



BRICS-T Ülkelerinin Önde Gelen Borsa Endekslerinin Oynaklık Davranışlarının Asimetrik Stokastik Oynaklık Modelleri ile Analizi

Analysis of Volatility Behaviors of Leading Stock Indices of BRICS-T Countries with Asymmetric Stochastic Volatility Models

Mehmet Aslan^a

^aDr. Öğr. Üyesi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Yusufeli Meslek Yüksekokulu, Finans Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Artvin/Türkiye, mehmetaslan@artvin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7455-5354 (Sorumlu Yazar/Corresponding Author)

MAKALE BİLGİSİ

ÖZ

Makale Türü

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler

BRICS-T
Asimetrik Stokastik Volatilité
Finansal Kaldıraç

Geliş Tarihi: 22 Şubat 2024

Kabul Tarihi: 18 Nisan 2024

Bu çalışmada, BRICS-T ülkelerinin önde gelen borsalarının (BİST100, BOVESPA, MOEX, NIFTY NEXT 50, Shanghai Composite Endeksi, Güney Afrika 40 Endeksi) Oynaklık (volatilité) davranışları, asimetrik ilişkinin var olup olmadığı, dinamik kaldıraç etkili stokastik volatilité modeli (SV) yardımı ile test edilmiştir. Çalışma 28.05.2001 – 22.11.2023 tarihleri arasında günlük olarak elde edilen verileri ele almaktadır. Öncelikle ele alınan borsalara ait günlük verilerin logaritmik farkları alınarak getiri serisi hesaplanmıştır. Dinamik kaldıraç etkili asimetrik stokastik volatilité (ASV) modeli yardımıyla borsa endekslerindeki oynaklığın kalıcılığı ve öngörülebilirliği incelenmiştir. Ayrıca ele alınan borsa endekslerinin getirilerinde meydana gelen şoklar ile oynaklık etkisi arasındaki korelasyonun düzeyi de dikkate alınmıştır. Bulgulara göre söz konusu dönemde ele alınan borsa endekslerinin oynaklık sürekliliğine ve oynaklığın güçlü bir öngörülebilirlik seviyesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu borsalarda asimetrik oynaklık ve güçlü kaldıraç etkisinin varlığı bulgusuna ulaşılmıştır.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article Type

Research Article

Keywords

BRICS-T
Asymmetric Stochastic Volatility
Financial Leverage

Received: Feb, 22, 2024

Accepted: Apr, 18, 2024

In this study, the volatility behavior of the stock markets of BRICS-T countries (BIST100, BOVESPA, MOEX, NIFTY NEXT 50, Shanghai Composite Index, South Africa 40 Index) and the existence of asymmetric relationships in these stock markets are examined with the help of the stochastic volatility model. The study covers the daily data for the period 28.05.2001-22.11.2023. In the study, return series are first calculated by taking the logarithmic differences in the daily data of the stock markets. With the help of asymmetric stochastic volatility (ASV) model with dynamic leverage effect, the persistence of volatility and predictability of volatility in stock market indices are examined. In addition, in the analysis the level of correlation between shocks and the volatility is also examined. Findings show that these stock indices have volatility continuity and a strong level of predictability. Moreover, it is also found that there is an asymmetric volatility and strong leverage effect in these stock markets.

Extended Abstract

Aim: The study aims to investigate the volatility behaviour of the leading stock exchange indices of the BRICS-T countries (Brazil, Russia, India, China, South Africa and Turkey) using the dynamic lever-effect stochastic volatility (SV) model. It revealed whether there is an asymmetric relationship. The concepts of asymmetric volatility and leverage are close to each other. When there is negative information about a company in the markets, it can cause a fall in the company's stock prices. This fall in equity prices can lead to increased volatility of the financial asset in question, as it can make the company riskier, causing an increase in the financial leverage effect (debt/equity ratio) (Büberkökü, 2019: 506). In other words, a rise in stock prices will result in higher volatility

Atıf/Cite as: Aslan, M. (2024). BRICS-T Ülkelerinin Önde Gelen Borsa Endekslerinin Oynaklık Davranışlarının Asimetrik Stokastik Oynaklık Modelleri ile Analizi. *Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi*, 8(1), 230-243.



Bu makale, Creative Commons Atıf (CC BY) lisansının hüküm ve koşulları altında dağıtılan açık erişimli bir makaledir. / This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

than a price drop of the same magnitude, causing firms to become riskier and further increasing expected volatility. (Yu, 2005:167). In this context, the asymmetric structure of volatility is of critical importance.

The motivation behind investigating the volatility of the leading stock market indices of the BRICS-T countries is the rapid increase in trade between these countries and the rest of the world. The Gross Domestic Product (GDP) of the BRICS-T economies has increased more than 25 times from USD 1,064 billion in 2000 to over USD 25,000 billion in 2023. The fact that the population in the BRICS-T countries constitutes 43 per cent of the world population and that these countries are among the world's major players in international trade, industrial production, research and development, foreign direct investment and technology makes these countries even more important. In parallel with these developments, the value of BRICS-T stock markets has increased considerably and has become more integrated with the stock markets of developed countries. The volume of the stock market indices of the countries under consideration and, accordingly, the index returns have also increased. Therefore, shocks in these countries' stock markets may cause uncertainty in global stock markets. In this context, predicting the volatility in the stock indices of these countries with accurate modelling is of great importance for the stability of global financial systems. Accordingly, this study addresses the questions of (1) whether volatility is persistent or not, (2) whether volatility is predictable or not, and (3) what is the level of correlation between shocks to returns and the volatility effect in the leading stock market indices of BRICS-T countries.

This study contributes to the existing empirical literature in two ways. Firstly, a limited number of recent studies in the literature examine the volatility persistence, volatility predictability and leverage effect of the leading stock indices of BRICS-T countries. Secondly, a clear comparison of the most basic volatility models in BRICS-T stock indices, including Turkey, needs to be included in the literature. Using a 4522-day data set between 28.05.2001 and 22.11.2023 in the study provides the advantage of clearly revealing the volatility in BRICS - T and offers a more accurate forecasting for more accurate forecasting.

Methods: The fact that volatility in financial markets has a broader impact on financial regulation, monetary policy and macroeconomics makes volatility important (Poon, 2005: xv). In this context, volatility needs to be modelled appropriately (Yu, 2005: 166). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH) based on Engle (1982) and generalised ARCH (GARCH) based on Bollerslev (1986) are used to model volatility. According to the basic assumption of the GARCH model, the conditional variance depends on the squares of the past error term and the lagged (past) values of the conditional variance itself. In other words, volatility is an observable and deterministic component of past volatility. However, the entry of new information into the market may change economic agents' positions and cause the prices of financial assets to stabilise at a new level. In other words, volatility is determined by an unpredictable shock. In this respect, stochastic volatility (SV) models, first developed by Taylor (1986) as an alternative to GARCH models, treat volatility as an unobservable latent variable (Broto and Luiz, 2004: 613, Büberkökü, 2019: 505). Harvey and Shephard (1996) addressed asymmetric relationships (signs of volatility and return series) using Kalman filter in their article. Asai and McAleer (2005) explained asymmetric relationships with dynamic leveraged SV models. This study uses the stochastic volatility (SV) model with a dynamic leverage effect.

Findings: The stochastic volatility model with dynamic leverage shows that the stock market indices of BRICS-T countries have high volatility persistence and volatility clusters. The model also indicates that the volatility variability in these indices is low, making volatility predictable. Additionally, there is a negative correlation between changes in volatility and returns, as expressed by the coefficient of ρ , which is statistically significant. This indicates a strong and significant leverage effect in these indices, which also suggests the presence of asymmetric volatility. In simpler

terms, these findings suggest that the stock market indices of BRICS-T countries have unpredictable fluctuations, but their variability is low, making them somewhat predictable.

Conclusion: As a result, modelling volatility, predicting it, and determining whether it is persistent is essential in making the right investment decisions. In this context, global investors, policymakers and all market participants interested in portfolio diversification in equity markets should carefully consider volatility information from BRICS-T equity markets when formulating policies to deal with excessive volatility and systematic risk.

1. Giriş

Finansal varlıkların fiyatlarının aşağı ve yukarı yönlü hareketleri literatürde oynaklık olarak adlandırılmaktadır (Listyaningsih ve Krishnamurti, 2016: 110). Finansal varlıkların fiyatlarındaki bu değişimler, finansal varlığın getirilerinde değişikliğe yol açtığı için risk olarak da ifade edilebilmektedir. Bu bağlamda, oynaklık yatırımcıların yatırım karar süreçlerinde ve yatırımlarında önemli bir rol oynamaktadır (Kılıç ve Sönmez, 2022:125). Diğer bir ifade ile, yatırımcıların, portföy yöneticilerinin, piyasa düzenleyicileri ve finansal analistlerin herhangi bir piyasada yatırım yaparken piyasalarda mevcut oynaklığı dikkate aldıkları söylenebilmektedir.

Finansal piyasalardaki volatilitenin; finansal regülasyon, para politikası ve makro ekonomi üzerinde daha geniş bir etkisinin olması oynaklığı ayrıca önemli kılmaktadır (Poon, 2005: xv). Bu bağlamda oynaklığın uygun bir biçimde modellenmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Yu, 2005: 166). Zaman içerisinde birçok oynaklık modeli geliştirilmiştir. Bu modellerden ilki Engle (1982) çalışmasına dayanan otoregresif koşullu değişen varyanstır (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity – ARCH). Bu modeli Bollerslev (1986)'in çalışmasına dayanan Genelleştirilmiş ARCH (GARCH) modeli takip etmektedir. GARCH modelinin temel varsayımına göre koşullu varyans; geçmiş hata terimi kareleri ile koşullu varyansın kendi gecikmeli (geçmiş) değerlerine bağlıdır. Diğer bir ifade ile oynaklık; gözlenebilir bir değişken olup geçmiş dönem oynaklığının deterministik bir bileşenidir. Oysa yeni bilgilerin piyasaya girmesi, iktisadi aktörlerin pozisyonlarında değişikliğe yol açarak finansal varlıkların fiyatlarının yeni bir düzeyde dengeye gelmesine neden olabilir. Başka bir ifade ile oynaklık önceden öngörülemeyen (tahmin edilemeyen) bir şok tarafından belirlenebilmektedir. Bu açıdan GARCH modellerine alternatif olarak ilk kez Taylor (1986) tarafından geliştirilen stokastik volatilité (SV) modelleri oynaklığı gözlenemeyen gizli (latent) bir değişken olarak ele almaktadır (Broto ve Luiz, 2004: 613, Büberkökü, 2019: 505). Fakat, Taylor'ın SV modeli asimetric ilişkileri (kaldıraç) dikkate almamaktadır. Bu bağlamda, Harvey ve Shephard (1996) çalışmalarında Kalman filtresi kullanarak asimetric etkiyi (oynaklık ile getiri serisinin negatif ilişki durumu) dikkate almıştır. Daha sonra ise Asai ve McAleer (2005) çalışmasında asimetric ilişkileri dinamik kaldıraç etkili SV modelleri ile açıklamışlardır.

Çalışmada, SV modellerinden Asai ve McAleer (2005) tarafından geliştirilen dinamik kaldıraç etkili SV modeli kullanarak BRICS-T (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye) ülkelerinin önde gelen borsa endekslerinin volatilité davranışları incelenmiş ve asimetric ilişkinin olup olmadığı ortaya koyulmuştur.

BRICS – T ülkelerinin önde gelen borsa endekslerindeki oynaklığın araştırılmasının ardında yatan motivasyon, bu ülkelerle dünyanın geri kalan diğer ülkeleri ile arasındaki ticaretin hızlı bir şekilde artmasıdır. BRICS-T ekonomilerinin Gayri Safi Yurtiçi Hasılası (GSYİH) 2000 yılında 1,064 milyar ABD doları iken, 2023 yılında ise yaklaşık olarak 25 kattan artarak 25,000 milyar ABD dolarının üzerine çıkmıştır. BRICS-T ülkelerindeki nüfus dünya nüfusunun %43'ünü oluşturuyor olması ve bu ülkelerin uluslararası ticaret, sanayi üretimi, araştırma geliştirme, doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve teknoloji alanında dünyanın önemli oyuncularını arasında yer alması bu

ülkeleri daha da önemli kılmaktadır. Bu bağlamda, söz konusu ülkelerin borsa endekslerindeki oynaklığın doğru bir modelleme ile tahmin edilmesi, küresel finansal sistemlerin istikrarı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda çalışma BRICS-T ülkelerinin önde gelen borsa endekslerindeki, (1) oynaklığın kalıcı olup olmadığı, (2) oynaklığın öngörülebilir olup olmadığı, (3) getirilerde meydana gelen şoklar ile oynaklık etkisi arasındaki korelasyon seviyesinin ne olduğu sorularını ele almaktadır.

Bu çalışma, mevcut ampirik literatüre iki şekilde katkıda bulunduğu düşünülmektedir. İlk olarak literatürde BRICS-T ülkelerinin önde gelen borsa endekslerinin, oynaklık sürekliliği, oynaklık öngörülebilirlik durumu ve kaldıraç etkisinin birlikte ele alındığı güncel çalışmaların sayısı sınırlıdır. İkinci olarak Türkiye'nin dahil olduğu BRICS-T hisse senedi endekslerindeki en temel volatilité modellerinin net bir karşılaştırması literatürde eksiktir. Çalışmada 28.05.2001-22.11.2023 tarihleri arasındaki 4522 günlük veri setinin kullanılması BRICS-T'deki volatilitéyi net bir şekilde ortaya koyma avantajı sağlar ve daha doğru tahminin gerçekleşmesi için zemin hazırlar.

Bu çerçevede çalışmanın geri kalanı aşağıdaki şekilde düzenlenmiştir. İkinci kısımda literatür taramasına, üçüncü kısımda ekonometrik yöntemle ilişkin açıklamalara, dördüncü kısımda veri seti ve ampirik bulgulara ve son bölümde ise sonuç ve değerlendirme kısmına yer verilmektedir.

2. Literatür Taraması

Genel olarak dünya borsalarının, özel olarak da gelişmekte olan piyasaların davranışlarını analiz eden çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak, BRICS-T hisse senedi piyasasının asimetric davranışlarını inceleyen çalışmaların sayısı sınırlıdır. Bu çalışmalara ilişkin literatür incelemesinde BRICS-T hisse senedi piyasaları üzerine yapılan çalışmalara odaklanılmıştır. Bu çalışmaların çoğunda ARCH ve GARCH tipi modeller kullanılmıştır.

Türkiye özelinde yapılan çalışmalardan bazıları;

Özden (2008), 04.01.2000-29.09.2008 dönemini kapsayan çalışmasında, BIST100 endeksine ait günlük verileri kullanarak, endeksin oynaklığını ARCH, GARCH, EGARCH ve TGARCH modelleri yardımıyla analiz etmiştir. Bulgulara göre, olumlu ve olumsuz şokların oynaklık üzerinde asimetric etkisi olduğu bulunmuştur. Bu doğrultuda, ele alınan endekste oynaklık kümelenmesinin ve kaldıraç etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Gümrüh vd. (2011), Temmuz 1987 – 3 Temmuz 2009 dönemini kapsayan çalışmasında İMKB-100 endeksine ait günlük verileri kullanarak, endeksin oynaklığını ARCH, GARCH, EGARCH, TARARCH ve GARCH-M modelleri yardımıyla analiz etmişlerdir. Bulgulara göre, söz konusu borsa endeksinde güçlü oynaklık kümelenmesinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Tuna ve İsaetli (2014), 2002-2012 dönemini kapsayan çalışmalarında BIST100 borsa endeksine ait 2761 günlük verileri kullanarak oynaklığı GARCH (1,1) modeli kullanarak analiz etmişlerdir. Bulgulara göre, ele alınan endekste oynaklığın sürekli olduğunu ve oynaklık kümelenmesi oluştuğunu gözlemlemişlerdir.

Göktaş ve Hepsağ (2016), 02.01.2009-16.05.2014 dönemini kapsayan çalışmalarında BIST100 borsa endeksine ait günlük verileri kullanarak SV ve ASV modelleri yardımıyla analiz etmişlerdir. Bulgulara göre, BIST100 borsa endeksinde güçlü bir kaldıraç etkisi olduğunu ve oynaklık değişkenliğinin düşük olmasına bağlı olarak oynaklığın öngörülebilir olduğunu tespit etmişlerdir.

Yıldız (2016), 05 Ocak 2000 – 09 Aralık 2015 dönemini kapsayan çalışmalarında BIST'e kayıtlı hizmet (XUHIZ), mali (XUMAL) ve sınai (XUSIN) borsa endekslerine ait günlük verileri kullanarak TGARCH (1,1), CGARCH (1,1) ve EGARCH modelleri yardımıyla analiz etmiştir. Bulgulara göre, her üç endeks getiri serisi üzerinde kaldıraç etkisinin olduğunu tespit etmiştir.

Büberkökü ve Kızıldere (2017), Ocak 1988 – Nisan 2015 dönemini kapsayan çalışmasında BIST100 borsa endekslerine ait günlük verileri kullanarak volatilitiyi ARFIMA (p, ξ, q) – FIGARCH ($1, d, 1$) modelleri yardımıyla analiz etmişlerdir. Bulgulara göre, BİST100 endeks getiri serisinde oynaklık kümelenmesi, oynaklık kalıcılığı, kaldıraç etkisi ve uzun hafıza özelliklerinin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca Yapısal kırılmaların dikkate alınması durumunda oynaklık kalıcılığını zayıflattığını ortaya koymuşlardır.

Kuzu (2018), 2011 – 2017 dönemini kapsayan çalışmasında BIST100 borsa endekslerine ait günlük verileri kullanarak volatilitiyi ARCH, GARCH, EGARCH ve TGARCH modelleri yardımıyla analiz etmiştir. Bulgulara göre, söz konusu modeller arasında oynaklığı en iyi biçimde belirleyen modelin “TGARCH” modeli olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca asimetrik etkinin BİST100 için geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Pabuçcu ve Değirmenci (2018), Ocak 2009-Nisan 2017 dönemini kapsayan çalışmasında BIST100 borsa endekslerine ait günlük verileri kullanarak oynaklığı GARCH ve EGARCH modelleri yardımıyla analiz etmişlerdir. Bulgulara göre, oynaklığın süreklilik gösterdiği ve kaldıraç etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Büberkökü (2019), Ocak 2007-Ağustos 2016 dönemini kapsayan çalışmasında BIST100 borsa endekslerine ait günlük verileri kullanarak oynaklığı, küresel finans krizini dikkate alarak, ASV modelleri yardımıyla analiz etmiştir. Bulgulara göre, BIST100 borsa endeksinde güçlü kaldıraç etkisi ve oynaklık kümelenmesi olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca oynaklık kalıcılığının düşük ve öngörülebilirliğin güçlü olduğunu göstermiştir.

Turnacıgil (2021), Haziran 2006-Eylül 2020 dönemini kapsayan çalışmasında BIST100 borsa endekslerine ait günlük verileri kullanarak oynaklığı ARCH, GARCH, ARCH-M, GARCH-M, TGARCH ve EGARCH modelleri yardımıyla analiz etmiştir. Haziran 2006-Aralık 2010 dönemi küresel finansal kriz; Ocak 2020- Eylül 2020 tarih aralığı ise COVID-19 dönemi olarak belirlenmiştir. Bu modeller arasında istatistiksel performansı en yüksek model olarak EGARCH (1,1) Modeli tespit edilmiştir. Bulgulara göre, hem küresel finans krizinin hemde COVID-19 pandemisinin oynaklık üzerinde etkili olduğu ve ele alınan endekste kaldıraç etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Akkaya ve Küçükpınar (2023), 12 Ocak 2018-31 Aralık 2022 dönemini kapsayan çalışmalarında BİST100 borsa endeksine ait günlük verileri kullanarak oynaklığı GARCH (1, 2) ve EGARCH (1,2) modelleri yardımıyla analiz etmişlerdir. Bulgulara göre, BİST100 endeksinde asimetrik etkiyi yani kaldıraç etkisini tespit etmişlerdir.

Karpuz (2023), 24 Şubat 2011-18 Ağustos 2023 dönemini kapsayan çalışmalarında Hindistan, Endonezya, Brezilya, Türkiye ve Güney Afrika'nın pay piyasalarına ait günlük verileri kullanarak VAR-EGARCH yöntemlerini kullanarak analiz etmiştir. Bulgular, borsaların tamamının kendi gecikmeli şoklarından etkilendiği, piyasalardaki oynaklık etkisinin kalıcı olduğu ve asimetrik yapı sergileyerek piyasalarda meydana gelen negatif şokların pozitif şoklardan daha etkili olduğunu göstermektedir.

Sönmez vd. (2023), 04 Ocak 2010-18 Nisan 2022 dönemini kapsayan çalışmalarında beş yıllık temerrüt takasları (CDS), BIST-100 Endeksi (BIST100), BIST-30 Endeksi (BIST30), BIST Banka Endeksi (XBNK), BIST Hizmet Endeksi (XUHIZ) ve BIST Sınai Endeksi (XUSIN) değişkenlerine ait günlük verileri kullanarak Çok Değişkenli SV (DC-MSV) yöntemini kullanarak analiz etmişlerdir. Bulgulara göre, CDS primleri, BIST 30, BIST 100, BIST Hizmet (XUHIZ), BIST Banka (XBNK) ve BIST Sınai (XUSIN) endekslerinin oynaklığının kalıcı ve öngörülebilir olduğunu tespit etmişlerdir.

BRIC veya BRICS özelinde yapılan çalışmalardan bazıları;

Kasman (2009), 01.01.1990-03.07.2007 dönemini kapsayan çalışmasında, BRIC (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin) ülkelerinde seçilmiş 5 borsa endeksinin günlük kapanış verilerini kullanarak, endekslerin getirilerini ve oynaklık şoklarının kalıcılığını GARCH ve IGARCH modelleri yardımıyla analiz etmiştir. Bulgulara göre ele alınan borsa endekslerinde oynaklık kümelenmesi olduğu tespit edilmiştir. Kırılma dönemleri dikkate alınmadan yapılan analizlerde ele alınan tüm borsa endekslerinde oynaklık kalıcılığının yüksek olduğunu, ancak kırılma dönemlerine kukla değişken ilave ettiklerinde ise oynaklık kalıcılığının önemli ölçüde azaldığını ortaya koymuştur.

Tripathy ve Garg (2013), Ocak 1999-Mayıs 2010 dönemini kapsayan çalışmasında Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Meksika borsa endekslerine ait günlük verileri kullanarak oynaklığı ARCH, GARCH, GARCH-M, EGARCH ve TGARCH modelleri ile analiz etmişlerdir. Bulgulara göre, ele alınan borsa endeksleri için endekslerdeki getiri azalışlarının oynaklık üstündeki etkisi, getiri artışlarına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Adu vd. (2015), Ocak 1995-Mayıs 2014 dönemini kapsayan çalışmalarında BRIC ülkeleri borsa endekslerine ait günlük verileri kullanarak oynaklığı EGARCH ve GJR-GARCH yöntemini kullanarak analiz etmişlerdir. Bulgulara göre ele alınan piyasalarda oynaklık kümelenmesi olduğunu ve Brezilya dışındaki piyasalarda oynaklık kalıcılığının önemli ölçüde azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca Güney Afrika dışındaki piyasalarda kaldıraç etkisinin olduğunu ortaya koymuşlardır.

Hemavathy ve Gurusamy (2015), 1 Nisan 1996-31 Ağustos 2014 dönemini kapsayan çalışmalarında BRIC ülkeleri borsa endekslerine ait günlük verileri kullanarak oynaklığı GARCH yöntemini kullanarak analiz etmişlerdir. Bulgulara göre, ele alınan piyasalarda oynaklık kümelenmeleri olduğunu tespit etmişleridir.

Naik ve Padhi (2015), 2 Ocak 2008-31 Haziran 2013 dönemini kapsayan çalışmalarında BRIC ülkeleri borsa endekslerine ait günlük verileri kullanarak oynaklığı EGARCH yöntemini kullanarak analiz etmişlerdir. Bulgulara göre, ele alınan ülkelerdeki borsa endekslerinde güçlü kaldıraç etkisi olduğunu ve oynaklığın kalıcı olduğunu tespit etmişlerdir.

Tripathy (2017), Ocak 2000-Eylül 2015 dönemini kapsayan çalışmasında BRIC ülkeleri borsa endekslerine ait günlük verileri kullanarak oynaklığı GARCH, CHARMA, APARCH ve CGARCH yöntemlerini kullanarak analiz etmiştir. Bulgulara göre ele, alınan borsa endekslerinde güçlü kaldıraç etkisine sahip olduğunu, Çin ve Rusya'da kalıcılığın daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Köseoğlu (2017), Kasım 2012-Kasım 2017 dönemini kapsayan çalışmasında BRIC ülkeleri borsa endekslerine ait günlük verileri kullanarak oynaklığı EGARCH ve GJR-GARCH yöntemlerini kullanarak analiz etmiştir. Bulgulara göre, ele alınan borsa endekslerinde kaldıraç etkisinin olduğunu tespit etmiştir.

Mukhodobwane vd. (2020), Ocak 2010-6 Ağustos 2018 dönemini kapsayan çalışmalarında BRICS borsa endeksine ait günlük verileri kullanarak GARCH (1,1) yöntemini kullanarak analiz etmişlerdir. Bulgulara göre, ele alınan ülkelerdeki borsa endekslerinde oynaklık sürekliliğini gösteren ARCH terimi (α_1) + GARCH terimi (β_1) katsayısının yüksek olması nedeniyle söz konusu borsa endekslerindeki oynaklık şokunun kalıcı olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca en yüksek oynaklığa sahip ülkenin Çin olduğu, onu Güney Afrika, Rusya, Hindistan ve Brezilya izlediğini göstermişlerdir.

Polat ve Kılıç (2022), 04.01.2004-29.12.2019 dönemini kapsayan çalışmalarında BRICS borsa endeksine ait günlük verileri kullanarak oynaklığı EGARCH (VAR-EGARCH) modelleri yardımıyla analiz etmişlerdir. Bulgulara göre, ele alınan ülke borsa endekslerinden sadece Çin, Güney Afrika, Meksika ve Türkiye borsaları asimetrik yapı sergilemekte olduğunu, diğer ülkelerin borsaları ise asimetrik yapı sergilemedikleri tespit edilmiştir.

Tripathy (2022), Ocak 2000 – Kasım 2019 dönemini kapsayan çalışmalarında BRICS borsa endeksine ait günlük verileri kullanarak oynaklığı APARCH, ARFIMA ve FIGARCH modelleri yardımıyla analiz etmiştir. Bulgulara göre, ele alınan borsa endekslerinde oynaklık kümelenmesinin olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca, ele alınan ülkelerdeki borsa endekslerinde oynaklık sürekliliğini gösteren ARCH terimi (α_1) + GARCH terimi (β_1) katsayısının yüksek olması nedeniyle söz konusu borsa endekslerindeki oynaklık şokunun kalıcı olduğunu ve hisse senedi fiyatlarının öngörülebilirlik düzeyinin yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Natasha ve Rajitha (2023), 1 Nisan 2006-31 Mart 2020 dönemini kapsayan çalışmalarında BRICS borsa endeksine ait günlük verileri kullanarak oynaklığı GARCH (1,1) modeli yardımıyla analiz etmişlerdir. Bulgulara göre, ele alınan ülkelerdeki borsa endekslerinde oynaklık sürekliliğini gösteren ARCH terimi (α_1) + GARCH terimi (β_1) katsayısının toplamının yüksek olması nedeniyle söz konusu borsa endekslerindeki oynaklık şokunun kalıcı olduğunu tespit etmişlerdir.

Joo ve Ghulam (2023), Nisan 1996 – Mart 2021 dönemini kapsayan çalışmalarında BRICS borsa endeksine ait günlük verileri kullanarak oynaklığı SGARCH ve GJR-GARCH modelleri yardımıyla analiz etmişlerdir. Bulgulara göre, SGARCH testi sonuçları oynaklık kalıcılığı ve öngörülebilirliğin varlığını ortaya koymuştur. GJR-GARCH testi sonuçları ise Brezilya, Hindistan ve Afrika'da önemli kaldıraç etkileri olduğunu, Rusya'da nispeten önemsiz bir kaldıraç etkisi olduğunu ve Çin'de kaldıraç etkisi olmadığını göstermiştir.

Banumathy (2023), 1 Ocak 2020-31 Aralık 2021 dönemini kapsayan çalışmalarında BRICS borsa endeksine ait günlük verileri kullanarak oynaklığı GARCH (1, 1), EGARCH (1,1) ve TGARCH (1,1) modelleri yardımıyla analiz etmişlerdir. Bulgulara göre Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika ülkelerinde kaldıraç etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Literatür çalışmaları genel olarak değerlendirildiğinde, çalışmalarda kullanılan yöntemlerin, ele alınan zaman dilimlerinin, bilgi kriterlerinin farklı olması gibi nedenlerle sonuçlarında farklı olduğu değerlendirilmektedir.

3. Ekonometrik Yöntem

Çalışmada, Asai ve McAleer (2005) tarafından önerilen dinamik kaldıraç etkili SV modeli kullanılmıştır. Bu model asimetrik ilişkiyi kaldıraç etkisi olarak ele almaktadır ve finansal varlıkların getirileri ile oynaklığı arasında ters yönlü bir ilişkinin olduğunu varsaymaktadır.

Dinamik kaldıraç etkili SV modeli Eşitlik (1)'de sunulmuştur (Asai ve McAleer, 2005: 319);

$$y_t = \varepsilon_t \exp\left(\frac{h_t}{2}\right) \quad \varepsilon_t \sim N(0,1)$$

$$h_{t+1} = \mu + \phi h_t + \eta_t \quad \eta_t \sim N(0, \sigma_\eta^2) \quad (1)$$

$$E(\varepsilon_t \eta_t) = \rho \sigma_\eta$$

Burada, y_t , ortalamaya göre düzeltilmiş getirileri, h_t , SV'yi göstermektedir. Ayrıca, μ , oynaklık modelinin sabit terimini, ϕ , oynaklığın sürekliliğini (Kalıcılığı), η , oynaklığın değişkenliğini, ρ , ε_t ve η_t arasındaki korelasyon katsayısını göstermektedir.

Modelde, bunlara ek olarak, σ_η^2 , oynaklık sürecinin varyansını ifade etmektedir ve ϕ , 1'e yaklaştıkça bu varyans 0'a yaklaşmaktadır ($\phi \rightarrow 1 \Rightarrow \sigma_\eta^2 \rightarrow 0$). Diğer taraftan, ρ parametresinin anlamlı olması durumunda, asimetrik bir ilişkinin varlığı söz konudur ve ayrıca, ρ parametresi negatif değerli ($\rho < 0$) ise dinamik kaldıraç etkili oynaklıktan bahsedilebilmektedir."

Bu çalışmada dinamik kaldıraç etkili SV modelinin hesaplanmasında Bayesyen bir yöntem olan MCMC (Markov Zinciri Monte Carlo) yöntemi kullanılmaktadır.

4. Veri Seti ve Ampirik Bulgular

Bu çalışmada Asai ve McAleer (2005) tarafından önerilen dinamik kaldıraç etkili SV modeli yardımı ile BRICS – T ülke borsalarının volatilité davranışlarının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, BRICS-T ülkelerine ait önde gelen endekslere ait günlük kapanış değerleri “https://tr.investing.com/” sitesinin veri tabanından elde edilerek Excel paket programı yardımı ile analize uygun hale getirilmiştir. Çalışma, 28.05.2001-22.11.2023 kapsamaktadır ve kullanılan borsa endeksleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Çalışmada Kullanılan Hisse Senedi Piyasa Endeksleri

	Ülkeler	Borsa Endeksleri	Veri Kaynağı	Zaman Aralığı
1	Türkiye	BİST100	investing.com	28.05.2001 – 22.11.2023
2	Brezilya	BOVESPA		
3	Rusya	MOEX		
4	Hindistan	NIFTY NEX 50		
5	Çin	SHANGHAI COMPOSITE		
6	Güney Afrika	GÜNEY AFRİKA 40		

Çalışmada analize tabi tutulan tüm borsa endeksler için getiri serileri aşağıdaki formülasyonla hesaplanmıştır.

$$R_{it} = [\ln(P_{it}/P_{it-1})] * 100$$

Eşitlikte R_{it} olarak gösterilen değer her bir endekse ait “t” gününde hesaplanan getiriyi, P_{it} “t” gününde endeksin kapanış fiyatını, P_{it-1} , t – 1 günündeki endeksin kapanış fiyatını göstermektedir.

BRICS -T ülkelerinin borsa endeks getirileri hesaplanarak oluşturulan tanımlayıcı istatistikler Tablo 2’de gösterilmektedir.

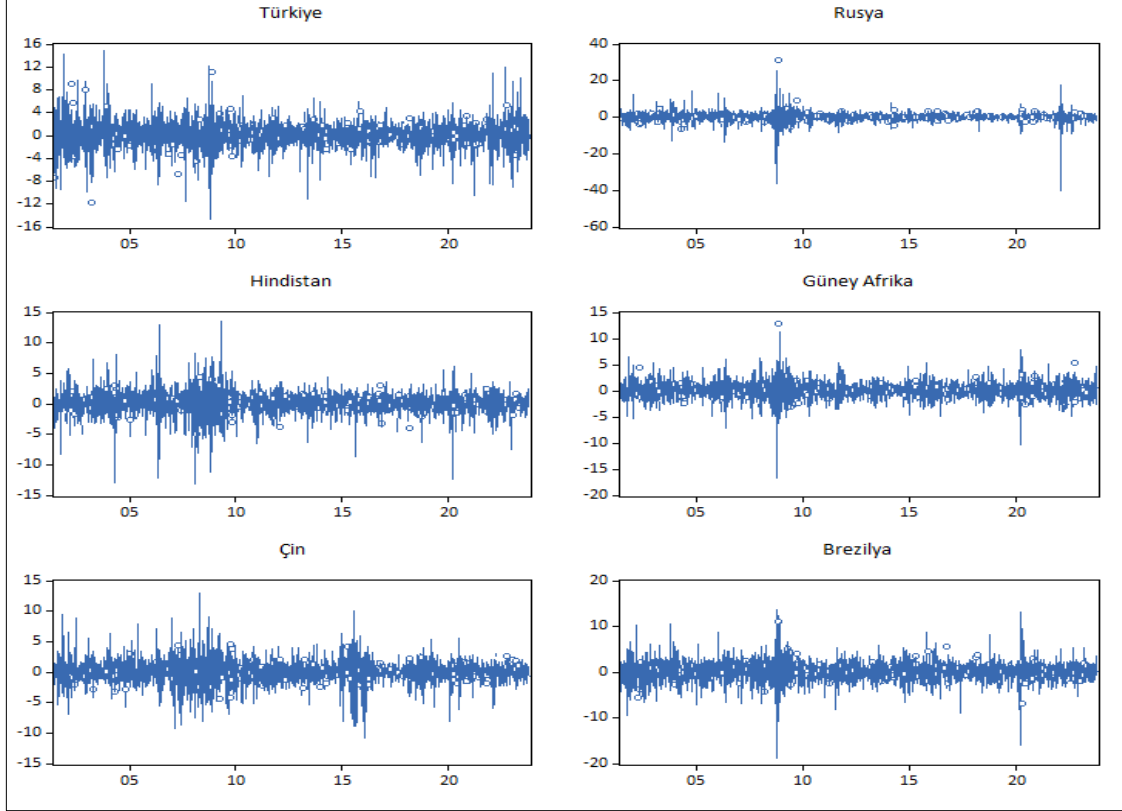
Tablo 2: Tanımlayıcı İstatistikler

	Türkiye	Brezilya	Çin	Güney Afrika	Hindistan	Rusya
Ortalama	0.094322	0.048134	0.007385	0.044317	0.074049	0.061549
Medyan	0.161626	0.078816	0.044460	0.067732	0.168808	0.119674
Maksimum	14.86207	13.67822	12.95082	12.73263	13.82537	31.37021
Minimum	-14.65070	-18.74950	-10.83249	-16.60432	-13.13332	-40.46744
Standart Sapma	2.060163	1.925269	1.668590	1.454950	1.687772	2.267314
Çarpıklık	-0.158598	-0.379951	-0.157348	-0.189740	-0.701755	-1.709825
Basıklık	8.335626	11.77084	8.643940	11.72474	12.17917	59.99620
Jarque-Bera	5381.784	14600.03	6019.164	14366.42	16243.00	614151.7
Olasılık	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Gözlem Sayısı	4521	4521	4521	4521	4521	4521

Tablo 2’deki veriler değerlendirildiğinde, değişkenlere ait ortalamalar pozitif değeri almış, en yüksek ortalama Türkiye’de BİST100 endeksinde ve en düşük ortalama Çin’de SHANGHAI COMPOSITE endeksinde görülmüştür. Standart sapma değerlerine göre ise, oynaklığı en yüksek borsa endeksi Rusya’da MOEX endeksi olurken, oynaklığı en düşük olan endeks ise Güney Afrika’da GÜNEY AFRİKA 40 endeksi olarak elde edilmiştir. Getiri serilerinin çarpıklık değerlerinin negatif değerler alması serilerin sola çarpık bir görünümde olduğunu göstermektedir. Getiri serilerinin basıklık değerlerinin pozitif değerler alması ve 3’ten büyük olması normal dağılıma göre daha dik bir görünümde olduğunu göstermektedir. Jarque-Bera test istatistik değerlerine bakıldığında getiri serilerinin normal dağılıma sahip olmadığı görülmektedir. Tanımlayıcı istatistikler genel olarak değerlendirildiğinde BRICS-T ülkelerinin borsalarının getiri serilerinin finansal zaman serisi özelliklerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 1'de fiyat serilerinin logaritmik farklarının hesaplandığı değerler üzerinden oluşturulan grafikler verilmiştir.

Şekil 1: BRICS-T Borsaları Logaritmik Getirilerine Ait Zaman Yolu Grafikleri



Şekil 2'de getiri serilerinin ortalamada durağan olmakla birlikte getiri serilerinde yoğun oynaklık kümelenmeleri olduğu açıkça görülmektedir.

Getiri serilerinin ortalamada durağan olduğu bilinmektedir. Durağanlık testi için getiri serilerine ADF ve PP testi uygulanmış ve raporlar Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: BRICS-T Borsaları Logaritmik Getiri Serilerinin ADF ve PP Durağanlık Testleri

Seriler*	ADF	PP	Kritik Değerler		Karar
	Test İst.	Test İst.	%1	%5	
Türkiye	-66.2962	-66.3479	-2.56547	-1.94089	I (0)
Brezilya	-68.0217	-68.0841	-2.56547	-1.94089	I (0)
Rusya	-69.6797	-69.9264	-2.56547	-1.94089	I (0)
Hindistan	-32.8912	-62.1050	-2.56547	-1.94089	I (0)
Çin	-66.11971	-66.1438	-2.56547	-1.94089	I (0)
Güney Afrika	-66.8874	-66.8866	-2.56547	-1.94089	I (0)

*: Tüm seriler sabitsiz ve trendsiz, Eviews 12 programı tarafından belirlenen otomatik gecikme uzunluğu dikkate alınarak SC bilgi kriterlerine göre analize dâhil edilmiştir.

Tablo 3'teki sonuçlar değerlendirildiğinde, %1 anlamlılık düzeyinde tüm serilerin düzeyde durağan I(0) olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmada BRICS-T ülkelerinin borsa kapanış değerleri üzerinden hesaplanan getiri serileri kullanılarak model kurulmuş ve WinBugs 1.4 istatistik programı kullanılarak model tahminleri yapılmıştır. GARCH katsayısı parametre matrislerine yönelik MCMC zincirleri yüksek düzeyde korelasyona sahip olduğu için ve MCMC zincirlerinin yakınsamasını sağlamak için çok sayıda

iterasyon (yenileme) için çalıştırılması gerekir (Livingston ve Nur, 2023:1772). Bu amaçla model tahminleri 150 000 iterasyon sınaması dikkate alınarak yapılmıştır. -WinBUGS paket programı yardımıyla Eşitlik (1)'de sunulan dinamik kaldıraçlı SV modeli tahmin edilmiş ve parametre tahminleri Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4: BRICS – T'nin Önde Gelen Borsa Endekslerine Ait ASV Modeli Tahmin Sonuçları

		Katsayı	Std. Sapma	MC Hatası	Güven Aralığı (%95)		t-stat
μ	Türkiye	-7.8850	0.0980	0.0045	-8.0810	-7.6900	-80.5003
	Brezilya	-8.2140	0.0653	0.0024	-8.3390	-8.0840	-125.8270
	Rusya	-8.3130	0.1259	0.0061	-8.5640	-8.0560	-66.0286
	Hindistan	-8.6420	0.0738	0.0044	-8.7850	-8.4940	-117.1320
	Çin	-8.7120	0.1013	0.0038	-8.9030	-8.5030	-86.0020
	Güney Afrika	-8.7740	0.0770	0.0028	-8.9240	-8.6210	-113.9630
ϕ	Türkiye	0.9452	0.0105	0.0015	0.9236	0.9636	90.0191
	Brezilya	0.9548	0.0057	0.0007	0.9447	0.9668	167.5676
	Rusya	0.9677	0.0045	0.0004	0.9588	0.9763	217.2166
	Hindistan	0.9204	0.0080	0.0011	0.9023	0.9347	115.4686
	Çin	0.9612	0.0056	0.0007	0.9498	0.9719	171.0929
	Güney Afrika	0.9675	0.0040	0.0005	0.9595	0.9750	241.2117
ρ	Türkiye	-0.3183	0.0558	0.0086	-0.4270	-0.2023	-5.7023
	Brezilya	-0.4816	0.0331	0.0052	-0.5436	-0.4190	-14.5323
	Rusya	-0.3136	0.0338	0.0044	-0.3695	-0.2473	-9.2726
	Hindistan	-0.3484	0.0312	0.0044	-0.4156	-0.2929	-11.1774
	Çin	-0.2239	0.0752	0.0128	-0.3472	-0.0832	-2.9777
	Güney Afrika	-0.5644	0.0344	0.0055	-0.6450	-0.5048	-16.4165
σ_ε	Türkiye	0.0194	0.0010	0.0001	0.0176	0.0214	20.3883
	Brezilya	0.0165	0.0006	0.0001	0.0155	0.0176	30.6518
	Rusya	0.0157	0.0010	0.0001	0.0138	0.0178	15.8325
	Hindistan	0.0133	0.0005	0.0001	0.0124	0.0143	27.0325
	Çin	0.0129	0.0007	0.0001	0.0117	0.0142	19.6784
	Güney Afrika	0.0125	0.0005	0.0001	0.0115	0.0134	25.8836
σ_η	Türkiye	0.2615	0.0217	0.0037	0.2288	0.3036	12.0730
	Brezilya	0.2128	0.0078	0.0012	0.1975	0.2258	27.4616
	Rusya	0.2670	0.0117	0.0019	0.2409	0.2864	22.8400
	Hindistan	0.3775	0.0141	0.0023	0.3510	0.4078	26.8492
	Çin	0.2676	0.0154	0.0026	0.2436	0.2979	17.3992
	Güney Afrika	0.2030	0.0107	0.0018	0.1771	0.2220	18.9897

Tablo 4'te BRICS-T ülkelerinin önde gelen borsa endekslerinin her birine ait $\mu, \phi, \rho, \sigma_\varepsilon$ ve σ_η parametrelerinin tahminleri (sonsal dağılımlara ilişkin ortalamalar), standart sapma değerleri, MC (Markov Zinciri) hatası, güven aralıkları ve t istatistik değerleri verilmiştir. Model tahmin sonuçlarında sunulan MC hatasının sıfıra yakın olması parametre tahminlerinin doğruluğunu ifade etmektedir. Söz konusu borsa endekslerinin tahmin edilen tüm katsayıları %5 anlamlılık seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı çıkmıştır.

ϕ parametresi, oynaklık kümelenmelerini ifade eden bir parametredir. Bire ne kadar yakınsa kümelenmenin o kadar yoğun olduğunu ve ele alınan borsa endekslerine gelebilecek bir oynaklık şokunun kalıcı etkilere sahip olduğunu ifade eder. Tablodaki ϕ parametresinin verilerine bakıldığında (Türkiye (BIST100): 0.9452, Brezilya (BOVESPA): 0.9548, Rusya (MOEX): 0.9677, Hindistan (NIFTY NEX 50): 0.9204, Çin (SHANGHAI COMPOSITE): 0.9612 ve Güney Afrika (GÜNEY AFRİKA 40): 0.9675) ele alınan tüm borsa endekslerinin oynaklık sürekliliğine sahip olduğunu ve söz konusu borsa piyasalarının oynaklık kümelenmelerinin oluştuğu piyasalar olduğunu ifade etmektedir.

σ_η parametresi, standart sapma değerini ifade etmektedir. Bu değer karesi (σ_η^2) ise varyansı vermektedir. Bu parametre volatilitedeki değişkenliği ifade eder ve sıfıra yakın bir değer alması beklenir. Varyans değerleri; Türkiye (BIST100): 0.068, Brezilya (BOVESPA): 0.045, Rusya (MOEX): 0.071, Hindistan (NIFTY NEX 50): 0.142, Çin (SHANGHAI COMPOSITE): 0.071 ve Güney Afrika (GÜNEY AFRİKA 40): 0.041 olarak hesaplanmıştır. Buna göre ele alınan borsa endekslerinde

oynaklık değişkenliği düşük düzeydedir. ϕ parametresinin bir (1)'e yakın, σ_{η}^2 parametresinin sıfır (0)'a yakın olması, ele alınan ülkelerdeki borsa endekslerinde oynaklığın öngörülebilir olduğunu ortaya koymaktadır.

ρ parametresi, ele alınan borsa endekslerinde asimetric bir etkinin var olup olmadığını göstermektedir. Asimetric etki; borsa endekslerine gelebilecek pozitif ve negatif şokların ele alınan endekslerdeki oynaklık üzerinde farklı etkilere sahip olacağını ifade etmektedir. Buna göre, ele alınan her bir borsa endeksinin getirisinin maruz kaldığı şok ile endeks oynaklığının maruz kaldığı şok arasında negatif korelasyon söz konusudur. Bu bağlamda, ele alınan ülkelerdeki borsa endeks getirilerinde meydana gelecek artışlar oynaklığı azaltırken, getirilerde meydana gelecek azalışlar ise oynaklığı artırmaktadır. Tablo 3'teki σ parametre değerleri; Türkiye (BIST100):-0.3183, Brezilya (BOVESPA): -0.4816, Rusya (MOEX): -0.3136, Hindistan (NIFTY NEX 50): -0.3484, Çin (SHANGHAI COMPOSITE): -0.2239 ve Güney Afrika (GÜNEY AFRİKA 40): -0.5644 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler incelendiğinde ele alınan borsa endekslerinin tamamında kaldıraç etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Buna göre ele alınan borsa endeksleri için negatif şoklar, pozitif şoklara oranla oynaklığı daha fazla artırmaktadır. Diğer bir ifade ile söz konusu borsalarda kötü haberlerin etkisi iyi haberlerin etkisinden daha fazladır.

5. Sonuç

Çalışmada, 28.05.2001-22.11.2023 dönemini kapsayan günlük veriler kullanılarak, BRICS-T borsa endekslerinin volatilitite davranışları, Asai ve McAleer (2005) tarafından önerilen dinamik kaldıraç etkili SV modeli yardımı ile incelenmiştir.

Elde edilen bulgular çalışmada ele alınan parametrelere göre değerlendirildiğinde; oynaklık kümelenmesini sembolize eden ϕ parametresi, ele alınan borsa endekslerinin tamamında volatilitite kümelenmesi olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, ele alınan borsa endekslerinde $t - 1$ dönemde yaşanan bir iktisadi şokun t dönemindeki oynaklık üstünde etkili olduğunu ifade etmektedir. Bulgular literatür ile karşılaştırıldığında, Özden (2008), Gümrüh vd. (2011), Tuna ve İsabetli (2014), Göktaş ve Hepsağ (2016), Büberkökü ve Kızıldere (2017), Büberkökü (2019), Kasman (2009), Adu vd. (2015), Hemavathy ve Gurusamy (2015), Tripathy (2022) çalışmaları ile örtüşmektedir. Ayrıca, ele alınan borsa endekslerine gelebilecek bir oynaklık şokunun etkisi, 100 gün sonra, Türkiye'de %99.64, Brezilya'da %99.02, Rusya'da %96.25, Hindistan'da %99.98, Çin'de %98.09 ve Güney Afrika'da %96.33 oranında azalıyor. Dolayısıyla borsa endekslerine gelebilecek bir oynaklık şokunun kalıcı etkilere sahip olmadığı söylenebilir. Bulgular literatürle karşılaştırıldığında, Göktaş ve Hepsağ (2016), Büberkökü ve Kızıldere (2017), Büberkökü (2019) ve Kasman (2009) ile örtüşmektedir. Karpuz (2023), Sönmez vd. (2023), Naik ve Padhi (2015) ve Mukhodobwane vd. (2020) çalışmaları ile çelişmektedir.

Volatilitede meydana gelen değişkenliği varyans (σ_{η}^2) olarak ifade eden σ_{η} parametresi, ele alınan borsa endekslerinde Türkiye 0.068, Brezilya 0.045, Rusya 0.071, Çin 0,071 ve Güney Afrika 0.041 değer almakta ve bu değerler oynaklık değişkenliğinin düşük olduğunu, oynaklığın öngörülebilirlik durumunun güçlü olduğunu göstermektedir. Ancak Hindistan'ın Nifty Nex 50 borsa endeksi 0.142 değeri ile diğer borsaların hesaplanan değerlerine göre daha yüksektir. Bu durum oynaklık değişkenliğinin ele alınan diğer borsa endeks değerlerine göre yüksek olduğunu ve bu duruma bağlı olarak oynaklığın öngörülebilirlik durumunun diğer borsa endekslerine göre daha zayıf olduğunu göstermektedir. Bulgular literatürle karşılaştırıldığında, Göktaş ve Hepsağ (2016), Büberkökü (2019), Sönmez vd. (2023), Joo ve Ghulam (2023) çalışmaları ile örtüşmektedir.

Oynaklıktaki değişmeler ile getiriler arasındaki doğrudan ilişkiyi ifade eden ρ parametresi, ele alınan tüm borsa endeksleri için negatif ve %5 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıkmıştır. σ parametre değerleri; Türkiye:-0.3183, Brezilya: -0.4816, Rusya: -0.3136, Hindistan: -0.3484, Çin: -0.2239 ve

Güney Afrika: -0.5644 olarak hesaplanmıştır. Buna göre ele alınan borsa endekslerinde, endeks getirilerinde meydana gelecek şok ile söz konusu borsa endekslerinin oynaklığında meydana gelecek şok arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir. Bu sonuç ele alınan borsa endekslerinde güçlü bir kaldıraç etkisinin ve asimetrik oynaklığın olduğunu göstermektedir. Borsa endeksleri kendi aralarında karşılaştırıldığında en güçlü kaldıraç etkisi Güney Afrika GÜNEY AFRİKA 40 borsa endeksinde, en zayıf kaldıraç etkisi ise Çin SHANGHAI COMPOSITE endeksine ait olduğu tespit edilmiştir. Bulgular literatürde yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında, Özden (2008), Gümrüh vd. (2011), Naik ve Padhi (2015), Göktaş ve Hepsağ (2016), Tripathy (2017), Köseoğlu (2017), Büberkökü (2019), Tripathy (2022) ve Banumathy (2023) çalışmaları ile örtüşmektedir. Ancak Babikir vd. (2012), Adu vd. (2015), Polat ve Kılıç (2022) ve Joo ve Ghulam (2023) çalışmaları ile kısmen çelişmektedir. Babikir vd. (2012) yaptıkları çalışmalarında sadece Güney Afrika'da kaldıraç etkisi tespit etmişlerdir. Adu vd. (2015) çalışmalarında ise Güney Afrika hariç diğer ülkelerde kaldıraç etkisi tespit etmiştir. Polat ve Kılıç (2022) yaptıkları çalışmada Brezilya, Rusya ve Hindistan'da asimetrik ilişki olmadığını ortaya koymuşlardır.

-Sonuç olarak, oynaklığı modellemek ve buna bağlı olarak öngörmek, sürekli (kalıcı) olup olmadığını ortaya koymak doğru yatırım kararları verebilmek açısından önemli bir konudur. Bu bağlamda küresel yatırımcılar, politika yapımcıları ve hisse senedi piyasalarında portföy çeşitlendirmesi ile ilgilenen tüm piyasa katılımcıları, aşırı oynaklık, sistematik risk ile başa çıkmak için politikalar oluştururken BRICS – T hisse senedi piyasalarından gelen oynaklık bilgilerini dikkatle değerlendirmelidirler.

Destek ve Teşekkür Beyanı: Bu araştırmanın hazırlanmasında herhangi bir dış destek alınmamıştır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı: Tek yazarlı bir çalışma olup yazarın katkı oranı %100'dür.

Çatışma Beyanı: Araştırmanın yazarı olarak herhangi bir çıkar çatışma beyanım bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı: Bu araştırmanın her aşamasında "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesin" de belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Bu çalışmanın yazım sürecinde etik kurallarına uygun alıntı yapılmış ve kaynakça oluşturulmuştur. Çalışma intihal denetimine tabi tutulmuştur.

Kaynakça

- Adu, G., Alagidede, P., and Karimu, A. (2015). Stock Return Distribution in the BRICS. *Review of Development Finance*, 5(2), 98-109.
- Akkaya, M., and Küçükpınar, M. A. (2023). Volatilite ve Asimetrik Fiyat Hareketleri Üzerine bir İnceleme: BIST100 Örneği. *Beykoz Akademi Dergisi*, 11(2), 110-132.
- Asai, M., and McAleer, M. (2005). Dynamic Asymmetric Leverage in Stochastic Volatility Models. *Econometric Reviews*, 24(3), 317-332.
- Banumathy, K. (2023). Modelling Stock Market Volatility During the covid-19 Pandemic: Evidence from BRICS Countries. *Managing Global Transitions*, 21(3), 253-268.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307-327.
- Broto, C., and Ruiz, E. (2004). Estimation Methods for Stochastic Volatility Models: a survey. *Journal of Economic surveys*, 18(5), 613-649.
- Büberkökü, Ö. (2019). Asimetrik Stokastik Volatilite Modelinin BIST100 Endeksine Uygulanması. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (18), 503-525.
- Büberkökü, Ö., and Kızıldere, C. (2017). BIST100 Endeksinin Volatilite Özelliklerinin İncelenmesi. In *V. Anadolu International Conference in Economics* (pp. 11-13).
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of The Variance Of United Kingdom Inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 50(4), 987-1007.

- Ghysels, E., Harvey A. C. and Renault, E. (1996). Stochastic Volatility. G. S. Maddala & C. R. Rao (Ed.), *Handbook of Statistics 14: Statistical Methods in Finance* içinde (pp. 191-191). Amsterdam.
- Göktaş, Ö. ve Hepsağ, A. (2016). BIST-100 Endeksinin Volatil Davranışlarının Simetrik ve Asimetrik Stokastik Volatilité Modelleri ile Analizi. *Ekonomik Yaklaşım*, 27(99), 1-15.
- Gümrah, Ü., Gökbulut, R. ve Köseoğlu, S. D. (2011). Modelling the Volatility in Istanbul Stock Exchange: Shiftin from Box-Jenkins to ARCH Type Models. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 40(2), 251-266.
- Harvey, A. C., and Shephard, N. (1996). Estimation of an Asymmetric Stochastic Volatility Model for Asset Returns. *Journal of Business & Economic Statistics*, 14(4), 429-434.
- Hemavathy, P., and Gurusamy, S. (2015). Exploring The Stock Market Volatility with BRIC Countries-An Empirical Investigation. *Management Insight*, 11(1), 16-30.
- Investing.com. (2024). Borsa Endekslerinin günlük verileri için Erişim adresi: <https://www.investing.com/indices/world-indices>
- Joo, B. A., and Ghulam, Y. A. (2023). The Predictability, Volatility Persistence, and Leverage Effects in Stock Market Returns: A Study of BRICS Stock Market Indices. *American Journal of Finance and Accounting*, 7(1), 188-213.
- Kadir, T. ve İsaetli, İ. (2014). Finansal Piyasalarda Volatilité ve BİST-100 örneği. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27, 21-31.
- Karpuz, E. (2023). Uluslararası Piyasalarda Getiri ve Volatilité Etkileşimi: Asimetrik Yapı ve Bulaşıcılık. *Uluslararası Ekonomi ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi*, 7(18), 1-16.
- Kasman, A. (2009). The Impact of Sudden Changes on the Persistence of Volatility: Evidence from the BRIC Countries. *Applied Economics Letters*, 16(7), 759-764.
- Kılıç, E., ve Sönmez, Y. (2022). CCC-GARCH Modeli ile Petrol ve E7 Ülkelerinin Borsaları Arasındaki Volatilité Etkileşimi. *Erciyes Akademi*, 36(1), 124-137.
- Köseoğlu, B. (2017). Current Debates In Accounting & Finance Volume 3. Kapucu, H., Bektur, Ç. (Eds.), Stock Market Volatility Dynamics In BRIC (s. 283-298). London: IJOPEC Publication.
- Kuzu, S. (2018). Borsa İstanbul Endeksi (BIST100) Getiri Volatilitésinin ARCH ve GARCH Modeli ile Tahmin Edilmesi. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*, 10.Yıl Özel Sayı, 608-624.
- Listyaningsih, E., and Krishnamurti, C. (2016). How is the Volatility of Jakarta Islamic Index Stocks?. *Jurnal Bisnis & Manajemen*, 17(2), 109-122.
- Livingston Jr, G.C., and Nur, D. (2023). Bayesian Inference of Multivariate-GARCH-BEKK Models. *Statistical Papers*, 64(5), 1749-1774.
- Mukhodobwane, R. M., Sigauke, C., Chagwiza, W., & Garira, W. (2020). Volatility Modelling of the BRICS Stock Markets. *Statistics, Optimization & Information Computing*, 8(3), 749-772.
- Naik, P. K., and Padhi, P. (2015). Examining the Relationship Between Trading Volume and Equity Market Volatility: Evidence from BRIC Countries, *Global Business Review*, 16(5), 1-22.
- Natasha, P., and Rajitha, K. S. (2023). Volatility of Returns in Stock Market investments: A study of BRICs Nations. *Финансы: теория и практика*, 27(2), 87-98.

- Özden, Ü. H. (2008). İMKB Bileşik 100 Endeksi Getiri Volatilitésinin Analizi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(13), 339-350.
- Pabuçcu, H., and Değirmenci, N. (2018). Volatilitenin Modellenmesi ve ANFIS Model ile BIST100 Getiri Tahmini. *Adam Academy Journal of Social Sciences*, 8(2), 325-345.
- Panda, P., and Thiripalraju, M. (2018). Return and Volatility Spillovers Among Stock Markets: BRICS Countries Experience. *Afro-Asian Journal of Finance and Accounting*, 8(2), 148-166.
- Polat, M., ve Kılıç, E. (2022). BRICS ve MIST Ülkelerinin Borsalar Arası Getiri ve Volatilité Etkileşimi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 29(4), 723-739.
- Poon, S.H. (2005). *A Practical Guide to Forecasting Financial Market Volatility*. England: John & Wiley Sons.
- Sönmez, Y., Baydaş, Y., & Kılıç, E. (2023). CDS Primleri ile Seçili BIST Endeksleri Arasındaki Volatilité Yayılımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 64, 29-34.
- Taylor, S. J. (1986). *Modelling Financial Time Series*. UK: John Wiley.
- Tripathy, N. (2017). Do BRIC Countries Stock Market Volatility Move Together? An Empirical Analysis of Using Multivariate GARCH Models. *International Journal of Business and Emerging Markets*, 9(2), 104-123.
- Tripathy, N. (2022). Long Memory and Volatility Persistence Across BRICS Stock Markets. *Research in International Business and Finance*, 63, 101782.
- Tripathy, N., and Garg, A. (2013). Forecasting Stock Market Volatility: Evidence from six Emerging Markets. *Journal of International Business and Economy*, 14(2), 69-93.
- Tuna K., ve İsabetli, İ. (2014). Finansal Piyasalarda Volatilité ve Bist-100 Örneği. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27, 21-31.
- Turnacıgil, S. (2021). BIST100 Endeks Volatilitésinin COVID-19 ve 2008 Küresel Finansal Kriz Dönemleri Karşılaştırmalı Analizi. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13 (2), 59 – 68.
- Wang, L., Ma, F., Liu, J. and Yang, L. (2020). Forecasting Stock Price Volatility: New Evidence from the GARCH-MIDAS Model. *International Journal of Forecasting*, 36(2), 684-694.
- 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.
- Yu, J. (2005). On Leverage in a Stochastic Volatility Model. *Journal of Econometrics*, 127(2), 165-178.