

**BORSA İSTANBUL KURUMSAL YÖNETİM ENDEKSİ'NDE
(XKURY) VOLATİLİTENİN ETKİSİ: ARCH, GARCH ve SWARCH
MODELLERİ İLE BİR İNCELEME**

**THE EFFECT OF VOLATILITY IN THE BORSA İSTANBUL
CORPORATE GOVERNANCE INDEX (XKURY): AN EXAMINATION
WITH THE ARCH, GARCH AND SWARCH MODELS**

Şeyma ÇALIŞKAN ÇAVDAR*, Alev Dilek AYDIN**

* Yrd. Doç. Dr., Haliç Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik Bölümü, seymacaliskan@halic.edu.tr

** Yrd. Doç. Dr., Haliç Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik Bölümü, dilekaydin@halic.edu.tr

ÖZ

Bu çalışma Borsa İstanbul Kurumsal Yönetim Endeksi'nin (XKURY) volatilitelerini ARCH, GARCH ve SWARCH modelleri yardımıyla ve endeksin 03.03.2014 ile 10.03.2017 arasındaki günlük kapanış verilerini kullanarak incelemeyi amaçlamaktadır. Finansal piyasalarda volatiliteler yani oynaklık en önemli risk ölçüm aracı olarak görülmekte ve volatilitenin ölçümü de araştırmacılar arasında giderek daha fazla ilgi çeken bir araştırma konusu haline gelmektedir. Bu çalışmadaki ana amacımız herhangi bir hareketlenmeden veya asimetrik bilgidan dolayı volatilitenin artmasından ötürü XKURY'nin bu durumdan etkilenip etkilenmediğini belirlemektir. Dolayısıyla bu çalışma Borsa İstanbul Kurumsal Yönetim Endeksi'nin (XKURY) riskini belirlenen dönem için ölçmektedir. Ampirik bulgularımız bize SWARCH modellerinin ARCH ve GARCH modellerine göre volatiliteleri ölçmede daha başarılı bir performans sergilediğini göstermektedir. Dolayısıyla, araştırmacılar çalışma yaparken ARCH ve GARCH modellerine alternatif olarak SWARCH modellerini de kullanabilirler.

Anahtar Kelimeler: ARCH, GARCH, Volatiliteler, SWARCH

Jel Kodları: G10, G17

ABSTRACT

This paper aims to examine the volatility of Borsa İstanbul Corporate Governance Index (XKURY) by means of ARCH, GARCH and SWARCH models and by using the daily closing values of the index between 03.03.2014 and 10.03.2017. Volatility is considered as one of the most important measures of risk in the financial markets and measuring volatility has been one of the most attractive areas of research for the researchers. Our main goal in this research is to determine whether XKURY is influenced from any kind of movements or from any asymmetric information due to an increase in volatility. Therefore, this study evaluates the risk of XKURY for the determined time period. Our empirical findings indicate that the SWARCH models perform better in forecasting the volatility than the ARCH and GARCH models. The researchers therefore can employ the SWARCH models as an alternative to the ARCH and GARCH models when conducting studies.

Keywords: ARCH, GARCH, Volatility, SWARCH

Jel Codes: G10, G17

1. GİRİŞ

Risk ve getiri kavramları modern finans teorisinde önemli bir yere sahiptir çünkü finansal yatırımcılar elde ettikleri sermayeyi gelir elde etme amaçlı olarak yatırıma yönlendirdiklerinde bu sermayenin bir bölümünü kaybetme olasılığıyla karşı karşıya olduklarını bilmektedirler. Dolayısıyla yatırımcılar için yüksek risk ve belirsizliğin olduğu finansal piyasalarda gelir elde etme amaçlarını gerçekleştirebilmek için etkin bir risk yönetimi hayati bir öneme sahiptir. Etkin bir risk yönetimi denince akla, yatırım yapılan menkul kıymetlerin gelecekteki durumlarının, getiri ve risk düzeyi bağlamında iyi analiz edilmesi gelmektedir.

Volatilité, risk yönetimindeki en temel kavramlardan bir tanesidir ve kısaca, bir menkul kıymetin fiyatının veya piyasanın genelinin belli bir zaman dilimindeki dalgalanma özelliği olarak tanımlanabilir. Son yirmi yılda, özellikle de 2008 finansal krizinden bu yana finansal piyasaların içinde yer alan tüm kesimlerin dikkatle izledikleri en önemli gelişmelerden bir tanesi finansal piyasalarda görülen yüksek volatilitedir. Kuşkusuz bu artışta dünya genelinde ekonomide yaşanan gelişmeler ve siyasi istikrarsızlıkların payı büyüktür. Son yaşanan finansal krizden sonra yatırımcıların bir kısmı büyük miktarlarda kazanç elde ederken, bir kısmı da önemli kayıplar vermiştir. Bu durum ise finansal piyasalarda yaşanan volatilitenin tahmin edilmesine ve modellenmesine olan ilgiyi arttırmıştır.

Finansal piyasaları tam olarak gelişimini tamamlamamış Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde siyasi ve ekonomik belirsizlikler yatırımcılar arasında risk algısının artmasına yol açmaktadır. Bu belirsizlik ortamı ve yüksek volatilité ise adeta bir kısır döngü şeklinde finansal piyasaların daha fazla gelişmesine engel olmaktadır. Bir piyasadaki riski ölçmek için volatilitenin ölçülmesi konusu kadar volatilitenin kaynağını da değerlendirmek gerekmektedir. Volatilitenin en önemli nedenleri olarak ekonomide yaşanan

belirsizlikler, piyasalardaki olumlu ya da olumsuz beklentilerin artması, politik istikrarsızlık ve makro ekonomideki dengesizlikler gösterilebilir. Böyle volatil bir piyasa kuşkusuz, uzun vadeli düşünen kurumsal yatırımcılardan çok, kısa vadeli yatırımcılar ve spekülátörler için çekici olmaktadır.

Volatilité, piyasa aktörleri ve diğer ilgili kesimler tarafından riskin ölçümünde kullanıldığı için özel bir öneme sahiptir. Yakın bir zamana kadar volatilité kavramı standart sapma ile ifade edilmiştir. Halbuki volatilité anlam olarak dalgalanma ya da oynaklık demektir ve günümüzde finansal değişkenler için varyansın sabit olduğu varsayımı büyük ölçüde geçerliliğini kaybetmiştir. Bu nedenle günümüzde değişen varyans ve kovaryans modellenmesine olanak sağlayan çeşitli ekonometrik yöntemler geliştirilmiş, volatilitenin bu özelliğinden dolayı doğrusal zaman serileri yerine doğrusal olmayan zaman serisi teknikleri kullanılmaya başlanmıştır.

Günümüzde yüksek frekanslı günlük finansal verilerin kullanıldığı çalışmalarda önde gelen volatilité modellemelerinden birisi olarak koşullu değişen varyans modellemeleri kullanılmaktadır. Koşullu değişkenliği modellemede en iyi sonuçları veren modeller olarak ise ARCH ve GARCH tipi modeller ön plana çıkmaktadır. Açılımı yapıldığında Otoregresif Koşullu Değişen Varyans anlamına gelen ARCH modeli Robert F. Engle (1982) tarafından geliştirilmiştir. Sonrasında ise ARCH modeli Bollerslev (1986) tarafından geliştirilerek Genişletilmiş ARCH (GARCH) modeli elde edilmiştir. Bu model, temelinde, varyansın da zaman geçtikçe geçmiş dönem varyanslarına bağlı olarak değiştiği varsayımına dayanmaktadır. Böylece GARCH ile volatilité tahminlerinde biraz daha gelişme sağlanmıştır. Her iki modelin de temel özelliği, genellikle zaman serilerinin büyük çoğunluğunda görülen dönemler arası bağımlılık ile değişen

varyansı modelleyebilmesidir. Ayrıca her iki model de serinin geçmiş değerlerinden başka veriye ihtiyaç duymadan volatilitiyi basit bir şekilde modelleyebilmektedirler.

Ancak ARCH ve GARCH modellerinin volatilité üzerindeki şoklara karşı simetrik tepki vermesi, finansal verilerin geniş dağılımlara sahip olması, buna ek olarak zaman içinde volatilitelerinin değişmesi ve otokorelasyonlu bir yapıya sahip olmaları nedeniyle araştırmalarda sağlıklı sonuçlar elde edilememeye başlanmıştır. Bu olumsuzlukları giderebilmek adına araştırmacılar değişik varyans modelleri geliştirmişlerdir. Bu sorunları ortadan kaldırmaya yönelik olarak geliştirilen GARCH modellerinin başında EGARCH, TGARCH, AGARCH, QGARCH, IGARCH, NGARCH, VGARCH, ARCH-M ve Augmented GARCH gibi modeller gelmektedir. Bunlara ek olarak Hamilton ve Susmel (1994), modellerin oynaklık analizlerinde bazı eksik yönlerin olduğunu belirlemiş ve alternatif olarak Markov Switching Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (MS-ARCH ya da SWARCH), yani Markov Geçişli Ardışık Bağımlı Koşullu Değişen Varyans'ı geliştirmişlerdir. Bu anlamda SWARCH modeli Box ve Jenkins'in sabit parametrelili, dağılımın durağan olduğunu varsayan doğrusal zaman serisi modellerine alternatif olarak önerilmiş bir modeldir.

Bu çalışmanın amacı 31.08.2007 tarihinde faaliyete geçen Borsa İstanbul Kurumsal Yönetim Endeksi'nin (XKURY) risklilik derecesinin, dolayısıyla günlük verilerinin volatilitésinin değerlendirilmesidir. Bunun için 03.03.2014 ile 10.03.2017 tarihleri arasındaki XKURY günlük kapanış verileri kullanılmıştır. Yapılan bu tahminlerin öngörü performanslarının değerlendirilmesi için ise ARCH, GARCH ve SWARCH tipi modeller kullanılmıştır.

Çalışmanın geri kalanında ilk olarak konuyla ilgili yapılmış önde gelen yerli ve yabancı çalışmaların yer aldığı literatür taraması kısmı yer almaktadır. İzleyen bölümde ARCH ve GARCH modelleri hakkında kısaca bilgi verilecektir.

Sonrasında araştırmanın amacı, yöntemi, analizi, bulguları ve bulguların yorumlandığı uygulama kısmı gelmektedir. Çalışmamız sonuç bölümüyle sona ermektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Küreselleşme ve finansal piyasalarda meydana gelen belirsizlikler ve artan risk miktarı volatilitiyi de arttırmaktadır. Özellikle son yaşanan finansal krizle birlikte araştırmacılar volatilitenin modellenmesi, tahmini ve ölçümü üzerine yoğunlaşmıştır. Buna dair gelişmiş ülkelerde yapılmış çalışmalar geniş bir teorik çerçevede ele alınırken, aynı şeyi geliştirmekte olan birçok ülke için söylemek zordur. Geliştirmekte olan ülke piyasalarına dair yapılan çalışma sayısı, veri yetersizliği, bu ülkelerde sıkça yaşanan siyasi ve ekonomik şoklar ile krizler sonucu ekonometrik modelleme yapmanın güçleşmesi nedeniyle sınırlı kalmıştır.

Finansal piyasalarda volatilitenin ölçümünde daha çok ARCH ve GARCH modelleri tercih edilmektedir. Literatürde gerek finansal varlıkların, gerekse borsa endekslerinin volatilité düzeyinin ölçülmesine yönelik modellerin kurulması ve bu modellerin tahmin güçlerinin ölçülmesine yönelik olarak yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Buna karşın volatilité modellerinin performanslarının karşılaştırılması ile ilgili olarak literatürde netlik söz konusu değildir. Bu konudaki en önemli sorun ise volatilitenin gözlem veya başka bir yöntemle doğrudan görülebilmesinin mümkün olmamasıdır.

Fong (1997), çalışmasında SWARCH modelinin verileri standart ARCH modellerine göre daha doğru bir şekilde açıkladığını ve daha düşük bir volatilité ısrarcılığına sahip olduğunu göstermiştir. McMillian (2000), İngiltere borsasındaki volatilitiyi ölçmeyi hedefleyen çalışmasında, GARCH ve hareketli ortalamalar metodlarının çok daha iyi sonuçlar verdiğini bulmuştur. Siourounis (2002) çalışmasında, Yunan borsasında

negatif şokların günlük getiriler üzerinde asimetrik etkiye neden olduğu ve politik ve ekonomik belirsizliğin volatilitiyi arttırdığı sonucuna varmıştır. Buna karşın yüksek volatilité dönemlerinde serinin ortalamasının da değişmediğini belirlemiştir.

Singapur borsası volatilitésini A.B.D., İngiltere, Hong Kong ve Japonya borsaları volatiliteleri ile birlikte inceledikleri çalışmalarında Bala ve Pramatre (2004) GARCH modellerini kullanmışlardır. Araştırma, Singapur borsası ile diğer borsaların volatilitelerinin arasında yüksek derecede korelasyon olduğu sonucuna ulaşmıştır. Pan ve Zhang (2006), Çin'in Shanghai borsası için günlük volatilitiyi ölçmede GARCH T ve APARCH-N modelinin en uygun modeller olduğunu belirlemişlerdir. Leeves (2007), çalışmasında, Endonezya borsasında ARCH ve GARCH etkilerini 1990 ve 1999 yılları arası dönem için araştırmıştır. Günlük veriler kullandığı çalışmasında, ele alınan dönemde bu etkilerin varlığını tespit etmiştir. Parvaresh ve Bavaghar (2012), Tahran borsasında volatilitiyi ölçmeyi amaçlayan araştırmalarında CHARARCH modelinin bu iş için daha uygun bir model olduğunu belirlemişlerdir.

ARCH ve GARCH modellerini kullanarak finansal piyasalarda en doğru ve en iyi tahmini yapabilen volatilité tahmin modelini belirlemeye yönelik yapılan diğer bazı çalışmalar ise Kumar (2006), Alberg vd. (2008), Racicot ve Theoret (2010), Chand vd. (2012), Popovici (2015), Murari (2015) gibi araştırmacılara aittir. Bu çalışmalar sonucu kesin bir genelleme yapılamasa bile araştırmacılar en iyi tahmini veren modellerin GARCH ve EGARCH modelleri olduğunu ileri sürmektedirler.

Literatürde birçok araştırmacı SWARCH modellerini kullanarak başarılı çalışmalara imza atmışlardır. Cai (1994), A.B.D.'deki devlet tahvili getirilerinin volatilitésini analiz etmek için SWARCH modeli kullanmıştır. SWARCH modeli volatilitiyi ölçmenin yanı sıra birçok ekonomik ve

finansal zaman serisindeki değişimin modellenmesi için de araştırmacılar tarafından tercih edilmiştir. Bu çalışmalardan bazıları döviz kuru analizi (Engle ve Hamilton, 1990 ; Engle, 1994; Choudhry ve Hassan 2015), faiz oranları (Sola ve Drifill, 1994; Garcia ve Perron, 1996; Gray, 1996), vadeli işlem piyasaları (Chow, 1998) gibi alanlarda yapılmıştır.

Türkiye'de risk ve getiri yapısının belirlenmesi, volatilitenin modellenmesi ve tahminine yönelik çalışmalar 1990'lı yıllardan itibaren artış göstermiştir. Dağlı (1996), 1976-1992 dönemini kapsayan çalışmasında İMKB'nin risk ve getiri yapısını diğer bazı gelişmekte olan ülke hisse senedi piyasalarıyla karşılaştırarak incelemiştir. Araştırmanın sonucu en yüksek dördüncü getirinin ve en yüksek ikinci riskin İMKB'de olduğunu ortaya koymuştur. İlginç bir şekilde sonuçlar, oluşan bu yüksek riskin getiri ile telafi edilemediğini ortaya koymuştur.

Gökçe (2001), 1989-1997 dönemini kapsayan ve ARCH ailesine ait modeller kullanarak İMKB'deki volatilitiyi en iyi şekilde tahmin edecek modeli araştırmıştır. Araştırma sonuçları GARCH (1,1) modelinin bu konudaki en iyi model olduğunu belirlemiştir.

Özer ve Türkyılmaz (2004), 2001 krizinin Türk finansal piyasalarındaki etkilerini incelemeyi amaçladıkları çalışmalarında İMKB-100 Endeksi değerlerini ve Ocak 2000 ile Mart 2002 arasındaki A.B.D. Doları kuru değerlerini kullanmışlardır. Kriz öncesi sabit döviz kuru kullanıldığı için ARCH etkisine rastlayamayan araştırmacılar, İMKB-100 Endeksi getirisini modellemek içinse en iyi yöntemin EGARCH (1,1) modeli olduğunu belirlemişlerdir.

Mazıbaş (2005), birçok farklı simetrik ve asimetrik GARCH modeli kullanarak İMKB Bileşik, Mali, Hizmet ve Sınai Endeksleri'ndeki volatilitiyi ölçmeyi amaçlayan çalışmasında 1997-2004 yılları arasındaki döneme ait günlük, haftalık ve aylık verileri kullanmıştır. Çalışmanın sonucu haftalık ve aylık verilere dayalı

tahminlerin günlük verilere dayalı tahminlerden daha doğru sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmalara ek olarak, çeşitli dönemler için İMKB-100 Endeksi'nin volatilitisini modelleyerek en uygun yöntemin hangisi olduğunu bulmaya yönelik olarak yapılmış diğer bazı çalışmalara Akar'ın (2007), Sevüktekin ve Nargeleçekenler'in (2008), Atakan'ın (2009) ve Gürış vd.'nin (2011), Şahin vd.'nin (2015) ve Demir'in (2016) çalışmaları örnek olarak verilebilir.

3. METODOLOJİ

3.1. ARCH GARCH ve SWARCH Modelleri

ARCH modelleri, koşullu varyansın zamana bağlı olarak değişimine izin veren ve belirli bir zaman için serilerin varyansını tahmin etmeyi sağlayan yöntemlerdir. Bununla birlikte bu yöntem, koşulsuz varyansı sabit kabul etmektedir. Standart ARCH (q) modelleri aşağıdaki gibi gösterilebilir : (Engle, 1982)

$$r_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^m \phi_i r_{t-i} + u_t$$

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

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2$$

Yukarıdaki denklemlerde ;

r_t : XKURY endeksinin t anındaki logaritmik getirisini,

u_t : otokorelasyonsuz endeks getirisini,

h_t : r_t nin koşullu varyansını,

ε_t : birbirinden bağımsız dağılılan rassal değişkenleri göstermektedir.

Engle, Lilien ve Robins (1987), ortalama denklemine koşullu varyansın açıklayıcı

değişken olarak eklendiği ARCH-M (Ortalamada Otoregresif Şartlı Değişen Varyans) modelini geliştirmişlerdir. Bu modelin ARCH modelinden en önemli farkı, değişen koşullu varyansların hata terimi aracılığıyla dolaylı olarak değil de doğrudan denkleme girerek koşullu varyansın ortalamaya olan etkisini incelemesidir. Kısaca bu modelin koşullu ortalaması koşullu varyansa bağlıdır.

ARCH modeli çok basit olmasına karşın volatilité sürecinin yeterli bir şekilde tanımlanabilmesi için çok sayıda parametrenin kullanılması gerekmektedir (Tsay, 2002: 93). ARCH modellerinde tahmin yapılırken hata teriminin gecikmesinin modelde yer alması ve çok sayıda parametrenin tahminini gerektirmesi bakımından yaşanan zorluklarından dolayı Genelleştirilmiş ARCH (GARCH) modeli Bollerslev (1986) tarafından geliştirilmiştir. Genel olarak GARCH (p,q) modeli :

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \gamma_j h_{t-j}$$

olarak gösterilebilir. GARCH (1,1) modelinin pek çok ekonomik zaman serisine uygulanması mümkündür ve ayrıca model, çeşitli yöntemlerle genişletilebilir ve düzenlenebilir. Yani GARCH (1,1) modeli gecikme terimlerinin eklenmesiyle GARCH (p,q) modeline genişletilebilir (Kendirli ve Karadeniz, 2012 : 99). GARCH modelleri sadece volatilitenin ölçüsü olarak değil, aynı zamanda volatilité üzerinde şokların etkisinin kalıcı olup olmadığını gösteren bir araçtır.

GARCH modelleri ilk geliştirildikleri dönemden bu yana önemli değişikliklere maruz kalmışlardır. Bunun nedeni yapılan değişikliklerle modellerin sorunlarının giderilmeye çalışılmasıdır. Yapılan ampirik çalışmalarda, riskli varlıkların getirisiyle ilgili kötü haberlerin iyi haberlere nazaran gelecekte daha büyük volatilitéye neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. "Kaldıraç etkisi" olarak bilinen bu etkiyi simetrik GARCH modelleriyle öngörmek olası değildir. Kaldıraç etkisinin temel nedeni, hisse senedinin borsa fiyatındaki düşüşün

firmanın borç oranını yükselterek firmanın riskini arttırması, bunun da volatilitenin artmasına yol açmasıdır (Kutlar ve Torun, 2013: 8). Bu nedenle kaldıraç etkisini göz önünde bulunduran ve volatilitenin asimetrik özelliklerini kapsaması için geliştirilen birçok GARCH modeli bulunmaktadır. Bunların başlıcaları şöyledir: Engle (1990) tarafından geliştirilen Asimetrik GARCH (A-GARCH) modeli, Nelson (1991) tarafından geliştirilen Üstel GARCH (E-GARCH) modeli, Glosten, Jagannathan ve Runkle (1993) tarafından geliştirilen GJR-GARCH modeli, Sentena (1992) tarafından geliştirilen kuadratik GARCH (Q-GARCH) modeli ve Zokaian'ın (1994) geliştirdiği eşik GARCH (T-GARCH) modelidir.

ARCH ve GARCH modelleri volatilitenin tahminlerinde sıklıkla kullanılmakla birlikte, bu modellerin zayıf öngörü performansı, yani koşullu volatilitenin olduğundan daha büyük tahmin edilmesi gibi nedenlerden dolayı SWARCH modelleri geliştirilmiştir. Bazı araştırmacılar, ARCH ve GARCH modellerinin sürecin içinde varolan yapısal değişimlerden kaynaklandığını savunmaktadırlar (Lamoureux ve Lastrapes, 1990). Bu nedenle, modellerde yapısal değişimlere veya rejim değişimlerine olanak veren bir volatilitenin modeli kullanmak gerekmektedir. ARCH ve GARCH modellerinin zaman içinde değişen model spesifikasyonu şu şekilde gösterilebilir : (Bautista, 2003).

$$r_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^s \phi_i r_{t-i} + e_t$$

$$e_t = u_t \sqrt{g(s_t)}$$

$$u_t = h_t^{1/2} \varepsilon_{\varepsilon, N(0,1)}$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2$$

Yukarıdaki denklemlerde, s_t Markov zinciriyle ifade edilen, gözlemlenemeyen rassal değişkenleri, yani volatilitenin durumunu gösterir. Kısaca bu denklemler

markov dönüşümlü (markov switching) ya da dönüşümlü (switching) ARCH (SWARCH (k,q)) modeli olarak adlandırılır. $g(s_t)$ ARCH modelindeki sabit varyans faktörüdür. Ayrıca, söz konusu denklemlerde; r_t , ortalama günlük endeks getirisini, r_{t-i} , i dönem önceki günlük endeks getirisini, $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_i$ koşullu varyans denklemine ait parametreleri, h_t koşullu varyansı, göstermektedir.

4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ VE BULGULAR

Finansal piyasalarda risk faktörlerinden olan volatilitenin piyasalarda yatırım kararları alınırken dikkate alınması gerekmektedir. Bu araştırmanın amacı, Borsa İstanbul Kurumsal Yönetim Endeksi'nin (XKURY), piyasalarda oluşan herhangi bir hareketlenme veya asimetrik bilgi akışı sonucu volatilitenin etkilenip etkilemeyeceğinin ortaya konulmasıdır. Ayrıca, XKURY endeksinin volatilitenin durumunun da değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada 03.03.2014 ile 10.03.2017 tarihleri arası Borsa İstanbul Kurumsal Yönetim Endeksi (XKURY) günlük kapanış verileri kullanılmıştır. Endeks günlük kapanış verileri finans.mynet.com adlı internet sitesinden grafik üzerinden toplanmıştır. Finansal zaman serileri yüksek frekanslı ve uzun hafızalı veriler olduklarından kendilerine özgü özellikleri vardır. Bu nedenle bu verilere uygun modeller kullanılmalıdır. Çalışmada XKURY günlük verilerinin volatilitenin tahmin edilmesi ve tahminlerin öngörü performanslarının değerlendirilmesi için ARCH, GARCH ve SWARCH tipi modeller kullanılmıştır.

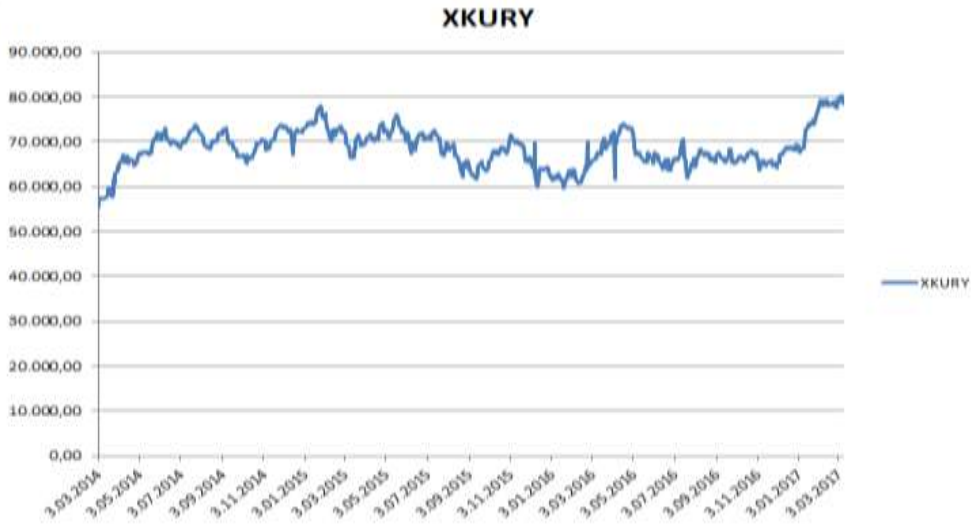
Çalışmamızın bulgularına geçmeden önce Borsa İstanbul Kurumsal Yönetim Endeksi'nin (XKURY) genel özelliklerinden bahsetmekte fayda

görüyoruz. XKURY'de yer alan şirketler kurumsal yönetim ilkelerini en iyi şekilde uygulayan ve derecelendirme şirketleri tarafından bu ilkelere uyma notu 10 üzerinden en az 7 olan şirketlerden oluşmaktadır. Dolayısıyla bu endeks Borsa İstanbul'da yer alan birçok endekse göre daha istikrarlı ve daha az volatil bir seyir izlemektedir. Şekil 1'de çalışma dönemimiz olan 03.03.2014 ile 10.03.2017 dönemi için XKURY endeksinin genel seyri görülmektedir. Bu dönemde genel anlamda XKURY kapanış değerleri 60.000 ile 80.000 arasında bir seyir izlemiştir. 03.07.2014 ile 03.07.2015 arasındaki bir yıllık dönemde ise endeks 70.000 değeri etrafında daha yatay bir seyir izlemiştir. Bu tarihten 03.05.2016 tarihine kadar endeks 60.000 ile 70.000 arasında hafif volatil bir şekilde gidip gelmiştir. 03.01.2017 tarihinden itibaren ise endeks yükseliş trendine girmiş ve 03.03.2017 itibarıyla 80.000 rakamına ulaşmıştır. XKURY'yi volatilitenin açısından değerlendirmek

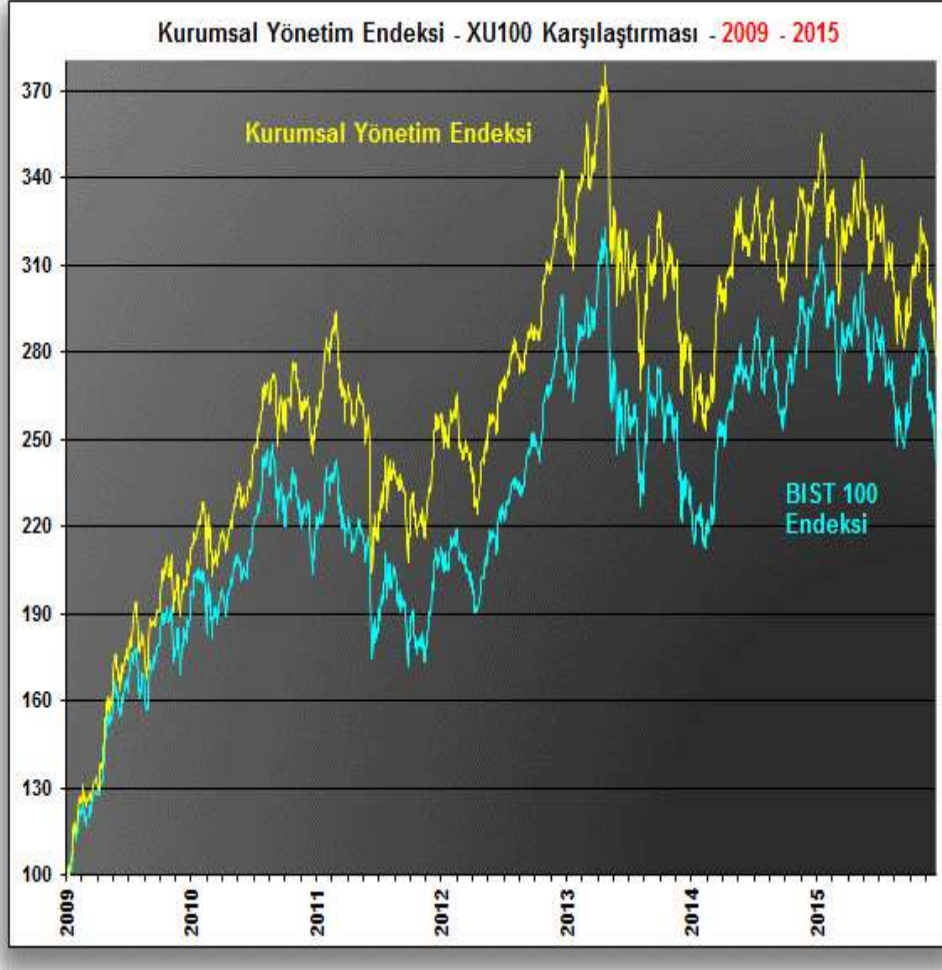
gerekirse Şekil 1'den de görüldüğü üzere endeks çok volatil bir seyir izlememiştir.

Grafik 1'de ise Borsa İstanbul (BIST) 100 ile XKURY endekslerinin 2009-2015 dönemi için karşılaştırmalı getiri grafiği yer almaktadır. XKURY volatilitenin açısından istikrarlı bir seyir izlerken aynı zamanda Borsa İstanbul (BIST) 100 endeksine göre anılan dönem için çok daha iyi bir getiri sağlamıştır. XKURY bu dönemde %278 artış kaydederken, BIST 100 endeksinin getiri oranı %243 olarak gerçekleşmiştir. Bu da bize kurumsal yönetim ilkelerine önem veren firmaların daha istikrarlı olduğu kadar daha iyi de bir getiri performansı sergilediklerini göstermektedir.

Şekil 1: 03.03.2014 ile 10.03.2017 Dönemi Arasında XKURY Endeksinin Genel Seyri



Grafik 1: Borsa İstanbul (BIST) 100 ile XKURY Endekslerinin 2009-2015 Dönemi için Karşılaştırmalı Getiri Grafiği



Modellerimizde kullanılmak üzere Borsa İstanbul Kurumsal Yönetim Endeksi'nin (XKURY) günlük getirisi için r_t , $r_t = 100 \times [\ln(XKURY_t) - \ln(XKURY_{t-1})]$ logaritmik dönüşümü yapılmıştır. Çalışmada ARCH(1), ARCH (2), GARCH (1,1), SWARCH (2,2) ve SWARCH (3,2) modelleri kullanılmış ve XKURY için en uygun modelin SWARCH (2,2) modeli olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan veri seti zaman serisi olduğu için, ARCH, GARCH ve SWARCH modelleri tahmininden önce durağanlık testi

yapılması gerekmektedir. Durağanlık testlerinde yaygın şekilde birim kök testleri kullanılmaktadır. Bu testlerin amacı serinin birim kök içerip içermediğini belirlemektir. Eğer seri birim kök içeriyorsa o serinin durağan olmadığı sonucuna varılır.

Yapılan durağanlık testi sonuçları Tablo 1'e aktarılmış ve XKURY getiri serisine ilişkin ADF test istatistikleri ve PP testi sonuçlarına göre serinin %5 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1 : XKURY Endeksi Birim Kök Testi Sonuçları

	Augmented Dickey Fuller (ADF) Testi		Philips Perron (PP) Testi	
	ADF Değeri	p-Olasılık	PP Değeri	p-Olasılık
XKURY	-31.4217	0.0017	-32.1011	0.0010

Tablo 2: XKURY Endeksi İçin Alternatif ARCH, GARCH ve SWARCH Modelleri Tahmini

Değişken	ARCH (1)	ARCH (2)	GARCH (1,1)	SWARCH (2,2)	SWARCH (3,2)
Ortalama Denklemi					
$r_t = \phi_0 + \phi_1 r_{t-1} + \varepsilon_t$					
Sabit	0.527*	0.728*	0.933*	0.610*	0.512*
r_{t-1}	0.144*	0.224*	0.361*	0.172*	0.183*
Varyans Denklemi					
$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_2 h_{t-1} + \alpha_3 v_t$					
Sabit	0.293*	0.329*	0.946*	0.870*	0.961*
u_{t-1}^2	0.231*	0.189*	0.109*	0.077**	0.358**
u_{t-2}^2		0.172*			0.125*
u_{t-3}^2					0.213*
h_{t-1}			0.738*		
p_{11}				0.972*	0.965*
p_{22}				0.941**	0.968*
p_{33}					0.973**
g_2				5.532*	3.714*
g_3					14.973**
AIC	-1712,648	-1716,091	-1706,21	-1721,264	-1713,495
SIC	-1793,033	-1727,121	-1718,51	-1799,671	-1728,362
*Tahmin edilen katsayı % 1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel anlamlıdır.					
** Tahmin edilen katsayı %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel anlamlıdır.					

Tablo 3 : Model Yapılarına Ait Hesaplanan Israrcılık Değerleri

Model Tipi	Parametre Sayısı	AIC	SC	Israrcılık Katsayısı (Persistence)
ARCH(1)	4	-1712,648	-1793,033	0,231
ARCH (2)	5	-1716,091	-1727,121	0,361
GARCH (1,1)	5	-1706,21	-1718,51	0,847
SWARCH (2,2)	8	-1721,264	-1799,671	0,077
SWARCH (3,2)	9	-1713,495	-1728,362	0,696

Tablo 2'de Borsa İstanbul Kurumsal Yönetim Endeksi (XKURY) için yapılan alternatif ARCH, GARCH ve SWARCH modellerinin maksimum olabilirlik yöntemiyle elde edilmiş tahmin sonuçları yer almaktadır. Bir koşullu değişen varyans modelinin en uygun model olarak birtakım şartlara sahip olması gerekmektedir. Bunlar, en küçük Akaike Bilgi Kriteri (AIC) (Akaike, 1976) ve Schwarz Bilgi Kriteri'ne (SIC) (Schwarz, 1978) sahip olması, parametrelerin anlamlı çıkması, parametre kısıt koşullarının sağlanması, varyans denklemi katsayılarının pozitif olması ve bu katsayıların toplamının birden küçük çıkmasıdır (Çabuk, Özmen ve Kökçen, 2011 : 15).

Kurumsal yönetim Endeksi'nde (XKURY) volatilitenin etkisini değerlendirebilmek için ARCH, GARCH ve SWARCH modelleri kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerin yer aldığı Tablo 2 değerlendirildiğinde AIC ve SIC bilgi kriterlerine göre SWARCH (2,2) modelinin, endeksin volatilitenin modellenmesinde en iyi sonucu verdiği söylenebilir. Modeller değerlendirilirken çeşitli gecikme sayıları kullanılarak olası durumlar değerlendirilmiş ve en uygun ve anlamlı modeller Tablo 2'ye aktarılmıştır. GARCH (1,1) modelinde yani koşullu varyans denkleminde, ısrarcılık değerleri her bir model için hesaplanmış ve Tablo 3'e aktarılmıştır. ϕ katsayısı ARCH etkisini, α katsayısı ise GARCH etkisini göstermektedir. $(\phi + \alpha)$ değeri ise geçmiş dönemdeki değişimlerin etkisinin şimdiki dönemdeki volatiliteye veya değişime etkisini göstermektedir.

Yani Tablo 2'den hareketle;

$$(\phi + \alpha) = 0.109 + 0.738 = 0.847$$

olarak hesaplanmıştır.

$(\phi + \alpha)$ toplamının 1'den küçük olması serinin durağanlık özelliği gösterdiğini ve volatilitenin tahmininin mümkün olduğu anlamına gelmektedir. Yani bu sonuç bize parametrelerin pozitif olma kısıtını

sağladığı ve bu parametrelerin anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu toplam 1'e yaklaştıkça XKURY endeksinde meydana gelen herhangi bir şokun etkisinin uzun süreli olacağı veya yarılanma süresinin uzun zaman alacağı anlaşılmaktadır. Daha açık bir ifadeyle, XKURY endeksinde herhangi bir şok veya asimetrik bilgi söz konusu olduğunda, bu şokun endeks üzerindeki etkisini görmek zaman alabilmektedir.

Bununla birlikte;

$$1 - 0.109 - 0.738 = 0.153 < 1$$

şeklinde hesaplanan sonuç ise XKURY serisinde şokun etkisinin geçici olup olmadığını ölçmek için kullanılmaktadır. 0.153 değeri, şokun etkisinin geçici olduğunu göstermekle birlikte, sonucun 1'den oldukça küçük değer alması, şokun yarılanma süresinin veya etkisinin azalmasının uzun zaman alacağı anlamına gelmektedir (Adlığ, 2009). Modelden görüleceği üzere cari dönem volatilitenin üzerindeki değişkenliğin yaklaşık % 10,9'luk kısmı beklenmeyen getiriler ve geçmiş dönem şoklarından ve yaklaşık %73,8'lik kısmı ise önceki dönem koşullu varyansından kaynaklanmaktadır.

Tablo 2'deki özet istatistiklerden ve Tablo 3' den hareketle ARCH ve GARCH modelleri için oldukça yüksek olan $(\phi + \alpha)$ toplamının SWARCH modelleri için çok daha düşük olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle GARCH (1,1) değeri 0.847 olarak bulunmuş ve şokların uzun süreli etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. SWARCH (2,2) için ise bu değer 0.077'e, SWARCH (3,2) için 0.696'ya düşmüştür. SWARCH modelleri sayesinde şokların uzun süreli etkisi gerilemiştir. Bu ısrarcılık değerleri, yani şokların etkisinin kalıcı olup olmadığı değerlendirildiğinde, SWARCH(2,2) modelinin en uygun model olduğu sonucuna varılabilir. Sistemdeki volatilitenin yarılanma sürelerine yönelik araştırmalar sayesinde yatırımcılar olası bir şok durumunda yatırımlarını hangi finansal piyasalara yönlendirebileceklerine dair ipucu elde edebilmektedirler. Çünkü bir

endekste meydana gelen fiyat anomalisi şok öncesi seviyesine geldiğinde diğer bir endekste şokun etkisi halen devam etmektedir. Böylece yatırımcılar için piyasalar arası aynı nitelikteki finansal araçlarla arbitraj imkânı doğmaktadır.

Bu sonuçları değerlendirmek gerekirse Borsa İstanbul Kurumsal Yönetim Endeksi'nde (XKURY) kısa vadeden ziyade uzun vadeli volatilitenin varlığı tespit edilmiştir. Bu durum aslında biraz da XKURY'nin yapısından kaynaklanmaktadır. 2007 yılında hesaplanmaya başlanan bu endekste Mart 2017 itibarıyla 50 şirket yer almaktadır. Bu endeks kurumsal yönetimi en iyi uygulayan firmalardan oluşmaktadır. Zira bu şirketler bu endekste yer alabilmek için SPK tarafından lisanslandırılan derecelendirme kuruluşları tarafından her yıl derecelendirme notlamasına tabi tutulmaktadır. Bunun sonucunda da XKURY'de etkin bir piyasanın özellikleri görülmekte, şeffaflık ilkesi gereği bu endeks piyasaya gelen haberleri diğer endeks piyasalarına göre daha kısa bir zamanda, daha net, daha doğru ve anlaşılır bir biçimde yansıtmaktadır. Bu nedenle, bu endekste volatilitenin, diğer birçok endekse göre kısa bir dönem aralığında değil de daha uzun vadeli olarak görülmekte, bu durum da spekülasyona dayalı kar oranı olasılığını azaltmaktadır.

5. SONUÇ

Bilindiği gibi volatilitenin kısa zaman döneminde finansal varlık getirilerinde belirli ortalamalardan sapmalar anlamına gelmektedir. Temel nedenlerden uzak gerçekleşen bu yapay dalgalanmalar işlem hacmine olumsuz etki yapmaktadır. Özellikle belirsizliğin artış gösterdiği böyle dönemlerde, ekonomik ve sosyal beklentiler piyasalarda volatilitenin artışlarına neden olmaktadır. Meydana gelen yüksek volatilitenin küçük yatırımcıyı piyasadan uzaklaştırmakta, spekülörlere haksız kazanç sağlamakta, uzun vadeli yatırımcılardan ziyade kısa vadeli yatırımcıları piyasalara çekmektedir.

Piyasaların derinleşmesi ve istikrara kavuşması için volatilitenin minimize edilerek makul ve istikrarlı bir yapıya kavuşturulması önemlidir. Bu nedenle gerekli güven ortamının sağlanması, yatırımcıların elindeki atıl durumdaki fonların sermaye piyasalarına aktarımının sağlanması ve şeffaflığı arttıracak şekilde yatırımcılara yönelik bilgi akışının artırılması gerekmektedir.

Risk ve getiri kavramları volatilitenin tespitinde rol oynayan temel kavramlardır. Durağan dönemlerde aynı seyreden zaman serilerinin, belirsizlik, özellikle de kriz dönemlerinde büyük oynaklıklar göstermesi nedeniyle sabit varyans olanaksız hale gelmiştir. Böylece de finansal serilerde geleneksel zaman serisi modellerinin kullanılması mümkün olmaktan çıkmış ve değişen varyansın modellenmesine imkan sağlayan çeşitli ekonometrik zaman serileri geliştirilmiştir.

Bu çalışmada koşullu değişen varyans modelleri olarak da bilinen ARCH, GARCH ve Markov dönüşümlü ARCH (SWARCH) modelleri kullanılarak Borsa İstanbul Kurumsal Yönetim Endeksi'ndeki (XKURY) volatilitenin modellenmeye çalışılmıştır. Yapılan analizler sonucunda Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Schwartz Bilgi Kriteri (SIC) değerlendirme sonuçlarına göre SWARCH (2,2) modelinin, XKURY endeksinin günlük getiri serisindeki volatilitenin modellenmesinde en iyi sonucu veren model olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca XKURY endeksinde kısa vadeden ziyade uzun vadeli volatilitenin varlığı tespit edilmiştir. Bu sonuca ek olarak çalışmamız, XKURY endeksinin volatilitenin Borsa İstanbul çatası altındaki birçok endeksten daha düşük olduğunu göstermiştir. Nitekim Şahin vd. (2005) de, bu sonucu destekler nitelikte 2007 ile 2013 dönemleri arasında XKURY endeksinin volatilitenin BIST 100 endeksinin göre daha düşük seviyede gerçekleştiği sonucuna ulaşmışlardır.

Çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde bulgularımızın, literatürde yapılan birçok çalışmanın

sonuçlarıyla paralellik gösterdiği söylenebilir. Bu bağlamda SWARCH modellerinin finansal zaman serilerindeki volatilitiyi ARCH ve GARCH modellerinden daha başarılı bir şekilde açıkladığına dair literatürdeki bir takım bulguları destekleyen bir sonuca varılmıştır. Literatürdeki bu yöndeki çalışmalara örnek olarak Engle ve Hamilton'ın (1990), Engle'in (1994), Sola ve Drifill'in (1994), Garcia ve Perron'un (1996), Gray'in (1996) ve Chow'un (1998) ve Demir'in (2015) yapmış olduğu çeşitli çalışmalar örnek verilebilir. Yani bu çalışmamızda volatilité modellemesinde, ARCH tipi modeller yerine SWARCH tipi modellerin kullanılmasının daha iyi sonuçlar verdiği

bulgusuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda araştırmacılar volatilité tahmininde bulunurken SWARCH tipi modelleri alternatif olarak değerlendirebilirler.

İleriye yönelik çalışmalara bir öneri olması açısından ise sadece Kurumsal Yönetim Endeksi (XKURY) değil, Borsa İstanbul çatısı altındaki diğer endekslerin de volatilitelerinin ölçümüne yönelik çalışmalar yapılabilir. Hatta bu endekslerin volatiliteleri birbirleriyle karşılaştırılabilir. Buna ek olarak araştırmacılar, Borsa İstanbul'daki endekslerin yanı sıra diğer gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerin borsa endekslerinin volatilitelerini de ölçerek bu endeksleri birbirleriyle karşılaştırabilirler.

KAYNAKÇA

- ADLIĞ, G. Ş. (2009). "Finansal Piyasalarda Ardışık Bağlanımlı Koşullu Varyans Etkileri, Oynaklık Tahmini ve Türkiye Üzerine Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üni. Sosyal Bil. Enst.
- AKAIKE, H. (1976). "Canonical Correlation Analysis of Time Series and the Use of an Information Criterion" in Raman K. Mehra and Dimitri G. Lainiotis, (eds.), System Identification: Advances and Case Studies, New York: Academic Press.
- ALBERG, D., HAIM, S ve RAMI, Y. (2008). "Estimating Stock Market Volatility Using Asymmetric GARCH Models". Applied Financial Economics, 28: 1201-1208.
- ATAKAN, T. (2009). "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Değişkenliğin (Volatilitenin) ARCH-GARCH Yöntemleri İle Modellenmesi". Yönetim Dergisi, 62, 48-61.
- BALA, L. ve GAMINI, P. (2004). "Stock Market Volatility: Examining N. America, Europe and Asia". Econometric Society 2004 Far East Meeting, No: 479.
- BAUTISTA, C.C. (2003). "Stock Market Volatility in the Philippines". Applied Economics Letters, 10: 315-318.
- BOLLERSLEV, T. (1986). "Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity". Journal of Econometrics, 31: 307-327.
- CAI, J. (1994). "A Markov Model of Switching-regime ARCH." Journal of Business and Economic Statistics, 12: 309-316.
- CHAND, S., KAMAL, S ve IMRAN, A. (2012). "Modeling and Volatility Analysis of Share Prices Using ARCH and GARCH Models". World Applied Sciences Journal, 19(1): 77-82.
- Choudhry, T. and Hassan, S. S. (2015). Exchange Rate Volatility and UK Imports from Developing Countries: Effect of the Global Financial Crisis. *Proceedings of the Second European Academic Research Conference on Global Business, Economics, Finance and Banking (EAR15Swiss Conference)* ISBN: 978-1-63415-477-2 Zurich-Switzerland, 3-5 July, 2015 Paper ID: Z594.
- CHOW, Y. F. (1998). "Regime Switching and Cointegration Tests of the Efficiency of Futures Markets".

- The Journal of Futures Markets, 18: 871-901.
12. ÇABUK, A.H., ÖZMEN, M. ve KÖKCEN, A. (2011). "Koşullu Varyans Modelleri: İMKB Serileri Üzerine Bir Uygulama". Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi. 15(2): 1-18.
 13. DAĞLI, H. (1996). Türkiye'nin Risk ve Getiri Açısından Gelişen Hisse Senedi Piyasaları Arasındaki Yeri. İşletme ve Finans Yayınları.
 14. DEMİR, S. (2016). Modelling the Conjectural Effects of on Volatility in Emerging Markets: Comparison Between GARCH Models and Markov Switching (MS) Model. *Proceedings of the International Conference of Strategic Research in Social Science and Research*. 14-16 October, 2016, Antalya.
 15. DICKEY, D.A. ve FULLER, W.A. (1979). "Autoregressive Time Series with a Unit Root". Journal of the American Statistical Association, 74: 427-431.
 16. ENGLE, C. (1994). "Can the Markov Switching Model Forecast Exchange Rates?". Journal of International Economics, 36: 151-165.
 17. ENGLE, C. ve HAMILTON, J. D. (1990). "Long Swings in the Dollar: Are they in the Data and Do Markets Know it?". American Economic Review, 80: 689-713.
 18. ENGLE, R. F. (1982). "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation". *Econometrica*, 50: 987-1007.
 19. ENGLE, R. F., LILIEN, M. D. ve ROBINS, P.R. (1987). "Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The Arch-M Model". *Econometrica*, 55(2): 391-407.
 20. FONG, W.M. (1997). "Volatility Persistence and Switching ARCH in Japanese Markets". *Financial Engineering and the Japanese Markets*, 4: 37-57.
 21. GARCIA, R. ve PERRON, P. (1996). "An Analysis of the Real Interest Rate Under Regime Shifts". *The Review of Economics and Statistics*, 78: 111-125.
 22. GLOSTEN, L. R., JANANNATHAN, R. ve RUNKLE, D. (1993). "On the Relation Between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks". *Journal of Finance*, 48: 1779-1801.
 23. GÖKÇE, A. (2001). "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Getirilerindeki Volatilitenin ARCH Teknikleri ile Ölçülmesi". *Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi*, 36.
 24. GRAY, S. F. (1996). "Modelling the Conditional Distribution of Interest Rates as a Regime-switching Process". *Journal of Financial Economics*, 42: 27-62.
 25. GÜRİŞ, S. ve SAÇAKLI, S.İ. (2011). "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Hisse Senedi Getiri Volatilitelerinin Klasik ve Bayesyen GARCH Modelleri İle Analizi". *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13: 153-172.
 26. HAMILTON, J. D. ve SUSMEL, R. (1994). "Autoregressive Conditional Heteroskedasticity and Change in Regime". *Journal of Econometrics*, 64: 307-333.
 27. KENDİRLİ, S. ve KARADENİZ, G. (2012). "2008 Kriz Sonrası İMKB 30 Endeksi Volatilitelerinin Genelleştirilmiş ARCH Modeli ile Tahmini". *KSÜ Sosyal Bilimler Dergisi*.
 28. KUMAR, S. S. S., (2006). "Forecasting Volatility – Evidence from Indian Stock and Forex Markets". *Indian Institute of Management Kozhikode*, <http://dspace.iimk.ac.in/bitstream/2259/289/1/ForecastingVolatility.pdf> (Erişim Tarihi: 18.03.2017).

29. KUTLAR, A. ve TORUN, P. (2013). "İMKB 100 Endeksi Günlük Getirileri İçin Uygun Genelleştirilmiş Farklı Varyans Modelini Seçimi". Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (42):1-24.
30. LAMOUREUX, C. G. ve LASTRAPES, W.D. (1990). "Persistence in Variance, Structural Change and the GARCH Model". Journal of Business and Economic Statistics, 8: 225-234.
31. LEEVES, G. (2007). "Asimetric Volatility Of Stock Returns During The Asian Crisis: Evidence From Indonesia". International Review Of Economics And Finance, 16: 272-286.
32. MAZIBAŞ, M. (2005). "İMKB Piyasalarındaki Volatilitenin Modellenmesi ve Öngörülmesi: Asimetrik Garch Modelleri İle Bir Uygulama". VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, İstanbul Üniversitesi, 26-27 Mayıs.
33. MCMILLIAN, D., SPEIGHT, A. ve APGWILYM, O. (2000). "Forecasting UK Stock Market Volatility". Applied Financial Economics, 10, 435-488.
34. MURARI, K. (2015). "Exchange Rate Volatility Estimation Using GARCH Models, with Special Reference to Indian Rupee Against World Currencies". IUP Journal of Applied Finance. (21): 1, 22-37.
35. NELSON, D. (1991). "Conditional Heteroscedasticity in Asset Returns: A New Approach," *Econometrica*, 59: 347-370.
36. ÖZER, M. ve TÜRKYILMAZ, S. (2004). Türkiye Finansal Piyasalarında Oynaklıkların ARCH Modelleri ile Analizi. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, No:1593, Eskişehir.
37. PAN, H. ve ZHANG, Z. (2006). "Forecasting Financial Volatility: Evidence From Chinese Stock Market", Working Paper In Economics and Finance, No:06/02, 1-29.
38. PARVARESH, M. ve BAVAGHAR, M. (2012). "Forecasting Volatility in Tehran Stock Market with GARCH Models". Journal of Basic and Applied Scientific Research, 2(1), 150-155.
39. PHILLIPS, B.C.P. ve PERRON, P. (1988). "Testing for a Unit Root in Time Series Refression". Biometrika, 75(2): 335-346.
40. POPOVICI, O. C. (2015). "A Volatility Analysis of the Euro Currency and the Bond Market". Financial Studies. (19): 1, 67-79.
41. RACICOT, F. E. ve RAYMOND, T. (2010). "Forecasting Stochastic Volatility Using The Kalman Filter: An Application to Canadian Interest Rates and Price-Earnings Ratio". The Ieb International Journal of Finance, 2010 (1): 28-47.
42. SCHWARZ, G. (1978). "Estimating the Dimension of a Model". Annual of Statistics, 6: 461-464.
43. SENTENA, E., (1992). Quadratic ARCH Models. A Potential Interpretation of ARCH Models, London School of Economics Financial Markets Study Group Discussion Paper.
44. SEVÜKTEKİN, M. ve NARGELEÇEKENLER, M. (2008), "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Getiri Volatilitésinin Modellenmesi ve Önraporlanması". Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 61: 243-265.
45. SIOUROUNIS, G.D. (2002). "Modelling Volatility and Testing for Efficiency in Emerging Capital Markets: The Case of The Athens Stock Exchange". Applied Financial Economics, 12: 47-55.
46. SOLA, M. ve DRIFFIL, J. (1994). "Testing the Term Structure of Interest Rates Using a Stationary Vector Autoregression with Regime Switching". Journal of Economic Dynamics and Control, 18: 601-628.

47. ŞAHİN, Ö., ÖNCÜ, M.A. ve SAKARYA, Ş. (2015). "BIST 100 ve Kurumsal Yönetim Endeksi Volatilitelerinin Karşılaştırmalı Analizi". C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. (16): 2, 107-126.
48. TSAY, S. R. (2002). Analysis of Financial Time Series. New York: John Wiley & Sons, Inc.
49. ZOKAIAN, J.M. (1994). "Threshold Heteroscedastic Models". Journal Of Economic and Dynamic Control, 18: 931-55.