

BORSA İSTANBUL SEKTÖR ENDEKSLERİNİN VOLATİLİTE MODELLEMESİ

Ayben Koy*

Samiye Ekim†

ÖZET

Pay piyasalarında yatırımcıların karar almalarını etkileyen önemli bir gösterge olan volatilité, akademik finans literatüründe geniş bir çalışma alanı oluşturmaktadır. Çalışmada, BİST Banka, BİST Hizmetler, BİST Sınai ve BİST Ticaret endekslerinin 2011 - 2014 yılları arasındaki günlük kapanış fiyatlarından elde edilen zaman serilerine Genelleştirilmiş ARCH ailesi modelleri (GARCH-EGARCH-TARCH) uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, çalışmada kullanılan her sektör endeksi için farklı ARMA(p,q) düzeylerde ARCH etkisi mevcuttur ve en iyi sonuç veren model sektöre göre değişmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sektör Pay Endeksleri, Volatilité, GARCH, EGARCH, TGARCH

JEL Sınıflandırması: G10, G11, C58

* İstanbul Ticaret Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Bankacılık ve Finans Lisans Programı, Ar. Gör. Dr.

† Adıyaman Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Ar. Gör.

MODELLING THE VOLATILITY OF ISTANBUL STOCK EXCHANGE SECTOR INDEXES

ABSTRACT

Volatility which is an important indicator for the investors who invest in equity markets, keep a large area in finance literature. In this study, Generalized ARCH-type models (GARCH-EGARCH-TARCH) are applied to the daily closing prices of ISE Banks, ISE Industrial, ISE Services, ISE Wholesale and Retail Trade Indices. The analyzing period is between 2011 and 2014. The results indicate that; ISE sector indexes have ARCH effects with different ARMA(p,q) levels and the best fitting model for modeling the volatility of ISE Sector Indexes varies to sector.

Key words: Sector Equity Indices, Volatility, GARCH, EGARCH, TGARCH

JEL Classification: G10, G11, C58

1. GİRİŞ

Modern Portföy Teorisi'ne göre rasyonel yatırımcı yatırım kararı alırken belirli bir risk seviyesinde maksimum getiriyi elde etmek ister veya belirli bir getiriyi minimum risk seviyesinde elde etmek ister. Bu nedenle piyasa risklerini gösteren bir öncü gösterge niteliğindeki volatilité, piyasa getirileri kadar yatırımcılar tarafından takip edilmektedir. Yatırımcıların riskten kaçınmak amacıyla, piyasada aşırı dalgalanmalar gözlemlendiğinde portföylerinde yeniden çeşitlendirmeye giderek farklı menkul kıymetlere yatırım yapmaları, bu çeşitlendirmeyi bazen de sektör değişikliğine giderek gerçekleştirmeleri beklenmektedir.

Kelime anlamı “oynaklık” olan volatilitenin finansal anlamı, herhangi bir değişkenin, belirli bir ortalama değere göre çok yüksek artış veya azalış

göstermesidir. Volatilitesi yüksek olan bir piyasada hem risk hem de muhtemel kazanç (ya da muhtemel kayıp) fazla olacaktır¹.

Herhangi bir endeksin sahip olduğu sektörde meydana gelebilecek bir kriz, o endeksin volatilitelerini arttırmasının ötesinde diğer endekslerin volatilitelerinde de artışa neden olabilmektedir. Örneğin, geçmişte olduğu gibi, bankacılık sektöründe meydana gelen bir kriz mali sektörü ve buna bağlı olarak da mali endeks volatilitelerini doğrudan etkilemektedir. Endeksler arasında volatiliteler geçişi olması durumunda diğer endeksler mali endeksten dolaylı olarak etkilenebilirler. Endeksler arasında volatiliteler geçişi olması da, yatırımcıların riski azaltmak için dikkate almaları gereken bir durumdur².

Volatilitenin tespiti ve yapısı, birçok çalışmaya esas oluştururken, sektör endeksleri üzerine yapılan çalışmalar, sektör seçimlerine göre farklılık arz etmektedir. Volatiliteler ile ilgili Borsa İstanbul üzerine yapılan çalışmaların çoğunun BİST100 endeksi üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu nedenle, üç ana endeks ve bir alt endeks üzerine yapılan çalışmamızın literatüre önemli bir katkı sağlaması amaçlanmıştır. Çalışmada, BİST Banka, BİST Hizmetler, BİST Sınai ve BİST Ticaret fiyat endekslerinin volatiliteler modellemesi yapılmıştır. Hizmet, sanayi ve ticaret üç ana sektörü oluştururken, bankalar ise Türk finans sisteminin en önemli yapı taşlarıdır. Aynı zamanda finans piyasasındaki kurumları temsil eden en eski endeks de BİST Banka'dır. Piyasaya gelen bilgilere hızlı cevap vermesi, banka pay senetlerinin fiyatlarında meydana gelen hızlı değişimler, piyasaya olumsuz bir haber geldiğinde önce banka pay senetlerinin ve banka endekslerinin değer kaybetmesi yönündeki bilgiler nedeniyle BİST Banka endeksini modellemek önemli hale gelmiştir.

¹ İbrahim Demir ve Erhan Çene, "İMKB 100 endeksindeki kaldıraç etkisinin ARCH modelleriyle iki alt dönemde incelenmesi", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, C:41, Sayı: 2, 2012, 214-226.

² Serap Duran, Asuman Şahin, "İMKB Hizmetler, Mali, Sınai ve Teknoloji Endeksleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi", *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, Sayı:1, 2006, 57-70.

1. LİTERATÜR

Uluslararası literatürde 1980’li yıllardan beri yerini bulmakla beraber Türkiye piyasalarına yönelik volatilité çalışmaları Gökçe (2001)³, Özer ve Türkyılmaz (2004)⁴, Mazıbaş (2005)⁵, Akgün ve Sayan (2005)⁶ ve Sarioğlu (2006)⁷ eserleriyle gelişmiş ve gelişmekte olan bir piyasa olan Borsa İstanbul üzerine yapılan çalışmalar günümüzde de önemini korumaya devam etmiştir. Çalışmanın bu bölümünde, ulusal ve uluslararası yatırımcıların takip ettiği önemli bir piyasa olan Borsa İstanbul’u yakın dönemde örneklem olarak alan başlıca çalışmalara yer verilmiştir.

Sevüktekin ve Nargeleçekenler (2006)⁸, 23 Ekim 1987 ile 31 Temmuz 2006 tarihleri arasında İMKB 100 günlük getiri volatilitésini modellemişlerdir. Çalışmanın sonucunda İMKB 100 endeksinin getiri serisi için Genelleştirilmiş Otoresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) (1,1) modeli, en uygun model olarak bulunmuştur. Çalışmalarında yine benzer bir dönemi, 1988-2006 dönemini ele alan Bildirici vd. (2007)⁹, belirsizliğin hakim oldu-

³ Atilla Gökçe, “İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Getirilerindeki Volatilitenin ARCH Teknikleri ile Ölçülmesi”, *İ.İ.B.F. Dergisi*, Gazi Üniversitesi, Sayı:1, 2001, 35-58.

⁴ Mustafa Özer ve Serpil Türkyılmaz, “Türkiye Finansal Piyasalarında Oynaklıkların ARCH Modelleri İle Analizi”, *TC Anadolu Üniversitesi Yayınları*, No:1593, 2004.

⁵ Murat Mazıbaş, “İMKB Piyasalarındaki Volatilitenin Modellenmesi ve Öngörülmesi: Asimetrik GARCH Modelleri ile Bir Uygulama”, VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, 26-27 Mayıs 2005, İstanbul Üniversitesi.

⁶ Işıl Akgün ve Hülya Sayan, “Forecasting Volatility in ISE-30 Stock Returns with Asymmetric Conditional Heteroscedasticity Models”, Symposium of Traditional Finance, Marmara Üniversitesi, Bankacılık ve Sigortacılık Yüksekokulu, 2005, İstanbul, Türkiye.

⁷ Serra Sarioğlu, “Değişkenlik Modelleri ve İMKB Hisse Senetleri Piyasası’nda Değişkenlik Modellerinin Kesitsel Olarak İrdelenmesi”, Yayınlanmış Doktora Tezi, Ünal Aysal Tez Değerlendirme Yarışma Dizisi, 2006.

⁸ Mustafa Sevüktekin, ve Mehmet Nargeleçekenler, “İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Getiri Volatilitésinin Modellenmesi ve Önraporlanması”, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, C:61, Sayı:4, 2006, 243-265.

⁹ Melike Bildirici, Sadiye Oktay ve Elçin Aykaç, “İMKB’de Getiri Değişkenliğinin Hesaplanmasında ARCH/GARCH Ailesi Modellerinin Kullanılması”, 8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2007.

ğu dönemlerde, ekonomik koşullar dikkate alındığında getiri volatilitésinin arttığını gözlemlemişlerdir. Çalışmada kullanılan Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) ve GARCH modelleri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Özden (2008)¹⁰, 04 Ocak 2000 ile 29 Eylül 2008 arası kapsayan çalışmasında İMKB Bileşik 100 endeksinin günlük getirilerini kullanmıştır. Getiri volatiliteleri ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH ile modellenmiş ve istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Diğer bir sonuç ise, olumlu ve olumsuz şoklar, volatilité üzerinde asimetrik etkiye sahip olduğuyken çalışmadaki en anlamlı model TGARCH (1,1)'tir. Aynı yıl Akar (2008)¹¹ tarafından yapılan çalışmada, İMKB-100, İMKB-50 ve İMKB30 endeksleri günlük getirilerinin volatilité ve otokorelasyon ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda getiri volatilitésıyla birinci dereceden otokorelasyonlar arasında aynı yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Uzun bir örneklem dönemini (1987-2008) araştıran Atakan (2009)¹² İMKB-100 Bileşik Endeksi volatilitésinin arch etkisi taşıdığı ve değişkenliğin tahmin edilmesinde kullanılacak en uygun modelin GARCH (1,1) olduğunu tespit etmiştir. Bunun yanı sıra çalışmada, kriz zamanlarında ve belirsizlik dönemlerinde İMKB-100 Endeksi getirisindeki değişkenliğin arttığı ve bu dönemlerde volatilité kümelenmelerinin gözlemlendiği sonucu elde edilmiştir.

Kıran (2010)¹³, "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda İşlem Hacmi ve Getiri Volatilitésini" çalışmasında, 1990-2008 dönemleri için, işlem hacmi ve İMKB 100 getiri volatilitésini arasındaki ilişki, GARCH, EGARCH ve TGARCH modellerine işlem hacmi ve haftanın günlerinin etkileri ilave edilerek araştırılmıştır. GARCH ve TGARCH modellerin tahmin sonuçları,

¹⁰ Ünal Halit Özden, "İMKB Bileşik 100 Endeksi Getiri Volatilitésinin Analizi", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C:7, Sayı:13, 2008, 339-350.

¹¹ Cüneyt Akar, "Hisse Senedi Getirilerinde Volatilité ve Otokorelasyon İlişkisi: EAR-GARCH Modeli" *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, C:7, Sayı: 23, 2008, 134-142.

¹² Tülin Atakan, "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Değişkenliğin (Volatilitésinin) ARCH-GARCH Yöntemleri ile Modellenmesi", *Yönetim Dergisi*, Sayı: 3, 2009, 48-61.

¹³ Burcu Kıran, "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda İşlem Hacmi ve Getiri Volatilitésini". *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, C:11, Sayı: 1, 2010, 98-108.

işlem hacminin getiri volatilitesi üzerindeki etkisinin anlamlı olduğunu fakat pozitif olmadığını göstermektedir. Bulgular, getiri volatilitesinde haftanın günleri ve kaldıraç etkisinin var olduğuna işaret etmektedir.

Demir ve Çene (2012)¹⁴, çalışmalarında, 04 Kasım 2002 ile 25 Kasım 2011 dönemindeki İMKB 100 endeksindeki kapanış değerleri kullanılarak, dönem iki alt döneme ayrılmış ve kurulan çeşitli ARCH modelleri yardımıyla, dönemler arasında yapısal olarak bir farklılığın olup olmadığı kaldıraç etkisi yardımıyla incelenmiştir. Denenen ARCH modellerinden C-ARCH ve PARARCH modelleri anlamsız sonuç verirken, GARCH, EGARCH ve TARARCH modelleri kullanılarak modeldeki ARCH etkisinin giderildiği görülmüştür. EGARCH modeli kullanılarak, İMKB endeksinde zayıf da olsa negatif yönlü bir kaldıraç etkisinin olduğu görülmüştür. Bu, borsaya etki eden olumsuz haberlerin, volatilitayı olumlu haberlerden daha çok etkilediğini göstermektedir. Alt dönemler içerisinde ikinci döneme ait kaldıraç etkisinin birinci döneme oranla çok daha fazla olduğu görülmektedir. TGARCH modeli yardımıyla bulunan sonuç da bu yargıyı desteklemektedir. İki dönem arasında gözlenen kaldıraç etkisi ve volatilitate yapısı farklılık göstermektedir.

Sektör endekslerine yönelik yapılan çalışmalardan biri, Kıran'a aittir. Kıran (2006)¹⁵, çalışmasında mali, hizmet, sanayi ve teknoloji sektör getirilerinin TARARCH (Eşik değerli ARCH) ve EGARCH (Üstel GARCH) etkisine sahip olup olmadığını araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda olumlu ve olumsuz şokların pay senedi getirilerinin volatilitesi üzerinde asimetric etkileri olduğu görülmüştür. Olumlu şokların aynı büyüklükteki olumsuz şoklarla karşılaştırıldığı durumda volatilitate üzerinde daha büyük bir etkiye sebep olduğu görülmüştür. Özkan (2014)¹⁶, borsadaki, seçilmiş günlük veriler kullanılarak ARCH modelleri tahmin edilmiştir. Borsa İstanbul-100 Endeksi kar rakamlarının Yiyecek-İçecek Sektörü Endeksi ve Teknoloji Sektörü Endeksi kar rakamları karşısındaki volatilitesi, 2003-2012 yılları arasındaki 2608 gözlem değeri için volatilitate denkleminin tahmin edilmesi suretiyle analiz

¹⁴ Demir ve Çene, 2012.

¹⁵ Burcu Kıran, "Sektörel Bazda Hisse Senetleri Getiri Volatilitesinin Asimetrik Koşullu Değişken Varyans Modelleri ile Tahmini", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, 2006, İstanbul.

¹⁶ Mehmet Serhan Özkan, "Borsa İstanbul 100 Endeksinin Yiyecek-İçecek Sektörü Endeksi ve Teknoloji Sektörü Endeksi Karşısındaki Volatilitesi," *E-Journal of New World Sciences Academy*, C: 9, Sayı:2, 2014, 21 – 30.

edilmiştir. Özkan'ın çalışmasında, yiyecek-içecek sektörünün zorunlu mal üretme özelliği, ekonomideki dalgalanmalardan az etkilenmesi beklenen Yiyecek-İçecek Sektörü Endeksi'nin; teknoloji sektörünün, küreselleşme ve akıllı cihazların gelişimi ile gündün güne gelişen bir sektör olması ise Teknoloji Sektörü Endeksi'nin bağımsız değişken olarak seçilmesine neden olarak gösterilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, hem Yiyecek-İçecek Sektörü Endeksi volatilitésinin, hem de Teknoloji Sektörü Endeksi volatilitésinin, Borsa İstanbul-100 Endeksi volatilitésini ile bir ilişkisi olduğu saptanmıştır.

2. YÖNTEM

Finansal zaman serileri, genel olarak durağan olmamaları, bir diğer deyişle sabit ortalama ve varyansa sahip olmamaları nedeniyle, zaman serilerinin modellenmesinde çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin başında, Engle (1982)¹⁷ tarafından önerilen otoregresif koşullu değişen varyans modeli (ARCH) gelmektedir. Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modeli, Bollerslev (1986)¹⁸ tarafından geliştirilmiştir. GARCH modelinin türevlerinden olan Üstel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (EGARCH) modeli Nelson (1991)¹⁹ tarafından, Eşik Değerli Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (TGARCH) modeli ise, Zakoian (1994)²⁰ tarafından geliştirilmiştir.

Çalışmada, endekslere ait en uygun modelin bulunması için çeşitli ARMA(p,q) modelleri denenmiş ve anlamlı modeller tespit edilmiştir. Genel olarak ARMA(p,q) modelleri aşağıdaki gibi ifade edilir:

¹⁷ Robert F. Engle, "Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation", *Econometrica*, Vol:50, Issue:4, 1982, 987-1008.

¹⁸ Tim Bollerslev, "Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity", *Journal of Econometrics*, Vol. 31, Issue:3, 1986, 307-327.

¹⁹ Daniel B. Nelson, "Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach", *Econometrica*, Vol. 59, No. 2, 1991, 347-370.

²⁰ Jean Michel Zakoian, "Threshold Heteroscedastic Models", *Journal of Economic and Dynamic Control*, Vol. 18, Issue:5, 1994, 931-955.

$$y_t = \sum_{i=1}^p \theta_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \phi_i u_{t-i} + u_t \quad [1]$$

Getirileri en iyi açıklayan modeller belirlendikten sonra her bir model için ARCH LM testi uygulanarak ARCH etkisinin varlığı test edilmiştir. GARCH, EGARCH ve TGARCH modelleri uygulanmıştır.

3.1. Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) Modeli

Geleneksel ekonometrik modellerde volatilitenin bir ölçüsü olan varyansın, zamandan bağımsız olduğu varsayılmaktadır. Ancak finansal zaman serilerinin varyansları genellikle zamana bağlı bir şekilde değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle, sabit varyans varsayımı üzerine kurulan geleneksel zaman serisi modelleri, yeterli olmamaya başlamış ve Engle finansal varlıkların dinamik özelliğinin daha iyi anlaşılması ve zaman içinde değişen varyansın tahmin edilebilmesi için otoregresif koşullu değişken varyans modeli (ARCH) geliştirmiştir.²¹

$$y_t = c + \sum_{i=1}^k \theta_i y_{t-1} + \varepsilon_t \quad [2]$$

Yukarıdaki formülde tanımlanmış olan bir ARMA modelinin ε_t öngörü hataları serisinin bir t dönemindeki koşullu varyansını ε_t ile gösterelim. Bu durumda p gecikme dönemini ifade eden ARCH(p) modeli aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \varepsilon_t \quad [3]$$

Yukarıdaki ARCH modelinde p , modelin parametrelerini ve α_i ise geçmiş dönem öngörü hatalarını göstermektedir.

α_i 'nin negatif değer almaması, diğer bir ifadeyle, $\alpha_i \geq 0$ ve $\alpha_i = 1, 2, \dots, p$ olması ARCH modelinin geçerli olması için gereken kısıtlardan biridir. Modelin bir başka kısıtı ise, α_i 'lerin, her birinin ve toplamlarının birden küçük olmasıdır²².

²¹ Özden, 2008.

²² Demir ve Çene, 2012: 217

3.2. Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) Modeli

GARCH modeli Bollerslev²³ (1986) tarafından ortaya atılmıştır. Klasik GARCH modellerinde GARCH modellerinde hata terimlerinin varyansı hem kendi geçmiş değerlerinden hem de koşullu varyans değerlerinden etkilenmektedir. Koşullu varyans serinin geçmiş dönem değerlerinin karelerinin doğrusal bir fonksiyonudur.

GARCH(p,q) modeli, ilgili koşulları sağlamak kaydıyla aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\omega > 0; \alpha_i \geq 0; \beta_j \geq 0; \sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1 \quad [4]$$

$$h_t = \omega + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 \quad [5]$$

GARCH modelinde volatilitenin pozitif ve negatif şoklara karşı simetrik tepki verdiği varsayılmaktadır.

3.3. Üstel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (EGARCH) Modeli

Nelson (1991)²⁴ tarafından kaldıraç etkisinin de modellendiği EGARCH modelinde ise koşullu varyansın doğal logaritması kendi gecikmeli değerlerine ve standartlaştırılmış hata terimine koşulludur. Nelson makalesinde, CRSP değer ağırlıklı piyasa endeksine 1962-1987 uyguladığı EGARCH modelini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

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

²³ Bollerslev, 1986.

²⁴ Nelson, 1991.

[6]

Modelin sonuçları incelendiğinde $\gamma_i \neq 0$ ise, asimetrik etki vardır. $\gamma_i < 0$ ise kaldıraç etkisi vardır. Aynı büyüklükteki negatif şokların volatiliteye etkisi pozitif şoklardan daha fazladır. $\sum_{i=1}^p \beta_i$ mutlak değeri küçük ise volatilitenin kalıcı özellik gösterir.

3.4. Eşik Değerli Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (TGARCH) Modeli

TGARCH yöntemi, olumlu haberlerin koşullu varyans üzerindeki etkisinin olumsuz haberlerin koşullu varyans üzerindeki etkisinden daha az olacağı varsayımına dayanır. TGARCH modeli aşağıdaki gibi ifade edilir²⁵:

$$h_t = \omega + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \gamma_i D_{t-i} u_{t-i}^2$$
$$D_{t-i} = \begin{cases} 1 & u_{t-i} < 0 \\ 0 & u_{t-i} \geq 0 \end{cases} \quad [7]$$

$\gamma_i \neq 0$ ise yeni haberlerin etkisi farklı olacaktır. Olumlu haberin etkisi α_i kadar olurken, olumsuz haberin etkisi $\alpha_i + \gamma_i$ kadar olacaktır.

$\gamma_i > 0$ ise olumsuz haberin volatilitenin üzerindeki etkisi olumlu haberin etkisinden daha fazla olacaktır. $\gamma_i = 0$ ise, yeni haberlerin volatilitenin üzerinde asimetrik etkisi yoktur ve TGARCH modeli GARCH modeline eşit olacaktır.

Çalışmada, her sektör endeksi için volatilitenin hangi modellerin açıkladığı belirlenmiştir. GARCH, EGARCH VE TGARCH modellerinin her birinde, hata terimlerinin varyansı kendi geçmiş değerleri ve koşullu varyans değeriyle

²⁵ Zakoian, 1994.

ri ile açıklanmaktadır. EGARCH modelinde seriye uygulanan engatig şokların varyansa olan etkisi de modele dahil edilirken, TGARCH modelinde ise piyasaya gelen haberlerin asimetrik etkisi de modelde yerini almıştır. Bu üç modelin Borsa İstanbul sektör endeksleri için analiz edildiği çalışmada ayrı ayrı her sektör endeksi için aşağıdaki hipotezler test edilmiştir:

H_0 = Sektör endeksinin varyansını 2011-2014 dönemi için GARCH modeli açıklayamamaktadır.

H_1 = Sektör endeksinin varyansını 2011-2014 dönemi için GARCH modeli açıklamaktadır.

H_0 = Sektör endeksinin varyansını 2011-2014 dönemi için EGARCH modeli açıklayamamaktadır.

H_1 = Sektör endeksinin varyansını 2011-2014 dönemi için EGARCH modeli açıklamaktadır.

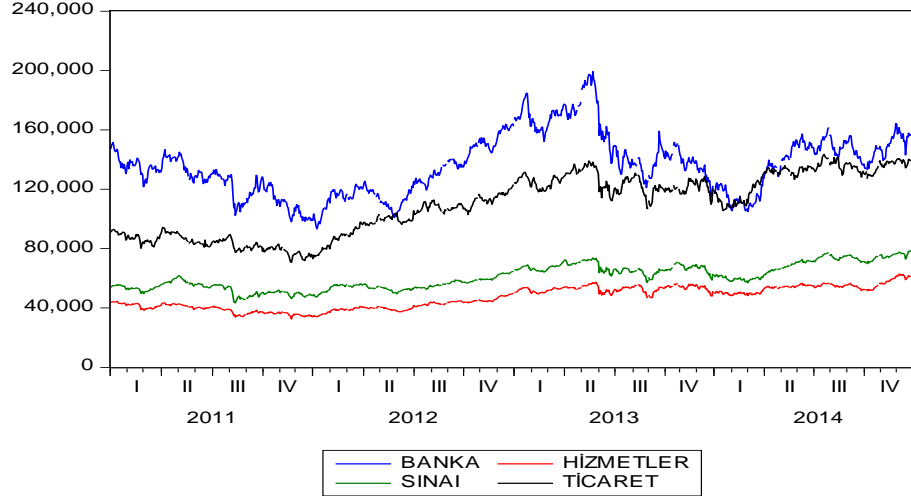
H_0 = Sektör endeksinin varyansını 2011-2014 dönemi için TGARCH modeli açıklayamamaktadır.

H_1 = Sektör endeksinin varyansını 2011-2014 dönemi için TGARCH modeli açıklamaktadır.

3. VERİ VE BULGULAR

Borsa İstanbul'da işlem gören payların fiyatlarından hesaplanan üç ana sektör endeksi (BİST Hizmetler, BİST Sınai ve BİST Ticaret) ve bir alt sektör endeksine (BİST Banka) ait olan veri seti, Borsa İstanbul'dan resmi yazışma ile temin edilmiştir. 01.01.2011 – 31.12.2014 dönem aralığındaki günlük kapanış fiyatlarından oluşan 1005 adet gözlemden yararlanılmıştır.

Şekil 1.'de; BİST Banka, BİST Hizmetler, BİST Sınai ve BİST Ticaret fiyat endekslerinin tarihsel verileri yer almaktadır.



Şekil 1.Fiyat Endekslerinin 2011 – 2014 Zaman Grafikleri

Fiyat endekslerinin bir dönem önceki fiyatları ile farkları alınarak (8 no'lu denklem) getiri endeksleri hesaplanmıştır:

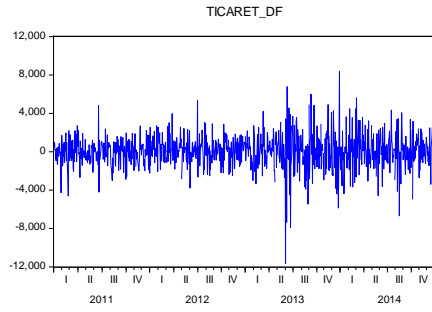
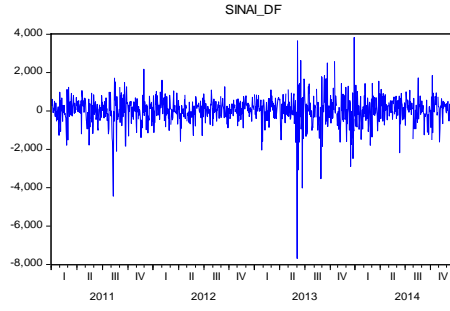
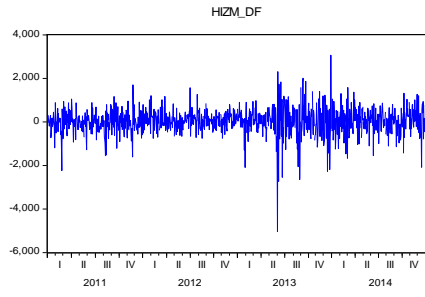
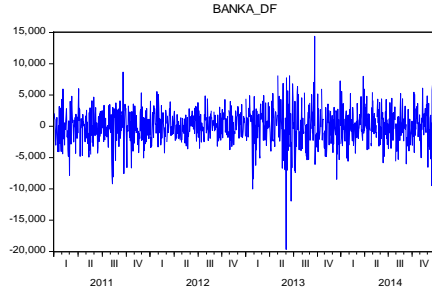
$$R_t = p_t - p_{t-1} \quad [8]$$

R_t : t dönemindeki BIST sektör endeks getirisi

p_t = t döneminde sektör endeks kapanış değeri

p_{t-1} = t-1 dönemindeki sektör endeks kapanış değeri

Şekil 2'de, endeks getirilerinin tarihsel verileri yer almaktadır. Endeks getirileri uzun dönemde aynı ortalama etrafında yer alırken, şekillerde görülen sıçramalar endeks getirilerinde değişen varyans olduğu yönünde bilgi vermektedir.



Şekil 2. Getiri Endekslerinin 2011 – 2014 Zaman Grafikleri

	BANKA	HİZMETLER	SINAI	TİCARET
Ortalama	11.74763	18.49356	24.68134	49.55441
Medyan	94.11330	34.17230	75.07980	101.4956
Maksimum	14391.88	3065.705	3829.508	8402.149
Minimum	-19678.67	-5027.993	-7692.812	-11662.05
Std. Sapma	2805.450	604.1016	761.2790	1696.120
Çarpıklık	-0.451721	-0.801383	-1.519050	-0.331648
Basıklık	6.518630	10.09467	17.23454	7.228504
Jarque-Bera	552.6229	2215.321	8871.310	767.1587
Olasılık	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Gözlem Sayısı	1005	1005	1005	1005

Tablo 1.'de sektör endekslerine ilişkin tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir. 1005 gözlem üzerinden ölçümlenen istatistiklere göre; seriler için şunları söyleyebiliriz:

Basıklık, normal dağılım eğrisinin ne kadar dik ve ya basık olduğunu gösterir. Tam çan eğrisinin basıklık katsayısı “sıfır”dır. Basıklık katsayısı pozitif ise, eğri normale göre daha diktir. Negatif ise normale göre daha basıktır. Tüm sektörlere ait serilerimiz pozitif değerler almakta olup, dağılım eğrileri normale göre daha diktir.

Tüm sektörler için, aritmetik ortalama, medyandan küçüktür, sola çarpık bir dağılım mevcuttur.

Çarpıklık değerleri negatiftir, serilerin normal dağılmadığı (sola çarpık olduğu) netleşmiştir. Ayrıca, bu durum yüksek Jarque-Bera ve düşük olasılık değerleriyle de desteklenmektedir. Bu nedenle endeks serilerinin ortalamasının yanı sıra ortalama etrafındaki değişimini de gösteren varyans özelliklerinin ve bunların bir yansıması olan oynaklığının normal olmayan dağılım yöntemleri (ARCH – GARCH) ile incelenmesi gereklidir.

Sonraki aşamada, endekslere ait en uygun modelin bulunması için çeşitli ARMA(p,q) modelleri tespit edilmiştir. ARMA(p,q) sonuçlarına göre; BİST Sınai getirileri için en uygun model ARMA(4,4), BİST Ticaret için

ARMA(1,1), BİST Hizmetler için ARMA(2,2) ve BİST Banka getirileri için en uygun model ARMA(5,5)'tir.

Tablo 2. ARMA Modelleri

		Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
BANKA	C	29.18249	97.61019	0.298970	0.7650
	AR(5)	0.731381	0.187821	3.894036	0.0001
	MA(5)	-0.709038	0.194018	-3.654489	0.0003
HİZMET	C	17.93587	19.25334	0.931572	0.3518
	AR(2)	-0.944891	0.050866	-18.57605	0.0000
	MA(2)	0.963078	0.042216	22.81330	0.0000
SINAI	C	23.81009	23.60756	1.008579	0.3134
	AR(4)	-0.856292	0.119304	-7.177408	0.0000
	MA(4)	0.821996	0.131370	6.257097	0.0000
TİCARET	C	67.57042	11.39341	5.930659	0.0000
	AR(1)	0.981117	0.006198	158.2906	0.0000
	MA(1)	-0.998169	0.001492	-668.9170	0.0000

Getirileri en iyi açıklayan modeller belirlendikten sonra her bir model için ARCH LM testi uygulanarak ARCH etkisinin varlığı test edilmiştir. Bu modelde kurulan hipotezler aşağıdaki gibidir:

H_0 = Modelde ARCH etkisi yoktur.

H_1 = Modelde ARCH etkisi vardır.

Aşağıdaki tabloda sektör endekslerini açıklayan ARMA(p,q) modellerinin ARCH LM testi sonuçları özetlenmiştir. Sonuçlar doğrultusunda ARCH etkisinin varlığı reddedilememiştir. Dört model için de GARCH, EGARCH ve TGARCH modelleri uygulanarak volatilitiyi açıklayan varyans modeli seçilebilir.

Tablo 3: ARCH LM Testi Sonuçları

	SINAI MA(4,4)	AR- ARMA (1,1)	TİCARET ARMA (2,2)	HİZMET ARMA (5,5)	BANKA ARMA (5,5)
F-istatistik	30.95225	14.89752	25.58424	11.22489	
Gözlemlenen R2	30.08133	14.70838	24.99591	11.12219	
Olasılık F(1,998)	0.0000	0.0001	0.0000	0.0008	
Olasılık Ki-Kare	0.0000	0.0001	0.0000	0.0009	

Tablo 4,5,6 ve 7’de sırası ile BİST Sınai, BİST Ticaret, BİST Hizmet ve BİST Banka endekslerine ait varyans modelleri ile modellerde yer alan değişkenlerin katsayılarına ve katsayılarının anlamlılıklarına yer verilmiştir.

Tablo 4. BİST Sınai Endeksi Varyans Modelleri

	GARCH	EGARCH	TGARCH
C	63.82085 (0.0014)	75.67133 (0.0423)	40.52632 (0.0408)
AR(4)	-0.840652 (0.0000)	0.987862 (0.0000)	-0.847136 (0.0000)
MA(4)	0.821241 (0.0000)	-0.987442 (0.0000)	0.829952 (0.0000)
C (Varyans Modeli)	44673.37 (0.0000)	1.321311 (0.0000)	61836.59 (0.0000)
ALFA	0.220928 (0.0000)	0.232844 (0.0000)	-0.010781 (0.5677)
BETA	0.731313 (0.0000)	0.885664 (0.0000)	0.734434 (0.0000)
GAMA		-0.180575 (0.0000)	0.324257 (0.0000)

Tablo 4.'ye göre; BİST Sınai Endeksine ait sonuçlar incelendiğinde GARCH ve EGARCH Modelleri anlamlı bulunmuştur. Aynı büyüklükteki negatif şokların volatiliteye etkisi pozitif şoklardan daha fazladır. GAMA sıfırdan küçüktür, kaldıraç etkisi vardır. Aynı büyüklükteki negatif şokların volatiliteye etkisi pozitif şoklardan daha fazladır.

Tablo 5. BİST Ticaret Endeksi Varyans Modelleri

	GARCH	EGARCH	TGARCH
C	106.4814 (0.0003)	21.68625 (0.6585)	97.41510 (0.0001)
AR(1)	0.984648 (0.0000)	-0.995390 (0.0000)	0.988020 (0.0000)
MA(1)	-0.993727 (0.0000)	0.996856 (0.0000)	-0.995987 (0.0000)
C (Varyans Modeli)	203129.2 (0.0001)	0.682273 (0.0001)	224219.9 (0.0000)
ALFA	0.121359 (0.0000)	0.145059 (0.0000)	0.030045 (0.1748)
BETA	0.810246 (0.0000)	0.946431 (0.0000)	0.810268 (0.0000)
GAMA		-0.106591 (0.0000)	0.156668 (0.0000)

Tablo 5.'e göre; BİST Ticaret Endeksine ait sonuçlar incelendiğinde GARCH ve EGARCH Modelleri anlamlı bulunmuştur. Aynı büyüklükteki negatif şokların volatiliteye etkisi pozitif şoklardan daha fazladır. GAMA sıfırdan küçüktür, kaldıraç etkisi vardır. Aynı büyüklükteki negatif şokların volatiliteye etkisi pozitif şoklardan daha fazladır.

Tablo 6. BİST Hizmet Endeksi Varyans Modelleri

	GARCH	EGARCH	TGARCH
C	84.06544 (0.1930)	62.19158 (0.1498)	87.84312 (0.1820)
AR(2)	0.992543 (0.0000)	0.993062 (0.0000)	0.994185 (0.0000)
MA(2)	-0.987663 (0.0000)	-0.991347 (0.0000)	-0.992221 (0.0000)
C (Varyans Modeli)	23053.83 (0.0000)	0.880362 (0.0000)	29190.20 (0.5950)
ALFA	0.152615 (0.0000)	0.233507 (0.0000)	0.013431 (0.0000)
BETA	0.789587 (0.0000)	0.916243 (0.0000)	0.795674 (0.0000)
GAMA		-0.110880 (0.0000)	0.199433 (0.0000)

Tablo 6.'a göre; BİST Hizmet Endeksine ait sonuçlar incelendiğinde GARCH ve EGARCH Modelleri anlamlı bulunmuştur. Aynı büyüklükteki negatif şokların volatiliteye etkisi pozitif şoklardan daha fazladır. GAMA sıfırdan küçüktür, kaldıraç etkisi vardır. Aynı büyüklükteki negatif şokların volatiliteye etkisi pozitif şoklardan daha fazladır.

Tablo 7. BİST Banka Endeksi Varyans Modelleri

	GARCH	EGARCH	TGARCH
C	91.66042 (0.2914)	33.79379 (0.7075)	51.08557 (0.5728)
AR(5)	0.758517 (0.0000)	0.419047 (0.0334)	0.371803 (0.0493)
MA(5)	-0.749308 (0.0000)	-0.368481 (0.0722)	-0.308471 (0.1190)
C (Varyans Modeli)	203842.3 (0.0125)	0.320334 (0.0373)	230527.5 (0.0033)
ALFA	0.070735 (0.0000)	0.149965 (0.0000)	0.048363 (0.0057)
BETA	0.905663 (0.0000)	0.972482 (0.0000)	0.905122 (0.0000)
GAMA		-0.020349 (0.1526)	0.035687 (0.0523)

Tablo 7.'ye göre; BİST Banka Endeksine ait sonuçlar incelendiğinde yalnızca GARCH modeli anlamlı bulunmuştur. Pozitif/negatif şokların etkisi veya olumlu/olumsuz haberlerin etkisine yönelik anlamlı bir sonuç bulunamamıştır.

5. SONUÇ

Volatilite, yatırım yaparken veya portföy revizyon aşamasında mutlaka dikkate alınan bir öncü göstergedir. Yatırımcılar, riske karşı tutumlarına bağlı olarak farklı sektörlere yatırım yapabilirler. Sektör endekslerinin volatiliteleri bu karar aşamasında yatırımcıları yönlendirecektir. Çalışmada, ana sektörleri temsilen BİST Hizmetler, BİST Sinai ve BİST Ticaret endekslerinin yanında BİST Banka endeksi de incelenmiştir. Banka pay senetlerinin fiyatlarında meydana gelen hızlı değişimler, BİST Banka endeksini çalışmaya dahil etmeyi önemli hale getirmiştir. Aynı zamanda, belirli sektörlerde yatırım yapmak isteyen yatırımcılar birbirleriyle etkileşim halinde olduklarından, sektör endekslerinin volatiliteleri, gözlenmesi gereken önemli bir gösterge olarak ortaya çıkmaktadır. Bankacılık sektöründe bir kriz meydana geldiğinde, mali sektörden başlayarak diğer sektörleri sırayla etkisi altına alır ve endeks volatilitelerini büyük oranda etkiler. Yatırımcılar, aşırı

dalgalanmayı gözlemlediklerinde, alternatif portföyler oluşturmalı veya çeşitlendirme yapmalıdır.

Çalışmada, finansal zaman serilerinde volatilitiyi analiz etmek için Genelleştirilmiş ARCH ailesi modelleri (GARCH-EGARCH-TARCH) ele alınmış ve 2011 - 2014 yılları arasında BİST Banka, BİST Hizmetler, BİST Sınai ve BİST Ticaret endekslerinin getiri verilerinden hareketle, volatilitite tahmin modelleri karşılaştırılmıştır.

ARCH etkisinin varlığının ARCH LM testi ile reddedilemediği çalışmada, tüm sektör endeksleri için; GARCH, EGARCH ve TGARCH modelleri uygulanmıştır.

BİST Sınai, BİST Ticaret ve BİST Hizmet Endekslerine ait sonuçlar incelendiğinde GARCH ve EGARCH Modelleri anlamlı bulunmuştur. Bu üç endekste aynı büyüklükteki negatif şokların volatiliteye etkisi pozitif şoklardan daha fazladır. Kaldıraç etkisi mevcuttur. Aynı büyüklükteki negatif şokların volatiliteye etkisi pozitif şoklardan daha fazladır. BİST Banka Endeksinde ait sonuçlar incelendiğinde yalnızca GARCH modeli anlamlı bulunmuştur. Banka endeksinin volatilitesinde pozitif/negatif şokların etkisi veya olumlu/olumsuz haberlerin etkisine yönelik anlamlı bir sonuç bulunamamıştır. Serilerde GARCH modelinin anlamlı olması literatürdeki diğer çalışmaları doğrular nitelikte iken, BİST Sınai, BİST Ticaret ve BİST Hizmetler endekslerinin volatilitelerinin EGARCH modeli ile anlamlı olduğu yönündeki bulgular Özden (2008)²⁶ ve Kıran (2010)²⁷'in sonuçları ile çelişmektedir. Demir ve Çene (2012)²⁸ çalışması ile EGARCH sonuçları doğrular nitelikte iken TGARCH sonuçları çelişmektedir. Karşılaştırılan çalışmalar ile sonuçlardaki çelişkiler inceleme dönemlerinin farklılığından kaynaklanabilmektedir.

Çalışma, üç ana endeks ve bir alt endeks üzerine yapılan volatilitite modelleriyle literatüre önemli bir katkı sağlayacaktır. Özellikle göreceli olarak yüksek volatiliteye sahip olan BİST Banka endeksinde ait sonuçların diğer endekslere ait modellerden farklı çıkması dikkat çekicidir.

²⁶ Özden, 2008.

²⁷ Kıran, 2010.

²⁸ Demir ve Çene 2012.

KAYNAKÇA

Akar, Cüneyt, “Hisse Senedi Getirilerinde Volatilité ve Otokorelasyon İlişkisi: EAR-GARCH Modeli” *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, C:7, Sayı: 23, 2008, 134-142.

Akgün, Işıl ve Hülya Sayyan, “Forecasting Volatility in ISE-30 Stock Returns with Asymmetric Conditional Heteroscedasticity Models”, Symposium of Traditional Finance, Marmara Üniversitesi, Bankacılık ve Sigortacılık Yüksekokulu, 2005, İstanbul, Türkiye.

Atakan, Tülin, “İstanbul Menkul Kıymetler Borsası’nda Değişkenliğin (Volatilitenin) ARCH-GARCH Yöntemleri ile Modellenmesi”, *Yönetim Dergisi*, Sayı: 3, 2009, 48-61.

Bildirici, Melike, Sadiye Oktay ve Elçin Aykaç, “İMKB’de Getiri Değişkenliğinin Hesaplanmasında ARCH/GARCH Ailesi Modellerinin Kullanılması”, 8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2007.

Bollerslev, Tim, “Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity” *Journal of Econometrics*, Vol. 31, Issue:3, 1986, 307-327.

Borsa İstanbul.

Demir, İbrahim ve Erhan Çene, “İMKB 100 endeksindeki kaldıraç etkisinin ARCH modelleriyle iki alt dönemde incelenmesi”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, C:41, S: 2, 2012, 214-226.

Duran, Serap ve Asuman Şahin, “İMKB Hizmetler, Mali, Sınai ve Teknoloji Endeksleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi”, *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, Sayı:1, 2006, 57-70.

Engle, Robert F., “Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation”, *Econometrica*, Vol:50, Issue:4, 1982, 987-1008.

Gökçe, Atilla, “İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Getirilerindeki Volatilitenin ARCH Teknikleri ile Ölçülmesi”, *İ.İ.B.F. Dergisi*, Gazi Üniversitesi, 1, 2001, 35-58.

Kıran, Burcu, “Sektörel Bazda Hisse Senetleri Getiri Volatilitelerinin Asimetrik Koşullu Değişken Varyans Modelleri ile Tahmini”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, 2006, İstanbul

Kıran, Burcu, “İstanbul Menkul Kıymetler Borsası’nda İşlem Hacmi ve Getiri Volatilitesi”. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, C:11, Sayı: 1, 2010, 98-108.

Mazıbaşı, Murat. “İMKB Piyasalarındaki Volatilitenin Modellenmesi ve Öngörülmesi: Asimetrik GARCH Modelleri ile Bir Uygulama”, VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, 26-27 Mayıs 2005, İstanbul Üniversitesi.

Nelson, Daniel B., “Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach”, *Econometrica*, Vol. 59, No. 2, 1991, 347-370.

Özden, Ünal Halit, “İMKB Bileşik 100 Endeksi Getiri Volatilitelerinin Analizi”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C:7, Sayı:13, 2008, 339-350.

Özer, Mustafa ve Serpil Türkyılmaz, “Türkiye Finansal Piyasalarında Oynaklıkların ARCH Modelleri İle Analizi”, *TC Anadolu Üniversitesi Yayınları*, No:1593, 2004.

Özkan, Mehmet Serhan, “Borsa İstanbul 100 Endeksinin Yiyecek-İçecek Sektörü Endeksi ve Teknoloji Sektörü Endeksi Karşısındaki Volatilitesi,” *E-Journal of New World Sciences Academy*, C: 9, Sayı:2, 2014, 21 – 30.

Sarıoğlu, Serra, “Değişkenlik Modelleri ve İMKB Hisse Senetleri Piyasası’nda Değişkenlik Modellerinin Kesitsel Olarak İrdelenmesi”, Yayınlanmış Doktora Tezi, Ünal Aysal Tez Değerlendirme Yarışma Dizisi, 2006.

Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi
Temmuz 2016 Cilt 5 Sayı 2

Mustafa Sevüktekin, ve Mehmet Nargeleçekenler, “İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Getiri Volatilitésinin Modellenmesi ve Önraporlanması”, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, C:61, Sayı:4, 2006, 243-265.

Zakoian, Jean Michel, “Threshold Heteroscedastic Models”, *Journal of Economic and Dynamic Control*, Vol. 18, Issue:5, 1994, 931-955.