

BORSA İSTANBUL ENDEKSİ (BIST 100) GETİRİ VOLATİLETESİNİN ARCH VE GARCH MODELİ İLE TAHMİN EDİLMESİ*

Dr. Öğr. Üyesi Serdar KUZU^a

Ampirik Araştırma
(Empirical Research)

Muhasebe ve Vergi
Uygulamaları Dergisi
Nisan 2018; Özel Sayı: 608-624

ÖZ

Sermaye piyasalarının gün geçtikçe gelişmesi, küreselleşme hareketi, risk türlerindeki artış ve artan belirsizlik sonucu piyasaların daha karmaşık hale gelmesiyle, artan volatilité hareketleri borsaların yapılarının analiz edilmesini daha da önemli hale getirmiştir. Finansal serilerde yer alan kaldıraç etkisi, asimetri vb. özellikler nedeniyle artan volatilité, borsalarda hisse senetlerinin etkin bir şekilde fiyatlanmasını engelleyebilmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin dışa açıklık derecesi ve kırılma seviyeleri yüksek olduğu için menkul kıymet borsalarında volatilité kavramının ortaya konması büyük önem arz etmektedir. Bilgi iletişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeyle birlikte, piyasalarda 24 saat işlem yapma imkânı sağlanmıştır. Son zamanlarda küresel yatırımcının yatırım kararlarında en önemli değişken haline gelen volatilité değişkeninin tahmin edilmesi, özellikle gelişmiş ülkelere göre daha kırılma yapıda oldukları için gelişmekte olan ülkelerde daha da önemli hale gelmiştir. Bu değişkenin tahmin edilmesi özellikle ilgili şirkete yatırım yapmayı yada ortak olmayı düşünen karar vericiler için daha da önemli hale getirmektedir. Geleneksel modeller volatilité değişkenini ifade etmede yetersiz kaldıkları için, doğrusal olmayan koşullu varyans modelleri olan ARCH, GARCH, EGARCH ve TGARCH modelleri kullanılmaya başlanmıştır. Çalışmada BIST 100 Endeksinin 2011-2017/3 dönemini kapsayan ve günlük kapanış değerleri ele alınarak BIST 100 Endeksinin getiri volatilitelerinin ARCH, GARCH, EGARCH ve TGARCH modelleri ile, açıklayıcılık derecesi en yüksek modelin hangisi olduğu ortaya konması amaçlanmaktadır. Çalışma sonucunda BIST 100 getiri volatilitésinin ortaya konmasında ilgili modeller arasında TGARCH modelinin en başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: BIST100, Volatilité, ARCH, GARCH

Jel Kodu: D81, G32, D53

PREDICTION OF STOCK EXCHANGE ISTANBUL INDEX (BIST 100) RETURN VOLATILITY WITH ARCH AND GARCH MODELS

ABSTRACT

Due to the increasing volatility movements as the capital markets develop day by day, the globalization movement, the increase in the types of risk and the increasing uncertainty as

* Bu makale, 13-17 Aralık 2017 tarihinde Erzurum'da düzenlenen 4.Uluslararası Muhasebe ve Finans Araştırmaları Kongresinde sunulmuş olan özet bildirim genişletilmiş tam metnidir.

^a İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, serdar.kuzu@istanbul.edu.tr

the resulting markets become more complex, the analysis of stock market structures has become more important. Increasing volatility due to the leverage effects, asymmetry, etc. qualities in the financial series, could prevent the effective pricing of stocks in the stock markets. Especially developing countries have higher levels of openness and fragility. So it has great importance to establish the concept of volatility in securities exchanges in developing countries. In concurrence with the development in information communication technologies, the possibility of trading 24 hours/a day on the market has emerged. Estimating the volatility variable, which has recently become the most important variable in the investment decisions of the global investor, has become even more important especially in developing countries, since they are more fragile than developed countries. Estimating this variable has become even more important, especially for decision-makers who are considering investing in or partnering with the company. Since the conventional models are insufficient to express the volatility variable; ARCH, GARCH, EGARCH and TGARCH models, which are nonlinear conditional variance models, have begun to be used. The aim of the study is to analyze the return volatility of the BIST 100 Index by the ARCH, GARCH, EGARCH and TGARCH models. BIST 100 Index, which covers the 2011-2017 / 3 period with its daily closing values, are taken into account. As a result of the study, it was observed that TGARCH model, which has the highest level of explanatory power, gave the most successful results among related models in revealing BIST 100 return volatility.

Keywords: BIST 100, Risk, Volatility, ARCH, GARCH

Jel Code: D81,G32,D53

1. GİRİŞ

Her işletme ya da yatırımcı ne tür faaliyette bulunursa bulunsun küresel ekonomide mutlaka riske maruzdur. Çünkü risk, uluslararası finansal piyasalarda olmazsa olmaz bir olgudur. Volatilite risk yönetiminde ele alınan temel bir kavramdır. Risk olgusu belirsizliğin objektif ölçüsü olarak ifade edilmektedir. Volatilite kavramı, negatif ya da pozitif yönde gerçekleşen sapmayı ifade etmekte kullanılmaktadır. Volatilite kavramı bazen olumlu sonuçlar vermesine rağmen, risk olgusu açısından genel olarak negatif sonuçlar üzerine kurulu bir kavramdır (Chong, 2004). Dünyada finansal piyasaların giderek yaygınlaşması, finansal piyasaların faaliyet gösterdiği alanlarda, olayların dinamikliği ve karmaşıklığı belirsizliğin derecesini gün geçtikçe arttırmaya devam etmektedir. Risk kavramı günümüze kadar ağırlıklı olarak finansal kesiminin daha fazla gündemindeki bir konu olmuştur. Yakın geçmişe kadar volatilitenin ortaya konmasında standart sapma kullanılmıştır. Standart sapma dağılımdaki her bir değer in ortalamaya göre ne kadar uzaklıkta olduğunu bir başka ifadeyle dağılımın ne yaygınlıkta olduğunu gösteren bir ölçüdür. Doğrusal zaman serilerinin kullanıldığı geleneksel standart sapma hesaplanmasında varyansın zaman içerisinde sabit olduğu varsayımı kabul edilmektedir. Bu durum finansal serilerde sabit varyans kullanımı, günümüz finansal piyasalarında, yanlış sonuçlar verebilmektedir.

Dünyada son otuz yılda yaşanan küreselleşme eğilimi, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, 1970 yıllarında Bretton Woods'un yıkılışı ile birlikte sabit kur rejiminin terk edilmesiyle volatilité hareketlerinin artması, uluslararası ekonomik ve finansal sistem temel yapıtaşlarında yaşanan hızlı değişimler, faiz oranlarının serbest kalmasıyla birlikte büyük işletmelerin uluslararası piyasalara açılması sonucunda yaşanan kaynak ve döviz girişleri, ülkelerde yerel paranın dışında yabancı para ya da paralar ile işlem yapılabilmesi, 1990 yıllarında sermayenin serbest dolaşımı üzerindeki engellerin kalkmasıyla sermaye hareketlerinin gelişmiş piyasalardan gelişmekte olan piyasalara kayması gibi olaylar volatilité hareketlerini arttırmıştır.

Her an değişebilen global ekonomik durum ve durmaksızın gelişen bilgi teknolojileri, finansal piyasaların risklerini farklılaştırmakta ve de arttırmaktadır. Risk türlerindeki artış ve risklerin karmaşık yapısı, volatilitenin hesaplanmasında geleneksel yöntemler yerini daha karmaşık ileri derece istatistikî ve matematiksel hesaplamalara dayanan yeni ekonometrik uygulamalara bırakmaya başlamıştır. Bu noktada volatilitenin ortaya konulmasında geleneksel yöntemler altında uygulanan geleneksel ekonometrik metotlar ihtiyaçları karşılamada yetersiz kalmışlardır.

Dünyada yaşanan gelişmelerde, bir yerde gerçekleşen olumsuz bir durumun diğer işletmeleri etkilememesi ya da işletmelerin bu duruma kayıtsız kalması mümkün olamamaktadır. Son otuz yıl içerisinde etkisini ve sürecini en uzun yaşadığımız finansal krizlere baktığımızda volatilité hareketlerinin her geçen gün önemini daha da arttırdığı görülmektedir. Finansal yatırımcılar yapacakları için yeni yatırımlarıyla ilgili olarak faaliyetlerini sürdürürken yapacakları yatırımın risk getiri ilişkisini ele alarak, katlandıkları maliyetin üzerinde kabul edilebilir bir reel getiri sağlamak için volatilité hareketlerinin ortaya konulması gerekmektedir.

Geleneksel ekonomik modeller varyansın gecikmeli değerlerinin yani gecikmeli öngörü hatalarının karelerinin sabit olduğunu varsaymaktadır. Günümüz finansal piyasalarında birçok değişkenin birbiri ile çok yönlü ilişkisinden dolayı parametreler değişken yani volatil bir yapı sergilemektedir. Bundan dolayı bu tür parametrelerin geleneksel ekonomik modeller ile açıklanması mümkün değildir. Bir başka ifadeyle hataların varyansının zaman içinde değişmez olduğu varsayımını mümkün kılmamaktadır. Geleneksel modellerde zaman serisi verilerinin sabit varyans içeren modellerde kullanılmasına rağmen ilişkinin sadece bir yönü dikkate almaktadır. Tam da bu noktada Engle 1982 yılında zaman serisi değişkenlerinin, finansal varlıkların dinamik bir yapı sergilediğini ve zaman içinde zaman serisi değişkenlerinin varyansının sabit olmadığını, sürekli

değiştigi varsayımına dayanan ARCH (Autoregresif Conditional Heteroskedasticity-Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) modelini önermiştir (Engle, Ng, & Rothschild, 1993).

Günümüzde volatilitesi yüksek finansal parametrelerinin verileri ele alındığı çalışmalar, geleneksel yöntemler arasında yer alan doğrusal zaman serisi modelleri yerine, doğrusal olmayan koşullu değişken varyans ekonometrik modellerinin kullanımını gerekli kılmıştır. ARCH modelinde yapılan çalışmalarda gecikme değerleri çok gerilere gidildiği için, modelin tahmini için çok sayıda parametrenin tahmin edilmesi gerekmektedir. İşte tam bu noktada yer alan sakıncayı giderebilmek için 1986 yılında Bollerslev tarafından ARCH modelinin eksikliği olan geçmiş verilerin hata değerlerinin karelerinin ortalamasını dikkate alan Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modelini ortaya atmıştır. (Bollerslev, Engle, & Wooldridge, 1988). Geleneksel modeller sadece sabit varyans modeli üzerine kurulmasına rağmen, GARCH modeli bünyesinde sabit varyans, koşullu varyans ve hata terimlerinin karelerini dikkate aldığı daha sağlıklı sonuçlar vermektedir (Brandt & Jones, October 2006).

Finansal piyasalarda özellikle gelişmekte olan piyasalarda işlem gören finansal varlıklara ait volatiliteler piyasalardan gelen bilgilere her zaman aynı tepkiyi vermediğinden dolayı GARCH gibi modeller gelen bilgilere simetrik tepki vereceği varsayımına dayandığı için asimetrik durumlarda GARCH modeli yetersiz kalmaktadır. Çünkü GARCH modeli ister pozitif ister negatif olsun piyasadaki gelen her bilginin etkisini yönünden bağımsız bir şekilde ayrıştırılmamaktadır. Bu aşamada GARCH modellerini bu açık yönünü tamamlamak için Nelson(1991) tarafından koşullu varyansın logaritmik üstel fonksiyonunu ele alan EGARCH modeli ortaya koymuştur (Brandt & Diebold, 2006).

Çalışmada BIST 100 Endeksinin 2011-2017/3 dönemini kapsayan ve günlük logaritmik getirileri ele alınarak BIST 100 Endeksinin getiri volatilitelerinin ARCH, GARCH, EGARCH ve TGARCH modelleri ile ifade edilerek, açıklayıcılık derecesi en yüksek modelin hangisi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada öncelikle getiri değerlerinin durağan olup olmadığını ortaya koymak için Augmented Dickey Fuller Testi(ADF) testi yapılmış olup, ilgili testten sonra sırasıyla ARCH, GARCH, EGARCH ve TGARCH modelleri kullanılmıştır.

2. LİTERATÜR

Akgiray 1989 yılında ABD’de yaptığı “Conditional Heteroskedasticity in Time Series of Stock Returns: Evidence and Forecasts” adlı çalışmada hisse senedi getiri volatilitésinin tahmini modellenmesinde ARCH, GARCH ve EGARCH modelleri arasında ne iyi öngörü modelinin EGARCH modeli olduğu ortaya çıkmıştır.

Akgun ve Sayan (2005) 2000-2005 dönemi İMKB-30 Endeksi verilerini ele alarak yaptıkları model çalışmada, hisse senedi getiri volatilitésinde asimetric etkinin bulunup bulunmadığını ortaya koymak için Asimetric Şartlı Varyans Modellerini kullanmışlardır. Çalışmada verilerin normal bir dağılım sergilemedikleri çalışma sonucunda asimetric Şartlı Varyans Modellerinin volatilitéyi açıklamada başarılı sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir. Burada da en iyi sonucu EGARCH’ın verdiği ortaya çıkmıştır.

Sariođlu (2006) “Değişkenlik Modelleri ve İMKB Hisse Senetleri Piyasasında Değişkenlik Modellerinin Kesitsel Olarak İrdelenmesi” adlı doktora tezinde, İMKB-100 getiri volatilitésinin ortaya koymak ve riskin nasıl tahmin edilebileceği sorusunu yanıtlayabilmek amacıyla GARCH modelini kullanmıştır. Çalışma sonucunda EGARCH ve GARCH modellerinin İMKB-100 endeksinin değişkenliğini açıklamada en iyi modeller olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca çalışma sonucunda sabit varyans modellerine karşılık koşullu varyans modellerinin daha da başarılı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Akar (2007), 1990-2007 dönemleri arasını ele alarak haftalık BİST 100 endeksinin getiri volatilitésini ele aldığı çalışmasında en uygun koşullu değişen varyans modelinin hangisi olduğunu ortaya koymak için ARCH ve GARCH modellerini kullanmıştır. Çalışma sonucunda SWARC modelinin getiri volatilitésini ortaya koymada en iyi sonuçları verdiği gözlemlenmiştir.

Çabuk, vd (2011), 2004-2009 dönemleri arasında BİST 100 ve BİST Mali endekslerinin günlük getirileri verilerini ele alarak, ilgili modellemeyi açıklamada hangi modelin en iyi performans gösterdiğini ortaya koymaya çalışmışlardır. Çalışma sonucunda ilgili dönemde günlük getirilerin logaritmik verileri ele alınarak GARCH, ARCHM, M-GARCH, E-GARCH ve TARARCH modelleri arasında iyi performansın E-GARCH ile elde edildiği sonucuna varmışlardır.

Güriş ve Şaçaklı (2011), 1995-2010 dönemleri arasında İMKB üzerinde günlük getirileri verilerini ele alarak ilgili modellemeyi açıklamada hangi modelin en iyi performans gösterdiğini ortaya koymak için yaptıkları

çalışmada GARCH modelinin İMKB-100 açıklamada başarılı olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Güriş & Saçaklı, 2011).

Karabacak vd. (2014) 2005-2010 dönemi BIST 100 ve 2003-2013 dönemi Altın Getiri volatilitesi modellemesine en uygun koşullu değişen varyans modelinin hangisi olduğunu ortaya koymak için çalışma yapmışlardır. Çalışmada BİST 100 endeksi kapanış fiyatları, Altın getirisinde ağırlıklı ortalama fiyat ele alınarak getiriler hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda BİST 100 endeks getirisinin asimetrik etki gösterdiği ve BİST100 için en uygun modelin TARARCH olduğu, Altın getiri serisinde ise en uygun modelin GARCH modeli olduğu görülmüştür.

Karahanoglu ve Ercan (2015), 2000-2015 dönemlerini arasında Banka endeksine ait günlük logaritmik veriler ele alınarak en uygun koşullu değişen varyans modelinin hangisi olduğunu ortaya koymak için yaptıkları çalışma yapmışlardır. Çalışmada sonucunda ilgi logaritmik verilerin ARCH etkisi taşıdığı ve bundan dolayı GARCH modellerinin kullanıldığı ve Banka endeksini tahmin etmede en iyi modelin TGARCH olduğu sonucuna varmışlardır.

Birau vd. (2015), 2002-2014 dönemleri arasında Bombay Borsası Banka Endeksi(BANKEK) volatilitesi üzerinde ARCH ve GARCH modelleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda banka endeksi volatilitelerini tahmin etmede en iyi modelin GARCH modeli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Tamilselvan ve Shaik (2016), 2001-2015 dönemleri arasında Muscat Borsasında yer alan dört farklı endekse ait volatilitate yapısını ortaya koymak için GARCH, EGARCH ve TGARCH modellerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda her dört endekse ait en iyi volatilitate modelinin GARCH modeli olduğu belirlenmiştir.

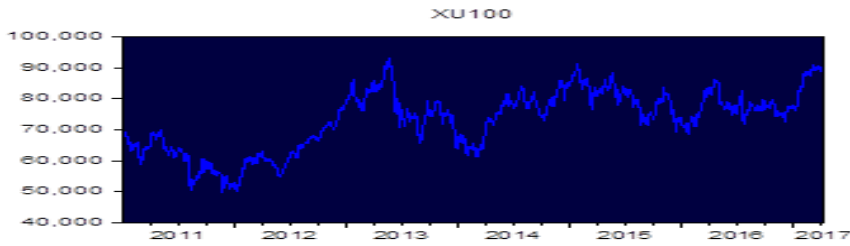
Demir (2016), 2005-2015 dönemleri arası BIST 100 endeksi üzerinde günlük veriler ele alınarak farklı örneklemler oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda endeks getiri volatilitesi tahmin edilmesinde GARCH modeli ailesi arasında en iyi performansı MSGARCH modelinin sergilediği ve geliştirmekte olan piyasalar için bu modelin daha sağlıklı sonuçlar vereceği ifade edilmiştir.

3. VERİ VE YÖNTEM

Çalışmada BIST 100 Endeksinin 2011-2017/4 dönemini kapsayan ve 2290 günlük kapanış değerleri ele alınarak yapılan çalışmada söz konusu veriler Borsa İstanbul veri tabanından elde edilmiştir. Analizlerin bilgisayar ortamında gerçekleştirilmesi sırasında E-Views 10 paket programı kullanılmıştır.

İlk aşamada parametrelerin durağanlık gösterip göstermediğini test etmek için Augmented Dickey Fuller Testi (ADF) kullanılmıştır. ADF testi yapmamızda ki amaç model hesaplama öncesinde ARCH ve GARCH modellerinin durağan zaman serilerine ihtiyaç duymaları gerekliliğinden kaynaklanmaktadır. Başlangıçta veriler durağan bir yapı sergilememektedirler ve bundan dolayı verilerin ilgili modellerde uygulanabilmesi için durağanlaştırılması gerekmektedir. Şekil 1’de BİST 100 kapanış değerlerinin yer aldığı grafik yer almaktadır.

Şekil-1’de yer alan grafik incelendiğinde değişkenlerin yıllar itibariyle gösterdikleri eğilim gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde, düzenli olmayan iniş-çıkışlar görülmektedir. Bu nedenle, serinin durağan olmayan bir yapı içerdiği söylenebilir. İlgili parametrelerde oynaklıklar birbirini izlediği dönemlerde BİST 100 bu oynaklıktan farklı bir durum ortaya koyduğu görülmektedir. Bilindiği üzere volatilité yoğunlaşması finansal zaman serilerinin en önemli özelliklerinden birisidir. Bu durumun en kayda değer sonucu ise varyansın zamana göre değişkenlik göstermesidir.



Şekil-1: BİST100 Endeksi Kapanış Değerleri

Dickey-Fuller testi, gözlenen serilerde birim kökün varlığının (serinin durağan olmadığı) olup olmadığının belirlenmesinde kullanılan bir testtir. Birim kökün varlığının sınanması için kullanılan iki hipotez kullanılmaktadır. Bunlar;

$H_1: \gamma < 0$ ($p < 1$) (seride birim kök yoktur.) (seri durağandır.)

$H_0: \gamma = 0$ ($p = 1$) (seride birim kök vardır.) (seri durağan değildir.)

Bu noktada BIST 100 kapanış değerlerinin logaritmik getirileri $rt = \ln(\text{BIST100}_t / \text{BIST100}_{t-1})$ formülü ile hesaplanmış olup, formülde yer alan veriler ile ilgili bilgiler aşağıda yer almaktadır.

rt : t günlük logaritmik getirisini

BIST100 t: t günü getiri değeri

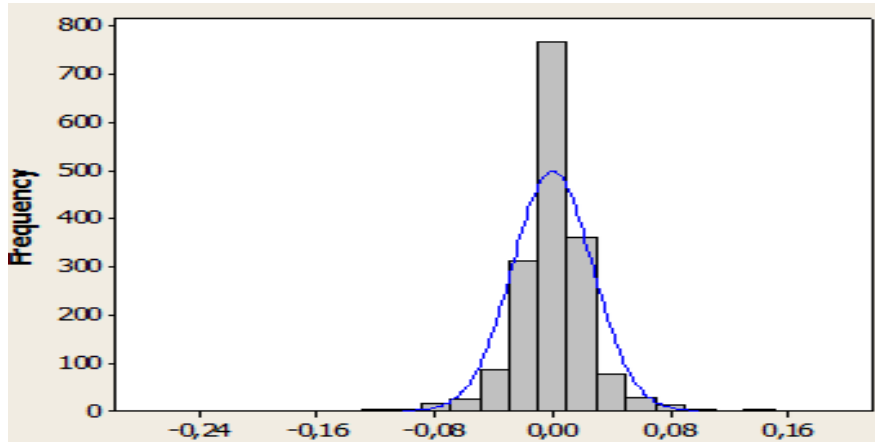
BIST100t-1: t günü endeks kapanış fiyatı

ADF birim kök testi ile ilgili istatistiki sonuçların yer aldığı Tablo-1'deki bilgilere göre BİST 100 Endeksi getiri serisi birim kök ADF Test istatistiği değeri -49.90044 olarak hesaplanmıştır. Buna ilaveten bu istatistiğin karşılaştırılacağı kritik değerler %1 anlamlılık düzeyi için -3.433012, %5 anlamlılık düzeyi için -2.862602 ve %10 anlamlılık düzeyi için -2.567381 olarak gerçekleşmiştir. Tüm ADF istatistik değeri tüm anlamlılık düzeylerinde kritik değerlerden mutlak değerce büyük olup, serinin birim kök içermediğini kesin olarak durağan bir seri olarak nitelendirilebilmek mümkün hale gelmiştir.

Tablo-1: Augmented Dickey Fuller Testi(ADF) İstatistiki Sonuçları

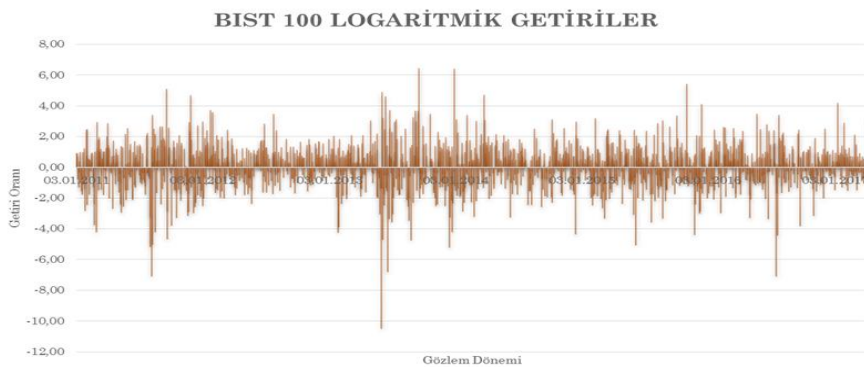
R2	0,5213	Ortalama Bağımlı VAR	0,9305
Düzeltilmiş R2	0,5211	S.D.Bağımlı VAR	1258,7
Prob.mean	0,0001	Aveike Bilgi Ölçütü	16,378
Augmented dickey fuller test	-49,9004	Schwarz Ölçütü	16,383
		Hannan-Quinn Ölçütü	16,379
Kritik Değerler	% 1:-3,4330	Durbin-Watson Stat	1,992
	% 2:-2,8626	Regresyon Standart Hatası	871
	% 3:-2,5673	Hata Kareler Top	1,73E
Log likelihood	-18734,49	Prob(F-İst)	0
F-İstatistiği	2490,054		

Şekil-2'de logaritmik getirilerinin karakteristik değerleri ortaya konmuştur. İlgili değerler ve şekilden de anlaşılacağı üzere çarpıklık (asimetrik) değerinin 0,7885 olması serinin simetrik özellik taşımadığı asimetrik tepki verdiği gözlemlenmektedir.



Ortalama	0,002005
Medyan	0,0003
Maksimum	0,15151
Minimum	-0,17121
Standart Sapma	0,01838
Basıklık	0,08412
Çarpıklık	1,7885
N	2288

Şekil-2: BİST100 Endeksi Logaritmik Getirilerinin Karakteristik Değerleri



Şekil-3: BİST100 Endeksi Logaritmik Getiri Serisi Grafiği

Şekil-3'deki grafikte yatay ekseninde yer alan değerler gözlem sayısını, dikey ekseninde ise ilgili gözlem gününe ait olan getiri serisi değerini göstermektedir. Grafikten görüleceği üzere BİST 100 endeksi getiri serisi ağırlıklı olarak sıfır ortalama etrafında dağılım göstermesine rağmen bazı dönemlerde volatilitenin yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca serideki en büyük değişim 731-1095 gözlem dönemleri arasında gösteren 2013 yılında göstermiştir. Buna ilaveten getiri Serinin genel dağılımının sıfır ortalama etrafında yer alması BİST 100 getiri serisinde verilerin durağanlık sağladığını göstermektedir.

Çalışmamızda ARCH etkisinin olup olmadığını test etmek için Engle (1982) tarafından ortaya konan ARCH-LM yapılmıştır. BIST 100 getiri serisinin volatilitite yapısının ortaya konmasında koşullu varyans denkleminin hata terimleri kullanılmaktadır. Bunun için ARCH koşulunun sağlanıp sağlanmadığı hususunda ARCH LM testi yapılmış olup, testin istatistiki sonuçları Tablo 2 de yer almaktadır. Tablo istatistiki sonuçlarına göre Obs*R-squared değeri 380.502 olasılık değeri 0.0000 değerinden de açıkça ARCH etkisinin varlığını ortaya koymaktadır.

Tablo-2: ARCH LM testi

F-İstatistiği	420.89	Prob.F.	0,0000
Obs*R-Squared	380.502	Prob.-.Ci-Squared (1)	0,0000

Tablo-2'deki ARCH etkisinin varlığının olup olmadığını ortaya koymak için yapılan test istatistiki sonuçlarına göre eşit varyans var olduğu ifade eden H_0 hipotez red edilerek, hisse senedi getiri volatilitesinin ARCH etkisi taşıdığı H_1 hipotezi kabul edilmiştir. Bu durum ilgili serisinin ARCH-GARCH modelleri ile uygulanabileceğinin göstermektedir.

Tablo-3: BIST 100 Endeks Getirilerinin ARCH Modeli İstatistiki Sonuçları

Bağımlı Değişken	BIST100 Getiri Volatilitesi			
Ortalama Denklemi; $R = c + \beta_1 R_{t-1} + \beta_2 R_{t-2} + \beta_3 \epsilon_{t-1} + \beta_4 \epsilon_{t-2}$				
Değişken	Katsayı	Standart Hata	Z	Olasılık

			İstatistiği	
C	0,1082	0,0302	3,8112	0,0000
AR(1)	1,7274	0,0032	410,225	0,0000
AR(2)	-1,0125	0,0031	-230,566	0,0000
MA(1)	-1,2125	0,0051	-310,020	0,0000
MA(2)	0,98568	0,0045	152,000	0,0000
Varyans Denklemi; $\sigma^2 = c + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \sigma_{t-1}^2$				
C	0,0911	0,0123	5,065	0,0000
α_1	0,1020	0,0070	29,479	0,0000
α_2	0,6502	0,0101	75,001	0,0039
R2	0,0014			
[Düzeltilmiş R2]	0,0024			
Regresyon Standart Hatası	0,154	Ortalama Bağımlı VAR		11191
Hata Kareler Top	5497,296	S.D.Bağımlı VAR		1,1382
Log likelihood	-4967,445	Aveike Bilgi Ölçütü		2,4134
F-İstatistiği	2508,03	Schwarz Ölçütü		4,4034
Prob(F-İst)	0,00000	Hannan-Quinn Ölçütü		4,4098

Tablo-3’de yer alan verilere baktığımızda varyans denkleminde yer alan α_1 katsayısı olası negatif ya da pozitif şokların volatilité üzerindeki etkisini gösterirken, α_2 katsayısı ise bir önceki dönemin volatilitésinin cari dönem volatilitésini üzerinde ne tür bir etki yarattığını göstermektedir. Modellerin koşullu varyans denklemleri, parametreleri ve bunlara ait istatistikî değerler verilmiştir. ARCH modeli denkleminde $AR(1)+AR(2)<1$ ve $MA(1)+MA(2)<1$ koşulu ile varyans denkleminde parametre değerlerinin birden küçük olma koşulunun sağlandığı görülmüştür. ARCH modeli denkleminde sabit parametrelerin dışında yer alan diğer parametreler de istatistikî açıdan anlamlı çıkmıştır.

Tablo-4: BIST 100 Endeks Getirilerinin GARCH Modeli İstatistikî Sonuçları

Bağımlı Değişken	BIST100 Getiri			
Ortalama Denklemi; $R = C + \delta \sigma^2 + \beta_1 R_{t-1} + \beta_2 R_{t-2} + \beta_3 \epsilon_{t-1} + \beta_4 \epsilon_{t-2}$				
Değişken	Katsayı	Standart Hata	Z-İstatistiği	Olasılık

σ^2	0,00054	0,01851	0,3019	0,5112
C	0,0127	0,0412	1,1225	0,0501
AR(1)	1,48251	0,012556	-310,225	0,0000
AR(2)	-1,0025	0,013009	-303,566	0,0000
MA(1)	1,1225	0,000904	1268,020	0,0000
MA(2)	0,08568	0,000713	2245,000	0,0001
Varyans Denklemi; ; $\sigma^2 = c + \alpha_1 \epsilon^2 - 1 + \alpha_2 \sigma^2 - 1$				
C	0,1020	0,01011	5,095	0,0001
α_1	0,0912	0,00612	10,527	0,0000
α_2	0,4017	0,01012	46,813	0,0000
R2	0,0011			
[Düzeltilmiş R2]	0,0009			
Regresyon Standart Hatası	0,0162	Ortalama Bağımlı VAR		0,0768
Hata Kareler Top	7210.120	S.D.Bağımlı VAR		1,0151
Log likelihood	-4869,003	Aveike Bilgi Ölçütü		3,868
F-İstatistiği	222,05	Schwarz Ölçütü		6,858
Prob(F-İst)	0,00000	Hannan-Quinn Ölçütü		6,8653

Tablo-3, Tablo-4 ve Tablo-5 ARCH, GARCH, EGARCH ve TGARCH modellerinin koşullu varyans denklemleri, parametreleri ve bunlara ait istatistiki değerler verilmiştir. Denklemlerde $AR(1)+AR(2)<1$ ve $MA(1)+MA(2)<1$ koşulu ile varyans denkleminde parametre değerlerinin birden küçük olma koşulunun sağlandığı görülmüştür. GARCH modeli denkleminde sabit parametrelerin dışında yer alan diğer parametrelerde istatistiki açıdan anlamlı çıkmıştır.

Tablo-5: BIST 100 Endeks Getirilerinin EGARCH Modeli İstatistiki Sonuçları

Bağımlı Değişken	BIST100 Getiri			
Ortalama Denklemi; $R = C + \delta \sigma^2 + \beta_1 R_{t-1} + \beta_2 R_{t-2} + \beta_3 \epsilon_{t-1} + \beta_4 \epsilon_{t-2}$				
Değişken	Katsayı	Standart Hata	Z-İstatistiği	Olasılık
C	0,08201	0,02212	2,6393	0.0005

AR(1)	1,1214	0,06121	15,8051	0,0000
AR(2)	-0,7010	0,06312	-11.125	0,0000
MA(1)	-1,1276	0,06211	-13.447	0,0000
MA(2)	0,7045	0,06301	9.1251	0,0000
α_1	-0,0801	0.010126	-6,7458	0,0000
α_2	0,1245	0.013178	10.8521	0,0000
α_3	-0,0612	0.007981	-6.4821	0,0000
α_4	0.7481	0.004789	154.125	0,0000
R2	0,0221			
[Düzeltilmiş R2]	0,0198			
Regresyon Standart Hatası	0,0162	Ortalama Bağımlı VAR		0,07125
Hata Kareler Top	9201.012	S.D.Bağımlı VAR		1.86978
Log likelihood	-4312,00	Aveike Bilgi Ölçütü		3,72501
F-İstatistiği	249.125	Schwarz Ölçütü		4.12578
Prob(F-İst)	0,00000	Hannan-Quinn Ölçütü		4,00053

Tablo-5’de EGARCH modelinin koşullu varyans denklemleri, parametreleri ve bunlara ait istatistiki değerler verilmiştir. Denklemden $AR(1)+AR(2)<1$ ve $MA(1)+MA(2)<1$ koşulu ile varyans denkleminde parametre değerlerinin birden küçük olma koşulunun sağlandığı görülmüştür. EGARCH modeli denkleminde sabit parametrelerin dışında yer alan diğer parametrelerde istatistiki açıdan anlamlı çıkmıştır. EGARCH modelinde parametresi istatistiki açıdan anlamlı olduğundan piyasa yaşanan olumsuz bir durumun yaratacağı volatilitenin hisse senedi getirisi üzerinde asimetric etki yaratacağı söylenebilir. Bu açıdan borsa İstanbul getiri modellemesinde ARCH, GARCH yerine EGARCH kullanılması daha etkin olacaktır.

Tablo-6: BIST 100 Endeks Getirilerinin TGARCH Modeli İstatistiki Sonuçları

Bağımlı Değişken	BIST100 Getiri			
Ortalama Denklemi; $R = C + \delta\sigma^2 + \beta_1R_{t-1} + \beta_2R_{t-2} + \beta_3\epsilon_{t-1} + \beta_4\epsilon_{t-2}$				
Değişken	Katsayı	Standart Hata	Z-İstatistiği	Olasılık
C	0.07125	0.002314	2.6789	0.0072
AR(1)	1.72128	0.002145	472.0103	0.0000

AR(2)	-0.99125	0.002149	-253.122	0.0000
MA(1)	-1.66512	0.003978	-324.128	0.0000
MA(2)	0,97125	0.004753	193.0044	0.0000
Varyans Denklemi; ; $\sigma t^{2-1} = c + a1*\varepsilon t^{2-1} + a2\varepsilon t^{2-1} * a3\sigma t^{2-1} + a4 \varepsilon t^{2-*}\varepsilon t-1$				
C	0.12109	0.02014	5,1258	0.0000
α_1	0.08125	0.01178	5,0121	0.0000
α_2	0.04782	0.03458	2,1478	0.0000
α_3	0.71458	0.02124	72,458	0.0000
α_4	-0.1258	0,03125	-2,1047	0.0000
R2	0,03712			
[Düzeltilmiş R2]	0,03211			
Regresyon Standart Hatası	1.92478	Ortalama Bağımlı VAR		0,06847
Hata Kareler Top	9211.478	S.D. Bağımlı VAR		1.92478
Log likelihood	-4211,001	Aveike Bilgi Ölçütü		3,5228
F-İstatistiği	269.878	Schwarz Ölçütü		4.0858
Prob(F-İst)	0,00000	Hannan-Quinn Ölçütü		4.0012

Tablo-6'da TGARCH modelinin koşullu varyans denklemleri, parametreleri ve bunlara ait istatistiki değerler verilmiştir. Denklemde $AR(1)+AR(2)<1$ ve $MA(1)+MA(2)<1$ koşulu ile varyans denkleminde parametre değerlerinin birden küçük olma koşulunun sağlandığı görülmüştür. TGARCH modeli denkleminde sabit parametrelerin dışında yer alan diğer parametrelerde istatistiki açıdan anlamlı çıkmıştır. TGARCH modelinde parametresi istatistiki açıdan anlamlı olduğundan piyasa yaşanan olumsuz bir durumun yaratacağı volatilitenin hisse senedi getirisi üzerinde asimetric etki yaratacağı söylenebilir. Bu açıdan borsa İstanbul getiri modellemesinde ARCH, GARCH yerine TGARCH kullanılması daha etkin olacaktır.

EGARCH ve TGARCH modellerinde $a4 \varepsilon t^{2-*}\varepsilon t-1$ parametresi istatistik açıdan anlamı çıktığı için ARCH ve GARCH modellerinde olumlu ya da olumsuz şokların asimetric etkisini ortaya konamadığından dolayı, ARCH ve GARCH yerine EGARCH ve TGARCH modellerinin kullanımı asimetric etkiyi ortaya koymada daha etkili olacaktır. Çünkü finansal

piyasalarda özellikle gelişmekte olan piyasalarda işlem gören finansal varlıklara ait volatilité piyasalardan gelen bilgilere her zaman aynı tepkiyi vermediğinden dolayı, GARCH gibi modeller de gelen bilgilere simetrik tepki vereceği varsayımına dayandığı için asimetrik durumlarda GARCH modeli yetersiz kalmaktadır. Çünkü GARCH modeli ister pozitif ister negatif olsun piyasadaki gelen her bilginin etkisini yönünden bağımsız bir şekilde ayrıştıramamaktadır

Tablolar incelendiğinde ilgili modeller arasında en uygun modelin TGARCH olduğu ortaya çıkmıştır. Bu modelde R^2 değerinin en yüksek olduğu ve Akaike Bilgi Ölçütü en küçük değere sahip olduğu anlaşılmaktadır. (Akaike Bilgi Ölçütü, Schwarz Ölçütü ve Log Likelihood bu değerlerin küçük olması istenir)

4. SONUÇ

Borsa İstanbul'da yer alan işletmeler, yaptıkları tüm faaliyet süreçlerinde risk-getiri profillerine göre yatırım tercihlerine karar vermektedirler. Bu durumda işletmelerin bir kısmı maruz kaldıkları riski düşük tutmak uğruna düşük getirili varlıklara yatırım yapmayı sürdürürken, diğer kısmı ise karlarını daha da artırmak ve üretim süreçlerini kesintisiz bir şekilde sürdürmek amacıyla yüksek riskli varlıklara yatırım yapmayı tercih etmektedirler.

Dünyada piyasaların giderek globalleşmesi, kısa vadeli sermaye akımlarının gelişmiş ülkelere yönelmesi ve siyasi, politik, ekonomik gibi bir takım risklerin yarattığı belirsizlik piyasalarda volatilité hareketlerini arttırmış olup piyasalarda büyük kayıpların yaşanmasına neden olmuştur. Risk ve getiri kavramları finansal piyasalarda volatilitenin belirlenmesinde önemli belirleyici durumundadırlar. Yaşanan finansal krizler sonrasında yaşanan büyük dalgalanmalar BİST zaman getiri seyrini değiştirmekte bu noktada geleneksel zaman serisi modellerinin kullanımını zorlaştırmaktadır. Ayrıca geleneksel modeller hisse senedi getiri volatilitésini açıklamada yetersiz kalmaktadır. Günümüzde volatilitésini yüksek finansal varlıkların parametrelerinin ele alındığı çalışmaların, geleneksel yöntemler arasında yer alan doğrusal zaman serisi modelleri yerine, doğrusal olmayan koşullu değişken varyans ekonometrik modeller ile ortaya konması gereklilik haline gelmiştir. Çünkü bu parametrelerin bünyelerinde taşıdıkları değişken varyans yüzünden, sabit varyans ile çözümlenen geleneksel yöntemler ile ortaya konması mümkün değildir.

Bu çalışmada BIST 100 Endeksinin 2011-2017/3 dönemini kapsayan ve günlük kapanış değerlerinin logaritmik getirileri ARCH, GARCH, EGARCH ve TGARCH gibi modelleri ile ortaya konmuştur. Yapılan istatistikî çalışmalar sonucunda ilgili modeller arasında hem olumlu hem de

olumsuz şokların volatilité üzerinde asimétrik etkisini gösteren EGARCH ve TGARCH en iyi performans gösteren modeller olmuştur. İlgili modeller arasında istatistiki olarak en iyi performansı sırasıyla TGARCH, EGARCH, GARCH ve ARCH modeli sergilemiştir. Son dönemlerde hem ülkemizde siyasi, politik ve ekonomik risklerden dolayı hem de gelişmekte olan ülkelerde ABD faiz artırımı sonucunda yaşanan belirsizlik volatilité hareketlerini arttırmıştır. Yaşanan gelişmeler sonucunda hem borsalarda yatırım yapmayı hem de şirketlere ortak olmak isteyen hissedarlar için verdikleri sermayeye karşılık ne kadarlık getiri elde edecekleri daha da önem kazanmaya başlamıştır. Çalışmanın ileriki aşamalarda hisse senetleri getirisini etkileyebilecek farklı parametrelerinde dikkate alınarak yapılması daha sağlıklı sonuçlar verecektir.

KAYNAKÇA

- Akar, C. (2007). Volatilité Modellerinin Öngörü Performansları: ARCH, GARCH ve SWARCH Karşılaştırması. İşletme Fakültesi Dergisi, 201-2017.
- Akgiray, V. (1989). Conditional Heteroskedasticity in Time Series of Stock Returns: Evidence and Forecasts. Journal of Business,, 62(1), 55-80.
- Akgül, I., & Sayyan, H. (2005). Forecasting Volatility in ISE-30 Stock Returns with Asymmetric Conditional Heteroscedasticity Models. Symposium of Traditional Finance. İstanbul: Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Yüksekokulu.
- Birau, R., Trivedi, J., & Antonescu, M. (2015). Modeling S&P Bombay Stock Exchange BANKEX Index Volatility Patterns Using GARCH Model. Procedia Economics and Finance, 520-525.
- Bollerslev, T., Engle, R., & Wooldridge, J. (1988). A Capital Asset Pricing Model with Time-Varying Covariances. The Journal of Political Economy, 96, 116-131.
- Brandt, M. W., & Diebold, F. X. (2006). A No-Arbitrage Approach to RangeBased Estimation of Return Covariances and Correlations. Journal of Business, 79, 61-73.
- Brandt, M. W., & Jones, C. S. (October 2006). Volatility Forecasting With Range-Based EGARCH Models. Journal of Business & Economic Statistics, 24(4), 47-486.
- Chong, Y. Y. (2004). Investment Risk Management. England: Wiley Finance.

Çabuk, H., Özmen, M., & Kökçen, A. (2011). Koşullu Varyans Modelleri: İMKB Serileri Üzerine Bir Uygulama. Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi, 1-18.

Demir, S. (2016). Modeling Volatility in Emerging Markets: Comparison between Symmetric Garch Model and Ms-Garch Model. Journal of Current Researches on Social Sciences., 203-211.

Engle, R., Ng, V. K., & Rothschild, M. (1993). Measuring and Testing the Impact of News on Volatility,. The Journal of Finance, 48, 1749-177.

Güriş, S., & Saçaklı, İ. (2011). İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Hisse Senedi Getiri Volatilitesinin Klasik ve Bayesyen GARCH Modelleri İle Analizi. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 13, 153-172.

Karabacak, M., Meçik, O., & Genç, E. (2014). Koşullu Değişen Varyans Modelleri ile BİST 100 Endeks Getirisi ve Altın Getiri Serisi Volatilitesinin Tahmini. Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 79-90.

Karahanoglu, İ., & Ercan, H. (2015). BNK10 Endeksindeki Kaldıraç Etkisinin Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Varyans Modeli ile Analiz Edilmesi. Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi, 169-181.

Sarıoğlu, S. E. (2006). Değişkenlik Modelleri ve İMKB Hisse Senetleri Piyasası'nda Değişkenlik Modellerinin Kesitsel Olarak İrdelenmesi,. İstanbul: İAV Yayınları.

Tamilselvan, M., & Shaik, M. V. (2016). Forecasting Stock Market Volatility- Evidence From Muscat Security Market Using Garch Models. International Journal of Commerce and Finance, 37-53.