

Hikmet Yurdu, Ocak – Haziran 2012, Yıl: 5, C: 5, Sayı: 9, ss. 65-79

İmkb Ulusal-100 Endeksi Getiri Volatilitésinin ARCH Modelleri İle Analizi (1998:01-2009:12)

Dr. Şeyma Çalışkan Cavdar

Yıldız Teknik Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü

scavdar@yildiz.edu.tr

Özet

Hisse senetleri arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok araştırma mevcuttur. Bu araştırmaların çoğunda genel amaç riskten kaçınmaktır. Borsadaki dalgalanmaların fazla oluşu, yatırımcıların riskten uzaklaşmak için farklı endekslerden portföy oluşturmalarına neden olmaktadır. Herhangi bir endekse ait sektörde oluşabilecek bir kriz o endeksin volatilitésini artırmaktadır. İMKB de hisse senetlerinde; beklenen getiri ile beklenen volatilite arasında pozitif ilişki olduğu zaman yatırımcıların daha yüksek getiri beklentisi içine girmeleri gayet doğaldır. Bunun sonucu olarak hisse senedi yatırımcılarının volatilite olgusunu iyi değerlendirmeleri büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, ARCH modellerinin teorik yapısı incelenmiş, İMKB'nın kısa bir değerlendirmesinden sonra, 1998-2009 yılları arası aylık ve TL bazında Ulusal-100 endeksi değişkenine ilişkin zaman serisi verilerinin farklı varyanslı olup olmadığının bir uygulaması yapılmıştır. Sonuç olarak, İMKB-Ulusal-100 endeks serisinde yüksek dereceden ARCH etkisinin varlığını ortaya koymakla birlikte, endeksin ekonomideki konjonktür dalgalanmalarından etkilendiği söylenebilir. Çalışmada elde edilen bulguların, literatüre katkıda bulunması ve borsa yatırımcılarına yol göstermesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Volatilite Modelleme, ARCH, Farklı Varyanslılık, Birim Kök, İMKB Endeks, Hisse Senedi Volatilitésini

JEL Sınıflaması: C22, B21,C13

Abstract

Return Volatility Of Ise National 100 Index's Analysis With Arch Models (1998:01-2009:12)

There are many investigations that the relations of the equities are searched. Surplus availability on exchange market caused to perform different index portfolio by the investors to depart from risk. Any crisis which can be according to any index in the sector, increases volatility of that index.

With this study, theoretic structure of ARCH models are investigated, after a short investigation of ISE, a study is made as to whether the time series data have heteroscedasticity or not relating National-100 index monthly based on TL between the years of 1998-2009. It is supposed to contribute to the literature and to the investors in the exchange market by the obtained studies.

Key Words: volatility modeling, ARCH, Heteroscedasticity, Unit root, İMKB Indexes, stock market volatility

JEL Classification: C22, B21,C13

1. Giriş

Hisse senetleri piyasalarında karşılaşılan son dönemlerdeki çalışmalar, yatırımcıların performans değerlendirmeleri ve öngörülerini üzerinde yoğunlaşmıştır. Yükselen sermaye piyasaları ve borsa hakkında analiz ve yorumlar yapılması büyük önem kazanmıştır. Türkiye'deki genel ekonomideki şoklar ve dalgalanmalar tüm firmaları ve ticari varlıkların performansını etkilemektedir. Bu çalışmanın konusu İMKB olduğu için, Türkiye'de hisse senetleri piyasası ve İMKB hakkında kısaca bilgi vermek yerinde olacaktır.

Sermaye borsaları, genel olarak menkul kıymet ticaretinin yapıldığı kurumsal yapılanmalardır. Kurumsal yapılanmalar olması sebebiyle; sermaye borsalarının belli standartları ve kuralları bulunmaktadır.

İstanbul Menkul Kıymetler Borsası ise; tarihi Osmanlı dönemine kadar uzanmakla birlikte hisse senetlerinin ticaretinin yapılması amacıyla kurulmuş ve 1986 da Karaköy'de faaliyete geçmiştir. Borsa kısa sürede gelişim göstermiş ve yatırımcıların fon ihtiyaçlarının karşılanmasına katkı sağlamış, bireysel girişimcilerden de oldukça talep görmüştür. Günümüzde ise İMKB çeşitli konjonktürel hareketler ve değişimler geçirmiş ve halen faaliyetlerini İstinye'deki binasında sürdürmektedir.

İMKB de işlem gören hisse senetleriyle ilgili yatırımcıların, yatırım kararlarını verirken kullandıkları iki temel yöntem söz konusudur. Birinci yöntem temel analiz, ikincisi ise teknik analizdir. Temel analiz, bir şirketle ilgili temel bilgiler analiz edilerek ilgili hisse senedi ile ilgili olarak yatırım önerisi ve şirketin geleceği ile ilgili tahminlerde bulunulmasıdır. Teknik analiz ise; işlem hacmi ve hisse senedi fiyatı olmak üzere iki çeşit finansal veriden oluşmaktadır. Teknik analizde önemli olan; şirketle ilgili geçmişteki veriler yardımıyla gelecek hakkında değerlendirme yapabilmektir. Hisse senedi fiyatı yalnız başına bir anlam taşımaz ancak, işlem hacmiyle birlikte yorumlandığında güçlü tahminler elde edilebilir (Ülgen, Teker, 2005:50).

İMKB de hisse senetlerinde, beklenen getiri ile beklenen volatilité arasında pozitif ilişki olduğunda yatırımcılar endeksin daha oynak bir döneminde daha yüksek getiri sağlamak eğilimindedirler. Bu nedenle yatırımcılar, ilgili hisse senedi ile ilgili herhangi bir şok olduğunda, gelecek dönemde de büyük bir olasılıkla oynaklık beklemelidir. Bununla birlikte, endekste ortaya çıkan bir şok sözkonusu olduğunda buna paralel olarak endeks değeri de artma eğiliminde olacaktır. Bu durum volatility feedback (oynaklık geri besleme teorisi) olarak bilinmektedir. Kavram olarak volatilité, bir değişkenin herhangi bir değere göre, düşüş veya yükseliş göstermesini ifade etmek-

tedir. Ayrıca volatilité için yapılan bir başka yaklaşım ise, kaldıraç etkisidir (Brooks vd, 2000). Kaldıraç etkisi olarak adlandırılan bu etki, pozitif şokların, negatif şoklardan daha az oynaklığı etkilediğini ortaya atmaktadır. Örneğin hisse senedi piyasasında, fiyatlardaki ani ve beklenmeyen bir şok, oynaklığı çok artırır. Bu durum, negatif şokların oynaklık üzerindeki etkisinin, pozitif şokların oynaklık üzerindeki etkisinden daha fazla olduğunun bir göstergesidir (Nelson, 1991:703).

Zaman serilerinin volatilitésinin modellenmesi için öncelikle serilerin özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Örneğin finansal krizler döneminde volatilité yüksek olduğundan, risk de yüksek olmakta, yatırımcıların bazıları çok yüksek kazançlar elde ederken bazıları da zarar etmektedir. İMKB'da böyle dönemlerde bazı yatırımcılara büyük kazançlar elde ettirmişse de, bir kısım yatırımcıya da büyük oranda kayıplar yaşatmıştır. Finansal piyasalardaki artan risk ölçüsü olarak varyansın alınması, riskin minimuma indirilerek değerlendirilmesi için kullanılan bir ölçü olarak incelenmektedir. İMKB endeksi üzerindeki risk, endeksi etkileyebilecek olumlu veya olumsuz haberlerle doğrudan ilişkilidir. Olumlu veya olumsuz haberlerin borsa üzerindeki etkisinin farksız olduğu durumlarda standart ARCH-GARCH modelleri ile volatilitéyi modellemek yeterli olmaktadır. Fakat olumlu ve olumsuz haberlerin endeks üzerindeki etkisi eşit değil asimetrik ise bu durumda kaldıraç etkisini de dikkate alan modelleme yapmak gerekmektedir (Bildirici vd, 2007). Burada, İMKB'deki volatilitenin etkisi ve modellenmesi üzerinde durulduğundan asimetri veya kaldıraç etkisini dikkate almayan sadece volatilitenin etkisini dolayısıyla riski modelleyen klasik ARCH-GARCH modellerinden yararlanılmıştır. Sonuçta volatilitenin etkili olduğunun bilinmesi, riskin miktarının bilinmesi demektir.

Bu çalışma ile İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Ulusal 100 Endeksi'nin getiri volatilitésinin ARCH modelleri ile öngörüsü ve bu modellerden en iyi modelin belirlenmesi ve bu sayede hisse senetlerinin şoklar karşısındaki olası davranışları üzerinde bilgi edinmek amaçlanmaktadır.

2.Literatür

Poterba ve Summers (1986), Lamoureux ve Lastrapes(1990), Nelson (1991), Glosten vd.(1993), Engle vd. (2002) de yapılan çalışmalar hisse senetleri getirisinin ARCH tipi modeller ile tahmin edilmiş çalışmalardan ilk sayılabilecek bazılarıdır.

Hsieh (1989), beş ayrı döviz cinsine ait günlük verileri kullanarak, ARCH, GARCH ve EGARCH modellerini karşılaştırmış, GARCH (1,1) ve EGARCH (1,1) mo-

dellerinin döviz kuru hareketlerinde koşullu değişen varyansı göstermede daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Fong (1997), Japon hisse senetleri getiri volatilitesini ARCH modelleri ile tahmin ederek sonuçları karşılaştırmış SWARCH modelinin ARCH modeline göre Japon hisse senetleri verilerini daha iyi açıkladığını göstermiştir.

Li ve Lin (2003), Tayvan hisse senedi volatilitesini GARCH ve SWARCH modelleri ile tahmin etmiş, SWARCH modelinin Tayvan hisse senedi getiri volatilitesini daha iyi açıkladığı sonucuna ulaşmışlardır.

Veiga (2006), stokastik volatilité modellerini öngörü performanslarını değerlendirmiş, stokastik volatilité modellerinin alternatif volatilité modellerine göre daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir.

Gökçe (2001), İMKB'deki volatilitéyi günlük verilerle ARCH modelleriyle tahmin etmiş GARCH (1,1) modelini uygun model olarak seçilmiştir.

Mazıbaş (2005), İMKB'de asimetrik volatilitenin modellenmesi üzerinde çalışmış, çeşitli simetrik ve asimetrik modellere dayanarak tahminler yapmıştır.

Çinko (2006), 1990-2005 dönemi İMKB-100 endeksi getirilerinde haftanın günü etkisini ve tatil etkisini araştırmıştır.

Aktaş ve Akkurt (2006), Türkiye'de otomobil üretimi verilerinin farklı varyanslılığını ARCH modelleri ile araştırmış, doğrusal zaman serisi modelleri açısından en uygun model ARI (1,1) bulunmuş, bu modele ait hatalarda ARCH-LM testi sonucunda ARCH etkisinin olduğunu belirlemişlerdir.

Ayhan(2006), Türkiye'de uygulanan döviz kuru rejiminin döviz kuru oynaklığı üzerindeki etkisini GARCH (1,1) ve EGARCH (1,1) modellerini karşılaştırarak incelemiş, döviz kuru serilerinde oynaklığın anlık tepkilerinin daha belirgin olduğunu saptamışlardır.

Yalçın (2007), Stokastik oynaklık modeli ile İMKB'de kaldıraç etkisini incelemiş, elde edilen bulgular neticesinde anlamlı bir kaldıraç etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Özden (2008), İMKB-100 günlük getiri asimetrik volatilitesinin analizini yapmış, en iyi modelin TGARCH(1,1) olduğunu belirlemiştir.

Çatalbaş (2008), İMKB'de işlem hacimleri ile volatiliteleri arasındaki ilişkiyi GARCH Modelleri ile araştırmış ve anlamlı bulunmuştur.

Atakan (2008), İMKB’de haftanın günü etkisini 1987-2008 aralığında günlük verilerle ARCH-GARCH modelleri ile incelemiş, gerçekleştirilen çalışmanın sonucunda haftanın günlerinin etkisinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaşmadığını tespit etmiştir.

Kıran (2010), İMKB-100 getiri volatilitesi koşullu değişen varyans modellerine işlem hacmi değişkeninin açıklayıcı değişken olarak eklenmesi yoluyla araştırılmış, GARCH ve TGARCH modelleri getiri volatilitesinde kaldıraç etkisinin olduğunu göstermiştir.

3. ARCH (Oto regresif Koşullu Değişen Varyans) Modeli

Oto regresif koşullu değişen varyans modelleri; verilerin mutlak veya karesi alınmış değerlerine göre yapılandırılır. Yani koşullu varyans; gecikmeli hata terimlerinin kareleri ve gecikmeli koşullu standart sapmalar veya varyanslar ile ilişkili olması şeklinde tanımlanabilir. Hata terimlerinin karelerinin kullanılması ile sapmaların belli bir değerden yüksek olması halinde gelecekteki tahmin değerlerinin de yüksek olacağı anlamına gelmektedir.

Geleneksel ekonometrik modeller otokorelasyon sorununa genellikle zaman serilerinde, değişen varyans sorununa ise yatay-kesit verilerinde rastlandığını varsaymaktadır. Yani, geleneksel modeller, hata teriminin varyansının sabit olduğu yani zaman içinde değişmediğini kabul etmekle birlikte; birçok makroekonomik değişkene ait zaman serilerinin çok fazla değişkenlik sergilediği görülmektedir (Kutlar, 2000:105).

Engle’in 1982’de yayınladığı makalesinde, ARCH (oto regresif koşullu değişen varyans) modellerinin tahmin aşamasında varyans sabit olmamakla beraber, değişen varyans regresyonla birleştirilmiştir. Engle bu çalışmasında, ARCH modellemelerinde koşullu ve koşulsuz varyans arasındaki fark üzerinde yoğunlaşmıştır. Engle’a göre sıfır ortalamaya sahip ARCH süreçleri, koşulsuz sabit varyansa değil, geçmişe bağlı olarak değişen varyansa sahiptir ve aynı zamanda otokorelasyonsuz süreçlerdir. Bununla birlikte Engle, varyansın sabit olması durumunda, ekonomideki dalgalanmalar ve şoklar ölçülemeyeceği için değişen varyansı hesaplamak gerektiğini ortaya atmıştır (Engle, 1982:988).

Bollerslev yaptığı çalışmasında ise ARCH modelinin, oto regresif koşullu değişen varyans süreci yerine, hata karelerinin hareketli ortalaması olarak düşünmüş ve bu modele gecikmeli koşullu varyansları da ekleyerek GARCH (Generalized ARCH) modelini ARMA modeline benzer bir şekilde modellemiştir (Bollerslev, 1986:310).

Klasik zaman serileri modelleri, hata terimlerinin sabit varyanslılık varsayımını ileri sürerler. Serilerin bu varsayımı ihlal etmesi halinde Engle'in İngiltere verilerine uygulayarak ortaya çıkardığı model ARCH modeli olarak yazında yerini almıştır (Kızılsu vd, 2001).

Y_t bir rassal değişken ise, değişkenin koşullu yoğunluk fonksiyonu, $f(y_t \setminus y_{t-1})$ olarak gösterildiğinde; değişkenin bugünkü değeri, geçmiş dönemdeki değerlerine bağlı olacaktır. Başka bir ifadeyle; değişkenin beklenen değeri, y_{t-1} 'in değerine bağlı olarak değişecektir.

Birinci dereceden otoregresif model AR (1) göz önüne alınacak olunursa,

$$y_t = \Phi y_{t-1} + u_t \quad (1)$$

Burada u_t , $V(u_t) = \sigma^2$ ile beyaz gürültü sürecidir. y_t 'nin koşulsuz ortalaması sıfır iken koşullu ortalaması, Φy_{t-1} 'dir. y_t 'nin koşulsuz varyansı $\sigma^2 / (1 - \Phi^2)$ olduğunda; koşullu varyansı σ^2 'dir. Buna göre sıfır ortalama ile model aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$y_t = u_t x_{t-1} \quad (2)$$

Burada u_t 'nin varyansı yine σ^2 'dir. y_t 'nin varyansı ise $\sigma^2 x_{t-1}^2$ 'dir (Enders,1995).

ARCH modellerinde, koşullu varyans gecikmeli mutlak veya hata terimleri kareleri ve gecikmeli koşullu standart sapmalar veya diğer bir deyişle, varyanslar ile ilişkilidir. Bütün kesikli zamanlı stokastik süreçler ε_t ile gösterilirse;

$$\varepsilon_t = Z_t \sqrt{h_t} \quad (3)$$

şeklinde ayrıştırılabileceği varsayılmıştır. Burada, h_t ; ε_t 'nin koşullu varyansıdır ve zamana bağlı olarak değişebilir. Ayrıca, $E(Z_t) = 0$ ve $Var(Z_t) = 1$ beyaz gürültü sürecini gösterir. Doğrusal ARCH modeli h_t 'yi sürecin geçmiş değerlerinin karelerinin bir doğrusal fonksiyonu olarak modellenenabilir. Modelin koşullu varyans bölümünün doğrusal olmaması nedeniyle, ARCH modelleri doğrusal olmayan modeller olarak da bilinmektedir.

ARCH(q) süreci;

$$h_t = Var(\varepsilon_t \setminus \Psi_{t-1}) = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 = \omega + \alpha(L) \varepsilon_t^2 \quad (4)$$

tanımlanabilir. Bu modelde; $\omega > 0$ ve $\alpha_i \geq 0$ ($i=1,2,\dots,q$) dur ve L gecikme işlemcisidir. $\Psi_{t,t}$ döneminde mevcut bilgi setidir. ARCH modelleri uygulamada, uzun gecikmeler

ve sabit gecikme yapısı kullanılması nedeniyle, koşullu varyans denkleminde, parametrelere bazı kısıtlamalar konulmuştur (İsığışok, 1999:7). Bütün ε_t değerleri için koşullu varyans denklemini negatif değer almamalıdır. Negatif varyanslı parametre tahminleri ve kısıtlamaların sağlanamaması gibi sakıncaları gidermek amacıyla Bollerslev (1986) çalışmasında, ARCH modelini genişleterek, hem daha fazla geçmiş bilgiye dayanan hem de daha esnek bir gecikme yapısına sahip olan bir model geliştirmiştir. Söz konusu modele genelleştirilmiş ARCH (GARCH) adını vermiştir (Li, 2002).

ARCH dağılımının testi Lagrange çarpanı (LM) ilkelerine uygundur. Lagrange çarpanı testi için aşağıdaki yardımcı regresyon denklemi kullanılır (Harvey, 1991: 221);

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 \quad (5)$$

q gecikme uzunluğuna sahip koşullu varyans modelinde ARCH etkisinin yokluğuna karşı, ARCH etkisinin varlığını test eden alternatif hipotez yardımıyla test edilir.

$$\begin{aligned} H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_q = 0 \\ H_1 : \text{en az bir } \alpha_i > 0 \dots \dots \dots (i = 1, 2, \dots, q) \\ LM = (T - q)R^2 \end{aligned} \quad (6)$$

(6) nolu hesaplamalar yapıldıktan sonra LM istatistiği q serbestlik dereceli χ_q^2 dağılımına uygundur. Boş hipotezin kabul edilmemesi ile en küçük kareler artıklarında ARCH etkisinin varlığı kabul edilmiş olacaktır.

Değişen varyansın özel bir durumunu teşkil eden ARCH etkisinin olup olmadığının belirlenmesinin nedeni, zaman serilerinin hemen hepsinde gözlenen ve ihlali halinde tahminlerinin etkinliğinin azalmasına neden olan hata terimlerinin birbiri ile ilişkili olması durumunun hesaba katılması gereğidir. ARCH sürecinin durağanlık koşulları ise;

Koşulsuz varyans;

$$E(\varepsilon_t) = \alpha_0 / (1 - \sum_{j=1}^q \alpha_j) \quad (7)$$

$\alpha_0 > 0$ ve $\alpha_1, \dots, \alpha_q \geq 0$ şartları altında (7) nolu denklem geçerli olmaktadır.

$$A = \begin{bmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \dots & \alpha_q & 0 \\ 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

ve

$$w_t' = (\varepsilon_t^2, \varepsilon_{t-1}^2, \dots, \varepsilon_{t-q}^2)$$

$$b' = (\alpha_0, 0, \dots, 0)$$

olmak üzere;

$$E(w_t | \Psi_{t-1}) = b + Aw_{t-1}$$

şeklinde ifade edilebilir ve

$$\lim_{k \rightarrow \infty} E(w_t | \Psi_{t-k}) = (I - A)^{-1} b$$

dir ve limit t 'ye ve başlangıç şartlarına bağlı olmadığından, bu vektör tüm t 'ler için ortak varyanstır (Engle, 1982).

4. Ampirik Bulgular ve Değerlendirme

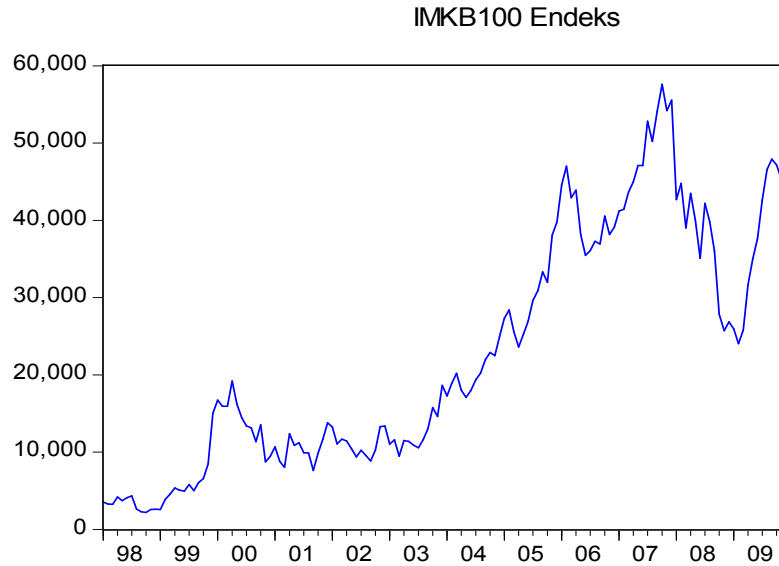
Çalışmada kullanılan veri setinin öncelikle genel eğilimi grafiksel olarak değerlendirilerek arkasından durağanlık testi yapılmıştır. Seri eğer birim kök içeriyorsa durağan değildir. Durağan olmayan serilerin analizlerde yer alması, gerçekte olmayan ilişkilerin varmış gibi görünmesine neden olmaktadır. Bundan dolayı, öncelikle serinin genel eğilimine bakılmış, daha sonra durağanlıkları Genişletilmiş Dickey-Fuller (1979) ADF testi yardımıyla test edilmiştir.

Bu değişkene ait zaman serisi, aylık olarak 1998-2009 dönemini kapsamakta ve 144 veriden oluşmaktadır. İlgili veriler TCMB veri dağıtım sisteminden elde edilmiştir. Serinin analizinde E-views 5.0 paket programından yararlanılmıştır.

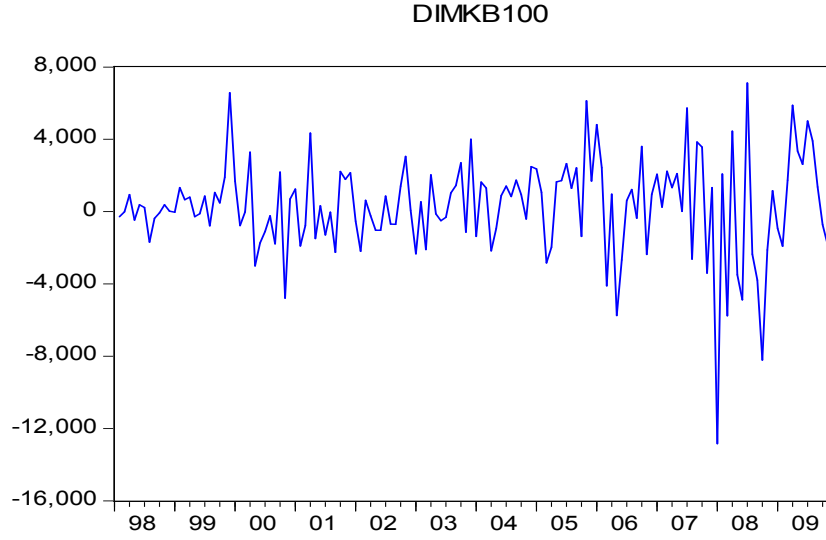
İMKB-Ulusal-100 endeksi serisinin özelliklerinin belirlenmesi için, ilk olarak serinin grafiği Şekil.1'de verilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi, 2004 yılının ilk aylarında yavaş yavaş yükselmeye başlamış, 2007 yılında zirve yapmış, bu tarihten sonra ise yeniden gerileme yaşanmıştır. Seri, düzenli olmayan iniş çıkışlar göstermekte ve durağan olmayan bir yapı sergilemektedir. Ayrıca, serinin örneklem otokorelasyon fonksiyonu (ACF) ve kısmi otokorelasyon fonksiyonları (PACF) grafikleri birlikte değerlendirilmiş, $\alpha=0.05$ için $\mp 1.96\sqrt{144} = \mp 0.163$ güven sınırları dışında kaldığı görülmektedir.

Finansal zaman serisi değişkenlerinin t dönemindeki değeri (X_t) genellikle $t-1$ veya $t-k$ gibi gecikmeli değerlerden etkilenebilmektedir. Gecikme dönemlerinde hata terimleri arasındaki otokorelasyon sorununun İMKB Ulusal-100 endeks verilerinde bulunup bulunmadığının belirlenmesi amacıyla otokorelasyon fonksiyonu (ACF) ile kısmi otokorelasyon fonksiyonlarını (PACF) veren korelogramlarından ve Breusch-Godfrey Lagrange çarpanı (Otokorelasyon LM) testinden yararlanılmıştır. Birinci dereceden farklar serisinin ACF ve PACF leri birlikte değerlendirildiğinde ARIMA (p,d,q) modelinin tipi belirlenir. ARCH modellerinin koşullu ortalama denklemlerinde ARMA (1,1) değişkenlerinin eklenmesi ile modellerin hata terimindeki otokorelasyon sorununun ortadan kalktığı görülmüştür. ARCH modellerinin volatilité tahmininde kullanılabilmesi için, öncelikle verilerde otoregresif koşullu değişen varyans (ARCH) etkisinin belirlenmesi gerekmektedir. Çoğunlukla, ARCH etkisinin varlığını tespit etmek üzere, birinci ve daha yüksek mertebeden otokorelasyon sürecine dayanan ARCH-LM testi kullanılmaktadır (Özbey, 2005:22). Bu amaçla yapılan ARCH LM testi aylık getiri verilerinde otoregresif koşullu değişen varyans etkilerinin bulunduğu belirlenmiştir. Bunun sonucunda, verilerdeki volatilitenin modellenmesinde otoregresif koşullu değişen varyans modellerinin (ARCH) kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Şekil.1. İMKB Ulusal-100 Endeks Serisinin Grafiği



Şekil.2. Birinci Dereceden Farkı Alınmış İMKB Ulusal-100 Endeksi Serisinin Grafiği



İMKB Ulusal 100 endeksi serisinin farkı alındıktan sonra, ortalamaya dönme eğiliminde olduğu fakat varyansta durağan bir yapıya sahip olmadığı Şekil 1 'de görülmektedir. İMKB Ulusal 100 endeksi gibi yüksek frekanslı serilerde volatilité, seride oluşan ani şoklardan dolayı daha fazla görülmektedir. Özellikle 2008 yılında yaşanan krizin etkisi, değişkende meydana gelen volatilitelerden de rahatlıkla görülebilmektedir.

Tablo.1.Durağanlık Testi Sonuçları

Değişken	Düzey/Birinci Fark	Augmented Dickey Fuller (ADF) Test İstatistiği		Sonuç
		Sabit	Sabit+Trend	
İMKB-100	Düzey	0.650820(0)	-2.236805(0)	I(1)
	Birinci Fark	- 12.12680(0)	- 12.09751(0)	

*Not: parantez içindeki değerler gecikme sayısını vermektedir.

İMKB Ulusal-100 endeksi serisine uygun koşullu ortalama modelini belirlemek için öncelikle durağan hale gelen seriye ait örnek otokorelasyon (SACF) ve örnek kısmi otokorelasyon (SAPCF) fonksiyonları incelenir. Durağan modellerde geçici uygun model yapısının belirlenmesinde AR (p) için örnek kısmi otokorelasyon fonksiyonundan, MA (q) için örnek otokorelasyon fonksiyonundan yararlanılarak gecikme uzunluklarının sayısı belirlenir. Buna göre aşağıdaki Tablo.2. düzenlenmiştir.

Tablo.2.İMKB Ulusal-100 Endeks Serisi İçin Model Seçimi

MODEL	Katsayılar	Std. Hatalar	t istatistiği	P-değeri (%5)
ARIMA (3,1,2)				
C	334.8277	265.5827	1.260728	0.2096
AR(1)	-1.362667	0.240645	-5.662569	0.0000
AR(2)	-0.335506	0.298044	-1.125694	0.2623
AR(3)	0.212974	0.097156	2.192091	0.0301
MA(1)	1.372175	0.242105	5.667693	0.0000
MA(2)	0.520448	0.239590	2.172241	0.0316

Tablo.2'ye göre serinin yapısına uygun modelin belirlenmesinde parametre tahmincilerinin istatistiksel anlamlılığı dikkate alındığında AR (2), MA (2) ve C terimlerinin modelden çıkarılması gerekmektedir. ARMA (1,1) modeli bu kriterleri sağlamaktadır. ARMA (1,1) geçici uygun modelinden elde edilen artıkların "saf hata terimi" özelliği taşıyıp taşımadıkları, otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon sınırları içinde olup olmadıkları incelenmiş, hata terimlerinin rassal dağıldığına karar verilmiştir. ARMA (1,1) modelinden elde edilen hata terimleri ile modelde ARCH etkisinin olup olmadığını saptamak için ARCH-LM testi uygulanmış ve sonuçlar tabloya aktarılmıştır. ARMA (1,1) modeli;

$$DIMKB100_t = \alpha_0 + \beta_1 DIMKB100_{t-1} + \phi_1 \mu_{t-1} + \varepsilon_t$$

olarak gösterilebilir. ARMA (1,1) modelinden tahmin edilen artıklara ve artıkların karelerine ait örnek otokorelasyon fonksiyonları (SACF) incelendiğinde, hata terimleri ve hata karelerine ait örnek otokorelasyon katsayılarının (ρ_k) k gecikmeleri için hesaplanan değerleri %95 güven sınırları içinde yer aldığı görülmektedir.

Fakat seride ARCH etkisinin varlığını ortaya koyabilmek için, seçilen koşullu ortalama modelinden hareketle, elde edilen artıklarla yardımcı regresyon modeli oluşturulur. Yardımcı regresyon modeli;

$$ht = \alpha_0 + \alpha_1 \hat{\varepsilon}_{t-1}^2 + \alpha_2 \hat{\varepsilon}_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p \hat{\varepsilon}_{t-p}^2 + v_t$$

şeklinde tahmin edilmektedir. Denklemdaki ht ARIMA (1,1) modelinden elde edilen standartlaştırılmış artıklardır. ARCH-LM testine göre, yardımcı regresyondan elde edilen R² ile (T-p) serbestlik derecesi ile çarpılarak hesaplanan değer, χ^2_p kritik değerinden büyük olması durumunda modeldeki hata terimlerinde ARCH etkisinin varlığı kabul edilir. Test hipotezleri;

$$H_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_p = 0$$

$$H_a = \text{en az bir } \alpha_i > 0$$

şeklinde oluşturulur ve test istatistiği;

$$LM = (T-p) \cdot R^2 \text{ olarak hesaplanır ve karar verilir.}$$

Tablo. 3. İMKB-100 Endeksi Serisi İçin ARCH-LM Testi

	(T-p).R ²	Olasılık(p)
ARCH(1)	0.078639	0.7792
ARCH(2)	2.611022	0.2710
ARCH(8)	20.62465	0.0082
ARCH(12)	31.16605	0.0019
ARCH(14)	30.57314	0.0064

%95 güven aralığında, **Tablo 3** de elde edilen sonuçlara bakıldığında, hesaplanan ARCH-LM istatistikleri 8. mertebeden itibaren modeldeki hata terimlerinin ε_{t-p}^2 anlamlı çıkması çok güçlü bir ARCH etkisinin olduğunu göstermektedir. İncelenen dönemde İMKB 100 endeksinde yaşanan dalgalanmaların yani yüksek bir oynaklığın söz konusu olduğu söylenebilir.

5. Sonuç

Uluslararası finansal piyasalarda ortalama son 30 yılda yaşanan dalgalanmalar ve buna bağlı olarak riskten korunma amacına yönelik gelir elde etmek için araştırmacılar, finansal piyasalardaki hareketlerin tahmin edilmesine olan ilgiyi artırmıştır. Finansal piyasalardaki volatilitenin nedenlerinin belirlenmesi ve bu hareketlerin önceden tahmin edilmesi bu piyasalarda finansal başarının vazgeçilmez koşullarından birisi haline gelmiştir. Bu çalışmada, İMKB bileşik indeksine ait aylık volatilitelerinde, finansal verilerde sıkça rastlanan volatiliteler kümelenebilir ve özellikleri araştırılmıştır. Volatiliteleri modelleyebilmek için aylık ARCH tipi değişen varyans dayalı modeller kullanılmıştır. Değişen varyansın özel bir şekli olan ARCH etkilerinin araştırılmasının nedeni, birçok finansal zaman serilerinde gözlemlenen ve ihmal edilmesi halinde tahminlerin etkinliğinin azalmasına neden olan hata terimi ile geçmiş hata terimlerinin daha önceki dönemlere ait hata terimlerinden daha çok birbiri ile ilişkili olması durumunun dikkate alınması gereğidir. İMKB hisse senedi piyasalarına ait endekslerin Şekil 1’de yer alan getiri verileri incelendiğinde, volatiliteler hareketlerinin birbirini izlediği görülmektedir. Volatiliteler kümelenebilir olarak nitelendirilen bu durum, incelenen dönemin tamamında özellikle de kriz dönemlerinde belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. İMKB endeksine ait aylık verilerin birim kök içerip içermediğini belirlemek amacıyla, birim kök testi uygulanmıştır. Augmented Dickey Fuller (ADF) testi sonucunda, İMKB endeksine ait serinin düzeyde durağan olmadığı, birinci mertebeden farkının alınması ile serinin durağan hale geldiği I (1) durağan olduğu bulunmuştur.

Volatiliteler modellerinden ARCH (otoregresif koşullu değişen varyans) etkisinin bulunup bulunmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla gerçekleştirilen ARCH LM testinde aylık endeks verilerinde otoregresif koşullu değişen varyans etkilerinin bulunduğu belirlenmiş ve sadece anlamlı olan değerler tablolaştırılmıştır.

Volatilitenin tahmini için en çok ARCH (1) ve GARCH (1,1) modelleridir ve genelde bu modeller finansal zaman serilerinin volatilitelerini açıklamak için yeterli görülmektedir. Fakat burada, ARCH (1), GARCH (1,1), ARCH (2), GARCH (2,2), GARCH (2,1) gibi modellerde denenmiş ancak parametreler istatistikî olarak anlamlı bulunmamıştır. Yani İMKB Ulusal-100 endekste volatilitenin etkisi görülmekte, gerçekleştirilen ARCH-LM testinde aylık getiri verilerinde otoregresif koşullu değişen varyans etkilerinin bulunduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, finansal değişkenlere ait birçok zaman serisinin oynaklık sergilediği görülmektedir. Bu zaman serilerinin hata terimleri varyansı, sabit varyans varsayımına uymamaktadır. Böyle bir durumda model EKK yöntemi ile tahmin edileme-

mektedir. Koşullu değişen varyansın var olduğu modelleri çözebilme imkanı veren ARCH/GARCH yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada İMKB-Ulusal-100 endeks serisinde yüksek dereceden ARCH etkisinin varlığını ortaya koymaktadır. Fakat burada unutulmaması gereken önemli bir nokta, volatilitenin ölçülmesinde kullanılan model ister ARCH-GARCH ister asimetrik etki modelleri olsun riskin ölçüsünün uygulanan veri setine göre farklılık gösterdiği'dir.

Kaynakça

- AKTAŞ C., ve Hülya Akkurt (2006), "ARCH Modelleri ve Türkiye'ye Ait Otomobil Üretimi Verilerinin Farklı Varyanslılığının İncelenmesi", **Dumlupınar Üniversitesi sosyal Bilimler Dergisi**, Sayı:16, ss.87-106
- ATAKAN, T., (2008), " İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Haftanın Günü Etkisi ve Ocak Ayı Anomalilerinin ARCH-GARCH Modelleri ile Test Edilmesi", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, Cilt:37, Sayı:2.
- AYHAN, D. (2006), "Döviz Kuru Rejimlerinin Kur Oynaklığı Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği", **İktisat İşletme ve Finans**, ss.64-76.
- BİLDİRİCİ, M., Oktay, S. Ve Aykaç, E., (2007), "İMKB'DE Getiri Değişkenliğinin Hesaplanmasında ARCH/GARCH Ailesi Modellerin Kullanılması", **Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi**, 24-25 Mayıs 2007 – İnönü Üniversitesi Malatya. (Çevrimiçi 20.04.2011: eisemp8.inonu.edu.tr/bildiri-pdf/bildirici-oktay-aykac.pdf)
- BOLLERSLEV, T., (1986), "Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity", **Journal of Econometrics**.
- BOLLERSLEV, T., (1992), "ARCH Modelling in Finance: A Review of the Theory and Empirical Evidence", **Journal of Econometrics**, 52.
- BOLLERSLEV, T., Ray Y., Chou ve Ken F., Kroner, (1992), "ARCH modeling in finance: A review of the theory and empirical evidence", **Journal of Econometrics**, 52.
- BROOKS, R.D., Robert W., Faff, Michael D. McKenzie ve Heather, Mitchell (2000), "A multi-country study of power ARCH models and national stock market returns", **Journal of International Money and Finance**, 19 (3).
- CAMPBELL, J.Y.; Lo, A.W. and MacKinlay, A.C., (1997), **The Econometrics of Financial Markets**, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- ÇATALBAŞ, E., (2008), " Hisse Senetlerinin İşlem Hacimleri ve Volatiliteleri Arasındaki İlişkinin Testi: İMKB'DE Bir Uygulama", **Finans Politik & Ekonomik Yorumlar**, Cilt:45, Sayı:526.
- ÇİNKO, M., (2006), "Etkin Piyasa Hipotezi: İMKB'de Haftanın Günü Etkisi ve Tatil Anomalisi, **TİSK Akademi Dergisi**, 1/2, 2006/II.
- DROST, F. C. And Theo E. Nijman, (1991), "Temporal Aggregation of GARCH Processes", **Econometrica**, 61/4, pp. 909-27.
- ENDERS, W., (1995), **Applied Econometric Time Series**, John Wiley & Sons.
- ENGLE, R.F., (1982), "Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation", **Econometrica**, s.50, c.4.
- ENGLE, R.F., (2002), "Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models", **Journal of Business and Economic Statistics**, Vol.20, 339-350.

- FONG, W.M. (1997), " Volatility Persistence and Switching ARCH in Japanese Markets", **Financial Engineering and the Japanese Markets**, Vol:4, pp. 37-57.
- GLOSTEN, L.R. Jagannathan, R., Runkle, D. (1993), "On the Relationship between the Expected Value and the Volatility on the Nominal Excess Returns on Stocks", **Journal of Finance**, Vol.48, pp. 1779-1801.
- GÖKÇE, A. (2001), "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Getirilerindeki Volatilitenin ARCH Teknikleri İle Ölçülmesi", **G.Ü.İ.İ.B.F.Dergisi**, 1/2001.
- HSIEH, D. A. (1989), "Modeling Heteroskedasticity in Daily Foreign Exchange Rates", **Journal of Business and Economic Statistics**, Vol:7,pp. 307-317.
- ISIĞIÇOK, E. (1999), "Türkiye'de Enflasyon'un Varyansının ARCH ve GARCH Modelleri İle Tahmini", **Uludağ Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi**, Cilt:17, Sayı:3.
- KIRAN, B. (2010), "İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Getiri Volatilitesi ve İşlem Hacmi", **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, 11(1) 2010.
- KIZILSU, S.S. ve AKSOY, S. ve KASAP, R., (2001), "Bazı Makro Ekonomik Zaman Dizilerinde Değişen Varyanslılığın İncelenmesi", **Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**.
- KUTLAR, A., (2000), **Ekonometrik Zaman Serileri**, Gazi Kitabevi.
- LI, W.K., (2002), "Recent Theoretical Results for Time Series Models With GARCH Errors", **Journal of Economic Surveys**, Vol. 16, No.3
- LI, M.Y.L. & Lin, H.W.W (2003), "Examining the Volatility of Taiwan Stock Index Returns via a Three-Volatility-Regime Markov Switching ARCH Model", **Review of Quantitative Finance and Accounting**, Vol:21,pp. 123-139
- LAMOUREUX, C.G., Lastrapes W.D., (1990), "Heteroskedasticity in Stock Return Data: Volume versus GARCH Effects", **Journal of Finance**, 45: 221-229.
- MAZIBAŞ, M., (2005), "İMKB Piyasalarındaki Volatilitenin Modellenmesi ve Öngörülmesi: Asimetrik GARCH Modelleri ile bir Uygulama", **VII. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu**, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü, İstanbul, www.ekonometridernei.org/bildiriler/o16s3.pdf (erişim tarihi:20.12.2010)
- NELSON, D.B., (1991), "Conditional Heteroscedasticity in Asset Returns: A New Approach", **Econometrica**, Vol. 59.
- ÖZBEY, F., (2005), "Çok Değişkenli GARCH Modelleri ve Bir Uygulama: Türkiye'de Belirsizliğin Enflasyon ve Çıktıdaki Büyüme Üzerine Etkisi " **Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, Adana.
- ÖZDEN, Ü.H. (2008), "İMKB Bileşik 100 Endeksi Getiri Volatilitésinin Analizi", **İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Sayı:13, ss.339-350.
- POTERBA, J.M., Summers, L.H. (1986), "The Persistence of Volatility and Stock Market Fluctuations", **American Economic Review**, 76: 1141-1151.
- ÜLGEN, M.; Teker S., (2005), "İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında İşlem Gören Sanayi Şirketleri için Bir Analitik Değerlendirme Tekniği Uygulaması", **itüdergisi/b**,cilt:2,sayı.1
- VEİGA, H. (2006), "Volatility Forecasts: A Continuoss Time Model versus Discrete Time Models", Universidad Carlos III De Madrid, Working Paper, 06-25(09) Statistics and Econometrics Series.
- YALÇIN, Y., (2007), "Stokastik Oynaklık Modeli İle İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Kaldırıcı Etkisinin İncelenmesi", **Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt:22, Sayı:2.