

Koşullu Değişen Varyans Modelleri ile Volatilité Yapısı Analizi: Katılım 30 ve Katılım 50 Endeksleri Üzerine Bir Uygulama

Analysis of Volatility Structure Using Conditional Heteroscedasticity Models: The Case of Participation 30 and Participation 50 Indexes

Turan ÖNDEŞ¹, Muhammet LEVET²

Özet

Çalışmanın amacı, Borsa İstanbul'da (BIST) işlem gören Katılım 30 ve Katılım 50 endekslerinin volatilité yapılarını açıklayan en uygun modeli belirlemektir. Söz konusu endekslerin volatilité yapılarını tespit etmek için koşullu değişen varyans modelleri olarak adlandırılan ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH ve PARCH modelleri analiz kapsamına dâhil edilmiştir. 2015-2020 dönemine ait haftalık kapanış fiyatlarının kullanıldığı çalışmanın sonucunda; iki endeks için de uygun olan volatilité modelinin EGARCH (1,1) modeli olduğu belirlenmiş ve endekslerde meydana gelen negatif şokların pozitif şoklardan daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca endekslerde meydana gelen bir şokun etkisinin; Katılım 30 endeksinde yaklaşık olarak 32 gün, Katılım 50 endeksinde ise 28 gün sürdüğü sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Volatilité, Volatilité Yapısı, BIST, Katılım Endeksleri*

Abstract

This study aims to determine the most suitable model that explains the volatility structures of the Participation 30 and Participation 50 indexes traded in Borsa Istanbul (BIST). In order to determine the volatility structures of the aforementioned indexes; ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH, and PARCH models, which are called conditional heteroscedasticity models, are included in the analysis. As a result of the study, in which the weekly closing prices of the 2015-2020 period were used, it was determined that the most suitable volatility model for both indexes was the EGARCH (1,1) model and that the negative shocks in the indexes were more effective than the positive shocks. Another finding was that the effect of a shock in the indexes lasted approximately 32 days in the Participation 30 index and 28 days in the Participation 50 index.

Keywords: *Volatility, Volatility Structure, BIST, Participation Indexes.*



1. Prof. Dr., Atatürk University,
tondes@atauni.edu.tr,
<https://orcid.org/0000-0001-6580-7372>

2. Research Assistant, Muş Alparslan
University, m.levet@alparslan.edu.tr,
<https://orcid.org/0000-0002-6297-3065>

<https://doi.org/10.30798/makuiibf.1097687>

Article Type

Research Article

Application Date

April 2, 2022

Acceptance Date

December 22, 2023

EXTENDED SUMMARY

The fact that the transactions are made on the basis of interest in the conventional banking approach prevented investors with religious sensitivities from using their savings in financial markets. Therefore, to include these savings in the financial system, there was a need for institutions and new investment instruments that would take religious sensitivities into account. In recent years, new institutions have emerged under the name of Islamic Finance, which acts according to Islamic rules in financial transactions. Participation banks, which are an extension of Islamic Finance and have attracted attention in a short time, are among these institutions. Contrary to the conventional banking approach, participation banks do not carry out their transactions with interest, instead, they operate on the basis of participation in profit and loss.

The emergence of new investment instruments with the understanding of Islamic Finance, the disappearance of borders in economies, the perpetual development of financial markets, and the increasing risk and uncertainty in the markets play an important role in the investment decisions to be made. Although investors differ in their sensitivity to risk, they generally aim to maximize the benefit or return with minimum risk. Therefore, it is extremely important for both individual and institutional investors to consider the above-mentioned situations before making investment decisions and estimate the risks involved in these investments as accurately as possible, and take decisions accordingly.

There are many types of systematic and non-systematic risks in financial markets. While it is often not possible to predict systematic risks, it is possible to calculate and predict unsystematic risks. Volatility, which expresses the changes in the price or return of a product or investment instrument traded in financial markets over time, is among these risks that can be predicted. Accurate analysis and interpretation of volatility, which has recently become the focus of attention and an important indicator of risk, provides great convenience to investors in making the right investment decisions. Therefore, in order to make a rational investment decision, it is necessary to correctly analyze the volatility structure of the investment instrument in question.

The study aims to determine the most appropriate model explaining the volatility structures of the Participation 30 and Participation 50 indices, which are composed of stocks operating under the name of Islamic Finance in Borsa Istanbul (BIST) and designed in accordance with the principles of participation banking. In order to prevent the extreme volatility caused by the Covid-19 epidemic, which spread almost all over the world after the first quarter of 2020 and severely affected economies, the data for the pandemic period were excluded from the scope. For this purpose, the data set of the study consists of the return series obtained by using the weekly closing prices of the indices for the period 04.01.2015-12.04.2020.

In the study, we first tested the stationarity of the index series using ADF and PP unit root tests. We observed that both index series were stationary at the level; therefore, we selected the ARMA model for the indexes. We determined that the suitable model for the indices was the ARMA (0,0) model. Then, we tested the existence of heteroscedasticity, autocorrelation, and nonlinear elements in the indexes using the ARMA (0,0) model. These tests revealed that the indexes had heteroscedasticity, autocorrelation, and nonlinearity issues. These issues preclude the employment of the ARMA model for determining the volatility structures. For this reason, we preferred ARCH/GARCH family models which take into account the leverage effect and the symmetrical and asymmetrical states of the indexes.

We tested ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH, and PARCH models from the ARCH/GARCH family models. Among these, only ARCH (1) and EGARCH (1,1) were statistically significant and satisfied the parameter constraint conditions. Therefore, we retested the previously detected heteroscedasticity and autocorrelation via ARCH (1) and EGARCH (1,1) models. Results showed that both ARCH (1) and EGARCH (1,1) models were free from the aforementioned issues in both indexes. Then, to determine the most suitable model among these two, we examined the Theil Inequality Coefficient (TIC), Root Mean Square Error (RMSE), and Mean Absolute Error (MAE). This examination showed that the EGARCH (1,1) model had the lowest coefficient on all three parameters and that it was more suitable in explaining the volatility structures of both indexes.

The results of the EGARCH (1,1) model showed that negative shocks in the Participation 30 index have an effect of 0.13 units. Therefore, we concluded that the negative shocks were more effective than the positive shocks and that there is a leverage effect in the Participation 30 index series. We also found that the effect of a shock in the index lasted for 6.47 weeks (approximately 32 days). On the other hand, the Participation 50 index also had a leverage effect, and the negative shocks in this index had an effect of 0.11 units. We found that the shocks in the index, in which the negative shocks were more effective than the positive shocks, lasted for 5.61 weeks (approximately 28 days). Based on the conditional variance graphs that give information about the volatility clusters in the indexes, we observed that there were volatility clusterings in both indexes on similar dates.

Although volatility offers certain advantages to risk-insensitive investors, such as the potential for above-average returns, it is generally regarded as a factor that amplifies risk and uncertainty in financial markets. Financial institutions and investors participating in participation indexes, prompted by religious or other concerns, can mitigate the risks and uncertainties inherent in volatility by implementing measures such as portfolio diversification and updating their risk management strategies. In addition to economic risks and uncertainties, efforts to limit volatility caused by political risks can boost investor confidence. This can be achieved by implementing various arrangements in monetary and fiscal policies, ensuring economic stability in terms of volatility. Furthermore, policymakers can diminish the negative effects of sudden fluctuations in financial markets by developing rapid and effective intervention strategies during unexpected economic crises. Finally, the results of this study can guide future studies that could examine different indexes and different models for both comparison and separate evaluation purposes.

1. GİRİŞ

Konvansiyonel bankacılık anlayışında işlemlerin faiz temelinde yapıyor olması, faiz hassasiyetine sahip yatırımcıların tasarruflarını finansal piyasalarda değerlendirmelerine engel olmuştur. Bu tasarrufların finansal sisteme dâhil edilebilmesi için faiz hassasiyetini göz önünde bulunduracak kurumlara ve yeni yatırım araçlarına ihtiyaç duyulmuştur. Bu bağlamda finansal işlemlerde İslami kurallara göre hareket eden İslami Finans adı altında yeni kuruluşlar ortaya çıkmıştır. İslami Finansın bir uzantısı olan ve kısa süre içerisinde dikkatleri üzerine çekerek hızlı bir büyüme gösteren katılım bankaları da bu kuruluşlar arasında gösterilmektedir. Konvansiyonel bankacılık anlayışının aksine işlemlerini faizsiz yapan katılım bankaları kâr veya zarara katılma esasına göre faaliyet göstermektedirler (Pehlivan, 2016).

İslami Finans anlayışıyla birlikte yeni yatırım araçlarının ortaya çıkması, ekonomilerde sınırların ortadan kalkması, finansal piyasaların her geçen gün gelişmesi ve piyasalarda artan risk ve belirsizlik gibi durumlar alınacak olan yatırım kararları üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Yatırımcıların riske karşı duyarlılık hassasiyetleri değişkenlik gösterse de, genel olarak minimum riskle maksimum fayda ve/veya getiriye ulaşmayı hedeflemektedirler. Bu nedenle yatırım kararları alınmadan önce yukarıda belirtilen durumların göz önünde bulundurulması ve söz konusu yatırımların içerdiği risklerin olabildiğince doğru tahmin edilip bu doğrultuda kararlar alınması hem bireysel hem de kurumsal yatırımcılar açısından son derece önemlidir.

Finansal piyasalarda sistematik ve sistematik olmayan birçok risk türü bulunmaktadır. Bu riskler arasında yer alan sistematik risklerin bilinmesi ya da tahmin edilmesi çoğu zaman mümkün değilken, sistematik olmayan risklerin ise hesaplanıp öngörülmesi mümkündür. Finansal piyasalarda işlem gören bir ürün ya da yatırım aracının fiyat veya getirisinde zaman içerisinde meydana gelen değişimleri ifade eden volatilité (oynaklık), tahmin edilmesi mümkün olan bu riskler arasında gösterilmektedir. Son dönemlerde ilgi odağı haline gelen ve riskin önemli bir göstergesi olan volatilitenin doğru analiz edilip yorumlanması isabetli yatırım kararları alma noktasında yatırımcılara büyük kolaylıklar sağlamaktadır (Koy ve Ekim Dertli, 2016). Dolayısıyla rasyonel bir yatırım kararı alabilmek için söz konusu yatırım aracının volatilité yapısını doğru bir şekilde analiz etmek gerekmektedir.

Literatürde volatilite yapısı ve volatilite yayılımı konusunda yapılan çalışmalar özellikle son dönemlerde artış gösterse de İslami Finans özelinde volatilite ile ilgili yapılan çalışmaların çok az olduğu görülmektedir. Çalışmada, Borsa İstanbul'da (BIST) faaliyet gösteren ve katılım bankacılığı prensiplerine uygun olarak hazırlanan pay senetlerinin oluşturduğu BIST Katılım 30 (Kat 30) ve BIST Katılım 50 (Kat 50) endekslerinin volatilite yapıları araştırılmıştır. 2020 döneminin ilk çeyreğinden sonra neredeyse bütün dünyaya yayılan Covid-19 salgını ülkemizi de etkisi altına almıştır. Salgının finansal piyasalarda sebep olduğu aşırı oynaklıkların, çalışma sonuçlarına etki etmemesi adına söz konusu döneme ilişkin veriler kapsam dışında bırakılmıştır. Bu amaçla çalışmanın veri seti, endekslerin 04.01.2015-12.04.2020 dönemine ait haftalık kapanış fiyatları kullanılarak elde edilen getiri serilerinden oluşmaktadır. Katılım endekslerinin volatilite yapılarının koşullu değişen varyans modelleri (ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH, PARCH) kullanılarak araştırıldığı çalışma üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, genel bilgilerin ele alındığı giriş ve konuya ilişkin literatür taramasına yer verilmiştir. İkinci bölümde, çalışmaya ilişkin veri seti ve yöntem doğrultusunda yapılan analizlere değinilmiştir. Üçüncü bölümde ise elde edilen ampirik bulgulara yer verilmiş ve söz konusu bulguların yorumlandığı sonuç kısmı ile çalışma sonlandırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen ampirik bulguların, İslami Finans özelinde alınacak yatırım kararları üzerinde etkili olacağı söylenebilir. Ayrıca bu konuda yapılan çalışma sayısının yok denilecek kadar az olması, çalışmanın özgün olduğu ve literatüre katkı sağlayacağı beklentisini artırmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Finansal yatırımlarda riskin önemli bir göstergesi olarak nitelendirilen ve kısaca ortalamadan sapma olarak ifade edilen volatilite, son dönemlerde ilgi çekici bir konu haline gelmiştir. Bu yüzden yatırım araçlarının volatilite yapılarının doğru tahmin edilmesi ve bu doğrultuda karar alınması yatırımcılar açısından son derece önemlidir. Bu bağlamda volatilite ile ilgili yapılmış çalışmalara bakıldığında, daha çok yatırıma konu olan ve borsalarda işlem gören pay senedi endekslerinin volatilite yapılarının incelendiği görülmektedir. Bunun yanı sıra son dönemde farklı piyasa ya da farklı endeksler arasındaki ilişkiyi belirlemek adına volatilite yayılımını ele alan çalışmaların da arttığını söylemek mümkündür. Ulusal ve uluslararası alanda volatilite yapısı özelinde incelenen önceki çalışmalardan ulaşılabildiklerimize Tablo 1'de yer verilmiştir.

Tablo 1. Literatür İncelemesi

Yazar(lar)	Örneklem	Dönem	Bulgular
Yu (2002)	Yeni Zelanda Borsası NSZE 40 Endeksi	1980-1998	Endeksin volatilite yapısını açıklayan en uygun modeli tespit etmek amacıyla 9 farklı model karşılaştırmış ve en uygun modelin GARCH (3,2) olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Pederzoli (2006)	Londra Borsası FTSE 100 Endeksi	1990-2001	ARCH/GARCH modelleri kullanılarak yapılan çalışmanın sonucunda endeksin volatilite yapısını belirlemede EGARCH (1,1) modelinin daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. (Devamı) Literatür İncelemesi

Yazar(lar)	Örneklem	Dönem	Bulgular
Akay ve Nargeleçekenler (2006)	Dolar Kuru-BIST 100 Endeksi	1987-2006	ARCH/GARCH modelleri kullanılarak yapılan çalışmanın sonucunda döviz kuru için uygun volatilité modelinin ARCH (2), BIST 100 endeksi için ise GARCH (1,2) olduğu tespit edilmiştir.
Alberg vd. (2008)	Tel Aviv Menkul Kıymetler Borsası TA 25 ve TA 100 Endeksleri	1992-2005 1997-2005	GARCH modelleri kullanılarak yapılan çalışmanın sonucunda endekslerin volatilité yapılarını açıklamak için en uygun modelin EGARCH olduğu belirlenmiştir.
Çağlayan ve Dayıoğlu (2009)	OECD Ülkelerinin Döviz Kuru	1993-2006	Simetrik ve asimetrik koşullu değişen varyans modellerinin karşılaştırıldığı analiz sonucunda, OECD ülkelerinin çoğu için asimetrik modellerin simetrik modellerden daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca döviz kuru getirilerinde meydana gelen volatilitenin etkilerinin ülkeden ülkeye farklılık gösterdiği sonucuna da ulaşılmıştır.
Atakan (2009)	BIST 100 Endeksi	1987-2008	ARCH modelleri kullanılarak yapılan çalışmanın sonucunda söz konusu endeksin volatilité yapısının GARCH (1,1) modeli ile açıklandığı tespit edilmiştir.
Angabini ve Wasiuzzaman (2010)	Malezya Borsası Kuala Lumpur Bileşik Endeksi	2000-2007 2000-2010	2008 küresel krizi özelinde incelenen çalışmanın sonucunda, her iki dönem için de GARCH (1,1) modelinin endeksin volatilité yapısını belirlemede en uyumlu model olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca kriz dönemindeki volatilitenin, diğer dönemlerdeki volatilitéye göre yaklaşık %25 oranında artış gösterdiği sonucuna da ulaşılmıştır.
Başcı (2011)	İMKB Mali ve Sınai Endeksleri	2002-2010	Çalışmanın sonucunda, endekslerin volatilité yapılarını belirleyebilmek için GARCH (1,1) modelinin uygun olduğu görülmüştür. Ancak söz konusu dönemde her iki endekste de volatilité kümelenmelerinin olması sebebiyle modele kukla değişken eklenerek model yeniden kurulmuştur. Kurulan yeni modelde ise söz konusu endekslerin volatilité yapısı ile ilgili en uygun modelin TGARCH (1,1) olduğu belirlenmiştir.
Gabriel (2012)	Bükreş Menkul Kıymetler Borsası BET Endeksi	2001-2012	GARCH modelleri kullanılarak yapılan çalışmanın sonucunda, endeksin volatilité yapısını açıklamak için en uygun modelin TGARCH olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Şahin vd. (2015)	BIST 100 Endeksi ve Kurumsal Yönetim Endeksi	2007-2013	ARCH, GARCH, EGARCH ve TGARCH modellerinin kullanıldığı çalışmanın sonucunda, her iki endeksin de volatilité yapılarını en doğru şekilde açıklayan modelin GARCH (1,1) olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra BIST 100 endeksi volatilitésinin, Kurumsal Yönetim Endeksi volatilitésinden daha yüksek olduğu sonucuna da ulaşılmıştır.
Sağlam ve Başar (2016)	Dolar, Euro ve Sterlin Döviz Kurları	2010-2015	ARCH, GARCH, EGARCH ve TARCH modellerinin kullanıldığı çalışmanın sonucunda, dolar kuru için en uygun modelin EGARCH (1,0), euro kuru için TARCH (1) ve sterlin kuru için ARCH (2) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. (Devamı) Literatür İncelemesi

Yazar(lar)	Örneklem	Dönem	Bulgular
Yıldız (2016)	BIST Mali, Sınai ve Hizmet Endeksleri	2000-2015	Çalışmanın sonucunda, mali ve sınai endekslerinin volatilité yapılarını belirleyebilmek için en başarılı modelin TGARCH (1,1) olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra hizmet endeksinin volatilité yapısını en doğru şekilde ortaya koyan modelin ise CGARCH (1,1) olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Güler (2017)	Dolar Döviz Kuru	2006-2016	ARCH ve TARARCH modellerinin kullanıldığı çalışmanın sonucunda, döviz kurunun volatilité yapısını açıklamak için uygun olan modelin TARARCH (2,1) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gecelik faiz oranlarındaki değişimlerin, döviz kuru volatilitesi üzerinde yukarı yönlü bir etkiye neden olduğu gözlemlenmiştir.
Baykut ve Kula (2018)	BIST 50 Endeksi	2007-2016	ARCH/GARCH modelleri kullanılarak yapılan çalışmanın sonucunda, en iyi sonucu GARCH (2,1) modelinin verdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca endeksin günlük volatilitesi ise %1,76 olarak elde edilmiştir.
Mechri vd. (2018)	Türkiye ve Tunus'un Döviz Kuru, Faiz Oranı, Enflasyon Oranı, Altın ve Petrol Fiyatları Karşılaştırması	2002-2017	Söz konusu değişkenlerin volatilitesinin Türkiye ve Tunus hisse senedi piyasası üzerindeki etkisinin GARCH (1,1) modeli kullanılarak analiz edildiği çalışmanın sonucunda, altın ve petrol fiyatlarının yanı sıra döviz kurunda meydana gelen volatilitenin iki ülkenin de hisse senedi piyasası üzerinde oldukça etkili olduğu belirlenmiştir.
Kuzu (2018)	BIST 100 Endeksi	2011-2017	ARCH, GARCH, EGARCH ve TGARCH modelleri kullanılarak yapılan çalışmanın sonucunda, BIST 100 endeksinin volatilité yapısı hakkında en başarılı sonuçları TGARCH modelinin verdiği gözlemlenmiştir.
Yıldırım ve Sakarya (2019)	BIST 30 ve Katılım 30 Endeksleri	2011-2018	ARCH, GARCH ve TGARCH modelleri kullanılarak yapılan çalışmanın sonucunda, her iki endeksin de volatilité yapılarını açıklamak için uygun olan modelin GARCH (1,1) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca BIST 30 endeksi volatilitesinin, Katılım 30 endeksi volatilitesinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.
Atıcı Ustalar ve Şanlısoy (2021)	Türkiye ile G7 Ülkeleri Borsalarının Öncü Hisse Senedi Endeksleri	2020-2021	Covid-19 salgınının söz konusu endekslerde meydana getirdiği volatilitenin EGARCH (1,1) modeli aracılığı ile incelendiği çalışmanın sonucunda, Covid-19 salgınının; Türkiye, Japonya, Kanada ve Fransa'nın hisse senedi endekslerinin volatilitesini artırdığı tespit edilmiştir.

Çalışmalarda incelenen piyasa, endeks, veri seti ve çalışma dönemi gibi değişkenlerin farklılık göstermesi, yatırımcılar açısından geniş bir bilgi havuzu oluşturmaktadır. Dolayısıyla bu bilgilerin, alınacak yatırım kararları üzerinde önemli bir rol oynayacağı söylenebilir. Bu doğrultuda Kat 30 ve Kat 50 endekslerinin volatilité yapılarının incelendiği bu çalışmanın, İslami Finans adı altında yatırım yapmak isteyen piyasaya paydaşlarına önemli bilgiler sağlayacağı beklenmektedir.

3. VERİ SETİ VE YÖNTEM

Çalışmanın amacı, BIST'de işlem gören ve katılım bankacılığı prensipleri gözetilerek hazırlanan Kat 30 ve Kat 50 endekslerinin volatilité yapılarını araştırmaktır. Çalışmanın veri seti her iki endeksinde 04.01.2015-12.04.2020 dönemine ait haftalık kapanış fiyatları kullanılarak elde edilen getiri

serilerinden oluşmaktadır. Veriler investing.com veri tabanından elde edilmiş ve ilgili ekonometrik analizler EViews 10 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Endekslerin haftalık kapanış fiyatlarının kullanılması ile elde edilen getiri serileri aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır.

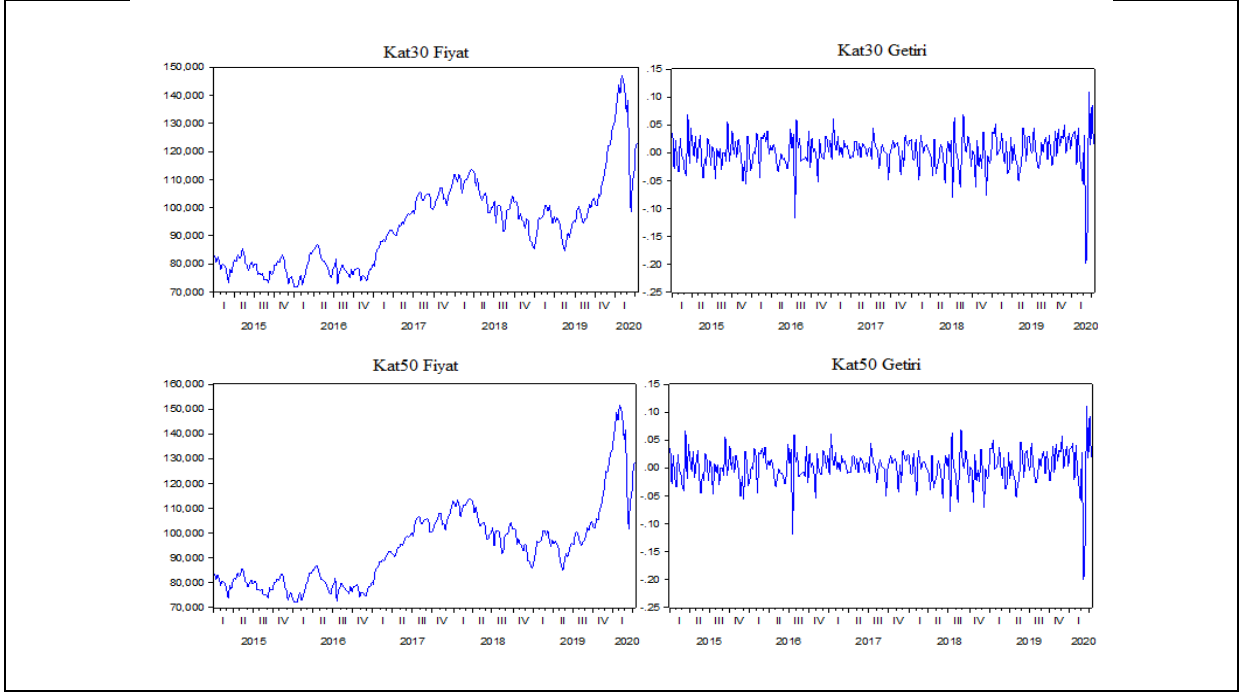
$$R_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

Endekslerin volatilité yapılarını tespit etmek amacıyla yapılan çalışmanın yönteminde kaldıraç etkisi ile simetrik ve asimetrik durumları dikkate alan ARCH/GARCH modelleri kullanılmıştır. Kaldıraç etkisi, bir varlığın getirisi ile volatilitesi arasındaki ters yönlü ilişkiyi ifade etmektedir. Yani bir varlığın fiyatı artarken volatilitesinin düşmesi ya da tersi bir durum kaldıraç etkisi ile açıklanmaktadır (Murari, 2015). Simetrik modeller, koşullu varyansın sadece büyüklüğe bağlı olduğunu, pozitif ve negatif şokların volatilité üzerinde aynı etkiye sahip olduğu varsayımına dayanmaktadır. Buna karşılık asimetrik modeller ise aynı büyüklükteki pozitif ve negatif şokların volatilité üzerinde farklı etkileri olduğu varsayımına dayanmaktadır (Murari, 2015). Çalışmanın konusunu oluşturan endekslerin volatilité yapılarını doğru bir şekilde belirleyebilmek için getiri serilerinin durağan bir yapıya sahip olmaları gerekmektedir. Bu doğrultuda öncelikle serilerin durağanlığı Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Philips-Peron (PP) birim kök testleri vasıtasıyla analiz edilmiştir. Ardından serilere ilişkin uygun ARMA modeli belirlenerek endeks serilerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçlarına yer verilmiştir. Daha sonra endeks serilerinin değişen varyans, otokorelasyon ve doğrusal olmayan unsurlara sahip olup olmadıkları incelenmiştir. Bu inceleme sonrasında ARMA modelinin ilgili endeks serilerinin volatilité yapılarını tahmin etme noktasında yetersiz kaldığı görülmüş ve koşullu değişen varyans modelleri olan ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH, PARCH modelleri ile analize devam edilmiştir. Bu modeller arasında istatistiksel olarak anlamlı olan modeller ortaya konmuştur. Söz konusu bu modeller arasında karşılaştırma yapılarak endekslerin volatilité yapısını açıklamak için en uygun olan model belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

4. VERİLERİN ANALİZİ VE BULGULAR

Kat 30 ve Kat 50 endekslerinin volatilité yapılarını belirleyebilmek için öncelikle serilere ait fiyat ve getiri grafiklerine yer verilmiş ardından ise serilerin durağanlığı test edilmiştir. Endekslerin incelenen döneme ait fiyat ve getiri grafikleri Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1. Kat 30-Kat 50 Endekslerine Ait Fiyat ve Getiri Grafiği



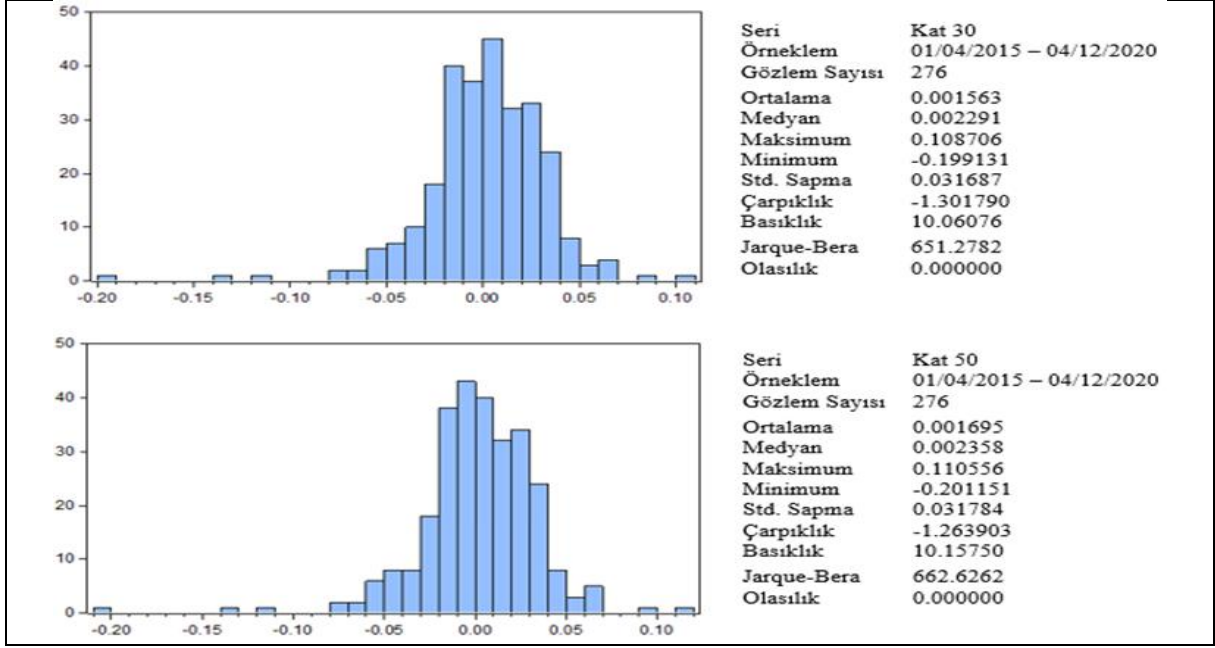
Şekil 1’de yer alan Kat 30 ve Kat 50 endekslerinin fiyat ve getiri grafikleri ele alındığında, her iki endeksin de fiyat serilerinde dalgalanmaların olduğu ve artan bir trende sahip oldukları görülmektedir. Fiyat grafiklerinde bu denli dalgalanmaların olması, serilerin fiyat özelinde durağan olmadıklarının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Endekslerin getiri grafiklerine bakıldığında ise serilerin ortalama bir değer etrafında toplandığı ve durağan bir yapıya sahip oldukları görülmektedir. Ayrıca getiri grafiklerinde 2016 döneminin ortalarında, 2020 döneminin ise başlarında volatilite kümelenmelerinin olduğu görülmektedir. Bu volatilite kümelenmelerinin söz konusu dönemlerde meydana gelen darbe girişimi ve küresel salgından kaynaklandığı ifade edilebilir. Endekslerin getiri grafiklerinde görülen durağanlığın birim kök testleri ile de desteklenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda endekslerin getiri serilerinin durağanlıkları ADF ve PP birim kök testleri kullanılarak analiz edilmiştir. Birim kök testi sonuçlarına ilişkin bilgiler Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları

		KAT 30					
Test	Fark	Yüzde	Kritik Değer	t-istatistiği	Olasılık Değeri	Karar	
Sabit	ADF	%1	-3,453	-16,64267	0,0000	I(0)	
		%5	-2,871				
		%10	-2,572				
	PP	%1	-3,453	-16,64286	0,0000	I(0)	
		%5	-2,871				
		%10	-2,572				
Trend ve Sabit	ADF	%1	-3,991	-16,63383	0,0000	I(0)	
		%5	-3,426				
		%10	-3,136				
	PP	%1	-3,991	-16,63406	0,0000	I(0)	
		%5	-3,426				
		%10	-3,136				
		KAT 50					
Test	Fark	Yüzde	Kritik Değer	t-istatistiği	Olasılık Değeri	Karar	
Sabit	ADF	%1	-3,453	-16,52501	0,0000	I(0)	
		%5	-2,871				
		%10	-2,572				
	PP	%1	-3,453	16,52522	0,0000	I(0)	
		%5	-2,871				
		%10	-2,572				
Trend ve Sabit	ADF	%1	-3,991	-16,52615	0,0000	I(0)	
		%5	-3,426				
		%10	-3,136				
	PP	%1	-3,991	-16,52628	0,0000	I(0)	
		%5	-3,426				
		%10	-3,136				

Birim kök testi sonuçlarına göre Kat 30 ve Kat 50 endekslerinin getiri serilerinin olasılık değerlerinin 0,000 olduğu görülmektedir. Bu durumda serilerin birim köke sahip olduğunu belirten H_0 hipotezi reddedilerek serilerde birim kök olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir ifadeyle serilerin durağan bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Böylelikle serilerin %1, %5 ve %10 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı ve düzeyde durağan I(0) oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Durağanlık testinden sonra ARMA modelinin belirlenebilmesi için serilere ilişkin normal dağılım ve tanımlayıcı istatistikler tespit edilmelidir. Serilere ait tanımlayıcı istatistik sonuçları Şekil 2’de gösterilmiştir.

Şekil 2. Kat 30-Kat 50 Endekslerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler



Endekslerin tanımlayıcı istatistik sonuçlarına bakıldığı zaman her iki serinin de ortalama getirilerinin pozitif olduğu görülmektedir. İncelenen dönem içerisinde Kat 30 endeksinin maksimum getiri oranı %10,87, minimum getiri oranı -%19,91 olarak elde edilmiştir. Buna karşın Kat 50 endeksinin maksimum getiri oranı %11,05 iken minimum getiri oranı ise -%20,11 olarak hesaplanmıştır. Çarpıklık ve basıklık katsayıları, finansal serilerde normal dağılımın ön koşulu olarak nitelendirilirler. Söz konusu ön koşulun sağlanabilmesi için çarpıklık katsayısının dik bir yapıya ve negatif değere sahip olması beklenirken, basıklık katsayısının ise 3'e yakın olması gerekmektedir. Bu bilgiler ışığında endeks serilerinin çarpıklık ve basıklık katsayılarının yukarıda bahsi geçen ön koşula uymadığı söylenebilir. Normal dağılımın diğer bir koşulu ise Jarque-Bera olasılık değeridir. Bu olasılık değeri her iki endeks serisinde de 0,05 önem düzeyinden düşük olduğundan dolayı normal dağılım için gerekli olan diğer koşulunda sağlanmadığı görülmektedir. Dolayısıyla hem basıklık ve çarpıklık hem de Jarque-Bera ile ilgili bilgiler göz önünde bulundurulduğunda serilerin normal dağılmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tanımlayıcı istatistik bilgilerinden sonra serilere ait ARMA/ARIMA yapısının belirlenmesi gerekmektedir. ARMA/ARIMA yapıları arasında seçim yapmak için serilerin durağanlık durumları dikkate alınmalıdır (Topaloğlu, 2020). Çalışmada kullanılan endeks serileri durağan olduklarından dolayı ARMA modelinin kullanılması uygun görülmüştür. Kat 30 ve Kat 50 endeks serileri için en uygun ARMA modeli, 6. gecikme değerine kadar olan gecikme değerleri esas alınarak Akaike, Hannan-Quinn ve Schwarz bilgi kriterleri doğrultusunda belirlenmiştir. Uygun ARMA modelinin seçimi ile ilgili sonuçlar Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Optimal ARMA (p/q) Seçimi

Hannan ve Rissanen, 1982, Biometrika 69		
	Kat 30	Kat 50
Optimal Gecikme Uzunluğu	6	6
Akaike Bilgi Kriteri	p=0, q=0	p=0, q=0
Hannan-Quinn Bilgi Kriteri	p=0, q=0	p=0, q=0
Schwarz Bilgi Kriteri	p=0, q=0	p=0, q=0

Tablo 3'te yer alan bilgiler incelendiğinde tüm bilgi kriterlerine göre en uygun olan ARMA modelinin hem Kat 30 hem de Kat 50 endeksi için ARMA(0,0) modeli olduğu tespit edilmiştir. Uygun olan model seçimi yapıldıktan sonra endekslerin volatilité yapılarını belirleyebilmek için serilerin değişen varyans, otokorelasyon ve doğrusal olmayan unsurlar içerip içermediği analiz edilmelidir. Bu bağlamda ARCH-LM testi kullanılarak serilerde değişen varyans olup olmadığı farklı gecikme değerleri esas alınarak test edilmiştir. Yapılan testin sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. ARCH-LM Değişen Varyans Test Sonuçları

KAT 30				
ARMA (0,0)	Gözlenen R²	R² Olasılık	F İstatistiği	F İstatistiği Olasılık
1.Gecikme	39,502	0,000	45,793	0,000
5.Gecikme	44,544	0,000	10,425	0,000
10.Gecikme	43,907	0,000	5,041	0,000
20.Gecikme	48,602	0,000	2,753	0,000
30.Gecikme	48,659	0,000	1,767	0,000
KAT 50				
ARMA (0,0)	Gözlenen R²	R² Olasılık	F İstatistiği	F İstatistiği Olasılık
1.Gecikme	34,103	0,000	38,647	0,000
5.Gecikme	41,965	0,000	9,711	0,000
10.Gecikme	41,569	0,000	4,723	0,000
20.Gecikme	47,667	0,0005	2,688	0,0002
30.Gecikme	47,830	0,0142	1,729	0,0206

ARCH-LM değişen varyans testine ilişkin sonuçlar incelendiğinde iki endeksin tüm gecikme değerleri için elde edilen F istatistiği olasılık değerlerinin 0,05 önem düzeyinden düşük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla serilerde değişen varyansın olmadığını ifade eden H₀ hipotezi reddedilerek, serilerin değişen varyans sorununa sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Endeks serilerinin volatilité yapılarını belirleyebilmek için serilerin otokorelasyon sorununa sahip olup olmadığı da test edilmelidir. Hata terimleri korelogramları ile test edilen otokorelasyon test sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Otokorelasyon Test Sonuçları

KAT 30					
ARMA (0,0)	1.Gecikme	5.Gecikme	10.Gecikme	20.Gecikme	30.Gecikme
AC	0,379	0,011	0,007	0,018	-0,029
PAC	0,379	-0,041	0,009	0,039	-0,025
Q-İstatistik (p değeri)	40,067 (0,000)	56,959 (0,000)	57,095 (0,000)	57,888 (0,000)	58,358 (0,000)
KAT 50					
ARMA (0,0)	1.Gecikme	5.Gecikme	10.Gecikme	20.Gecikme	30.Gecikme
AC	0,352	0,007	0,008	0,019	-0,029
PAC	0,352	-0,053	0,008	0,038	-0,025
Q-İstatistik (p değeri)	34,593 (0,000)	54,833 (0,000)	55,036 (0,000)	56,110 (0,000)	56,553 (0,002)

Serilerde otokorelasyonun incelendiği test sonuçlarına bakıldığında tüm gecikme değerleri için Q istatistik olasılık değerlerinin 0,05 önem düzeyinden düşük olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple endeks serilerinin ikisinde de otokorelasyon sorununun olduğu tespit edilmiştir. Değişen varyans ve otokorelasyon testlerinin ardından serilerde doğrusal olmayan unsurların olup olmadığının da araştırılması gerekmektedir. Bu amaçla çalışmada kullanılan endeks serilerinde doğrusal unsurların varlığı; Brock, Dechert ve Scheinkman (1987) BDS Doğrusallık testi aracılığıyla incelenmiştir. Test sonuçları Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6. BDS Doğrusallık Test Sonuçları

Endeks	Boyut	BDS İstatistik	Std. Hata	z-istatistik	Olasılık Değeri
KAT 30	2	0,0085	0,0049	1,7354	0,0827
	3	0,0121	0,0078	1,5541	0,1201
	4	0,0182	0,0093	1,9616	0,0498
	5	0,0123	0,0097	1,2777	0,2014
	6	0,0067	0,0093	0,7181	0,4727
KAT 50	2	0,0080	0,0049	1,6290	0,1033
	3	0,0118	0,0078	1,5064	0,1320
	4	0,0178	0,0094	1,8983	0,0577
	5	0,0118	0,0098	1,1988	0,2306
	6	0,0057	0,0095	0,5973	0,5503

Serilerinin doğrusal olmayan unsurlar içerip içermediğinin test edildiği BDS doğrusallık test sonuçlarına göre Kat 30 endeks serisinin 4. boyuttaki olasılık değeri 0,05 önem düzeyinden düşük olduğu için söz konusu endekste doğrusal olmayan unsurların var olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kat 50 endeksinde ise tüm boyutlar için hesaplanan olasılık değerleri 0,05 önem düzeyinden yüksek olduğu için bu seride doğrusal olmayan unsurların bulunmadığını söylemek mümkündür. Endekslerin volatilite yapılarının doğru bir şekilde belirlenebilmesi için serilerin değişen varyans, otokorelasyon ve doğrusal olmayan unsurlar gibi sorunları içermemesi gerekmektedir. Çalışmada kullanılan endekslere baktığımızda Kat 30 endeksinin bu üç sorunu da içerdiğini söylemek mümkündür. Kat 50 endeksinin ise her ne kadar doğrusal olmayan unsurlar içermediği ortaya konulsa da söz konusu endeksin değişen varyans ve otokorelasyon sorunlarına sahip olduğu yapılan testler neticesinde tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda serilerin volatilite yapılarının belirlenebilmesi için koşullu değişen varyans modelleri olarak adlandırılan ARCH-GARCH modellerine ihtiyaç duyulmaktadır. Endeks serilerinin volatilite yapılarını ortaya çıkarılabilmek için ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH ve PARARCH olmak üzere 5 farklı model oluşturulmuştur. ARCH (p) ve GARCH (p,q) modelleri, kaldıraç etkisinin olmadığını varsayan simetrik modeller olarak analiz kapsamına alınırken; EGARCH (p,q), TGARCH (p,q) ve PARARCH (p,q) modelleri ise kaldıraç etkisini dikkate alan asimetric modeller olarak analizlere dâhil edilmiştir. Endekslerin volatilite yapılarını tespit edebilmek için söz konusu bu modellerin istatistiksel olarak anlamlı ve parametre kısıt koşullarına sahip olmaları gerekmektedir. Bu doğrultuda analize dâhil edilen modeller arasında istatistiksel olarak anlamlı olan ve gerekli kısıtları yerine getiren volatilite model sonuçları Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Volatilite Model Sonuçları

Endeks	Modeller	Katsayılar							
		α_0	α_1	α_2	α_3	β_1	β_2	β_3	γ_1
KAT 30	ARCH (p=1)	0,0008	0,1558	-	-	-	-	-	-
KAT 50	ARCH (p=1)	0,0008	0,1442	-	-	-	-	-	-
		$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2$							
KAT 30	EGARCH (p=1, q=1)	-1,114	0,245	-	-	0,868	-	-	-0,127
KAT 50	EGARCH (p=1, q=1)	-1,033	0,252	-	-	0,879	-	-	-0,114
		$\log(h_t) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \beta_j \log(h_{t-j}) + \sum_{i=1}^p \alpha_i \left \frac{u_{t-i}}{\sqrt{h_{t-i}}} \right + \sum_{k=1}^r \gamma_k \frac{u_{t-k}}{\sqrt{h_{t-k}}}$							

Kat 30 ve Kat 50 endekslerinin volatilite yapılarını belirleyebilmek için ARCH, GARCH, TGARCH, EGARCH ve PARARCH modelleri kullanılmış ve yukarıda bahsi geçen kısıtları sağlayan modeller belirlenmiştir. Bu modeller iki endeks için de ARCH (1) ve EGARCH (1,1) modelleridir. Belirlenen bu modellerin önceden ARMA (0,0) modeli ile test edilen değişen varyans ve otokorelasyon sorunlarını çözmesi gerekmektedir. Aksi halde çalışmada kullanılan endekslerin volatilite yapılarını belirleyebilmek için ARCH-GARCH modellerinin yetersiz kalacağı sonucuna ulaşılır. ARCH (1) ve EGARCH (1,1) modelleri doğrultusunda farklı gecikme değerleri esas alınarak değişen varyans sorununun giderilmesi beklenmektedir. ARCH-LM değişen varyans test sonuçlarına ilişkin bilgiler Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. ARCH-LM Değişen Varyans Test Sonuçları

Endeks	ARCH (1)	Gecikme 1	Gecikme 5	Gecikme 10	Gecikme 20	Gecikme 30
KAT 30	Gözlenen R ²	0,044	5,614	6,006	12,707	14,324
	R ² Olasılık	0,832	0,345	0,814	0,889	0,993
	F İstatistiği	0,044	1,121	0,589	0,613	0,443
	(p değeri)	(0,833)	(0,349)	(0,822)	(0,901)	(0,995)
	EGARCH (1, 1)	Gecikme 1	Gecikme 5	Gecikme 10	Gecikme 20	Gecikme 30
	Gözlenen R ²	0,006	0,705	1,517	9,778	11,307
	R ² Olasılık	0,934	0,982	0,998	0,972	0,999
	F İstatistiği	0,006	0,138	0,146	0,466	0,345
	(p değeri)	(0,934)	(0,983)	(0,999)	(0,976)	(0,999)
	KAT 50	ARCH (1)	Gecikme 1	Gecikme 5	Gecikme 10	Gecikme 20
Gözlenen R ²		0,039	7,137	7,740	15,615	17,070
R ² Olasılık		0,843	0,210	0,654	0,740	0,971
F İstatistiği		0,038	1,433	0,764	0,763	0,534
(p değeri)		(0,844)	(0,212)	(0,663)	(0,756)	(0,978)
EGARCH (1, 1)		Gecikme 1	Gecikme 5	Gecikme 10	Gecikme 20	Gecikme 30
Gözlenen R ²		0,016	0,556	1,619	11,241	12,633
R ² Olasılık		0,900	0,989	0,998	0,939	0,997
F İstatistiği		0,016	0,109	0,156	0,539	0,387
(p değeri)		(0,901)	(0,990)	(0,999)	(0,947)	(0,998)

ARCH-LM değişen varyans test sonuçlarına göre F istatistiği olasılık değerlerinin tüm gecikme değerlerinde 0,05 önem düzeyinden yüksek olduğu için serilerde varyansın sabit olduğunu ya da değişen varyansın olmadığını ifade eden H₀ hipotezi kabul edilmiştir. Böylelikle iki endeks serisinde de önceden varlığı tespit edilen değişen varyans sorunlarının tüm gecikme değerleri için ortadan kalktığı

görülmektedir. Değişen varyans testi sonrasında endeks serilerinde otokorelasyon sorununun çözümlenip çözümlenmediği de araştırılmıştır. Otokorelasyon testine ilişkin sonuçlar Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Otokorelasyon Test Sonuçları

Endeks	ARCH (1)	Gecikme 1	Gecikme 5	Gecikme 10	Gecikme 20	Gecikme 30
KAT 30	AC	0,013	0,022	0,009	0,034	-0,030
	PAC	0,013	0,021	0,012	0,031	-0,032
	Q İstatistik	0,045	6,101	6,257	7,955	8,408
	(p değeri)	(0,831)	(0,296)	(0,793)	(0,992)	(1,000)
	EGARCH (1, 1)	Gecikme 1	Gecikme 5	Gecikme 10	Gecikme 20	Gecikme 30
	AC	-0,005	0,025	0,023	0,046	-0,044
	PAC	-0,005	0,026	0,023	0,042	-0,048
	Q İstatistik	0,006	0,706	1,128	5,173	6,152
	(p değeri)	(0,934)	(0,983)	(1,000)	(1,000)	(1,000)
	ARCH (1)	Gecikme 1	Gecikme 5	Gecikme 10	Gecikme 20	Gecikme 30
AC	0,012	0,013	0,008	0,032	-0,028	
PAC	0,012	0,010	0,012	0,030	-0,030	
Q İstatistik	0,039	7,794	8,018	9,873	10,253	
(p değeri)	(0,842)	(0,168)	(0,627)	(0,970)	(1,000)	
KAT 50	EGARCH (1, 1)	Gecikme 1	Gecikme 5	Gecikme 10	Gecikme 20	Gecikme 30
	AC	-0,008	0,012	0,024	0,047	-0,044
	PAC	-0,008	0,012	0,025	0,044	-0,048
	Q İstatistik	0,016	0,557	1,097	5,802	6,760
	(p değeri)	(0,899)	(0,990)	(1,000)	(0,999)	(1,000)
	ARCH (1)	Gecikme 1	Gecikme 5	Gecikme 10	Gecikme 20	Gecikme 30
	AC	0,012	0,013	0,008	0,032	-0,028
	PAC	0,012	0,010	0,012	0,030	-0,030
	Q İstatistik	0,039	7,794	8,018	9,873	10,253
	(p değeri)	(0,842)	(0,168)	(0,627)	(0,970)	(1,000)

Otokorelasyon test sonuçlarına göre tüm gecikme değerlerinde Q istatistik olasılık değerlerinin 0,05 önem düzeyinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda tüm gecikme değerleri esas alındığında, ilgili volatilite modellerinin iki endekste de otokorelasyon sorununu çözdükleri belirlenmiştir. Böylelikle her iki endeks için de ARCH (1) ve EGARCH (1,1) modellerinin hem parametre kısıtlarını sağladığı hem de otokorelasyon ve değişen varyans sorunlarını çözdüğü tespit edilmiştir. Bu aşamadan sonra ise söz konusu volatilite modelleri arasında hangi modelin endeks serileri için daha uygun ve daha doğru sonuç verdiğini belirlemek gerekmektedir. Bu amaçla endeks serileri ve volatilite modelleri için; Theil Eşitsizlik Katsayısı (TIC), Kök Ortalama Kare Hata (RMSE) ve Ortalama Mutlak Hata (MAE) değerleri hesaplanmıştır. Volatilite modellerinin yukarıda belirtilen parametrelere göre karşılaştırıldığı teste ilişkin sonuçlar Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Volatilite Modelleri Karşılaştırma Sonuçları

Endeks	Modeller	TIC	RMSE	MAE
KAT 30	ARCH (1)	0,963477	0,031632	0,022523
	EGARCH (1, 1)	0,952187	0,031629	0,022516
KAT 50	ARCH (1)	0,961619	0,031730	0,022535
	EGARCH (1, 1)	0,955181	0,031727	0,022529

Volatilite modellerinin karşılaştırıldığı sonuçlar incelendiğinde her üç parametreye göre en düşük katsayı değerine sahip olan model, endekslerin volatilite yapılarını belirlemede en uygun model olarak kabul edilecektir. Bu bağlamda tüm parametrelere göre en düşük katsayı değerine sahip olan EGARCH (1,1) modelinin, endekslerin volatilite yapılarını açıklayan en uygun model olduğu tespit

edilmiştir. Buna göre EGARCH (1,1) modeline ilişkin volatilité model sonuçları Tablo 11’de gösterilmiştir.

Tablo 11. Volatilité Model Sonuçları

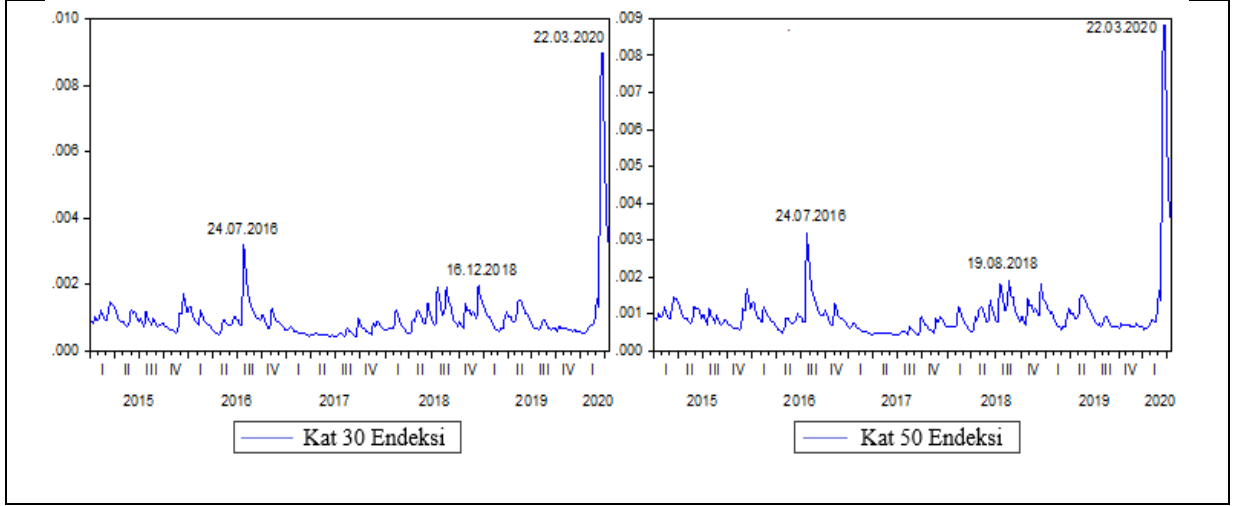
Endeks	Modeller	Katsayılar							
		α_0	α_1	α_2	α_3	β_1	β_2	β_3	γ_1
KAT 30	EGARCH (1,1)	-1,114	0,245	-	-	0,868	-	-	-0,127
KAT 50	EGARCH (1,1)	-1,033	0,252	-	-	0,879	-	-	-0,114

$$\log(h_t) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \beta_j \log(h_{t-j}) + \sum_{i=1}^p \alpha_i \left| \frac{u_{t-i}}{\sqrt{h_{t-i}}} \right| + \sum_{k=1}^r \gamma_k \frac{u_{t-k}}{\sqrt{h_{t-k}}}$$

Çalışmada kullanılan Kat 30 ve Kat 50 endekslerinin EGARCH (1,1) modeli doğrultusunda volatilité kümelenmeleri tespit edilmiştir. EGARCH modelleri logaritmik olarak hesaplandığı için diğer modellerde geçerli olan parametrelerin negatif olma ve $\alpha_i + \beta_i$ katsayılarının 1’den büyük olmaması koşulu aranmamaktadır. Bunun yanı sıra γ_i katsayısının negatif olması ise endekste kaldıraç etkisinin olduğunu göstermektedir. Buna göre Kat 30 endeksinde meydana gelen volatilité üzerinde negatif şokların yaklaşık olarak 0,13 birimlik etkisinin olduğu ve bu şokun pozitif şoklara göre daha etkili olduğu görülmektedir. Dolayısıyla endeks serisinde kaldıraç etkisinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Volatilité ısrarcılığı olarak ifade edile edilen ve meydana gelen şokların etkisini gelecekte ne kadar sürdüreceğine ilişkin bilgi veren Half-life (HL) ölçüsü; $HL = \frac{\ln(0,5)}{\ln(\alpha_1 + \beta_1)}$ formülüyle hesaplanmaktadır (Topaloğlu, 2020; Baykut ve Kula, 2018). Bu bağlamda Kat 30 endeksinde meydana gelen bir şokun etkisinin 6,47 hafta, yani yaklaşık olarak 32 gün sürdüğü söylenebilir.

Kat 50 endeksi için EGARCH (1,1) volatilité modeli sonuçları incelendiğinde ise endekste meydana gelen negatif bir şokun 0,11 birimlik etkisi ile pozitif şoklara karşı daha etkili olduğu ve kaldıraç etkisinin geçerli olduğu belirlenmiştir. Kat 50 endeksinde ortaya çıkan bir şokun etkisinin ise HL ölçüsüne göre 5,61 hafta, yani yaklaşık 28 gün sürdüğünü söylemek mümkündür. Kaldıraç etkisinin geçerli olduğu iki endekste de olumsuz şokların Kat 50 endeksinde daha az kaldığı ve daha geçici olduğu ifade edilebilir. Kat 30 ve Kat 50 endekslerinin belirlenen volatilité yapıları doğrultusunda ortaya çıkan volatilité kümelenmeleri ve bu kümelenmelerin hangi tarihlerde olduğu EGARCH (1,1) modelinin koşullu varyans grafikleri aracılığı ile tespit edilmiştir. Söz konusu grafikler Şekil 3’te gösterilmiştir.

Şekil 3. Kat 30-Kat 50 Endeksleri Koşullu Varyans Grafikleri



Verilen grafikler incelendiğinde Kat 30 endeksinde volatilite kümelenmelerinin 24.07.2016, 16.12.2018 ve 22.03.2020 tarihlerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu tarihlerde katılım endeks değerlerinin varyansı ortalama değerlerden daha yüksek seyretmiştir. Bu tarihlerde ortaya çıkan çeşitli ekonomik, sosyal, siyasal ve küresel salgın gibi durumların söz konusu volatilite kümelenmelerine yol açtığını söylemek mümkündür. Kat 50 endeksinde ise volatilite kümelenmelerinin 24.07.2016, 19.08.2018 ve 22.03.2020 tarihlerinde gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu kapsamda her iki endeks için de benzer tarihlerde volatilite kümelenmelerinin ve ortalamadan sapma değerlerin gerçekleştiği söylenebilir.

5. SONUÇ

Çalışmada, BIST'de işlem gören Kat 30 ve Kat 50 endekslerinin 04.01.2015-12.04.2020 dönem aralığına ait haftalık kapanış fiyatlarından elde edilen getiri serileri kullanılarak volatilite yapıları araştırılmıştır. Bu doğrultuda çalışmanın analizinde öncelikle endeks serilerinin durağanlıkları ADF ve PP birim kök testleri kullanılarak test edilmiştir. Her iki endeks serisinin de düzeyde durağan oldukları belirlenmiş ve endekslere ait ARMA modeli seçimi yapılmıştır. Endeksler için uygun olan modelin ARMA (0,0) modeli olduğu tespit edilmiştir. ARMA (0,0) modeli baz alınarak endekslerde değişen varyans, otokorelasyon ve doğrusal olmayan unsurların varlığı test edilmiştir. Yapılan testler sonrasında endekslerin değişen varyans ve otokorelasyon sorunlarına sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra endekslerde doğrusal olmayan unsurların olduğu da belirlenmiştir. Endekslerin bu sorunlara sahip olması, volatilite yapılarının belirlenebilmesi için ARMA modelini kullanmayı yetersiz kılmıştır.

Volatilite yapısı tahmininde ARMA modelinin yetersiz kalması sonucunda endekslerin kaldıraç etkisi ile simetrik ve asimetric durumlarını dikkate alan ARCH/GARCH ailesi modellerine ihtiyaç duyulmuştur. Bu bağlamda koşullu değişen varyans modelleri adı verilen ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH ve PARCH modelleri analize dâhil edilmiştir. Bu modeller arasında istatistiksel olarak anlamlı olan ve parametre kısıt koşullarını sağlayan ARCH (1) ve EGARCH (1,1) modelleri kullanılarak daha önceden varlığı tespit edilen değişen varyans ve otokorelasyon testleri yeniden yapılmıştır. Test

sonuçlarına göre hem ARCH (1) hem de EGARCH (1,1) modellerinin her iki endekste de söz konusu sorunları giderdiği gözlemlenmiştir. Daha sonra endekslerin volatiliteler yapılarını açıklayan en uygun model seçimi; Theil Eşitsizlik Katsayısı (TIC), Kök Ortalama Kare Hata (RMSE) ve Ortalama Mutlak Hata (MAE) parametreleri yardımıyla test edilmiştir. Yapılan test sonrasında tüm parametrelere göre katsayı değeri en düşük olan EGARCH (1,1) modeli, iki endeks için de en uygun model olarak seçilmiştir.

Endekslerin volatiliteler yapılarını açıklayan en uygun model olan EGARCH (1,1) modeli sonuçlarına göre Kat 30 endeksinde meydana gelen negatif şokların 0,13 birimlik etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu negatif şokun pozitif şoklara göre daha etkili olduğu ve Kat 30 endeks serisinde kaldıraç etkisinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca endekste meydana gelen bir şokun etkisinin yaklaşık olarak 32 gün sürdüğü de tespit edilmiştir. Öte yandan Kat 50 endeksinde de kaldıraç etkisinin geçerli olduğu ve meydana gelen şokların 0,11 birimlik etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Negatif şokların pozitif şoklara oranla daha fazla etkili olduğu endekste meydana gelen şokların ise 28 gün sürdüğü sonucuna ulaşılmıştır. Endekslerde ortaya çıkan volatiliteler kümelenmeleri hakkında bilgi veren koşullu varyans grafiklerine göre ise iki endekste de benzer tarihlerde volatiliteler kümelenmelerinin olduğu gözlemlenmiştir.

Finansal araçların fiyat veya getirilerindeki dalgalanmaları ifade eden volatiliteler, riske karşı duyarsız yatırımcılara zaman zaman ortalamanın üzerinde getiri elde etme gibi birtakım avantajlar sağlasa da genellikle finansal piyasalarda risk ve belirsizliği artıran bir faktör olarak kabul edilmektedir. Faiz hassasiyeti gözeterek katılım endekslerine yatırım yapan finansal kurumlar ve yatırımcılar, volatilitenin neden olduğu bu risk ve belirsizlikleri portföy çeşitlendirmesi ve risk yönetim stratejilerinin güncellenmesi gibi önlemler aracılığıyla sınırlandırılabilirler. Ekonomik anlamdaki risk ve belirsizliklerin yanı sıra politik risk ve belirsizliklerden kaynaklanan volatilitenin sınırlı bir seviyede kalması için ise para ve maliye politikaları konularında çeşitli düzenlemeler yapılarak yatırımcı güveni artırılabilir ve böylelikle volatiliteler açısından ekonomik istikrar sağlanabilir. Ayrıca politika yapıcılar, beklenmedik ekonomik kriz dönemlerinde hızlı ve etkili müdahale stratejileri geliştirerek finansal piyasalardaki ani dalgalanmaların olumsuz etkilerini azaltabilirler. Son olarak çalışmanın sonuçları, gerek karşılaştırma gerekse ayrı değerlendirme yapmak suretiyle farklı endeksleri ve farklı modelleri inceleyecek olan gelecekteki çalışmalara rehberlik edebilir.

The study does not necessitate Ethics Committee permission.

The study has been crafted in adherence to the principles of research and publication ethics.

The authors declare that there exists no financial conflict of interest involving any institution, organization, or individual(s) associated with the article. Furthermore, there are no conflicts of interest among the authors themselves.

The authors contributed equally to the entire process of the research.

KAYNAKÇA

- Akay, H. K., ve Nargeleçekenler, M. (2006). Finansal piyasa volatilitesi ve ekonomi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 61(4), 5-36.
- Alberg, D., Shalit, H., ve Yosef, R. (2008). Estimating stock market volatility using asymmetric GARCH models. *Applied Financial Economics*, 18(15), 1201-1208. <https://doi.org/10.1080/09603100701604225>
- Angabini, A., ve Wasizzaman, S. (2010). Impact of the global financial crisis on the volatility of the malaysian stock market. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1659548>
- Atakan, T. (2009). İstanbul menkul kıymetler borsasında değişkenliğin (volatilitenin) ARCH-GARCH yöntemleri ile modellenmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 20(62), 48-61.
- Atıcı Ustalar, S., ve Şanlısoy, S. (2021). COVID-19 Krizi'nin Türkiye ve G7 ülkelerinin borsa oynaklıkları üzerindeki etkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 16(2), 446-462. <https://doi.org/10.17153/oguiibf.884895>
- Başçı, E. S. (2011). İMKB mali ve sınıai endekslerinin 2002-2010 dönemi için günlük oynaklığının karşılaştırmalı analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 12(2), 187-199.
- Baykut, E., ve Kula, V. (2018). Borsa İstanbul pay endekslerinin volatilitesi yapısı: BİST-50 örneği (2007-2016 yılları). *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(1), 279- 303.
- Brock, W.A., Dechert, W.D., ve Scheinkman, J.A. (1987). A test for independence based on the correlation dimension. *Unpublished Manuscript, Forthcoming in Econometric Reviews*, University of Wisconsin, Madison.
- Çağlayan, E., ve Dayıoğlu, T. (2009). Döviz kuru getiri volatilitesinin koşullu değişen varyans modelleri ile öngörüsü. *İstanbul Üniversitesi Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, (9), 1-16.
- Gabriel, A. S. (2012). Evaluating the forecasting performance of GARCH models. Evidence from Romania. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 62, 1006-1010. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.171>
- Güler, A. (2017). Oynak ekonomik koşullar altında döviz kuru oynaklığının modellenmesi: Türkiye için dinamik zaman serisi analizi. *International Journal of Academic Value Studies*, 3(14), 39-47. <http://dx.doi.org/10.23929/jav.435>
- Koy, A., ve Ekim Dertli, S. (2016). Borsa İstanbul sektör endekslerinin volatilitesi modellemesi. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergisi*, 5(2), 1-23.
- Kuzu, S. (2018). Borsa İstanbul Endeksi (BIST 100) getiri volatilitelerinin ARCH ve GARCH modeli ile tahmin edilmesi. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*, (10. Yıl Özel Sayısı), 608-624. <https://doi.org/10.29067/muvu.384418>
- Mechri, N., Ben Hamad, S., De Peretti, C., ve Charfi, S. (2018). The impact of the exchange rate volatilities on stock markets dynamics: evidence from Tunisia and Turkey. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3304040>
- Murari, K. (2015). Exchange rate volatility estimation using GARCH models, with special reference to Indian Rupee against world currencies. *IUP Journal of Applied Finance*, 21(1), 22-37.
- Pederzoli, C. (2006). Stochastic volatility and GARCH: A comparison based on UK stock data. *European Journal of Finance*, 12(1), 41-59. <https://doi.org/10.1080/13518470500039121>
- Pehlivan, P. (2016). Türkiyede katılım bankacılığı ve bankacılık sektöründeki önemi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 16(31), 296-324. <https://doi.org/10.30976/susead.302169>
- Sağlam, M., ve Başar, M. (2016). Döviz kuru oynaklığının öngörülmesi: Türkiye örneği. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 18(31), 23-29.
- Şahin, Ö., Öncü, M. A., ve Sakarya, Ş. (2015). BİST 100 ve Kurumsal Yönetim Endeksi volatilitelerinin karşılaştırmalı analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 16(2), 107-126.
- Topaloğlu, E. E. (2020). Borsa İstanbul pay endekslerinin volatilitesi yapısı ve volatilitesi yayılımı: GARCH ve MGARCH modelleri ile BIST Sınai ve Mali Endeksleri örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (63), 17-38.
- Yıldırım, H. H., ve Sakarya, Ş. (2019). BİST 30 ve Katılım 30 Endeksi volatilitelerinin karşılaştırılması. *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, 2(2), 167-174. <https://doi.org/10.32951/mufider.603460>

- Yıldız, B. (2016). Oynaklık tahmininde simetrik ve asimetrik GARCH modellerinin kullanılması: Seçilmiş BIST alt sektör endeksleri üzerine bir uygulama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (72), 83-106. <https://doi.org/10.25095/mufad.396721>
- Yu, J. (2002). Forecasting volatility in the New Zealand Stock Market. *Applied Financial Economics*, 12(3), 193-202. <https://doi.org/10.1080/09603100110090118>