılan pandemi kaynaklı küresel krizin etkisi sonucu asimetrik volatilité varlığı test edilmiştir. Pandemi kaynaklı krizin BIST birincil sektör endeksleri üzerinde yarattığı asimetrik volatilité etkisi incelenmiştir. Çalışmada GJR-GARCH (1,1) istatistiksel modeli kullanılmıştır. Bulunan sonuçlara göre asimetrik volatilité hem pandemi öncesi hem de pandemi dönemi için BIST sektör endekslerinin karakteristik bir özelliği olmakla birlikte bütün alt sektörler kriz sonrası dönemde daha anlamlı derecede sonuçlar vermiştir. Ayrıca asimetri katsayısının kriz sonrası dönemlerin tamamında daha yüksek olduğu görülmüştür.

## ABSTRACT

Asymmetric volatility can be defined as negative fluctuations having a higher effect on the variance than positive fluctuations. Although this phenomenon is a structural feature of financial series, it is thought to strengthen even more during crisis periods. In this study, the presence of asymmetric volatility was tested as a result of the effect of the global crisis caused by the pandemic, which started to be seen in the Far East countries at the beginning of 2020 and then spread rapidly all over the world. The asymmetric volatility effect of the crisis on BIST primary sector indices has been examined. GJR-GARCH (1,1) statistical model is applied. Based on findings, although asymmetric

<sup>1</sup> 22.10.2021 tarihinde "24. Finans Sempozyumunda" bildiri olarak sunulmuştur.

*volatility is a characteristic feature of BIST sector indices for both the pre-pandemic and pandemic periods, all sectors gave more significant results in the pandemic period. In addition, it is observed that the asymmetry coefficient is higher in all pandemic periods.*

## 1. GİRİŞ

Piyasa fiyatları ile volatilité (oynaklık) arasındaki ilişki finans literatüründe geniş yer bulmaktadır. Piyasadaki enstrümanlara ilişkin fiyat tahminlerinde çoğu zaman da bir risk unsuru olan volatilitenin kullanılması sık rastlanan bir durumdur. Volatilitéye bakılarak sermaye varlıklarının fiyatlaması, portföy riski, piyasa riski ya da opsiyon fiyatlamaları gibi analizler yapılabilmektedir. Volatilité kısaca menkul kıymetin getiri oranının varyansı alınarak hesaplanabilir. Volatilitenin yüksek olması durumu risk oranındaki artış olarak ifade edilebilir. Fakat piyasada yer alan menkul kıymetlerin fiyatlarındaki uzun yükseliş dönemleri ile uzun düşüş dönemlerindeki volatiliteler her zaman aynı şiddete sahip olmayabilmektedir. Çoğu zaman fiyatlardaki uzun düşüş dönemlerinde volatilité, fiyatların uzun yükseliş dönemlerindeki volatilitéye göre daha fazla olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum asimetrik volatilité olarak adlandırılmaktadır (Cao ve Tsay, 1992; Pagan ve Schwert, 1990; Wu, 2001).

Literatürde bazı çalışmalar volatilitéyi pozitif yukarı yönlü riskler (iyi volatilité) ve negatif aşağı yönlü riskler (kötü volatilité) olmak üzere iki yönlü olarak ele almaktadır (Barndorff-Nielsen vd., 2008, 2). Bu durum aslında getirilerin varyansının yarısı alınarak aşağı yönlü olanların ayrı, yukarı yönlü olanların ayrı değerlendirilmesidir. Kötü volatilité ile iyi volatilité arasında farklılıkların bulunması asimetrik volatilité şeklinde ifade edilmektedir. Çoğu kanıt göstermektedir ki altın piyasası gibi istisnalar dışında negatif yönlü risklerin pozitif yönlü risklere göre daha fazla oynaklık gösterdiği şeklindedir (Todorova, 2017: 138).

Asimetrik volatilité olgusunu ABD borsasında hisse senetleri piyasa getirilerinde ilk olarak inceleyen ve açıklayanlar arasında Black (1976) ve Christie (1982) gelmektedir. Literatürdeki ampirik çalışmalarda volatilité stokastik hareket etmekte olduğu, değişen varyansın rassal olarak konumlandığı ortaya koyulmaktadır. Fakat Black (1976) ve Christie (1982)'nin yaptığı çalışmalar, değişen varyans ile hisse senetleri fiyatları arasında bir ilişkinin olabileceği sonucunu açıklamaktadır. Buna göre varyanstaki değişim her durumda aynı olmamaktadır. “Kaldıraç etkisi hipotezi” olarak adlandırılan bu durumda hisse senetleri fiyatları artış eğilimindeyken finansal kaldıraç azalmakta, hisse senedi fiyatları azalış eğilimindeyken finansal kaldıraç artmakta ve hisse senedini daha riskli hale getirmektedir.

Asimetrik volatilité olgusunu açıklamak için kullanılan diğer bir kavram ise “geri bildirim etkisi” dir. Eğer volatilité piyasada yer alan yatırımcılar tarafından fiyatlanıyorsa, volatilitéde beklenen bir artış özsermaye getiri oranını yükseltecek bu da fiyatlara negatif şekilde yansıtacaktır (Aboura ve Chevallier, 2013: 132). Campbell ve Hentschel (1992)'e göre büyük negatif hisse senedi getirileri ile büyük pozitif hisse senedi getirileri arasında farklılık vardır. Büyük negatif hisse getirileri daha yaygın olarak görülmektedir ve bu asimetrik durumu geri bildirim etkisi ile açıklamışlardır. Schwert (1990) 1885 ile 1988 arası günlük verileri kullanarak hisse senedi getirilerini incelemiş 1987 borsa çöküşünde bariz bir değişikliğe asimetriye işaret etmiştir ve on hareketten altısı düşüş, dördü yükselişle ilgili olduğunu vurgulamıştır.

Günlük ve haftalık borsa verilerinde yaşanan bu asimetrik ilişkiyi açıklayan bir diğer bakış açısı ise davranışsal finansla ilişkilidir. Low (2004)' a göre piyasadaki yatırımcılar kayıp riskini gerçek risk olarak görmekteyken fakat finans literatüründe risk varyans ile ifade edilmektedir

ve bu bakış açısı birbiriyle çelişmektedir. Yatırımcıların risk algısı daha çok aşağı yönlü olduğu için kazanç durumundaki yatırımcılar ile kayıp durumundaki yatırımcı davranışları arasında fark olduğunu (kayıptan kaçınma) ve bu durumun asimetrik volatiliteye neden olabileceğini ifade etmiştir. Aşağı yönlü volatilitenin, yukarı yönlü volatiliteden daha fazla artma eğiliminde olduğunu davranışsal finans bakış açısı ile göstermiştir. Ayrıca Hibbert vd. (2008) asimetrik volatilitenin varlığını, yatırımcı davranışları konusu olan davranışsal temsiliyet ve tahmin önyargıları ile açıklamıştır.

Asimetrik volatilitte, aşırı alışı ve aşırı satışı koşullarında piyasadaki likidite yetersizliği nedeniyle kendini gösterebilmektedir (Xiang ve Zhu, 2014: 143). Hisse senedi fiyatlarındaki büyük bir çöküş sonrası piyasa volatilitenin arttığı dönemlerde daha belirgin hale gelmektedir (Wu, 2001: 837). Asimetrik volatilitenin varlığını test edebilmek çeşitli ekonometrik tahmin modelleri geliştirilmiştir. Bu modellerden bazıları MCMC (Markov Zinciri Monte Carlo) testleri, HAR (Heterojen Otoregresif) ya da GARCH (Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) testlerine dayanmaktadır.

Bu çalışmanın hedefi Covid-19 pandemisi döneminde asimetrik volatilitenin varlığını test etmektir. Aralık 2019'da Çin Halk Cumhuriyeti'nde ortaya çıkan koronavirüs salgını, 2020 yılı başlarında tüm dünyaya yayılması sonucu bir pandemiye dönüşmüştür. Pandemi nedeniyle çoğu ülke çeşitli önlemler alarak virüsün yayılmasını önlemeye çalışmış, alınan önlemler reel sektörü başta olmak üzere birçok ülkenin ekonomilerini olumsuz yönde etkilemiştir. OECD (Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü)'nin raporu, AB (Avrupa Birliği)'de yer alan ülkelerin neredeyse tamamının 2020 yılı gayri safi yurtiçi hasılaya göre ekonomilerinde daralma olduğunu göstermektedir. Yine aynı raporda ABD ekonomisi de 2020 yılında %3,5 daralmıştır. Ayrıca başta ABD ve AB borsaları olmak üzere dünyadaki pek çok menkul kıymet borsası pandeminin ilk dönemleri olan 2020 ilk çeyreğinde ciddi kayıplar yaşamıştır. Bu noktadan hareketle pandemi etkisiyle oluşan piyasadaki dalgalanma dönemini incelenmiş, pandemi öncesi ve pandemi dönemlerinde yaşanan volatilitede asimetrik bir çıkarım olup olmadığı test edilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde asimetrik volatiliteye ilişkin literatürde yapılan çalışmalara yer verilmiş, üçüncü bölümde ise pandemi öncesi ve pandemi dönemi için BIST (Borsa İstanbul) sektör endekslerinin yer aldığı günlük verilerden oluşan bir zaman serisi oluşturularak asimetrik volatilitenin sektörlere göre varlığı test edilmiştir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde asimetrik volatilitte olgusu ile ilgili başta hisse senetleri olmak üzere menkul kıymet borsaları, vadeli işlemlerin yer aldığı borsalar ve emtia piyasalarında yapılmış çalışmalara rastlanılmaktadır (Koutmos ve Booth, 1995; Dennis vd., 2006; Bekaert ve Wu, 2000; Talpsepp ve Rieger, 2010). Çalışmalar asimetrik volatilitenin açıklandığı kaldıraç etkisi, geri bildirim etkisi ve davranışsal finans çerçevesinde ele alınmıştır.

Yapılan ilk çalışmalar hisse senetleri üzerine olmuştur ve getirilerin varyansının negatif esnekliği ile finansal kaldıraç arasında ilişki olduğu ifade edilmiştir (Christie, 1982: 407). Christensen vd. (2015) 84 yıllık verileri içeren ABD hisse senetleri endeksi getirileri üzerine yaptıkları çalışmada volatilitenin ve kaldıraç etkisinin krizler döneminde arttığını gözlemlemişlerdir. Dennis vd. (2006) günlük hisse senedi getirileri üzerine yaptıkları çalışmada asimetrik volatilitenin toplu firma düzeyindeki etkilerden değil sistematik piyasa çapındaki faktörlerden etkilendiği yönündedir. Literatürde piyasaya gelen haberlerin de asimetrik volatilitte bulguları üzerinde etkisi olduğu düşünülmektedir. Horpestad vd. (2019) dünya

genelindeki 19 borsa endeksinde yaptıkları çalışmada ABD ve Avrupa borsaları başta olmak üzere tüm piyasalarda asimetrik volatilitiyi gözlemlemişlerdir. Kaldıraç etkisinin ters yönlü etkisi de bazen asimetrik volatilitiyeye neden olmaktadır. Luo ve Wang (2019) uluslararası hisse senedi piyasalarındaki araştırmalarında ABD ve Singapur piyasalarının kaldıraç etkisinden kaynaklı asimetrik volatilitiyeye olduğunu Japon ve Hong Kong borsalarının ise ters kaldıraç etkisiyle asimetrik volatilitiyeye kanıtlarını sunmuşlardır. Koutmos ve Booth (1995) New York, Tokyo ve Londra hisse senetleri piyasalarında asimetrik volatilitiyeye bulgularını, piyasaya gelen iyi haberler ve kötü haberlere üzerinden incelemişler ve üssel genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişken varyans (EGARCH) modeli ile tahmin etmişlerdir. Piyasaya gelen kötü haberlerin, iyi haberlere göre yayılım etkisinin daha fazla olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Karmakar (2007) Hindistan borsası üzerinde GARCH modeli tahmini yaparak asimetrik volatilitiyeye dair kanıtlar aramıştır. Volatilitiyenin düşen piyasalarda daha fazla olduğunu gözlemlemiştir. Yine Hindistan borsası üzerinde Goudarzi ve Ramanarayanan (2011)'ın yaptıkları çalışmada iyi ve kötü haberin piyasadaki algılanmasını incelemiştir. 2008 krizi döneminde kaldıraç etkisi nedeniyle olumsuz haberlerin, olumlu haberlerden daha fazla piyasayı etkilediği sonucunu ifade etmektedirler. Buna göre piyasanın iyi ve kötü haberlere vermiş olduğu tepki asimetriktir ve kötü haberler volatilitiyeyi daha fazla arttırmaktadır. Reyes (2001) menkul kıymet borsasında işlem gören hisse senetlerini küçük ve büyük olarak kategorize ederek EGARCH yöntemi tahmin modeli oluşturmuş, buna göre küçük şirketlerin büyük sermaye hisse senedi getirilerinden küçük sermayeli getirilere asimetrik bir volatilitiyeye bulgusuna rastlamıştır.

Asimetrik volatilitiyeye ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar sadece hisse senetleri ile sınırlı değildir. Ayrıca petrol fiyatları, altın fiyatları, tahviller gibi birçok ekonomik unsurun getiri ve risk ilişkisi incelenmiştir. Altın piyasasında yaşanan asimetrik volatilitiyeye bilinenin aksine ters şekilde işlemektedir. Buna göre pozitif şoklar volatilitiyeyi negatif şoklara göre daha fazla arttırmaktadır (Baur, 2012: 26). Todorova (2017) altın fiyatlarının 13.5 yıllık gün içi verilerini inceleyerek ters asimetrik olgusuna ışık tutmaktadır. Hisse senedi piyasalarının düşüş dönemlerinde yatırımcılar güvenli liman olarak gördükleri altın yönelebilmektedir. Bu durumda altın fiyatındaki düşüşlerden daha çok yükselişler yatırımcıların dikkatini çekmektedir. Artan altın fiyatları, altın piyasasında belirsizliğe yol açabilir ve altın fiyatlarındaki oynaklığı arttırabilecek çalkantılı bir dönemin habercisi olarak görülebilir. Bu nedenle altın piyasasında pozitif şoklar, negatif şoklara göre daha fazla etkili olabilmektedir (Todorova, 2017, ss.138-139). Chiarella vd. (2016) vadeli altın piyasası için benzer sonuçları ifade etmektedirler.

Chen vd. (2021) enerji vadeli işlem sözleşmeleri üzerine Çin'de yaptıkları çalışmada iyimser duygu değişiminin volatilitiyeye üzerinde negatif, kötümser duygu değişiminin ise volatilitiyeye üzerinde pozitif etkisi gözlemlenmiştir. Hassan (2011)'ın günlük verilerden oluşan ve 10 yılı kapsayan ham petrol verileri de asimetrik volatilitiyeye kanıtları sunmaktadır. Olumlu ve olumsuz haberlerin petrol fiyatları oynaklığı üzerinde farklı etkiler yarattığını ifade etmektedir. Maitra vd. (2021) petrol piyasasında asimetrik oynaklığın varlığına işaret etmektedirler.

Asimetrik volatilitiyeye dair bulgular döviz ve kripto para piyasalarında da kendini göstermektedir. Wang ve Yang (2009) çalışmalarında ABD doları karşısında; Avusturya Doları, Euro, İngiliz Sterlini ve Japon Yeninin asimetrik oynaklık bulgularını araştırmışlardır. Euro dışında diğer bütün para birimleri asimetrik volatilitiyeye sahip olduğu sonucuna varmışlardır. Baur ve Dimpfl (2018) 20 kripto para üzerinde yaptıkları çalışmada, asimetrik

volatilite bulgusuna rastlamışlar fakat hisse senetleri piyasalarından farklı olarak, pozitif şoklar negatif şoklara göre volatilitiyi daha fazla arttırdığını ifade etmişlerdir.

Covid-19 dönemine ait literatür incelendiğinde asimetrik volatiliteye ilişkin bulgular çalışmanın hipotezlerini doğrular niteliktedir. Virüsün çıkışı noktası olarak kabul edilen Çin'in finansal piyasalarında Shahzad vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada volatilité yayılımı incelenmiş, pozitif ve negatif yayılımın asimetrik olduğu görülmüştür. Li (2021) küresel piyasalar üzerindeki incelemesinde hisse senedi piyasalarında ağırlıklı olarak finansal bulaşma etkisiyle asimetrik volatilité bulgularını göstermiştir. Maghyereh vd. (2022) altı ülke piyasasında yaptıkları çalışmada piyasadaki aşağı yönlü hareket sırasında sadece daha fazla korelasyon göstermekle kalmamış aynı zamanda daha yüksek risk transferi gerçekleştirmiştir. Özellikle pandemi dönemindeki bulgular asimetrik volatilitenin belirgin varlığını ortaya koymuştur. Covid-19 pandemisi dönemine ait başka bir çalışmada Huang ve Wu (2021) petrol ve altın piyasalarında asimetrik volatilitenin pandemi döneminde yoğunlaştığı sonucunu aktarmıştır. Shehzad vd. (2021) petrol fiyatları ve enerji sektörü üzerinde yaptıkları çalışmada Covid-19 pandemisi döneminin 2008 küresel finansal krizi dönemine göre daha fazla asimetrik volatilité bulgularına işaret etmektedir.

Asimetrik volatiliteye dair bulgular finansal kaldıraç etkisinden, piyasaya gelen iyi ya da kötü haberlerden ya da davranışsal etkiler nedeniyle başta hisse senetleri piyasaları olmak üzere, vadeli piyasalar, enerji piyasaları, emtia piyasaları gibi birçok piyasada test edilebilmektedir. Bu çalışma da geniş literatüre bir katkı sağlaması amacıyla Covid-19 pandemisi dönemindeki bulguları test etmek için güncel verilerle tasarlanmıştır. Çalışmanın yapıldığı tarihte literatürde Covid-19 pandemisi dönemi ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Pandemi döneminde yaşanan kriz ilişkisinin asimetrik volatilité açısından incelenmesi ve ortaya konulan bulgular, pandemi dönemindeki finansal risklerin incelenmesine ilişkin yapılacak çalışmalara ışık tutması beklenmektedir.

### 3. METODOLOJİ, YÖNTEM VE UYGULAMA

#### 3.1. Metodoloji

ARCH tipi volatilité modellerinde  $\epsilon_t$  hata terimlerini ve  $\sigma_t^2$  varyansı göstermek üzere ARCH(q) modeli;

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 \dots + \alpha_q \epsilon_{t-q}^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \epsilon_{t-i}^2 \quad (3.1)$$

olacaktır. Engle (1982) tarafından geliştirilen ARCH tipi modellerde model parametreleri en küçük kareler (EKK) tahminleyicisi üzerinden belirlenmektedir. Eşitlikten de anlaşılacağı üzere ARCH tipi modellerde koşullu varyans geçmiş şoklara ve bu şokların nasıl ağırlıklandırıldıklarına göre belirlenmektedir. Fakat bunun yanında finansal zaman serilerinde görülen uzun dönemde ortalamaya yakınsama gözardı edilmektedir. Bu nedenle Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen GARCH (p,q) modelleri;

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \epsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{t-i}^2 \quad (3.2)$$

olarak gösterilmektedir. Eşitlikteki  $\sigma_{t-i}^2$  uzun dönemli varyansı gösterirken  $\beta_i$  bunun katsayısını ifade etmektedir. Fakat klasik GARCH(p,q) modelleri volatilité kümelenmesini oldukça iyi açıklamasına karşın volatilité asimetrisi gözardı edilmektedir. Bu nedenle Glosten, Jaganathan ve Runkle (1993) tarafından GJR-GARCH modeli geliştirilmiştir. Bu modelde;

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \epsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{t-i}^2 \quad (3.3)$$

Eşitliği kullanılmıştır. Buradaki  $I_{t-1}$  kukla değişken olarak asimetrik ilişkiyi temsil etmektedir. Bu değişken negatif değişim durumlarında 1 pozitif değişim durumunda 0 değeri almaktadır.

$$I_t = \begin{cases} 1, & u_t < 0 \\ 0, & u_t > 0 \end{cases} \quad (3.4)$$

Ayrıca asimetrik ilişkiden söz edebilmek için  $\gamma$  katsayısı da pozitif olmalıdır. Aksi takdirde model içinde anlamlı olsa dahi teorik olarak geçersizdir (Brooks,2008).

Model 3.3'te  $\alpha_i$ 'ler geçmiş şokları göstermektedir.  $\alpha_1 u_{t-1}^2$  birinci dereceden gecikmeli hatayı  $\sigma_{t-1}^2$  birinci dereceden gecikmeli varyansı göstermektedir. Ayrıca eğer  $u_{t-1}^2 I_{t-1}$  birinci gecikmeli şok pozitif bir değere sahipse  $I_t$ , 0 değerini alarak denklem 3.2'deki klasik GARCH(1,1) süreci uygulanmaktadır (Francq ve Zakoian, 2010).

3.3'teki eşitliği ayrıca  $\sigma_t^2 = \alpha_0 + (\alpha_1 + \gamma I_{t-1})u_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$  şeklinde de göstermek mümkündür.  $\gamma$  pozitif olarak gerçekleşmesi asimetrik volatilité etkisi olarak açıklanırken negatif katsayı tersine asimetrik volatilité olarak isimlendirilmektedir.  $I_t$  kukla değişkenin 1 olması durumunda negatif şok söz konusu olacaktır (Francq ve Zakoian, 2010).

Basık getiriler dışında model volatilité kümelenmesi gibi hususları da göz önünde bulundurmaktadır. Eğer volatilité  $t_{-1}$  döneminde yüksekse  $t$  döneminde de yüksek olacaktır. Eğer  $\alpha_1 + \frac{\gamma}{2} + \beta > 1$  olarak gerçekleşirse, volatilitenin ortalamaya yakınsadığı söylenebilir (mean reversion) ve uzun dönemli dalgalanmanın  $\sigma$  etrafında gerçekleştiği izlenimi vermektedir. Bu durumda;

$$\sigma^2 = (Var(r_t)) = \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_1 - \frac{\gamma}{2} - \beta} \quad (3.5)$$

olarak gerçekleşecektir. Eşitlik 3.5'te yer alan asimetri terimi  $\gamma$ 'nin önündeki  $\frac{1}{2}$  katsayısı  $z_t$  normallik varsayımından gelmektedir (Glosten, Jaganathan ve Runkle, 1993).

Modelde  $\hat{\alpha}_0, \hat{\alpha}_1, \hat{\gamma}, \hat{\beta}$  tahmin parametrelerini göstermek üzere;

$$\hat{\sigma}_{T+h}^2 = \alpha_0 + \left( \hat{\alpha}_1 + \frac{\hat{\gamma}}{2} + \hat{\beta} \right) \hat{\sigma}_{T+h-1}^2 \quad (3.6)$$

parametrelerinin tahmini yapıldıktan sonra  $h$  dönemindeki koşullu varyans;

$$\hat{\sigma}_{T+h}^2 = \sqrt{\sum_{i=1}^h \hat{\sigma}_{T+i}^2} \quad (3.7)$$

ortalamaya yakınsama fonksiyonu ile birlikte uzun dönemde;

$$\hat{\sigma}_{T+h}^2 = h \sqrt{\frac{\hat{\alpha}_0}{1 - \hat{\alpha}_1 - \frac{\hat{\gamma}}{2} - \hat{\beta}}} \quad (3.8)$$

olarak gerçekleşmektedir(Glosten, Jaganathan ve Runkle, 1993).

## 3.2. Çalışmanın Verileri

Çalışmada Borsa İstanbul (BİST) sektör endeksleri kullanılmıştır. Pandemi öncesi ve pandemi dönemi açısından karşılaştırma yapılacağından çalışmaya uygun olan tüm birincil sektör endeksleri çalışmaya dahil edilmiştir. (XINSA) BİST İnşaat gibi bazı sektör endekslerinin veri uzunluğunun yetersiz olmasından dolayı çalışmaya dahil edilmemişlerdir. Aşağıda Tablo:1’de çalışmada kullanılan endeksler gösterilmiştir. Kullanılan veriler pandemi öncesi ve pandemi dönemi olarak iki alt kategoriye ayrılmıştır. 01.08.2018-31.12.2019 arası dönem pandemi öncesi ve 01.01.2020-31.05.2021 arası dönem pandemi dönemi için alt dönemler olarak belirlenmiştir.

**Tablo 1. Çalışmada Kullanılan BİST Sektör Endeksleri**

ENDEKS KODU	ENDEKS İSMİ
XBANK	BİST Bankalar
XGIDA	BİST Yiyecek & İçecek
XGMYO	BİST Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları
XILTM	BİST Telekomünikasyon
XKMYA	BİST Kimyasal, Petrol & Plastik
XSPOR	BİST Spor
XTCRT	BİST Toptan Satış & Perakende Ticaret
XTEKS	BİST Tekstil & Deri
XTRZM	BİST Turizm
XUHIZ	BİST Hizmet
XULAS	BİST Ulaştırma
XUSIN	BİST Sınai
XUTEK	BİST Teknoloji

Tablo 2’deki tanımlayıcı istatistik değerlerine göre serilerin kalın kuyruğa sahip ve sola çarpık olduğu görülmektedir. Bu yüksek sıklıkta düşük pozitif getirilere mukabil, düşük sıklıkta büyük negatif getiriler yaşandığını göstermektedir. Ayrıca Ek 1’de paylaşılan endeks ve getiri serilerine göre pandemi döneminde volatilité kümelenmesinin oldukça bariz bir şekilde görülmektedir. Özellikle Mart 2020’de pandeminin etkilerinin tüm dünyaya yayılması ile birlikte volatilitenin de önemli derecede arttığı ve takip eden aylarla birlikte krizden önceki seviyelere geldiği görülmektedir. Tablo 2’deki Augmented Dickey Fuller birim kök testi sonuçlarına göre serilerin birim kök içermediği durağan olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca serilerin normal bir şekilde dağıldığı görülmektedir.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler

	Std. Sap.	Çarpıklık	Basıklık	Jarque-Bera	Olasılık	ADF*	Olasılık
<b>XBANK</b>	0.02	-0.32	6.00	138.6	0.00	-25.6	0.00
<b>XGIDA</b>	0.02	-1.56	9.01	675.5	0.00	-24.8	0.00
<b>XGMYO</b>	0.02	-1.13	7.24	339.2	0.00	-25.0	0.00
<b>XILTM</b>	0.02	-0.55	6.76	226.2	0.00	-27.1	0.00
<b>XKMYA</b>	0.02	-0.93	7.12	301.1	0.00	-24.2	0.00
<b>XSPOR</b>	0.04	-0.64	6.32	186.8	0.00	-21.7	0.00
<b>XCRT</b>	0.02	-0.69	9.18	589.8	0.00	-25.9	0.00
<b>XTEKS</b>	0.02	-1.63	9.51	779.3	0.00	-12.2	0.00
<b>XTRZM</b>	0.03	-0.80	5.48	128.8	0.00	-23.5	0.00
<b>XUHIZ</b>	0.02	-1.73	11.23	1170.5	0.00	-24.8	0.00
<b>XULAS</b>	0.03	-0.14	6.28	159.6	0.00	-25.3	0.00
<b>XUSIN</b>	0.02	-1.63	10.16	909.4	0.00	-16.2	0.00
<b>XUTEK</b>	0.02	-0.63	8.11	406.9	0.00	-27.2	0.00

(\*) Ortalama sıfıra yakın olduğu ve getiri serileri trend içermediği için Augmented Dickey Fuller trendsiz ve sabit terimsiz model tercih edilmiştir.

Aşağıdaki Tablo 3'te çalışmaya dahil edilen endekslerin ARCH-LM test istatistiği sonuçları verilmiştir. Bu testin sonuçlarına göre XILTM, XSPOR, XCRT endekslerinde değişen varyans görülmemesinden dolayı ARCH tipi modellere uygun olmadığına kanaat getirerek bu endeksler çalışmaya dahil edilmemiştir. Başlangıçtaki 13 endeksten 10'u ile analiz gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3 ARCH-LM Test Sonuçları\*\*

INDEX	AR(1)	$u_{t-1}^2(1)$	LM Test
XBANK	0.04	0.17	20.53



	(0.32)	(0.00)	(0.00)
XGIDA	0.02	0.17	19.19
	(0.53)	(0.00)	(0.00)
XGMYO	0.06	0.17	19.64
	(0.12)	(0.00)	(0.00)
XILTM	-0.02	0.08	4.05
	(0.67)	(0.05)	(0.05*)
XKMYA	0.09	0.14	14.47
	(0.02)	(0.00)	(0.00)
XSPOR	0.07	0.03	0.85
	(0.08)	(0.36)	(0.36*)
XTCRT	0.07	0.07	2.98
	(0.07)	(0.08)	(0.08*)
XTEKS	0.08	0.17	20.83
	(0.04)	(0.00)	(0.00)
XTRZM	0.11	0.29	61.00
	(0.00)	(0.00)	(0.00)
XUHIZ	0.20	0.30	65.24
	(0.00)	(0.00)	(0.00)
XULAS	0.05	0.26	48.13
	(0.22)	(0.00)	(0.00)
XUSIN	0.03	0.09	5.17
	(0.38)	(0.02)	(0.02)
XUTEK	-0.02	0.16	17.07

(0.53)

(0.00)

(0.00)

**Notlar:** Birinci dereceden ARCH etkisinin incelendiği modelin sonuçları verilmiştir. Parantez içinde olasılık değerleri yer almaktadır. (\*) LM testine göre %5 anlamlılık seviyesinde değişen varyansın görülmediği serileri göstermektedir.

### 3.3. Bulgular

Çalışmada asimetrik volatilité modeli olan GJR-GARCH 10 farklı BIST sektör endeksi üzerinde pandemi öncesi ve pandemi dönemi alt dönemleri için uygulanmıştır. Bu sayede kriz döneminde artan volatilité üzerinde asimetrik volatilitenin payı karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Tablo 4 ve Tablo 5 de pandemi öncesi ve pandemi dönemi GJR-GARCH model tahminleri verilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre pandemi öncesi dönemde %1 anlamlılık değerinde 4 farklı sektör endeksi için asimetrik volatilitenin anlamlı olduğu görülmektedir (XGIDA, XUHIZ, XULAS, XUSIN). %5 anlamlılık seviyesine göre bakıldığında ayrıca XBANK, XGMYO, XTEKS, XUTEK endekslerinde de asimetrik volatilitenin olduğu gözlemlenmektedir. Asimetrik volatilitenin gözlemlenmediği endeksler XKMYA ve XTRZM'dir. Bu haliyle bakıldığında asimetrik volatilitenin sadece kaotik dönemlerinde oluşmadığı pandemi öncesi dönem için de büyük oranda sektör endekslerinde gözlemlendiği söylenebilir.

**Tablo 4. Pandemi öncesi GJR-GARCH(1,1) Model Çıktıları**

Endeksler	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\gamma$	$\beta$	ARCH-LM	AIC
<b>XBANK</b>	0.00 (0.04)	0.02 (0.67)	0.13 (0.04**)	0.80 (0.00)	0.35 (0.55)	-4.70
<b>XGIDA</b>	0.00 (0.00)	-0.06 (0.00)	0.04 (0.00*)	1.01 (0.00)	1.06 (0.30)	-5.45
<b>XGMYO</b>	0.00 (0.01)	0.05 (0.32)	0.20 (0.03**)	0.51 (0.00)	0.42 (0.52)	-5.86
<b>XKMYA</b>	0.00 (0.00)	0.39 (0.00)	-0.13 (0.26)	0.37 (0.00)	0.71 (0.40)	-5.57
<b>XTEKS</b>	0.00 (0.06)	-0.01 (0.59)	0.10 (0.02**)	0.84 (0.00)	1.03 (0.31)	-5.58
<b>XTRZM</b>	0.00 (0.00)	0.16 (0.00)	-0.08 (0.11)	0.73 (0.00)	0.83 (0.36)	-5.30
<b>XUHIZ</b>	0.00	-0.02	0.08	0.93	0.20	-6.00

	(0.01)	(0.31)	(0.00*)	(0.00)	(0.65)	
<b>XULAS</b>	0.00	-0.05	0.11	0.99	1.44	-4.80
	(0.77)	(0.00)	(0.01*)	(0.00)	(0.23)	
<b>XUSIN</b>	0.00	-0.10	0.25	0.77	0.48	-6.07
	(0.01)	(0.02)	(0.00*)	(0.00)	(0.49)	
<b>XUTEK</b>	0.00	0.00	0.16	0.73	0.37	-5.01
	(0.03)	(0.94)	(0.03**)	(0.00)	(0.54)	

**Not:**  $\gamma$  asimetri katsayısıdır. (\*), (\*\*) sırasıyla asimetrik volatilitenin %1 ve %5 seviyesinde anlamlı olduğu serileri göstermektedir. Parantez içindeki ifadelerde olasılık değerleri verilmiştir. ARCH-LM modelin kalıntılarının birinci dereceden eşvaryans değerini göstermektedir. Ayrıca AIC (Akaike Information Criterion) bilgi kriterlerini vermektedir.

Tablo 5'te ise pandemi dönemi için tahmin edilen model parametreleri verilmiştir. Pandemi döneminde endekslerin tamamının  $\gamma$  katsayılarının %1 seviyesinde anlamlı olduğu görülmektedir. Sonuçlar asimetrik volatilitenin etkisinin pandemi döneminde daha anlamlı olduğunu göstermektedir. Asimetrik volatilitenin sektör endekslerinin genel bir özelliği olmakla birlikte kriz dönemlerinde anlamlılığını yükseltmektedir. Bunun bir nedeni kriz dönemlerindeki belirsizlik ortamında artan panik nedeniyle rasyonelliğini kaybeden yatırım davranışları olabilir.

$\gamma$  asimetrik volatilitenin yanında  $\alpha_0$  modeldeki sabit terimi,  $\alpha_1$  ARCH terimini,  $\beta$  uzun dönemli varyans olan GARCH terimini temsil etmektedir. Alınan sonuçlara göre uzun dönemli volatilitenin  $\beta$ 'nin de model içinde oldukça baskın olduğu görülmektedir. Bu durum artan volatilitenin dönemlerinin sonrasında serilerin uzun dönemli ortalamaya yakınsadığını (mean reversion) göstermektedir.

Diğer taraftan pandemi öncesi ve pandemi dönemini kapsayan modeller açısından diğer bir karşılaştırma asimetri katsayıları üzerinden yapılabilir. Tablo 4 ve Tablo 5 incelendiğinde  $\gamma$  katsayısının tüm endeksler için pandemi döneminde daha yüksek değerler aldığı gözlemlenmektedir. Başka bir deyişle kriz dönemlerinde asimetrik volatilitenin toplam volatilitenin içerisindeki baskınlığı daha yüksek olmaktadır.

Ek 2'de pandemi öncesi ve pandemi dönemi için Q-Q dağılım grafikleri yer almaktadır. Şekilde pandemi sonrası dönemler için negatif uç değerlerin normalden oldukça saptığı görülmektedir.

**Tablo 5. Pandemi Dönemi GJR-GARCH(1,1) Model Çıktıları**

Endeksler	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\gamma$	$\beta$	ARCH-LM	AIC
<b>XBANK</b>	0.00	0.10	0.19	0.72	0.01	-4.83

	(0.00)	(0.00)	(0.00*)	(0.00)	(0.92)	
<b>XGIDA</b>	0.00	-0.05	0.37	0.63	0.25	-5.24
	(0.00)	(0.23)	(0.00*)	(0.00)	(0.62)	
<b>XGMYO</b>	0.00	-0.10	0.77	0.23	0.54	-4.92
	(0.00)	(0.01)	(0.00*)	(0.02)	(0.46)	
<b>XKMYA</b>	0.00	-0.04	0.16	0.85	0.03	-5.22
	(0.02)	(0.07)	(0.00*)	(0.00)	(0.87)	
<b>XTEKS</b>	0.00	0.07	0.62	0.31	0.39	-4.93
	(0.00)	(0.20)	(0.00*)	(0.00)	(0.53)	
<b>XTRZM</b>	0.00	-0.03	0.20	0.81	0.53	-4.23
	(0.00)	(0.37)	(0.00*)	(0.00)	(0.47)	
<b>XUHIZ</b>	0.00	-0.04	0.37	0.69	0.14	-5.60
	(0.00)	(0.37)	(0.00*)	(0.00)	(0.71)	
<b>XULAS</b>	0.00	0.13	0.32	0.57	0.02	-4.55
	(0.00)	(0.01)	(0.00*)	(0.00)	(0.88)	
<b>XUSIN</b>	0.00	-0.18	0.44	0.75	0.44	-5.51
	(0.00)	(0.00)	(0.00*)	(0.00)	(0.51)	
<b>XUTEK</b>	0.00	0.12	0.26	0.63	0.14	-4.92
	(0.00)	(0.02)	(0.00*)	(0.00)	0.71	

**Not:**  $\gamma$  asimetri katsayısıdır. (\*), (\*\*) sırasıyla asimetrik volatilitenin %1 ve %5 seviyesinde anlamlı olduğu serileri göstermektedir. Parantez içindeki ifadelerde olasılık değerleri verilmiştir. ARCH-LM modelin kalıntıların birinci dereceden eşvaryans değerini göstermektedir. Ayrıca AIC (Akaike Information Criterion) bilgi kriterlerini vermektedir.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Covid-19 pandemisi, küresel çapta gerek reel sektörde gerekse finansal piyasalarda kendini hissettirmiştir. Eve kapanmalar imalat sanayisi, lojistik, perakende başta olmak üzere birçok sektörde aksamalara neden olmuş ve bu durum finans sektöründe de kendini göstermiştir. Artan stres nedeniyle finansal piyasalarda volatilitede artış yaşandığı gözlemlenmiştir.

Çalışmada BIST birincil sektörlerinin pandemi öncesi ve pandemi dönemleri için gösterdiği asimetrik volatilité karakteristiği incelenmiştir. Asimetrik volatilité kavramı finansal piyasaların yapısal bir özelliği olmakla birlikte artan kriz ve belirsizlik dönemlerinde daha baskın bir hale geldiği yönünde bulgular yer almaktadır. Bu nedenle Covid-19 pandemisi kaynaklı yaşanan uluslararası krizin BIST sektör endekslerinde volatilité karakteristiği üzerinde yarattığı değişimler kurulan ampirik model aracılığıyla irdelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre asimetrik volatilité BIST sektör endekslerinde tüm dönemlerde yapısal bir özellik göstermekte iken pandemi döneminde daha bariz bir şekilde anlamlı sonuçlar vermektedir. Ayrıca sektör endekslerinde pandemi döneminde tüm asimetri katsayılarının yükseldiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar pandemi dönemlerinde asimetrik volatilité özelliğinin daha baskın bir hale geldiğini göstermektedir. Sonuçların tüm sektör endekslerinde birbirini destekler nitelikte benzeştiği görülmüştür.

Bulguların özellikle artan belirsizlik ve kaos durumunda yatırımcıların kayıptan kaçınma refleksiyle rasyonellikten koparak birbirini takip eden yatırım davranışı sergilemesinden kaynaklandığı düşünölmektedir. Bunun yanında hem pandemi öncesi hem de pandemi döneminde BIST sektörlerinin kısa dönemli şoklardan önemli derecede etkilenmesine rağmen uzun dönemde ortalamaya yakınsadığı (mean reversion) gözlemlenmiştir. Bu durum yapısal olarak tüm serilerde ve dönemlerde baskın bir şekilde görölmektedir.

Volatilité kavramı yatırım tercihi, portföy yönetimi, proje değerleme, menkul kıymet değerlemesi gibi en temel finansal karar süreçleri açısından en önemli parametrelerden birisidir. Yapılan finansal değerlendirmelerde artan belirsizlik dönemlerinde görölen asimetrik etkinin baskın bir hale geldiğini göz önünde bulundurmak fiyatlama açısından daha efektif sonuçlar ortaya çıkmasını sağlayabilir. Finansal piyasalarda etkin fiyatlamalar balon oluşumunun önüne geçerek finansal istikrara da katkı sunabilecektir. Diğer taraftan buradaki sonuçlar yalnızca Covid-19 pandemisi öncesi yakın dönemi kapsamaktadır. Diğer kriz dönemlerini kapsayan çalışmalar hem literatüre katkı hem de burada elde edilen sonuçların desteklenmesi açısından faydalı sonuçlar ortaya çıkarabilir.

## KAYNAKÇA

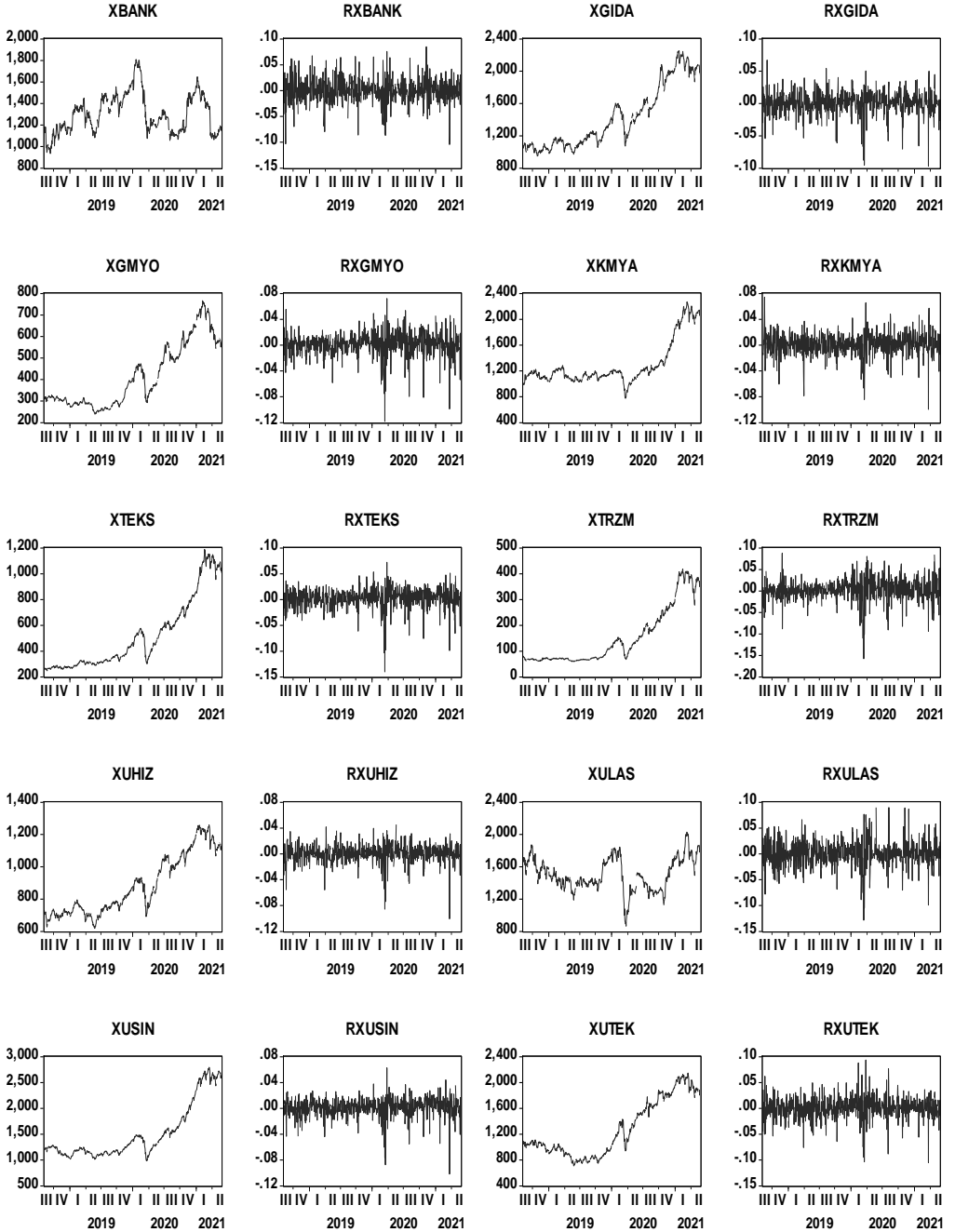
- ABOURA, S., & CHEVALLIER, J. (2013). "Leverage vs. Feedback: Which Effect Drives the Oil Market?", *Finance Research Letters*, 10(3), 131-141.
- BARNDORFF-NIELSEN, O. E., KINNEBROCK, S., & SHEPHARD, N. (2008). "Measuring Ddownside Risk-Realised Semivariance", *Creates Research Paper*, (2008-42).
- BAUR, D. G. (2012). "Asymmetric Volatility in the Gold Market", *The Journal of Alternative Investments*, 14(4), 26-38.
- BAUR, D. G., & DIMPFL, T. (2018). "Asymmetric Volatility in Cryptocurrencies", *Economics Letters*, 173, 148-151.
- BOLLERSLEV, T. (1986): "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", *Journal of Econometrics*, 31, 307-327
- BROOKS, C. (2008). *Introductory econometrics for finance* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- CAMPBELL, J. Y., & HENTSCHEL, L. (1992). "No News is Good News: An Asymmetric Model of Changing Volatility in Stock Returns", *Journal of financial Economics*, 31(3), 281-318.

- CAO, C. Q., & TSAY, R. S. (1992). "Nonlinear Time-Series Analysis of Stock Volatilities", *Journal of Applied Econometrics*, 7(S1), S165-S185.
- CHEN, R., BAO, W., & JIN, C. (2021). "Investor Sentiment and Predictability for Volatility on Energy Futures Markets: Evidence from China", *International Review of Economics & Finance*, 75, 112-129.
- CHIARELLA, C., KANG, B., NIKITOPOULOS, C. S., & TÔ, T. D. (2016). "The Return–Volatility Relation in Commodity Futures Markets", *Journal of Futures Markets*, 36(2), 127-152.
- CHRISTENSEN, B. J., NIELSEN, M. Ø., & ZHU, J. (2015). "The Impact of Financial Crises On The Risk–Return Tradeoff and The Leverage Effect", *Economic Modelling*, 49, 407-418.
- CHRISTIE, A. A. (1982). "The Stochastic Behavior of Common Stock Variances: Value, Leverage and Interest Rate Effects", *Journal of financial Economics*, 10(4), 407-432.
- COX, J. C., & ROSS, S. A. (1976). "The Valuation of Options for Alternative Stochastic Processes", *Journal of Financial Economics*, 3(1-2), 145-166.
- DENNIS, P., MAYHEW, S., & STIVERS, C. (2006). "Stock Returns, Implied Volatility Innovations, and The Asymmetric Volatility Phenomenon", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 381-406.
- ENGLE, R. F. (1982). "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of Variance of United Kingdom Inflation", *Econometrica*. 50 (4): 987–1008. doi:10.2307/1912773
- FRANCQ, C. & ZAKOIAN, J (2010) "GARCH Models: Structure, Statistical Inference and Financial Applications" Publisher: Wiley, Year: 2010
- GLOSTEN, L., JAGANNATHAN, R., RUNKLE, D., (1993). "Relationship Between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks", *J. Finance* 48, 1779–1801.
- GOUDARZI, H., & RAMANARAYANAN, C. S. (2011). "Modeling Asymmetric Volatility in the Indian Stock Market", *International Journal of Business and Management*, 6(3), 221.
- HASSAN, S. A. (2011). "Modeling Asymmetric Volatility in Oil Prices", *Journal of Applied Business Research (JABR)*, 27(3), 71-78.
- HORPESTAD, J. B., LYÓCSA, Š., MOLNÁR, P., & OLSEN, T. B. (2019). "Asymmetric Volatility in Equity Markets Around the World", *The North American Journal of Economics and Finance*, 48, 540-554.
- HUANG, W., & WU, M. (2021). "Are Spillover Effects Between Oil and Gold Prices Asymmetric? Evidence From the COVID-19 Pandemic", *Energy Research Letters*, 2(4), 28127.
- KARMAKAR, M. (2007). "Asymmetric Volatility and Risk-Return Relationship in the Indian Stock Market", *South Asia Economic Journal*, 8(1), 99-116.

- KOUTMOS, G., & BOOTH, G. G. (1995). "Asymmetric Volatility Transmission in International Stock Markets", *Journal of international Money and Finance*, 14(6), 747-762.
- LI, W. (2021). "COVID-19 and Asymmetric Volatility Spillovers Across Global Stock Markets", *The North American Journal of Economics and Finance*, 58, 101474.
- LOW, C. (2004). "The Fear and Exuberance From Implied Volatility Of S&P 100 Index Options", *The Journal of Business*, 77(3), 527-546.
- LUO, J., & WANG, S. (2019). "The Asymmetric High-Frequency Volatility Transmission Across International Stock Markets", *Finance Research Letters*, 31, 104-109.
- MAGHYEREH, A., AWARTANI, B., & ABDOH, H. (2022). "Asymmetric Risk Transfer in Global Equity Markets: An Extended Sample That Includes The COVID Pandemic Period", *The Journal of Economic Asymmetries*, 25, e00239.
- MAITRA, D., GUHATHAKURTA, K., & KANG, S. H. (2021). "The Good, The Bad and the Ugly Relation Between Oil and Commodities: An Analysis Of Asymmetric Volatility Connectedness and Portfolio Implications", *Energy Economics*, 94, 105061.
- PAGAN, A. R., & SCHWERT, G. W. (1990). "Alternative Models For Conditional Stock Volatility", *Journal of Econometrics*, 45(1-2), 267-290.
- SCHWERT, G. W. (1990). "Stock Volatility and the Crash of '87", *The Review of Financial Studies*, 3(1), 77-102.
- SHAHZAD, S. J. H., NAEEM, M. A., PENG, Z., & BOURI, E. (2021). "Asymmetric Volatility Spillover Among Chinese Sectors During COVID-19", *International Review of Financial Analysis*, 75, 101754.
- SHEHZAD, K., ZAMAN, U., LIU, X., GÓRECKI, J., & PUGNETTI, C. (2021). "Examining The Asymmetric Impact Of COVID-19 Pandemic And Global Financial Crisis On Dow Jones And Oil Price Shock", *Sustainability*, 13(9), 4688.
- TALPSEPP, T., & RIEGER, M. O. (2010). "Explaining Asymmetric Volatility Around The World", *Journal of Empirical Finance*, 17(5), 938-956.
- TODOROVA, N. (2017). "The Asymmetric Volatility in the Gold Market Revisited", *Economics Letters*, 150, 138-141.
- WANG, J., & YANG, M. (2009). "Asymmetric Volatility in the Foreign Exchange Markets", *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 19(4), 597-615.
- WU, G. (2001). "The Determinants of Asymmetric Volatility", *The Review of Financial Studies*, 14(3), 837-859.
- XIANG, J., & ZHU, X. (2014). "Intraday Asymmetric Liquidity and Asymmetric Volatility in FTSE-100 Futures Market", *Journal of Empirical Finance*, 25, 134-148.

## **EKLER**

### **Ek 1: Çalışmada Kullanılan Endeksler ve Getiri Serileri**



Ek 2: Serilerin Q-Q Grafikleri



