

Avrupa Borsalarında Volatilitenin Kalıcı ve Geçici Bileşenleri

Aykut Karakaya¹, Ali Açıktepe^{2,3}

ÖZET

Finansal piyasalarda bilgi ve yatırımcılar homojen değil heterojendir. Heterojen bir piyasada, piyasa volatilitesi yekpare değil, bileşenlerden oluşur. Volatilitenin bileşenlere ayrılması, volatilitenin hakkında yatırımcılara ilave bilgiler verir. Bu çalışma, kalıcı ve geçici bileşenlerin Borsa İstanbul, Frankfurt Borsası, Londra Borsası ve Moskova Borsası'nın hisse senedi piyasa volatilitesi üzerine etkisini incelemiştir. Çalışma 02/01/2003 ve 30/12/2022 tarihleri arasındaki 20 yıllık dönemi kapsamıştır. Engle ve Lee (1999) tarafından önerilen Component GARCH modeli kullanılarak volatilitenin belirlenmesinde kalıcı ve geçici bileşenlerin etkisi test edilmiştir. Bulgular, Borsa İstanbul'da kalıcı ve geçici bileşenlerin etkili olduğunu, Frankfurt Borsası, Londra Borsası ve Moskova Borsası'nda ise sadece kalıcı bileşenin etkili olduğunu göstermiştir. İlaveten, Frankfurt ve Londra borsaları arasında yüksek volatilitenin ilişkisi tespit edilirken, Borsa İstanbul ve Moskova borsaları arasında düşük volatilitenin ilişkisi tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Avrupa borsaları, Volatilitenin, Volatilitenin bileşenleri, CGARCH.

The Permanent and Transitory Components of Volatility in European Stock Markets

ABSTRACT

In financial markets, information and investors are heterogeneous, not homogeneous. In a heterogeneous market, market volatility is not monolithic but has components. The decomposition of volatility into components provides additional information to investors about volatility. This study investigates the impact of permanent and transitory components on the stock market volatility of the Borsa Istanbul, Frankfurt Stock Exchange, London Stock Exchange, and Moscow Exchange. The study covers the 20-year period between 01/02/2003 and 12/30/2022. The impact of permanent and transitory components on the determination of volatility is tested using the Component GARCH model proposed by Engle and Lee (1999). The findings revealed that both permanent and transitory components were effective in determining volatility in Borsa Istanbul, while in Frankfurt Stock Exchange, London Stock Exchange, and Moscow Exchange, only the permanent component had a significant impact. Moreover, there were identified relationships among the volatility components of the stock markets, with a higher relationship observed between

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, ORCID: 0000-0001-6491-132X

² Doktora Öğrencisi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-8273-8126

³ İletişim Yazarı: aliaciktepe@gmail.com

Frankfurt Stock Exchange and London Stock Exchange, and a lower relationship between Borsa Istanbul and Moscow Exchange.

Keywords: *European stock market, Volatility, Volatility components, CGARCH.*

1. GİRİŞ

Günümüzün küresel dünyasında, finansal piyasalar ekonomik faaliyetlerin merkezi olarak önemli bir rol oynar. Finansal piyasalarda gerçekleşen alım satım işlemleri, varlık fiyatlarının belirlenmesi ve yatırımcıların risk ve getiri beklentilerinin karşılaşmasıyla sonucunda oluşur. Finansal piyasalarda işlemler aslında geleceğe yönelik olduğundan doğası gereği risk ve belirsizlik içerir. Piyasa volatilitesi, bunun kapsamlı bir ölçüsüdür ve fiyatların belirli bir zaman diliminde ne kadar değişkenlik gösterdiğini ifade eder. Piyasa volatilitesi, finansal piyasalardaki yatırımcılar ve finansal kurumlar açısından önemlidir. Çünkü riskin değerlendirilmesi, portföy yönetimi stratejilerinin oluşturulması ve finansal araçların fiyatlandırılması gibi konularda kritik bir rol oynar. Bu nedenle, piyasa volatilitesinin doğru anlaşılması ve analiz edilmesi, kararların isabeti açısından son derecede büyük önem taşır.

Finansal piyasalarda, bilginin hızlı ve tam bir şekilde fiyatlara yansıdığı görüşünü Etkin Piyasa Hipotezi (EPH) ortaya koymuştur. EPH'nin temelini ise, bilgi akışının fiyatlara anında yansıdığı ve fiyatların rasgele oluştuğunu söyleyen Rassal Yürüyüşler Teorisi oluşturur. Fama (1965) çalışmasında, Rassal Yürüyüşler Teorisini bir menkul kıymetin fiyat seviyesini bir dizi kümülatif rasgele sayının oluşturduğunu açıklamaktadır. EPH'ye göre ise, herhangi bir zamanda fiyatlar, piyasa katılımcılarının tüm bilgiye erişimi olduğunda adil bir şekilde belirlenir ve bu nedenle fiyat tahminleri yapmak veya piyasayı yenmek imkânsızdır. Yani etkin piyasalarda, piyasa ortalamasının üstünde getiri sağlanamaz.

EPH'ye göre piyasalar zayıf, yarı güçlü ve güçlü form olarak üç gruba ayrılmaktadır (Fama, 1970, s. 383). Etkin piyasaların zayıf formunda, geçmiş piyasa verileri fiyatlara anında yansıdığı için yatırımcılar bu bilgilere dayanarak normal üstü getiri elde edemezler. Yarı güçlü formdaki piyasalarda ise kamuya açıklanan bilgiler fiyatlara dahil edildiğinden yatırımcılar bu bilgilere dayanarak normal üstü getiri elde edemezler. Son olarak güçlü formda piyasalarda ise kamuya açıklanan veya açıklanması beklenen tüm bilgiler anında fiyatlara yansıdığından yatırımcılar bu bilgileri kullanarak normal üstü getiri sağlayamazlar.

EPH'ye alternatif olan Heterojen Piyasalar Yaklaşımı, piyasalarda bilginin eşit dağılmadığını ve katılımcıların farklı bilgiye ve beklentilere sahip olduğunu ileri sürer. Piyasadaki katılımcıların yatırım hedefleri, yatırım süreleri ve yatırım stratejileri farklı olabilmektedir (Tayal, 2009, s. 15). Bu durum, piyasada farklı bilgi setine dayalı olarak farklı fiyatları kabul etme eğiliminde olan heterojen katılımcı toplulukları oluşturmaktadır. Ayrıca, bu katılımcılar farklı analiz yöntemleri ve modeller kullanarak bilgiyi değerlendirmekte ve farklı beklentilere sahip olabilmektedirler.

Homojen bir piyasada, rasyonel beklentiye sahip yatırımcıların olması, fiyatların "gerçek piyasa değeri" olarak kabul edilen değere daha hızlı ulaşmasına yol açar. Bu nedenle, volatilitenin piyasa değeri ve işlem hacmiyle negatif bir ilişkiye sahip olmaktadır. Yani, piyasada daha fazla yatırımcı olduğunda volatilitenin azalmaktadır. Heterojen piyasalarda ise, farklı yatırımcılar muhtemelen farklı fiyatlarda işlem yapmaya razı olur ve işlemlerini farklı piyasa koşullarında gerçekleştirmeye karar verirler. Başka bir deyişle volatilitenin yaratır. Bu, volatilitenin piyasa değeriyle pozitif korelasyon gösterebileceğini ifade etmektedir (Müller vd., 1993, s. 12). Ayrıca, bilgi akışındaki heterojenlik, fiyat değişimlerinin belirli bir zamanda daha hızlı veya yavaş gerçekleşmesine neden olabilmektedir. Bu da volatilitenin artırmaktadır. Heterojen piyasalarda, piyasa yatırımcılarının farklı işlem sıklığı ve stratejilere sahip olmaları nedeniyle fiyatlar daha hızlı veya yavaş değişebilmektedir.

Piyasa volatilitesinin tek bir boyuttan oluşan homojen bir yapı yerine, farklı bileşenlere ayrılabilen heterojen bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Piyasa volatilitesinin bileşenlere ayrılması konusunu inceleyen araştırmalar vardır (Ghose ve Kroner, 1996; Müller vd., 1997; Andersen ve Bollerslev, 1997a, 1997b; Engle ve Lee, 1999). Bu çalışmalar, yüksek frekanslı verilere sahip heterojen piyasalarda volatilitenin bileşenlerinin var olabileceği fikrini benimsemektedir. Bu yaklaşımlarda hem kısa hem de uzun dönemli volatilitenin etkilerini içerebilen volatilitenin bileşenlerinin varlığı incelenmektedir (Zaraour ve Siroopoulos, 2008, s. 1).

Müller vd. (1997) ise heterojen volatilitenin yapısının heterojen yatırımcılardan kaynaklandığını söylemektedir. Piyasa katılımcıları farklı zaman anlayışlarına sahiptir. Kısa vadeli yatırımcılar piyasayı daha yüksek frekansta değerlendirir ve uzun vadeli yatırımcılardan daha kısa süreli bir hafızaya sahiptir. Bu durum, iki bileşenden oluşan volatilitenin yapısını oluşturmaktadır (Zaraour ve Siroopoulos, 2008, s. 1).

Engle ve Lee (1999) tarafından önerilen koşullu varyans modelinde ise volatilitenin bileşenleri incelenmiştir. Modelde, "kalıcı" ve "geçici" olmak üzere iki bileşen tanımlanır. Dar anlamda kalıcı bileşen, serinin trendini temsil ederken, geçici bileşen ise kısa vadeli dalgalanmaları ifade etmektedir. Geniş anlamda ise kalıcı bileşen, volatilitenin belirli bir ortalamaya dönme (mean-reversion) eğiliminde olduğunu gösterir. Volatilitenin gelecekteki değişimlerini tahmin etmek için kullanılmaktadır. Geçici bileşen ise, volatilitenin anlık olaylara veya haberlere verdiği tepkiyi yansıtır. Volatilitenin kısa süreli değişimlerini ve kısa vadeli volatilitenin şoklarını yakalar. Modelde volatilitenin bileşenleri doğrudan belirli yatırımcı grubuyla ilişkilendirilmemektedir. Burada, volatilitenin farklı faktörlerden kaynaklanan uzun vadeli ve kısa vadeli etkilerini ayırma yoluyla volatilitenin daha ayrıntılı analiz etme imkânı ortaya konmuştur.

Bu çalışmada, "Borsalarda volatilitenin kalıcı ve geçici bileşenlerinden hangisi volatilitenin üzerinde belirleyicidir?", "Borsalar arasındaki volatilitenin ilişkisi var mıdır?" ve "Borsalar arasındaki volatilitenin ilişkisinin kaynağı kalıcı ve geçici bileşenden hangisidir?" sorularına

cevaplar aranmıştır. Çalışmanın motivasyonunu oluşturan bu sorulara aşağıda ifade edildiği gibi cevaplar aranmıştır.

Volatilitenin kalıcı ve geçici bileşenlerinin belirlenmesi borsalar, varlıklar ve yatırımcılar açısından volatilitenin daha iyi anlaşılmasına imkân verir. Çünkü piyasada, varlık veya yatırımcı davranışları zaman içerisinde değişebilmektedir. Kısa ve uzun dönemlerde davranış biçimleri birbirinden farklı olabilmektedir. Bu farklılığın ortaya konması kararların ve ön görülerin isabeti açısından önemlidir. Bu çalışmayla, karşılıklı güçlü ekonomik ilişkileri olan Almanya, İngiltere, Rusya ve Türkiye'deki borsaların volatilitate bileşenlerinin tahmini amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Frankfurt Borsası, Londra Borsası, Moskova Borsası ve Borsa İstanbul'u en iyi temsil eden hisse senedi piyasa endekslerinin 02.01.2003 - 30.12.2022 tarihleri arasındaki ABD Dolarıyla hesaplanmış günlük getirileri CGARCH modeliyle analiz edilmiştir. Bu çalışma, ekonomik ilişkileri güçlü ülkelerin borsalarının volatilitate bileşenlerini kalıcı ve geçici bileşenlere ayırarak, volatilitenin belirlenmesinde etkili olan bileşeni belirlemeye odaklanmaktadır. Çalışma volatilitenin anlaşılması ve tahmininde farklı bir bakış açısı sunmaktadır. Bu çalışmadan, borsaların volatilitate bileşenleri arasındaki ilişkiyi, küresel ekonomik bağlantıları anlama ve olası riskleri değerlendirmede anlamlı bir perspektif sunması beklenmektedir.

Çalışma altı bölümden oluşmuştur. İkinci bölümde konu hakkındaki literatür bilgileri sunulmuştur. Üçüncü bölümde araştırma verisi ve dördüncü bölümde analiz yöntemi açıklanmıştır. Beşinci bölümde araştırma bulguları yer almıştır. Son bölümde ise, sonuç ve öneriler verilmiştir.

2. LİTERATÜR

Finansal piyasalarda bilgi veya yatırımcıların homojen olmayıp, heterojen olması durumunda piyasa volatilitésinin yekpare olması beklenemez. Dolayısıyla, volatilitenin bileşenlere ayrılması söz konusu olur. Volatilitenin kalıcı ve geçici olmak üzere ikiye ayıran literatürdeki çalışmalar hakkında bilgiler aşağıda verilmiştir.

Finansal piyasalarda volatilitenin bileşenlere ayrıldığı literatürdeki araştırmaların hisse senedi, tahvil gibi menkul kıymet piyasasının yanında türev ürünleri piyasasını, ticaret (veya emtia) piyasasını, döviz piyasasını, kıymetli madenler piyasasını konu alan geniş bir yelpazeye yayıldığı gözlenmiştir. İlaveten, çalışmalarda kullanılan analizler; yatay kesit analizlerinden Çok Faktörlü Modelin yanında zaman serisi analiz yöntemlerinden Stokastik Volatilitate, Hata Düzeltme Modeli ve CGARCH modeli gibi farklı analizler kullanılmıştır. Son dönem çalışmalarda CGARCH modelinin daha fazla tercih edildiği gözlenmiştir. Tablo 1'de çalışmalar özet biçimde sunulmuştur.

Türev piyasalarda volatilitate bileşenleri ile ilgili çalışmalardan örnekler vermek gerekirse, Xu ve Taylor (1994) Filipinler'deki opsiyon fiyatlarının vade yapısındaki değişimi Kalman Filtre yöntemiyle incelemiştir. Kısa ve uzun dönem bileşenlerinin eğimlerinin farklı olduğunu bulmuşlardır. Christoffersen ve ekibi (2008) ise S&P 500 alım opsiyonlarını değerlemek için kısa ve uzun dönem olmak üzere iki bileşenli bir model

önermişlerdir. Bu model, Engle ve Lee (1999) modeline benzemektedir. Analize göre iki bileşenli modelin daha iyi performans gösterdiği ve böylece kısa ve uzun vadeli opsiyonlar birlikte modellenmiştir.

Tablo 1. Volatilitiyi Bileşenlere Ayıran Çalışmalar

Yazar(lar) ve Tarih	Ülke (Endeks)	Dönem	Yöntem	Sonuç
Beveridge ve Nelson (1981)	ABD Doları	1947-1977	Stokastik Volatilité	Kalıcı ve geçici bileşen belirleyicidir.
Xu ve Taylor (1994)	Filipinler Opsiyon Piyasası	1985-1989	Kalman Filtre	Kalıcı ve geçici bileşen belirleyicidir.
Arize & Malindretos (1998)	Avusturalya ve Yeni Zelanda	1973-1992	ECM	Kalıcı ve geçici bileşen belirleyicidir.
Engle & Lee (1999)	ABD ve Japonya	1941-1991	CGARCH	Kalıcı bileşen belirleyicidir.
Chen & Shen (2004)	Tayvan	1988-2004	GARCH-Jump	Kalıcı ve geçici bileşen belirleyicidir.
Anê (2006)	Hong Kong Borsası	1990-2004	CGARCH	Kalıcı bileşen belirleyicidir.
Christoffersen vd. (2008)	S&P 500 Alım Opsiyonu	1990-1996	CGARCH	Kalıcı ve geçici bileşen belirleyicidir.
Adrian & Rosenberg (2008)	CRSP	1962-2005	Çok Faktörlü Model	Kalıcı ve geçici bileşen belirleyicidir.
Zarour & Sriopolus (2008)	9 Orta Doğu Ülkesi	1992-2005	CGARCH	Kalıcı ve geçici bileşen belirleyicidir.
Guo & Neely (2008)	19 Ülke Piyasası	1974-2003	CGARCH	Kalıcı bileşen belirleyicidir.
Liow & Ibrahim (2008)	12 Ülke Piyasası	1984-2006	CGARCH	Kalıcı ve geçici bileşen belirleyicidir.
Kang vd. (2009)	Petrol Piyasaları	1992-2006	CGARCH, FIGARCH	Kalıcı bileşen belirleyicidir.
Torun & Demireli (2010)	Türkiye ve İngiltere	2003-2009	CGARCH	Kalıcı ve geçici bileşen belirleyicidir.
Charteris & Strydom (2011)	ABD ve Güney Afrika	1996-2008	CGARCH	Kalıcı bileşen belirleyicidir.
Strydom & Charteris (2011)	5 Afrika ülkesi	1994-2010	CGARCH	Kalıcı bileşen belirleyicidir.
Wang & Guo (2014)	Çin	1990-2011	CGARCH-Jump	Kalıcı ve geçici bileşen belirleyicidir.
Gutiérrez vd. (2017)	Latin Amerika ülkeleri	1992-2014	CGARCH	Kalıcı bileşen belirleyicidir.
Chao (2018)	Tayvan ve ABD	1991-2017	GARCH-MIDAS	Geçici bileşen belirleyicidir.

Bhar & Dar (2019)	Çin ve Hindistan	2010-2018	CGARCH	Kalıcı bileşen belirleyicidir.
Zivkov vd. (2020)	Petrol Piyasası ve Emtia Piyasası	2006-2019	CGARCH	Geçici bileşen belirleyicidir.

Döviz piyasasıyla ilgili örnek çalışmalara değinmek gerekirse, Beveridge ve Nelson (1981) ABD dolarının volatilitisini kalıcı ve geçici bileşenlere ayırmıştır. Kalıcı bileşen tesadüfi yürüyüş ve geçici bileşenin ortalaması sıfır olan durağan özellik sergilediğini tespit edilmiştir. Arize ve Malindretos (1998) ise Avustralya ve Yeni Zelanda arasındaki döviz kuru volatilitisinin dış ticaret hacmine etkisini incelemiştir. Döviz kuru volatilitisinin her iki ülkenin ihracat akışları üzerinde kısa dönemli etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Chen ve Shen (2004) çalışmasında ise Tayvan döviz kuru üzerinde günlük verilerle finansal varlık fiyatlarının zamanla değişen koşullu volatilitisini araştırmıştır. Döviz kuru volatilitesinde kalıcı ve geçici bileşenlerin etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Ticaret (veya emtia) piyasasına, ham petrolü konu alan Kang, Kang ve Yoon (2009) çalışmalarında, BRENT, Dubai ve WTI ham petrol piyasalarının volatiliteleri incelemiştir. 1992-2006 yılları arasında günlük piyasa verileri üzerinden yapılan araştırmada, CGARCH ve FIGARCH modellerinin ham petrol fiyatlarının volatilitisini tahmin etmek için en iyi modeller olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu modellerin analizine dayanarak, ham petrol fiyatlarının volatilitesinde kalıcı bileşenin etkili olduğu, geçici bileşenin ise etkili olmadığı bulunmuştur.

Kıymetli madenler piyasasına Torun ve Demireli (2010) tarafından yapılan çalışma örnek olarak gösterilebilir. Torun ve Demireli (2010) çalışmasında, 2003-2009 döneminde Türkiye ve İngiltere'deki serbest piyasa altın fiyatlarını ele almışlardır. CGARCH modeli ile yapılan analizde, serbest piyasa altın fiyatlarının volatilitesinde hem geçici hem de kalıcı volatilitite bileşeninin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Engle ve Lee (1999), hisse senedi piyasa volatilitisini incelemek için Component-GARCH modelini kullanmıştır. Araştırmalarında, S&P 500, CRSP, NIKKEI endeksleri ve Dow Jones Sanayi Endeksi'ndeki 14 hisse senedi üzerinde çalışmışlardır. Uzun dönemli bileşenin (trendin) hisse senedi getiri volatilitesinde etkili olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, 1987 çöküşünün borsa volatilitesi üzerinde geçici bileşenin (kısa dönem) etkisi olduğunu gözlemlenmiştir.

Anê (2006) çalışmasında, Hong Kong Menkul Kıymetler Borsası'nda işlem gören hisse senetlerinin volatilitesi analiz edilmiştir. Volatilitite analizinde C-GARCH modeli kullanılmıştır. Araştırma, Ocak 1990 ile Aralık 2004 arasındaki günlük verileri üzerinde yapılmıştır. CGARCH analizi sonucunda, trendin yüksek kalıcılığa sahip olduğu ve piyasa bilgisinin trend üzerinde yumuşak bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Geçici bileşenin ise hisse senedi piyasası üzerine pek bir etkisinin olmadığı sonucuna varmışlardır.

Adrian ve Rosenberg (2008), hisse senedi piyasa volatilitelerini kısa ve uzun dönem bileşene ayırmış ve volatilitenin fiyatlandırılması için araştırılmıştır. Araştırmada, 1962-2005 döneminde Menkul Kıymetler Araştırma Merkezi (CRSP) portföy getirisi kullanılmıştır. Risksiz faiz oranı olarak üç aylık hazine faiz oranı alınmıştır. Piyasa portföyü volatilitesi kısa ve uzun dönem olarak yatay kesit Üç Faktörlü Fiyatlama Modeli ile piyasa volatilitesi kısa ve uzun dönem ayrıştırılmıştır. Volatilitenin uzun ve kısa dönem bileşenlerinin etkilediği elde edilmiştir.

Zarour ve Bashar (2008) çalışmasında, Abu Dabi, Bahreyn, Dubai, Filistin, Kuveyt, Mısır, Sudan, Suudi Arabistan ve Umman borsalarının hisse senedi piyasa endekslerinin volatilitelerini incelemiştir. CGARCH modeliyle endeksler, 1992-2005 dönemini kapsayan günlük veriler kullanılarak tahmin edilmiştir. Çalışmada, geçici bileşenin etkisi olduğuna ve Ürdün, Umman ve Suudi Arabistan piyasalarının kalıcı volatilitenin bileşenine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Guo ve Neely (2008) tarafından yapılan kapsamı geniş çalışmada, Avusturya, Avusturya, Belçika, Kanada, Danimarka, Fransa, Almanya, Hong Kong, İtalya, Japonya, Hollanda, Norveç, Singapur, İspanya, İsveç, İsviçre, İngiltere, ABD ve CRSP piyasalarının risk-getiri ilişkisi incelenmiştir. Çalışma, günlük ve haftalık verilerle gerçekleştirilmiştir. Bulgular, kalıcı bileşenin volatilitenin önemli ölçüde belirlediğini, geçici bileşenin volatilitenin belirleyemediği sonucunu göstermiştir.

Liow ve Ibrahim (2008) çalışmalarında, uluslararası gayrimenkul piyasasının volatilitenin bileşenlerini değerlendirmiştir. Çalışmada Avusturya, Kanada, Fransa, Almanya, Hong Kong, Japonya, Hollanda, Singapur, İsveç, İsviçre, İngiltere ve ABD piyasalarındaki 1984-2006 dönemi gayrimenkul fiyat endekslerinin aylık verilerini kullanmıştır. Gayrimenkul endeksinin volatilitenin bileşeninde trendin yüksek düzeyde kalıcılığa sahip olduğunu, geçici bileşeninde dış şoklara güçlü tepki verdiği sonucuna varmışlardır.

Charteris ve Strydom (2011) yaptıkları çalışmada, ABD ve Güney Afrika hazine bonoları ile hazine tahvillerinin getiri volatilitelerini incelemiştir. Analizde hem Güney Afrika hem de ABD devlet tahvilleri için kalıcı bileşenin geçici bileşene göre daha güçlü bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Charteris ve Strydom (2011) yaptıkları çalışmada, ABD ve Güney Afrika hazine bonoları ile hazine tahvillerinin getiri volatilitelerini incelemiştir. Analizde hem Güney Afrika hem de ABD devlet tahvilleri için kalıcı bileşenin geçici bileşene göre daha güçlü bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Strydom ve Charteris (2011) çalışmasında, Gana, Kenya, Mauritius, Güney Afrika ve Zambiya ülkelerinin 3 aylık hazine bonolarının getirileri incelemiştir. Analiz sonucunda, ülkelerin hazine bonolarının volatilitesi üzerinde kalıcı bileşenin, geçici bileşene göre daha büyük bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Wang ve Guo (2014) çalışmada, Çin hisse senedi piyasasının volatilitenin kalıcı ve geçici bileşenleri ile volatilitenin sızramalarının varlığı araştırılmıştır. İncelenen 1990-2011 yılları

arasındaki günlük verilerin analizinde, Çin hisse senedi piyasasının volatilitesinde hem kalıcı hem de geçici volatilitite bileşenlerinin önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Gutiérrez, Calisto ve Salgado (2017) araştırmalarında, Arjantin, Brezilya, Şili, Kolombiya, Peru ve Meksika ülkelerinin hisse senedi piyasa getirilerinin geçici ve kalıcı bileşenlerini incelemiştir. Bulgular, hisse senedi getiri volatilitesinde uzun dönemli yapının kısa dönemli yapıdan daha etkili olduğunu göstermektedir.

Chao (2018) tarafından yapılan araştırmada Tayvan hisse senedi piyasasında volatilitedeki kalıcı ve geçici bileşenleri ABD hisse senedi piyasası volatilitésinin kalıcı ve geçici bileşenlerinin etkileri incelenmiştir. 1991-2017 döneminin aylık verileri ele alınmıştır. Tayvan hisse senedi volatilitésini üzerine ABD hisse senedi piyasası volatilitésinin kalıcıdan ziyade geçici bileşenin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bhar ve Dar (2019) çalışmasında, 2010-2018 döneminde Hindistan ve Çin devlet tahvili getirilerindeki volatilitite kalıcılığı araştırılmıştır. Günlük veriler kullanılarak 10 yıllık devlet tahvili getirileri CGARCH modeliyle analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucu, devlet tahvili volatilitésini üzerinde volatilitenin kalıcı bileşeninin güçlü bir etkiye sahip olduğunu, geçici bileşenin etkisinin ise daha zayıf olduğunu göstermiştir.

Zirkov vd. (2020) araştırmasında, Brent petrol vadeli işlemler piyasası ile 4 tarımsal emtia olan mısır, buğday, soya fasulyesi ve kanolaya yönelik kalıcı ve geçici yayılma etkilerini incelemiştir. Petrol piyasasının geçici etkisi tarımsal emtialar üzerine daha etkili olduğu ve kısa süreli bilgi akışının temel faktörlere göre daha fazla etkiye sahip olduğunun sonucuna ulaşılmıştır.

Boyd vd. (2022) çalışmasında, 1990-2016 yılları arasında ham petrol vadeli işlemlerinde volatilitenin risk primini nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Getiri ile risk primleri arasında 2005 yılı öncesinde önemli bir pozitif ilişkinin olduğunun, sonrasında ise negatif ilişki olduğunun sonucuna ulaşılmıştır. Volatilitenin geçici bileşeni, kalıcı bileşeninden daha önemli olduğu tespit etmişlerdir.

Zivkov vd. (2023) yaptıkları çalışmada, Polonya, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Romanya, Rusya ve Türkiye ülkelerindeki hisse senetleri ve döviz kuru piyasaları arasındaki çift yönlü volatilitite etkisini incelemiştir. Seçilen ülkeler arasında çift yönlü volatilitite aktarımının olduğu ve buna karşın döviz kurundan hisse senetlerine olan etkinin hem geçici bileşeni hemde kalıcı bileşeni diğer yöne göre daha güçlü olduğu sonucuna varmışlardır.

3. ARAŞTIRMA VERİSİ

Araştırma verisi, Avrupa'nın önce gelen ülkelerinin menkul kıymetler borsalarının 3 Ocak 2003 tarihinden 30 Aralık 2022 tarihine kadar günlük frekansta toplam 5216 gözlemini kapsamaktadır. Bu araştırmada ele alınan endeksler, Borsa İstanbul, Frankfurt Borsası, Londra Borsası ve Moskova Borsası'nın hisse senedi piyasa endeksleridir. Çalışmada borsalar Borsa İstanbul BİST 100, Frankfurt Borsası DAX 30, Londra Borsası

FTSE 100 ve Moskova Borsası RTSİ endeksiyle yer almıştır. İlgili endekslerin günlük değerleri investing.com web sitesinden elde edilmiştir. Verilerin birimi ABD Dolarıdır. Endekslerin logaritma farkı alınıp günlük getiri oranı elde edilmiştir. Borsaların günlük getiri oranı analize sokulmuştur.

Türkiye'nin tek menkul kıymetler borsası olan Borsa İstanbul'da 2023 yılı itibarıyla 538 şirketin hisseleri işlem görmektedir. Borsa İstanbul'da BİST 100, BİST 30, sektör endeksleri gibi çok sayıda endeks hesaplanmaktadır. Frankfurt Borsası, Almanya'nın en büyük menkul kıymetler borsasıdır. 2023 yılı itibarıyla 433 şirketin hisseleri borsada işlem görmektedir. DAX, MDAX, SDAX gibi önemli endeksler, borsanın önemli şirketlerin performansını takip etmek için kullanılan göstergelerdir. Londra Borsası, İngiltere'nin en büyük menkul kıymetler borsası olup 1801 yılında kurulmuştur. 2023 yılında yaklaşık 1900 şirketin hisseleri işlem görmektedir (statista.com). FTSE 100, FTSE 250 gibi önemli endeksler borsanın performansının göstermesi amacıyla hesaplanmaktadır. Moskova Borsası, Rusya'nın en büyük menkul kıymetler borsasıdır ve yaklaşık 828 şirketin hisseleri işlem görmektedir. MOEX Rusya Endeksi, RTS Endeksi, MICEX 10 Endeksi gibi önemli endekslere sahiptir. BİST 100, DAX, FTSE 100 ve RTSİ endeksleri incelenen borsaların performansını en iyi yansıtan endekslerdir.

Dünya borsalarının piyasa değeri 2022 yılı itibarıyla yaklaşık 102 trilyon dolardır (world-exchange.org). Londra Borsası piyasa değeri 3,66 trilyon dolar piyasa değeriyle sekizinci sıradadır (caproasia.com). Frankfurt Borsası'nın piyasa değeri 2,28 trilyon dolarla onuncu sıradadır. Moskova Borsası'nın piyasa değeri 694 milyar dolarla on altıncı sıradadır. Borsa İstanbul 330 milyar dolar piyasa değeriyle ise yirmi beşinci sıradadır (data.worldbank.com). Çalışmada incelenen borsaların piyasa değeri dünya borsaları piyasa değerinin yaklaşık %7'sidir. İşlem hacmi açısından ise, Londra Borsası üçüncü sıradadır. 2023 yılı verilerine göre, Frankfurt Borsası İşlem hacmi 1,1 trilyon dolardır. Borsa İstanbul son dönemlerde işlem hacminde ciddi artışlar kaydetmiş ve 2023 yılında 1,3 trilyon dolar seviyesini zorlamıştır. Moskova Borsası işlem hacmi yaklaşık 240 milyar dolardır (SPK, 2023)

Türkiye, Almanya, İngiltere ve Rusya'nın karşılıklı ekonomik ilişkiler güçlüdür. Türkiye ihracatında Almanya birinci, İngiltere dördüncü ve Rusya sekizincidir. Türkiye'nin ithalatında Rusya birinci, Almanya üçüncü ve İngiltere on birincidir. Almanya'nın dış ticaret hacminde İngiltere, Rusya ve Türkiye ilk yirmidedir. İngiltere'nin dış ticaretinde Almanya ilk ikide, Türkiye ve Rusya ilk yirmi ülke arasındadır. Rusya'nın dış ticaretinde yıllar itibarıyla değişiklikler gözlenirse de genel olarak Almaya, Türkiye ve İngiltere ilk on ülke arasında yer almıştır (Ticaret Bakanlığı, 2023). Bu ülkeler arasındaki ekonomik ilişkiler Avrupa'nın diğer ülkeleri arasındaki ekonomik ilişkilerin ortalamasından çok daha güçlüdür.

4. ANALİZ YÖNTEMİ

Araştırmada günlük BİST100, DAX, FTSE100 ve RTSİ getiri oranları volatilitelerinin analizi dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, getiri oranlarının sahte

regresyon sorununa karşın birim kök testleri yapılmıştır. Birim kök testleri en yaygın olarak kullanılan analizlerinden ADF (1979), PP (1988) ve KPSS (1992) birim kök testleriyle gerçekleştirilmiştir. ADF (1979) ve PP (1988) birim kök testlerinde getiri oranlarının birim köke sahip olduğu yani durağan olmadığı yönündeki H_0 hipotezi test edilmiştir. KPSS (1992) testiyle, getiri oranlarının birim köke sahip olmadığı yani durağan olduğu yönündeki H_0 hipotezi sınanmıştır.

İkinci aşamada, getiri oranlarındaki otokorelasyon ve ARCH etkisi incelenmiştir. Otokorelasyonun varlığı Ljung ve Box (1978) Q Testi ve ARCH etkisi ARCH-LM (1982) Testi ile gerçekleştirilmiştir. Bir portmanto testi olan Q Testi getiri oranlarının hata terimlerinde ve hata terimleri karelerinde otokorelasyon olduğu yönündeki H_0 hipotezi sınanmıştır. Lagrange Çarpan Testi olan, ARCH Testi getiri oranlarının hata terimlerinin karelerinin gecikmeleri arasındaki varyansın sabit (homoscedasticity) olmadığını öne süren H_0 hipotezi sınanmıştır. Durağan, otokorelasyon ve değişken varyansın (heteroskedasticity) varlığı halinde bu varsayımları dikkate aldığından ARCH ailesindeki yöntemlerle analizler gerçekleştirilmektedir.

Üçüncü aşamada, getiri oranlarındaki volatiliteler simetrik mi yoksa asimetrik mi olduğunun tespiti amacıyla Engle ve Ng (1993) tarafından geliştirilen asimetri tanı testleri uygulanmıştır. Engle ve Ng (1993) tarafından volatiliteler asimetrisinin tespiti amacıyla teklif edilen asimetri testleri; işaret asimetrisi, negatif değer asimetrisi, pozitif değer asimetrisi ve bunların toplamı olan bileşik asimetriden oluşmaktadır. Asimetrik olmadığı yönündeki H_0 hipotezi kabul edildiğinde simetrik, kabul edilmediğinde ise asimmetrik özelliği dikkate alan yöntemle analizler yapılmaktadır.

Dördüncü aşamada durağan, ARCH etkisine sahip, simetrik (asimetrik) olan volatilitenin kalıcı ve geçici bileşenleri ayırmaya imkân veren CGARCH modeliyle borsaların getiri oranları analiz edilmiştir. Finansal zaman serisinde tipik olarak düşük (yüksek) volatilitenin ardından yüksek (düşük) volatiliteler gelmektedir. Buna volatiliteler kümelenmesi denmektedir (Engle, 2001, s. 158). Finansal zaman serilerinde zamanla değişen varyansın tahmini amacıyla Engle (1982) tarafından Otoregresif Koşullu Değişken Varyans (ARCH) modeli geliştirilmiştir. Bollerslev (1986) ARCH modelinin volatiliteleri daha iyi yakalayabilmesi için GARCH modelini önermiştir. ARCH ve GARCH modelleriyle finansal zaman serilerindeki volatiliteler dinamik biçimde ortaya konmaktadır. Koşullu volatiliteler ölçüm aracı olarak, bu modeller portföy seçimi, risk analizi ve türev fiyatlandırması gibi konularda yaygın olarak kullanılmaktadır. Literatürde ARCH ailesinde simetrik, asimmetrik, tek değişkenli ve çok değişkenli gibi çok sayıda model yer almaktadır. Bu çalışmanın amacına uygun olan volatiliteleri kalıcı ve geçici bileşen olarak ayırabilen Component GARCH (CGARCH) modeliyle getiri oranlarının volatiliteleri tahmin edilmiştir. Volatiliteler tahminin gerçekleştirildiği CGARCH modeli hakkında bilgiler aşağıda sunulmuştur.

GARCH modeli, koşullu varyans denkleminde gecikmeli koşullu varyans dahil etmek suretiyle zaman içinde değişken varyansı açıklamaktadır. GARCH modeli, sadece geçmiş

hatalara bağlı olarak koşullu varyansın değişebileceğini kabul eden ARCH modelini kapsar ve daha esnek bir gecikme yapısına izin verir (Bollerslev, 1986). Koşullu değişken varyans modellerinin temel nitelikteki modeli olan GARCH modeli aşağıda gösterilmiştir. Aşağıda (1), (2) ve (3) nolu denklemler sırasıyla volatilitenin tahmin edildiği GARCH (1,1) modelinin pür koşullu ortalama ve pür koşullu varyans formülleri sunulmuştur:

$$r_t = \phi_0 + u_t \quad (1)$$

$$u_t = h_t^{1/2} \varepsilon_t \quad (2)$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}^2 \quad (3)$$

Denklem (1) pür koşullu ortalama denklemi ve (2) nolu denklem hata teriminin niteliğini vermektedir. Denklem (3) koşullu varyans denklemi olmak üzere u_{t-1}^2 ARCH sürecinin tahmincisi yani hata terimi karesinin gecikmeli değeri, h_{t-1}^2 GARCH sürecinin koşullu varyansının gecikmeli değeridir.

CGARCH modeli, GARCH modelinin bir uzantısı olarak ortaya çıkarılmıştır (Ané, 2006). Model bireysel hisse senedi ve endeks volatilitelerinin incelenmesi yanında endeks ve bireysel hisse senedi arasındaki volatiliteler ilişkisinin incelenmesinde de kullanılmaktadır. CGARCH modeli, volatiliteleri uzun dönemli (kalıcı) ve kısa dönemli (geçici) olmak üzere iki bileşene ayırabilmektedir. Kalıcı bileşen, volatilitedeki trendi veya ortalama değeri temsil ederken, geçici bileşen volatilitedeki kısa vadeli dalgalanmaları (şokları) yakalamaktadır (Engle ve Lee, 1999).

CGARCH modelinin aşağıdaki (4) nolu denklemle volatilitenin geçici bileşeni (5) nolu denklemle ise kalıcı bileşeni sunulmuştur:

$$q_t = \omega + \rho(q_{t-1} - \omega) + \phi(u_{t-1}^2 - \sigma_{t-1}^2) \quad (4)$$

$$\sigma_t^2 - q_t = \alpha_1(u_{t-1}^2 - q_{t-1}) + \beta_1(\sigma_{t-1}^2 - q_{t-1}) \quad (5)$$

(4) nolu denklemde ω , sabit terimi ifade eder. Sabit terimin bir önceki döneme göre farkı olan $(q_{t-1} - \omega)$ ise sabit terimin bir önceki döneme olan farkı gösterir ve volatilitenin ortalamadan sapmasını ifade eder. ρ parametre katsayısı kalıcı etkiyi ve trendin ortalamaya dönme hızını gösterir. ϕ parametre katsayısı trendde sapma olup olmadığını verir. Yani volatilitede zaman içerisindeki değişimi göstermektedir.

(5) nolu denklemde ise geçici volatiliteler verilmektedir. Yani $\sigma_t^2 - q_t$, getiri varyansından getiri değeri çıkararak volatilitenin anlık değişimleri temsil edilmektedir. α_1 parametre katsayısı ARCH etkisi olarak volatilitenin geçmiş şoklara duyarlılığını, β_1 parametre katsayısı ise GARCH etkisi olarak volatilitenin gecikmelerine olan duyarlılığını göstermektedir.

Volatiliteler yapılarının dinamikleri oldukça açıktır. İlk olarak, geçici volatiliteler bileşeni, eğer $0 < (\alpha + \beta) < 1$ koşulu sağlanıyorsa, kısa dönemdeki volatilitenin geçici dalgalanmaları

zamanla azalmaya yönelik bir eğilim göstermektedir. İkinci olarak, kalıcı volatilité bileşeni, otoregresif bir süreçle zaman içinde değişim gösterir. Eğer $0 < \rho < 1$ koşulu sağlanıyorsa, uzun dönemdeki volatilitenin belirli bir düzeye ulaşacağını gösterir. Eğer ρ 1'e yakınsa volatilitéyi belirleyen kısa dönem değil trenddir. $\rho = 1$ ise volatilité uzun dönem volatilitéyle yani trendiyle bütünleşir. Son olarak, uzun dönemli yapının (trend), kısa dönemli yapıya göre daha yavaş ortalamaya döndüğü varsayılmaktadır. Uzun dönemli yapı, kısa dönemli yapıdan daha dirençlidir. Dolayısıyla, $0 < (\alpha + \beta) < \rho < 1$ koşulu sağlanmalıdır (Engle ve Lee, 1999: 478).

CGARCH modeline volatilité asimetrisi etkisini gösteren terim eklenirse kalıcı volatilitéyi veren denklemde bir değişiklik olmaz. Asimetri etkisi sadece geçici volatilitéyi veren denkleme eklenir. Aşağıdaki (6) nolu denklem asimetri etkisini yakalamak amacıyla oluşturulan kısa dönem volatilitéyi göstermektedir:

$$\sigma_t^2 - q_t = \alpha_1(u_{t-1}^2 - q_{t-1}) + \gamma[I_{t-1}(u_{t-1}^2)] + \beta_1(\sigma_{t-1}^2 - q_{t-1}) \quad (6)$$

$$I_{t-1} = \begin{cases} 0, & \varepsilon_{t-1} \geq 0 \\ 1, & \varepsilon_{t-1} < 0 \end{cases} \quad (7)$$

Burada γ volatilitédeki kısa dönemli sapmaların asimetrik özelliğini verir. $\gamma > 0$ ise, kötü yani olumsuz haberin kısa dönemli şok üzerindeki etkisinin iyi haberden daha fazla olduğu anlamına gelir. (6) nolu denklemde ikinci terimle kukla değişken hata terimlerinin karesiyle çarpılıp, asimetri etki ortaya konur. Asimetri için (7) nolu denklemde TGARCH modelindeki gibi kukla değişken oluşturulur.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

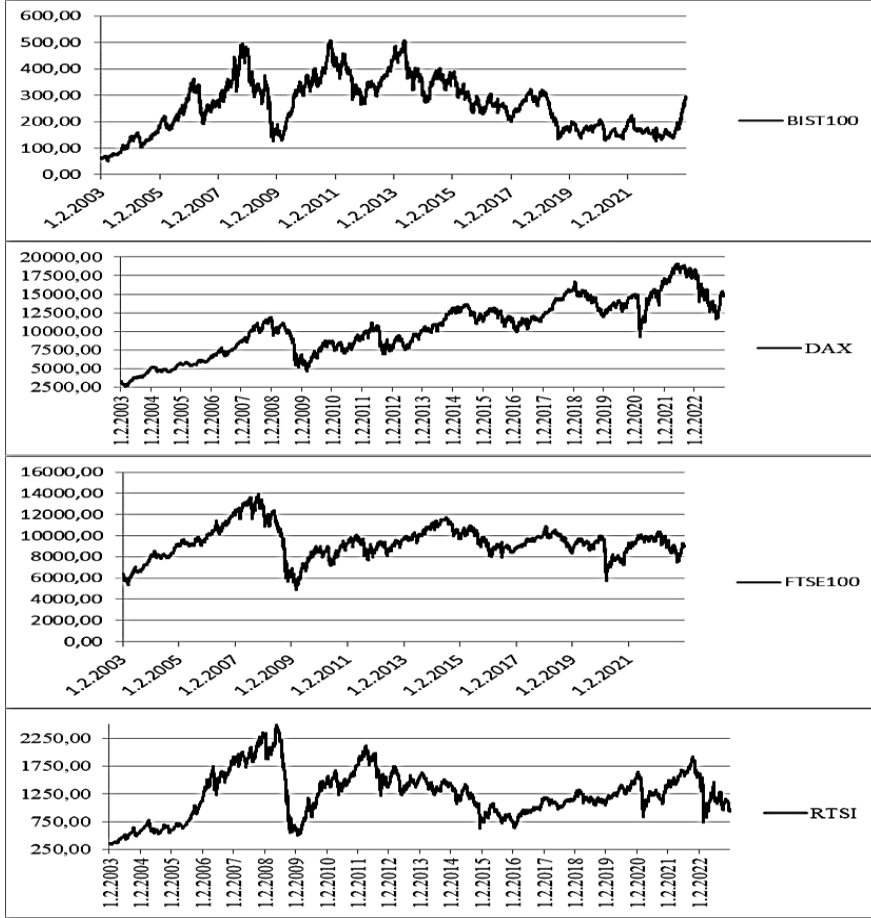
Araştırmanın bulguları aşağıda başlıklar halinde sunulmuştur. İlk başlıkta borsaların endeksleri ve volatilitelerinin yol zaman şekilleri verilmiştir. İkincisinde, borsa volatilitelerinin istatistiksel özellikleri ve asimetri testi sonuçları yer almıştır. Üçüncüsünde, volatilitelerin GARCH modeliyle tahmin sonuçları gösterilmiştir. Son başlıkta, volatilitenin bileşenlere ayrımı amacıyla yapılan CGARCH modeli tahmin sonucu ve volatilité bileşenlerinin yol zaman analizi ve korelasyonları vardır.

5.1. Endeks ve Volatilitelerdeki Gelişmeler

Aşağıdaki Şekil 1'de görülen BİST100, DAX, FTSE100 ve RTSİ borsalarının hisse senedi piyasa endekslerinde, 2008-2010 yılları arasında küresel finansal kriz kaynaklı keskin düşüşler yaşanmıştır. Bu düşüşlerin ardından DAX endeksinde yükseliş, FTSE100 endeksinde yatay, BİST100 ve RTSİ endekslerinde ise aşağı yönlü trend yaşanmıştır. 2011-2016 yılları arasında birkaç defa aralıklarla ortaya çıkan Avrupa borç krizinin etkisi çarpıcı biçimde, DAX ve FTSE100 endekslerine kıyasla BİST100 ve RTSİ endekslerinde daha fazla gözlenmiştir. 2016 yılındaki Brexit'ten sadece FTSE endeksi etkilenmiştir. COVID-19 küresel salgını nedeniyle 2020 yılında yaşanan olumsuzluk etkileri ise BİST100 endeksine göre DAX, FTSE100 ve RTSİ endekslerinde daha fazla görülmüştür. 2022 yılında patlak veren Rusya-Ukrayna savaşıyla RTSİ, DAX ve FTSE100

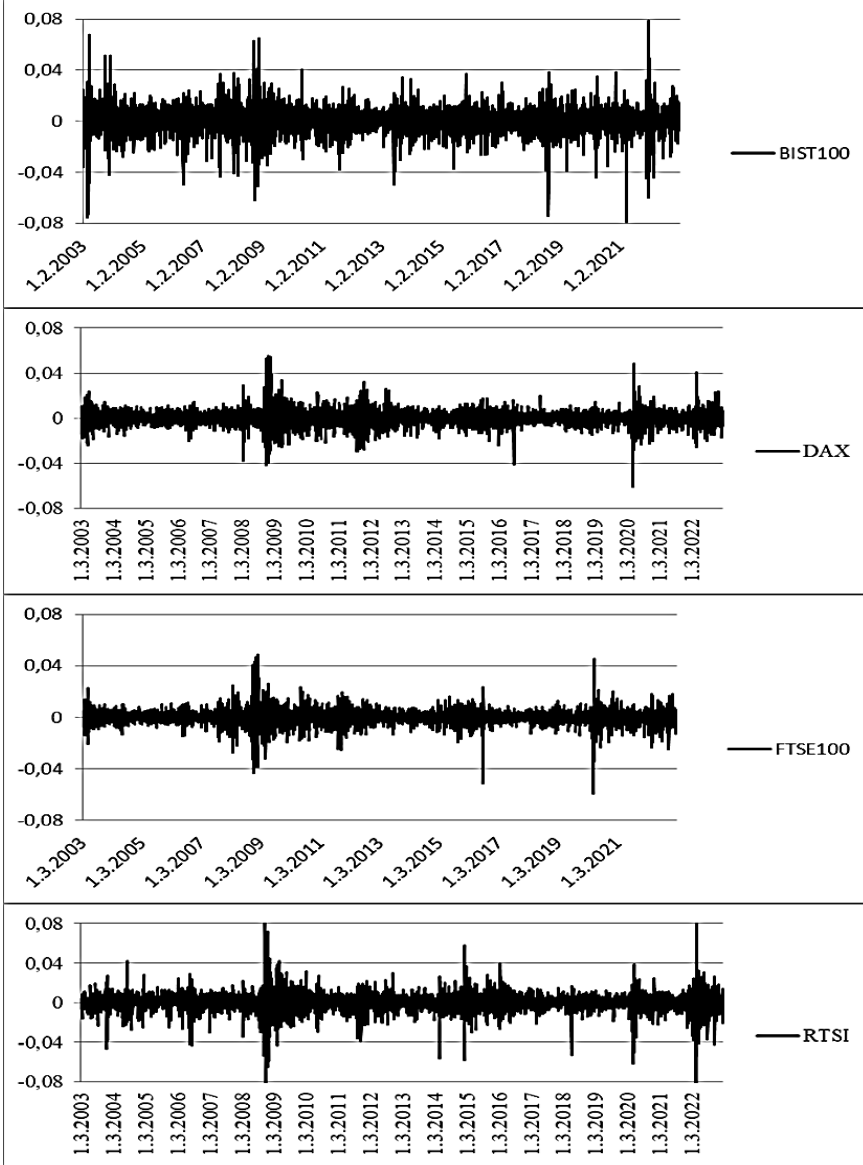
endekslerinde yeniden düşüşler olmuştur. Savaşın BİST100 endeksine etkisi sınırlı kalmıştır.

Şekil 1. Hisse senedi piyasa endeksleri



Şekil 2’de ise borsaların volatilitate grafikleri Şekil 1’deki gelişmeleri teyit eder niteliktedir. Şekil 2’de BİST100 ve RTSİ’nin volatilitesi, DAX ve FTSE100’deki volatiliteden daha büyüktür. BİST100, DAX, FTSE100 ve RTSİ için volatilitate kümelenmesi vardır. Borsalarda yüksek volatilitayı yüksek, düşük volatilitayı düşük volatilitate takip etmiştir. Genel olarak ifade edilirse, volatilitedeki yükselmeler yerel ve bölgesel çalkantıdan ziyade daha çok küresel nitelikli çalkantı döneminde gözlenmiştir.

Şekil 2. Hisse senedi piyasa volatiliteleri



5.2. Volatilitelerin İstatistiksel Özellikleri ve Asimetri Testleri

Aşağıdaki Tablo 2’de BİST100, DAX, FTSE100 ve RTSİ borsaları volatilitelerinin istatistiksel özellikleri sunulmuştur. Tablo 2’de borsaların getiri ortalaması pozitiftir. BİST100 ve DAX getirilerinin ortalaması görece yüksek ve birbirine yakındır. FTSE100 ve RTSİ’nin birbirine yakın ve görece düşüktür. Ortalama getiriden sapma BİST100 ve RTSİ’de DAX ve FTSE100’ye görece daha yüksektir. Getirilerdeki ranjın yüksekten düşüğe doğru sıralanması RTSİ, BİST100, DAX ve FTSE100 biçimindedir. Bu bilgiler doğrultusunda daha istikrarlı getiriye FTSE100 ve DAX sunmuştur. Getirinin daha düşük ve daha az istikrarlı olduğu borsa ise RTSİ olmuştur. BİST100’de getirinin yüksek olmasına karşın getiri istikrarının sağlanamadığı tespit edilmiştir.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler, Birim Kök Testleri ve Tanı Testleri

Tanımlayıcı İstatistikler (%)	BİST100	DAX	FTSE100	RTSİ
Ortalama	0,013	0,013	0,003	0,001
Standart Sapma	0,980	0,658	0,573	0,945
Ortanca	0,019	0,017	0,038	0,0207
Minimum	-7,834	-5,994	-5,851	-20,973
Maksimum	7,871	5,4959	4,841	10,077
Çarpıklık	-0,503	-0,149	-0,500	-2,376
Basıklık	10,373	11,126	14,433	59,872
Jarque-Bera Testi	12036,40**	14371,83**	28627,14**	707862,5**
Birim Kök Testleri				
ADF	-70,916**	-72,433**	-71,907**	-69,214**
PP	-70,915**	-72,463**	-72,060**	-69,203**
KPSS	0,256	0,142	0,092	0,244
Tanı Testleri				
Q (5)	3,832	10,384	21,916**	14,958*
Q (10)	18,211*	11,494	48,275**	23,429**
Q ² (5)	630,06**	953,07**	1546,0**	325,32**
Q ² (10)	848,82**	1911,6**	2778,6**	352,32**
ARCH LM Testi	302,675**	66,861**	199,097**	255,005**

* ve ** sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Jarque-Bera Testi sonucunda, borsaların getirisi normal dağılım özelliği göstermediği ortaya konmuştur. Çarpıklık değerleri getirilerin dağılımlarının kuyruğunun sola çarpık olduğunu göstermiştir. Basıklık değerlerine bakıldığında getiri dağılımlarının kalın kuyruğa sahip olduğu bulunmuştur. Çarpıklık ve basıklık değerlerinin en yüksek olduğu borsa RTSİ’dir.

Borsaların yaşanan şoklara karşı tepki verme davranışlarını ölçmek amacıyla gerçekleştirilen ADF, PP ve KPSS birim kök testlerinin sonuçları, getirilerin durağan olduğunu ve beklenmedik şokları atatabildiğini sunmuştur. Böylece BİST100, DAX, FTSE100 ve RTSİ getirilerinin durağan süreci dikkate alan modellerle çözülmesinin daha uygun olduğu anlaşılmıştır. Portmanto Testi sonucunda, getirilerde otokorelasyon vardır. Getiriler bağımlıdır. ARCH LM Testi sonucunda, getirilerde sabit varyans değil değişken varyans olduğu bulunmuştur.

Yukarıdaki bulgular dikkate alındığında getirilerin normal dağılmadığı kalın kuyruğa sahip olduğu, durağan, bağımlı ve değişken varyans gösterdiği ortaya çıkmıştır. BİST100, DAX, FTSE100 ve RTSİ getirilerinin volatilité tahminlerinde bunları dikkate alan GARCH modelleriyle gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.

Aşağıda Tablo 3'teki getirilerin asimetrik tanı test sonuçları verilmiştir. Test sonuçlarına göre, BİST100, DAX, FTSE100 ve RTSİ getirilerinin işaret asimetrisi, negatif büyüklük asimetrisi ve pozitif büyüklük asimetrisi testleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Sadece ortak asimetri testi istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 3. Asimetri Testleri

Testler	BİST100	DAX	FTSE100	RTSİ
İşaret Testi	1,949	0,447	1,253	2,017
Negatif Büyüklük Testi	-0,451	-1,103	-1,621	-0,325
Pozitif Büyüklük Testi	-1,405	-2,687	-2,070	-1,939
Ortak Test	18,366**	18,356**	23,112**	20,216**

* ve ** sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Asimetri etkisinin üç testinde olmadığı bulgusu dikkate alınmak suretiyle getiri volatilitelerinin asimetrik değil simetrik olduğu belirlenmiştir. BİST100, DAX, FTSE100 ve RTSİ'de işlem yapan yatırımcıların hisse senedi fiyat değişimlerine yani iyi ve kötü habere tepkilerinin simetri içerdiği söylenebilir. Dolayısıyla, borsalardaki volatilité tahmininde simetrik Koşullu Değişken Varyans Modeli kullanılmasının uygun olacağına karar verilmiştir.

5.3. GARCH Modeli Tahmin Sonuçları

Aşağıda Tablo 4'te BİST100, DAX, FTSE100 ve RTSİ volatilitelerinin GARCH modeliyle tahmin edilen koşullu varyans bulguları verilmiştir.

Tablo 4. GARCH Volatilité Tahmini

Varyans Denklemi	BİST100	DAX	FTSE100	RTSİ
α_0	0,001**	0,001**	0,001**	0,001**
α_i	0,099**	0,075**	0,106**	0,094**
β_i	0,863**	0,919**	0,884**	0,896**
Şok Kalıcılığı	0,962	0,994	0,990	0,990
Tanı Testleri				
Çarpıklık	-0,671	-0,354	-0,404	-0,824
Basıklık	8,036	5,015	4,863	9,491
Log Likelihood	17485,22	19818,66	20767,74	18423,47
Q (5)	18,452*	7,2133	3,3804	42,277**
Q (10)	24,946*	9,3865	5,5404	45,944**
Q ² (5)	0,4656	9,7279	5,3140	10,337
Q ² (10)	15,578	11,601	8,2267	10,716
ARCH LM Test	0,322	0,481	0,365	0,210

* ve ** sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Analizin tanı testleri gerçekleştirilen GARCH tahminin tutarlı olduğunu göstermiştir. Borsalarda volatilitelerin ARCH ve GARCH parametre katsayıları pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. ARCH ve GARCH parametre katsayılarının toplamı 1'in altındadır. GARCH tahmininin tanı testleri modelin tutarlı olduğunu göstermiştir. Volatilitede şokların ısrarı (kalıcılığı) 0,96-0,99 arasında ve yüksektir. Şokların kalıcılığının yüksekliği açısından sıralaması DAX, FTSE100, RTSİ ve BİST100 biçimindedir. Kalıcılığın neredeyse entegre düzeydeki yüksekliği yatırımcı kararlarında şoku kritik öneme taşır. Volatilitenin daha ayrıntılı ele alındığında borsalardaki şokların özellikleri hakkında daha fazla bilgiye ulaşmak mümkün olacaktır. Bunun için, aşağıda CGARCH modeliyle borsaların volatiliteleri kalıcı ve geçici bileşenlere ayrılmıştır.

5.4. CGARCH Modeli Tahmin Sonuçları

Gerçekleştirilen CGARCH model tahmin sonuçları aşağıda Tablo 5'te sunulmuştur. CGARCH tahmininin tanı testleri modelin tutarlı sonuçlar ürettiğini göstermiştir.

Tablo 5. CGARCH Volatilitenin Tahmini

Volatilitenin Bileşenleri	BİST100	DAX	FTSE100	RTSİ
Kalıcı Bileşen				
ω	0,001**	0,001**	0,001**	0,001**
ρ	0,993**	0,986**	0,988**	0,977**
ϕ	0,012**	0,087**	0,096**	0,112**
Geçici Bileşen				
α	0,085**	-0,029*	0,016	-0,054*
β	0,855**	0,106	-0,431	0,014
Tanı Testleri				
Çarpıklık	-0,634	-0,354	-0,403	-0,763
Basıklık	7,578	4,874	4,852	8,835
Log Likelihood	17232,83	19696,95	20641,65	18134,32
Q (5)	19,208**	7,01	3,537	46,610**
Q (10)	23,992**	9,078	5,760	50,441**
Q ² (5)	0,568	5,776	6,142	8,624
Q ² (10)	6,663	7,391	9,969	9,239
ARCH LM Test	0,113	1,154	1,213	1,736

* ve ** sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Borsaların volatilitelerinin kalıcı (trend) etkisini gösteren bileşeninde parametre katsayıları istatistiksel olarak anlamlıdır. Dolayısıyla borsalarda volatilitenin kalıcı olduğu anlamına gelmektedir. Volatilitedeki geçici etkiyi (şokları) gösteren bileşende sadece BİST100'te ARCH ve GARCH parametre katsayıları anlamlıdır. DAX ve RTSİ'de sadece ARCH parametre katsayısı anlamlıdır. Buna karşın FTSE100'de ARCH ve GARCH parametre katsayıları anlamlı değildir.

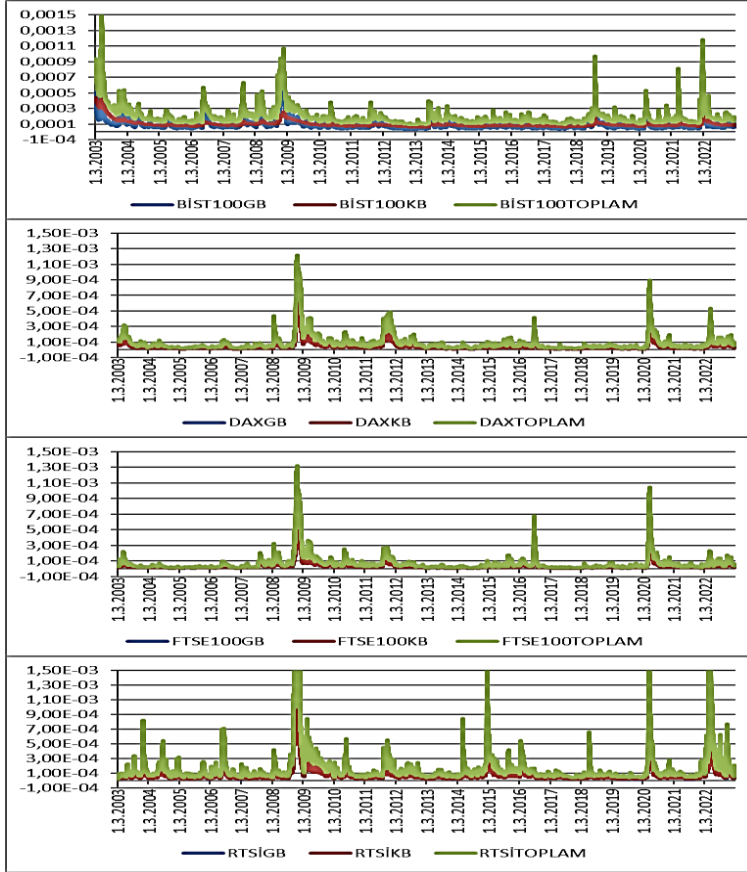
Volatilitenin iki bileşeninin yani trendin ve şokların etkileri BİST100, DAX ve RTSİ'de mevcuttur. FTSE100 volatilitelerinin sadece trend etkisinin var olduğu gözlenmiştir. BİST100, DAX, FTSE100 ve RTSİ'de kalıcı volatilitenin bileşeninde direnç 0,98-0,99

arasında 1'e yakın yüksek değerde oluşmuştur. Trendlere bakıldığında, BİST100'ün ortalamaya geri dönüş hızı diğer üç endeksten daha yavaştır. Dolayısıyla, BİST100'de volatilitenin direnci DAX, FTS100E ve RTSİ'e göre daha güçlüdür. BİST100'de volatilitedeki geçici dalgalanmalar ortaya çıkmasından ortalama 11 işlem günü içinde etkisini yitirmiştir. DAX, FTSE100 ve RTSİ'de volatilitenin kısa dönemli oluşan şoklar değil kalıcı etki yani trendler belirlemiştir. Böylece DAX, FTSE100 ve RTSİ'de geçici dalgalanmalar volatilitede etkili olmazken, BİST100'de etkili olmuştur. DAX, FTSE100 ve RTSİ'de volatilitenin sadece trendi içerdiği, BİST100'de ise, volatilitenin trendin yanında şokları da içerdiği gözlenmiştir.

5.5. Volatilitenin Bileşenleri

Burada öncelikle borsaların kalıcı volatilitenin bileşenleri, geçici volatilitenin bileşenleri ve toplam volatilitelerinin zaman içerisindeki gösterdiği seyirler yol zaman grafikleri aracılığıyla değerlendirilmiştir. Ardından, borsaların geçici volatilitenin bileşenleri arasındaki ve kalıcı volatilitenin bileşenleri arasındaki ilişki korelasyon ile incelenmiştir. Aşağıda Şekil 3'te borsaların volatilitenin bileşenlerinin yol zaman analizleri sunulmuştur.

Şekil 3. Borsaların volatilitenin bileşenleri



Not: Şekilde borsaların geçici bileşeni (GB), kalıcı bileşeni (KB) ve iki bileşenin toplamı (TOPLAM) gösterilmektedir.

Şekil 3'teki borsaların volatilité bileşenlerine bakıldığında, volatilitenin uzun dönemli (kalıcı) bileşeni yani trendin eğiminin genelde daha pürüzsüz olduğu gözlenmiştir. Trendin aksine volatilitenin kısa dönemli (geçici) bileşeni olan volatilité şokları daha iniş ve çıkışlı seyir izlemiştir. Borsalarda toplam volatilité ile trend arasındaki farkı temsil edilen geçici bileşen, piyasa dalgalanmalarına aynı şekilde tepki verdiği söylenebilir. Volatilitelerdeki değişim kısa süreli şoklar şeklinde olmuş yani geçici nitelik göstermiş ve hızlı biçimde ortalamaya geri dönmüştür. BİST100'de ise ortalamaya geri dönüş görece daha yavaş gerçekleşmiştir. Bu yönüyle BİST100 üç borsadan ayrı bir konumdadır. Volatilitenin trendinde eğim görölür biçimde pürüzlüdür.

5.6. Volatilité Bileşenlerinin İlişkileri

Tablo 6'da borsaların geçici volatilité bileşenleri arasındaki ilişkilerin varlığının incelenmesi amacıyla korelasyonlar sunulmuştur. Geçici volatilitelerin korelasyon katsayıları pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. DAX ve FTSE100 arasındaki korelasyon yüksektir. BİST100'ün DAX ve FTSE100 ile arasındaki korelasyon orta düzeydedir. RTSİ'nin DAX ve FTSE100 arasındaki korelasyon orta düzeydedir. BİST100

ve RTSE arasındaki korelasyon ise düşüktür. Genel olarak borsaların geçici volatilitite bileşenleri arasında farklı düzeylerde de olsa ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6. Kısa Dönemli Volatilitite Bileşenlerinin Korelasyonları

	BİST100	DAX	FTSE100
BİST100	1		
DAX	0.503**	1	
FTSE100	0.508**	0.926**	1
RTSİ	0.308*	0.488**	0.486**

* ve ** sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Tablo 7'de borsaların kalıcı volatilitite bileşenleri arasındaki ilişkilerin korelasyonları verilmiştir. BİST100 ve RTSİ arasındaki korelasyon hariç borsaların kalıcı volatilitelerin korelasyon katsayıları pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. DAX ve FTSE100 arasındaki korelasyon yüksektir. RTSİ'nin DAX ve FTSE100 arasındaki korelasyon orta düzeydedir. BİST100'ün DAX ve FTSE100 arasındaki korelasyon düşüktür. Kalıcı volatiliteler arası ilişki sadece BİST100 ve RTSİ arasında bulunmamaktadır. Diğer borsalarda kalıcı volatilitite bileşenleri arasında ilişki tespit edilmiştir. İlişkinin en güçlü olduğu iki borsa DAX ve FTSE100'dür. Dolayısıyla, DAX ve FTSE100'ün volatilitite hareketleri birbiriyle benzer biçimde seyir izlemiştir.

Tablo 7. Uzun Dönemli Volatilitite Bileşenlerinin Korelasyonları

	BİST100	DAX	FTSE100
BİST100	1		
DAX	0.384**	1	
FTSE100	0.304*	0.931**	1
RTSİ	0.175	0.479**	0.479**

* ve ** sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Genel olarak bakıldığında, borsaların kalıcı volatilitite bileşenleri ve geçici volatilitite bileşenleri arasında ilişki gözlenmiştir. İlişkinin en yüksek olduğu borsalar DAX ve FTSE100'dür. İlişkinin en düşük olduğu borsalar BİST100 ve RTSİ'dir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, karşılıklı ekonomik ilişkileri yüksek olan Almanya, İngiltere, Rusya ve Türkiye borsalarındaki volatilitite ele alınmıştır. Frankfurt Borsası, Londra Borsası, Moskova Borsası ve Borsa İstanbul'un volatilitite bileşenleri tahmin edilmiştir. Bu doğrultusunda DAX, FTSE100, RTSİ ve BİST100 hisse senedi piyasa endekslerinin 02.01.2003 - 30.12.2022 tarihlerini kapsayan ABD Dolarıyla hesaplanmış günlük getirileri CGARCH modeliyle analiz edilmiştir. Bu çalışmayla ulaşılan sonuçlara aşağıda özetlenmiştir:

Borsalarda volatilitite kümelenmesi tespit edilmiştir. Borsalarda yüksek volatilititeyi yüksek, düşük volatilititeyi düşük volatilitenin takip ettiği görülmüştür. Borsaların volatilitelerinde otokorelasyon, değişken varyans, kalın kuyruk ve durağan süreç özelliğinin bulunduğu

bilgisine ulaşılmıştır. Yapılan asimetri testleri sonucunda volatilitelerin simetrik olduğu elde edilmiştir.

Borsaların öncelikle yapılan GARCH analiziyle volatilitenin şoklarının ısrarcılığı yüksek bulunmuştur. Şoklardaki ısrar entegre düzeye yakındır. Şokların yatırımcı kararlarına etkisi kritiktir. Bu öneminden dolayı Engle ve Lee (1999) tarafından geliştirilen CGARCH modeliyle borsaların volatiliteleri daha yakından incelenmiştir. Volatilitenin kalıcı ve geçici olmak üzere iki bileşene ayrır CGARCH modeli, volatilitenin tahmininde tutarlı sonuçlar üretmiştir. Analizle, Borsa İstanbul'da volatilitenin üzerinde hem kalıcı hem de geçici bileşenlerin etkili olduğu, buna karşın Frankfurt Borsası, Londra Borsası ve Moskova Borsası volatilitelerinde sadece kalıcı (trend) bileşenin etkili olduğu ortaya konmuştur. Frankfurt Borsası, Londra Borsası ve Moskova Borsası volatiliteleri üzerinde trendin (kalıcı bileşenin) belirleyiciliği bulgusu Engle ve Lee'nin (1999), An'ın (2006), Guo & Neely (2007), Charteris & Strydom (2011), Strydom & Charteris (2011), Gutiérrez ve diğerleri (2017) ve Bhar & Dar (2019) tarafından yapılan çalışmaları destekler niteliktedir. Borsa İstanbul volatilitesinde hem geçici hem de kalıcı bileşenlerin belirleyiciliği bulgusu Chen & Shen (2004), Wang & Guo (2014), Liow & Ibrahim (2008) ve Torun & Demireli (2010) araştırmalarının sonuçlarıyla örtüşmektedir. Bu çalışmanın bulguları, Chao (2018) ve Zarour & Sriopolus (2008) tarafından yapılan çalışmalarda ulaşılan volatilitenin kalıcı değil geçici bileşenin önemli rol oynadığı yönündeki iddiaları desteklemektedir.

Borsalarda volatilitenin bileşenlerinin zaman yol analizinden, volatilitenin değişiminin kısa süreli dalgalanmalar şeklinde olduğu yani geçici nitelik gösterdiği ve hızla sona erdiği gözlenmiştir. Yapılan korelasyon analizi sonucunda, borsaların geçici volatilitenin bileşenleri arasında farklı düzeylerde de olsa ilişki olduğu tespit edilmiştir. Frankfurt Borsası ve Londra Borsası arasındaki geçici volatilitenin ilişkisi yüksektir. Borsa İstanbul ve Moskova Borsası arasındaki geçici volatilitenin ilişki düşüktür. Korelasyon sonucunda, borsaların kalıcı volatilitenin bileşenleri arasında ilişki en yüksek Frankfurt Borsası ve Londra Borsası arasındadır. Borsa İstanbul ve Moskova Borsası kalıcı volatilitenin bileşenleri ilişkili değildir. Dolayısıyla, Frankfurt Borsası ve Londra Borsası volatiliteleri birbirleriyle benzer şekilde hareket etmiştir.

Borsa İstanbul ve Moskova Borsası'nda günlük şokların Frankfurt ve Londra'ya kıyasla daha yüksek seyrettiği ve yatırımcıların bu şoklara daha fazla maruz kaldığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla, bu borsalara yatırım yapmayı planlayan yatırımcıların bu iki borsadaki haberleri yakından izlemesi ve kısa vadeli şoklara karşı dikkatli olmaları önerilebilir.

Çalışma ekonomik ve finansal ilişkileri yoğun Avrupa ülkelerinden Almanya, İngiltere, Rusya ve Türkiye borsalarının hisse senedi piyasa endeksleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Analiz, volatilitenin bileşenlerini geçici ve kalıcı olarak ikiye ayırmaya imkân veren CGARCH modeli kullanılmıştır. Borsalar arası volatilitenin yayılımlarının etkisi dikkate alınmamıştır. Sonuçlar değerlendirilirken, çalışmanın bu sınırlılıkları göz

önünde bulundurulmalıdır. Bu sınırlarına rağmen, çalışmayla volatilitenin geçici ve kalıcı bileşenleri sapmasız biçimde tahmin edilmiştir. Borsa İstanbul'da volatilitede kalıcı ve geçici bileşen belirleyicidir. Frankfurt Borsası, Londra Borsası ve Moskova Borsasında volatilitede sadece trendin belirleyici olduğu ortaya konmuştur. Yapılacak çalışmalarda, borsaların volatiliteleri üzerine volatilitenin bileşenlerindeki yayılım etkilerinin dikkate alınmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Makalenin tüm süreçlerinde Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi'nin araştırma ve yayın etiği ilkelerine uygun olarak hareket edilmiştir.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Beyanı

Yazarın herhangi bir kişi ya da kuruluş ile çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKÇA

- Adrian, T., Rosenberg, J. (2008). Stock Returns and Volatility: Pricing the Short-Run and Long-Run Components of Market Risk. *The Journal of Finance*, 63(6), 2997–3030. doi:10.1111/j.1540-6261.2008.01419.x.
- Andersen, T. G., & Bollerslev, T. (1997a). Intraday periodicity and volatility persistence in financial markets. *Journal of Empirical Finance*, 4, 115– 158.
- Andersen, T. G., & Bollerslev, T. (1997b). Heterogeneous information arrivals and return volatility dynamics: Uncovering the long-run in high frequency returns. *Journal of Finance*, 52, 975– 1005.
- Ané, Thierry. (2006) Short and long term components of volatility in Hong Kong stock returns, *Applied Financial Economics*, 16:6, 439-460, DOI: 10.1080/09603100500397203
- Arize, A.C., Malindretos, J. (1998). The long-run and short-run effects of exchange-rate volatility on exports: The case of Australia and New Zealand. *J Econ Finan* 22, 43–56. <https://doi.org/10.1007/BF02771475>
- Beveridge, Stephen, & Charles, R. Nelson. (1981). A new approach to decomposition of economic time series into permanent and transitory components with particular attention to measurement of the business cycle”, *Journal of Monetary Economics* 7 (2), 151-174.
- Bhat, S. A., & Dar, Q. F. (2019). Behavior of volatility persistence in 10-year sovereign bond yields of India and China: evidence from component-GARCH model of Engle and Lee (1999). *Official Journal of the Indian Institute of Management Calcutta*, 46, 233-237. <https://doi.org/10.1007/s40622-019-00206-9>.
- Bollerslev, T. (1986). Generalised autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics* 31, 307–328.
- Boyd, N., Li, B. & Liu, R. (2022). Risk premia in the term structure of crude oil futures: long-run and short-run volatility components. *Rev Quant Finan Acc* 58, 1505–1533 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11156-021-01032-w>
- Caproasia. (2021, 4 Nisan). Dünyanın En İyi 10 Borsası (2020). Erişim tarihi: 20 Temmuz 2023, <https://www.caproasia.com/2021/04/04/2020-top-10-stock-exchange-in-the-world/>
- Chao, S.-W. (2018). The Role of US Variables in Long-Run and Short-Run Taiwan Stock Volatility, *Emerging Markets Finance and Trade*, DOI: 10.1080/1540496X.2018.1464908

- Charteris, A., & Strydom, B. (2011). An Examination of the Volatility of South African Risk-Free Rate Proxies: A Component GARCH Analysis. *Studies in Economics and Econometrics*, 35(3), 49-64. DOI: 10.1080/10800379.2011.12097225.
- Chen, S.-W., & Shen, C.-H. (2004). GARCH, jumps and permanent and transitory components of volatility: the case of the Taiwan exchange rate. *Mathematics and Computers in Simulation*, 67(3), 201–216. doi:10.1016/j.matcom.2004.06.006
- Christoffersen, P., Jacobs K., Ornathanalai, C., & Wang Y. (2008). Option valuation with long-run and short-run volatility components, *Journal of Financial Economics* 90(3), 272-297.
- Demireli, E., & Torun, E. (2010). Alternatif piyasa oynaklıklarında meydana gelen kırılmaların ICSS algoritmasıyla belirlenmesi ve sürekliliğe etkileri: Türkiye ve Londra örneği. *Muhasebe ve Finansman Dergisi (e-Muhasebe ve Finansman Dergisi)*, 0(46), 129-145.
- Dickey, D. A. & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74 (366), 427-431.
- Engle, R. and G. Lee, (1999). A Long-Run and Short-Run Component Model of Stock Return Volatility, in Cointegration, Causality and Forecasting, Edited by R. Engle and H. White, *Oxford University Press*.
- Engle, R., (2001). Garch 101: The use of Arch/Garch models in applied econometrics. *J. Econ. Perspectives* 15, 157–168.
- Engle, R.F., & Ng, V.K. (1993). Measuring and testing the impact of news on volatility. *Journal of Finance*, 5, 1749–1778.
- Engle, R.F., (1982). Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrics*, 50, 987–1007.
- Fama, E. F. (1965). The behavior of stock-market prices. *The Journal of Business*, 38(1), 34-105.
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383. doi:10.2307/2325486
- Ghose, D., & Kroner, K. F. (1996). Components of volatility in foreign exchange markets: An empirical analysis of high frequency data, *Department of economics*. University of Arizona, mimeo.
- Guo, H., & Neely, C. J. (2008). Investigating the intertemporal risk–return relation in international stock markets with the component GARCH model. *Economics Letters*, 99, 371-374.
- Gutiérrez, R. de J., Calisto, E. O., & Salgado, O. G. (2017). Long-term effects of the asymmetry and persistence of the prediction of volatility: Evidence for the equity markets of Latin America. *Contaduría y Administración*, 62(4), 1081-1099. ISSN 0186-1042. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.12.004>.
- Kang, S. H., Kang, S. M., & Yoon, S. M. (2009). Forecasting volatility of crude oil markets. *Energy Economics*, 31(1), 119–125. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.09.006>
- Kwiatkowski, D., Phillips, P.C.B., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root: How Sure Are We That Economic Time Series Have A Unit Root?. *Journal of Econometrics*, 54, 159–178.
- Liow, K. H., & Ibrahim, M. F. (2010). Volatility Decomposition and Correlation in International Securitized Real Estate Markets. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 40(3), 221-243. doi:10.1007/s11146-008-9131-5.
- Ljung, G.M., Box, G.E.P., 1978. On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models. *Biometrika*, 65, 297-303.
- Muller, U. A., Dacorogna, M. M., Dave, R. D., Pictet, O. V., Olsen, R. B., & Ward, J. R. (1993). Fractals and Intrinsic Time - a Challenge to Econometricians. Working Papers, *Olsen and Associates*.
- Müller, U. A., Dacorogna, M. M., Davé, R. D., Olsen, R. B., Pictet, O. V., and von Weizsäcker, J. E. (1997), Volatilities of different time resolutions –analyzing the dynamics of market components, *Journal of Empirical Finance*, 4, 213–239.
- Phillips, P.C.B., Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regressions. *Biometrika*, 75, 335–346.
- Sermaye Piyasası Kurumu (2023). *Uluslararası ekonomik ve finansal göstergeler*. <https://spk.gov.tr/istatistikler/uluslararasi-ekonomik-ve-finansal-gostergeler/2023-yili> adresinden edinilmiştir. Ankara.

- Statista. (2023, 21 Ağustos). Number of companies trading monthly on the London Stock Exchange (LSE) from January 2015 to July 2023. Erişim tarihi: 18 Mart 2024, <https://www.statista.com/statistics/324547/uk-number-of-companies-lse/>
- Strydom, B., & Charteris, A. (2011). An Analysis Of The Volatility Of African Short-term Interest Rates Using A Component GARCH Model. Finance School of Economics, University of Kwazulu-Natal.
- Tayal, A. (2009). *Regime Switching and Technical Trading with Dynamic Bayesian Networks in High-Frequency Stock Markets*. (Yüksek Lisans Tezi, Waterloo, Ontario, Canada. Erişim adresi: <http://hdl.handle.net/10012/4463>)
- The World Bank. Market capitalization of listed domestic companies (current US\$). *World Federation of Exchanges database*. Erişim tarihi: 20 Temmuz 2023) <https://data.worldbank.org/indicator/CM.MKT.LCAP.CD>
- Ticaret Bakanlığı. (2023). *Ekonomik Görünüm*. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://ticaret.gov.tr/data/5e18288613b8761dccc355ce/Ekonomik%20G%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm%20Haziran%202023.pdf> adresinden edinilmiştir. Ankara
- Wang, C., & Guo, Y. (2014). Identify dynamic features of Chinese stock markets by component-GARCH-jump model. *International Conference on Management Science & Engineering 21th Annual Conference Proceedings*. doi:10.1109/icmse.2014.6930390
- World Federation of Exchange. (2023, 5 Eylül). Equity Market Cap. Erişim tarihi: 19 Mart 2024, <https://www.world-exchanges.org/>
- Xu, Xinzhong, & Stephen J. Taylor. (1994). The term structure of volatility implied by foreign exchange options, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 29, 57–74.
- Zarour, B. A., & Siriopoulos, C. P. (2008). Transitory and Permanent Volatility Components: The Case of the Middle East Stock Markets. *Review of Middle East, Economics and Finance*, 4(2), Article 3. DOI: 10.2202/1475-3693.1060.
- Živkov, D., Manić, S., & Đurašković, J. (2020). Short and long-term volatility transmission from oil to agricultural commodities – The robust quantile regression approach. *Borsa Istanbul Review*, 20(Supplement 1), S11-S25. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2020.10.008>
- Živkov, D., Gajić-Glamočlija, M. and Đurašković, J. (2023), "Volatility spillover analysis between stocks and exchange rate markets in short and long terms in East European and Eurasian countries", *International Journal of Emerging Markets*, Vol. 18 No. 11, pp. 5068-5086. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-01-2021-0082>