



**Araştırma Makalesi • Research Article**

**Covid-19 Pandemisinin Asimetrik Volatilite Üzerinde Etkileri: Uluslararası Hisse Senetleri Piyasası Üzerine Bir Araştırma**

***The Effects of the Covid-19 Pandemic on Asymmetric Volatility: A Research on the International Equity Market***

Berkan Ataş \*

**Öz:** Asimetrik volatilite kavramı, aynı boyuttaki negatif fiyat değişimlerinin pozitif fiyat değişimlerine göre koşullu varyans üzerinde daha etkin olması olarak tanımlanabilir. Bu durum finansal piyasaların yapısal bir özelliği olarak kabul edilmektedir. Diğer taraftan kriz ve belirsizlik dönemlerinde asimetrik volatilite etkisinin belirginleştiği yönünde bulgular da vardır. Bu çalışmada Covid-19 kaynaklı krizin uluslararası hisse senedi piyasaları üzerinde meydana getirdiği asimetrik volatilite bulguları kriz öncesi dönemle karşılaştırılarak incelenmiştir. Volatilite asimetrisinin modellenmesi için GJR-GARCH (1,1) yöntemi kullanılmıştır. Bulunan sonuçlara göre asimetrik volatilite hem kriz öncesi hem de kriz sonrası dönemde gözlemlenmekle birlikte kriz sonrası dönem için daha anlamlı değerler göstermektedir. Ayrıca asimetri katsayısının kriz sonrası tüm dönemler için daha yükseldiği ve asimetri etkisinin modelde daha baskın hale geldiği görülmüştür. Bunun yanında tüm piyasaların volatilitedeki ortalamaya yakınsama (mean reversion) özelliğinin oldukça belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Bulgular volatilitenin uzun dönemde tarihsel ortalamaya yaklaştığını göstermektedir. Elde edilen bulguların değerlendirme ve risk yönetimi gibi konularda göz önünde bulundurulması piyasaların etkinliğinin artmasında fayda sağlayabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Asimetrik Volatilite, GJR-GARCH Modeli, Covid-19, Uluslararası Pay Piyasaları

**Abstract:** Asymmetric volatility can be defined as negative price changes having more impact on the conditional variance than positives ones. This is considered a characteristic of financial markets. On the other hand, there are also findings in the literature that the effect of asymmetric volatility becomes apparent during periods of crisis and uncertainty. In this study, the asymmetric volatility effect caused by the Covid-19 pandemic on international stock markets has been investigated and compared with the pre-crisis period. The GJR-GARCH (1,1) method is applied to model the volatility asymmetry. According to the results, although asymmetric volatility is observed both in the pre-crisis and crisis periods, it reflects more significant values for the post-crisis. In addition, it is observed that the asymmetry coefficient increased for all series after the crisis and the asymmetry effect became more dominant in the model. In addition, it has been observed that the mean reversion feature of all markets is quite evident. The findings can guide on issues such as valuation and risk management to help increase markets' effectiveness.

**Keywords:** Asymmetric Volatility, GJR-GARCH Model, Covid-19, International Stock Markets

\* Arş. Gör. Dr. (İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü)

ORCID: 0000-0003-3049-3195, atasberkan@gmail.com

**Cite as/ Atıf:** Ataş, B. (2022). Covid-19 Pandemisinin Asimetrik Volatilite Üzerinde Etkileri: Uluslararası Hisse Senetleri Piyasası Üzerine Bir Araştırma. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(3), 1037-1050  
<http://dx.doi.org/10.18506/anemon.972033>

**Received/Geliş:** 15 July/ Temmuz 2021

**Accepted/Kabul:** 20 Jun/ Haziran 2022

**Published/Yayın:** 30 December/ Aralık 2022

## Giriş

Volatilite varlık fiyatlarında meydana gelen dalgalanmalar olarak tanımlanabilir. Volatilite varlık değerlendirme, yatırım tercihi ve risk yönetimi gibi temel konularda oldukça önemli bir parametredir. Bu nedenle, volatilitenin tahmini ve modellenmesi portföy yönetimi açısından hayati bir olgudur. Bununla birlikte volatilitenin tahmini ve modellenmesi piyasa yapıcılar tarafından kolaylıkla gerçekleştirilen bir yapıda değildir. Bunun en büyük nedeni yatırımların riskinin çoğunlukla sabit olmaması ve zaman içerisinde büyük ölçüde değişebilmesidir. Volatilitenin doğru bir şekilde modellenmesi için birçok farklı model geliştirilmiştir. Koşullu varyans modelleri Mandelbrot (1963)'un "küçük değişimler aynı yönde küçük şoklar meydana getirirken, büyük değişimler de büyük şokları meydana getirir" teoremine göre hareket etmektedir. Finansal piyasalar da yapısı gereği bu teoreme oldukça uygun piyasalardır. Finansal piyasalarda meydana gelen bir şok benzer şokların gerçekleşmesine neden olmaktadır. Bu duruma ARCH etkisi (ARCH effect) denilmektedir. Koşullu volatilite modelleri bu etkinin görüldüğü piyasalarda volatilitenin modellenmesi için oldukça kullanışlıdır.

Son yıllarda volatilite modellemesi için koşullu varyansın zamanla değiştiği volatilite modelleri ön plana çıkmaktadır. Bu modeller içinde muhtemelen en çok bilineni Engle (1982) tarafından ilk olarak literatüre kazandırılan ARCH (autoregressive conditional heteroskedastic) modelidir. Bu model karakteristik olarak cari dönemdeki koşullu varyansın önceki dönem hata teriminin bir fonksiyonu olduğunu varsaymaktadır. ARCH modeli genel kabul görmüş bir model olmasına rağmen finansal serilerin uzun dönemde ortalamaya yakınsama (mean reverting) özelliğini gözardı etmektedir. Bu problemi ortadan kaldırmak için daha sonra Bollerslev (1986) tarafından GARCH modeli ortaya atılmıştır. GARCH modelinde koşullu varyans bir önceki hata teriminin yanında uzun dönemli varyansın bir fonksiyonu haline gelmiştir. Asimetrik volatilitenin tespiti ve modellenmesi için genellikle Nelson (1991)'un E-GARCH veya Glosten vd. (1993)'in GJR-GARCH modelleri kullanılmaktadır.

Asimetrik volatilite kısaca bir varlığın negatif yönlü dalgalanmalarının, pozitif yönlü dalgalanmalara kıyasla koşullu varyans üzerinde daha büyük etkiye sahip olması olarak tanımlanabilir (Horpestad vd., 2019: 540-541). Black (1976) ve Christie (1982) negatif şokların getiri ile ters orantılı olduğunu ortaya atmıştır. Bu durum ayrıca kaldıraç etkisi (leverage effect) olarak da isimlendirilmektedir. Volatilite sürecinde beklenmedik şoklara asimetrik reaksiyon finansal piyasaların bilinen bir özelliğidir. Bu durumu açıklamak için literatürde farklı gerekçeler öne sürülmüştür. Bunlar: 1) dayanak varlığın finansal yapısı, 2) volatilite geri beslemesi efekti (volatility feedback effect), 3) davranışsal nedenler olarak sıralanabilir (Horpestad vd., 2019: 541). Asimetrik volatilite nedeniyle hisse senedi getirileri ve volatilitesi arasında negatif korelasyon meydana gelmektedir (Bentes, 2018: 258).

Hisse senedi piyasalarındaki asimetrik volatilite, finans alanında yaygın bir şekilde irdelenmiş olup, getiri ve volatilitenin negatif ilişkili olduğunu ve bu ilişkinin büyük kayıpların gözlemlendiği dönemlerde daha belirgin olduğunu belirtmektedir. Diğer bir deyişle, büyük oynaklık artışları ve büyük pazar düşüşleri bir arada gerçekleşmeye meyillidir. Asimetrik hisse senedi piyasası volatilitesi en az üç nedenden dolayı önemlidir. Birincisi, dalgalanma karakteristiğinin açıklanması fiyatlamaya başarısı açısından gereklidir. İkincisi, risk tahmini, hedging ve opsiyon fiyatlandırmasında önemli bir rol oynar. Son olarak, asimetrik volatilite, negatif olarak çarpık getiri dağılımları anlamına gelir, yani büyük kayıpların olasılıklarının bir kısmını açıklamaya yardımcı olabilir (Aboura ve Wagner, 2016: 48-49).

İlk olarak Uzak Asya ülkelerinde görülen sonrasında tüm dünyaya yayılan pandemiden birçok ülke ekonomisi olumsuz etkilenmiştir. Kriz sağlık alanında gerçekleşmesine rağmen alınan kapanma tedbirleri, ülke ekonomilerinde büyük daralmalara neden olmuştur. Bu nedenle pandeminin, bir uluslararası ekonomik krizi beraberinde getirdiği söylenebilir. Nitekim OECD (2021) raporuna göre pandeminin dünya ekonomilerine etkisi 2008 uluslararası krizinden daha büyüktür. Çalışmada bulunduğumuz yüzyılın en büyük krizlerinden biri olarak gösterilen pandemi kaynaklı krizin uluslararası hisse senedi piyasalarındaki volatilite karakteristiği üzerinde yaptığı etkileri kurulan ampirik modellerle gözlemlenecektir. Bu sayede artan belirsizlik ve kaotik ortamla birlikte piyasaların volatilite yapısında meydana gelen değişimleri incelemek amaçlanmaktadır.

### Literatür Taraması

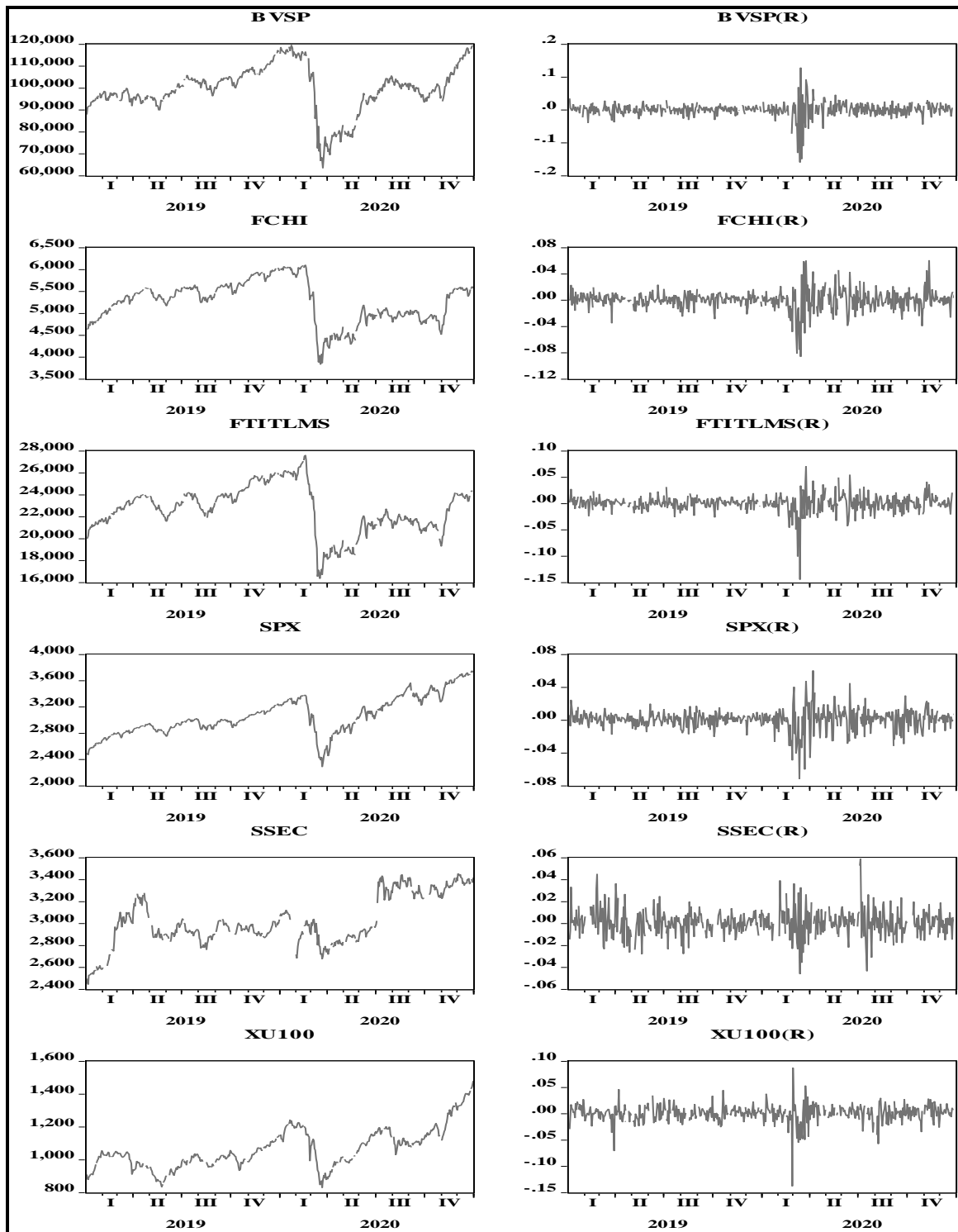
Literatürde asimetrik volatilitiyi farklı nedenlerle açıklayan çalışmalar söz konusudur. Black (1976), Christie (1982), asimetrik volatilitenin, firmaların yüksek borç-özsermaye rasyoları nedeniyle artan riskliliğinden kaynaklandığını savunmuşlardır. Bu nedenle asimetrik volatilitenin bir diğer ismi de kaldıraç etkisidir. Bu konudaki öncül çalışmalarda asimetrik volatilitite firmaya özgü riskler ile (borç özsermaye dengesi) ilişkilendirilmiştir. Black (1976), getiriler ve volatilitite arasında önemli ölçüde negatif ilişki olduğunu saptamıştır. Çalışmanın bulgularına göre getirilerdeki %1'lik düşüş volatilitiyi %1'in üzerinde artırmaktadır. Ayrıca firmanın özsermayesinde yaşanan kayıp nedeniyle borç-özsermaye dengesi bozulmakta ve firmanın riski artmaktadır. Christie (1982)'ye göre hisse senetlerinin volatilitesi kaldıraç düzeyiyle doğrudan ilişkilidir. Cheung ve Ng (1992) kullandıkları GARCH-M modeline göre getiri ve volatilitite arasında negatif ilişki tespit etmişlerdir. Ayrıca kaldıraç etkisinin küçük firmalarda daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Bunun yanında Figlewski ve Wang (2000) asimetrik volatilitenin kaldıraçtaki değişimlerle (borç-özsermaye dengesi) ilişkili olmadığını gözlemlemiştir.

Asimetrik volatilitenin bir diğer açıklaması volatilitite geri beslemesi (volatility feedback) efektidir. Bu açıklamaya göre volatilitedeki artış beklenen getiriyi de artıracaktır. Bu nedenle fiyatları düşen varlıkların beklenen getirisi yükselmektedir. Eğer volatilitite fiyatlanmışsa, beklenen volatilitede artış, beklenen getiriyi de artıracak ve fiyat düşerek denge yeniden oluşacaktır (Horpestad vd.,2019: 542). Bekaert ve Wu (2000) Nikkei 225 endeksindeki asimetrik volatilitenin kaldıraçtan çok volatilitite geri bildirim etkisiyle açıklanabileceğini savunmaktadır. Aynı şekilde Figlewski ve Wang (2000) yeni borç ihracı gibi kaldıraç seviyesi değişimlerinin volatilitite üzerinde herhangi bir etkisi olamayacağını göstermiştir. Asimetrik volatilitenin kaldıraçtan mı yoksa volatilitite geri beslemesinden mi kaynaklandığı hakkında kesin bir yargıya varmak ise zordur. Birbirine benzer iki çalışmada Hasanhodzic ve Lo (2011) kaldıraç volatilitiyi açıklamada neredeyse etkisiz olduğunu gözlemlerken Ericsson vd. (2016) kaldıraç oldukça açıklayıcı bulmuştur.

Bunun yanında asimetrik volatilitite ile finansal krizleri ilişkilendiren çalışmalar da mevcuttur. Leees (2007) Güney Doğu Asya piyasalarındaki 1997 krizinde kriz dönemi boyunca asimetrik volatilitite artışı olduğunu ve kriz sonrası dönemde bu etkinin yatıştığını gözlemlemiştir. Ayrıca Liau ve Yang (2008) da benzer şekilde 1997 Asya krizinin hisse senedi piyasaları üzerindeki asimetrik volatilitite artışına neden olduğu sonucuna varmıştır. Sosa vd. (2017) Avrupa ve ABD hisse senetleri piyasasını kapsayan çalışmada kriz döneminde volatilitenin ve asimetrik volatilitenin arttığını gözlemlemiştir. Hussain vd. (2020) Asya ülkeleri ve gelişmiş ülkeler arasında asimetrik volatilitite geçişkenliğini araştırdığı çalışmada gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında kriz dönemlerinde asimetrik volatilitite geçişkenliğinin yükseldiğini gözlemlemiştir. Christensen vd. (2015) ve Baur ve Dimpfl (2017) kriz dönemlerinde asimetrik volatilitite etkisinin artarak daha belirginleştiğini gözlemlemiştir. Bunun en büyük nedeni kriz dönemlerinde piyasaların birbirini takip eden benzer fiyatlama davranışları olabilir. Normal dönemde yatırımcılar daha özgün ve bireysel davranış sergilerken, kriz ve artan volatilitite dönemlerinde birbirini takip eden davranışlar gözlemlenmektedir (Ataş ve Hepşen, 2021: 174-176).

Çalışmada 2019 Aralık ayında ilk olarak Çin'de ortaya çıkan ve sonrasında dünyaya yayılan Covid-19 kaynaklı pandemi sürecinin dünyada belli başlı hisse senedi piyasaları üzerinde yarattığı asimetrik volatilitite etkisi pandemi öncesi dönemle birlikte karşılaştırmalı olarak gözlemlenecektir. Bu sayede asimetrik volatilitenin kriz dönemlerinde meydana gelen ani şoklardan kaynaklanan dalgalanmalardan ne şekilde etkilendiği veya artan panik durumunun asimetrik volatilitite üzerinde yarattığı etki de gözlemlenmiş olacaktır. Yatırımcılar kriz dönemlerinde rasyonel olmayan bazı yatırım davranışları sergileyebilmektedir. Krizden önceki kazanımlarını koruma amaçlı olarak geliştirilen refleksi içerikli bu davranışlar kriz ortamının daha da derinleşmesine yol açabilmektedir. Bunun nedeni yatırımcıların kriz dönemlerinde artan birbirlerini takip eden davranışlar sergileme eğilimidir. Bu nedenle çalışmamızın amacı son birkaç on yılda yaşanmış en büyük krizlerden biri olan pandemi kaynaklı bu krizin küresel borsa getirileri üzerinde yarattığı asimetrik volatilitiyi gözlemlemektir.





Şekil 1: Çalışmada kullanılan seriler

Yukarıda çalışmada kullanılan serilerin açıklayıcı istatistiksel verileri ve grafikleri verilmiştir. Tablo 2’de Serilerin tamamının sola çarpık ve kalın kuyruğa sahip olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum serilerde yüksek sıklıkta düşük pozitif getirilere mukabil düşük sıklıkta büyük negatif getiriler meydana geldiğini göstermektedir. Diğer taraftan Şekil 1’e bakıldığında kriz başladıktan sonra bir süre

seriler stabil düşük volatilité gözlemlenirken özellikle 2020 Mart ortasında hastalığın tüm dünyaya yayıldığı anlaşılmaması sonrası volatilitédeki yükseliş dikkat çekmektedir. Bu durumun ayrıca volatilité kümelenmesini (volatility clustering) de beraberinde getirdiği gözlemlenmektedir. Bu durumun daha sonraki aylarda azaldığı görülmektedir. Serilerin tamamının takip eden süre içerisinde toparlanarak kriz öncesi seviyesine yakınlaştığı görülmektedir.

**Tablo:3** ARCH-LM testi

Endeks	LM Değeri	Olasılık
<b>XU100</b>	35.93	0.00
<b>BVSP</b>	59.40	0.00
<b>FCHI</b>	42.98	0.00
<b>FTITLMS</b>	5.521	0.02
<b>SPX</b>	16.99	0.00
<b>SSEC</b>	7.67	0.01

**Ho: ARCH etkisi yoktur.**

Yukardaki Tablo: 3 de serilerdeki ARCH etkisini görebilmek için ARCH-LM test istatistiği verilmiştir. LM test istatistiği ve olasılık değerlerine bakıldığında serilerin tamamı için ARCH etkisinin söz konusu olduğu gözlemlenmektedir. Bu haliyle serilerin koşullu varyans modellerinin kullanımı için uygun olduğu görülmektedir. Ayrıca şekil 1'deki getirilere bakıldığında görülen volatilité kümelenmesi verilerin ARCH tipi modeller için elverişli olduğuna işaret etmektedirler.

### Metodoloji

Bir zaman serisinde ARCH modellemek için  $\epsilon_t$  hata terimlerini göstermek üzere (gözlemlerin ortalamaya göre farkı üzerinden) eğer bu hata terimleri bir  $\epsilon_t = \sigma_t z_t$  eşitlik içerisinde gösterilirse,  $z_t$ , tesadüfi değişken iken, serinin varyansı  $\sigma_t^2$ ;

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

olacaktır. Engle (1982). ARCH(q) modeli en küçük kareler tahminleyicisi prosesi sonucunda elde edilmektedir. Gecikme uzunluğunun saptanması için Engle (1982) tarafından (Lagrange Multiplier Test) önerilmiştir. Eşitlikte de görüleceği üzere ARCH tipi modellere göre koşullu varyans sadece geçmiş şoklara ve bu şoklara uygulanan ağırlıklara bağlıdır. Fakat diğer taraftan finansal zaman serilerinin bir diğer önemli özelliği olan zamanla ortalamaya yakınsama durumu (mean reversion) göz ardı edilmektedir. Bu nedenle GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic) model literatüre Bollerslev (1986) tarafından kazandırılmıştır.  $\sigma_t^2$  koşullu varyansı göstermek üzere GARCH (p,q) modelleri;

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

ile gösterilmektedir. Eşitlikte görüleceği üzere geçmiş şokların yanı sıra geçmiş varyans da modelde yer almaktadır. Yukarıdaki model volatilité kümelenmesini çok iyi açıklamasına rağmen volatilité asimetrisini açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle daha sonra asimetrik modeller de geliştirilmiştir (Bentes, 2018: 259).

Dinamik bir varyans modeli olan EGARCH modelleri ilk olarak Nelson (1991) tarafından geliştirilmiştir. Bu model birçok cazip özelliğe sahiptir. Klasik koşullu varyans modellerinde Black (1976)'ın bugünkü getiriler ile varyans arasındaki ters yönlü ilişki açıklanamamaktadır. Başka bir deyişle şokun negatif veya pozitif olması koşullu varyans üzerinde aynı derecede bir etkiye sahip değildir. Negatif bir şok pozitif bir şoka göre volatilité üzerinde daha büyük etkiler yaratabilmektedir. Bu duruma volatilité asimetrisi (leverage effect) denilmektedir. EGARCH modelinde pozitif ve negatif getirinin nihai varyans üzerinde meydana getirmiş olduğu bu durum da ayrıca modellenmektedir.

$\text{Ln}(\sigma_t^2) = \omega + \beta \text{Ln}(\sigma_{t-1}^2) + \gamma \frac{u_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} + \alpha \left[ \frac{u_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} - \frac{2}{\pi} \right]$  temel eşitliğinde  $\text{Ln}(\sigma_t^2)$  koşullu varyansı göstermek üzere Nelson (1991)'un EGARCH modelinde  $\gamma \frac{u_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}}$  terimi volatilité asimetrisini temsil etmektedir. Eğer bir getiri serisinde volatilité asimetrisi var ise bu durumda bunun katsayısı olan  $\gamma$  negatif olmalı ve model içerisinde istatistiksel olarak anlamlı olmalıdır (Brooks, 2008: 406).

Asimetrik etkinin modellenmesi için geliştirilen bir yöntem ise Glosten vd. (1993) GJR-GARCH yöntemidir. Bu model basitçe normal GARCH modeline asimetrik faktörün eklenmesiyle elde edilmektedir. Bu sayede koşullu varyansı negatif ve pozitif şoklara göre göstermiş olduğu asimetrik etki de modellenmiş olacaktır.  $\sigma_t^2$  koşullu varyansı göstermek üzere;

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 + \gamma u_{t-1}^2 I_{t-1}$$

Buradaki  $I_{t-1}$  kukla değişken olup;

$$I_t = \begin{cases} 1, & u_t < 0 \\ 0, & u_t \geq 0 \end{cases}$$

Buna göre  $\gamma > 0$  ve  $\gamma \neq 0$  olması durumunda asimetri etkisi söz konusu olacaktır (Brooks, 2008: 405).

## Bulgular

Aşağıda tablo 4 ve tablo 5'te pandemi öncesi ve sonrası dönemler her için GJR-GARCH (1,1) modelinden elde edilen sistem çıktıları verilmiştir. Modeldeki asimetrik volatilité  $\gamma$  ile gösterilmektedir. Sistem parametreleri içerisinde  $\gamma$  katsayısının pozitif ve anlamlı olması asimetrik volatilitenin varlığını göstermektedir. Bu durumdaki modelde negatif getirilerin, pozitif getirilere göre koşullu varyans üzerinde daha yüksek etkiye sahip oldukları söylenebilir. Bununla birlikte asimetrik volatilitenin anlamlılığını test etmek için katsayının Z istatistiği ve buna karşılık gelen olasılık değerleri de ayrıca tablo üzerinde verilmiştir. Asimetrik volatilitenin yanında  $\alpha_0$  modeldeki sabit terimi,  $\alpha_1$  ARCH terimini,  $\beta$  uzun dönemli varyans olan GARCH terimini temsil etmektedir.

Tablo 4'te verilen model parametrelerine bakıldığında FTITLMS ve SSEC serisi dışındaki tüm seriler için asimetrik volatilitenin söz konusu olduğu gözlemlenmektedir. Bu nedenle asimetrik volatilitenin büyük oranda seriler için kriz öncesi dönemde de gözlemlenebilir olduğu açıkça görülmektedir. Bunun dışında ( $\beta$ ) GARCH terimi hem kriz öncesi hem de kriz sonrası dönemde tüm serilerde anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum serilerin kısa dönemde büyük dalgalanmalar yaşasa bile uzun dönemde ortalamaya yakınsadıklarını göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre asimetri katsayısının toplamda 6 serinin 4'ünde kriz öncesi dönemde de anlamlı olduğu görülmektedir. Kriz öncesi ve sonrası dönemleri karşılaştırmak için Tablo: 5'te kriz sonrası dönem için kurulan model parametreleri yer almaktadır.

Tablo 5'te pandemi sonrası hisse senedi piyasalarındaki GJR-GARCH (1,1) volatilité model çıktıları verilmiştir. Buna göre kriz sonrası dönemde asimetri katsayısının serilerin tamamında anlamlı olduğu görülmekle birlikte anlamlılık derecelerinde de gözle görülür bir artış olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan ( $\gamma$ ) asimetri katsayıları da pandemi öncesi döneme göre artış göstermiştir. Toplam 6

serinin tamamının pandemi döneminde asimetri katsayısının daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum kriz dönemlerinde asimetrik volatilité etkisinin model içerisinde daha baskın bir hale geldiğini göstermektedir. Her ne kadar asimetrik volatilité finansal serilerde yapısal bir özellik olarak ön plana çıksa da, bulgular kriz dönemlerinde daha da derinleştiğini ortaya koymaktadır.

Bulguların ilgili literatürü desteklediği görülmektedir. Bulunan sonuçlar Sosa vd. (2017), Christensen vd. (2015), Liau ve Yang (2008) gibi çalışmalarla tutarlı bir şekilde kriz dönemlerinde pay piyasalarında kaldıraç etkisinin yükselerek olumsuz şokların koşullu varyans üzerinde daha büyük etkilere neden olduğu teorisini desteklemektedir.

**Tablo 4: Kriz Öncesi GJR-GARCH (1,1) Modeli**

	Katsayı	Std. Sapma	Z-İstatistiği	Olasılık
<b>XU100</b>				
$\alpha_0$	5.50E-05	9.91E-06	5.551511	0.0000
$\alpha_1$	-0.081869	0.019933	-4.107255	0.0000
$\gamma$	0.247837	0.026978	9.186658	0.0000*
$\beta$	0.597394	0.06794	8.792902	0.0000
<b>BVSP</b>				
$\alpha_0$	2.54E-05	7.39E-06	3.437368	0.0006
$\alpha_1$	-0.180104	0.037707	-4.776416	0.0000
$\gamma$	0.334941	0.075843	4.416246	0.0000*
$\beta$	0.802981	0.078785	10.19205	0.0000
<b>FCHI</b>				
$\alpha_0$	1.19E-05	5.29E-06	2.250537	0.0244
$\alpha_1$	-0.060944	0.033519	-1.818213	0.0690
$\gamma$	0.170228	0.056559	3.009741	0.0026*
$\beta$	0.780013	0.101733	7.667231	0.0000
<b>FTITLMS</b>				
$\alpha_0$	9.71E-06	5.04E-06	1.927786	0.0539
$\alpha_1$	-0.054552	0.0372	-1.466462	0.1425
$\gamma$	0.119807	0.063987	1.872379	0.0612
$\beta$	0.854147	0.084278	10.13492	0.0000
<b>SPX</b>				
$\alpha_0$	4.99E-06	2.66E-06	1.877711	0.0604
$\alpha_1$	-0.04591	0.033507	-1.370171	0.1706
$\gamma$	0.223163	0.084193	2.650623	0.0080*
$\beta$	0.809418	0.100666	8.040592	0.0000
<b>SSEC</b>				
$\alpha_0$	4.26E-07	6.68E-07	0.637504	0.5238
$\alpha_1$	-0.015298	0.00527	-2.902564	0.0037
$\gamma$	-0.023737	0.019995	-1.187145	0.2352
$\beta$	1.013996	0.000183	5532.241	0.0000

Not: Yukarıdaki tabloda kriz öncesi alt dönem için GJR-GARCH (1,1) model çıktı parametreleri verilmiştir.  $\gamma$  parametresi asimetri katsayısıdır. (\*) asimetrik volatilitenin %5 seviyesinde anlamlı olduğu serileri göstermektedir.



**Tablo 5:** Kriz Sonrası GJR-GARCH (1,1) Modeli

	Katsayı	Std. Sapma	Z-İstatistiği	Olasılık
<b>XU100</b>				
$\alpha_0$	1.99E-05	6.71E-06	2.96427	0.0030
$\alpha_1$	-0.097263	0.033229	-2.92706	0.0034
$\gamma$	0.350766	0.067168	5.222244	0.0000*
$\beta$	0.835647	0.049531	16.87132	0.0000
<b>BVSP</b>				
$\alpha_0$	5.95E-05	1.85E-05	3.208709	0.0013
$\alpha_1$	-0.008649	0.073921	-0.116999	0.9069
$\gamma$	0.576796	0.147589	3.908133	0.0001*
$\beta$	0.600573	0.093519	6.421944	0.0000
<b>FCHI</b>				
$\alpha_0$	3.88E-06	1.36E-06	2.851977	0.0043
$\alpha_1$	-0.028109	0.011147	-2.521691	0.0117
$\gamma$	0.225412	0.044142	5.106534	0.0000*
$\beta$	0.909655	0.013692	66.43675	0.0000
<b>FTITLMS</b>				
$\alpha_0$	1.14E-05	4.66E-06	2.44347	0.0145
$\alpha_1$	0.07213	0.0515	1.400593	0.1613
$\gamma$	0.211175	0.058088	3.635435	0.0003*
$\beta$	0.804648	0.047435	16.96302	0.0000
<b>SPX</b>				
$\alpha_0$	7.37E-06	1.89E-06	3.904013	0.0001
$\alpha_1$	-0.091902	0.029552	-3.109777	0.0019
$\gamma$	0.237632	0.043073	5.516949	0.0000*
$\beta$	0.921018	0.028191	32.67034	0.0000
<b>SSEC</b>				
$\alpha_0$	5.00E-05	1.77E-05	2.824939	0.0047
$\alpha_1$	0.165693	0.047313	3.502059	0.0005
$\gamma$	0.760021	0.247545	3.070229	0.0021*
$\beta$	0.445443	0.1014	4.392934	0.0000

**Not:** Yukarıdaki tabloda kriz alt dönemi için GJR-GARCH (1,1) model çıktı parametreleri verilmiştir.  $\gamma$  parametresi asimetri katsayısıdır. (\*) asimetrik volatilitenin %5 seviyesinde anlamlı olduğu serileri göstermektedir.

## Sonuç

Asimetrik volatilité varlıklar üzerindeki negatif değişimlerin pozitif değişimlere göre koşullu varyans üzerinde daha büyük etki yapması olarak tanımlanabilir. Finansal zaman serileri yapısal olarak asimetrik volatilité özelliği göstermektedir. Diğer taraftan Leeves (2007), Sosa vd. (2017) gibi çalışmalarda bu durumun kriz dönemlerinde daha da belirginleştiği yönünde bulgular söz konusudur. Kriz dönemlerinde artan kaotik hava finansal varlıklar üzerindeki asimetrik volatilité etkisini derinleştirebilmektedir. Son dönemde yaşanan pandemi kaynaklı kriz beraberinde büyük ekonomik durgunluğa sebebiyet vermiştir. Bu çalışmada 2020 başında meydana gelen pandemi kaynaklı, belki de

son yılların en büyük uluslararası krizinin küresel hisse senedi piyasalarında meydana getirdiği asimetrik volatilitate etkisi, pandemi öncesi dönem ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu sayede küresel pay piyasalarının kriz dönemlerinde volatilitate karakteristiği hakkında fikir edinmek piyasa katılımcıları açısından değerlendirme, risk yönetimi ve yatırım gibi temel finansal karar süreçlerinde faydalı bulgular sağlayabilir.

Ülkelerin hisse senedi piyasalarının pandemi öncesi ve pandemi döneminde göstermiş olduğu asimetrik volatilitate karakteristiği GJR-GARCH (1,1) modeli kullanılarak gözlemlenmiş ve krizin bu durum üzerinde etkisi analiz edilmiştir. Bulunan sonuçlara göre asimetrik volatilitate hem kriz öncesi hem de kriz döneminde serilerde gözlemlenmesine rağmen kriz dönemlerinde daha belirgin olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle asimetrik volatilitate etkisi kriz döneminde daha derin bir şekilde uluslararası hisse senedi piyasalarında hissedilmektedir. Bulgular asimetrik etkinin modelde kriz dönemlerinde hem daha anlamlı hem de daha baskın bir hale geldiğini göstermektedir. Bu durum artan kriz ve neticesinde oluşan belirsizlik ortamının yatırımcılar üzerinde yarattığı panik havasından kaynaklanıyor olabilir. Bu nedenle negatif değişimlere daha duyarlı hale gelen piyasaların kriz dönemlerinde bu karakteristiğinin önemli derecede belirginleştiği düşünülmektedir. Artan kriz ve belirsizlik dönemlerinde yatırımcılar negatif değişimlere daha duyarlı hale gelerek piyasadaki panik ortamını artıran yatırım kararları alabilmektedir. Bunun neticesinde kriz daha derinleşebilmekte ve piyasalarda büyük değer kayıpları söz konusu olabilmektedir.

Bir diğer altının çizilmesi gereken husus serilerin volatilitatesinin uzun dönemde, ortalamaya yakınsamasıdır (mean reversion). Başka bir deyişle kısa dönemde koşullu varyans günlük şoklardan etkilense de uzun dönemde ortalamaya yakınsamaktadır. Bu vasfın hem kriz öncesi hem kriz dönemi periyodunda baskın bir şekilde gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

Bulguların ilgili literatürü desteklediği görülmektedir. Bulunan sonuçlar Sosa vd. (2017), Christensen vd. (2015), Liau ve Yang (2008) gibi çalışmalarla tutarlı bir şekilde kriz dönemlerinde pay piyasalarında kaldıraç etkisinin yükselerek olumsuz şokların koşullu varyans üzerinde daha büyük etkilere neden olduğu teorisini desteklemektedir. Fakat burada bulunan etkinin tamamen asimetrik volatiliteden kaynaklanmayabileceği de göz ardı edilmemelidir.

Bulgular bireysel, kurumsal yatırımcılar ve diğer piyasa katılımcıları açısından bazı konularda yol gösterici olabilirler. Hisse senedi yatırım süreçlerinde piyasalar çoğunlukla şoklara asimetrik şekilde reaksiyon göstermektedir ve bu asimetrik etki kriz dönemlerinde daha da belirginleşmektedir. Volatilitate, değerlendirme ve portföy yönetimi gibi birçok finansal süreçte kullanılan temel parametrelerden biridir. Kriz ortamlarında yükselen asimetrik volatilitate etkisinin uygun bir şekilde modellenmesinin daha tutarlı sonuçlar sağlayabileceği düşünülmektedir. Değerleme süreçlerinde bu durumun göz önünde bulundurulması varlıkların daha efektif bir şekilde fiyatlanmasını sağlayabilir.

Diğer taraftan bu çalışmada elde edilen bulgular sadece altı farklı ülke hisse senedi piyasasını kapsamaktadır. Burada elde edilen bulguların genelleştirilmesi doğru olmayabilir. Yapılan çalışmada piyasaların bilinen en yaygın endeksleri tercih edilmiştir. Gelecekte portföy bazında yapılacak çalışmalar literatür açısından faydalı sonuçlar sağlarken hem de buradaki sonuçların desteklenmesi açısından faydalı bulgular elde edebilirler.

**Ekler****Ek 1: Kriz Öncesi Model Bilgi Kriterleri**

	<b>AIC</b>	<b>SIC</b>	<b>HQ</b>
<b>XU100</b>	-5.938178	-5.867342	-5.909662
<b>BVSP</b>	-6.185862	-6.114822	-6.157261
<b>FCHI</b>	-6.781683	-6.712051	-6.753671
<b>FTITLMS</b>	-6.667313	-6.597084	-6.639051
<b>SPX</b>	-7.208929	-7.1387	-7.180667
<b>SSEC</b>	-6.314946	-6.243072	-6.285996

**Ek 2: Kriz Sonrası Model Bilgi Kriterleri**

	<b>AIC</b>	<b>SIC</b>	<b>HQ</b>
<b>XU100</b>	-5.38395	-5.313721	-5.355688
<b>BVSP</b>	-5.066203	-4.995368	-5.037688
<b>FCHI</b>	-5.519916	-5.450675	-5.492068
<b>FTITLMS</b>	-5.353232	-5.283402	-5.325137
<b>SPX</b>	-5.833414	-5.763386	-5.805236
<b>SSEC</b>	-5.666576	-5.59449	-5.637537

**Kaynakça**

- Aboura, S., & Wagner N., (2016) Extreme asymmetric volatility: Stress and aggregate asset prices. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 41, 47-59.
- Ataş, B., & Hepşen, A. (2021). Türkiye kira sertifikalarının konvansiyonel piyasalarla uzun ve kısa dönemli ilişkisi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (89), 171-184.
- Baur, D. G., & Dimpfl, T. (2017) Think again: Volatility asymmetry and volatility persistence. (Erişim: 08.01.2021), <https://ssrn.com/abstract=2806970>.
- Bekaert, G., & Wu, G. (2000) Asymmetric volatility and risk in equity markets. *Review of Financial Studies*, 13(1), 1-42.
- Bentes, R.S. (2018). Is stock market volatility asymmetric? A multi-period analysis for five countries. *Physica A*, 499, 258–265.
- Black, F. (1976): Studies of stock market volatility changes. 1976 Proceedings of the American Statistical Association, Business and Economic Statistics Section, 177-181.
- Bollerslev, T. (1986): Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307-327.
- Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance* (2. Baskı.). Birleşik Krallık: Cambridge University Press
- Cheung, Y.-W., & Ng, L. K. (1992). Stock price dynamics and firm size: an empirical investigation. *The Journal of Finance*, 47(5), 1985–1997.
- 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. (1982). The stochastic behaviour of common stock variances: Value, leverage and interest rate effects. *Journal of Financial Economics*, 10(4), 407–432.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*. 50(4): 987–1008.
- Ericsson, J., Huang, X., & Mazzotta, S. (2016). Leverage and asymmetric volatility: The firm-level evidence. *Journal of Empirical Finance*, 38, 1–21.
- Figlewski, S., & Wang, X. (2010) Is the "leverage effect" a leverage effect? (Erişim: 21.01.2021), <https://ssrn.com/abstract=256109>
- Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. (1993). On the relation between the expected values and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The Journal of Finance*, 48, 1779–1801.
- Hasanhodzic, J., & Lo, A. W. (2011). Black's leverage effect is not due to leverage. (Erişim: 15.02.2021) <https://ssrn.com/abstract=1762363>
- Horpestad J. B., Lyócsa s., 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.
- Hussain, M., Ullah A. R., & Hassan H. (2020). Eurozone crisis and asymmetric volatility spillover between the stock markets of selected emerging Asian and developed economies. *Global Social Sciences Review*, V(I), 399 – 409.
- Leeves, G. (2007). Asymmetric volatility of stock returns during the Asian crisis: Evidence from Indonesia. *International Review of Economics & Finance*, 16(2), 272-286.
- Liau, Y., & Yang, J. J. W., (2008). The mean/volatility asymmetry in Asian stock markets. *Applied Financial Economics*, 18, 411-419.

- 
- Mandelbrot, B. (1963): The variation of certain speculative prices. *Journal of Business*, 36(4), 394-419.
- Nelson, D.B., (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica*, 59(2), 347–370.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), (2021). Tax and fiscal policies after the COVID-19 crisis. (Erişim: 21.01.2021), <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/tax-and-fiscal-policies-after-the-covid-19-crisis-5a8f24c3/>
- Sosa, M., Ortiz, E., & Cabello, A., (2017). Crisis financiera global y su impacto en la dinámica bursátil Europea y Americana. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*. 12(3), 1-27.

### Extended Abstract

Volatility can be defined as fluctuations in asset prices. Volatility is an essential parameter in fundamental issues such as asset valuation, investment and risk allocation. Therefore, estimating and modelling volatility is a vital phenomenon for portfolio management. However, estimation and modelling of volatility is not an easy task for market makers. The main reason for this is that the risk of investments is often not fixed and can vary significantly over time. Many different models have been suggested to accurately model volatility. According to Mandelbrot's (1963) theorem, conditional variance models operate according to "small changes produce small shocks in the same direction, while large changes generate large ones." Financial markets are also very suitable for this theorem due to their structure. A shock in the financial markets causes similar shocks to occur. This situation is called the ARCH effect. Conditional volatility models are beneficial for modelling volatility in markets where the ARCH effect is viable.

In recent years, volatility models in which the conditional variance changes over time have come to the fore. The most well-known among these models is the ARCH (p) (autoregressive conditional heteroskedastic) model, which was introduced to the literature by Engle (1982). This model characteristically assumes that the conditional variance in the current period is a function of the previous period error term. Although the ARCH model is generally accepted, it ignores the long-term mean-reverting feature of financial series. To eliminate this issue, the GARCH model is put forward by Bollerslev (1986). In the GARCH model, the conditional variance has become a function of the long-run variance alongside the previous error term. For detecting and modeling asymmetric volatility, Nelson (1991) E-GARCH and Glosten vd. (1993) GJR-GARCH models are introduced.

Asymmetric volatility can be defined as the negative fluctuations of an asset have a greater impact on the conditional variance than the positive ones (Horpestad vd., 2019: 540-541). Black (1976) and Christie (1982) suggested that negative shocks are inversely proportional to returns. This situation is also called the leverage effect. Asymmetric reaction to unexpected shocks in the volatility is a well-known structural feature of financial markets. Different reasons have been suggested in the literature to explain this condition. These can be listed as 1) financial structure of the underlying asset, 2) volatility feedback effect, 3) behavioral reasons (Horpestad vd., 2019: 541). Due to asymmetric volatility, there is a negative correlation between stock returns and variances (Bentes, 2018: 258).

In the study, the asymmetric volatility effect of the Covid-19-induced pandemic on major stock markets in the world is observed compared to the pre-pandemic period. Hence, the effect of the crisis on the asymmetric volatility caused by the sudden shocks that occur during the pandemic can be explored. Investors may exhibit some irrational investment behaviors, and these behaviors, which include reflexes developed to protect the gains before the incident, can intensify the impact. For this reason, our study aims to observe the asymmetric volatility created by the crisis, which is one of the biggest in the last few decades, on global stock markets.

Daily logarithmic returns of 6 developed and emerging stock market price indices is used as data set. The data set covers the period of January-2019 and December-2020. Since the effect of the pandemic on the asymmetric volatility in the financial markets is investigated, this period is deemed appropriate. In this context, the data set is divided into two separate sub-periods, which are pre-crisis and crisis. The GJR-GARCH (1,1) model is used to model volatility.

Financial time series characteristically show volatility asymmetry. This study explores the increased asymmetric effect on global stock markets caused by the Covid-19 pandemic. According to the results, although asymmetry is observed in the series both in the pre-crisis and crisis periods, it is seen that it is more dominant in the crisis period. In addition, the asymmetry coefficient is higher for all series during the crisis period. The results indicate that the asymmetric volatility feature of the financial markets becomes more powerful during crisis periods. From this point of view, it may bring a different perspective to the literature.

The findings may be instructive for individuals, institutional investors, and other market makers. The results suggest that in stock risk assessments, markets often react asymmetrically to shocks, and this asymmetric effect becomes even more evident during crisis periods. Considering this condition in valuation would ensure assets to be priced more effectively.