

VIX Endeksinin BİST30 Endeks ve BİST30 Vadeli İşlem Getirisi Volatilitelerine Etkisinin EGARCH Modeli İle Karşılaştırılması

Comparison of the Impact of VIX Index on BIST30 Index and BIST30 Futures Return Volatility by EGARCH Model

Letife ÖZDEMİR, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Türkiye, letifeozdemir@aku.edu.tr
Orcid No: 0000-0002-8636-2277

Öz: Yatırımcılar, doğru yatırım kararı alabilmek için finansal piyasaların gelecekteki hareketlerini ve volatilitelerini takip etmeye özen göstermektedirler. Uluslararası finansal piyasalar küreselleşme ile birlikte etkileşim içerisine girmişlerdir. Bu nedenle yatırımcıların uluslararası finansal piyasalardaki volatiliteleri de incelemeleri gerekmektedir. VIX endeksi (Chicago Board Options Exchange Volatility Index) uluslararası volatilité göstergesi olarak bilindiği için, VIX endeksinin piyasalara etkisi yatırımcılar tarafından dikkatli bir şekilde takip edilmelidir. Bu çalışma, VIX endeksinin, BIST 30 pay senedi endeksi ve BIST 30 pay senedi endeksine dayalı vadeli işlem sözleşmesi getiri volatilitelerine etkisinin karşılaştırılması amaçlamaktadır. Çalışmada 9 Haziran 2012'den 31 Ekim 2019'a kadar olan döneme ait günlük veriler kullanılarak BİST30 endeks ve BİST30 vadeli işlem getirilerin volatilitelerine ilişkin asimetrisinin tespit edilmesi amacıyla öncelikle EGARCH modelleri tahmin edilmiştir. Tahmin edilen EGARCH modelleri sonucunda her iki getiri serisinde de kaldıraç etkisinin varlığı tespit edilmiş, getiri volatilitelerine finansal piyasadaki kötü haberin iyi haberlerden daha fazla etki yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonra VIX endeksinin getirilerin volatilitelerine etkisini ölçebilmek için volatilité modeline VIX endeksi dahil edilerek EGARCH modelleri oluşturulmuştur. VIX endeksinin modele katılması sonucunda her iki getiri serisinde de kaldıraç etkisinin güçlendiği belirlenmiştir. VIX endeksinin volatilité kalıcılığına etkisine bakıldığında BIST30 endeks getirisinin volatilité kalıcılığı aynı düzeyde kalırken, BIST 30 vadeli işlem getirisinin volatilité kalıcılığında azalış olduğu tespit edilmiştir.

*Anahtar Sözcükler: Finansal Piyasalar, Volatilité, VIX Endeks, BİST30 Endeks, EGARCH Modeli
JEL Sınıflandırması: C58, G11, G15*

Abstract: Investors take care to follow the future movements and volatility of financial markets in order to make the right investment decision. International financial markets have interacted with globalization. Therefore, investors are also required to examine volatility in international financial markets. As the VIX index (Chicago Board Options Exchange Volatility Index) is known as an international volatility indicator, the impact of the VIX index on the markets should be carefully monitored by investors. This study aims to compare the effect of VIX index on BIST 30 stock index and BIST 30 stock index futures contract volatility. In the study, using the daily data from June 9, 2012 to October 31, 2019, EGARCH models were firstly estimated to determine the asymmetry of the volatility of BIST30 index and BIST30 futures returns. As a result of the predicted EGARCH models, the presence of leverage effect was determined in both return series, and it was concluded that the bad news in the financial market affects the return volatility more than good news. Then, in order to measure the effect of VIX index on the volatility of returns, EGARCH models were created by adding VIX index to volatility model. As a result of adding VIX index to the model, it was determined that leverage effect in both return series strengthened. Looking at the impact of the VIX index on volatility retention, the volatility retention of the BIST30 index return remained the same, while the volatility retention of the BIST 30 futures returns decreased.

*Keywords: Financial Markets, Volatility, VIX Index, BIST30 Index, EGARCH Model
JEL Classification: C58, G11, G15*

1. Giriş

Küreselleşme ile birlikte finansal piyasaların birbirine entegre olması finansal piyasalar arasında getiri ve volatilité yayılımına neden olmaktadır. Finansal yatırımcıların yatırım kararlarını etkileyen en önemli faktörlerden biri yatırım araçlarının volatilitésidir. Bu yüzden finansal piyasalarda meydana gelen volatilité yatırımcılar tarafından takip edilmektedir. Uluslararası volatilité göstergesi olarak bilinen VIX endeksi (Chicago Board Options Exchange Volatility Index) yatırım kararları ve risk yönetimi açısından önem taşımaktadır.

VIX endeksi, 1993 yılında Chicago Board Options Exchange (CBOE) tarafından S&P 500 endeksini kapsayan 30 gün vadeli opsiyonlarının volatilitelerinden oluşturulan finansal bir ölçektir (Fernandes vd, 2014:1). Opsiyon fiyatlamasına dayanan VIX endeksi hisse senedi opsiyonlarının call ve put opsiyon fiyatları arasındaki farka göre hesaplanmaktadır. Alım ve satım opsiyon fiyatları arasındaki fark düşük ise, volatilitenin de düşük olduğunu yani VIX endeksinin değerinin de düşük olduğunu göstermektedir. Ayrıca alım ve satım opsiyon fiyatları arasındaki farkın yüksek olması, volatilitenin ve dolayısıyla VIX endeksinin değerinin de yükseleceğini belirtmektedir (Fountain vd., 2008: 469). VIX Endeksi ile S&P 500 endeksi arasında genel itibariyle ters yönlü bir ilişki mevcut olduğu yapılan çalışmalar tarafından belirlenmiştir. S&P 500 endeksinin düşmesi, diğer bir ifade ile hisse senedi piyasasında satış dalgasının oluşması, yatırımcılar açısından değer kaybını ifade etmekte ve böylece hisse senedi piyasası daha riskli bir yatırım alanı

Makale Geçmişi / Article History

Başvuru Tarihi / Date of Application : 6 Mart / March 2020

Kabul Tarihi / Acceptance Date : 6 Nisan / April 2020

© 2020 Journal of Yaşar University. Published by Yaşar University. Journal of Yaşar University is an open access journal. There is no conflict of interest or ethical concern regarding this publication.

haline gelmektedir. Bu durum, hisse senedi piyasasının volatilitisini ölçen VIX Endeksi'nin yükselmesine neden olmaktadır. Söz konusu riskli ortamın yarattığı gerginlikten de yola çıkılarak VIX endeksine korku endeksi adı da verilmektedir (Whaley, 2000:13).

Bu çalışmanın amacı, VIX endeksinin BİST 30 pay senedi endeksi ve BİST 30 pay senedi endeksine dayalı vadeli işlem sözleşmesi getiri volatilitelerine etkisini karşılaştırmalı olarak incelemektir. Bu amaçla 9 Haziran 2012'den 31 Ekim 2019'a kadar olan döneme ait günlük kapanış fiyatları analiz edilmiştir. VIX endeksinin BİST30 getiri ve BİST30 vadeli işlem getiri volatilitelerine etkisi EGARCH modelleri ile tahmin edilmiştir. Öncelikle getiri volatiliteleri yalnız modellenmiş, daha sonra VIX endeksi koşullu varyans denklemine dahil edilerek yeni EGARCH modelleri oluşturulmuştur. Literatürde BIST30 endeks ve BIST30 vadeli işlem sözleşmeleri ile VIX volatilitesi endeksini beraber inceleyen herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır. BİST30 endeks ve BİST30 vadeli işlem sözleşmelerinin volatilitisini modellemek ve VIX endeksinin bahsi geçen değişkenlerin volatilitesine etkisini incelemek, bu çalışmanın özgünlüğünü oluşturmaktadır.

Çalışmada VIX endeksi ile pay senedi piyasaları arasındaki ilişkiyi araştıran mevcut literatür ikinci bölümde özetlemektedir. Üçüncü bölümde ekonometrik metodoloji ve dördüncü bölümde veri tanıtılmaktadır. Beşinci bölümde piyasalar arasındaki ilişki ekonometrik olarak analiz edilmektedir. Çalışma, ampirik analiz sonuçlarının değerlendirildiği sonuç bölümü ile tamamlanmaktadır.

2. Literatür Taraması

Volatilitesi endeksi diğer adıyla korku endeksi olarak bilinen VIX endeksinin finansal piyasalar üzerindeki etkisi merak edilen bir konudur. Literatürde yer alan çalışmalara bakıldığında Türkiye'de VIX endeksinin BİST30 ve BİST30 vadeli endeks volatilitesine etkisini karşılaştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Mevcut çalışmalara bakıldığında VIX endeksi ile BIST100 endeksini ele alan çalışmaların çoğunluğu endeksler arasındaki nedensellik ilişkisini incelemiştirlerdir. Akdağ (2019), Başarır (2018), Sarıtaş ve Nazlıoğlu (2019), Kaya (2015), Kaya ve Coşkun (2015), Öner vd. (2018), Sakarya ve Akkuş (2018) çalışmalarında farklı dönemlerde VIX endeksi ile BİST 100 endeksi arasındaki nedensellik ilişkisini ele almışlardır. Bu çalışmalar, VIX endeksinden BİST 100 endeksine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi belirlemiştirler.

BİST100 endeksi ile VIX endeksi arasında eşbütünlük ilişkisi olup olmadığını farklı zaman aralığındaki verileri kullanarak araştıran Şahin (2018), Akdağ (2019) ve Kaya (2015), endeksler arasında uzun dönem eşbütünlük ilişkisi belirlemiştir. Kaya ve Coşkun (2015) 03.01.1995-30.04.2014 dönemine ait günlük veriler kullanarak yaptıkları regresyon analizi sonucunda VIX endeksinin BİST 100 endeksini negatif yönde etkilediği belirlenmiştir. Sadeghzadeh (2018) Ocak 2004 – Nisan 2018 dönemine ait BİST100 endeksi kapanış değerleri ile ABD'deki VIX Endeksi arasındaki ilişki DOLS yöntemiyle tahmin edilmiş olup VIX endeksinin BIST 100 endeksi üzerinde azaltıcı etkisinin olduğu belirlenmiştir. Sarıtaş ve Nazlıoğlu (2019) 02.01.2009 – 12.11.2018 tarihleri arasındaki iş gününe ait veriler ile VIX endeksinin BİST100 endeksi üzerinde negatif etkisi olduğunu etki tepki fonksiyonları ile ortaya koyarak Kaya ve Coşkun(2015) ve Sadeghzadeh (2018)'in çalışmasını destekleyici kanıtlar bulmuşlardır.

Öner vd. (2018) 23 Ekim 2006 – 10 Mayıs 2017 dönemine ait işgünü verilerini kullanarak VIX endeksi ile gelişmekte olan ülke hisse senedi piyasası endeksleri arasındaki nedensellik ilişkisini incelemiştirlerdir. Analiz sonucunda, VIX Endeksinden Türkiye, Tayland, Güney Afrika endekslerine doğru tek yönlü, Şili endeksinden VIX endeksine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunurken, Rusya, Kore, Meksika, Polonya, Tayvan endeksleri ile VIX endeksi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Sakarya ve Akkuş (2018) 05.01.2010-22.06.2018 tarihleri arasında VIX endeksi ile BİST Ulusal 100 endeksi ve BİST sektörel endeksler (Banka, Mali ve Teknoloji) arasındaki nedensellik ilişkisi Toda-Yamamoto nedensellik testi ile araştırmışlardır. Analize göre, VIX endeksinden BİST100, Banka, Mali ve Teknoloji endekslerine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Kula ve Baykut (2017) Borsa İstanbul Kurumsal Yönetim Endeksi (XKURY) ile VIX endeksi arasındaki uzun dönemli ilişkiyi ARDL Modeli ile incelemiştirlerdir. 31.08.2007- 31.12.2015 dönemine ait günlük veriler kullanılarak yapılan analiz sonucunda XKURY ile VIX endeksleri arasında uzun dönemli ilişki tespit edilmiştir. Erdoğan ve Baykut (2016) VIX endeksi ile Borsa İstanbul Banka Endeksi (XBANK) arasındaki ilişkiyi,1998-2015 dönemi için, günlük veriler kullanılarak Toda ve Yamamoto nedensellik yöntemi ile analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda VIX endeksinden XBANK endeksine doğru bir nedenselliğin olduğunu belirlemiştirlerdir.

ARCH/GARCH ailesi modellerini kullanarak VIX endeksinin Türkiye pay senedi endeks volatilitesine etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Korkmaz ve Çevik (2009), VIX endeksinin gelişmekte olan ülkelerin pay senedi piyasa volatilitesine etkisini GJR-GARCH modeli ile incelemiştirlerdir. 15 ülkenin 2004-2009 yıllarına ait günlük verilerinin kullanıldığı çalışmanın sonucunda 11 ülkenin pay senedi getiri volatilitesi ile VIX endeksi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca endeksler arasında kaldıraç etkisi bulunmuş olup bu durum finansal piyasalara gelen kötü haberlerin volatilitesi daha fazla arttırdığını ifade etmektedir. Sonuç olarak, VIX endeksinin, Türkiye'nin de yer aldığı bu ülkelerin pay senedi piyasalarının volatilitisini artırdığı belirlenmiştir. Topaloğlu (2019) VIX endeksi ile OECD ülke borsaları arasındaki volatilitesi yayılımını CCC-MGARCH modeli ile araştırmıştır. Araştırma sonucunda, VIX volatilitesi endeksinden İzlanda OMX endeksi dışındaki diğer ülke borsalarına doğru negatif yönlü şok ve volatilitesi yayılımının olduğu belirlenmiştir. Ayrıca VIX endeksinden BİST100 endeksine doğru negatif yönde volatilitesi yayılımının olduğu ve VIX endeksindeki volatilitesi değişimlerinin, BİST100 endeksini olumsuz etkilediğini tespit edilmiştir.

Türkiye’de VIX endeksinin pay piyasa volatilitesine etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmasına karşın VIX endeksinin gelişmiş ve gelişmekte olan piyasa volatilitesine etkisini ölçmeye çalışan birçok çalışma bulunmaktadır. Giot (2005), Becker vd. (2009), Chiang (2012), Bongiovanni vd. (2016), Badshah vd. (2018), Badshah (2018), Chang vd. (2018), Kyrtsov vd. (2019), Sharma vd. (2019) tarafından yapılan çalışmalarda VIX endeksinin pay senedi volatilitisini etkilediği ve aralarındaki ilişkinin asimetrik olduğu tespit edilmiştir.

Becker vd. (2009) VIX endeksinin, S&P50 endeksindeki volatilitiyi öngörebildiğini ifade etmiştir. Giot (2005) Pay senedi getirileri ile VIX endeksi arasında asimetrik ilişki olduğunu belirlemiştir. Chiang (2012) VIX endeksindeki pozitif değişimlerin pay senedi endeksinin önemli ölçüde olumsuz etkilediğini GARCH modelleri ile test etmiştir. Badshah vd. (2018) VIX endeksi ile gelişmekte olan piyasa volatilitesi arasında güçlü pozitif ilişkiler olduğunu belirlemiştir. Ayrıca ilişkinin asimetrik olduğunu, yani VIX endeksindeki pozitif bir şokun etkisinin negatif şokun etkisinden ortalama iki kat daha fazla olduğunu ifade etmiştir. Badshah (2018) korku endeksinde (VIX), oluşan bir şok, gelişmiş piyasa ve gelişmekte olan piyasa endekslerine yayıldığı ve volatilitiyi artırdığını belirlemiştir.

Literatür taraması sonucunda BİST30 ve BİST30 vadeli endeksler ile VIX endeksinin beraber inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. BİST30 ve BİST30 vadeli endekslerin volatilitelerini modellemek ve VIX endeksinin bahsi geçen endekslerin volatilitesine etkisini incelemek, bu çalışmanın özgünlüğünü oluşturmaktadır.

3. Metodoloji

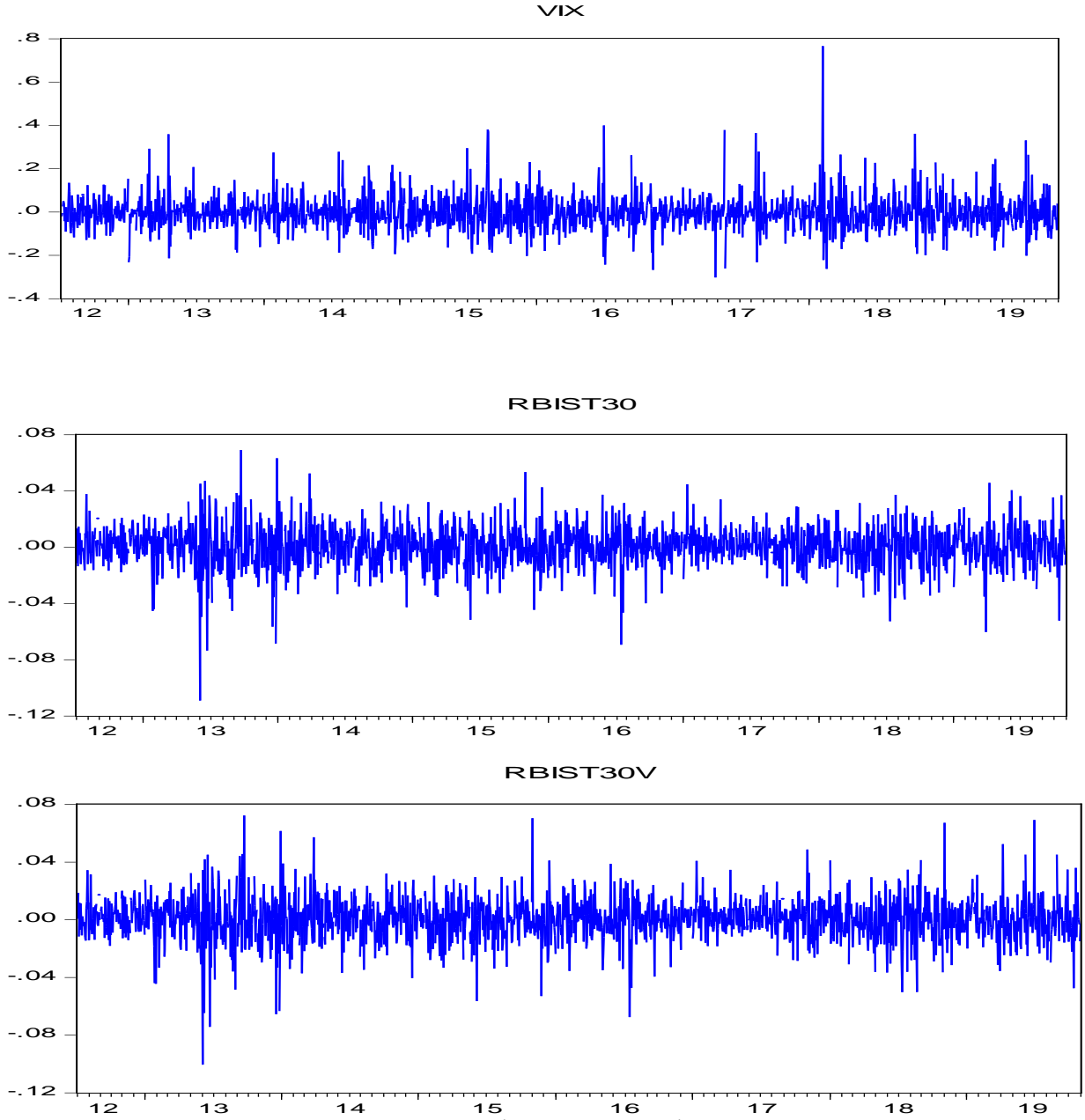
Finansal zaman serilerinin dinamik özelliğinin daha iyi anlaşılması ve zamanla değişen varyansın tahmin edilebilmesine imkan sağlayan otoregresif koşullu değişen varyans (ARCH -Autoregresif Conditional Heteroskedasticity) modeli Engle (1982) tarafından geliştirilmiştir. Daha sonra Bollerslev (1986), geçmiş dönem hata karelerinin ağırlıklandırılmasına dayanan GARCH(Genelleştirilmiş ARCH) modelini geliştirmiştir. ARCH/GARCH modeli olarak adlandırılan modellerin en önemli eksikliklerinden biri, finansal piyasalarda oluşan pozitif ve negatif şokların, finansal varlıkların volatilitesi üzerinde aynı etkiye neden olduğunu varsaymasıdır. Ayrıca bu modellerde volatilitenin sadece büyüklüğü ile ilgilenilmiş olup, volatilitenin işareti ile ilgilenilmemiştir. Ancak finansal piyasalarda olumsuz bir haberin (negatif şoklar), aynı büyüklükteki olumlu bir habere (pozitif şoklara) kıyasla volatilitiyi daha çok etkilediği sık sık gözlenmektedir. Kaldıraç etkisi olarak ifade edilen bu durum ARCH/GARCH modelleri ile tespit edilememektedir. Bu nedenle zaman serilerinin volatilitesindeki asimetri etkiyi daha uygun çözümlenmesine imkân veren ve Üssel GARCH (Exponential-EGARCH) modeli Nelson (1991) tarafından geliştirilmiştir. Bu modelin en önemli özelliği koşullu değişen varyansın logaritmik olması nedeniyle GARCH modellerinde getirilen negatif olmama kısıntısının bertaraf edilerek tahminlerde asimetrik etkilerin modellenebilmesine imkân sağlamasıdır. Nelson (1991) tarafından önerilen EGARCH modeli aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$\log(h_t) = \omega + \sum_{j=1}^p \beta_j \log(h_{t-j}) + \sum_{i=1}^q \alpha_i \frac{|u_{t-i}|}{\sqrt{h_{t-i}}} + \sum_{i=1}^q \gamma_i \frac{u_{t-i}}{\sqrt{h_{t-i}}}$$

EGARCH modelinde asimetrik volatilitenin varlığı γ_i parametresinin istatistiksel açıdan anlamlı olmasına bağlıdır. γ_i parametresi serinin hem kaldıraç etkisini hem de asimetrisini göstermektedir. Modelde, $\gamma_i = 0$ ise, pozitif bir şok ile negatif bir şok volatilitte üzerinde aynı etkiye sahiptir. $\gamma_i \neq 0$ ise, seride asimetrik etkinin varlığını göstermektedir. $-1 < \gamma_i < 0$ durumun da ise, volatilitiyi negatif bir şok pozitif bir şoktan daha fazla artırmaktadır (Brooks, 2008:406).

4. Veriler

Çalışmada BİST30 pay senedi endeksi (BİST30), BİST30 pay senedi endeksinde dayalı vadeli işlem sözleşmesi (BİST30V) ve CBOE volatilitte endeksi (VIX) kullanılmıştır. Analizde kullanılan veriler, 9 Haziran 2012’den 31 Ekim 2019’a kadar olan döneme ait günlük kapanış fiyatları olup resmi tatiller hariç 1785 toplam gözlemden oluşmaktadır. Ayrıca bu veriler investing veri tabanından alınmıştır. Pay senedi endekslerin logaritmik getirileri, $R_t = \ln(P_t / P_{t-1})$ formülizasyonu ile hesaplanmıştır. Benzer şekilde VIX endeksinin ilişkinde değişim $VIX = \ln(VIX_t / VIX_{t-1})$ eşitliği yardımı ile elde edilmiştir. Şekil 1’de VIX endeksi, BİST30 endeksi ve BİST30V getirilerinin grafiksel gösterimi yer almaktadır.



Şekil1. VIX Endeks, BİST 30 Getiri ve BİST 30 Vadeli Getiri
Kaynak: Yazar Tarafından Hazırlanmıştır

VIX Endeksi'nin arttığı dönemlerde, BİST30 endeks ve BİST30 vadeli işlem getirilerinde düşüşler olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum piyasada volatilitésinin artması sonucu riskin arttığını ve böylece yatırımcıların güveninin azalarak pay senedi yatırımlarından ayrıldıklarını ifade etmektedir. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Serilerin Tanımlayıcı İstatistikleri

	<i>VIX</i>	<i>BİST30</i>	<i>BİST30V</i>
Ortalama	-0.000183	0.000260	0.000264
Ortanca	-0.004790	0.000505	0.000192
Maksimum Değer	0.768245	0.069095	0.072268
Minumum Değer	-0.299831	-0.109019	-0.100407
Standart Sapma	0.079007	0.014688	0.015028
Çarpıklık	1.164063	-0.439974	-0.203363
Basıklık	10.61636	6.488342	6.503763
Jarque-Bera	4717.541***	962.6239***	925.3575***
Gözlem Sayısı	1785	1785	1785
ADF	-44.61600***	-43.14904***	-43.44300***

*** %1 seviyesinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

ADF Kritik değerler sırasıyla -3.963195, -3.412330, -3.128102'dir.

Kaynak: Yazar Tarafından Hazırlanmıştır

Tablo 1'de yer alan tanımlayıcı istatistiklere göre en yüksek volatilitenin VIX volatilité endeksinde gerçekleştiği görülmektedir. Serilerin Jarque-Bera test istatistiğine göre, seriler normal dağılım sergilemediği görülmektedir. Jarque-Bera testine dayanan normallik testinin reddedilmesi, GARCH etkilerinin varlığına dair kanıt sağlamaktadır. Serilerin durağanlıkları Augmented Dickey Fuller (ADF) birim kök testi ile araştırılmış ve serilerin düzeyde durağan oldukları belirlenmiştir.

5. Analiz ve Bulgular

Çalışmada BİST30 ve BİST30V getiri serilerin düzey değerlerde durağan olduğu belirlendikten sonra serilerin volatilitelerinin modellenebilmesi için serilerde değişen varyans olup olmadığı tespit edilmelidir. İlk olarak getiri serilerinin doğrusal durağan stokastik modeller olan ARMA yapısının belirlenmesi gerekmektedir. BİST30 ve BİST30V getiri serileri için Schwartz Bilgi Kriteri (SIC) göre ARMA modelleri Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. BİST30 ve BİST30V Getiri Serilerinin ARMA Modelleri

<i>p/q</i>	<i>BİST30</i>				<i>BİST30V</i>			
	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>0</i>	-5.592627	-5.588901	-5.584982	-	-	-	-5539371	-
				5.584798	5.546904	5,543538		5,538423
<i>1</i>	-5.588914	-5.584744	-5.581441	-	-	-	-	-
				5.581237	5,543543	5,539351	5,535514	5,534500
<i>2</i>	-5.584881	-5.581231	-5,578852	-	-	-	-	-
				5,577355	5,539351	5,535913	5,533367	5,530510
<i>3</i>	-5.584617	-5.581303	-5,578423	-	-	-	-	-
				5,574621	5,538350	5,534521	5,530480	5,526583

Kaynak: Yazar Tarafından Hazırlanmıştır

ARMA modelinin belirlenmesinde esas alınan SBIC değerlerine göre, BİST30 ve BİST30V getiri serileri için en düşük katsayıya sahip olan ARMA(0,0) modeli en uygun ARMA modeli olarak tespit edilmiştir. Daha sonra getiri serilerinde değişen varyans (volatilité) durumunu tespit etmek için otokorelasyon ve ARCH LM testleri yapılmış olup, testlerin sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. BİST30 ve BİST30V Getiri Serilerinin Otokorelasyon ve ARCH LM Testleri

<i>Gecikme Sayısı</i>	<i>BİST30</i>		<i>BİST30V</i>	
	<i>Ljung-Box Q² İstatistiği</i>	<i>ARCH-LM (F İstatistiği)</i>	<i>Ljung-Box Q² İstatistiği</i>	<i>ARCH-LM (F İstatistiği)</i>
<i>5</i>	73.614 (0.000)	12.960 (0.000)	67.001 (0.000)	12.692 (0.000)
<i>10</i>	119.16 (0.000)	8.614 (0.000)	108.33 (0.000)	8.318 (0.000)
<i>20</i>	181.22 (0.000)	6.348 (0.000)	166.63 (0.000)	5.727 (0.000)
<i>30</i>	194.65 (0.000)	4.457 (0.000)	175.51 (0.000)	3.980 (0.000)

Kaynak: Yazar Tarafından Hazırlanmıştır

Ljung-Box Q² istatistikleri ve ARCH LM test sonuçlarının 30. gecikmeye kadar %1 anlamlık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı çıkması, BİST30 ve BİST30V getirilerinde değişen varyansın yani ARCH etkisinin olduğunu göstermektedir. Bu aşamada getiri serilerinin volatilitesi tahmin edilecektir.

En uygun EGARCH model tahmini için ilk olarak parametrelerinin anlamlı olması ve parametre kısıt koşullarının da sağlanması gerekmektedir. Koşullu değişen varyans modellerinin varyans denklemi katsayıların toplamlarının birden küçük olması gerekmektedir. Parametre kriterlerini yerine getiren modellerin Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Schwartz Bilgi Kriteri (SIC)'nin düşük olanı, olabilirlik oranının (OO) yüksek olanı en uygun model olarak seçilir. Çalışmada BİST30 ve BİST30V getirilerinin volatilitésinin ölçümünde EGARCH(1,3) modeli belirlenen kriterlere göre en uygun model olarak belirlenmiştir. EGARCH (1,3) modelleri, maksimum olabilirlik fonksiyonu dikkate alınarak Genelleştirilmiş Hata Dağılımı (GED) ile oluşturulmuşlardır. Tablo 4'te BİST30 ve BİST30V getiri serilerinin EGARCH(1,3) modellerinin sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4. BİST30 ve BİST30V Getiri Serisinin EGARCH (1,3) Modeli

Parametreler	BİST30		BİST30V	
	Katsayı	z istatistiği	Katsayı	z istatistiği
ω	-0.161714	-3.960008*** (0.0001)	-0.158537	-2.744054*** (0.0061)
α	0.041014	3.086156*** (0.0020)	0.042662	2.544506*** (0.0109)
γ	-0.044153	-4.616944*** (0.0000)	-0.042592	-2.714799*** (0.0066)
β_1	1.992008	14.79026*** (0.0000)	1.839742	6.386066*** (0.0000)
β_2	-1.753170	-7.874865*** (0.0000)	-1.471128	-3.186126*** (0.0014)
β_3	0.745818	6.417803*** (0.0000)	0.616428	2.776067*** (0.0055)
GED Parametresi	1.410960	26.70830*** (0.0000)	1.312416	26.48878*** (0.0000)
Model İstatistikleri				
AIC	-5.719615		-5.690022	
SIC	-5.698097		-5.668503	
Log Likelihood	5111.756		5085.344	
Q²(36)	40.096 (0.293)		41.827 (0.233)	
ARCH LM(36)	1.036 (0.4104)		1.091 (0.3267)	

%1

seviyesinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir. AIC Akaike Bilgi Kriterini, SIC Shwartz Bilgi Kriterini göstermektedir. Q² ve ARCH LM testleri 36. Gecikmeye kadar incelenmiştir. () değerleri ise olasılık değerlerini göstermektedir.

Kaynak: Yazar Tarafından Hazırlanmıştır

Hem BİST30 endeks hem de BİST30 vadeli işlem getirileri için tahmin edilen EGARCH(1,3) modellerinin tüm parametreleri istatistiksel olarak anlamlıdır. Modelde, α , ARCH parametresini, β GARCH parametresini ve γ kaldıraç parametresini göstermektedir.

ARCH ve GARCH parametrelerinin değerleri, volatilitiyi farklı şekillerde etkiler. Büyük ARCH katsayısı şokun etkisinin de büyük olduğunu, büyük GARCH katsayısı ise şokun etkisinin daha kalıcı olduğunu ifade eder. Dolayısıyla büyük ARCH değeri kısa dönemde volatilitiyi artırıcı, büyük GARCH değeri ise uzun dönemde volatilitiyi artırıcı etki yapacaktır (Nazlıoğlu vd. 2013). EGARCH modelinde, finansal piyasalarda iyi bir haber ortaya çıktığında şokun volatilitiyeye etkisi $\alpha + \gamma$ ile, kötü bir haber ortaya çıktığında şokun volatilitiyeye etkisi $\alpha - \gamma$ ile hesaplanmaktadır (Lin, 2017). Finansal zaman serilerinde belirlenen volatilitenin gün bazında ne kadar sürdüğünü belirleyebilmek için HL (half life) ölçüsü $HL = \ln(0.5) / \ln(\beta)$ eşitliği esas alınarak tespit edilebilmektedir (Kalaycı vd., 2010).

Tahmin edilen EGARCH (1,3) modelleri, her iki seri için asimetri parametresinin (γ) negatif olması, kötü haberin her iki piyasadaki iyi haberlerden daha fazla etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Pay senedi piyasadaki iyi bir haberin BIST 30 getiri endeksinin volatilitesine etkisi $\alpha + \gamma = 0.041014 + (-0.044153) = -0.003131$, kötü bir haberin BIST 30 getiri endeksinin volatilitesine etkisi $\alpha - \gamma = 0.041014 - (-0.044153) = 0.085167$ olur. Volatilitenin kalıcılığının bir ölçüsü olan $\sum_{j=1}^q \beta_j$ parametreler toplamı 0.984656'dır. Bu değer 1'e yakın olması oynaklığın uzun bir süre kaldığını göstermektedir. Half life ölçüsü ise $HL = \ln(0.5) / \ln(0.984656) = 44.82$ gün olarak hesaplanmış olup volatilitenin yaklaşık 45 gün sürdüğü tespit edilmiştir.

Pay senedi piyasasındaki iyi bir haberin BIST 30 vadeli işlem getiri volatilitesine etkisi $\alpha + \gamma = 0.042662 + (-0.042592) = 0.00007$, kötü bir haberin BIST 30 vadeli işlem getiri volatilitesine etkisi $\alpha - \gamma = 0.042662 - (-0.042592) = 0.085254$ olur. Volatilitenin kalıcılığının bir ölçüsü olan $\sum_{j=1}^q \beta_j$ parametreler toplamı 0.985042'dir. Half life ölçüsü ise $HL = \ln(0.5) / \ln(0.985042) = 45.99$ gün olarak hesaplanmış olup volatilitenin yaklaşık 46 gün sürdüğü tespit edilmiştir.

Tablo 4'te EGARCH(1,3) modellerinin tanısal test istatistikleri de yer almaktadır. Model artık serisinde otokorelasyon olup olmadığı Ljung-Box Q² testi ile 36. Gecikmeye kadar incelenmiş olup otokorelasyon sorunu olmadığı tespit edilmiştir. Tahmin edilen EGARCH(1,3) modelleri sonucunda getiri serilerindeki ARCH etkisinin ortadan kalkıp kalkmadığını görmek için yeniden ARCH-LM testi yapılmıştır. 36. Gecikmeye kadar hesaplanan ARCH-LM test istatistik değerleri istatistiksel olarak anlamlı olmadığı yani tahmin edilen EGARCH(1,3) modelleri sonucunda serilerdeki koşullu değişen varyans etkisinin ortadan kalktığı görülmüştür.

VIX volatilitenin, BİST30 endeks ve BİST30 vadeli işlem getirilerindeki volatilitenin kalıcılığını azaltıp azaltmadığını incelemek için koşullu varyans modeline, VIX endeks değişkeni dışsal bir veri olarak dahil edilerek getiri

volatiliteyi tekrar modellenmiştir. VIX volatilité endeksi modele dahil edilerek, BİST30 ve BİST30V getirilerin volatilitésinin ölçümünde EGARCH(1,3) modeli belirlenen kriterlere göre en uygun model olarak belirlenmiş ve Tablo 5'te model sonuçları verilmiştir.

Tablo 5. VIX Volatilité Endeksinin BİST30 ve BİST30V Getirileri Üzerine Etkisi: EGARCH (1,3) Modeli

<i>Parametreler</i>	<i>BİST30</i>		<i>BİST30V</i>	
	<i>Katsayı</i>	<i>z istatistiği</i>	<i>Katsayı</i>	<i>z istatistiği</i>
ω	-0.162755	-3.849765*** (0.0001)	-0.190650	-3.001229*** (0.0027)
α	0.042033	3.071615*** (0.0021)	0.052022	2.715876*** (0.0066)
γ	-0.045469	-4.464299*** (0.0000)	-0.053173	-3.017786*** (0.0025)
β_1	1.977752	14.51651*** (0.0000)	1.672245	6.616850*** (0.0000)
β_2	-1.730729	-7.728575*** (0.0000)	-1.322185	-3.178185*** (0.0015)
β_3	0.737693	6.295147*** (0.0000)	0.632060	3.020130*** (0.0025)
ρ	-0.016613	-4.380551*** (0.0000)	-0.015818	-4.150726*** (0.0000)
<i>GED Parametresi</i>	1.402469	26.51566*** (0.0000)	1.305283	26.84291*** (0.0000)
<i>Model İstatistikleri</i>				
<i>AIC</i>	-5.728926		-5.698762	
<i>SIC</i>	-5.701260		-5.671096	
<i>Log Likelihood</i>	5122.067		5095.145	
<i>Q²(36)</i>	38.056 (0.376)		38.399 (0.361)	
<i>ARCH LM(36)</i>	0.993747 (0.4801)		0.992560 (0.4821)	

*** %1 seviyesinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir. AIC Akaike Bilgi Kriterini, SIC Schwarz Bilgi Kriterini göstermektedir. Q² ve ARCH LM testleri 36. Gecikmeye kadar incelenmiştir. () değerleri ise olasılık değerlerini göstermektedir.

Kaynak: Yazar Tarafından Hazırlanmıştır

Tahmin edilen EGARCH(1,3) modellerinin tüm parametreleri istatistiksel olarak anlamlıdır. EGARCH (1,3) modelleri, her iki seri için asimetri parametresinin (γ) negatif olması, kötü haberin her iki piyasadaki iyi haberlerden daha fazla etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Pay senedi piyasadaki iyi bir haberin BİST 30 getiri endeksinin volatilitésine etkisi $\alpha + \gamma = 0.042033 + (-0.045469) = -0.003436$, kötü bir haberin BİST 30 getiri endeksinin volatilitésine etkisi $\alpha - \gamma = 0.042033 - (-0.045469) = 0.087502$ olur. Volatilité kalıcılığının bir ölçüsü olan $\sum_{j=1}^q \beta_j$ parametreler toplamı 0.984716'dır. Bu değer 1'e yakın olması oynaklığın uzun bir süre kaldığını göstermektedir. Half life ölçüsü ise $HL = \ln(0.5) / \ln(0.984716) = 45.0037$ gün olarak hesaplanmış olup volatilitenin yaklaşık 45 gün sürdüğü tespit edilmiştir. VIX volatilité endeksi koşullu varyans modeline dahil edilmesi sonucunda BİST30 getiri endeksindeki volatilité kalıcılığının neredeyse aynı kaldığı görülmektedir. Kaldıraç katsayısı (γ) -0.044153'ten -0.045469'a gerilemesi, VIX volatilité endeksinin EGARCH(1,3) modeline dahil edilmesi ile kaldıraç etkisinin güçlendiği anlamına gelmektedir. Bu sonuç BİST30 endeks volatilitésine, aynı büyüklükteki getiri düşüşlerinin getiri artışlarından daha fazla etki yaptığını göstermektedir.

Pay senedi piyahasındaki iyi bir haberin BİST 30 vadeli işlem getirisinin volatilitésine etkisi $\alpha + \gamma = 0.052022 + (-0.053173) = -0.001151$, kötü bir haberin BİST 30 vadeli işlem getiri volatilitésine etkisi $\alpha - \gamma = 0.052022 - (-0.053173) = 0.105195$ olur. Volatilité kalıcılığının bir ölçüsü olan $\sum_{j=1}^q \beta_j$ parametreler toplamı 0.98212'dir. Half life ölçüsü ise $HL = \ln(0.5) / \ln(0.98212) = 38.42$ gün olarak hesaplanmış olup volatilitenin yaklaşık 38 gün sürdüğü tespit edilmiştir. VIX endeksi koşullu varyans modeline dahil edilmesi sonucunda BİST30 vadeli işlem getirisindeki volatilité kalıcılığının azaldığı görülmektedir. Kaldıraç katsayısı (γ) -0.042592'den -0.053173'e gerilemesi, VIX endeksinin EGARCH(1,3) modeline dahil edilmesi ile kaldıraç etkisinin güçlendiği anlamına gelmektedir. Bu bulgu BİST30 vadeli işlem getirisinde, aynı büyüklükteki getiri düşüşlerinin getiri artışlarından daha fazla volatilitéye etki ettiğini anlamına gelmektedir.

Tablo 5'te EGARCH(1,3) modellerinin tanısal test istatistikleri de yer almaktadır. Model artık serisinde otokorelasyon olup olmadığı Ljung-Box Q² testi ile 36. Gecikmeye kadar incelenmiş olup otokorelasyon sorunu olmadığı tespit edilmiştir. Tahmin edilen EGARCH(1,3) modelleri sonucunda getiri serilerindeki ARCH etkisinin ortadan kalkıp

kalkmadığını ARCH-LM testi ile 36. Gecikmeye kadar hesaplanmıştır. ARCH-LM test istatistik değerleri istatistiksel olarak anlamlı olmadığı yani tahmin edilen EGARCH(1,3) modelleri sonucunda serilerdeki koşullu değişen varyans etkisinin ortadan kalktığı görülmüştür.

6. Sonuç ve Değerlendirme

Finansal piyasalarda yaşanan küreselleşme ile piyasaların volatil yapısı ve volatilitate etkileşimi, yatırımcılar açısından önem arz etmektedir. Uluslararası volatilitate göstergesi olarak bilinen VIX endeksinin finansal piyasa volatilitatesini nasıl etkilediği önemli bir araştırma konusudur. Çalışmada, VIX endeksinin BİST 30 pay senedi endeksi ve BİST 30 pay senedi endeksine dayalı vadeli işlem sözleşmesi getiri volatilitelerine etkisi karşılaştırılmıştır. 9 Haziran 2012'den 31 Ekim 2019'a kadar olan döneme ait resmi tatiller hariç 1785 toplam gözlemden oluşan günlük kapanış fiyatları analiz edilmiştir. VIX endeksinin BİST30 getiri ve BİST30 vadeli işlem getiri volatilitelerine etkisi EGARCH modelleri ile tahmin edilmiştir. Özellikle getiri volatiliteleri yalnız modellenmiş, daha sonra VIX endeksi koşullu varyans denkleminde dahil edilerek yeni EGARCH modelleri tahmin edilmiştir.

BİST 30 pay senedi endeksi getirisi için tahmin edilen EGARCH modeli, getiride kaldıraç etkisinin varlığını göstermektedir. Kaldıraç parametresinin negatif olması, volatilitateyi piyasadaki negatif bir şokun (kötü haberin) pozitif bir şoktan (iyi haberlerden) daha fazla etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Pay senedi piyasasındaki iyi bir haberin BIST 30 getiri endeksinin volatilitatesini %0,31 oranında azaltırken, kötü bir haberin BIST 30 getiri endeksinin volatilitatesi %8,52 oranında artırdığı belirlenmiştir. BIST 30 getiri endeksindeki volatilitate kalıcılığı incelendiğinde yaklaşık 45 gün volatilitenin etkisinin devam ettiği tespit edilmiştir. VIX endeksinin EGARCH modeline dahil edilmesi ile kaldıraç parametresi -0,044153'ten -0,045469'a gerilemesi kaldıraç etkisinin güçlendiği anlamına gelmektedir. Pay senedi piyasasındaki iyi bir haberin BIST 30 getiri endeksinin volatilitatesini azaltıcı etkisi %0,31 oranından %0,34 oranına çıktığı, kötü bir haberin BIST 30 getiri endeksinin volatilitatesini artırıcı etkisi %8,52'den %8,75 oranı yükseldiği belirlenmiştir. VIX endeksi koşullu varyans modeline dahil edilmesi sonucunda BIST30 getiri endeksindeki volatilitate kalıcılığının neredeyse aynı kaldığı yani piyasadaki iyi veya kötü haberin volatilitateye etkisinin yaklaşık 45 gün devam ettiği belirlenmiştir.

BİST 30 pay senedi endeksine dayalı vadeli işlem sözleşmesinin getirisi için tahmin edilen EGARCH modeli, getiride kaldıraç etkisinin olduğunu ortaya koymuştur. Kaldıraç parametresinin negatif olması, BIST30 vadeli işlem getiri volatilitatesini piyasadaki negatif bir şokun pozitif bir şoktan daha fazla etkilediğini göstermektedir. Pay senedi piyasasındaki iyi bir haberin BIST 30 vadeli işlem getiri volatilitatesini %0,007 oranında artırırken, kötü bir haberin BİST 30 getiri endeksinin volatilitatesi %8,52 oranında artırdığı belirlenmiştir. BİST 30 vadeli işlem getirisindeki volatilitate kalıcılığı incelendiğinde yaklaşık 46 gün volatilitenin etkisinin devam ettiği tespit edilmiştir. VIX endeksinin EGARCH modeline dahil edilmesi ile kaldıraç parametresi -0,042592'den -0,053173'e gerilemesi kaldıraç etkisinin güçlendiği anlamına gelmektedir. Pay senedi piyasasındaki iyi bir haberin BIST 30 vadeli işlem getirisinin volatilitatesini artırıcı etkisi %0,007 oranında iken % 0,12 oranında azaltıcı etki etmeye başlamıştır. Kötü bir haberin BIST 30 vadeli işlem getirisinin volatilitatesini artırıcı etkisi %8,52'den %10,51 oranına yükseldiği belirlenmiştir. VIX endeksi koşullu varyans modeline dahil edilmesi sonucunda BİST30 vadeli işlem getirisindeki volatilitate kalıcılığının azaldığı görülmektedir. Piyasadaki iyi veya kötü haberin volatilitateye etkisinin yaklaşık 46 günden 38 güne gerilediği belirlenmiştir.

Çalışma sonuçlarından birisi, VIX endeksinin her iki getiri volatilitesindeki kaldıraç etkisini (asimetrik etkiyi) güçlendirdiğidir. Yani, BİST30 endeks ve BİST30 vadeli işlem getirilerinde, aynı büyüklükteki getiri düşüşlerinin getiri artışlarından daha fazla volatilitateye etki ettiği anlamına gelmektedir. Bu sonuç Chiang (2012) ve Badshah vd. (2018) yaptıkları çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir. VIX endeksinin artması yani uluslararası finansal piyasalardaki volatilitenin artması sonucunda, BİST30 vadeli işlem getiri volatilitatesinin, BİST30 endeks getiri volatilitatesine göre daha arttığı görülmesi Becker vd. (2009) ve Badshah (2018)'in çalışmalarını desteklemektedir. Diğer bir sonuç, VIX endeksinin BİST30 endeks getirisindeki volatilitate kalıcılığına belirli bir etki yapmazken, BİST30 vadeli işlem getirisindeki volatilitate kalıcılığına azaltıcı bir etki yaptığı tespit edilmiştir.

VIX endeksinin artması, finansal piyasalardaki riskin arttığını ve volatilitenin yükseldiğini, azalması ise finansal piyasalarda daha iyimser bir havanın olduğu ve volatilitenin düşük olduğunu göstermektedir. Yatırımcılar VIX endeks verilerini kullanarak, BİST30 endeks ve BİST30 vadeli işlem piyasalarına yatırım yapmasının en uygun olduğu zamanı takip edebilir. Özellikle vadeli işlem piyasalarına yatırım yapacak yatırımcıların, VIX endeksini takip etmesi onları karşılaşılabilecekleri büyük risklerden koruyacaktır. İleriki çalışmalarda BİST30 endeks ve BİST30 vadeli işlem getirilerini etkileyen başka faktörlerde dikkate alınarak çok değişkenli GARCH (MGARCH) modelleri ile aralarındaki volatilitate yayılımı incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Akdağ, S. 2019. "VIX Korku Endeksinin Finansal Göstergeler Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği" *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 12(1):235-256.
- Badshah I. 2018. "Volatility Spillover from the Fear Index to Developed and Emerging Markets" *Emerging Markets Finance and Trade* 54(1):27-40.
- Badshah, I., Bekiros, S., Lucey, B. M. & Uddin, G.S. 2018. "Asymmetric Linkages Among The Fear Index And Emerging Market Volatility Indices" *Emerging Markets Review* 37:17-31.
- Başarır, Ç. 2019. "Korku Endeksi (VIX) İle BIST 100 Arasındaki İlişki: Frekans Alanı Nedensellik Analizi" *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi* 19(2):177-191.
- Becker, R., Clements, A. E. ve McClelland, A. 2009. "The Jump Component of S&P 500 Volatility and the VIX Index" *Journal of Banking & Finance* 33(6):1033-1038.
- Bollerslev, T. 1986. "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity" *Journal of Econometrics* 31(3): 307-327.
- Bongiovanni, A., Vincentiis, P.D. & Isaia, E. 2016. "The VIX Index: Forecasting Power And Performance In A Risk Management Framework" *Journal of Financial Management Markets and Institutions* 4(2):129-144.
- Brooks, C. 2008. *Introductory Econometrics For Finance*. Cambridge University Press, UK.
- Chang, C., Hsieh, T., & McAleer, M. 2018. "Connecting VIX and Stock Index ETF with VAR and Diagonal BEKK" *Journal of Risk and Financial Management* 11(58):1-25.
- Chiang, S.-M. 2012. "The Relationships Between Implied Volatility Indexes And Spot Indexes" *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 57:231-235.
- Engle, R. F. 1982. "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation" *Econometrica* 50(4):987-1008.
- Erdoğan, H. ve Baykut, E. 2016. "BİST Banka Endeksi'nin (XBANK) VIX ve MOVE Endeksleri ile İlişkinin Analizi" *Türkiye Bankalar Birliği Bankacılar Dergisi* 98:57-72.
- Fernandes, N., Medeiros, M.C. & Scharth, M. 2014. "Modeling And Predicting The CBOE Market Volatility Index" *Journal of Banking & Finance* 40:1-10.
- Fountain, R. L., Herman, J. R., & Rustvold, L. D. 2008. "An Application Of Kendall Distributions And Alternative Dependence Measures: SPX Vs. VIX" *Insurance: Mathematics And Economics* 42(2): 469-472.
- Giot, P. 2005. "Relationships Between Implied Volatility Indexes And Stock Index Returns. *Journal of Portfolio Management* 26:12-17.
- Kalaycı, S., Demir, Y. & Gök, İ.Y. 2010. "Getiri Volatilitesi-İşlem Hacmi İlişkisi: Vadeli İşlem Ve Opsiyon Borsası Üzerinde Ampirik Bir Uygulama" *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi* 20:104-120.
- Kaya, E. 2015. "Borsa İstanbul (BIST) 100 Endeksi İle Zımnı Volatilité (VIX) Endeksi Arasındaki Eş-Bütünleşme ve Granger Nedensellik" *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 17(28):1-6.
- Kaya, A. ve Çoşkun, A. 2015. "VIX Endeksi Menkul Kıymet Piyasalarının Bir Nedeni midir? Borsa İstanbul Örneği" *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 16(1):175-186.
- Korkmaz, T. ve Çevik, E. İ. 2009. "Zımnı Volatilité Endeksinden Gelişmekte Olan Piyasalara Yönelik Volatilité Yayılma Etkisi" *BDDK Bankacılık Ve Finansal Piyasalar* 3:87- 105.
- Kula, V. ve Baykut, E. 2017. "Borsa İstanbul Kurumsal Yönetim Endeksi (XKURY) İle Korku Endeksi (Chicago Board Options Exchange Volatility Index-VIX) Arasındaki İlişkinin Analizi" *AKÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 19(2):27-37.
- Kyrtsou, C., Kugiumtzis, D., & Papan, A. 2019. "Further Insights On The Relationship Between SP500, VIX And Volume: A New Asymmetric Causality Test" *The European Journal of Finance* 2(15):1402-1419.
- Lin, Z. 2017. "Modelling And Forecasting The Stock Market Volatility Of SSE Composite Index Using GARCH Models" *Future Generation Computer Systems*, <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.08.033>
- Nazlıoğlu, S., Erdem, C., & Soytaş, U. 2013. "Volatility Spillover Between Oil And Agricultural Commodity Markets" *Energy Economics* 36:658-665.
- Nelson, D.B., 1991. "Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach" *Econometrica* 59(2):347-370.
- Öner, H., İçellioğlu Ş., C. ve Öner, S. 2018. "Volatilité Endeksi (VIX) İle Gelişmekte Olan Ülke Hisse Senedi Piyasası Endeksleri Arasındaki Engel-Granger Eş-Bütünleşme ve Granger Nedensellik Analizi" *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi* 10(18):110-124.
- Sadeghzadeh, K. 2018. "Borsanın Psikolojik Faktörlere Duyarlılığı: Oynaklık Endeksi (VIX) ve Tüketici Güven Endeksi (TGE) ile BIST-100 Endeksi Arasındaki İlişkiler" *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 19(2): 238-253.
- Sakarya, Ş. Ve Akkuş, H. T. 2018. "BİST-100 Ve BİST Sektör Endeksleri İle VIX Endeksi Arasındaki İlişkinin Analizi" *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 21(40):351-373.
- Sarıtaş, H. ve Nazlıoğlu, E. H. 2019. "Korku Endeksi, Hisse Senedi Piyasası ve Döviz Kuru İlişkisi: Türkiye İçin Ampirik Bir Analiz" *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 12(4): 542-551.
- Sharma, G., Kayal, P., & Pandey, P. 2019. "Information Linkages Among BRICS Countries: Empirical Evidence from Implied Volatility Indices" *Journal of Emerging Market Finance* 18(3):263-289.
- Şahin, Ü. C. 2018. "Korku Endeksi Hisse Senedi Piyasaları Üzerinde Etkili Midir? Borsa İstanbul Üzerine Bir Uygulama" *TURAN: Stratejik Araştırmalar Merkezi* 10(37):11-17.

- Topaloğlu, E. E. 2019. "CBOE VIX Endeksi ile OECD Ülke Borsaları Arasındaki Volatilite Yayılımı: CCC-MGARCH Modeli ile Ampirik Bir Araştırma" *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 21/3:574-595.
- Whaley, R. E. 2000. "The Investor Fear Gauge" *Journal Of Portfolio Management* 26:12-26.