

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
FİNANSAL PİYASALAR VE YATIRIM YÖNETİMİ BİLİM DALI

**FİNANSAL RİSK DEĞERİNİN BELİRLENMESİNDE
KULLANILAN SAYISAL YÖNTEMLER: ARCH/GARCH
MODELLERİYLE İMKB UYGULAMASI**

Yüksek Lisans Tezi

VUSLAT GÜZEL

İstanbul, 2007

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
FİNANSAL PİYASALAR VE YATIRIM YÖNETİMİ BİLİM DALI

**FİNANSAL RİSK DEĞERİNİN BELİRLENMESİNDE
KULLANILAN SAYISAL YÖNTEMLER: ARCH/GARCH
MODELLERİYLE İMKB UYGULAMASI**

Yüksek Lisans Tezi

VUSLAT GÜZEL

Danışman: PROF. DR. SELAHATTİN GÜRİŞ

İstanbul, 2007

Marmara Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Tez Onay Belgesi

İŞLETME Anabilim Dalı FİNANSAL PİYASALAR VE YATIRIM YÖNETİMİ
Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi VUŞLAT GÜZEL nin FİNANSAL RISK
DEĞERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN SAYISAL YÖNTEMLER:
ARCH/GARCH MODELLERİYLE İMKB UYGULAMASI adlı tez çalışması, Enstitümüz
Yönetim Kurulunun 19.07.2007 tarihli ve 2007-8/30 sayılı kararıyla oluşturulan jüri
tarafından oybirliğiyle Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 21.09.2007

- 1) Tez Danışmanı : PROF. DR. SELAHATTİN GÜRIŞ
2) Jüri Üyesi : PROF. DR. OSMAN ALTUĞ
3) Jüri Üyesi : PROF. DR. GÜREL KONURALP



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
İÇİNDEKİLER LİSTESİ.....	i
TABLO LİSTESİ.....	iv
GRAFİK LİSTESİ.....	vi
EK LİSTESİ.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii

GİRİŞ.....	1
------------	---

BİRİNCİ BÖLÜM

RİSK KAVRAMI VE FİNANSAL RİSK

1.1.Risk Kavramı.....	5
1.2.Risk ve Belirsizlik.....	6
1.3.Finansal Risk.....	8
1.4.Piyasa Riski.....	10
1.5.Piyasa Riski ve Beta Katsayısı.....	11
1.6.FVFM-Finansal Varlık Fiyatlama Modeli.....	13
1.7.Kaldıraçlı Betalar.....	16

İKİNCİ BÖLÜM

BANKACILIK SEKTÖRÜNDE RİSK, RİSK YÖNETİMİ, BASEL II ve RİSKE MARUZ DEĞER

2.1.Bankacılıkta Risk.....	19
2.1.1.Bankacılıkta Risk Çeşitleri.....	22
2.1.2.Bankacılık Sektöründe Risk Yönetiminin Önemi.....	24
2.1.3.Bankacılıkta Risk Yönetimi.....	25
2.2.Basel II ve Önemi.....	27
2.3.Bankalarda Riske Maruz Değer Ölçümü.....	31

2.3.1.Riske Maruz Değer (Value at Risk).....	32
2.3.2.Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri.....	33
2.3.2.1.Monte Carlo Simülasyon Yöntemi.....	35
2.3.2.2.Parametrik Olmayan Yöntemler.....	38
2.3.2.3.Parametrik Yöntemler-Varyans Kovaryans Yöntemi.....	42

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

FİNANSAL ZAMAN SERİLERİNE VE FİNANSAL RİSKE EKONOMETRİK BAKIŞ

3.1.Etkin Pazar Hipotezi.....	54
3.2.Rassal Yürüyüş Süreci.....	57
3.3.Otokorelasyon ve Otoregresif Süreç.....	60
3.4. Zaman Serilerinde Dağılım Özelliği.....	63
3.5. Zaman Serilerinde Durağanlık Analizi-Birim Kök Sorunu	64
3.6. Zaman Serilerinde AR, MA, ARMA ve ARIMA Süreçleri.....	70
3.7.Finansal Zaman Serilerinde Doğrusallık.....	73

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

FİNANSAL ZAMAN SERİLERİNDE RİSKİN MODELLENMESİ

4.1.Değişen Varyans.....	77
4.2.Değişen Varyansın Modellenmesinde ARCH/GARCH Tekniği.....	80
4.2.1.ARCH Modeli.....	82
4.2.2.GARCH Modeli.....	86
4.2.3.ARCH-M Modeli.....	90
4.3.GARCH Modeli Türevleriyle Riskin Modellenmesi.....	92
4.3.1.TARCH ve GJR-GARCH Modelleri.....	93
4.3.2.EGARCH Modeli.....	95
4.3.3.PARCH ve Asimetrik PARCH Modelleri.....	98
4.3.4.IGARCH Modeli.....	101

4.4.ARCH Etkisinin Sınanması, Parametre Tahmini ve Model Seçim Kriterleri.....	103
4.4.1.ARCH-LM Testi.....	104
4.4.2.ARCH ve GARCH Modellerinin Maksimum Olabilirlik Tahmini.....	106
4.4.3.Model Seçiminde AIC, SC ve Log Olabilirlik Kriterleri.....	108
4.5.ARCH ve GARCH Modellerinde Öngörü.....	109

BEŞİNCİ BÖLÜM

UYGULAMA

İMKB BANKACILIK SEKTÖR ENDEKSİ VOLATİLİTESİNİN ARCH/GARCH ve TÜREVLERİYLE MODELLENMESİ

5.1.Bankacılık Sektörü ve BANK Serisinin Tanımı.....	112
5.2.Serinin Analizi ve İstatistiki Çözümlemesi.....	120
5.2.1.Ortalama ve Varyans.....	122
5.2.2.Çarpıklık.....	123
5.2.3. Basıklık.....	124
5.2.3.Jarque-Bera Testi.....	126
5.3.İMKB Bankacılık Sektör Endeks Riskinin ARCH GARCH Model Tahminleri...	132
5.3.1.LBANK Serisinin Durağanlık Analizi.....	134
5.3.2.ARCH-LM Testi.....	140
5.3.3.ARCH(1) Modelinin Tahmini.....	141
5.3.4.GARCH(1,1) Modelinin Tahmini.....	144
5.3.5.TARCH(1,1) Modelinin Tahmini.....	149
5.3.6.EGARCH(1,1) Modelinin Tahmini.....	154
5.3.7.PARCH(1,1) ve APARCH(1,1) Modellerinin Tahmini.....	155
5.4.Modellerin Öngörü Kriterlerinin Karşılaştırılması.....	163
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	176
KAYNAKÇA.....	180
EKLER.....	189

TABLO LİSTESİ**Sayfa No.**

Tablo-1: Piyasa Risklerinin Ölçümünde Volatilite Hesaplama Yöntemleri Kullanım Oranları.....	50
Tablo-2 : Asimetrik PARCH Modelinin Özel Durum Kısıtları.....	99
Tablo-3 : Bankacılık Sektörünün Finansal Sağlamlık Göstergeleri.....	114
Tablo-4 : Bankaların F/K, PD/DD, NK/TA, NK/ÖS Oranları ve Beta Katsayıları.....	117
Tablo-5 : Halka Açık Bankaların Ödenmiş Sermayeleri ve Halka Açıklık Oranları....	118
Tablo-6 : LBANK Serisinin Korelogramı.....	135
Tablo-7 : LBANK Serisi Unit Root Test İstatistiği.....	136
Tablo-8 : DLBANK Serisi Unit Root Test İstatistiği.....	137
Tablo-9 : DLBANK Serisi ARCH-LM Test İstatistikleri.....	141
Tablo-10 : GARCH(1,1)-Gauss Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı.....	147
Tablo-11 : GARCH(1,1)-GED Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı.....	148
Tablo-12 : GARCH(1,1)-t Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı.....	149
Tablo-13 : TARCH(1,1)-Gauss Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı.....	151
Tablo-14 : TARCH(1,1)-GED Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı.....	152
Tablo-15 : TARCH(1,1)-t Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı.....	153
Tablo-16 : APARCH(1,1)-Gauss Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı.....	157
Tablo-17 : APARCH(1,1)-GED Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı.....	159
Tablo-18 : APARCH(1,1)-t Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı.....	160
Tablo-19 : DLBANK Serisinin Volatilitisini En İyi Açıklayan Modellerin Tahmin Sonuçları.....	161
Tablo-20 : Log Olabilirlik AIC ve SC Değerleri ile Model Karşılaştırması.....	162
Tablo-21 : LBANK Serisinin Dinamik Öngörü Sonuçları.....	164
Tablo-22 : BANK Serisinin Korelogramı.....	189
Tablo-23 : LBANK Serisinin 18 gecikmeli ADF Test İstatistiği.....	190

Tablo-24 : DLBANK Serisinin 17 gecikmeli ADF Test İstatistiği.....	191
Tablo-25 : DLBANK Serisinin ARMA(2,1) –EKK Tahmin Sonuçları.....	192
Tablo-26 : DLBANK Serisinin ARCH(1) – ML Yöntemi Tahmin Sonuçları.....	193
Tablo-27 : DLBANK Serisinin GARCH(1,1) – ML Yöntemi Tahmin Sonuçları.....	194
Tablo-28 : DLBANK Serisinin TARCH(1,1) – ML Yöntemi Tahmin Sonuçları.....	195
Tablo-29 : DLBANK Serisinin EGARCH(1,1) – ML Yöntemi Tahmin Sonuçları.....	196
Tablo-30 : DLBANK Serisinin PARCH(1,1) – ML Yöntemi Tahmin Sonuçları.....	197
Tablo-31 : DLBANK Serisinin APARCH(1,1) – ML Yöntemi Tahmin Sonuçları.....	198

GRAFİK LİSTESİ

Sayfa No.

Grafik 1 : İMKB Bankacılık Sektör Endeksi – BANK Serisi.....	121
Grafik 2 : BANK Serisinin Betimleyici İstatistikleri.....	122
Grafik 3 : Logaritmik İMKB Bankacılık Sektör Endeksi – LBANK Serisi.....	129
Grafik 4 : LBANK Serisinin Betimleyici İstatistikleri.....	129
Grafik 5 : Logaritmik Farkı Alınmış BANK – DLBANK Serisi.....	138
Grafik 6 : ARCH(1) Koşullu Standart Sapma Grafiği.....	143
Grafik 7 : ARCH(1) Standardize Edilmiş Kalıntı İstatistikleri.....	143
Grafik 8 : GARCH(1,1) Koşullu Standart Sapma Grafiği.....	145
Grafik 9 : GARCH(1,1) Standardize Edilmiş Kalıntı İstatistikleri.....	146
Grafik 10 : TARARCH(1,1) Standardize Edilmiş Kalıntı İstatistikleri.....	151
Grafik 11 : APARCH(1,1) Standardize Edilmiş Kalıntı İstatistikleri.....	157
Grafik 12 : GARCH(1,1) - Statik Öngörü Grafiği.....	166
Grafik 13 : GARCH(1,1)- Dinamik Öngörü Grafiği.....	168
Grafik 15 : TARARCH(1,1)- Statik Öngörü Grafiği.....	169
Grafik 15 : TARARCH(1,1) - Dinamik Öngörü Grafiği.....	170
Grafik 16 : APARCH(1,1) Statik Öngörü Grafiği.....	171
Grafik 17 : APARCH(1,1)- Dinamik Öngörü Grafiği.....	172
Grafik 18 : BANK Serisinin 2007 Gerçek Verilerinin Grafiği.....	173
Grafik 19 : BANKFR Serisinin Grafiği.....	174
Grafik 20 : Logaritmik BANKFR- LBANKFR Serisinin Grafiği.....	174

EK LİSTESİ

Ek 1 : Uygulama Bölümünde Yapılan Bazı Sınamaların Sonuçları.....	189
Ek 2 : Çalışmada Kullanılan Bazı Terimlerin Türkçe-İngilizce Karşılıkları.....	199

ÖZET

Riskin temel göstergesi olan volatilité, özellikle finansal piyasaların büyük bölümünü oluşturan bankalar için hayati önem taşımaktadır. Finansal risk kavramı çok geniş olup, çalışmada finans kesiminin temelini oluşturan bankaların sektör riski ele alınmış ve bu riski ölçebilmek için İMKB Bankacılık Sektör Endeksinin günlük kapanış değerlerinden oluşan veri setinden yararlanılmıştır. Finansal riski modellemeyebilmek için, hem bankaların taşıdıkları riskleri hem de piyasa risklerini aynı anda sunabilen İMKB Bankacılık Sektör Endeksi tercih edilmiştir. Bu çalışmada finansal riskin belirlenmesinde kullanılan sayısal yöntemler ele alınmış ve bu yöntemlerden biri olan Ardışık Bağımlı Koşullu Değişen Varyans (ARCH) ve Genelleştirilmiş ARCH (GARCH) Modelleri ile uygulama yapılmıştır. Bu yöntemin en büyük avantajı, zaman serilerinin hemen hemen hepsinde görülen, dönemler arası bağımlılığı (otokorelasyon) ve değişken yapıya sahip, sabit olmayan varyansı yani volatilitéyi, serinin geçmiş değerlerinden başka veriye ihtiyaç duymayan modelleyebilme gücüne sahip olmasıdır.

Bu çalışmada, finansal verilerde sıkça rastlanan volatilité kümelenmesi, asimetrik fiyat hareketleri, kaldıraç etkisi ve kalın kuyruk özellikleri araştırılmış, ARCH/GARCH ve türevi modeller tanıtılmış ve bu modellerin İMKB Bankacılık Sektör Endeksinin volatilitésini yani riskini tahmin etme ve öngörme kapasiteleri incelenmiştir.

2007’de dünyada uygulanmaya başlanan ve 2008’de ülkemizde de uygulanacak olan Basel II gerekliliklerinin uygulamaya konmasıyla daha da önemli hale gelecek olan Türkiye’nin Bankacılık Sektör riski global sermayenin de yakından takip ettiği bir konudur.

Anahtar Kelimeler: Finansal Risk, Volatilité Modellemesi ve ARCH/GARCH Modelleri

ABSTRACT

Volatility, the basic indicator of risk, bears vital importance particularly for banks that represent the majority of the financial markets. Financial risk is a very comprehensive concept, and this study considers the sectoral risk of the banks constituting the backbone of the finance sector and benefits from a set of data consisting of daily closing figures of ISE Banking Sector Index to be able to measure the risk. To be able to model the financial risk, ISE Banking Sector Index has been preferred as it is capable of presenting the banks' own risks and the market risks. In this study, quantitative methods used in determining financial risk have been evaluated, and Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (ARCH) and Generalized ARCH (GARCH) have been used in practice. The greatest advantage of this method is that it is able to model autocorrelation, which we see almost in all time series, and the heteroskedasticity, i.e. volatility, which has an unsteady character, without requiring any data other than the past values of the series.

In this study, volatility clustering, asymmetrical price movements, leverage effect and fat tail characteristics which are frequently seen in financial data have been investigated, ARCH/GARCH and derivative models have been explained, and the capabilities of these models to forecast and estimate the volatility, i.e. the risk of ISE Banking Sector Index, have been examined.

The Banking Sector risk in Turkey that will become much more important with the introduction of Basel II requirements which are effective as of 2007 internationally and shall become effective nationally as of 2008 is an issue which is closely monitored by the global capital.

Keywords: Financial Risk, Volatility Modeling and ARCH/GARCH Models

GİRİŞ

Finansal piyasalarda son 20-25 yılda uluslararası çapta yaşanan derin dalgalanmalar, riskten korunma ve spekülâtif gelir elde etme amacına yönelik olarak finansal piyasalardaki hareketlerin tahmin edilmesine duyulan ihtiyacı artırmıştır. Finansal piyasalarda volatilité olarak adlandırılan bu hareketlerin önceden öngörülebilmesi, finansal piyasalarda başarının vazgeçilmez koşulu haline gelmiştir.

Geleneksel iktisadi yöntemlerin açıklamakta yetersiz kaldığı finansal piyasa dinamikleri bu alanda geliştirilen sayısal yöntemlerle zamanla anlaşılmaya başlanmıştır. Finansal risklerin belirlenmesine yönelik çalışmaların hızla artması ve risklerin öngörülebilmesi piyasalara spekülâtif amaçla sermaye girişinin artmasına sebep olmuş, piyasaların derinliği ve etkinliği artmıştır.

Türkiye’de finansal piyasalar henüz arzu edilen seviyede derinliğe ulaşamamıştır. Bu özelliği nedeniyle, piyasalarda ani ve sert volatilité hareketleri gözlemlenmektedir. Geleneksel risk değeri hesaplamaları, volatilité hareketlerini öngörmekte zayıf kalmakta, bu durum ise finansal kurumların beklenmeyen ölçüde ekonomik sermaye kaybına neden olmaktadır. Özellikle Bankalar ve diğer finansal kurumlar için risk tahminleri hayati önem taşımaktadır. Bu sebeplerle piyasalardaki ani ve yüksek volatilité hareketlerini kavrayabilecek derecede gelişmiş risk ölçüm modellerinin oluşturulması özellikle gelişmekte olan piyasalar için son derece önemlidir.

Risk ve belirsizliğin artan önemi, zamana bağılı olarak değışen varyans ve kovaryansın modellenmesine olanak sağılayan ekonometrik zaman serilerinin gelişimini gerekli kılmıştır. Riskin zamandaki değışimini ikinci veya daha yüksek dereceden momentler ile modellemeye başlanmıştır. Yüksek frekanslı finansal verilerdeki zamana bağılı değışkenliği (volatilitéyi) analiz etmek için koşullu değışkenlik modellerinin kullanımı yaygın hale gelmiştir. Finansal seriler incelendiğinde trend etrafında küme halinde aşağı ve yukarı yönlü dalgalandıkları, klasik zaman serileri çözümlemelerinde

varyansın sabit olduğu, zaman içinde gözlem değęerlerinde meydana gelen değışikliğin, varyans üzerinde değışikliğe neden olmadığı varsayımının geçerli olmadığı görölmüş, piyasalardaki bu ani ve yüksek volatilité hareketlerini kavrayabilecek tahmin ve öngörü modelleri geliştirilmiştir. Değişken varyansları karakterize edebilmek için Robert F. Engle tarafından ortaya konulan en önemli araçlardan biri olan ARCH (AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity-Ardışık Bağlanımlı Koşullu Değişen Varyans) modellerin ortaya çıkışından itibaren bu strateji bir çok finansal zaman serisi uygulamasına konu olmuştur. Bu model daha sonra Bollerslev tarafından geliştirilerek Genelleştirilmiş ARCH (GARCH) olarak adlandırılmış ve zamanla bir çok türevi geliştirilmiştir. Çok çeşitli olmalarına karşılık hepsinin amacı koşullu varyansı tarihi değęerlerine göre modellemektir. ARCH/GARCH yöntemi aslında bir hata modellemesidir. Çoğunlukla başka modellerin içinde volatilité faktörünü temsilen kullanılır.

Literatürde ARCH/GARCH modellerinin sıkça tercih edilmesinde; zaman serilerinin hemen hemen hepsinde görölen dönemler arası bağımlılığı (otokorelasyon) ve sabit olmayan varyansı modelleyebilmesi, serinin geçmiş değęerlerinden başka veriye ihtiyaç duymadan volatilitéyi modelleyebilme gücüne sahip olması ve model tahminin basit olması büyük rol oynamaktadır.

Bu çalışmada IMKB Bankacılık Sektör Endeksinin volatilitésini modelleyebilmek için ARCH/GARCH tipi değişen varyansa dayalı modeller kullanılmış ve IMKB Bankacılık Sektör Endeksi için en uygun öngörü modelinin hangisi olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde risk kavramı ele alınmış, sürekli birbirlerinin yerine kullanılan risk ve belirsizlik kavramları açıklanmıştır, aralarındaki ilişkiye ve farklılıklara değinilmiştir. Risk çok çeşitli olup çalışmada risk kavramı ile ifade edilen “Finansal Risk”tir. Beklenen getirinin gerçekteşen getiriden sapma olasılıđı¹ olarak tanımlanan finansal risk ölçülebilen bir kavramdır ve en basit tanımıyla değişkenliği ifade eder. Yani geçmiş dönemdeki gerçekteşmiş finansal verilerin ortalamasının çevresinde ne kadar dağınık olduğunu

¹ R.Hagin,Modern Portfolio Theory, New York :The Dow-Jones-Irwin Guide, Homewood Illinois ,1979, s.95

gösterir. Ayrıca çalışmanın ilk bölümünde piyasa riski ve beta katsayısı da detaylı olarak ele alınmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde finansal piyasaların büyük bir bölümünü oluşturan Bankacılık Sektörünün riskleri ele alınmıştır. Bu riskler öngörülemediği takdirde ülke ekonomisinde aksaklıklara sebebiyet verecek boyutlara gelmektedir ve globalleşen piyasalarda riskler sadece ülke sınırları içinde kalmayıp, sermaye hareketleriyle sermayenin dolaştığı tüm piyasaları etkilemektedir. Bu durum yeni stratejilerin geliştirilmesine duyulan ihtiyacı arttırmıştır. Riskleri öngörebilmek ve olabilecek en düşük seviyelerde tutmak zorunluluk haline gelmiştir. Bu bölümde dünya finans piyasalarındaki riskleri en aza indirmek için geliştirilen Basel I ve Basel II standartlarına yer verilmiştir. Ayrıca işletmelerin özellikle bankaların ve finansal piyasalarda yeralan şirketlerin ve hatta yatırımcıların sıklıkla başvurduğu risk yönetiminde kullanılan riske maruz değer ölçüm metodlarına yer verilmiştir. VaR yöntemi olarak bilinen riske maruz değer ölçüm hesaplamalarının içinde yer alan risk parametresi bu tezin asıl konusunu oluşturmaktadır. Bu çalışmada risk parametresinin belirlenmesi yani volatilitenin ölçülmesi amaçlanmaktadır. Bu da finansal riski modelleyebilmekle mümkündür.

Çalışmanın üçüncü bölümünde finansal riski modelleme yöntemlerinden önce, etkin piyasa teoremi ve random walk süreci; doğrusallık, durağanlık, otokorelasyon gibi bazı ekonometrik terimler açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde volatilitenin yani riskin kaynağı olan değişen varyans sorunu ve zaman serilerinin karakteristik özelliği haline gelen bu sorunu modelleyebilen ARCH ve GARCH yöntemi ele alınmıştır. Ayrıca bölümde asimetric etkiyi taşıyabilen GARCH modellerinin çeşitlerine yer verilmiştir.

Beşinci bölümde uygulama kısmına geçmeden önce bankacılık sektörü ele alınmış, İMKB Bankacılık Sektör Endeksinin tercih etme sebeplerine değinilmiş ve seri istatistiksel olarak çözümlenmiştir. Serinin finansal riskin modellenmesinde uygun olduğuna karar verildikten sonra Bankacılık Sektörünün piyasadaki riskini ARCH/GARCH yöntemleriyle modellenmeye çalışılmış, Modeller içinde risk

tahmininde en başarılı model(ler) seçilmiştir. Tahmin edilen modellerle geleceğe dönük öngörülerde bulunulmuş ve bu öngörüler gerçek verilerle karşılaştırılarak modellerin öngörü performansları değerlendirilmiştir. Sonuç bölümünde ise elde edilen bulgular yorumlanışve özet halinde sunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

RİSK KAVRAMI VE FİNANSAL RİSK

1.1 Risk Kavramı

Kelime anlamı olarak risk zarar uğrama tehlikesini ifade eder.² Bu kelime İtalyanca “risicare” kelimesinden türemiş olup, cesaret etmek ve meydan okumak anlamına gelmektedir. Bu nedenle risk kaderden ziyade bir seçimdir. İnsanlık tarihine baktığımız zaman riskleri alma isteği, yönetme kapasitesi ve ileriye dönük seçimler yapabilmenin, ekonomik sistemleri ileriye götüren temel etmenler olduğu anlaşılmaktadır.³ Risk kavramı değişik biçimlerde tanımlanabilir ve sınıflandırılabilir.

Eski pragmalara göre risk kaybetme olasılığı olarak tanımlanırken günümüzde risk, tek başına veya tekrarı durumunda o kuruluşun finansal gücünü zayıflatacak tehlikeye sokacak herhangi bir faaliyet sonucundan beklenmedik ve zarara sebep olan bir sapma olarak tanımlanmaktadır.

Risk; taraflarca kabul edilen veya istenilen yükümlülüklerin yerine getirilmemesi, beklenen olayların gerçekleşmemesi ya da beklenmeyen durumların ortaya çıkmasına bağlı olarak zarar edilmesi olasılığını ifade eder. Beklenen - gerçekleşmesi en muhtemel- sonuç ile gerçekleşen -fiili- sonuç arasındaki sapmadır.⁴

Risk, tahmin ile gerçekleşenin aynı ölçüde olmaması veya tahmin hatasının zarara neden olma olasılığıdır.⁵

Risk kavramını karlılıkla ilişkilendirenler, riski bir çok kaynağın karlılık üzerindeki olumsuz etkisi olarak tanımlamaktadırlar. BDDK’nın düzenlediği

² “Risk” Güncel Türkçe Sözlük Türk Dil Kurumu web sayfası www.tdk.gov.tr

³ Orhan Atlas, “Panel Konuşması”. Bankalarda Etkili ve Uluslararası Standartlara Uygun Risk Yönetimi ve Kontrol Modeli Semineri, İstanbul, 8 Haziran 2000, s.85

⁴ Emre Alkın, Tuğrul Savaş ve Vedat Akman, Bankalarda Risk Yönetimine Giriş, İstanbul: Çetin Matbaacılık, 2001, s.105

⁵ Hasan Kaval, Bankalarda Risk Yönetimi, Ankara: Yaklaşım Yayınları, 2000, s.24

“Bankaların iç denetim ve risk yönetim sistemleri hakkında yönetmelik” ise riski, bir işleme ilişkin parasal kaybın ortaya çıkması veya giderin yada zararın vuku bulması nedeniyle ekonomik faydanın azalması ihtimali olarak tanımlamaktadırlar.⁶

Risk belirli bir zaman aralığında, hedeflenen bir sonuca ulaşamama, kayba yada zarara uğrama olasılığıdır. Yani, risk gelecekte oluşabilecek potansiyel problemlere, tehdit ve tehlikelere işaret eder.

Mali piyasalarda ise risk yerine “exposure” terimi kullanılmaktadır. Bu kavram, mevcut pozisyon sonucu ortaya çıkabilecek zarar ve kazançları içermekte ve riski hem negatif hem de pozitif olarak tanımlamaktadır.⁷

1.2.Risk ve Belirsizlik

Risk ve belirsizlik (risk and uncertainty) kelimeleri günlük dilde sıklıkla birbirinin yerine kullanılan kavramlardır. Risk, belirsizliğe karşı korunmasız olma (exposure) durumudur. Ekonomistlerce risk, gelecekteki getirilerde belirsizlik olarak ifade edilmektedir.

Risk, kesin olmamakta birlikte tecrübe ve istatistiksel veriler ile tahmin edilebilen bir olasılığa sahip olan çıktılarla ilgilidir.⁸ Belirsizlik ise elde edilecek sonuçların olası dağılımıdır. Dağılım ne kadar geniş ise belirsizlik o kadar fazla olacaktır. İşletmelerin asıl sakındıkları risk değil belirsizliktir. Riski ve belirsizliği karar verme açısından ele aldığımızda; verilecek bir kararın riskli olması, bu kararın açıkça belirlenmiş amaçlara sahip olduğu ve bunlara ulaşmak için tam olmasa da yeterli miktarda bilgiye ulaşmanın mümkün olduğunu ifade eder. Belirsizlik ise; yöneticilerin hangi amaçlara ulaşmak istediklerinin bilincinde oldukları, fakat bu amaçlara ulaşmak

⁶ BDDK, “Bankalar İç Denetim ve Risk Yönetim Sistemleri Hakkında Yönetmelik”, 2001, www.bddk.org.tr

⁷ Atlas, a.g.e, s.93

⁸ Christopher Lee Marshall, Measuring And Managing Operational Risk In Financial Institutions, Singapur: John Wiley&Sons Ltd.,2001, s.47

için geliştirmekleri alternatiflere yönelik bilgilere ulaşmanın zor olduğu veya tam bilgi elde etmenin mümkün olmadığını ifade eder.⁹

Belirsizlik; riskin ortaya çıkma olasılığının bir ölçüsünü verir. Belirsizlik arttıkça riskin oluşma olasılığı artar. Belirsizlik tek başına ne negatif, ne de pozitifdir. Belirsizliğin negatif bileşeni risk, pozitif bileşeni de fırsat içerir. Değişimin kaçınılmaz sonucu olarak sürekli artan ve daha karmaşık hale gelen belirsizliğin özünde riskler kadar fırsatlar da vardır. Riskle belirsizlik kavramı sıklıkla birbirinin yerine kullanılır, ancak aynı şeyi ifade etmezler. Risk, çoğu zaman istenmeyen bir olayın oluşma olasılığına ilişkin istatistiksel verilere dayalı olarak ölçülebilen bir kavramdır. Belirsizlik, istatistiksel verilerin mevcut olmadığı durumlarda kullanılan, ölçülemeyen bir kavramdır.¹⁰

Risk durumunda gelecekteki olayların alternatif sonuçları bilindiği halde, belirsizlik durumunda böyle bir seçenek yoktur. Risk kavramı sonuçların ortaya çıkışına ilişkin objektif olasılık dağılımını içerdiği halde belirsizlik kavramı subjektif olasılık dağılımını kapsamaktadır.

Belirsizliğin derecesi, gelecekle ilgili bilgi birikiminin yeterliliğine bağlı olarak değişmektedir. Belirsizliği ortaya çıkaran etkenlerle ilgili olarak bireysel veya kurumsal yatırımcının bilgi birikimi ile ngrlerindeki kesinlik arttıkça belirsizlik ve buna bağlı olarak üstlenilen riskin derecesi azalmaktadır.

Risk yönetimi belirsizlikleri ve belirsizliğin yaratacağı olumsuz etkileri daha kabul edilebilir bir düzeye indirgemeyi sağlayan disiplindir. Problemlerin oluşmadan önlenmesini sağlayan proaktif bir yaklaşımdır. Problem haline gelmeden, tehlikeye dönüşmeden önce, risklerin belirlenmesini ve risklerin oluşma olasılığını ve/veya etkisini en aza indirgeyen faaliyetlerin planlanmasını ve yürütülmesini kapsar. Risk yönetimi maliyet, izelge ve performans parametreleri arasında en uygun dengenin

⁹ Erol Eren, Yönetim ve Organizasyon (ağdaş ve Küresel Yaklaşımlar), 5.B., İstanbul : Beta Basım yayın Dağıtım A.ř., 2001, s.173

¹⁰ Meryem Fıkrıkoca, "Bütünsel Risk Yönetimi", 1.Basım, Ankara, Pozitif Matbaacılık, 2003, s.14-18

kurulmasını sağlar. Proje kaynaklarının etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasını ve bilgiye dayalı karar vermeyi destekleyen bir disiplindir.¹¹

1.3.Finansal Risk

Finans literatüründe kullandığımız risk gerçek hayattakinden oldukça farklıdır, Finansal risk, beklenen getirinin gerçekleşen getiriden sapma olasılığıdır¹². Ölçülebilen bir kavramdır ve en basit tanımıyla değişkenliği ifade eder. Yani geçmiş dönemdeki gerçekleşmiş finansal verilerin ortalamasının çevresinde ne kadar dağınık olduğunu gösterir. Geçmiş verileri kullanarak kolayca standart sapma yada varyans hesaplayabiliriz.

Risk yatırımcıların bekledikleri getirileri elde edememe olasılığı olarak tanımlanırken yatırımcılar bekledikleri verimin sapmalarını minimize ederek riski en az düzeye çekmeye çalıştıklarını varsaymaktadır.

Risk getirilerin dağılımındaki değişkenlik olarak kabul edilirse, dağılımın değişkenliğini ölçen standart sapma da risk ölçüsü olmaktadır. Standart sapma menkul kıymetin beklenen getirisinden farklı bir getiri ile karşılaşma olasılığının bir göstergesidir. Yapılan bir tahminde standart sapma ne kadar düşükse menkul kıymetin beklenen getirisine ilişkin tahminin doğruluk derecesi o kadar büyük ve beklenenden farklı bir getiri karşılaşma olasılığı da o kadar düşük olmaktadır.

Yatırımcının yapmış olduğu yatırımdan sağlayacağı verimin, beklenen verimin altına düşme veya üstüne çıkma olasılığı söz konusudur. Bu olasılık, yatırımcı açısından yapmış olduğu yatırımın riskini oluşturur¹³ Örneğin, bir menkul kıymetin gerçekleşen getirisi, beklenen, tahmin edilen getiriden ne kadar büyük farklılık veya

¹¹ Fıkrıkoca,a.g.e.,s.29

¹² R.Hagin,Modern Portfolio Theory, New York :The Dow-Jones-Irwin Guide, Homewood Illinois ,1979, s.95

¹³ Öztin Akgüç, Finansal Yönetim,Yenilenmiş 7.b., İstanbul:Muhasebe Entitüsü Yayın No:65, 1998, s.864

sapma gösteriyorsa, söz konusu menkul kıymetin riskinin o kadar fazla olduğu söylenebilir¹⁴

Finansal piyasaların temel özelliği belirsizlik ve riskin varlığıdır. Yatırımcılar gelir elde etmek amacıyla özellikle hisse senedine yatırım yaptıklarında ciddi bir riske katlanmaktadırlar. Bütün finansal varlıklarda olduğu gibi hisse senedi fiyatlarını da önceden tahmin etmek oldukça güç, hatta olanaksızdır. Hisse senedi fiyatları çok sayıda ölçülebilen ve ölçülemeyen ekonomik ve politik değişkenin etkisi altında kalmaktadır. Tahminlemeye yönelik olarak geliştirilmiş hareketli ortalamalar, regresyon, zaman serisi analizleri gibi istatistiksel yöntemler bulunmakla birlikte söz konusu değişkenlerin sayıca fazlalığı, kendi aralarındaki etkileşimler ve bunların modellere yansıtılmalarındaki güçlüklerle çoğu kez bu yöntemlerden arzu edildiği ölçüde yararlanılamamaktadır. Sonuç itibarıyla sermaye piyasalarında belirsizliğin beraberinde getirdiği risk kavramı ön plana çıkmaktadır

Hisse senedi piyasası, genel ekonominin ve sermaye piyasasının alt sistemlerinden biridir. Bu bağlamda, hisse senedi piyasası içsel faktörlerin dışında genel ekonomi, finans piyasaları ve siyasi beklentiler gibi birçok dışsal faktörden etkilenir. Bu faktörlerin her biri hisse senedi piyasası için bir risk unsurudur. Ancak bu risklerin her birini tek tek ölçmek yerine, bu risklerin fiyatlara yansıdığından hareket ederek, fiyatların geçmiş dönemdeki oynaklığı kullanılarak hisse senedi riskleri hesaplanabilir.¹⁵

Piyasa fiyatlarının ve rasyolarının inişli çıkışlı bir seyir izlemesi anlamına gelen piyasadaki değişkenlik (volatility), finansal riskin ana kaynaklarından biridir.

¹⁴ Mehmet Bolak, Sermaye Piyasası-Menkul Kıymetler ve Portföy Analizi, İstanbul:Beta Yayınları,1991, s.104

¹⁵ Münevver Turanlı, Ünal Halit Özden, Dicle Demirhan, Seçim Tartışmalarının Hisse Senedi Piyasasına Etkisi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi, 2,2007,s.2

1.4.Piyasa Riski

Sermaye piyasasında, zaman zaman belirli bir neden veya nedenlere bağlanabilen, bazen de hiçbir geçerli nedeni olmadan, finansal varlıkların pazar fiyatlarında büyük düşüşler olabilir. İşte, böyle bir fiyat düşüşünün yatırımcının verimi üzerindeki olumsuz etkisi piyasa riskini oluşturur.¹⁶

Piyasa riski, J.P. Morgan'ın 1998 yılına ait raporunda “faiz oranlarının, döviz kurlarının, kredi spreadlerinin, hisse senedi ve mal fiyatlarının kendilerinin ve aralarındaki korelasyonlar ile kendi oynaklıklarının değişmesi sebebiyle yatırım ve alım satım işlemlerinin, taşınan pozisyonların zarar yaratma olasılığı” şeklinde tanımlanmıştır.

Piyasa riskinden kaynaklanan fiyat değişimleri, şirketin denetimi dışındadır. Beklenilmeyen bir savaşın başlaması veya bitmesi, seçim yılı olması, politik faaliyetlerin artması, piyasada spekülasyon faaliyetlerinin artması gibi faktörler, piyasayı etkileyen psikolojik faktörlerdir.¹⁷ Yatırımcıların gelecek hakkındaki beklentilerinin karamsar ya da iyimser olmasını etkileyen bir çok neden, piyasa riskinin etkinliğini arttırıcı ya da azaltıcı rol oynayabilir.¹⁸

Piyasa riski, yüksek kaliteli finansal varlıklardan ziyade düşük kaliteli finansal varlıklar üzerinde daha fazla hissedilir. Aktif olmayan pazarlarda, aktif pazarlara kıyasla daha yüksek piyasa riski söz konusudur. Piyasa riski, hisse senetlerini tahvillerden daha fazla etkiler. Çünkü, tahvil ve benzeri borçlanma senetlerinin gerçek değerleri, hisse senetlerinin değerlerinden daha hassas tahmin edilebilir. Bu özellik, tahvil piyasa fiyatının, bir hisse senedi fiyatına göre piyasa riski nedeni ile daha az dalgalanmasına neden olur. Yatırımcının çeşitlendirme yoluna giderek piyasa riskini göreceli olarak azaltabilir fakat tamamen ortadan kaldırması mümkün değildir. Çünkü, piyasa riskinin ortaya çıkmasıyla birlikte, piyasadaki değişkenlik artar ve bu durumdan tüm menkul kıymetler etkilenir ve piyasa katılımcıları daha büyük belirsizlik ve

¹⁶ Cevat Sarıkamış, Sermaye Pazarları, Alfa Yayınları, İstanbul, 2000. s.179

¹⁷ F. Amling, Investments: An Introduction to Analysis and Management, New Jersey, ss.20-21

¹⁸ Sarıkamış, a.g.e., s.179-180

risklerle karşı karşıya kalırlar. Kendisini piyasa riskine karşı korumak isteyen yatırımcı, satın almayı düşündüğü hisse senedinin fiyatının piyasada meydana gelen değişkenliklere karşı olan duyarlılığını hesaplamalıdır.

Rasyonel davranan yatırımcı, kararlarında fayda maksimizasyonu temeline göre hareket etmektedir. Ancak her yatırımcının optimum risk ve getiri bileşimine göre beklediği fayda eşiği aynı değildir. Bununla birlikte finansal yatırımcılar, fayda eşikleri farklılık gösterse de yatırım kararı almadan önce yeterli bilgiye ulaşarak yüklendikleri riskleri azaltma eğilimindedirler. Bu açıdan risk ve getiri arasındaki ilişki yatırım kararı üzerindeki felsefik tartışmanın da temelini oluşturmaktadır.¹⁹

Menkul değer açısından, yönü hızlı ve aşırı derecede belirsiz biçimde değişen duyarlı bir piyasada menkul değerlerin fiyatlarındaki değişimin hesaplanması, yatırımcıların alım-satım davranışlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Finansal piyasalarda fiyatların volatilitesi yatırım kararlarında ve finansal piyasaların modellenmesinde temel öge olarak her zaman önemli rol oynamaktadır. Risk tahmin edilen değerlerden sapma olasılığı olduğuna göre, riski azaltmanın bir yolu da geleceğe ilişkin daha iyi tahminler yapabilmektedir.

1.5.Piyasa Riski ve Beta Katsayısı

Sistematik risk yada piyasa riski, sistematik faktörlere bağlı olarak varlığın değerinin değişme riskidir. Bu riskten korunabilinir (hedge edilebilir) ancak bu risk tamamen çeşitlendirilemez (yok edilemez) Tüm yatırımcılar, ekonomik faktörlere bağlı olarak ellerindeki varlıkların ya da verdikleri borçların değerlerinin değiştiği zaman bu riskle karşılaşır. Bu tür ekonomik faktörlerdeki beklenmeyen değişiklikler tüm hisselerin (t-1) zamanındaki beklenen getirilerinin (t) zamanındaki getirilerinden sapmaya neden olacaktır.

Sistematik olmayan yada firmaya özgü risklerde ise; bu risklerin kaynağı, faizli menkul kıymeti veya hisse senedini ihraç eden firmalardır. Endüstri veya ekonominin

¹⁹ G.B.Richardson' Information and Investment: A Study in the Working of the Competitive Economy, Clerandon Press, New York, 1997

genelinde meydana gelen olaylara değil de, ihraççısının durumunda meydana gelen değişime bağlı olarak borçlanma belgelerinin, hisse senetlerinin veya bunların türevlerinin fiyatlarında meydana gelen dalgalanmalardan doğan risklerdir.

Şirketlerin ne kadar sistem risklerinin etkisinde kaldığını, sistematik olmayan riski gözardı ederek Beta katsayısı hesaplamaktadır. Beta katsayısı senedin genel piyasa eğilimine uyumunu ifade etmeyi amaçlamakta, şirketin kendi dinamiklerini dikkate almamaktadır. Sistematik olmayan risklerin çeşitlendirme yoluyla yok edilebileceği varsayımıyla sadece sistematik risk ele alınmaktadır.

Piyasayı temsilen piyasa endeksini ele aldığımızda, endeksle hisse senedi arasındaki değişimleri açıklamaya çalışan regresyon denkleminde, beta katsayısı regresyon doğrusunun eğimidir.

$$\beta = \text{cov}(i, i_m) / \text{var}(i_m) \quad (1.1)$$

i = hisse senedi kazanç oranı

i_m = piyasa kazanç oranı

Piyasa portföyünün kendisiyle kovaryansı, kendi varyansını vereceği için Beta'sı 1'dir.

Beta katsayısı piyasa endeksinin değişimi ile hisse senedi fiyat değişimini arasındaki ilişkiyi gösterir. Ayrıca hisse senedinin veriminin piyasa verimi ile paralel hareket edip etmediğini gösterir. Beta > 1 ise, hissenin fiyat değişimi endeksten daha hızlı; 0 < beta < 1 ise hisse senedinin endeksten daha yavaş hareket ettiğine karar verilir. Beta katsayısının 1'den küçük olması hisse senedi veriminin piyasa veriminin altında olduğu, tersi durumunda piyasa veriminden daha yüksek olduğu anlamına gelir. 1'e eşit olması ise veriminin endeksle aynı olduğunu gösterir.

Beta katsayısı sıfıra yaklaştıkça hisse senedinin endeksle uyumu negatif bir hal almaya başlayacak ve endeks artarken hissenin değerinin düşmesi, endeks düşerken ise hissenin değerinin artması beklenecektir. Bu nedenle, piyasa endeksinin düşme trendine

girdiği dönemde portföyde beta katsayısı 1 ile 0 arası senetler bulundurmak, endeks yükselirken ise betası küçük senetleri portföyden çıkararak betası birden büyük senetleri ilave etmek gerekmektedir.²⁰

1.6.FVFM-Finansal Varlık Fiyatlama Modeli

Hisse senedi getirilerini etkileyen ve çeşitlendirilemeyen piyasa riskini her bir firma için mevcut “beta katsayısı” yardımıyla tek faktöre indirgeyerek açıklamaya çalışan Finansal Varlık Fiyatlama Modeli-FVFM (Capital Asset Pricing Model-CAPM) yatırımcının bir finansal varlıktan belirli bir dönemde edinebileceği kazanç getiri olarak tanımlanmaktadır. Beklenen getiri için en basit yaklaşım aritmetik ortalama olmaktadır. Finansal olarak temel yaklaşımda ise, beklenen getiri, Tobin(1958)²¹, Sharpe(1964)²², Lintner(1965)²³ tarafından geliştirilen, finansal varlığın getirilerini etkileyen ve çeşitlendirilemeyen piyasa riskini her bir firma için mevcut “beta katsayısı” yardımıyla tek faktöre indirgeyerek açıklamaya çalışan Finansal Varlık Fiyatlama Modeli-FVFM (Capital Asset Pricing Model-CAPM) aşağıdaki gibi formüle edilmektedir.

$$E(R_i) = R_f + \beta (E(R_m) - R_f) \quad (1.2)$$

$E(R_i)$ = i finansal varlığının beklenen getirisi

R_f = piyasadaki risksiz getiri

β = i varlığının beklenen getirisinin piyasaya bağımlılığını gösterdiği kabul edilen katsayı (i varlığının sistematik riski-beta katsayısı)

$E(R_m)$ = piyasa için beklenen getiri

²⁰ Gürel Konuralp, Sermaye Piyasaları Analizleri, Kuramlar ve Portföy Yönetimi, Alfa Yayın, 2001, s.254-259

²¹ Tobin, James, “Liquidity Preference as Behavior Towards Risk”, The Review of Economic Studies Vol XXVI, No.1, February 1958, s 65-86

²² Sharpe, William F., “Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditional of Risk”, Journal of Finance, Vol.XIX, No.3, September 1964, s 425-442

²³ Lintner, John, “The Valuation of Risk Assets and The Selection of Risky Investment in Stock Portfolios and Capital Budgets”, Review of Economics and Statistics, No.47, 1965, s.13-47

FVFM’de bir menkul kıymet veya portföyden beklenen getiri, varlığın sistematik olmayan riskinin bir fonksiyonu olarak ifade edilir. Bu modele göre beta katsayısı pazar tarafından değerlendirir ve sistematik olmayan risk çeşitlendirmesi yapılarak ortadan kaldırılabilir.

Uluslar arası piyasalarda yatırım riski daha kolay dağıtılabılır ve azaltılabilir. Sınırlı bir piyasada oluşturulacak herhangi bir portföy en azından o piyasaya ilişkin genel riski (sistematik risk) içereceğinden etkinliği yeterli düzeyde sağlayamayacaktır. Bu aşamada farklı pazarlara yönelmek kaçınılmazdır. Özellikle çok uluslu şirketler tarafından farklı ülkelerde yatırım yapma fırsatlarının yatırılması global sermaye yatırım sürecini hızlı bir şekilde geliştirmiştir ve tek piyasa için elde edilmiş FVFM’i kullanarak uluslar arası piyasaları içerecek şekilde yeni modeller geliştirilmiştir. Uluslar arası fiyatlama modellerinde de bir finansal varlık için beklenen getiri, koşullu olarak verilmektedir. Model, temelde Tobin, Sharpe ve Lintner’in FVFM’ine dayalıdır. Koşullu FVFM’nin uluslar arası piyasalar dikkate alınarak düzenlenmesi ile uluslar arası oluşturulmuş bir portföy için Pazar riskinin ölçüsü tüm piyasaları içerebilecek bir dünya endeksi olacaktır.

Finans teorisinde beta kavramı Pazar getirisi ile bir finansal varlığın getirisi arasındaki ilişkiyi gösteren bir regresyon katsayısıdır. Finansal Varlık Fiyatlama Modelinin iki önemli fonksiyonu bulunmaktadır. Birincisi farklılaştırılmış bir portföydeki finansal varlıkların risk ölçüsü olması, ikincisi ise bu finansal varlıklar arasındaki korelasyon katsayılarının belirlenmesine bir temel sağlamasıdır.

Risk ve getiri potansiyelinin beta katsayısı ile doğrusal ilişki içinde olduğunu varsayan FVFM’in yetersizliğine ilişkin ilk kanıtlar Roll (1977) tarafından beta katsayısını hesaplarken kullanılan pazarın kapsamının yetersizliği, Basu (1977, 1983) tarafından düşük fiyat-kazanç oranına sahip firmaların neden yüksek getiriye sahip olduğunun beta tarafından açıklanamaması, Banz (1981), Brown ve diğerleri (1983) tarafından benzer anomalinin firma büyüklüğünde de var olduğunu, Dowen ve Bauman (1986) tarafından ise bu tür farklılıkların yıldan yıla değişiklik gösterdiği üzerinedir. Bu

alanda yapılan en önemli çalışmanın ise Fama ve French'in (1992) beta katsayısı ile ortalama getiri arasında doğrusal bir ilişkinin var olmadığını gösterdiği çalışmadır.

FVFM tek dönemli analizlere uygundur. Çok dönemli analizlerde kullanılabilmesi için varlıkların risklerinin değişmediği sabit olduğu kabul edilmelidir. Fakat varlıkların riski zamana bağlı olarak değişmektedir. Bu sebeple Beta katsayısının beta katsayısının karesi ve hata terimlerinin standart sapmalarını ilave ederek istatistiksel olarak anlamlı yeni modeller kurulmuştur. β^2 değişkenini içeren bu modeller aslında risk ve getiri arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını ve hata terimlerinin standart sapmalarını da değişken olarak kabul ederek sistematik olmayan riskin de piyasa tarafından fiyatlandığı anlamına gelmektedir.

Ayrıca β^2 ile risk getiri arasında ilişkinin sadece doğrusal formda açıklanamayacağını da göstermektedir. Yatırımcıların getiri talepleri artan riskle aynı oranda ya da doğrusal olarak artmayabilir. Dolayısıyla, veri setinin özelliklerini daha iyi yakalayabilmek için doğrusal olmayan modellerin kullanılması gerekmektedir. Ayrıca, finansal zaman serileri çoğunlukla doğrusal değildir.²⁴

²⁴ Chris Brooks, "A Double-Threshold GARCH Model for The French Frank/Deutschmark Exchange Rate" Journal of Forecasting, 20,2001,s.135-143

*** Fiyat/Kazanç Oranı:** Bir hisse senedinin fiyatının hisse başına kazancının kaç katı olduğunu gösterir. Hisse başına kazanç, şirketin dönem net karının dönem sonu hisse sayısına bölünmesi ile bulunur. Bu oran, dönem net karından imtiyazlı ve kurucu hisseler, yönetim kurulu ve çalışanlara ödenen temettü çıkarıldıktan sonra kalan karın dönem sonu hisse sayısına bölünerek daha hassas bir şekilde hesaplanabilir. Dönem karından düşülecek bu rakamların temini her zaman mümkün olmadığından bizim hesaplarımızda dönem net karı kullanılabilir.

- a) Hisse Senedinin Dönem Sonu Fiyatı / Dönem Hisse Başına Kazancı
- b) Şirketin Dönem Sonu Piyasa Değeri / Şirketin Dönem Net Karı

**** Piyasa Değeri/Defter Değeri:** Bu oran hisse senedinin fiyatının hisse başına özsermaye değerinin kaç katı olduğunu gösterir.

- a) Hisse Senedinin Dönem Sonu Fiyatı / Hisse Başına Özsermaye
- b) Şirketin Dönem Sonu Piyasa Değeri / Şirketin Dönem Sonu Sermayesi şeklinde hesaplanır.

Bir menkul kıymetin riski, çeşitlendirme ile kaçınılamayan sistematik risk ve kaçınılabilen sistematik olmayan riskten oluşur.

$$\text{“Risk = Sistematik risk + Sistematik olmayan risk”}$$

Değişik menkul kıymetlerin bir portföyde toplanmasıyla (çeşitlendirilmesiyle) sistematik olmayan riskten kaçınılabılır. Bu durumda ilgili risk;

$$\text{“Risk = Sistematik risk”} \quad \text{şeklinde olur.}$$

Bu model sistematik olmayan riskler çeşitlendirme yoluyla tamamen giderilebileceğini varsaydığı için sistematik olmayan riski içermemektedir. Oysa sadece piyasa riski değil, firmaya özgü risklerde getiriye etkilemektedir.

Beta yaklaşımında sistematik olmayan riskin çeşitlendirmeye sıfırlanacağı kabul edilmekteydi. Sistematik riskin ölçüsü beta katsayısına yapılabilecek en önemli eleştiri firmaların aktif büyüklükleri, F/K* oranları, borçlanma yapıları, PD/DD** oranları gibi sistematik olmayan risklerinde hisse senetlerinin getirilerini etkileyebileceğidir.

Bu sebeple sistematik olmayan riski yok saymak çok doğru bir yaklaşım değildir. Bu düşünceden yola çıkarak sistematik olmayan riski de dikkate alan kaldıraçlı betalar yöntemi geliştirilmiştir.

1.7.Kaldıraçlı Betalar

Kaldıraçlı betalar, beta katsayılarının sektör riski ve finansal kaldıraç oranı bileşenlerine göre parçalanarak analiz edilmesi, bu katsayıların tahmin edilmesinde alternatif bir yöntemin varlığına işaret etmektedir. Bu yöntemde beta katsayısının hesaplanmasında ilgili firmaya ya da finansal varlığa ait geçmiş fiyat verilerine ihtiyaç bulunmamaktadır. Bu alternatif yöntemde, betalara özgü önemli bir özellikten yola çıkılmaktadır. Birlikte ele alınan iki varlığın betası, piyasa değerlerine bağlı olarak ağırlıklandırma yapıldığında, bu iki varlığın bireysel betalarının ağırlıklı ortalamasına

eşit olmaktadır. Buna bağlı olarak da, bir firmanın beta katsayısı firmanın faaliyet gösterdiği farklı sektörlerin tamamının betalarının ağırlıklı ortalamasına eşit olacaktır.²⁵

Kaldıraçlı beta katsayısı aşağıdaki aşamalara göre hesaplanmaktadır:

1. *Aşama:* İşletmenin faaliyet gösterdiği sektörün/sektörlerin belirlenmesi,

2. *Aşama:* Sektörler itibariyle diğer halka açık firmaların regresyon betalarının elde edilmesi (bu betalar ortalama beta katsayısının hesaplanmasında kullanılmaktadır),

3. *Aşama:* Sektörün ortalama beta katsayısı üzerindeki kaldıraç etkisinin ortalama borç/özsermaye oranı kullanılarak yok edilmesi ve sektörün ortalama kaldıraçsız beta katsayısının tahmin edilmesi.²⁶

Kaldıraçlı betalar sektörel bazda ele alındığında piyasa riskini daha sağlıklı bir biçimde yansıtmaktadır, çünkü bu betalar firmanın riskini piyasa endeksine göre ölçmektedir. Ayrıca, kaldıraçlı betalar firmanın finansal ve faaliyet riskliliğini birlikte ele almaktadır.²⁷

Finansal risk ve faaliyet riski yüksek olan firmaların, kaldıraçlı beta katsayılarının da yüksek olması beklenmektedir. Bu açıdan bakıldığında, kaldıraçlı beta katsayısı firmanın sermaye yapısı içerisinde borcun, hisse senetleri üzerinde yarattığı göreceli riski ifade etmektedir.²⁸

Kaldıraçlı betalardan beklenti, şirketlerin borçluluk oranlarının hisse senetlerinin Beta'larına yön vermesidir. İMKB gibi henüz tam anlamıyla etkin olmayan piyasalarda kaldıraçlı beta yönteminden istendiği gibi doğru sonuçlar alınamamaktadır ve çoğunlukla bu model çalışmamaktadır. Bu durum yatırımcıların şirketlerin borçluluk oranlarını çok fazla dikkate almadıkları ve kısa vadede şirketlerin sistematik olmayan

²⁵ Damodaran, Aswath, The Dark Side of Valuation: valuing old tech, new tech, and new economy companies, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 2001,s:78

²⁶ Parasuraman, N. R., "Ascertaining the divisional Beta for project evaluation –the Pure Play Method- a discussion", The Chartered Accountant, November 2002, s:546-549

²⁷ Beneda, Nancy L., "Estimating Cost of Capital Using Bottom-Up Betas", The CPA Journal, May 2003, s66-67

²⁸ Donahue, Paul, "The Dividend Advantage", Electric Perspectives, September, October 2003, s:32.

riskleri göz ardı edilebildiklerini göstermektedir. Yatırıncılar, temettü geliri elde etme amacı ile orta ve uzun vadeli yatırım yaparken şirketlerin borçluluk oranlarını göz önünde bulundurmaları son derece önemlidir

Tüm Beta yöntemleri çoklu risklerin birarada ve birbirleri üzerindeki etkilerle ele alınmasına olanak vermektedir ancak veri sorunu gündeme gelebilmektedir. Risksiz getirinin yada beklenen piyasa değerinin hesaplanması kolay olmakla beraber bir menkul kıymetin risk priminin hesabında kullanılacak risk faktörünün (portföy getirisi ile menkul kıymetin getirisi arasındaki kovaryansın portföy getirisinin varyansına oranı) hesaplanması sorunlu olabilmektedir. Bu risk faktörünün hesaplanabilmesi için yeni aktiflerin getirileri ve mevcut tüm aktiflerin getirileri bilinmeli, kullanılacak risk tekniklerinin güvenilir olabilmesi için yeterince uzun dönemi kapsayan bir veri seti bulunmalıdır.

Riskin derecesi, türleri ve yönetim şekli, faaliyet gösterilen sektöre göre değişmekle birlikte, her sektörde risk yönetimine duyulan gereksinim artmaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM

BANKACILIK SEKTÖRÜNDE RİSK, RİSK YÖNETİMİ, BASEL II ve RİSKE MARUZ DEĞER

2.1.Bankacılıkta Risk

Gerek bankalar gerekse işletmeler açısından risk kavramı; belirsizlik koşullarında geleceğin öngörülmesi ve alınan kararlar doğrultusunda yapılan sözleşmelerin ve işlemlerin sonunda elde edilen çıktılardan beklenen çıktılardan sapma durumuna göre zarar edilmesi,yapılan yatırımlarının zarara uğraması olasılığı olarak tanımlanabilir.

Bankalar, para yaratma ve ödeme mekanizmasını yönetmek ve yatırımcılar ile tasarrufçuları, yani fon sahipleri ile kredi talep edenleri buluşturarak, mali sistem içerisinde finansal aracılık işlevlerini yerine getirirler. Bu işlevleri yerine getiren kurum olarak bankaları diğer işletmelerden ayıran en belirgin özellikleri, aktiflerinin (varlıklarının) finansal araçlardan oluşmasıdır.

En dar kapsamda bakıldığı zaman, bankaların temel faaliyeti bilanço içi ve bilanço dışı işlemlerden kaynaklanan risklerin yönetimidir. Bu doğrultuda bankalar riskleri alır, değiştirir ve banka ürünlerine, servislerine dönüştürürler.

Bu işlemler çerçevesinde bankacılıkta risk; gelecek için oluşturulan beklentiler ile gelecekte gerçekleşen durumun birbirinden farklı olması olasılığıdır. Bu fark pozitif veya negatif yönde olabilir. Alınan risk sonucunda bankalar, olağandışı bir maliyet veya bir gelirin ortaya çıkması ile beklenmedik, hesaplanmamış bir zarar veya kar elde edebilir. Bununla birlikte bankalar için risk, taraflarca kabul edilen veya istenilen yükümlülüklerin yerine getirilmemesi, beklenen olayların gerçekleşmemesi ya da

beklenmeyen durumların ortaya çıkmasına bağılı olarak zarar edilmesi ihtimalini ifade etmektedir.²⁹

Gelişmiş ülkelerdeki sermaye fazlalıkları, gelişmekte olan ülkelerde ise yüksek dış borç gereksinimi, yüksek enflasyon, yüksek spekülatif amaçlı para hareketleri artması gibi gelişmeler uluslar arası piyasalarda belirsizliği arttırmıştır. Bununla birlikte uluslar arası piyasaların bütünleşmeye başlaması ve mali küreselleşme gibi gelişmeler de belirsizliği artıran etkenlerdir. Bu gelişmeler riskleri yaratan makro ekonomik nedenlerdir. Bankaların bilançolarındaki aktif pasif ve vade uyumsuzluğu risklerin mikro ekonomik nedenlerindendir.

Sistematik ve sistematik olmayan riskler olarak iki ana gruba ayırdığımız riski Bankalar açısından ele alırsak;

Sistematik olmayan riskler, temel makro ekonomik dengelerden kaynaklanmayan, bankanın aktif-pasif yapısı, sermaye yapısı ve yönetiminden kaynaklanan bankaya özgü riskleri içermektedir.

Sistematik risk ise bankaların yapıları dışında oluşan ve tüm bankaları etkileyen makroekonomik faktörlerdeki riskleri içermektedir. Faiz riski, kur riski, enflasyon riski, teknolojik gelişmeler, siyasi ve uluslar arası piyasa riskleri piyasayı bütünüyle etkileyen sistematik riski oluşturmaktadır. Bankacılık sektöründe sistematik riski üç grupta incelemek mümkündür. Bunlar; faiz oranı riski, döviz kuru riski, menkul kıymet fiyat riskidir.

Bankacılıkta Riskin nedenlerine baktığımızda; risklerin birçok nedeni olmakla beraber bankacılık sektöründe rekabetin artması, rekabetin artmasıyla birlikte bankaların daha çeşitli enstrümanlar kullanmaya başlaması ve bunun sonucunda da ortaya çıkan belirsizlikler risklerin ana nedenlerinden sayılabilir. Dünyada yaşanan teknolojik, ekonomik, politik vb alanlarda köklü değişimler sürdürülebilir rekabet koşullarını da değiştirmektedir. Hızlı değişim, geleceğe ilişkin kararlarda belirsizliği

²⁹ İhsan Uğur Delikanlı, Bankalarda Uluslar arası Standartlara Uygun Risk Yönetimi ve Kontrolü, İktisadi Araştırmalar Vakfı Seminer Tebliğleri, Haziran 2000, s.41

arttırmaktadır. Artan belirsizlik, karar mekanizmaları için bir risk kaynağıdır. Günümüzde Türk finans sektöründe riskleri ortaya çıkaran belirli faktörler vardır. 1) Artan rekabet 2) Daralan marjlar 3) kredi portföy kalitesi (kurumsal zorluklar) 4) Kanuni düzenleme gereksinimleri 5) döviz kuru, faiz oranı ve hisse senedi değişkenliği 6) likidite pozisyonlarındaki büyük farklılıklar 7) şeffaflık 8) Teknolojik ilerlemeler 9) finansal piyasaların küreselleşmesi³⁰

Küreselleşme ve serbestleşme ile sermayenin serbest dolaşımının önündeki engellerin kalkması, teknolojinin hızlı gelişimiyle elektronik bankacılığa geçilmesi, yeni finansal enstrümanların ortaya çıkması ve kullanımlarının yaygınlaşması uluslar arası finansal piyasalarda meydana gelen en önemli gelişmelerdir.

Son yıllarda hem Türk bankacılık sektörü hem de diğer ülkelerin bankacılık sektörleri gelişen dünyada risk kavramı üzerinde ciddiyle durmaktadırlar. Uluslar arası rekabetin beraberinde getirdiği finansal risklerdeki artış özellikle, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin bankacılık sektörlerinin aynı alanda rekabet etmeye başlaması ve büyük ölçekli bankaların bankacılık sektörü dışındaki finansal kurumlarla yoğun rekabete girişmeleri kredi riskini daha önemli ve fakat karmaşık hale getirdi.

Bu gelişmeler, bankalar ve diğer finansal kurumlar için yeni fırsatların ortaya çıkmasına izin verirken, aynı zamanda aralarındaki rekabet baskısının artmasına yol açmıştır. Mevduat hesabı açılması ve kredi tahsisine dayanan geleneksel bankacılık uygulaması, günümüz bankacılık uygulamalarının yalnızca bir parçası ve aralarında en az karlı olanıdır. Bu nedenle, geçmişte sadece kredi riski üzerine yoğunlaşırken, günümüzde, etkisinde kaldıkları tüm diğer riskleri de aynı derecede değerlendirmek bankaların mevcudiyetlerinin sağlığı için zorunlu hale gelmiştir. Ortaya çıkan bu rekabet artışı karşısında bankalar azalan karlılıklarını arttırmak amacıyla yeni faaliyet alanlarına girmişler, bu amaçla yeni ürünler ve hizmetler geliştirmek zorunda kalmışlardır.

Sonuç olarak bankaların faaliyet alanları ve faaliyetlerini gerçekleştirme biçimleri değişmiştir. Bu değişim, zaten bir risk evreninde faaliyet gösteren bankalar

³⁰ Delikanlı, a.g.e, s.46

için yeni riskleri de beraberinde getirmiştir. Önceleri sadece kredi riski üzerine yoğunlaşan bankalar, zamanla faiz riski, piyasa riski, operasyonel risk, dışsal riskler diye adlandırılan risk grubunu da aynı derecede değerlendirme zorunluluğu ile karşılaşmış, bir yandan ihtiyatlı davranıp likit kalmak için çalışırken, diğer yandan da öngördükleri karlılık hedeflerine ulaşmaya çabalamışlardır. Bununla birlikte, teorik olarak riskin derecesi arttıkça beklenen getirinin de artması gerekir. Bu açıdan konuya bakıldığında bankacılık hizmetlerinde risk ve fırsat unsurları birlikte ortaya çıkmaktadır. Banka yönetimlerinde kabul edilebilir sınırlar içinde tutulabilen ve etkin bir şekilde yönetilebilen risk unsurları, yerine getirilen aracılık ve dönüşüm hizmetlerinin nitelikleri gereği karlılığı da beraberinde getirmektedir.

2.1.1.Bankacılıkta Risk eşitleri

Günümüzde gerek bankalar açısından gerekse düzenleyici ve denetleyici otoriteler açısından, bankaların etkisinde kaldığı risklerin ölçülmesi, yönetimi ve kontrolü, bankacılık sektöründeki en hassas konulardan biri durumundadır. Bankaların etkisinde kaldığı risklerin etkin bir biçimde ölçülmesi, yönetilmesi ve kontrolü için her şeyden önce bu riskler belirlenmeli, tanımlanmalı ve sınıflandırılmalıdır. Bankalar için risk türlerini sıralamak istersek aşağıdaki başlıklarda özetleyebiliriz;³¹

Piyasa Riski: Bir finansal işletmenin mali yapısının, piyasa fiyatlarındaki dalgalanmalar veya piyasalarda zıt yöndeki fiyat hareketlerinden dolayı maruz kalabileceği riski ifade eder. Örneğin, döviz ve faiz riski gibi.

Bankalar, özellikle portföylerinde yer verdikleri varlıkların piyasa değerlerinin, piyasalarda meydana gelebilecek hareketlere duyarlılığını ve bu hareketlerden nasıl etkilenebileceklerini saptamaya çalışırlar. Meydana gelebilecek piyasa hareketleri, bankaların portföylerinde bulundurdıkları varlıklar nedeniyle kar/zarar dengelerini değiştirebilir. Bu noktada piyasa riskinin bankalar açısından hayati önem taşımaktadır.

³¹ Ekrem Keskin, Bankacılıkta Risk ve Sermaye, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi, Kasım,1992, s.31

Kredi Riski: Bir bankanın, karşı tarafın yerine getirmekle yükümlü olduğu taahhütlerini yerine getirememesinden dolayı maruz kalabileceği riski ifade eder. Diğer bir ifadeyle bankadan kredi alan müşterilerin geçici veya sürekli biçimde ödeme güçlüğü içinde olmaları nedeniyle kredi borç ödemelerini geciktirmeleri yada bu borcu geri ödememeleri olarak tanımlanmaktadır.³²

Operasyonel Risk: Bir işletmenin, bilgi işletim sistemi veya iç kontrol sistemlerindeki aksaklıklardan kaynaklanan kayıplarından dolayı maruz kalabileceği riski ifade eder. Bu risk insan unsuru, sistemin başarısız olması veya yeterli kontrol mekanizmalarının olmamasından kaynaklanabilir.

Sermaye Yetersizliği Riski: Bankaların mevcut sermayeleriyle, gerçekleşen risklerinden oluşan kayıplarını telafi edebilme gücünü ifade eder. Eğer mevcut sermayesi söz konusu risklerin sebep olduğu kayıpları karşılamaya yeterliyse risk düşük demektir veya tersi geçerlidir.

Ülke ve Transfer Riski: Bir işletmenin ülke içi faaliyetin yanı sıra uluslar arası finansman işlemleri alanında faaliyette bulunması halinde, borç alanın ülkesi ile ilgili ekonomik, sosyal ve siyasal yapısından kaynaklanan ülke riskidir. Ülke riski ile ilgili bir diğer riskte transfer riski olup, döviz yükümlülüğü borç alanın mali durumu ile ilişkili olmayabilir.

Yasal Risk: Bir işletmenin gerek iç yapısında, gerekse dışarıdaki kişiler ile yapmış olduğu işlemlerin yasal yollardan takip edebilecek niteliklere haiz olup olmamasından dolayı maruz kalabileceği riski ifade eder.

Sosyal Riskler: Bir ülkede ortaya çıkan karışıklıkların, meydana gelen sosyal patlamaların sebep olduğu güvensizlik ortamının bankacılık piyasasına da sıçraması halinde karşılaşılabilecek risktir. Örneğin iç savaşların yol açtığı karışıklıklar dolayısıyla meydana gelen güvensizlik sonrasında, halkın tasarruflarını bankacılık kesiminden çekmek istemeleri durumu.

³² Keskin,a.g.e, s.33

Ticari itibar riski: Bir işletmenin operasyon ile ilgili başarısızlıklarını (örneğin, alınan sendikasyon kredisinin uygun bir şekilde plasmanının sağlanamaması) veya yasal düzenlemelerin gerektirdiği yükümlükleri karşılayamama (mevduat munzam karşılıklarını yatırmama gibi) nedenleri ile ortaya çıkan riski ifade eder.

İş Riski: Faaliyetin sürdürülmesine ilişkin risk olarak da kabul edilen iş riski, hacim, marj ve giderlerdeki volatiliteden, rekabetçi ortamdaki değişimden kaynaklanır. Hesaplama yöntemi matematiksel olarak piyasa riskine benzer ve hesaplanan ekonomik sermayedir.

Stratejik Risk: Hatalı iş kararlarından, kararların düzgün bir biçimde uygulanmamasından veya ekonomik sektördeki değişime tepki eksikliğinden kaynaklanan, gelirler veya özkaynaklar üzerindeki cari ve beklenen etkidir.

Taahhüt ve Yükümlülük Riski: Son yıllarda bazı banka ve iflas olaylarında ve mali durumu tasfiye gerektirecek hale gelmiş bankalarda bu kötü durumun bilanço içi risklerinden dolayı olmayıp gayri nakdi taahhüt ve yükümlülüklerinden kaynaklandığı gözlenmiştir.

2.1.2.Bankacılık Sektöründe Risk Yönetiminin Önemi

Bankaların hemen her karar alanında risk söz konusudur. Buna rağmen risk başarılı bir şekilde yönetilebilir.³³ Artan risklerin yönetimi, bankaların başarı şansını artıracak önemli disiplinlerden biri olarak gündeme girmiştir.

Son yıllardaki gelişmelerin her biri ulusal ve uluslararası bankacılık sisteminin yapılarını etkiledi. Bankalar ve diğer finansal kurumlar açısından daha etkin risk yönetimi hem ulusal hem de uluslararası piyasaların finansal istikrarını korumak için kaçınılmaz olduğu bilinen bir gerçek haline dönüştü.

³³ Belkıs,Seval; “Kredilendirme Süreci ve KrediYönetimi”, İ.Ü.İşl Fak. Muh. Ens.Yayın No:59, İstanbul, 1990, s.36

Piyasalardaki değişimin çok hızlı olması nedeniyle kaynaklanan problem ve riskler için zamanında ve etkili çözümler bulabilmenin önemi her geçen gün artmaktadır.

Gelişme yada değişimin yönünü kestirmek, başarıya ulaşma yolunda ortaya çıkabilecek riskleri programlı ve düzenli bir şekilde yöneterek, etkilerini en aza indirmek, bankaların yönetim politikalarında belirleyici rol üstlenmektedir.

Bankalar risklerini iyi yönettikleri sürece karlılıklarını arttırabilirler. Böylece, bankalar karlarının bir bölümünü sermayelerine ekleyerek mali yapılarını güçlendirebilir, hissedar değerini ve pazar paylarını arttırabilirler. Ters durumda ise, zararlar sermayelerinde aşınmaya sebebiyet verebilir ve hissedar değerlerinin zaman içinde azalmasına neden olabilmektedir. Türk Bankacılık sistemi güçlendikçe Bankacılık sektörünün piyasadaki derinliği artacaktır ve buna bağlı olarak hisse senetlerine olan talepte artacaktır. Sektörün gücünü koruması riskleri doğru ölçmesine ve yönetmesine bağlıdır.

Risklerin öngörölmesi ve azaltılması çalışmaları, yalnızca problemlerin oluşmadan önlenmesini sağlamakla kalmayıp, önemli fırsatları da yakalama olanağı sunacaktır.

Uluslararası finans piyasalarında meydana gelen krizlerin pek çoğunda etkin bir risk yönetim sisteminin bulunmayışı neden olarak ortaya çıkmıştır.

2.1.3.Bankacılıkta Risk Yönetimi

Risk yönetimi; bankalarda, uzun vadede sermayenin korunarak karlılığın ve hissedar değerinin arttırılması amaçlarıyla uygulanan, öncelikli hedefi piyasaların yaşadığı olağanüstü durumlarda karşı karşıya kalınabilecek zararın büyüklüğünü önceden ölçebilmek olan, risklerin tanımlanması, ölçülmesi, yönetimi ve denetiminden oluşan bir süreç olarak tanımlanabilir.

Risk yönetimi; getiri ve sermayeyi ilişkilendiren, bunların arasında en uygun dengeyi kuran bir yaklaşım, bir yönetim anlayışıdır. Bu doğrultuda kurulması gereken

risk yönetimi sistemlerinin bankanın risklerini iyi tanımlaması, doğru ve zamanında ölçmesi, sürekli izlenmesi ve fiyatlama da dahil olmak üzere bu konudaki karar sürecine en geniş veri tabanını sağlaması gerekmektedir.³⁴

Tezel risk yönetimini; sermaye sınırları çerçevesinde getiriye maksimize ederken risk etkenini asgariye indirmeyi sağlayan süreçler topluluğu olarak tanımlamıştır.³⁵

Bankalar açısından risk yönetimi stratejik bir faaliyettir. Tutarlı ve etkili bir risk yönetimi faaliyetiyle bankalar risklerini kontrol ederek kayıplarını minimuma indirirken, riske ayarlı karlılık analizi aracılığıyla, minimum sermaye maliyetiyle maksimum kar elde ederek pay sahiplerinin büyüme ve temettü beklentilerini karşılar.

Finans sektörünün temelini bankalar ve uluslar arası bankacılık sistemleri oluşturmaktadır. Mishkin, 1997 yılında yaptığı çalışmada hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde bankaların finansal sistemde önemli bir rol oynadığını ve bankacılık sektöründeki sorunların finansal istikrarsızlığın kaynağı olduğunu söylemiştir. Mishkin yaptığı bu çalışma ile gelişmekte olan ülkelerde banka bilançolarındaki bozulmaların finansal krizin habercisi olduğunu belirtmiştir.³⁶

Bu doğrultuda uluslar arası düzenlemeciler tarafından hem bilanço, hem de bilanço dışı faaliyetlerden kaynaklanan risklerin etkin olarak bir sistem dahilinde ölçülmesi ve buna yönelik tedbirlerin alınması konusunda daha yoğun çalışmalar yapılmaktadır.

Süreç içerisinde gelişen piyasaların birbirine hızlı entegre olması nedeniyle, bir finansal piyasada yaşanan kriz diğer piyasaları da kısa sürede etkileyebilmektedir. Bu nedenle uluslar arası etkin bir düzenleyici kurulun gözetiminde dünya çapında kabul gören bazı standart yaklaşımların geliştirilmesi gerekliliği ortadadır.

³⁴ Cüneyt Sezgin, “Türkiye’nin Gelişmekte Olan Piyasalarla Rekabet Gücü Açısından Risk Yönetimi”, İç Denetim, S.1,(Sonbahar, 2001) s.22

³⁵ Nuri Tezel, “Bankacılık Risk Alma İşidir. O zaman Risk Yönetimine Artan Önemle Yaklaşım Nedendir?” Active Bankacılık ve Finans Makaleleri-IV,Active Line Gazetesi’nin Eki, Ocak 2001, s.10

³⁶ Mishkin, Frederic S. (1997), “Strategies for Controlling Inflation”, National Bureau of Economic Research, Working Paper 61, (22), August 1997: 1-32

Günümüzde denetim ve gözetim otoritesi haline gelen BIS(Bank for International Settlements), sürekli yayınladığı çalışmalar ile bankacılık sektörünün de içinde olduğu dünya finans piyasalarınca kabul gören uluslar arası anlaşmaların düzenleyicisi konumundadır.

Ulusal ve uluslararası bankacılık sisteminin istikrarının sürdürülmesi görevi bankacılık sektörüne yeni düzenlemelerin getirilmesini de beraberinde getirdi. Bu alandaki gelişmeleri Bank for International Settlement (BIS) öncülüğünde, merkez bankaları ve birkaç ülkenin banka denetim uzmanından teşkil edilen bir komite takip etti. Bu komite'nin sunduğu önerilerin çoğunun aslında yaptırım gücü bulunmamasına rağmen, birçok ülke bankacılık sisteminin uyumlu duruma getirilmesi açısından uygulamaktadır. Komite, üye ülkelerin denetleme teknikleri ve çalışmalarını ayrıntılı bir şekilde belirlemek değil, ortak ve standart yaklaşımlar saptayarak, belirli bir vizyonu dünyaya yayabilmek amacı taşımaktadır. Basel Komite özellikle sermaye yeterliliği ve finansal piyasaların stabilizasyonu konularında iyileşmeler gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Komitenin aldığı kararlar ve getirdiği düzenlemeler yasal yaptırımlardan çok, ilgili ülkelerin denetim ve düzenleme otoritelerine detaylı düzenlemeler yapma olanağı sağlayacak yol gösterici denetim standartları ve tavsiyeleri niteliğindedir.

2.2.Basel II ve Önemi

Gelişmiş ülkelerin merkez bankaları ve bankacılık denetim otoritelerinden yetkililerin katılımıyla oluşturulan Basel Bankacılık Denetim Komitesi, 1988 yılında farklı ülkelerde uygulanan sermaye yeterliliği hesaplama yöntemlerini birbirleriyle uyumlu hale getirmek ve bu konuda uluslar arası platformda geçerli olacak asgari bir sektör standardı oluşturmak amacıyla Basel-I olarak adlandırılan Sermaye Yeterliliği Uzlaşısını yayımlamıştır. Sadece kredi risklerini dikkate alan Basel-I'in yayımlanmasının ardından bankaların finansal yapılarında piyasa risklerinin de oldukça önemli bir rol üstlendiği hususunun daha iyi anlaşılması ve sektörde ortaya çıkan gelişmeler paralelinde, Basel Bankacılık Denetim Komitesi tarafından piyasa risklerinin sermaye yeterliliğine dahil edilmesini içeren bir doküman yayımlanmıştır.

Uluslar arası bir sektör standardı haline gelmiş olan Basel I'i temel alan bir sermaye yeterliliği ölçüm yöntemi ülkemizde de ilk olarak Şubat 2001 tarihinde yürürlüğe giren Bankaların Sermaye yeterliliğinin ölçülmesine ve değerlendirilmesine ilişkin yönetmelik ile piyasa riskleri de ilk olarak sermaye yeterliliği ölçümlerine dahil edilmiştir.

Basel Komitesi, finansal piyasalarda meydana gelen gelişmeleri ve Basel I'in sermaye yeterliliği ölçümüne ilişkin eksikliklerini dikkate alarak Haziran 1999'da Yeni Basel Sermaye Yeterliliği Uzlaşısına (Basel II) ilişkin ilk istişari metni hazırlanmış ve Basel II'ye ilişkin nihai metin Haziran 2004'te yayımlanmıştır.

2007 yılında başta Avrupa Birliği olmak üzere bir çok ülkenin bankaları ve menkul kıymet şirketleri Basel II'yi uygulamaya geçmiştir. Türkiye bir yıl gecikmeli olarak 2008 yılında uygulamaya başlamakta planlanmaktadır.

Bu yıl itibariyle birçok ülkede uygulanmaya başlayan, Türkiye'nin'de kabul ettiği ve 2008 yılında uygulamaya geçeceği Basel II'yi aşağıdaki maddelerle özetleyebiliriz;³⁷

- Yeni Basel Sermaye Uzlaşısı (Basel- II), bankaların sermaye yeterliliklerinin ölçülmesine ve değerlendirilmesine ilişkin olarak Basel Bankacılık Denetim Komitesi (Basel Committee on Banking Supervision-BCBC) tarafından yayımlanan standartlar bütünüdür.

- Basel –II bankalarda etkin risk yönetimini ve piyasa disiplini geliştirmek, sermaye yeterliliği etkinliğini artırmak ve bu sayede sağlam ve etkin bir bankacılık sistemi oluşturmak ve finansal istikrara katkıda bulunmak için sunulmuş önemli bir fırsattır.

- Basel –II içerisinde sermaye yükümlülüğünün nasıl hesaplanacağı, maruz kalınan risklerin nasıl yönetileceği, sermaye yeterliliğinin nasıl değerlendirileceği ve nasıl kamuya açıklanacağına ilişkin hükümler mevcuttur.

³⁷ Şenol Babuşçu, Basel II Düzenlemeleri Çerçevesinde Bankalarda Risk Yönetimi, Akademi Yayın, 2005,s 12-49

- Basel –II içerisinde risk ölçümüne ilişkin olarak basit aritmetiğe dayalı standart yöntemler ile kredi, piyasa ve operasyonel riske ilişkin istatistiki/matematiksel risk ölçüm metotlarını içeren yöntemler bulunmaktadır

- Basel-II süreci aslında risk yönetimine ilişkin son yıllarda gözlemlenen gelişmelerin bir devamı niteliğindedir ve gelişmiş ülkelerde sektör standardı olarak yürütülen uygulamalar Basel-II ile birlikte mevzuat şekline dönüşmüştür.

- Basel-1 de sadece kredi ve piyasa riskleri için sermaye zorunluluğu bulunmaktadır. Basel II de ise bu risklere ilaveten operasyonel risk sermaye yükümlülüğü de eklenmiştir. Basel II de operasyonel risk, yetersiz veya aksayan iş süreçler, insanlar ya da sistemler ya da harici olaylar sonucu ortaya çıkan zarar riski olarak tanımlanmakta ve bankalardan bu riskleri için de sermaye bulundurmaları istenmektedir.

Basel II Sermaye yeterlilik hesaplaması;

$$\text{Toplam sermaye} / (\text{kredi riski} + \text{piyasa riski} + \text{operasyonel risk}) \geq \%8 \quad (2.1)$$

şeklindedir.

Basel II de kredi riski, krediyi alan tarafların derecelendirme notlarına göre belirlenmektedir. Basel II içerisinde bankaların sermaye yeterliliklerini kendilerinin değerlendirmesi istenmekte ve hem sermaye yeterliliği hem de bankanın kendisini değerlendirme sürecinin bankacılık denetim otoritesi tarafından denetlenmesi ve değerlendirilmesi istenmektedir ve bilgilerin kamuya açıklanma zorunluluğu getirilmektedir.

Genelde, risk yönetimi tekniklerinin gelişmesine sağlayacağı katkı; özelde de Basel II ile beklenen başlıca faydalar şunlardır:

- Bankalarda risk yönetiminin etkinliğinin artması
- Bankaların aracılık fonksiyonlarını daha etkin biçimde yerine getirmesi

- Bankaların sermaye düzeylerinin maruz kaldıkları risklere paralel olması
- Bankalar tarafından kamuya açıklanacak bilgiler aracılığıyla piyasa disiplininin artması
- Bankaların müşteri konumundaki şirketlerin kurumsal yönetim yapılarında iyileşme

Türk Bankacılık sektörü şu an itibariyle tam olarak Basel II'ye hazır olmamakla birlikte Basel II'nin uygulanabilmesi yolunda önemli mesafe kaydedilmiştir ve mevcut eksikliklerin giderilmesi ve olası sorunların aşılması yönündeki çalışmalar devam etmektedir.

Bankalar, sistematik riskleri çeşitlendirme yoluyla azaltırken, sistematik olmayan riskleri azaltabilmek için Basel II kriterlerinden yararlanabilmektedirler.

Bankaların sistematik olmayan riskleri Basel II ile azalması beklenirken, yapıları güçlendikçe piyasa risklerine karşı daha güçlü bir yapıya kavuşmaları arzu edilmektedir. Bankaların taşıdıkları riskler hisse fiyatlarına yansımaktadır. Dolayısıyla yapıları güçlendikçe ve karlılıkları arttıkça hisse senetlerine olan talep de artacaktır.

Bir sonraki aşamada Bankaların risk ölçüm ve yönetim süreçlerinde aktif kullandıkları Basle Komite hesaplanan VaR, Riske maruz değer ölçümü ve bu değeri hesaplarken ihtiyaç duyulan Volatilite yani risk parametresi ele alınacaktır.

2.3.Bankalarda Riske Maruz Değer Ölçümü

Hayatın her alanında karşımıza çıkan risk, finans piyasalarında özellikle bankacılıkta büyük önem taşımaktadır. Bankalar karlarını maksimize etmeye çalışırken, karşılaştıkları risklerinde kontrollerinden çıkmamasına özen göstermelidir. Bu bağlamda sektörde karşılaşılan risklerin tanımlanması, ölçülmesi ve etkin bir biçimde yönetilmesi gerekmektedir.

Finans sektörünün tamamı, asıl karını alış-satış fiyatları arasındaki farktan yararlanarak sağlar. Bu nedenle finans sektörü için riski özenle izlemek ve “doğru fiyat”ı belirlemek, hayati önem taşır. Risk aslında bütün ekonomik ve finansal etkinliklerin ayrılmaz bir parçasıdır. Riskin belirlenmesi ve ölçülmesi de bu yüzden son derece önemlidir.

Riskin temel göstergesi olarak volatilitenin modellenmesi finans alanı başta olmak üzere her sektörün yakından takip ettiği ve sürekli başvurduğu bir konudur.

Dünyada kredi fonları arzındaki artış, finansal risklerin de hızla artmasında önemli bir rol oynamakta ve bu artış, daha büyük belirsizliklerle birlikte finansal risklerin realize olması sonucu, hatırı sayılır kayıplara neden olmaktadır. Yetersiz denetim ve başarısız yatırım stratejilerine işaret eden bu kayıplar, risk ölçümünde daha etkin, daha hızlı ve raporlaması daha kolay bir yöntemin gerekliliğini ortaya koymuştur.³⁸

90’lı yıllarda bilişim teknolojisi alanında ortaya çıkan hızlı gelişmeler piyasa riskinin ölçülmesine yardımcı olacak yeni risk ölçüm metodlarını da beraberinde getirdi. Finansal risklerin etkin yönetimini sağlamak için güvenilir ölçü ve metodların uygulanması kesin bir zorunluluk haline dönüştü. Finansal kurumların belirli bir süre içerisinde karşılaşılabilecekleri zararları değerlendirebilecek sayısal teknikler ön plana çıktı. Riske Maruz Değer (Value at Risk veya kısaca VaR) en çok tercih edilen tekniklerden biri haline geldi. VaR yaygın bir kabul ve kullanım bulmuş, sadece

³⁸ Gazi Erçel, 6. Yıllık “Global Finance Conference” Bilgi Üniversitesi, İstanbul 8 Nisan 1999

menkul kıymet işlemleri ile uğraşanlar değil bankalar, emeklilik fonları, diğer finansal kurumlar ve mali olmayan şirketler tarafından da uygulanır hale gelmiştir.³⁹

Bankaların kullanabileceği içsel modeller tipik olarak VaR yaklaşımının ortaya koyduğu şekilde tanımlanmıştır. Bankanın ticari işlemleri nedeniyle ortaya çıkan fiyat ve pozisyon verileri, belli ölçüm parametreleriyle beraber bir model halinde hesaplandığında, bankanın piyasa risk üstlenimine dair bir veriyi ortaya koymaktadır.

2.3.1.Riske Maruz Değer (Value at Risk)

Riske maruz değer (RMD), belirli olasılıklar altında belli bir yatırım portföyünün değerinde ortaya çıkabilecek maksimum zararları ölçen bir sistemdir. Basit ve açık bir kavram olduğu için VaR modeli piyasa riskinin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Model farklı yatırım araçlarının piyasa risklerini ölçmeye önem verdiği için portföyün performansı üstlenilen riske göre değerlendirebilmektedir. Özellikle sermaye yeterliliğini belirlemek için piyasa riskini ölçmede bu modelin kullanılması birçok ülke ve finansal kurumda bir zorunluluk haline gelmiştir.

J.P Morgan'ın Kasım 1994'te Riskmetrics modelini açıkladığı ve ücretsiz yayınladığı kılavuzda yer alan tanıma göre VaR, "Belirli bir zaman dilimi içinde belirli bir olasılıkla ne kadar kaybederim?" sorusunun yanıtını vermektedir.⁴⁰

VaR bir portföyün, piyasa risklerine bağlı belirli bir dönem boyunca, belli bir olasılıkla kaybedebileceği en yüksek değerdir.⁴¹

Riske maruz değer, 'belirli bir zaman aralığında ve belirli bir güven düzeyinde ortaya çıkması beklenen kayıp' olarak tanımlanmaktadır. Yani belirli bir zaman aralığındaki kazanç ve kayıpların dağılımı için a güven düzeyi seçilmişse, RMD bu dağılımın ucundaki 1- a 'ya denk gelir. Matematiksel ifadeyle, finansal bir varlığa ait

³⁹ Mehmet Rüstemoğlu, "Teknoloji ve Hizmette Risk Yönetimi" Active Activity Dergisi, Mayıs-Haziran 2001, s.10-11

⁴⁰ http://www.jpmmorgan.com/cm/ContentServer?c=TS_Content&pagename=jpmmorgan%2Fts%2Fts_Content%2FGeneral&cid=1114735407031 25/11/2006

⁴¹ Gregory P. Hopper, "Value at Risk: A New Methodology for Measuring Portfolio Risk", Business Review July 1996, s.19-30

getirilerin zaman serisi $r(t)$ olmak üzere, a düzeyinde RMD aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\Pr(r(t) < RMD(a) \setminus F(t-1)) = a \quad (2.2)$$

VaR, farklı pozisyonlar ve risk faktörlerinden kaynaklanan riski bir araya getirebilme, tek bir değerde ifade edebilme şansı vermektedir. Ayrıca VaR risk faktörleri arasındaki korelasyonu da dikkate almaktadır.

Riske maruz değer, seçilmiş bir zaman aralığında ve belirlenen güven seviyesinde portföyde oluşması muhtemel kaybı ifade etmektedir. Portföy riskini tek bir rakkamla ifade edilmesi nedeniyle finansal kurumlarda kullanım alanı bulan ve Basel Komitesi tarafından 1996 yılında hazırlanan piyasa riski düzenlemesi doğrultusunda, kredi riskinin içsel yöntemlerle ölçümüne olanak sağlayan Basel II ilkelerinin uygulamaya geçecek olması nedeniyle ekonomik sermaye hesaplamalarının yanı sıra yasal sermaye yeterliliği hesaplamalarında da dikkate alınacak olan riske maruz değer, finansal ekonometri literatüründe saygın yer bulmakla birlikte, göreceli olarak kısa geçmişi ve sürekli yenilenme sürecinde olması nedeniyle akademik eleştirilere konu da olmaktadır. Uygulamada VaR ile risk ölçümü pratik olduğundan, geniş kitlelerce eksiklikleri bilinmesine rağmen hala tercih edilmektedir.⁴²

2.3.2. Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri

Riske maruz değerın hesaplanmasına yönelik olarak farklı yaklaşımlar mevcuttur. Her yöntemin kendine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Bu yöntemler birbirlerinden farklı olmakla beraber, ayrı ayrı veya birlikte de kullanılabilir. Bu yöntemlerin her birinin güçlü ve zayıf yanları vardır. Geriye Dönük Testler, Stres Testleri ve Senaryo Analizleri tamamlayıcı yöntemlerdir. Riske maruz değer hesaplama yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

⁴² Sezer Bozkuş, Risk Ölçümünde Alternatif Yaklaşımlar: Riske Maruz Değer (VaR) ve Beklenen Kayıp (ES) Uygulamaları, D.E.Ü.İ.B.F. Dergisi Cilt: 20 Sayı:2, Yıl: 2005, s:27-45

- Monte Carlo Yöntemi
- Parametrik Olmayan Yöntemler
- Tarihi Simülasyon Yaklaşımı (Tarihsel Benzetim Yöntemi)
- Filtreli Tarihsel Benzetim
- Hibrid Tarihsel Benzetim
- Parametrik Olmayan Yüzde Regresyonu
- Parametrik Yöntemler (Varyans-Kovaryans Yöntemi)
- Hareketli Ortalama
- Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama Ve Riskmetrics Yöntemi
- GARCH Tekniği (ARCH Modelleri)
- Uç Değer Teorisi (Extreme Value Theory)
- Stres Testi
- Senaryo Analizi
- Geriye Dönük Test (Back-Testing)

Üssel ağırlıklandırılmış hareketli ortalama, ARCH-GARCH ve türevleri, RiskMetric yöntemi gibi parametrik yöntemler getirilerin normal dağıldığı varsayımı üzerine kurulmuş ve uygulamada kolaylıkla tercih edilen yöntemlerdir. Tarihsel simülasyon ve türevi metotları içeren parametrik olmayan yöntemler, getirilerin dağılımı varsayımına yer vermeden geçmiş gözlemlerdeki fiyat hareketlerinin değer dağılımını baz alarak öngörü modellemesi yapmaktadır. Bununla birlikte tarihin tekerrür edeceği varsayımı üzerine kurulu bu yöntemler, etkin piyasa hipoteziyle çelişmektedir. Simülasyon mantığına dayalı Monte Carlo yöntemi ise mümkün olduğunca geniş fiyat hareketi olasılıklarını kapsayan finansal değişkenlerin tekrarlı bir

rasgele sürecinin simülasyonudur. Simülasyonlar aracılığıyla portföy değeri için bir dağılım elde edilerek belirli bir tarihteki portföy değerini bulmak amacıyla fiyatların davranışlarını yakınlaştırarak rasgele fiyatlar oluşturulur. Bu yöntem çok sayıda varsayım, simülasyon ve karmaşıklık içerdiği için yaygın kullanım alanı bulamamaktadır. Riske maruz değer hesaplaması için alternatif diğer bir yöntem ise Uç Değer Teorisi'dir. Olağan dışı zamanlarda gözlemlenen ekstrem fiyat hareketlerini yakalamaya yönelik bu gruptaki yöntemlere örnek olarak Genelleştirilmiş Pareto Dağılımı (GPD) ve beklenen kuyruk kaybı verilebilir. Bu modeller özellikle gelişmekte olan piyasalarda yüksek ve ani oynaklığın yakalanmasına yardımcı olmaktadır.⁴³

Model varsayımları, parametre seçimleri veya modelleme hatalarını kontrol etmek için model geçerliliği Christoffersen Kapsama Olasılığı Testleri (Christoffersen Coverage Probability), Gerçeğe Uygunluk (Reality Check) ve stress testleri ile yapılabilir.⁴⁴

2.3.2.1. Monte Carlo Simülasyon Yöntemi

Belli bir dönem için portföyün olası kar ve zararını gösterecek olan histogramın tesadüfi olarak belirlenebilmesi için Monte Carlo simülasyon tekniği kullanılmaktadır. Teknik, diğer metodlarda ortaya çıkan model riskini neredeyse ortadan kaldırmaktadır. Ancak uygulanması güç ve zaman alıcı olabilmektedir.

Monte Carlo (MC) yönteminin temelindeki yapı; mümkün pek çok durumu kapsayan ve sahip olduğu olasılık dağılımının bilindiği varsayılan, finansal değişkenlerin tekrarlı bir rastgele sürecinin simülasyonudur. Böylece simülasyonlar portföy değerlerinin tümü için yeniden bir dağılım oluşturur ve hedef seçilen belli bir tarihteki portföy değerini bulmak için fiyatların davranışlarını yakınlaştırarak (approximate) rastgele fiyat rotaları oluşturup, çeşitli senaryolar üretirler. Bu senaryolar rastgele biçimde veya Tarihsel Benzetim yöntemindeki gibi tarihsel veriler ile ya da

⁴³ Atilla Çifter, Alper Özün, Sait Yılmaz, Beklenen Kuyruk Kaybı ve Genelleştirilmiş Pareto Dağılımı ile Riske Maruz Değer Öngörüsü: Faiz Oranları Üzerine Bir Uygulama, Türk Bankalar Birliği Dergisi, sayı 60, Mart 2007, İstanbul

⁴⁴ Bolgün. K. E., Akçay. M. B., Risk Yönetimi, Türkiye Bankacılar Birliği Dergisi, sayı 52 Mart 2005 a.g.e 37

çok daha değişik sistematik yollarla üretilebilir. Portföyün Riske Maruz Değeri simülasyonla elde edilmiş portföy değerlerinden hesaplanmaktadır.

Monte Carlo simülasyonu, tarihsel oynaklık ve korelasyonları baz alır. Bu oynaklık ve korelasyonlardan beklenen değişim senaryoları üretilir. Bu yöntem oldukça yavaştır. Ancak en kuvvetli metottur. Subjektif bilgilerin geçmiş gözlemlerle birlikte gözlemlerle birlikte irdelenmesini sağlayacak kadar da esnekliğe sahiptir. Bu yöntemde tarihsel fiyat değişimleri yerine rassal olarak üretilen fiyat değişimleri kullanılır. Sonuç olarak eğer model doğruysa, piyasa riskinin ölçülmesinde en detaylı yaklaşımdır.

Monte Carlo metodu piyasa fiyatları ve oranlarının değişimi üzerine bazı tahminlerde bulunur, bunların normal dağılımlı olduğunu varsayar. Portföyde çok sayıda risk faktörü varsa bunların arasındaki korelasyonlarda fiyat değişimlerinin yaratılmasında kullanılır. Özellikle çok karışık portföylerde opsiyonlar için RMD hesaplanırken kullanılır. Her bir olası durum için portföy yeniden değerlendirilir, bu sayede her oranın olasılık durumlarının her biri için yeniden değerlendirilen portföy grupları elde edilir. Bu dağılımdan %99 kayıp olasılığı RMD hesaplanır.⁴⁵

Özetle bu modelde, rasgele seçilmiş olan birbirinden bağımsız değişkenler geçmişe dönük veriler kullanılarak birbiri ile ilişkili piyasa fiyatları haline dönüştürülmekte ve portföyün değer dağılımı belirlenmektedir. Monte Carlo Simülasyonu tarihsel volatilité ve korelasyonları baz alır, bunlardan beklenen değişim senaryoları üretilir.

Subjektif bilgilerin geçmiş gözlemlerle birlikte incelenmesine olanak sağlayacak kadar esnektir. Bu yöntem varlık getirilerinin normal dağılıma sahip olduğu varsayılır. Portföyde çok fazla risk faktörü varsa, bu risk faktörleri arasındaki

⁴⁵Türk. P. E., “Bankacılık Sektörünün Taşıdığı Riskler ve Finansal Kriz Aşamasında Kullanılan Risk Ölçüm Yöntemleri” Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1, 2003

korelasyon da fiyat değişimlerinin yaratılmasında dikkate alınmalıdır. Monte Carlo Simölasyonu ile RMD hesaplanması aşığıdaki aşamalardan oluşur.⁴⁶

- > Portföydeki risk faktörlerinin getiri değişimlerinin hesaplanması
- > Getiri değişimlerinin dağılımının hangi istatistiksel dağılımlara uyduğunun tespiti
- > Risk faktörlerinin korelasyon ve kovaryans matrisinin hesaplanması
- > Kovaryans matrisinde Cholesky Decomposition matrisi üretilmesi
- > Transpoze edilmiş Cholesky Decomposition Matrisi ile belirlenen dağılıma uygun olarak rassal üretilmiş fiyat serilerinin çarpımı ile geçmişteki risk faktörleri arasındaki ilişkinin yeni üretilen fiyat serilerine yansıtılması
- > Bu fiyat serilerinin portföye uygulanması
- > K/Z dağılımının belirlenmesi ve ilgili güven düzeyinde RMD rakamının hesaplanması.

Monte Carlo metodu geniş bir perspektifte riskleri ölçebilmektedir.(lineer olmayan riskler, volatilité riski, model riski) Bu model geçmiş zamanı da içine alan portföy içindeki değişiklikleri de içine almaktadır. Ayrıca değerlemelerde çok fazla örneklem kullanılması metodun karmaşık değerli varlıklarda oldukça zahmetli şekilde uygulanmasına yol açmaktadır. Bunu ortadan kaldırmak için varlıklar gruplanmakta yada belli risk faktörleri altında toplanmaktadırlar. Bu da MC simölasyonunda kolaylık sağlar. Buna ek olarak oluşturulan senaryolar spesifik stokastik modellere dayandığından modelin yanlış olma riski de mevcuttur. Monte Carlo simölasyon modeli diğer modellere daha esnektir yani bir çok istisnai durumda da işlerlik gösterebilmektedir fakat bu avantajlarının yanında maliyeti de oldukça yüksektir.

⁴⁶ Bolgün., a.g.e,s.52

2.3.2.2.Parametrik Olmayan Yöntemler

Parametrik olmayan yöntemler, getirilerin dağılımıyla ilgili hiçbir varsayımda bulunmadan, getirilerin zaman serisinden yararlanan, oldukça basit yöntemlerdir. Ancak ele alınan bu zaman serisinin uzunluğu ve sahip olduğu değişkenlik, sonuçların geçerliliği açısından önem taşır.

2.3.2.2.1.Tarihi Simülasyon Yöntemi

Tarihi value at risk Monte-Carlo'nun basitleştirilmiş halidir. Burada, tesadüfi olarak senaryolar yaratılması yerine tarihi piyasa verilerinden senaryolar çıkarılmaktadır. Risk faktörlerindeki tarihi değişimler kullanılarak simülasyonu yapılan faktörle portföy değerlendirilmekte, portföy değişimlerinin dağılımı hesaplanmaktadır. Getirilerin normal dağılması gibi bir varsayım içermemekte, volatilité, korelasyon ya da başka parametrelerin hesaplanmasına gerek kalmamakta, modelden kaynaklanan risk ihtimali azalmaktadır. Tarihi simülasyon metodunda sıkıntı, veri setinde ortaya çıkabilmektedir. Veri seti içine yansıtılamayan durumların tamamen göz ardı edilmesi söz konusu olabilmektedir.

Bu yöntem fiyat ve oranların geçmişte oluşan değerleri ne ise gelecekte -tahmin edilen süre içinde- aynı olabileceğini varsayar. Gerçekleşen değişimleri ele alır, şu anda oluşan (cari) değerlere uygular ve bunları yeniden değerlemede kullanır. VaR analizi modellerinde en önemli unsurlardan biri dalgalanmaların, oynaklıkların tespitidir. Tarihi VaR modelinde geçmişte yaşanan oynaklıklar kullanılarak simülasyonlar yaratılmaya çalışılmıştır.⁴⁷

Tarihi VaR'da risk getiri doğrusallığı ve normal dağılım varsayımları kullanılmamaktadır. Tarihi VaR modelinde, bu iki varsayım yerine geçmişte yaşanan risk faktörü değişimlerinin yeniden gerçekleşmesi durumunda portföyün beklenen değerinde, belirlenen zaman aralığı ve güven düzeyi içinde en fazla ne kadarlık bir değer kaybı meydana gelebileceğini hesaplamaktadır. Oynaklık, korelasyon ya da başka parametrelerin hesaplanmasına gerek yoktur. Model riski olasılığı çok düşüktür.

⁴⁷Aydan Aydın,"Sermaye Yeterliliği ve VarR: Value at Risk",Türkiye Bankalar Birliği Araştırma Grubu, s.11

Tarihi simülasyon metodunda veri setine yansıtılmayan durumlar tamamen göz ardı edilmektedir.

Bu yöntem de fiyatları etkileyen her faktör simüle edilmelidir. Lineer olmayan pozisyonlar için kolaylıkla uygulanır.

Sadece geçmişte yaşanmış değişimleri dikkate alması nedeniyle senaryolarda, sadece gözlemlenen periyottaki değişimler dikkate alınmış olur. Gelecekte yaşanabilecek olası değişimler dikkate alınmaz. Bu metod, bütün gözlemlerin ağırlığını eski datalar da dahil olmak üzere aynı kabul eder. Bir gözlem dışarı çıkarıldığında, risk anlamlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu konu modelin eleştirilen noktasıdır.

2.3.2.2.2.Ekstrem (Uç) Değer Teorisi

Riske Maruz Değeri hesaplamada diğer bir yaklaşım, sıra dışı zamanlarda ortaya çıkan ekstrem olaylara odaklanan ekstrem değer yaklaşımıdır. Finans piyasalarında ekstrem fiyat hareketleri olağan süre giden zamanlarda piyasada yapılan düzenlemeler, sıra dışı zamanlarda meydana gelen borsa ve döviz krizleri gibi durumlara karşılık gelmektedir. Genelleştirilmiş Ekstrem Değer ve Genelleştirilmiş Pareto Dağılımı olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır.

Senaryo analizi, stres testi ve geriye dönük testler tamamlayıcı yöntemler olup, parametrik olmayan testler oldukları için parametrik olmayan VaR yöntemleri içinde ele alınmıştır.

2.3.2.2.3.Senaryo Analizleri

Olağanüstü olayın gerçekleşmesi durumunda riski daha iyi yakalayabilmek amacı ile VaR ölçüm metodolojisi içerisinde senaryo oluşturularak modelleme yapılmaktadır. Senaryo analizi, piyasa şartlarında ortaya çıkabilecek çeşitli değişikliklerin portföyün değerini nasıl etkilediğini ölçmekte kullanılan bir tekniktir ve stres testleri birbirleri ile iç içe geçmiş yöntemlerdir. Piyasanın çökmesi veya aniden

değişmesi türü piyasa hareketleri en iyi senaryo analizleri ve stres testleri ile incelenebilir.⁴⁸

Senaryo analizi tekniğine başvurularak, gerçekleşmesi muhtemel bir ekonomik ortamda beklenen risk faktörü değişimleri risk faktörüne uygulanacak şoklar olarak belirlenebilir. Bu yöntemin portföydeki finansal varlıkların tümünün gerçekleşen risklere aynı yönde tepki vermediğinden ve aynı duyarlılığa sahip olmadığından yetersiz kalabildiği görülmüştür. Ayrıca yöntemin bir diğer eksikliği, tüm risklerin korelasyonu ve varlıkların her biri için tespit ettiği riske dair değişim rakamlarını ve tüm portföyün değerinde meydana gelebilecek değer değişimini aritmetik toplama yoluyla ortaya çıkarmaya çalışmaktadır.

Senaryoları oluşturmada üç ana yaklaşım mevcuttur:

1) Tarihsel senaryolar: Tarihsel kriz dönemlerinde risk faktörlerinin davranışı esas alınır.

2)Hipotetik senaryolar: Sadece banka riski yönetiminin görüşlerine dayanan, geçmişte yaşanmamış makul bir piyasa olayı tasarlanır. Bankanın portföyündeki potansiyel duyarlılıkları yansıtır.

3)Portföye özgü en kötü durum senaryoları.

2.3.2.2.4.Stres Testi

Stres testi olağandışı kayıplara neden olabilecek durumların belirlenmesi ve yönetilmesi süreci olarak tanımlanabilir. Bu nedenle de Ekstrem Değer Teorisiyle genellikle bir arada anılmaktadır. Bu yöntem, kural koyucular tarafından tek başına değil, RMD modellerine yardımcı olarak kullanılır çünkü normal piyasa koşulları altında kullanışlı olan yöntemlerden farklı olarak stres testi olağan dışı kayıplara neden olan durumları belirleyip, yönetmeyi içeren bir süreç olarak, potansiyel ekstrem kayıplara yöneliktir.

⁴⁸ Alexandar Carol, “Risk Management & Analysis” John Wiley & Sons. 1998, England, s.69

Stres testleri, finansal portföy üzerindeki olumsuz etki yapabilecek olası bir olayın veya piyasalardaki sert bir değişimin, banka bilançosuna, gelir tablosuna ve rasyolarına etkisini analiz etmeye yarar.

Stress Test-Dayanıklılık testi, günümüzde de yaşadığımız global krizler esnasında gözlemlenen piyasalardaki beklenmeyen ve önemli dalgalanmaların portföyün değerini nasıl etkilediğinin tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Dayanıklılık testi, senaryo testine benzemesine rağmen esas olarak olağanüstü piyasa şartlarında portföyün maksimum değer kaybının tahmin edilebilmesini amaçlamaktadır. Kuşkusuz bu metodun başarısı piyasa şartlarının en iyi şekilde tahmin edilmesine bağlı olduğu bilinen bir gerçektir.⁴⁹

Stres testi analizinde, piyasa riski ölçümünde riske maruz pozisyonların bağlı bulundukları risk faktörlerinden, faiz oranlarının, döviz kurlarının ve hisse senetleri fiyatlarının kriz dönemindeki fiyat hareketleri dikkate alınarak ya da şok değer üretilerek pozisyonların değerlendirilmesi gerçekleştirilmektedir. Test, olağanüstü piyasa koşullarında banka portföylerinde gerçekleşebilecek kayıp ya da kazanç durumunu analiz etmemizi sağlar. Piyasa koşullarına ilişkin bir hipotez üretilerek, bu piyasa şartının, piyasa risk faktörleri açısından ne ifade ettiği incelenir. Risk faktörlerinin kriz dönemlerindeki tarihsel hareketlerini dikkate alır. Bunun sonucunda geçmişteki korelasyon ilişkisinin kırıldığı yeni ve düzensiz korelasyon yapıları altında değerli sonuçlar üretebilme olanağı sağlar.

Bankaların, yasal düzenlemeler gereğince BDDK'nın düzenlediği Sermaye Yeterliliği yönetmeliğine bağlı olarak, kendi içsel risk ölçüm modellerinden elde edilen günlük veriler üzerinden analiz sürecini tamamlayıcı şekilde stres testlerini uygulamaları gerekmektedir.

⁴⁹ Ercel,a.g.e. "Global Finance Conference"
<http://www.tcmb.gov.tr/yeni/evds/konusma/tur/1999/riskyon.html>

2.3.2.2.5.Geriye Dönük Test (Back-testing)

RMD hesaplamada kullanılan modelin doğruluğunun test edilme sürecidir. Geriye dönük test uygulamalarında önerilen iki temel model vardır. Mark to Model (Modele Göre Karşılaştırma) ve Mark to Market (Piyasaya Göre Karşılaştırma) modelidir. Eğer gerçekleşen RMD değerinden küçük veya eşit ise amaca ulaşılmış demektir. Eğer gerçekleşen RMD hesaplanan RMD'den önemli miktarda büyük ise model sonuçlarında bir sapma (istisna) kaydedilmiş olur ve yüksek maksimum zarar ihtimalinin oluştuğu kabul edilir. Yasal sermaye yeterliliği açısından ölçüm sonuçlarının istisna oluşturması önem teşkil etmektedir. Belirli bir zaman diliminde, denetim otoritesi tarafından belirlenen sayıdan fazla sapma kaydeden bankaların yasal sermaye gereksinimlerinde artış talep edilebilmektedir.

2.3.2.3.Parametrik Yöntemler - Varyans-Kovaryans Yöntemi

Varyans-Kovaryans Yöntemi, parametrik yöntem olarak da adlandırılmakta olup, parametrik riske maruz değer analizinde istatistikler, örneğin ortalama ve varyans gibi parametrik özellikleri olan bir kitleden geldiği varsayımı altında, zaman serileri kullanılarak tahmin edilmektedir. Ortalama ve varyans bilinmediği için bunlar bir örnek aracılığıyla tahmin edilmekte ve hesaplamalar örneğe ait ortalama ve varyans istatistiklerine dayanmaktadır. Bu nedenle de VaR hesaplamasında bir tahmin hatası (estimation error) olasılığı bulunmaktadır.

Piyasa fiyatını, oranları ve portföy değerindeki değişimlerin normal dağılımlı olduğunu varsayar. Doğrudan tarihi verilerden çıkarılır. Bu yöntemde ilgili risk faktöründe beklenen değişime göre pozisyonun beklenen kaybı doğrusal bir trend takip etmektedir. Risk faktörlerindeki beklenen değişim geçmiş dönemde gözlenen volatilitesi ve diğer risk faktörleri dikkate alınarak hesaplanır ve bu değişimin oluşturduğu kayıp RMD'dir.

Varyans-kovaryans, özellikle doğrusal getiri fonksiyonuna sahip finansal enstrümanlar için kullanılan ve uygulanması oldukça kolay olan parametrik bir yöntemdir. Yöntemde kullanılan parametreler ise dağılımın ortalama ve standart

sapması ile seçilen güven aralığına isabet eden değerdir. Varyans-Kovaryans yönteminde, fiyat değişikliklerine ilişkin geçmiş döneme ait verilerden hesaplanan ortalamalar ve standart sapmalar kullanılmakta, buna ek olarak portföyde yer alan finansal araçlar (risk faktörleri) arasındaki korelasyonlar dikkate alınmaktadır.

Temelleri Harry Markowitz'in 1952 tarihli makalesiyle⁵⁰ atılan modern portföy teorisine göre, portföyün riski, dağılımın yayılma derecesini (volatilitesi) gösteren standart sapma ile ölçülebilir.

Bu yöntemde, geçmiş datalardan elde edilen fiyat ve oranların oynaklık ve korelasyonları kullanılarak gelecekteki risk faktörlerinin davranışları hesaplanmaktadır. Bu tahmini oynaklık ve korelasyonlar, bir pozisyonun değerindeki beklenen değişimleri hesaplamak için kullanılır.

Monte Carlo yöntemi gibi parametrik RMD metotlarında belirli bir dağılım varsayımı kullanılması model riskine maruz kalınmasına sebep olur. Model riski bir modelin gerçeği tam olarak yansıtmaması durumudur. Örneğin bir portföyün normal dağılımlı belirlenen modelde riski düşük hesaplanabilir. Gelişmekte olan ülkelerde risk hesaplamalarında bu durum dikkate alınmalıdır.⁵¹

Parametrik VaR ölçümünde izlenen temel adımlar;

- Örnekleme periyodunun belirlenmesi
- Güven aralığının belirlenmesi
- Risk faktörleri arasındaki korelasyonun belirlenmesi şeklinde sıralanabilir.

Ayrıca portföyün belli bir zaman dilimi içerisindeki fiyat değişimlerinin ölçülmesi esasına dayanması elde tutma süresi ile piyasa riski arasında doğru orantıyı da yansıtır. Yani süre uzadıkça beklenen fiyat değişikliği o kadar büyük olacaktır. Elde

⁵⁰ Markowitz, Harry M. (1952). "Portfolio selection," Journal of Finance, 7 (1), 77-91.

⁵¹ Koç Bank Risk Yönetimi Grubu, "Örneklerle Riske Maruz Değer" Active Finans, Mayıs Haziran 2001

tutma süresi RMD hesaplamasında yansıtılırken zamanın karekökü ile ilişkilendirilmektedir.⁵²

RMD hesaplamalarında, güven aralığı pek çok durumda %99 ya da %95'tir. Basel Komite kararınca güven aralığı %99'dur. Seçilen güven aralığı düştükçe, VaR rakamı da daha düşük bir değer olarak bulunur. Komite riske maruz değerlerin elde tutulma süresinin 10 gün ya da daha uzun olmasını istemektedir.⁵³

BDDK tarafından onaylanan risk ölçüm modelleri, aşağıdaki standartları taşımalıdır.

- RMD her gün ölçülmelidir.
- RMD %99 güven aralığına bağlıdır.
- RMD hesaplamaları için en az elde bulundurma süresi 10 iş günüdür.
- Zamanın karekökü kuralını kullanarak, bankalar 10 iş günü formatına endekslenen daha uzun ve daha kısa zaman periyotlarını içeren RMD'leri kabul etmede serbesttir.
- Tarihsel gözlem bir yıldan az olmamalıdır. Hareketli ortalama ya da benzer metotları kullanan bankalar en az bir yıllık tarihsel dönemi gözlemek durumundadırlar. Aksi takdirde, hareketli ortalama metodu kullanılarak hesaplanan RMD rakamları karşılaştırılır, hangisi büyükse o dikkate alınır.
- Veriler hergün güncelleştirilir. Daha uzun dönemleri içeren verilerde güncelleştirilir. Verilerin tutarlılığı ve doğruluğu en az üç ayda bir kontrol edilir. Anormallikler görülürse kontrol işlemi sıkılaştırılır. Geriye dönük düzeltmelere izin verilmez. BDDK belirsizliğin ve dalgalanmanın fazla olduğu dönemlerde daha kısa zaman dilimlerini talep edebilir.

⁵² Bolgün. K. E., Akçay. M. B., "Finansal Piyasalarda Risk Ölçüm ve Yönetimine Türkiye Perspektifinden Stratejik Bakış", Scala Yayıncılık, 2003

⁵³ www.bddk.org.tr/turkce/Basel-II/Basel-II.aspx

- Eğer BDDK belirli veri setleri ve zaman serileri oluşturduysa, bankalar bunlara uymak zorundadır. Bankalar, varyans/kovaryans, tarihi simulasyon ve Monte Carlo simulasyon yöntemlerinden istediğini kullanabilir. Parametrik veya Monte Carlo metodunun kullanımı, piyasa riski faktörlerinin zaman serilerine dayanılarak oluşturulan varyans-kovaryans matrislerini gerektirmektedir.

- Zaman serilerinden volatiliteleri ve korelasyonları tahmin etmek için EqWMA (Equally Weighted Moving Average) yanı sıra, EWMA (Exponentially Weighted Moving Average) ve GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) gibi tahmin metotları da uygulanabilir.

- Analitik RMD hesaplamasında, varyans-kovaryans matrislerine ait kayıtlar tam ve doğru olmalıdır. Bu nedenle banka, matrisin matematiksel ve/veya istatistiki dayanaklarını göstermelidir. Tahmin yöntemi eğer matrislerin pozitif tanımlı olup olmadığının da doğruluğunun teyidini gerektiriyorsa, bu husus, model tarafından da kapsanmalıdır.⁵⁴

VaR hesaplamasını en basit şekliyle formüle etmek istersek;

$$\text{VaR} = \text{portföy değeri} \times \text{portföy volatilitesi} \times \text{elde tutma süresi} \times \text{güven aralığı} \quad (3.2.1)$$

şeklindedir.

Örneğin; 1.000 YTL'lik bir portföy için VaR değeri en basit haliyle aşağıdaki gibi hesaplanacaktır. Portföy volatilitesi %3 varsayıldığında, %99 güven aralığında, 10 işgünü üzerinden 250 günlük veri kullanılarak hesaplama yapılırsa:

$$\text{VaR} = 1000 \text{ YTL} \times \%3 \times \sqrt{(10/250)} \times 2.33$$

$$\text{VaR} = 13.98 \text{ YTL olacaktır.}$$

⁵⁴ BDDK Bankaların Risk Ölçüm Modellerinin Kurum Tarafından Değerlendirilmesine İlişkin Genelge, 2001

“Dördüncü Bölüm Diğer Hususlar Varyans ve Kovaryans Matrisleri, Madde 26”

Portföy volatilitesi portföy risk faktörlerinin değişkenliğini ölçmektedir. 2.33, %99'luk güven aralığında, standart normal dağılım tablosunda yer alan normal dağılım değerini göstermektedir.

Rakam yorumlanırsa: işlem yapılacak ilk on gün içinde yüzde 99 ihtimalle portföyün uğrayabileceği en yüksek kayıp 13.98 YTL'dir.

Örnekte risk faktörleri arasındaki korelasyonun sıfır olduğu varsayılmıştır. VaR, portföyde çok sayıda ürün bulunması nedeniyle ortaya çıkan faktörler arasındaki korelasyonun da dikkate alınarak, toplamdan düşülmesine olanak vermektedir. Böylece portföy riskinin olduğundan daha yüksek hesaplanmasının önüne geçilebilmektedir. Portföy çeşitliği arttıkça risk azalmaktadır.

RiskMetrics'i geliştirirken JP Morgan'ın da kullandığı parametrik modelde, portföy karlılığının normal dağıldığı varsayılmaktadır. Portföy karlılığı (uygulanabilir) risk faktörlerine lineer olarak bağımlıdır. Bu varsayımlarla portföy VaR'ın doğrudan ilgili risk faktörlerinin volatiliteler ve korelasyonlarından hesaplanabilmektedir. Her iki varsayımı da sağlayan portföyler için doğru VaR tahminleri hesaplanabilmektedir. Bu portföyler, hisse senetleri, spot ya da forward döviz ve kısa vadeli borçlanma araçları içeren portföylerdir.

2.3.2.3.1.Delta Normal – Delta Gamma Metodları

İçeriğinde opsiyonlar, faize dayalı başka türev ürünler (örneğin structured notes) ve mortgage'a dayalı menkul kıymetlerin bulunduğu portföylerde parametrik VaR hatalı sonuçlar vermektedir. Böyle portföyler için Delta normal metodu hesaplamada hız kazandıran bir yöntemdir. Portföy getirisinin normalden uzaklaşması bu model için problem yaratmaktadır. Geçmiş verilere dayanarak hesaplanan RMD dağılımları ilgili varsayımlardan bağımsızdır. Fakat portföyün alınan zaman içerisinde hergün yeniden değerlendirilmesini gerektirir. Bunun nedeni RMD'nin pazarda gerçekleşen fiyat değişimlerinden oluşturulmuş olmasıdır. Risklerin çeşitlendiği portföylerde de bu metod avantajlıdır. Geniş çaplı portföylere ve zaman içinde değişen riske de uygulanabilirliği, ve kolay açıklanabilir olması nedenleriyle delta normal bankaların tercih ettiği

yöntemlerden biridir. Bu model çok fazla portföyün fiyatlandırılmasını gerektirir bu nedenle zaman ve maliyet açısından dezavantajlara sahiptir.

Delta Gamma metodolojisi ise; modele ikinci dereceden hassasiyetleri dahil ederek parametrik modellerin lineerlik varsayımını ortadan kaldırmakta, quadratik varsayımı kabul etmektedir. Bu model, gamma⁵⁵ ya da konveksite⁵⁶ riskine sahip portföylere uygulanmaktadır. Delta-Gamma Yöntemin uygulaması ileri matematik gerektirmekte, ancak portföyün tesadüfi gelecek değer değişkeni, tesadüfi değişkenlerin chi-square değerleri ile normal tesadüfi değişken ya da sabit bir terimin toplanması yoluyla elde edilebilmektedir.⁵⁷

Delta-Normal ve Delta-Gamma içinde opsiyonların ve türev ürünlerin bulunduğu portföyler için ideal olup, bu yöntemlerde değişkenliğin kullanılmasında asıl güçlük, opsiyonun vade süresince beklenen değişkenliğin (expected volatility) bilinmesidir. Ancak bu parametrelerin geleceğe yönelik doğru ölçümü olanaksızdır. Bu nedenle değişkenliğin hesaplanmasında aşağıdaki iki yöntem kullanılmaktadır.⁵⁸

- Geçmişteki Değişkenlik (Historical Volatility)
- Öngörülen Değişkenlik (Implied Volatility)

Geçmişteki değişkenlik, geçmişte belli bir dönem aralığındaki değerlerin ortalamadan sapması bulunarak hesaplanmaktadır.

Öngörülen değişiklikte ise, opsiyon primi(fiyatı), tüm faktörleri dikkate alan opsiyon fiyatlama modeli ile belirlenmektedir. Borsalarda işlem gören opsiyonların belirlenmiş olan primlerinin öngörülen değişkenliğinin hesaplanması mümkündür.

⁵⁵ Gamma, portföyün birimin (underlier- üzerinden kontrat imzalanan ürün, faiz ya da ürün fiyatı) değerinde meydana gelen değişikliklere ikinci dereceden hassasiyetini ölçer.

⁵⁶ Konveksite; portföyün, verim eğrisinde meydana gelen paralel kaymalara ikinci dereceden hassasiyetini ölçer.

⁵⁷ www.contingencyanalysis.com/glossarydeltagammavar.htm

⁵⁸ T. Akkum, Döviz Opsiyonları ve Opsiyon Fiyatlama Modelleri, İ.Ü. İşletme Fakültesi Dergisi, C:29, S:1, 2000, s 47-74

Varyans-Kovaryans kestiriminde (parametrik yöntem) hisse senetleri, döviz kurları ve faiz oranları için sıklıkla tercih edilmektedir.

Parametrik VaR analizinde parametreler, örneğin ortalama ve varyans gibi parametrik özellikleri olan bir kitleden geldiği varsayımı altında, zaman serileri kullanılarak tahmin edilmektedir.⁵⁹

Normal dağılıma bağlı olarak VaR'ın hesaplanmasında en önemli parametrelerden biri olan standart sapmanın zamandan bağımsız olduğu başka bir ifadeyle durağan (stationary) olduğu kabul edilmektedir. Piyasa fiyatlarındaki tarihsel veriler incelendiğinde standart sapmanın zaman içinde değiştiği gözlenmektedir. Bu durumda sabit varyans varsayımı ile yapılacak hesaplamalar, gerçek riski yansıtmayacağından oynaklığın tahmin edilmesinde farklı yöntemlerin kullanılması zorunlu hale gelmektedir.

Finans alanında volatilité genellikle finansal varlık getirilerinin standart sapması veya varyansı olarak ifade edilmekte ve çok genel bir ifade ile finansal varlıkların toplam riskini ifade etmekte kullanılmaktadır. Piyasa riskinin ölçülmesinde kullanılan bir çok riske maruz değer (RMD) modelinde bir volatilité parametresi yer almaktadır.

Bu bölümde bahsedilen Riske maruz değer kavramı ve riske maruz değer ölçümünde kullanılan yöntemler Bankacılık sektörünün risk yönetiminde kullandığı risk ölçüm metodudur. Finans sektöründe asıl hayati önem taşıyan riske maruz değer modelinde yer alan volatilité parametresinin ölçümüdür. Bu da volatilitéyi yani riski modelleyebilmekle mümkündür.

Genellikle hisse senedi fiyatları, faiz oranları ve döviz kurlarındaki hissedilen yüksek volatilité, finansal sistemin işleyişinde aksamalara hatta önemli ölçüde performans düşüklüğüne neden olmaktadır. Bu nedenle piyasalardaki yüksek volatilitenin olup olmadığını anlamak gerekmektedir. Volatilitenin yapısını

⁵⁹ H. Özge Uysal, 2002. Piyasa Riskinin Tespitinde Kullanılan Riskteki Değer (Value. At Risk) Yöntemi, SPK Yeterlik Etüdü, Ankara.s.32

belirleyebilmek ve oluşabilecek riskten korunmak için daha iyi bir öngörü sağlamak amacı ile finansal zaman serilerine ilişkin çözümlemeler geliştirilmiştir.

Volatilitenin modellenmesinde kullanılan modeller başlıca 6 grupta incelenmektedir.⁶⁰

- tarihi oynaklık (historical volatility) modelleri
- zımni oynaklık (implied volatility) modelleri
- üssel ağırlıklandırılmış hareketli ortalama (EWMA) modelleri
- ardışık bağımlı (otoregresif –AR) hareketli ortalama (MA) modelleri (ARMA modelleri)
- otoregresif koşullu değişen varyans (ARCH/GARCH) modelleri
- stokastik volatilité modelleri

Hull-White (1987) ve Taylor (1993) tarafından geliştirilen Stokastik Varyans (SV) modelleri, GARCH modelleri ile koşullu varyans denkleminde gözlemlenmemiş stokastik bir bileşen eklenmek suretiyle birleştirilebilmektedir. Andersen (1996)⁶¹, Dağılım Karışımı Hipotezini geliştirerek, bir stokastik volatilité süreci ile GARCH yöntemini birleştirerek bir model oluşturmuştur. Oluşturduğu modelin finansal getirilerde gözlemlenen volatilité kümelenmesinin ardındaki iktisadi faktörlerin analiz edilmesinde yararlı olduğunu ifade etmiştir.⁶²

Piyasa risklerinin ölçümünde içsel modeller kullanan bankalarda volatilité hesaplamak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bankacılık sektöründe bu yöntemlerin kullanım oranları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

⁶⁰ Chris Brooks, Introductory Econometrics for Finance, Cambridge University Press, 2002, Cambridge, UK

⁶¹ Andersen, T.G. (1996) “Return Volatility and Trading Volume: An Information Flow Interpretation of Stochastic Volatility”, Journal of Finance, Vol. 51, No: 1.

⁶² Brooks, a.g.e, s.87

Tablo-1
Piyasa Risklerinin Ölçümünde Volatilite Hesaplama Yöntemleri
Kullanım Oranları

Volatilite Hesaplama Yöntemlerinin Bankalarda Kullanım Oranı	%
Ardışık Bağımlı Koşullu Değişen Varyans (ARCH)	12,7
Genelleştirilmiş Ardışık Bağımlı Koşullu Değişen Varyans (GARCH)	34,3
Üssel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama (EWMA)	90,6
Stokastik Volatilite	18,0
Zımnî Volatilite	36,7
Diğer	17,4

Kaynak: www.bddk.org.tr

Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulunun Basel 2 uygulamalarının mali sektör üzerindeki gerçekleşen ve olası etkilerini incelemek üzere hazırladığı raporda; Bankaların %90,6'sı üssel ağırlıklandırılmış hareketli ortalama yöntemi kullanırken, birden fazla yöntem kullanan bankaların da bulunduğu görülmektedir. Üssel ağırlıklandırılmış hareketli ortalama'nın yanı sıra genelleştirilmiş ardışık bağımlı koşullu değişen varyans ve zımnî volatilite metotları da sektörün üçte biri tarafından kullanılmakta iken %18 oranında stokastik volatilite ve %12,7 oranında ardışık bağımlı koşullu değişen varyans metotları kullanılmaktadır.⁶³

2.3.2.3.2. Geçmiş Değerlerin Ortalaması

Oynaklığın modellenmesinde en basit yöntem geçmiş değerlerin ortalamasının hesaplanmasıdır. Bu yöntemde serinin varyans ya da standart sapması belirlenen dönem için hesaplanır ve bu rakam serinin gelecekteki oynaklığı olarak kabul edilir. Ne var ki bu yöntem, kullanılan serideki gözlemlerin birbirinden bağımsız oldukları ve bu gözlemlerin sürecin geçmiş değerlerinden bağımsız katsayılara sahip doğrusal bir süreç neticesinde oluştuğu yönünde gerçekçi olmayan varsayımlar içermektedir.⁶⁴

Bu yöntemin dezavantajı; örnekleme, volatilitenin yüksek olduğu bir gözlem eklenip, sakin bir dönem çıkarıldığında tahmin aniden fırlayacak, aksi durumda da

⁶³ BDDK Bankacılık Sektörü Basel 2 İlerleme Raporu Aralık 2006, s.16

⁶⁴ Vedat Akgiray, "Conditional Heteroscedasticity in Time Series of Stock Returns: Evidence and Forecasts" Journal of Business, 62, 1989, s.56

aniden düşecektir. Daha da önemlisi, seçilen dönem uzunluğundaki bütün gözlemlerin tahmine etkisi aynı olacaktır. Bu dönemi, diğer gözlemlerle aynı miktarda etkileyen ilk gözlem bir sonraki tahmin için hiçbir şey ifade etmeyecektir.

Model varsayımlarının doğruluğu, volatilité ölçümünün istikrarı ve zaman içinde farklılaşması konularında bilgi düzeyinin yükseltilmesi gerekmektedir. Volatilitenin tahmin edilmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerin başında EWMA ve GARCH gelmektedir. Genellikle faiz oranlarındaki, kurlardaki, hisse senedi fiyatlarındaki volatilitenin hesaplanmasında bu yöntemler kullanılmaktadır.

2.3.2.3.3. Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama Modelleri – (EWMA Exponentially Weighted Moving Average)

Üstel ağırlıklandırılmış hareketli ortalama, geçmiş dönemlerin ortalaması (GDO) olarak isimlendirdiğimiz modelin bir miktar geliştirilmiştir. Bu modele göre yakın geçmişin değerleri uzak geçmişe göre daha etkilidir. Bu yöntemde gerçekleşmiş en son değer en yüksek ağırlığa sahipken geriye gidildikçe gerçekleşmelerin ağırlığı üstel olarak azalmaktadır. Bu modelin GDO'ya göre iki temel üstünlüğü vardır. Birincisi, oynaklık gerçekten de modelin önerdiği gibi yakın zamanın değerlerinden daha fazla etkilenmektedir. İkincisi, bir gözlemin oynaklığa etkisi zaman geçtikçe doğrusal olarak değil üstel olarak azalmaktadır. GDO modeli kullanıldığında, büyük bir şok bugünün tahminini de etkilerken, örneklemden çıktığı anda tahmini aniden ve büyük miktarda değiştirecektir. Aksine bu gözlem örneklemin içinde tutulursa, piyasanın sakin olmasına rağmen, yüksek oynaklığa işaret edecektir.

Üstel ağırlıklandırılmış hareketli ortalama modeli;

$$\sigma_t^2 = (1-\lambda)\sum \lambda^{j-1} (x_{t-j} - \bar{x})^2 \quad (2.3.1)$$

şeklinde ifade edilir. (2.3.1)'de σ_t^2 , t dönemi için tahmin edilen varyansı ve aynı zamanda bütün gelecek dönemlerin öngörüsünü ifade etmektedir. λ çarpanı ise, yakın geçmişte oluşan değerlerin uzak geçmiştekilere kıyasla ağırlığını ifade etmektedir.

Genellikle değişkenlik kümelenme şeklinde oluşuma eğilimlidir. Değişkenliğin zaman içerisinde sabit olduğu kabulü çok yanıltıcı olabilir. Özellikle hisse senedi piyasasında değişkenliği tahmin etmek için değişkenlik modelini izleyen ve ölçen bir metodoloji olmalıdır. Son zamanlarda finansal uygulamalarda EWMA ve GARCH modelleri zaman serileri için önemli araçlar haline gelmişlerdir. Tablo 2.1’ de de bu modelleri bankacılık sektörünün büyük bölümün tercih ettiği görülmektedir.

ARCH/GARCH modelleri, finansal değişkenlerin sergilediğı karakteristik özelliklerle başa çıkarak sağlıklı tahmin ve öngörüler gerçekleştirebilmek amacıyla Engle (1982) ve Bollerslev (1986) tarafından geliştirilmiştir. Bu modellerde getirilere ilişkin stokastik süreç ile stokastik gerçekleştirmeler arasında ilinti bulunmadığı, ancak bu durum, sürecin bağımsız olduğu anlamına da gelmemektedir. Bu modellerde bağımlılık, koşullu varyansı geçmiş dönemlere ait varyanslar ile geçmiş dönemlere ait hata terimlerinin karesinin bir fonksiyonu olarak modelleyen koşullu varyans denkleminde gösterilmektedir.

Bu çalışmada volatilité modellerinden ARCH/GARCH tekniğinden yararlanılarak İMKB Bankacılık Sektör Endeksinin volatilitesi modellenmiş ve volatilité öngörülerinde bulunulmuştur. Bu aşamada, modellere Riske Maruz Değer (RMD) hesaplamaları dahil edilmemiştir. Çalışmadaki modeller finansal karar alma ve risk yönetimi amaçlarına dönük olarak doğrudan kullanılabileceğı gibi RMD hesaplamalarında yer alan volatilité değişkeninin tahmininde ve öngörüsünde yararlanılmak suretiyle de kullanılabilmektedir.

Çalışmanın ilerleyen bölümünde özellikle hisse senetlerinde volatilitéyi ölçmek için tercih edilen parametrik ARCH/GARCH tekniğı ile Bankacılık sektörünü temsil eden, halka açık bankaların hisse senetlerinin ağırlıklı piyasa değerlerinden oluşan İMKB Bankacılık sektör endeksinin riski modellenmeye çalışılmıştır. Kapsamlı olarak incelenen ARCH/GARCH tekniğı, günümüzde finans alanında oldukça tercih edilmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

FİNANSAL ZAMAN SERİLERİNE VE FİNANSAL RİSKE EKONOMETRİK BAKIŞ

Finansal piyasalardaki artan risk, piyasaların bu koşullar altında finansal varlıkların doğru fiyatlandırılabilmesi için uygun ve doğru tanımlanmış bir risk ölçütünün önemini ön plana çıkarmıştır. Riskin “getirilerin olasılık dağılımının varyansı” olarak tanımlanması finansal ekonomide genel kabul görmüştür.

Riskin ölçütü olarak varyansın alınması, finansal getiri dağılımlarının da belirlenmesini gündeme getirmektedir. Finansal varlıkların fiyat değişimlerinin izlediği stokastik süreçlere ilişkin genel kabul gören varsayım bu fiyat değişimlerinin “rassal yürüyüş süreci” (random walk process) olarak adlandırılan bir stokastik süreç takip ettiğine yöneliktir. Rassal yürüyüş sürecine göre, fiyat değişimleri birbirinden bağımsız ve benzer dağılıma sahiptir, beklenen değeri (ortalaması) sıfırdır ve varyansı sabittir zaman içinde değişmez. İlave bir varsayım olarak değişimlerin normal dağıldığı eklenir. Değişimlerin normal dağılım özelliği taşıması teorik görüş açısından genellikle kabul edilmemektedir. Bu varsayım, tahmini (estimation) ve öngörü (forecasting) basitleştirmesi nedeniyle istatistiki kolaylık açısından tercih edilmektedir.

Sıfır ortalama varsayımı aynı zamanda, getirilerdeki rassal hareketlerin öngörülemediğini ifade eden “etkin piyasa hipotezi” ile de uyumlu bulunmaktadır. Diğer taraftan, rassal yürüyüş sürecinin sabit varyans ve bağımsızlık varsayımı özellikle finansal değişkenlere ait yüksek frekanslı zaman verilerinin koşulsuz (unconditional) dağılımlarında ortaya çıkan kalın kuyruk (fat tail) ve ortalama etrafındaki aşırı basıklık (leptokurtosis), bu varsayımlardan sapmaları göstermektedir. Finansal değişkenlerin gösterdiği bu özellikler, zaman serilerinde küçük ve büyük değişimlerin kümelenmesi şeklinde kendisini göstermektedir. Bu kümelenmeler, fiyat değişimlerinin birbirini etkilediğini göstermektedir. Normal dağılım varsayımından sapma ile birinci ve ikinci momentlerdeki (ortalama ve varyans) zamana bağımlılık,

normal dağılmış rassal yürüyüşe dayalı genel kabul görmüş tahmin ve öngörülerin uygun olmadığı sonucunu beraberinde getirmektedir.⁶⁵

Ekonometrinin klasik varsayımlarına baktığımız zaman etkin piyasa hipoteziyle örtüşmektedir. Arzu edilen piyasalarda etkinliğin sağlanmasıdır.

Bu bölümde, zaman serilerinde etkin piyasa hipotezi, rassal yürüyüş süreci, durağanlık (birim kök sorunu) otokorelasyon ve otoregresif süreç, dağılım özellikleri ve doğrusallık terimlerinden ve zaman serilerinde AR, MA, ARMA ve ARIMA süreçlerinden kısaca bahsedilecektir.

3.1.Etkin Pazar Hipotezi – Etkin Piyasa Hipotezi

Etkinlik rekabetçi piyasada bilgi kullanımının rasyonel bir uygulamasıdır. Fiyat davranışının etkin piyasada ne olması gerektiğini açıklar. Piyasaya yeni bilgi girişiyle beraber hisse senedi fiyatlarında görülecek değişimler ve bu değişimlerin yönü piyasa etkinliği kavramının anlamını oluşturmaktadır.

Eğer; piyasaya çok sayıda katılan varsa ve bunlardan hiçbiri piyasayı etkileyecek bir paya sahip değillerse, menkul kıymetlerle ilgili bilgiler düşük bir maliyetle sağlanabiliyor, ekonomik, politik ve sosyal yapıdaki değişiklikler piyasaya hemen yayılıyorsa, piyasalarda likidite yüksek, alım-satım giderleri düşükse ve bundan dolayı menkul kıymet fiyatları genel değişimlere kolayca uyum sağlayabiliyorsa, piyasaların kurumsal yapısı çok gelişmişse, düzenleyici mevzuat piyasaların istikrarlı çalışmasını sağlıyorsa, bu çeşit sermaye piyasaları etkin sayılabilir.⁶⁶

Mali piyasaların etkinliğinde en önemli husus bu piyasaların bilgi açısından etkin olmasıdır. Piyasalar etkin olduğunda herkes, hisse senetlerinin fiyatlarını etkileyen tam ve eksiksiz bilgiye sahiptir. Bu nedenle, hisse senedi fiyatları hisse senetleriyle ilgili tüm bilgileri yansıtır. Buna portföy teorisinde “etkin pazar hipotezi” denir.

⁶⁵ Murat Mazıbaşı, “İMKB Piyasasındaki Volatilitenin ve Asimetrik Fiyat Hareketlerinin Modellenmesi ve Öngörülmesi: GARCH Uygulaması”, 8. Ulusal Finans Sempozyumu, 27-28 Ekim 2004, İstanbul

⁶⁶ İbrahim Fıçıcıoğlu, “Piyasa Etkinliği ve modern Portföy Kuramı”, Marmara Üniversitesi SBE, 2002, s.7-19

Finans literatüründe etkin piyasa şöyle ifade edilmektedir: “Eğer bir piyasada, elde edilen bir bilgi setini kullanarak ekstra bir kazanç elde etmek imkansız ise, o piyasanın etkin olduğu söylenebilmektedir. Menkul kıymetler borsalarının etkinliğini ölçmede, hisse senedi fiyat ve getirilerinin davranışı temel gösterge olmuştur. Cari hisse senedi fiyatlarının mevcut tüm bilgiyi tamamen yansıttığı piyasalar etkin olarak nitelendirilmektedir. Bu tip piyasalarda, bilgiye herkesin zahmetsiz ulaşabildiği varsayımı altında, piyasadaki mevcut bilgi kullanılarak normal üstü kazanç elde etmek mümkün değildir.

Pay senetlerinin cari fiyatı, yatırımcıların kar payı ve fiyat beklentilerine göre oluşur. Söz konusu beklentiler, yatırımcının şirket ve onun gelecekteki profili ile ilgili bilgilere dayanır. Buna göre pay senedinin fiyatını etkileyen bilgileri diğer yatırımcılardan daha önce alan veya daha etkin değerlendiren yatırımcı, getirisi pazardakilere oranla yüksek olan menkul kıymetleri bulabilir. Şirket için olumlu bir haberin piyasaya açıklanmasından önce ilgili şirketin hisse senetlerini satın alan bir yatırımcı aşırı kazanç sağlayabilir. Etkin pazar hipotezi, bu tür bilgilerin pazara derhal yayıldığını ve hisse senedinin fiyatına yansıdığını savunur. Buna göre şirketin muhasebe bilgileri ve faaliyet raporları gibi halka açık bilgiler hisse senedi fiyatına tamamen yansımakta, bu bilgileri kullanarak diğer yatırımcılara göre daha yüksek kazanç sağlayan hiçbir yatırım stratejisi uygulanamamaktadır.

Etkin pazar varsayımına göre, piyasada menkul değer fiyatı, piyasaya aktarılmış bilgiler ışığında belirlenir çünkü gelişmiş bir sermaye piyasasında menkul değer fiyatlarının, menkul değerlerle ilgili her türlü bilgiyi yansıttığı varsayılmaktadır.

Sermaye piyasalarında yatırımcılar birbirinden bağımsız ve farklı beklentiler geliştirmek suretiyle değerlendirmeler yaparlar. Bu nedenle belirli bir menkul kıymet üzerinde farklı yargılara varabilirler. Söz konusu yargılar pazara alım veya satım emirleri şeklinde yansımakta ve piyasada yeni bir denge oluşmaktadır. Ancak bu denge durağan bir denge değildir, çünkü gelen her yeni bilgi menkul kıymetlerin değerlerini değiştirmekte, fiyat da bu yeni değişime göre yeniden oluşmaktadır.

Piyasa etkinliği kavramı ilk olarak gerçek değer olarak belirtilen ifadeyle doğmuştur. Gerçek fiyatın oluşum süreci sadece hisse senedini çıkaran firmanın karakteristik özellikleriyle belirlenir ve inanışları, tercihleri veya yatırım kararı veren kişilerin tahminlerini dikkate almaz. Ancak piyasada hisse senedinin fiyatı sadece salt firma bilgilerine değil aynı zamanda yatırımcılara ve bu hisse senedine olan talebe göre belirlenir. Bir menkul kıymetin gerçek değeri tam olarak tespit edilmesinin mümkün olmaması nedeniyle katılımcılar arasında tek bir menkul kıymetin değerinin ne olacağı hususunda daima bir anlaşmazlık olacaktır. Bu uzlaşmazlık, güncel fiyatlar ve gerçek değer arasında çelişkilerin doğması sonucunu ortaya çıkaracaktır. Bununla birlikte etkin bir piyasa birbirleriyle rekabet içinde olan pek çok katılımcının, rastlantısal bir biçimde sözkonusu menkul kıymetin gerçek değerinin etrafında dolaşmasına yol açacaktır. Gerçek değer ve piyasa değeri arasındaki çelişki doğal olarak rastlantısalardan çok sistematik ise, böylesi bir bilgi, sağduyu sahibi piyasa katılımcılarını güncel fiyatların gerçek değere doğru hareketine ilişkin yolu daha iyi bir biçimde tahmin etmelerine yardımcı olacaktır. Gerçek değer ile piyasa değeri arasındaki farkın rastlantısal bir yapıdan ziyade sistematik olması yatırımcılara normal üzeri bir getiri sağlayabilecek bir yatırım stratejisi sunmaktadır.

Etkin piyasalar kuramı içinde yer alan bir pazarın etkinlik derecesi pazara gelen bilginin fiyat üzerine ne kadar çabuk ve hangi ölçüde yansıdığına bağlıdır. Tam etkin piyasada sürekli denge olduğundan, menkul kıymetlerin gerçek değerleri piyasaya sürekli gelen bilgiden dolayı rastlantısal olarak dalgalanmakta ve pazar fiyatı her an söz konusu gerçek değere eşit olmaktadır.

Menkul kıymet fiyatları üzerine yansıyan bilgiye göre Etkin Piyasalar Hipotezi üç alt başlıkta toplanmaktadır. Zayıf formda piyasa etkinliği, yarı güçlü formda piyasa etkinliği ve güçlü formda piyasa etkinliğidir. Bunlara yönelik geliştirilen testler Zayıf biçim testleri geçmiş getirilerin gelecekteki getirileri ne ölçüde tahmin edebilirliğini, yarı güçlü biçim testleri menkul kıymet fiyatlarının kamuyu aydınlatıcı bilgilerin ne hızla yayıldığını, güçlü biçim testleri piyasa fiyatlarına tam olarak yansıtılamayan herhangi bir özel bilginin olup olmadığını araştırmaktadır.

Etkin bir hisse senedi piyasasında, hisse senetlerinin geçmiş performanslarını incelerken, gelecekte de bu performanslarını sürdürmeleri beklenemez. Ancak, İMKB'nin etkinliği üzerine yapılmış ampirik çalışmalar, İMKB'nin zayıf formda etkin olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, hisse senetlerinin geçmiş performansları, gelecekteki performansları hakkında fikir yürütmek için iyi bir dayanaktır. Aynı şekilde, geçmiş getirilerin standart sapması değişik yatırımların riskleri hakkında fikir verebilir.⁶⁷

Etkin piyasalar teorisine göre piyasada bilginin fiyatlar üzerine tam yansımaması ve gerçek değer ile cari değer arasındaki farkın tespiti yatırım stratejisi oluşturma yönünde büyük bir önem taşımaktadır. Gerçek değer varlığına inanan bütün yatırımcılar cari fiyatı gerçek değerinden düşük olan hisse senetlerini tespit edip yatırım yapılması ve cari fiyatı gerçek değerinden yüksek olan hisse senetlerini tespit edip satılması yönünde bir strateji izlerler. Ancak bu şekilde bir yatırım stratejisi risk faktörünü göz önünde bulundurmaktan uzaktır. Bu çalışmada amaçlanan, riskin modellenmesi, belirsizliğin azaltılması ve risk tahminleriyle, doğru öngörüler yapılabilmesidir.

3.2.Rassal Yürüyüş Süreci (Random Walk Process)

Rassal Yürüyüş Modeli'nin temelinde yatan Etkin Pazar Hipotezinde, içinde bulunulan zamanın herhangi bir anında menkul kıymetlerin bütün bilgiyi yansıttığı ve herhangi yeni ve ani bilgi girişinin derhal bu menkul kıymetlerin fiyatına yansıdığı kabul edilir.

Rassal Yürüyüş Modeli'nde fiyat hareketlerinin hiçbir trend izlemediği ve geçmiş fiyat hareketlerinin gelecekteki fiyat hareketlerini öngörmede kullanılamayacağını savunulur.

⁶⁷ Mustafa Özçam, Varlık Fiyatlama Modeli ile Dinamik Portföy Yönetimi, SPK Yayınları, 1997,Ankara, s.104

İstatistikte rassal yürüyüş adı verilen modele göre, bilginin bedelsiz ve serbestçe dolaştığı etkin bir piyasada hisse senetlerinin getirileri bir önceki dönem getirilerinden bağımsızdır çünkü (3.1) denklemindeki hata payı (u_t) nin tahmini imkansızdır.

$$X_t = X_{t-1} + u_t \quad (3.1)$$

Finansal olarak ifade edildiğinde, denklemdaki hata payı (u_t) piyasaya (t) zamanda ulaşan ve hisse senedi getirisini etkileyen bilgiyi ifade etmektedir. Etkin bir piyasada (t-1) zamanında, (t) zamanındaki bilgiyi piyasa oyuncuları bilemeyeceğine göre, hisse senetlerinin tahmini imkansızdır. İşte bu noktada hisse senedi getirisini etkileyen ve piyasaya yeni giren bilgi olarak tanımlanan hata payı (u_t) riski temsil etmektedir.⁶⁸

Risk, kesin olmamakta birlikte tecrübe ve istatistiksel veriler ile tahmin edilebilen bir olasılığa sahip olan çıktılarla ilgilidir.⁶⁹ Belirsizlik ise elde edilecek sonuçların olası dağılımıdır. Dağılım ne kadar geniş ise belirsizlik o kadar fazla olacaktır. Belirsizlik riskin ortaya çıkma olasılığının ölçüsünü verir, belirsizlik arttıkça riskin oluşma olasılığı artar. Çünkü hatalar arttıkça sapmada artar. Buna bağlı olarak sapma arttıkça varyans yani risk artar.

Bir hisse senedinin getirisi bir önceki dönem getirisinden fiyatlara yansıyan risk (hata payı) ölçüsünde sapma göstermektedir. Bu sebeple hata süreci önemlidir ve hataların nasıl dağıldığı izlenmelidir.

Tanımı itibarıyla u_t hata serisi ilişkili değildir (serially uncorrelated) ve ortalaması sıfırdır, ancak h_t koşullu varyansı σ_t^2 ye eşittir ve bu nedenle zaman içinde değişebilir. Bu açıdan standart regresyon modellerindeki sabit varyans yaklaşımından farklıdır. Koşullu varyans, bir model ve bir data seti verildiğinde söz konusu değişkenin gerçek değeri hakkındaki belirsizliğin ölçüsüdür.

⁶⁸ P. Perron ve C. Vodounou, Tests of Return Predictability: An Analysis of Their Properties Based on a Continuous Time Asymptotic Framework, Journal of Empirical Finance, Vol. 11/2, 2004, p. 203-230

⁶⁹ Christopher Lee Marshall, Measuring And Managing Operational Risk In Financial Institutions, Singapur: John Wiley&Sons Ltd.,2001, s.47

Bir rassal yürüyüş modeli $\{u_t\}$ 'nin ortalaması μ , varyans sabit σ^2 , ardışık bağımlı olmayan rassal bir seri olduğunu düşünelim bu durumda aşağıdaki koşulla $\{Y_t\}$ 'nin rassal bir yürüyüş olduğu söylenir:⁷⁰

$$Y_t = Y_{t-1} + u_t \quad (3.1)$$

Rassal yürüyüş modelinde (3.1)'in gösterdiği gibi t dönemdeki Y değeri, (t-1) dönemindeki kendi değeri artı rassal bir etkiye eşittir. t=0 iken $Y_0 = 0$ olsun, böylelikle,

$$Y_1 = u_1 \quad (3.2)$$

$$Y_2 = Y_1 + u_2 = u_1 + u_2 \quad (3.3)$$

$$Y_3 = Y_2 + u_3 = u_1 + u_2 + u_3 \quad (3.4)$$

ve genel olarak,

$$Y_t = \sum u_t$$

Dolayısıyla,

$$E(Y_t) = E(\sum u_t) = t \cdot \mu \quad (3.5)$$

Benzer biçimde şunu da gösterebiliriz:

$$\text{var}(Y_t) = t \cdot \sigma^2 \quad (3.6)$$

(3.5) ile (3.6)'nın gösterdiği gibi, Y_t 'nin hem ortalaması, hem varyansı zamanla değiştiğine göre süreç durağan değildir.

Ancak,

$$Y_2 - Y_1 = u_2 \quad (3.7)$$

$$Y_3 - Y_2 = u_3 \quad (3.8)$$

⁷⁰ Gujarati, D.N.(1999) Temel Ekonometri,(Çev.Ümit Şenesen ve G.G. Şenesen), İstanbul,Literatür Yayınları, s.710-718

*{ }bir seriyi gösterir.

(3.7) ve (3.8)'de ki eşitlikleri genellersek,

$$Y_t - Y_{t-1} = u_t \quad (3.9)$$

(3.9) bütünüyle rassal bir süreçtir. Yani bir rassal yürüyüş zaman serisinin ilk farkları durağandır.

Rassal yürüyüş sıklıkla hisse senedi fiyatları için söylenir. Bugünkü hisse senedi fiyatı, çünkü fiyat artı rassal bir etkiye işarettir.

Rassal yürüyüş hipotezine göre, hisselerin temel değerindeki değişimler, piyasayı ve firmayı etkileyen değerlere bağlı olarak değişecektir. Piyasaya ve yatırımcılara ulaşan bilgi, denge fiyatını değiştirecek ve fiyat yeni bir denge değere sıçrayacaktır.

Etkin bir piyasada, yeni bilginin gerçek değer üzerindeki etkisini anında piyasa fiyatlarına da yansıtacaktır. Hisse senetleri fiyatlarında sonradan meydana gelecek bir ayarlama, o zamana kadar bilinmeyen bir bilginin sonucu olarak ortaya çıkacaktır. Piyasaya ulaşan bilgiler, beraberinde şüphe ve kararsızlıkta getireceği için, değişiklikler karşısında piyasa fiyatları gerçek değere göre az veya fazla ayarlanabilecek veya piyasa fiyatlarının yeni gerçek değere gelmelerindeki sürenin kendisinde rassal ve bağımsız bir faktör olacaktır. Hisse senetlerinin fiyatlarındaki değişimler, bağımsız bilgi akımlarına bağlı oldukları sürece, fiyatlardaki değişimlerde birbirine bağlı olmayacaktır. Rassal yürüyüş sürecindeki u_t 'de otokorelasyon olmaması ekonometrinin varsayımı hata terimlerinin birbirinden bağımsız olması ile uyum göstermektedir.⁷¹

3.3.Otokorelasyon ve Otoregresif Süreç

Ekonometrik modellerin stokastik bileşenini ifade eden hata terimine ilişkin bazı varsayımlar yapılır. Bu varsayımlardan bir tanesi hata teriminin varyansının sabit olduğu ve zaman içinde değişmediği şeklindedir. Diğer bir deyişle, X değişkenindeki değerlerinin değişmesine karşın hata teriminin (u) dağılımının değişmediği varsayılır. Bu şekilde zaman içinde değişmeyen serinin “sabit varyanslı (homoscedastic)” olduğu

⁷¹ Fıçıcıoğlu, a.g.e.s.28

söylenir. Varsayımın yerine getirilmemesi durumunda ise serinin “değişen varyanslı (heteroscedastic)” olduğu ifade edilir ve bir sonraki bölümde detaylı olarak incelenecektir. Stokastik varsayımlardan bir diğeri ise hata terimlerinin birbirinden bağımsız (serisel olarak korelasyonsuz) olduğu varsayımdır. Bu durum da “otokorelasyon” olarak adlandırılır.⁷²

Ekonometride, regresyonun temel varsayımlarından biri hata terimlerinin otokorelasyonsuz olmasıdır. Zaman serilerinde sık sık karşılaşılan herhangi bir döneme ait hata teriminin diğer dönemlerin hata terimleriyle ilişkili olması durumu otokorelasyon olarak adlandırılır. Bu durum serisel korelasyon olarak da ifade edilir.

Hata terimi u ile ifade edilirse, otokorelasyon olmaması durumunda,

$$\text{Cov}(u_i, u_j) = 0 \quad i \neq j \quad (3.10)$$

olacaktır.

Zamana göre düzenlenen veriler (zaman serileri) zaman sırasını izlemektedir ve bu sıranın değiştirilmesi doğru değildir. Bu nedenle otokorelasyon bulunsa bile bunun tesadüfi dizilişin bir sonucu olduğu söylenebilir.

Otokorelasyon herhangi bir devrenin hata terimi ile bir veya daha önceki devrelerin hata terimleri için söz konusu olduğundan devreler arasındaki fark yani gecikme söz konusu olmaktadır. Gecikmenin s ile ifadesi için otokorelasyon olmaması,

$$\text{Cov}(u_t, u_{t-s}) = 0 \quad s > 0 \quad (3.11)$$

Şeklinde ifade edilebilir. Burada s gecikme uzunluğu sıfırdan büyük tamsayı değeri olacaktır.⁷³

Otoregresif süreç ise; otokorelasyon söz konusu olduğunda herhangi bir hata terimi s devre önceki hata teriminden etkilenmektedir. Bu ilişki de etki otokorelasyon

⁷² Gujarati, a.g.e., s.401-428

⁷³ Selahattin Güriş, Ebru Çağlayan, “Ekonometri Temel Kavramlar”, Der Yayınları, 2000, İstanbul, s.398-399

katsayısı (ρ) kadar olacaktır. Tüm hata terimlerinin birbirinden bağımsız ve anakütle dağılımının sıfır ortalamalı σ^2 varyanslı normal dağılım olması varsayımı ile $s=1$ olması durumunda bu ilişki tüm t 'ler için,

$$u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.12)$$

şeklinde yazılabilir. Bu ifade birinci derece otoregresif süreç olarak adlandırılır ve AR(1) olarak gösterilir.

Otokorelasyonun varlığının araştırılmasında genellikle korelogramdan yararlanılır. Korelogram, otokorelasyon (ACF) ve kısmi otokorelasyon (PACF) fonksiyonları ile Ljung-Box-Pierce-Q Testi istatistiklerini birlikte veren bir analiz yöntemidir.

Zaman serilerinde otokorelasyonun belirlenmesine yönelik olarak kullanılan başlıca testler Ljung-Box-Pierce-Q Testi ve Serial Correlation LM Testidir.

Serial Correlation LM Testi, otokorelasyonun belirlenmesinde Q istatistiğine alternatif olarak geliştirilmiş, asimptotik (büyük örnek) testler olarak da bilinen Lagrange çarpanı (LM) testlerindendir. LM testi, modelin hata terimlerinde otokorelasyonun bulunup bulunmadığının araştırılmasında kullanılır. LM testinde, H_0 hipotezi, önceden belirlenen bir tam sayı olan p gecikmeli değere kadar seride otokorelasyonun olmadığını ifade etmektedir.

Tüm otokorelasyon testlerinde hipotezler;

$H_0: \rho = 0$ otokorelasyon yok

$H_a: \rho \neq 0$ otokorelasyon var

şeklindedir.

Durbin Watson, Durbin-h, Durbin Alternatif, Wallis Testi, Berenblut-Webb, Breusch-Goldfrey, Farebrother, King, Von Neuman testleri otokorelasyonun tespitinde kullanılan diğer yöntemler olup bu çalışmanın konusu olmadığı için saf hata terimi

özelliğinin kontrolünde otokorelasyonun varlığı veya otoregresif sürecin gecikme uzunluğu tespiti için sadece korelogram ACF ve PACF sonuçlarıyla birlikte Box-Pierce – Q testi istatistiklerine bakılarak karar verilmiştir.

3.4.Zaman Serilerinde Dağılım Özelliği

Random Walk sürecindeki u_t 'lerin white noise saf hata terimi özelliği taşıması yani sabit varyans, sıfır ortalama, normal dağılım ve otokorelasyonsuz olmaları beklenir.

Sabit varyans ve otokorelasyonsuz olma durumlarından kısaca bahsettikten sonra normal dağılım özelliğinin gerekçelerine baktığımızda; normal dağılımın iki katsayısı vardır. Bunlar ortalama ve varyanstır. Aşağıdaki gibi yazılır;

$$u_i \sim N(0, \sigma^2) \quad (3.13)$$

Normal dağılmış iki değişkenin sıfır ortak varyansı (kovaryans) ya da korelasyonu iki değişkenin bağımsız oldukları anlamına gelir. Dolayısıyla normallik varsayımı altında;

$$\text{Cov}(u_i, u_j) = E(u_i, u_j) = 0 \quad i \neq j \quad (3.14)$$

eşitliği u_i ile u_j 'nin yalnız ilişkisiz olduklarını değil, aynı zamanda bağımsız dağıldıklarını da anlatır.

u_i regresyon modeline katılmamış tüm etkileri yansıtır. Bu sebeple u_i değerlerinin küçük ve rassal olması beklenir. Merkezi limit teoremi yardımıyla, çok sayıda bağımsız ve rassal dağılmış değişkenler varsa, bu değişkenlerin sayısı sonsuza doğru arttıkça, bunların toplam dağılımının, birkaç aykırılık dışında, normal dağılıma yaklaştığı söylenebilir. Bu sebeple merkezi limit teoremi u_i 'nin normal dağıldığı varsayımının gerekçesini oluşturur.⁷⁴

⁷⁴ Cramer Harald, The Elements of Probability Theory and Some of Its Applications, John Wiley & Sons, New York, 1955, s. 114-116.

Random Walk süreci, şokların etkisini sürekli hale getirmektedir. Eğer Random Walk süreci yoksa yada seri Random Walk sürecinden arındırıldıysa şoklar geçicidir ve seri ortalamaya dönme eğilimindedir. Buda serinin durağan olduğunu gösterir. Rassal yürüyüş süreci durağan olmayan bir süreçtir.⁷⁵

3.5.Zaman Serilerinde Durağanlık Analizi (Birim Kök Sorunu)

Durağanlık kavramı iktisatta yoktur. İktisadi teoride önemli olan dengedir. Normal koşullar altında beklenen, şokların geçici olması, serinin ortalamaya dönme eğiliminde yani durağan olması anlamına gelmektedir.

Durağan bir serinin ortalama ve varyans değerleri sabit, ortak varyansı* ise zamandan bağımsız fakat zaman aralığına bağlıdır.

$$\text{Ortalama} = E(Y_t) = \mu \quad (3.15)$$

$$\text{Varyans} = \text{Var}(Y_t - \mu) = \sigma^2 \quad (3.16)$$

$$\text{Kovaryans} = \gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t-k} - \mu)] \quad (3.17)$$

(3.17)'de γ_k , k gecikme ile ortak varyans ya da ardışık ortak varyans, Y_t ile Y_{t+k} arasındaki, yani aralarında k dönem fark olan iki Y arasındaki ortak varyanstır. Eğer k=0 ise, γ_0 bulunur ki bu da Y'nin varyansıdır. ($=\sigma^2$); k=1 ise, γ_1 , Y'nin ardışık iki değeri arasındaki ortak varyanstır. Eğer bir zaman serisi durağansa, ortalaması, varyansı ve çeşitli gecikmelerdeki ortak varyansı, bunları ne zaman ölçersek ölçelim aynı kalır.

Olasılıklı bir süreç bütünüyle rassalsa, herhangi bir sıfırdan büyük gecikmede ardışık bağımlılığı sıfırdır. Bir zaman serisi bütünüyle rassalsa, yani beyaz gürültü sergiliyorsa, örneklem ardışık bağımlılık katsayılarının sıfır ortalama ve $1/n$ varyansla yaklaşık normal dağıldığını göstermiştir, burada n örneklem büyüklüğüdür.⁷⁶

⁷⁵ Gujarati, a.g.e, s.713

* çalışmanın tamamında tek seri kullanıldığından ortak varyans ifadesinden kendisiyle ortak varyansı anlaşılmalıdır.

⁷⁶ M.S. Bartlett , “On the Theoretical Specification of Sampling Properties of Autocorrelated Time Series”, Journal of the Royal Statistical Society, seri B, c,27,1946, s.27-41

Zaman serilerinin durağan olması olarak ifade edilen şey, zaman içinde varyansın ve ortalamasının sabit olması ve gecikmeli iki zaman periyodundaki değişkenlerin kovaryansının değişkenler arasındaki gecikmeye bağlı olup zamana bağlı olmamasıdır.

Başka bir ifadeyle; ortalaması ve varyansı zaman içinde değişmeyen ve iki dönem arasındaki ortak varyansı bu ortak varyansın hesaplandığı döneme de yalnızca iki dönem arasındaki uzaklığa bağlı olan olasılıklı bir süreç için durağandır denir.⁷⁷ Bu tür bir olasılıklı süreç, zayıf durağan olasılıklı süreç olarak bilinir. Çoğu uygulamada olduğu gibi bu çalışmada da bu tür durağanlık yeterlidir.

Varyansta durağan olmama yani değişen varyans sorunu finansal zaman serilerinde sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Yani zaman artışına bağlı olarak varyansın çok hızlı (üssel) artmasıdır. Bu durumda ilk olarak logaritmik dönüşüm, ardından fark alma işlemi yapılmalıdır.

Bir serinin durağan olması ya da olmaması o serinin özelliklerini ve tepkilerini önemli ölçüde etkiler. Durağan olmayan bir seriye verilen şokun etkisi sonsuza dek sürecektir. Durağan seriler ise ortalamaya dönme eğilimindedirler. Bu eğilim şokun etkisinin sonsuza dek sürmeyeceğini gösterir.

Durağanlığı sınamanın en kolay yolu birim kök sınamasıdır. Bu testi basitçe ele almak için (3.1) nolu denkleme dönersek;

$$Y_t = Y_{t-1} + u_t \quad (3.1)$$

Burada u_t klasik varsayımlara uyan, yani ortalaması sıfır, σ^2 varyansı değişmeyen, ardışık bağımlı olmayan, olasılıklı hata terimidir. Beyaz gürültü-white noise yada saf hata terimi olarak ifade edilir.

Yukarıdaki eşitlik birinci dereceden otoregresif yada AR(1) regresyonu, yani t dönemdeki Y 'nin $(t-1)$ dönemindeki kendi değerine göre regresyonudur. Y_{t-1} 'in

⁷⁷ Gujarati,a.g.e., s.712-714

katsayısı aslında 1'e eşitse birim kök sorunuyla, yani durağan olmama durumuyla, karşı karşıyayız demektir.⁷⁸

(3.1) denklemini $Y_t - Y_{t-1} = u_t$ şeklinde yazarsak L gecikme işlemcisini $LY_t = Y_{t-1}$, $L^2Y_t = Y_{t-2}$, vb. biçiminde kullanırsak, (3.1) denklemini $(1-L)Y_t = u_t$ şeklinde yazabiliriz. Birim kök terimi, gecikme işlemcili bu çok terimlinin kökü anlamındadır.

Dolayısıyla,

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad (3.18)$$

regresyonunu hesaplar ve $\rho=1$ bulursak, Y_t olasılıklı değişkeninin birim kökü vardır. Birim kökü olan bir zaman serisi, rassal yürüyüş serisi olarak adlandırılır. Rassal bir yürüyüş ise, durağan olmayan bir zaman serisi örneğidir. Hisse senedi gibi varlıkların fiyatları rassal bir yürüyüş izler, yani durağan değildir.

(3.18) nolu eşitlik genellikle aşağıdaki gibi yazılır:

$$\begin{aligned} \Delta Y_t &= (\rho - 1) Y_{t-1} + u_t \\ &= \delta Y_{t-1} + u_t \end{aligned} \quad (3.19)$$

Burada $\delta = (\rho - 1)$ 'dir. (3.18) ve (3.19) aynıdır. δ gerçekten sıfır ise, şöyle yazabiliriz;

$$\Delta Y_t = (Y_t - Y_{t-1}) = u_t \quad (3.20)$$

(3.20) nolu eşitliğin söylediği şudur: Rassal bir yürüyüşün birinci farkları ($=u_t$) durağan bir zaman serisidir, çünkü varsayım gereği u_t bütünüyle rassaldır.

Eğer bir zaman serisinin birinci farkları alınır da bunların serisi durağan çıkarsa, başlangıçtaki rassal yürüyüş serisi yani Y_t serisi 1. dereceden bütünleşiktir ve $I(1)$ ile gösterilir. Benzer biçimde durağan bir seriye ulaşmadan önce ilk serinin iki kez farkının

⁷⁸ Gujarati, a.g.e,s.718

(birinci farklarının birinci farkları) alınması gerekiyorsa, ilk seri 2. dereceden bütünleşik yada $I(2)$ olur. Durağan süreç ile $I(0)$ süreci aynı anlamda kullanılmaktadır.

Zaman serisinin birim kök taşıması serinin durağan olmadığını ifade eder. Bu durumda Y_t gibi bir zaman serisinin durağan olup olmadığını anlamak için (3.18) nolu regresyon denklemini tahmin eder $\hat{\rho}$ 'nın istatistik bakımından 1'e eşit olup olmadığına bakarız yada eş değer olarak $\hat{\delta} = 0$ olup olmadığını buluruz. Fakat t istatistiği bu durum için yetersizdir. Bu yolla bulunan t değeri, büyük örneklerde bile student- t dağılımına uymaz. Bu sebeple τ (tau) istatistiği kullanılmaktadır. Eğer $\rho=1$ olan H_0 hipotezi reddedilirse yani zaman serisi durağansa, t (student- t) istatistiği geçerlidir.

Tau istatistiğinin eşik değerleri Dickey ve Fuller tarafından Monte Carlo benzetimleriyle oluşturulmuştur.⁷⁹ Tau istatistiği için hazırlanan Dickey Fuller tablosu Monte Carlo benzetimleriyle MacKinnon tarafından büyük ölçüde geliştirilmiştir.⁸⁰

Tau testi Dickey Fuller (DF) testi olarak tanınır ve Dickey Fuller (Fuller, 1976; Dickey Fuller, 1979) (DF) yöntemi birim kök sınamasında kullanabileceğimiz araçlardan en çok tercih edilenidir. Bu yöntem, hata terimlerinin saf hata terimi süreci izlediklerini varsaymaktadır. Bir diğer ifadeyle, ortalamasının ve gecikme sıfırdan farklı oldukça kendi ortak varyansının sıfır, varyansının ise sabit bir değer olduğu varsayılmaktadır. Bu varsayımı sağlamak finansal zaman serileri için neredeyse imkansız olduğundan bu sınama yönteminin yeniden düzenlenmiş olan Genelleştirilmiş Dickey-Fuller (GDF) sınaması oluşturulmuştur. Kullanabileceğimiz bir diğer yöntem ise DF sürecinin ardışık bağımlı artıkları da içermesine izin veren bir düzeneğin dahiliyle oluşturulan Phillips – Peron (1988) (PP) testidir. Burada t gözlem sayısı iken, ϵ_t beklenen değeri sıfır olan fakat homojenliği ya da otokorelasyona ilişkin herhangi bir varsayım ileri sürülmeyen bir hata terimidir. DF testi hata terimlerini

⁷⁹ .A.David Dickey , Wayne A. Fuller, "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", Journal of the American Statistical Association 74, 1979, s427-431

⁸⁰ J.G. MacKinnon, "Critical Values of Cointegration Tests", R.E. Engle, C.W. J. Granger, der. Long-Run Economic Relationships: Reading in Cointegration, 13. bölüm, Oxford University Press, New York, 1991.

bağımsız veya homojen varsayarken, PP sınaması hata terimlerinin zayıf bağımlı ve heterojen dağılımlı olmasına imkan tanımaktadır.

DF Basit Metot;

Birim kökün varlığını test etmek için üç denklem kurulmuştur.

$$\Delta X_t = \delta X_{t-1} + \varepsilon_t \text{ (sabit terim ve trend yok)} \quad (3.21)$$

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \delta X_{t-1} + \varepsilon_t \text{ (sabit terim var, trend yok)} \quad (3.22)$$

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \gamma T + \delta X_{t-1} + \varepsilon_t \text{ (sabit terim ve trend var)} \quad (3.23)$$

T, zaman yada genel eğilim değişkenidir. Her üç durumda da H_0 hipotezi $\delta = 0$ dır yani birim kök var şeklindedir.

Dickey ve Fuller(1979)'in verdiği tablo değerleri⁸¹ sınırlı sayıdadır. MacKinnon (1991) daha geniş bir simülasyon yapmış ve daha zengin bir tablo oluşturmuştur.

DF yaklaşımını ve DF tablolarını kullanabilmemiz için ε_t 'nin sabit varyanslı ve otokorelasyonsuz olması gerekir.

Eğer yukarıdaki DF denklemlerindeki ε_t 'ler otokorelasyonluysa ADF (Augmented –Genelleştirilmiş Dickey Fuller) denklemi ile çalışır ve denlem aşağıdaki gibi düzenlenir:

$$\Delta X_t = \delta X_{t-1} + \sum \beta_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.24)$$

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \delta X_{t-1} + \sum \beta_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.25)$$

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \gamma T + \delta X_{t-1} + \sum \beta_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.26)$$

$$\sum \beta_i \Delta X_{t-i} \rightarrow i \text{ (gecikme uzunluğu)}$$

otokorelasyonu ortadan kaldıracak uzunlukta olması gerekir.

⁸¹ Enders, Walter, "Applied Econometric Time Series", John Wiley and Sons, USA, 1995, s.222

Burada H_0 hipotezi $\delta=0$ ya da $\rho=1$ 'dir. Yani Y 'de birim kök vardır, Y serisi durağan değildir.

ADF denklemlerine DF testi uygulanırsa, buna Genelleştirilmiş Dickey Fuller (ADF) testi denir. DF testi için kullanılan tau kritik değerleri ADF içinde geçerlidir.⁸²

Eğer τ istatistiğinin mutlak değeri (yani $|\tau|$) DF'nin ya da MacKinnon DF'nin mutlak eşik τ değerinden büyükse, zaman serisinin durağan olduğunu, eşik değerinin altındaysa serinin durağan olmadığı ve birim kökünün olduğuna karar verilir.

τ değeri genellikle negatiftir dolayısıyla serinin durağan olması için istatistiksel olarak hesaplanan değerin tablo değerinden daha negatif olmasını istenir.

Finansal ve iktisadi zaman serilerinde, çoğunlukla, birinci dereceden birim kök sorunu bulunmaktadır. Bu nedenle, serinin birinci farkının alınması, genellikle durağan bir seri vermektedir. Serinin modellenmesi ile serinin 1. farkının modellenmesi aynı şey değildir. Orijinal serinin modellenmesinde serinin davranışları açıklanırken, farkının modellenmesinde serinin değişimi açıklanmaktadır.

⁸² Gujarati.a.g.e. s 711-719

3.6.Zaman Serislerinde AR, MA, ARMA ve ARIMA Süreçleri

Bir zaman serisi durağan ise bu seriyi çeşitli yollarla modelleyebiliriz.⁸³

3.6.1.Bir otoregresif (AR) süreci;

$$(Y_t - \delta) = \alpha(Y_{t-1} - \delta) + u_t \quad (3.27)$$

Burada δ , Y'nin ortalamasıdır. Y değerleri kendi ortalamalarından sapmaları biçiminde yazılmıştır. u_t ise; ortalaması sıfır, varyansı σ^2 sabit, ilişkisiz rassal bir hata terimidir. Daha öncede belirttiğimiz gibi bu süreç birinci dereceden otoregresif yada AR(1) olasılıklı bir süreçtir. Burada Y'nin t dönemindeki değeri, bir önceki dönemde aldığı değer ile bir rassal terime bağlıdır. Başka bir deyişle bu model, t dönemindeki Y kestirim değerinin, (t-1) dönemindeki Y tahmin değerinin, (t-1) dönemdeki kendi değerlerinin bir oranı(= α) artı t dönemindeki rassal ya da bozucu bir etkiden başka bir şey olmadığını söyler.

Genel olarak şöyle ifade edebiliriz;

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(Y_{t-2} - \delta) + \dots + \alpha_p(Y_{t-p} - \delta) + u_t \quad (3.28)$$

Bu durumda Y_t , p'inci dereceden otoregresif sürece ya da AR(p) sürecine uyar.

Yukarıdaki modelde sadece Y'nin şimdiki ve önceki değerleri vardır, başka hiçbir değişken yoktur. Bu duruma “veri kendi adına konuşuyor” denir.

3.6.2.Bir Hareketli Ortalama (MA) Süreci;

Y serisini aşağıdaki gibi modellediğimizde;

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} \quad (3.29)$$

Burada μ bir sabit; u_t , beyaz gürültü olasılıklı bozucu terimdir. Bu dönemde t dönemindeki Y, bir sabit terim ile şimdiki ve eski hata terimlerinin hareketli

⁸³ Gujarati,a.g.e, s 736-738

ortalamasının toplamına eşittir. Bu durumda Y'nin birinci dereceden hareketli ortalama sürecine yada MA(1) sürecine uyduğu söylenir. Genellersek;

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2} + \dots + \beta_q u_{t-q} \quad (3.30)$$

MA(q) sürecidir. Kısacası, bir hareketli ortalama süreci, saf hata terimlerinin doğrusal bir birleşimidir.

3.6.3.Bir otoregresif hareketli ortalama (ARMA) süreci;

Y serisinin hem AR hem de MA özellikleri taşıyabilir dolayısıyla böyle bir süreç ARMA olarak adlandırılır. ARMA(1,1) sürecine uyan Y_t serisi şöyle yazılır;

$$Y_t = \theta + \alpha Y_{t-1} + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} \quad (3.31)$$

θ sabit terimdir. Genel olarak ARMA (p,q) sürecinde p tane otokorelasyon, q tane hareketli ortalama terimi bulunur. Bütün AR ve MA parametrelerinin toplamı 1 ise bu işleme entegre edilmiş ARMA (integrated ARMA veya ARIMA) denmektedir.

3.6.4.Bir otoregresif , durağan hareketli ortalama (ARIMA) süreci;

Zayıf durağan bir zaman serisinin ortalaması, varyansı, ortak varyansı zamanla değişmez. Ancak çoğu zaman serisi özellikle iktisadi ve finansal zaman serileri durağan değildir.

Bi seriyi durağan yapmak için d kez fark alınır ve ARMA(p,q) modeli uygulanırsa, başlangıçtaki zaman serisinin ARIMA (p,d,q) zaman serisi olduğu söylenir. Burada p ardışık bağımlı terim sayısını, d seriyi durağan duruma getirmek için kaç kez farkının alınması gerektiğini, q ise hareketli ortalama terim sayısını gösterir.

Box-Jenkins yönteminin kullanılabilmesi için bir zaman serisinin ya durağan olması yada bir veya birkaç kez farkı alındığında durağanlaşması gerektiğidir. Durağanlık varsayımının yapılmasının nedeni şöyle açıklanabilir:

Box Jenkins'in amacı, örneklem verilerini türettiği düşünülebilecek bir istatistik modelini belirlemek ve tahmin etmektir. Tahmin edilen bu model kestirim için kullanılacaksa, modelin özellikleri zaman içinde, özellikle de gelecek dönemlerde değişmemelidir. Öyleyse durağan veri gereksiniminin basit nedeni, bu verilerden çıkarılan herhangi bir modelinde durağan yada kararlı olabilmesi, dolayısıyla da kestirim için geçerli bir temel sağlayabilmesi gerektiğidir.⁸⁴

Box-Jenkins(1976)⁸⁵ yönteminin temeli ARIMA (p,d,q) paradigmasına dayanır. Ototegresif ve hareketli ortalamaya sahip zaman serilerini incelemekte ve bu yöntemle göre zaman serilerinin durağanlığı korelogram ile tespit edilmekte ve yine zaman serisinin ne tür bir süreç içerdiği de korelasyon fonksiyonları ile analiz edilmektedir. Zaman serilerinde durağan olmama durumunda farkı alınarak durağanlaştırılmakta, ancak eğer yine durağanlık ile karşılaşılmaz ise bu sefer verilere yine geri dönülmektedir. Eğer durağanlık sağlanmış ise bu durumda model ARMA ile tahmin edilip, öngörü işlemi yapılmaktadır.⁸⁶

ARMA süreci ile volatilitiyi modellemek istersek;

$$\sigma_t^2 = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \varepsilon_t \quad (3.32)$$

şeklinde gösterilebilir.

Burada σ_t^2 bağımlı değişkenin örneklem ortalamasından sapmasının karesi olabileceği gibi belirli bir dönem için tanımlanacak ve bu tanıma bağlı olarak hesaplanacak bir oynaklık da olabilir. Mesela, o günün en yüksek değerinin, günün en düşük değerine bölümünün logaritması da σ_t^2 olarak tanımlanmış olabilir. Çözümlemedeki β 'lar sıradan en küçük kareler yöntemiyle hesaplanabileceği gibi maksimum olabilirlik yöntemiyle de hesaplanabilir.⁸⁷

⁸⁴ Michael Pokorny, An Introduction to Econometrics, Basil Blackwell, New York, 1987, .s. 343

⁸⁵ George EP Box and Gwilym M. Jenkins, Time Series Analysis, San Fransisco, Holden Day, 1976

⁸⁶ G.S. Maddala ve Inn-Moo Kim, Unit Roots, Cointegration and Structural Changes, Cambridge University Press, U.K., 2002, s.18

⁸⁷ Erkan Işığçık, "Türkiye'de Enflasyonun Varyansının Arch ve Garch Modelleri ile Tahmini", Uludağ Üniversitesi İİBF Dergisi, Sayı 3, Ekim 1999, www.ceterisparibus.net

3.7.Finansal Zaman Serilerinde Doğrusallık

Finans kuramının temel değerleme modellerinde belirleyici olanın risk ve getiri ilişkileri olmasına ve bu ilişkilerin genellikle doğrusal olmamasına rağmen, bazı finansal modeller doğrusal yapıdadır. Örnek olarak, Finansal Varlıklarını Fiyatlama Modeli (FVFM) beklenen getirilerin doğrusal olarak modellenmesiyle ilgilenmektedirler⁸⁸ Ne var ki, iktisadi tutumlar her zaman doğrusal değildir. Yatırımcıların getiri talepleri artan riskle aynı oranda ya da doğrusal olarak artmayabilir. Dolayısıyla, veri setinin özelliklerini daha iyi yakalayabilmek için doğrusal olmayan modellerin kullanılması gerekmektedir. Ayrıca, finansal zaman serileri çoğunlukla doğrusal değildir.⁸⁹

Finansal zaman serilerindeki doğrusal olmayan davranışın belirlenmesinde, zaman serileri analizinin geleneksel yöntemleri (otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonları ile spektral analizler) yetersiz bir kullanım alanına sahiptir⁹⁰

Doğrusallık ve doğrusal olmama modelin fonksiyonel şekli ile ilgilidir. Model parametrelere, değişkenlere veya hem parametrelere hem de değişkenlere göre doğrusal olmayabilir. Parametrelere, değişkenlere veya her ikisine göre doğrusal olmama; bir, birkaç veya tüm parametre ve değişkenler için geçerli olabilir.

Modelde yer alan herhangi bir parametre veya parametreler doğrusal yapıda olmayabilir. Bu durumda parametrelere göre doğrusal olmama durumundan söz edilir. Örneğin βk^2 veya $1/\beta k$ şeklinde yer alıyorsa parametrelere göre doğrusal değildir. Parametre gibi değişkenin yapısı da doğrusal olabileceği gibi doğrusal olmayabilir.⁹¹ Değişkenlere göre doğrusallık, marjinal etkiyi belirleyeceğinden önemlidir.* Örneğin doğrusal modellerin açıklayamadığı risk ve getiri ilişkilerini açıklayabilmek için Beta katsayısının(parametresinin) beta katsayısının karesi ve hata terimlerinin standart

⁸⁸ R.Harvey Campbell and Akhtar Siddique, "Autoregressive Conditional Skewness", Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1997, s.467-468

⁸⁹ Brooks, a.g.e s.141-143

⁹⁰ Brooks, a.g.e.749-761

⁹¹ Güriş, a.g.e. s 305

* bir bağımsız değişkenin, bağımlı değişkene marjinal etkisi bağımsız değişkene bağlı değilse değişken doğrusaldır.

sapmalarını ilave ederek istatistiksel olarak anlamlı yeni modeller kurulmuştur. β^2 değişkenini içeren bu modeller aslında risk ve getiri arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını ve hata terimlerinin standart sapmalarını da değişken olarak kabul ederek sistematik olmayan riskin de piyasa tarafından fiyatlandığı anlamına gelmektedir.

Doğrusal modeller, finansal zaman serilerinde mevcut olan birçok özelliği açıklamakta yetersizdirler. Söz konusu özellikleri kısaca ifade etmek gerekirse:

- Finansal varlıkların getirilerinin dağılımları, kalın kuyruk ve ortalamada leptokurtosis özelliği sergileme eğilimindedirler. Bir diğer ifadeyle, gözlem sayısı uçlara gidildikçe iyice azalmamakla birlikte, bir değer etrafında yoğunlaşma görülmektedir. Buna göre, finansal varlık getirilerinin dağılımları normal dağılıma göre ortalamada daha sivri ve kuyrukta daha kalın dağılım özellikleri göstermektedir.

- Finansal piyasalarda volatilité, kümeler halinde oluşmaktadır. Bir dönem içerisinde hem yüksek hem de düşük değerlerin görülmesi mümkündür ancak, finansal piyasalardaki volatilité hareketleri genellikle birbirini takip etmekte, yüksek dalgalanmaları yüksek dalgalanmalar, düşük şiddetli dalgalanmaları ise yine küçük hareketler takip etmektedir.

- Kıymet fiyatlarındaki büyük bir düşüşün volatilitéye etkisi, aynı miktardaki fiyat yükselişinden daha fazla olma eğilimindedir.

Finansal değişkenler arasındaki ilişkilerin bir çoğunun doğrusal olmayan özellikler göstermesi doğrusal modellerin finansal kullanım alanını daraltmaktadır.

Finansal piyasalardaki volatilitenin nedenlerinin belirlenmesi ve bu hareketlerin önceden öngörülmesi bu piyasalarda finansal başarının vazgeçilmez koşullarından birisi haline gelmiştir. Finansal piyasaların işleyiş dinamiklerinin geleneksel iktisadi yöntemlerle açıklanamaması bu alana, sayısal yöntemlerin giderek artan bir şekilde girmesini beraberinde getirmiştir.

Finansal piyasalardaki aşağı ve yukarı yönlü hareketler ile bu hareketlerin büyüklüğü finansal değişkenlerin en önemli karakteristik özelliği olan statik olmayıp dinamik olma yani zaman içinde değişme özelliğini ön plana çıkarmıştır.

Campbell ve diğerleri (1997)⁹², doğrusal olmayan veri üretme süreci ile ilgili olarak, bir serinin bugünkü değerinin doğrusal olmayan bir şekilde hata terimlerinin bugünkü ve geçmiş değerleri ile bağlantılı olduğu ifade edilmektedir.

$$Y_t = f(u_t, u_{t-1}, u_{t-2}, \dots) \quad (3.33)$$

u_t hata terimi bağımsız ve aynı dağılıma sahiplik özelliği göstermekte ve f ise doğrusal olmayan bir fonksiyonu ifade etmektedir. Campbell vd (1997)'e göre, doğrusal olmayan bir modelin daha kullanışlı ve spesifik tanımı şöyle olmalıdır:

$$Y_t = g(u_t, u_{t-1}, u_{t-2}, \dots) + u_t \sigma^2(u_t, u_{t-1}, u_{t-2}, \dots) \quad (3.34)$$

g yalnızca hata teriminin gecikmeli değerlerinin bir fonksiyonudur. σ^2 ise hata teriminin cari dönemindeki değeri ile çarpıldığından varyans terimi olarak ifade edilmektedir. Campbell, ilk kısmı “ortalamada durağan olmayan” (non-linear in mean) ve ikinci kısım ise “varyansta doğrusal olmayan” fonksiyon olarak nitelendirmektedir.

İktisadi ve finansal uygulamalarda kullanılan modeller doğrusal olup olmadıklarına göre üç grupta incelenebilir:⁹³

- Ortalamada ve varyansta doğrusal modeller : ARMA modelleri
- Ortalamada doğrusal, varyansta doğrusal olmayan modeller: ARCH/GARCH modelleri
- Ortalamada ve varyansta doğrusal olmayan modeller : Karma Eşikli GARCH Hata Modelleri (Hybrid threshold models with GARCH errors.)

⁹² Campbell, John Y., Andrew W. Lo ve A. Craig MacKinlay. "The Econometrics of Financial Markets, Princeton: Princeton University, 1997, s.378-392

⁹³ Mazıbaşı, a.g.e, s.4

ARCH modelleri, modelin koşullu varyans bölümünün doğrusal olmaması nedeniyle “doğrusal olmayan modeller” olarak da bilinmektedir ve finans alanında yapılan modellemelerde sıklıkla tercih edilmektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

FİNANSAL ZAMAN SERİLERİNDE RİSKİN MODELLENMESİ

ARCH/GARCH TEKNIĞİ VE TÜREVLERİ

Risk kavramı ekonometride varyans olarak ifade edilir fakat klasik varsayımların aksine varyans sabit değildir zamana bağlı olarak değişkenlik gösterir bu durum değişen varyans yada volatilité olarak ifade edilir. Öngörü hatalarındaki istikrarsız dalgalanmaya veya olağan dışı değişebilirliğe “oynaklık (volatility)” adı verilir.

Finansal risk yani volatilité, zamandaki değişime bağlı olarak varyansın aşağı veya yukarı yönlü hızlı değişimleridir. Finansal varlıkların fiyatlarındaki volatiliteden kaynaklanan risklerin artması yatırım kararlarında volatilitenin göz önünde bulundurularak verilmesini zorunlu hale getirmiştir.

Volatilitenin öngörülebilmesi, değişen varyansın ele alınmasıyla ve modellenebilmesiyle mümkündür.

4.1. Değişen Varyans

Geleneksel ekonometrik modellerin varsayımlarından biri olan sabit varyans (homoskedasticity), klasik doğrusal regresyon modelinin, anakütle regresyon fonksiyonunda, bağımsız değişkendeki değişmelere karşılık hata terimi varyansının aynı olmasıdır. Yani varyansın sabit olduğu zaman içinde gözlem değerlerinde meydana gelen değişikliğin varyans üzerinde bir değişikliğe neden olmadığı varsayılmaktadır.

Açıklayıcı değişkenlerin koşullu sonucu olan her bir u_i bozucu teriminin varyansının σ^2 'ye eşit sabit bir sayı olduğudur. Eşit(homo) yayıklık (scedasticity) eşit varyans varsayımı aşağıdaki gibi simgelenir:

$$E(u_t^2) = \sigma^2 \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (4.1)$$

Bu denklemden açıklayıcı (bağımsız) değişken hangi değeri alırsa alsın, bağımlı değişkenin koşullu varyansı aynı kalır.

Bağımsız değişkenin değeri arttıkça kalıntılara ilişkin değişkenliğinde arttığını yani bağımlı değişkenin koşullu varyansının büyüdüğünü, sabit kalmadığını ifade eden durum değişen varyans (heteroskedasticity) olarak adlandırılmaktadır ve;

$$E(u_t^2) = \sigma_t^2 \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (4.2)$$

şeklinde gösterilmektedir.⁹⁴

Beklenen riskin, geçmiş varyansların ortalaması yoluyla hesaplanması doğru değildir. Geçmiş değerlerin ortalamasına göre oluşturulan bir bekleyişin rasyonel olduğu söylenemez, zira riskin sabit olduğunun kabulünün kendisi irrasyoneldir. Risk zaman içinde değişebildiğinden farklı zamanın riski de farklı olabilmektedir.

Hisse senedi fiyatları, enflasyon oranları, döviz kurları vb finansal zaman serileriyle kestirimler yapan araştırmacılar, bu değişkenlerin kestirim yeteneklerinin bir dönemden ötekine değiştiğini gözlemlemişlerdir. Tahmin hataları bazı dönemlerde küçük, bazı dönemlerde görece olarak büyük olmakta, sonra gene küçülmektedir. Bu değişkenlik, söylentilere, siyasal karışıklıklara, kamu para ve maliye politikalarında değişmeye, daha kim bilir nelere karşı duyarlı olan finans piyasalarındaki dalgalanmalardan doğmuş olabilir. Bu da tahmin hataları varyansının sabit değil, dönemden döneme değişir olduğunun göstergesidir.⁹⁵

Değişen varyans iki form almaktadır. İlki koşulsuz değişen varyans heteroskedastik durum olup bu form koşulsuz standart sapma sabit değilse oluşmaktadır. Diğer durum olan koşullu değişen varyans ise koşullu standart sapma sabit değilse ortaya çıkar. Bono ve hisse senedi piyasalarında genellikle koşullu

⁹⁴ Gujarati, a.g.e.s.356-357

⁹⁵ Gujarati,a.g.e.s. 437

değişen varyans durumu söz konusudur. Fiyatlar sabit olmayan volatilité sergiler fakat yüksek ve düşük volatilité periyotları da genellikle bilinmemektedir.⁹⁶

Değişen koşullu varyansı öngörmenin çeşitli nedenleri vardır.

1) Öngörü güven aralıkları zamana göre değişiyorsa öngörü hatalarının varyansını modellemek suretiyle daha güvenilir (tutarlı) güven aralıkları tahminlenebilir.

2) Varolan değişen varyanslılık uygun şekilde ele alınırsa daha etkin tahminler elde edilebilir.

3) Risk ve getiri ilişkisini göstermektedir. Finansal piyasalarda fiyatlandırmada bu modeller kullanılır fiyatların volatilitesi tahminlere duyarlıdır.

Riski gösteren oynaklığın zaman içinde gelişiminin modellenenebilmesi için öncelikle serinin kendi geçmiş değerlerinden bağımsız olup olmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir

Ekonometrik modellerde otokorelasyona zaman serilerinde, değişen varyans durumuna ise yatay-kesit verilerinde rastlanır. Söz konusu modellerde yer alan sabit varyans varsayımı yatay-kesit verileri dışında zaman serilerinde de sorun yaratır.⁹⁷ Özellikle, öngörü hatalarının varyansının sabit olmayıp, dönemden döneme farklılık göstermesi durumunda öngörü hatalarının varyansı heteroscedastic olarak nitelendirilir. Nitekim, pek çok iktisadi zaman serisinin örneğin $t+1$ dönemindeki öngörü hatası ile $t+s$ dönemindeki öngörü hatası nisbi olarak farklı çıkabilir⁹⁸

Öngörü hatalarının varyansının sabit olmayıp, dönemden döneme farklılık göstermesi durumunda öngörü hatalarının varyansı değişen varyanslı olarak nitelendirilir ve öngörü hatalarındaki bu istikrarsız dalgalanma veya olağandışı değişebilirlik volatilitéyi ifade etmektedir. Bir zaman serisinde volatilitenin olması bir

⁹⁶ M.V.Asokan, Shoja'eddin Chenouri, Abbasili Khalili Mahmoodabadi, 2001,Project Report on ARCH GARCH Models, Waterloo University,Canada s.5

⁹⁷ Gujarati,a.g.e, s.437-438

⁹⁸ Domowitz ve Hakkio,a.g.e. (1985), s.52

anlamda öngörü varyanslarının otokorelasyonlu olmasını sağlamaktadır. Ayrıca öngörü varyanslarında görülen olağan olmayan volatilité durumunda zaman serilerinde değişen varyans ve otokorelasyon problemlerinin birlikte yer aldığı söylenebilir.

Serinin varyans grafiğine bakıldığında değişen varyansın varlığı anlaşılacağı gibi, değişen varyansın tespitine yönelik Spearman'ın Sıra Testi, White, Ramsey Reset, Park, Glesjer, Breusch-Pagan, Goldfeld-Quandt gibi testler geliştirilmiştir.⁹⁹ σ_t^2 bilinemediği için bu testlerin tamamında hata terimlerinden yola çıkılmıştır. Artıkların mutlak değeri, karesi, logaritması alınarak değişik formlarda yardımcı regresyon modelleri oluşturularak sınamalar yapılmaktadır. Otokorelasyon testleri de değişen varyans testleri gibi kalıntıları sınamaktadır. Ancak finansal zaman serilerinin karakteristik özelliği otoregresif değişen varyansa sahip olmalarıdır. Bu sebeple otoregresif süreçli değişen varyansı ortadan kaldırmak yerine, serinin karakteristik özelliklerini dikkate alarak modellemeler yapabilen teknikler kullanarak volatilité tahmininde bulunmak daha rasyonel sonuçlar verecektir. Elde edilen tahmin sonuçlarına göre yapılacak öngörüler daha gerçekçi ve güvenilir olacaktır.

4.2. Değişen Varyansın Modellenmesi ve ARCH/GARCH Tekniğı

Sabit varyans varsayımının aksine finansal seriler incelendiğinde trend etrafında aşağı ve yukarı yönde dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Volatilité kümeleri olarak adlandırılan bu dalgalanmalar değişen varyansın varlığını göstermektedir. Varyansın sabit olmaması nedeniyle zaman serilerinin çözümlemesinde bu serilerin özelliklerini yansıtabilecek ve dikkate alacak öngörü modelleri kullanılmalıdır.

Bir çok finansal zaman serisinde hem durgun hem dalgalı dönemlerin yer aldığı bilinirken, Engle ve Bollerslev (1986)'in de ifade ettiği üzere, geleneksel ekonometri metotlarının sabit varyans varsayımı zaman serileri açısından büyük bir eksiklik ve önemli bir sorun teşkil etmektedir. Finansal serilerde gerçekleşen varyans bir çok zaman ortalama varyanstan çok uzakta olabilmektedir. Bu nedenle değişen varyans dışsal bir değişken yardımıyla tahmin edilmelidir. Dışsal değişkeni aşağıdaki gibi ifade edebiliriz.

⁹⁹ Güriş, a.g.e. s. 512-532

$$\text{var}(y_{t+1} | x_t) = x_t^2 \sigma^2 \quad (4.3)$$

Bu durumda büyük bir x_t değeri yine büyük bir x_{t+1} değeri tarafından takip edildiği sürece, t döneminde yüksek oynaklığa sahip olan y , $t+1$ döneminde de bu özelliğini sürdürecektir. Yani y_t nin koşullu varyans dizisi de pozitif bağımlılığa sahip olacaktır.

Zaman içinde varyanstaki değişimi açıklamak için bir çok dışsal değişken ihtiyaç duyulacaktır. Finansal varlıkların oynaklığının nedenleri çok farklı olabilmekle beraber her etken kolaylıkla tespit edilebilecek kadar belirgin değildir. Ayrıca belli bir dönemde oynaklığa sebep olan etkenlerin etki gücü her dönemde sabit olmadığı gibi, sürekliliği de kesin değildir. Bu sebeplerle Engle¹⁰⁰, koşullu ortalama ile koşullu varyansın zaman içinde birlikte değiştiği varsayımıyla yapılan modellemeleri doğru bulmamakta ve varyanstaki değişimlerin dışsal bir değişken kullanılarak modellenmesi yerine serinin kendi özellikleri göz önünde bulundurularak oynaklığın modellenmesi gerektiğini benimsemektedir.

Bir zaman serisinde oynaklığın olması, bir anlamda öngörü varyanslarının serisel olarak korelasyonlu olmalarına sebep olmaktadır. Özellikle yüksek frekanslı ve geniş oynaklık gösteren zaman serilerinde değişen varyans ve otokorelasyon problemleri birlikte ortaya çıkmaktadır. Bu durum hataların zaman dönemi içinde sabit olduğu varsayımını bozmaktadır.¹⁰¹

Katsayılar, sürecin geçmiş değerlerine bağlı olduğunda, gerçekçi olmayan otokorelasyonun olmaması varsayımının neden olduğu sorunlar artmaktadır. Dönemler arası bağımsız değerler olduğu varsayımı finansal zaman serileri için genellikle mümkün olamamaktadır. Bu nedenle volatilitenin nedenlerini bulup modelleme yapmaya çalışmak yerine, serilerin kendi özellikleri kullanılarak, serinin oynaklığının modellenilmesi daha doğru bir yaklaşımdır. Varsayımlar doğru olduğu müddetçe, dönemler arası bağımlılık, öngörü için faydalanılabilir bir özelliktir

¹⁰⁰ Robert F.Engle,"Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance ofUnited KingdomInflation",Econometrica, 1982, s 988-989

¹⁰¹ Engle, a.g.e.s.987-992

Değişen varyansı ortaya koymak için ele alınan araçlardan birisi ARCH (autoregressive conditional heteroskedasticity) modelleri olarak ifade edilen Otoregresif koşullu değişen varyans modelleridir. Finansal zaman serilerine uygulanan bu modellerin amacı koşullu varyansın geçmiş dönem değerlere göre modellenmesidir¹⁰²

Volatilite kümelenmesi, birbirini takip eden hata miktarının korelasyon içinde olmamalarına rağmen seri olarak bağımlı oldukları varsayımını gerektirir. Rob Engle otoregresif koşullu değişken varyanslılık (ARCH) sınıfı zaman serileri modelleri sınıfını ortaya atarak, zamana göre değişen volatilite kümelenmesini modellemeyi başardı ve sonraki yıllarda yoğunlaşarak çalışma ve araştırmalarının ilk adımını attı.¹⁰³

4.2.1.ARCH Modeli

Belirsizliğin zamandaki değişimini ikinci veya daha yüksek dereceden momentler ile modelleme çalışmaları sonucunda değişken varyansları karakterize etmek için ortaya konulan en önemli araçlardan birisi kısaca ARCH (AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity) olarak ifade edilen Otoregresif Koşullu Değişken Varyans modelidir ve ortaya çıkışından itibaren bu modelleme stratejisini finansal zaman serilerine sıklıkla uygulanmıştır. Çok çeşitli olmalarına karşılık, hepsinin amacı koşullu varyansın tarihi değerlere göre modellenmesidir

Geleneksel zaman serileri ve ekonometri modelleri sabit varyans varsayımı altında çalışırken, bu süreç koşulsuz varyansı sabit tutmakla birlikte, koşullu varyansın geçmiş hata terimlerine bağlı olarak zaman içinde değişmesine izin vermektedir. Bu model yardımıyla hesaplanan varyans, dönemsel varyansların uzun dönem ortalaması olmak zorunda değildir.

Rasyonel bekleyişler varsayımına göre, katılımcılar koşulsuz değil, koşullu dağılımı kullanıyor olmalıdırlar. Bu nedenle de sabit varyans varsayımı İMKB Bankacılık sektör endeksi için geçerli değildir. Engle (1982) bu varsayımı

¹⁰² Robert F.Engle, The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics, 2001,s.157-159

¹⁰³ Engle,a.g.e.1982, 977

gerektirmeyen bir model önermiş ve bu model ardışık bağımlı koşullu değişen varyans (ARCH) olarak adlandırılmıştır. Sözü edilen model, finansal serilerdeki oynaklık kümelenmesi eğilimini yakalayabilmektedir. Engle(1982) değişen varyansların modellenmesinde en çok başvurulan model haline gelen ARCH'ı önerirken, standart çoklu regresyon modelinin artıklarının bir ARCH süreciyle tahmininin mümkün olduğunu göstermiş ve koşullu varyansı kendi sürecinin geçmiş hata terimlerinin karesi olarak ifade edecek bir katsayılaştırma ileri sürmüştür;

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 = \omega + \alpha(L) \varepsilon_{t-1}^2 \quad (4.4)$$

Bu fonksiyonda $\omega > 0$ ve $\alpha_i \geq 0$, h_t koşullu varyansı ifade ederken L gecikme işlemcisidir. Geleneksel zaman serileri ve ekonometri modelleri sabit varyans varsayımı altında çalışırken, bu süreç koşulsuz varyansı sabit tutmakla birlikte, koşullu varyansın geçmiş hata terimlerine bağlı olarak zaman içinde değişmesine izin vermektedir. Bu model yardımıyla hesaplanan varyans, dönemsel varyansların uzun dönem ortalaması olmak zorunda değildir. Modelin, doğrusal p ardışık bağımlı koşullu değişen varyans modeli olarak anılmasının sebebi, $\omega > 0$ ve $\alpha_i > 0$ olduğu sürece, koşullu varyansın (h_t) tahmin edilen fonksiyon tarafından verilen ardışık bağımlı sürece bağlı olarak oluşmasıdır.¹⁰⁴

Koşullu varyans gecikmeli mutlak veya hata terimleri kareleri ve gecikmeli koşullu standart sapmalar veya varyanslar ile ilişkilidir. Bütün kesikli zamanlı stokastik süreçler $\{\varepsilon_t\}$ ile gösterilirse:

$$\varepsilon_t = Z_t \sqrt{h_t} \quad (4.5)$$

Burada Z_t beyaz gürültü, $E(Z_t)=0$ ve $Var(Z_t)=1$ 'dir. σ_t , bir ARCH modeli olarak $t-1$ zaman bilgi kümesinin zamanla değişen, pozitif ve ölçülebilen bir fonksiyonudur. $\{\varepsilon_t\}$ tek değişkenli dizisinin elemanları arasında korelasyon yoktur ve ortalamaları sıfırdır. ε_t 'nin koşullu varyansı h_t 'dir ve zamanla değişebilir.

¹⁰⁴ Engle, a.g.e.1982,s.994-1008

ARCH'ın temel düşüncesi, u nun t dönemindeki varyansının ($=\sigma_t^2$), $(t-1)$ dönemindeki hata terimi karesine, yani u_{t-1}^2 ye bağlı olmasıdır.

Daha kesin konuşmak için k değişkenli regresyon modeli oluşturalım:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + u_t \quad (4.6)$$

ve bozucu terimin $(t-1)$ dönemindeki bilgiye koşullu olarak şöyle dağıldığını varsayalım.

$$u_t \sim N(0, (\alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2)) \quad (4.7)$$

Yani u_t sıfır ortalama $(\alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2)$ varyansla normal dağılmaktadır.

u 'nun t dönemindeki varyansının $(t-1)$ dönemindeki bozucu terimin karesine bağlı olması ardışık bağımlılık görüntüsü vermektedir.

u_t 'nin varyansının bir önceki dönemin bozucu terimine bağlı olması nedeniyle, buna ARCH (1) süreci denir. Bunu kolayca genelleştirebiliriz. Böylece, ARCH (p) süreci şöyle yazılabilir.

$$\text{var}(u_t) = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_2 u_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p u_{t-p}^2 \quad (4.8)$$

Hata varyansında ardışık bağımlılık yoksa $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_p = 0$ olur bu durumda $\text{var}(u_t) = \alpha_0$ 'dır böylece sabit hata varyansımız var demektir. Engle'in gösterdiği gibi şu regresyonun hesaplanmasıyla yukarıdaki sıfır önsavı kolayca sınanabilir.

$$\hat{u}_t^2 = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 u_{t-1}^2 + \hat{\alpha}_2 u_{t-2}^2 + \dots + \hat{\alpha}_p u_{t-p}^2 \quad (4.9)$$

Burada $\hat{u}$, (4.6) deki regresyondan tahmin edilen EKK kalıntılarıdır.

Ho hipotezi $nR^2 \sim \chi^2_p$ hesaplanarak sınanır. Burada R^2 yan regresyon modeline ait belirlilik katsayısıdır.¹⁰⁵

Engle (1982) tarafından geliştirilen ARCH modelleri, doğrusal ve doğrusal olmayan bölüm olarak başlıca iki bölümde ele alınmaktadır.

Doğrusal bölüm, bağımlı değişkenin zaman içindeki değişimini gösteren koşullu ortalama denklemdir. Doğrusal olmayan bölüm ise, bağımlı değişken olan koşullu varyans σ_t^2 ile hata teriminin gecikmeli değerlerinin ilişkisini gösteren koşullu varyans denklemdir ARCH modeli gecikme değeri (p)'nin aldığı değer ile adlandırılmaktadır.

ARCH Modelinde otoregresif kelimesi volatilitenin daha önceki periyotlardaki volatiliteler cinsinden ifade edildiğini, koşullu değişen varyans ise varyansın değiştiğini ifade etmektedir.¹⁰⁶

ARCH modelleri koşullu varyansın modellenmesini ele alır. Bir periyot içinde olan varyans, dağılımlar içeren ve geçmiş periyotlara ait değişkenlere bağlı olmaya izin verir. Bu model koşullu varyans ile koşulsuz varyans arasındaki farklılığı ortaya koyar. Koşullu varyans geçmiş dönem dağılımlar içeren rassal değişkenlere bağlı olabilir. Koşulsuz varyans ise sık sık sabit olarak kabul edilebilir bu durumda Gauss Markow teoremi En Küçük Kareler Yöntemini uygulamaktadır. Bir tahminci ARCH yapısında ise, koşullu varyans için en etkili yöntem, Maksimum Olabilirlik yöntemidir.

ARCH(1) modeli birinci sınıf doğrusal modelidir ve Gaussian saf hata terimi sürecidir. Saf hata terimi klasik varsayımlara uyan, yani ortalaması sıfır, σ^2 varyansı değişmeyen, ardışık bağımlı olmayan, olasılıklı hata terimidir.¹⁰⁷

Engle'a göre sıfır ortalamaya sahip ARCH süreçleri koşulsuz varyansa değil geçmiş dönem öngörü hatalarına bağlı olarak değişen varyansa sahiptir. Engle zaman

¹⁰⁵ Gujarati, a.g.e, s.439-440

¹⁰⁶ Engle, age, 2001, s.158

¹⁰⁷ Gujarati, age, s.718

serilerinin öngörü amacıyla çözümlenmesinde kullanılacak modellerde hem koşullu ortalamaya hem de koşulu varyansa birlikte yer verme imkanı sağlamıştır¹⁰⁸

ARCH süreçlerinin koşulsuz ortama değeri ve varyansı sabit olmasına rağmen koşullu ortalama değeri ve varyansı zamana bağlı olarak değişmektedir.

ARCH (1) modelinde katsayılarla sınırlamalar getirilir ve bu sınırlamalar koşullu varyansın asla negatif olmamasıdır, onun için $\alpha_1 > 0$ $\beta_1 > 0$ ın sıfırdan büyük olması gerekir. Bütün bunlara karşın α_1 sıfırdan küçük ise, u_{t-1} deki küçük değişimin negatif olduğu anlaşılır. β_1 yeterli oranda negatif ise sonuçta koşullu varyans negatif olur. Sonuç olarak otoregresif sürecin istikrarı için $0 < \beta_1 < 1$ olmalıdır.

ARCH bir çok parametre gerektiren bir volatilité yöntemidir. ARCH modelinde, koşullu varyans denklemindeki parametrelere bazı kısıtlamalar getirilmektedir. Bu kısıtlamalar, uzun gecikmeler kullanılmak istenmesi ve ARCH modelinde sabit gecikme yapısının önerilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu sorunlar nedeniyle GARCH modeli daha çok önerilmekte ve tercih edilmektedir. Bu model koşullu varyans fonksiyonuyla çalışır. Söz konusu bu durumdan dolayı negatif varyanslı parametre tahminlerine ulaşılması sakıncasını gidermek amacıyla Bollerslev (1986), koşullu varyans fonksiyonuna bir ilave ile bu soruna çözüm olabilecek bir model önermiş ve GARCH modeli geliştirilmiştir.¹⁰⁹ Bu model koşullu varyansın hesaplanmasında kendisinin geçmiş değerlerinin de etkili olmasını sağlarken, beklenmeyen haberlerin etkisini de dikkate alabilmektedir.

4.2.2.GARCH Modeli

Yapılan çalışmalar, koşullu varyansın dinamiklerini yakalayabilmesi için yüksek bir ARCH derecesi seçilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu da büyük miktarlarda parametre çıkarımına gerek duyulması demektir. Bollerslev'in (1986) genelleştirilmiş ARCH modeli sonsuz bir ARCH düzeneği üzerine kurulur ve tahmin

¹⁰⁸ Engle, age, 2001, s. 287

¹⁰⁹ Tim Bollerslev, "A Conditionally Heteroskedastic Time Series Model For Speculative Price and Rates of Return", Journal of Econometrics, Aug 1987, s1542-547

edilecek parametre sayısını doğrusal olmayan kısıtlamalar getirerek makul düzeylere indirir.¹¹⁰

ARCH (q) modellerinin uygulamalarda gecikmelerinin çok uzun olması ve parametre sayısının fazlalığı nedeniyle, Engle (1982) ve Bollerslev tarafından GARCH (p, q) modeli aşağıdaki şekilde önerilmiştir;

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j} \equiv \omega + \alpha(L) \varepsilon_{t-1}^2 + \beta(L) h_{t-1} \quad (4.11)$$

GARCH(p, q) modeli ARCH (p) modeline q sayıda geçmiş dönem koşullu varyans modelinin doğrusal formunun ilave edilmesiyle elde edilen genelleştirilmiş halidir.

GARCH modeli ARCH'a göre fazladan bir varsayım içerir. Bu da zaman içinde değişen varyans tahminlerinin gecikmeli koşullu varyansına da bağımlı olduğudur. Bir aktifin t zamanındaki getirisinde beklenmedik bir artış ya da azalış bir sonraki periyotta beklenen değişkenliği arttırıcı etki yapmaktadır.

ARCH modellerinin genişletilmiş halini ifade eden ve Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen GARCH modelleri, koşullu varyansın hata teriminin gecikmeli değerlerine ilave olarak, kendi gecikmeli değerlerine de bağlı olduğu volatilité modelidir. GARCH (p, q) modelleri σ_t^2 yi, gecikmeli koşullu varyansların ve geçmiş zaman hatalarının karelerinin bir fonksiyonu olarak alırlar.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_p \sigma_{t-p}^2 \quad (4.12)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

¹¹⁰Tim Bollerslev, "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity" Journal of Econometrics, 31, 1986, s.307-327

Yukarıdaki eşitlik şimdiki dönem getirilerin değişkenliğini geçmiş dönem verilerine (yani ε_{t-i}^2 ve σ_{t-j}^2 değerlerine) bağımlı olarak gösterdiğinden bu değişkenliğe “koşullu” denilmektedir.

GARCH(p,q) süreci, varyans denkleminde hem otoregresif hem de hareketli ortalama bileşenlerini içerir. q = 0 olması durumunda ARCH modeli olacaktır.

GARCH modellerinin önemli bir özelliği, serinin hatalarının koşullu varyansının bir ARMA sürecini oluşturmasını göstermesidir. Böylece, ARMA modelinden uydurulacak artıkların bu karakteristik yapıyı göstermesi beklenir. ARMA süreci olarak tahmin edilen serinin modeli uygun ise otokorelasyon fonksiyonu (ACF) ve kısmi otokorelasyon fonksiyonu (PACF) saf hata terimi sürecini göstermelidir. Ayrıca artıkların karelerinin otokorelasyon fonksiyonu, GARCH sürecinin derecesinin belirlenmesine de yardımcı olur.¹¹¹ Ayrıca, ARMA modellerine benzerliklerinden dolayı GARCH modelleri simetriktir ve kısa hafızaları vardır.

GARCH modeli geçmişteki hata terimleri kareleri toplamının ağırlıklı ortalamasıdır. Ancak bu hata terimleri hiçbir zaman tümüyle sıfır olmadığı gibi azalan ağırlıklara sahip bir modeldir. Yani GARCH modeli varyansın geçmiş dönem volatilitelerinin ve bağımlı değişkenin geçmiş dönem varyanslarına bağlı olarak açıklandığı modellerdir.

Temel ve en sık kullanılan GARCH (1,1) modeli aşağıdaki gibi kısılır:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 \quad (4.13)$$

Varyansın pozitif olması beklendiğinden, regresyon parametreleri ω , α , β ’nın da her zaman pozitif olması gereklidir (α ve β 0 da olabilir). Buna karşın varyansın durağanlık koşulunu yerine getirmesi için α ve β ’nin toplamının 1’den küçük olması gerekir.

1. ω olarak gösterilen sabit;

¹¹¹ W.Enders, Applied Econometric Time Series, John Wiley ve Sons, Inc., USA,1995,p.260-269

2. $\alpha \varepsilon_{t-1}^2$ ilişkisi ile ifade edilen ve ARCH parçası olarak adlandırılan bölüm;

3. $\beta \sigma_{t-j}^2$ ilişkisi ile ifade edilen geçmiş dönemler değişkenlik tahminleri diğer bir ifadeyle gecikmeli koşullu varyans değerleri bulunur.

Regresyon parametrelerinin toplamı olan $(\alpha + \beta)$, geçmiş dönem değişkenlerinin değişimlerinin şimdiki değişkenlik seviyesine (volatilité) etkisini ifade eder. Bu değer çoğunlukla 1'e yakındır ve şokların finansal varlıkların getirilerindeki değişkenliğe daha çok etki ettiğine işaret eder.

GARCH(p,q) sürecinin,

$$E(u_t) = 0, \text{Var}(u_t) = \alpha_0 / (1 - \alpha(1) - \beta(1)) \quad t \neq s$$

$$\alpha(1) + \beta(1) < 1 \text{ ise } \text{Cov}(u_t, u_s) = 0 \quad (4.14)$$

özelliklerine sahip olarak geniş anlamda durağan olduğu kanıtlanmıştır.

(4.14)'te $\alpha(1)$ polinomiali α 'ların toplamını ve $\beta(1)$ polinomiali ise β 'ların toplamını gösterir.

Hata terimleri karelerinin katsayısı olan α , koşullu varyansın katsayısı olan β parametrelerinin toplamının 1'den küçük olması koşullu varyansın durağanlık şartının da sağlandığını göstermektedir. Varyans modelinin parametrelerinin tümünün pozitif işaretli olduğu da varyansın negatif olmama koşulunu sağladığını göstermektedir.

4.2.3.ARCH - M (ARCH in Mean) Modeli

Engle, Lilien ve Robins (1987) birçok farklı vadelerdeki finansal varlıklarda gözlenen zamana bağlı değişen risk priminin beklenmeyen faiz hareketlerinden kaynaklanıyor olabileceğini iddia etmiştir ve buna bağlı olarak da bir dönem elde tutmanın getirisinin koşullu varyans kullanılarak tahmin edilebileceğini göstermişlerdir. Ortalama denklemine koşullu varyansın açıklayıcı değişken olarak ilave edildiği ARCH-M (Ortalamada Otoregresif Şartlı Değişen Varyans) modelini finans alanına kazandırmışlardır.

Bu modelin ARCH modelinden temel farkı, değişen koşullu varyansların, hata terimi aracılığıyla dolaylı olarak değil, doğrudan denkleme girerek koşullu varyansın ortalamaya olan etkisi incelenmektedir. Yani bu modelin koşullu ortalaması, koşullu varyansa bağlıdır. Bu durum modeli doğrusal olmayan bir yapıya getirmektedir.

ARCH-M modelinin kendine ait standart regresyon modeli olmayan bir takım istatistiksel özellikleri olan, ortalamanın parametre tahminleri ve koşullu varyansın fonksiyonu olarak ele alınmaktadır.¹¹² Ayrıca bu model Bollerslev, Chou ve Kroner (1992)¹¹³ tarafından incelenmiştir. French, Schwert ve Stambaugh(1987)'in¹¹⁴ makalesinde ARCH-M modeli kar getirilerinin volatilité durumu, günlük standart ve fakirlik indeksine dayanarak ele alınmıştır. Ayrıca söz konusu model haftalık New York hisse senedi getirileri Chou(1988)¹¹⁵ tarafından ele alınmıştır.

Engle ve diğerleri (1987)¹¹⁶, riskli finansal varlığın sağlayacağı getirinin ve riskten kaçınan yatırımcıların bu finansal varlık için teklif edeceği fiyatın zaman içinde değişeceğini varsaymaktadırlar. Bu denge fiyatıdır ki, beklenen değer ile varyans arasındaki ilişkiyi belirler ve dolayısıyla risk primi ile varyans arasındaki bağlantıyı

¹¹² Bent E.Sorenson, ARCH and Generalizations , Economics 7395, March 1,2005 s.3

¹¹³ Tim Bollerslev, Ray Y.Chou, Kenneth F.Kroner,“ARCH Modelling in Finance, A Review Of The Theory and Empricial Evidence”, Journal of Econometrics 52,North Holland, 1992, s.13-14

¹¹⁴French, K. R., G. W. Schwert, and R. F. Stambaugh, 1987, "Expected Stock Returns and Volatility," Journal of Financial Economics, 19, s.3-29.

¹¹⁵Chou RY, “Volatility Persistence and Stock Valuations: Some Empirical Evidence Using GARCH”. J. Appl. Econom. 3,1988, s 279-294.

¹¹⁶ Engle,David M.Lilien,Russel P.Robins, Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The Arch-M, Econometrica, 55,,Mar,1987,s.392

kurar. Bu model aşırı getirilerin ortalaması ve varyansı arasında bir ilişki kurmaktadır, riskli kar ve risk primlerinin getirilerinin varyansı ile ilişki kurmaktadır.¹¹⁷ Bu yaklaşım sonucunda önerdikleri model Y_t serisi için şu şekildedir;

$$\begin{aligned} y_t^2 &= \delta_0 + \delta_1 \sqrt{h_t} + \varepsilon_t, \\ h_t &= \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 = \omega + \alpha(L) \varepsilon_{t-1}^2 \end{aligned} \quad (4.15)$$

Açıkça görülebileceği üzere risk, getiriye, hata terimleri aracılığıyla değil, doğrudan $\sqrt{h_t}$ biçiminde ortalama denkleminde yer alarak belirlenmektedir. δ 'nın istatistiki açıdan anlamlı çıkması onu risk primi olarak kabul etmemiz için yeterli değildir. Riskten kaçınan her yatırımcı için bu katsayının aynı zamanda sıfırdan büyük bir değer alması da beklenecektir. Görüldüğü üzere, $\sqrt{h_t}$ ya da h_t de meydana gelen bir artış, risk priminin arttığını göstermektedir. Bu nedenle, δ 'nın sıfırdan küçük çıkması, yatırımcının artan riske rağmen daha az getiriye kabul ettiğini ifade edecektir ki bu, istatistiki açıdan anlamlı olabilse dahi, finans kuramı açısından anlamsızdır.

Dışsal değişkenler ve gecikmeli içsel değişkenlerin yer aldığı ortalama modeline, koşullu varyansın veya koşullu standart sapmanın dahil edilmesi ile ARCH-M (ARCH in mean) modelleri elde edilir. Bu tür modellerde yer alan koşullu varyansa ilişkin parametre, risk dönüşümündeki küçük değişikliği (risk return tradeoff) gösterir. Bu modeller risk değerinin zaman içinde değişip değişmediğini belirlemek için kullanılır.¹¹⁸

ARCH-M modelinde standart sapma yerine varyansın kullanılması da mümkündür. Aynı mantıkla, GARCH ve türevi modellerindeki ortalama denklemlerine koşullu varyans veya koşullu standart sapmalar dahil edilerek GARCH-M modellerine ulaşılabilir.

¹¹⁷ Engle, a.g.e., 1987, s.394

¹¹⁸ Engle ve Bollerslev (1986), s.9

Koşullu ortalama ile varyans arasındaki ilişkinin uzaklığını bulmak bu modelle mümkün olmaktadır.¹¹⁹

Finansal piyasa verileriyle yapılan testlerde GARCH modellerinin ani volatilité değişimlerini yakalayabildiğini ortaya koymuştur. ARCH/GARCH modelinden yola çıkarak geliştirilen GARCH türevi modeller bu bölümde detaylı olarak ele alınacaktır.

4.3.GARCH Modeli Türevleriyle Riskin Modellemesi

Bu başlık altında GARCH modeli türevleriyle riski yani volatilitéyi modelleyebilen yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. Bu kapsamda; TARCH, GJR-GARCH; EGARCH, PARCH ve APARCH yöntemleri ele alınmıştır. Ayrıca durağanlık koşulları ve IGARCH modeline yer verilmiştir. Uygulama bölümüne geçmeden önce ARCH etkisinin varlığını sınavan ARCH-LM testi, ARCH/GARCH modellerinin tahmininde kullanılan Maksimum Olabilirlik(ML) yöntemi ve model seçim kriterlerinden AIC, SC, Log Olabilirlik kriterleri ele alınmıştır. Bölümün sonunda statik ve dinamik öngörü çeşitleri; RMSE, MAE, MAPE, TIC ve MME kriteri hakkında bilgi verilmiştir.

Koşullu varyansı modellerken kare alma işlemini seçmenin önemli sonuçlarından bir tanesi şudur: Geçmiş hata değerlerinin sadece büyüklükleri şimdiki değişkenlik üzerine etki eder. Bu değerlerin pozitif veya negatif olmasının bugünkü değişkenlik üzerinde etkisi yoktur. Halbuki sistematik olarak iyi (+) ve kötü haber (-) durumlarında birbirinden farklı miktarlarda volatilité değişiklikleri gözlemlenmektedir. Bu nedenle ARCH/GARCH modelinin prensipte en büyük dezavantajı sıklıkla rastlanan asimetriyi modellemek için uygun olmamasıdır.

İlk olarak Mandelbrot¹²⁰ tarafından ifade edilen ve finansal zaman serilerinde oynaklık yoğunlaşması olarak adlandırılan, büyük fiyat değişmelerinin küçük değişiklikler arasında yalıtılmış olmadığı, aksine, bir kısmının son değişimi dahi aşan bir çok dalgalanmanın sonucu olarak oluştuğu gerçeğini yakalayabilmektedir.

¹¹⁹ Engle,Lilien,Robins,age,s.394

¹²⁰ B. Mandelbrot,"The Variation of Certain Speculative Prices", Journal of Business, 36,1963,s.394-419

Ortalamadan büyük bir sapma, önceki periyoda göre yönü ister pozitif ister negatif olsun, bir sonraki dönemde oluşacak sapmanın tahmininde kullanılan bilgi setine dahil olur. Bu şekilde iki yönde de oluşabilecek büyük şokların devamlılığı ve volatilitenin tahmini yapılırken model içinde uzun süre etkili kalması sağlanır. Negatif ve pozitif değişimler aynı miktarda olsalar dahi bir sonraki dönem getirilerini farklı miktarda etkilerler. Buna kaldıraç etkisi denmektedir. Çoğunlukla aktif getirilerinin volatilitedeki değişiklikler negatif bir korelasyon halinde olduğu gözlemlenmiştir. GARCH modellerinin belli türevleri kaldıraç etkisini yakalama kabiliyetine sahiptir.

ARCH ve GARCH parametrik modellerinde varyans sadece ε_t 'nin büyüklüğüne bağlıdır, işaretine bağlı değildir. Asimetrik etkiyi dikkate alan GARCH türevi modellerde ise h_t , geçmiş ε_t 'lerin asimetrik bir fonksiyonudur ve gecikmeli hata terimlerinin hem büyüklüğüne hem de işaretine bağlıdır.

4.3.1.TARCH-Threshold ARCH ve GJR-GARCH Modelleri

Sermaye piyasalarında yeterli derinliğin olmaması nedeniyle, hisse senetlerinde, aşağı hareketler sırasında, yukarı hareketlere göre daha yüksek oynaklıklar meydana gelmektedir. Bu olguyu dikkate almak üzere, “asimetrik haber etkisi grafiği” çerçevesinde Threshold ARCH modeli oluşturulmuştur.¹²¹

Asimetrik model olan GJR-GARCH yöntemi; Glosten, Jagannathan ve Runkle (1993) tarafından ortaya atılmıştır.¹²² GARCH modeline dummy (kukla) değişken ilave edilmiştir.

Temel versiyon olan GJR(1,1) şu şekilde ifade edilir:

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1} + \gamma_1 u_{t-1}^2 d_{t-1} \quad (4.16)$$

Bu modelde u_t^2 'nin koşullu varyans h_t yani diğer ifadeyle σ_t^2 'ye olan etkisi u_t 'nin pozitif veya negatif olmasıyla da bağlantılıdır.¹²³ Getirilerin asimetrik doğasını

¹²¹ R. Engle ve V. Ng. Measuring and Testing the Impact of News on Volatility, Journal of Finance, Vol. 48,1992,p. 1749-1778

¹²² Glosten, L., R. Jagannathan ve D. Runkle (1993) : “Menkul Kıymetlerin Beklenen Getirilerinin İlişkisi Hakkında” Journal of Finance, 48, 1779-1801

modele γ değişkeninin sıfırdan farklı değeri iletir. γ 'nın pozitif olması “kaldıraç etkisi”ni işaret eder.

GJR-GARCH modelinin, genelleştirilmiş ifadesi aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \gamma u_{t-i}^2 d_{t-1} + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (4.17)$$

(4.17)’deki varyans denkleminde yer alan kukla değişken d_t , $u_t < 0$ değerini aldığı anda $d_t = 1$, diğer durumlarda ise $d_t = 0$ değerini almaktadır. Bu nedenle asimetri parametresi γ , $d_t = 1$ değerini aldığı anda anlamlı olmaktadır. Bu modelde, iyi haberlerin ve kötü haberlerin koşullu varyans üzerindeki etkileri farklı olarak ele alınmıştır. Modelde iyi haberlerin ($u_t > 0$) koşullu varyans üzerindeki etkisi α ile ve kötü haberlerin ($u_t < 0$) koşullu varyans üzerindeki etkisi $(\alpha + \gamma)$ olarak gösterilmektedir. Modelin parametrelerinden $\gamma > 0$ durumunda, kaldıraç etkisinin mevcut olduğunu ve kötü haberlerin volatilitiyi artırdığı ifade edilebilir. Yine, $\gamma \neq 0$ olması durumunda, haberlerin volatilitye etkisi simetrik olmayacaktır.

Hata terimleri, şok yada beklenmeyen yeni değişim olarak algılanabilir. Negatifse olumsuz bir haber akışını, pozitifse olumlu bir haber akışını gösterir. Bu durumu çekici kılan volatilitenin olumlu yada olumsuz haberden ne yönde etkilendiğinin bu yöntemle incelenbilmesidir.¹²⁴

Modelin kovaryans durağanlık koşulu $\sum \alpha_i (1 + \gamma^2) + \sum \beta_j < 1$ ‘dir.

¹²³ Nelson, D. (1991): “Varlık Getirilerinde Koşullu Değişken Varyanslılık: Yeni Bir Yaklaşım” *Econometrica*, 59, 349-370

¹²⁴ Haris, Richard, Robert Sollis Paperback (2003), ‘Applied Time Series Modelling and Forecasting’, Wiley Pres, s. 236

Zakoian'ın (1994) TARARCH modeli (Threshold ARCH = Eşikli ARCH) GJR'nin benzeridir. Zakoian koşullu varyans yerine standart sapmayı modellemeyi tercih etmiştir.¹²⁵

TARCH (1,1) süreci;

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \lambda d_{t-1} u_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1} \quad (4.18)$$

olarak ele alınmaktadır.

d_{t-1} kukla (dummy) değişken olup, $u_{t-1} < 0$ olduğu takdirde 1'e, $u_{t-1} \geq 0$ olduğu takdirde 0'a eşit olur. Modeldeki λ katsayısı kaldıraç etkisini gösteren terimdir. λ istatistiksel olarak sıfırdan farklı olduğu takdirde eşik(threshold) etkisi olduğu anlamına gelmektedir.¹²⁶

Azalan yöndeki volatiliteler ($u_{t-1} < 0$), $\alpha + \lambda$ etkisine sahipken, artan yöndeki volatiliteler

($u_{t-1} > 0$), α etkisiyle ifade edilir. $\lambda > 0$ ise volatiliteler üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olan negatif şoklu bir asimetri söz konusudur. $\lambda < 0$ ise volatiliteler üzerinde daha büyük bir etkiye sahip pozitif şoklu bir asimetri söz konusudur.¹²⁷

4.3.2. EGARCH – Exponential GARCH Modeli

Üslü (exponential) GARCH (EGARCH) modelini ortaya atan Nelson'dur (1991).¹²⁸ GARCH modellerinin en önemli kısıtlarından birisi de pozitif ve negatif volatiliteler şoklarına simetrik tepki vermesidir.¹²⁹ Özellikle kaldıraç etkisinin modellenmesinde modelin yetersiz kalmasına neden olan bu kısıtın giderilebilmesi için Üssel GARCH (Exponential GARCH, EGARCH) modelleri geliştirilmiştir.

¹²⁵ Zakoian, J.-M. (1994): "Eşikli Değişken Varyanslılık Modelleri" Journal of Economic Dynamics and Control, 18, 931-955

¹²⁶ Enders, Walter (1995), 'Applied Econometrics Time Series', s.141

¹²⁷ Rebemanañjara, R., J.M.Zakoian (1993), 'Threshold Arch Models and Asymmetries in Volatility', Journal of Applied Econometrics, 8,1,s.37

¹²⁸ D.Nelson, "Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A new Approach, Econometrica", 59,2, Journal of Econometrics, 1991,s.347-370

¹²⁹ Brooks, a.g.e. s.747-767

Volatilitiyi araştırırken asimetrikliği dikkate alan ilk modeldir. EGARCH modelinde koşullu varyansın doğal logaritması gecikmeli hata teriminin fonksiyonu olarak zamanla değişecek şekilde modellenmiştir. Bu modelin logaritmik formda ele alınması ile koşullu varyans değerlerinin negatif değer alma olasılığı engellenmiştir. Parametreler negatif olsa bile koşullu varyans değeri pozitif olacaktır. Böylece parametrelere sıfırdan büyük olma koşulu gerekmemektedir. Logaritmik dönüşüm kullanılması σ_t^2 'nin her zaman pozitif olmasını sağlar ve bunun sonucu olarak parametrelerin işaretleri üzerinde bir kısıtlamaya gerek kalmaz.

GARCH modelinde varyans sadece ε_t 'nin büyüklüğüne bağlıdır, işaretine bağlı değildir. Nelson tarafından ortaya konulan üstel (exponential) GARCH (EGARCH)'ta h_t , geçmiş ε_t 'lerin asimetrik bir fonksiyonudur:

$$\log h_t = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i (\phi Z_{t-i} + \gamma [|Z_{t-i}| - |E[Z_{t-i}]|]) + \sum_{i=1}^p \beta_i \log h_{t-i} \quad (4.19)$$

h_t , gecikmeli hata terimlerinin hem büyüklüğüne hem de işaretine bağlıdır. Doğrusal GARCH modelinin aksine, koşullu varyansların negatif olmasını sağlamak için α_i ve β_i parametrelerinde sınırlamalar yoktur. Böylece (4.19)'teki ifade, $\log h_t$ için kısıtsız bir ARMA(p, q) modeline benzer.

EGARCH modelleri (4.20) koşullu varyans denkleminde oluşmaktadır:

$$\log(\sigma_t^2) = \omega + \beta \log(\sigma_{t-1}^2) + \gamma \frac{u_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} + \alpha \left[\frac{|u_{t-1}|}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right] \quad (4.20)$$

EGARCH modelleri volatilitiy ile getiri arasındaki ilişki negatif ise γ katsayısının negatif olmasıyla asimetrik hareketlerin modellenmesine imkan vermektedir. Modelin parametrelerinin tahmininde de maksimum olabilirlik yöntemi kullanılır.

EGARCH modelinde koşullu varyans aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\ln \sigma_t^2 = \alpha + \sum \alpha_j s(z_{t-j}) + \sum \beta_j \ln(\sigma_{t-j}^2) \quad (4.21)$$

Burada $z_t = \varepsilon_t / \sigma_t$ normalize edilmiş hatalar serisidir. Modeldeki $s(z_t)$ fonksiyonu şu işlemleri yapar:

$$s(z_t) = \delta_1 z_t + \delta_2 \{ |z_t| - E(|z_t|) \} \quad (4.22)$$

Böylece $\delta_1 z_t$ pozitif veya negatif ε_t etkisi katarken $\delta_2 \{ |z_t| - E(|z_t|) \}$ mutlak değer olarak ε_t nin büyüklüğünü modele yansıtır. $E(|z_t|)$ 'nin hesaplanması getiri serilerinin dağılımına bağlıdır. Getirilerin asimetrik doğası δ_1 'insıfırdan farklı değeri tarafından sağlanmaktadır. δ_1 'in pozitif değeri “kaldıraç etkisi”ni işaret eder.

EGARCH modeli logaritmik parametризasyona ele aldığımızda, model;

$$\log h_t = \omega + \sum \alpha_i \log u_{t-i}^2 + \sum \beta_i (\log u_{t-i}^2 - \log h_{t-i}) \quad (4.23)$$

şeklinde tahmin edilmektedir.¹³⁰

Normal dağılım için $E(|z_t|) = \sqrt{2/\pi}$ 'dir.

Normal dağılımlı temel model EGARCH (1,1) aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$\ln \sigma_t^2 = \omega + \alpha(\delta_1 \varepsilon_{t-1}/\sigma_{t-1} + \delta_2 [| \varepsilon_{t-1}/\sigma_{t-1} | - \sqrt{2/\pi}]) + \beta \ln \sigma_{t-1}^2 \quad (4.24)$$

Logaritmik dönüşüm kullanılması σ_t^2 'nin her zaman pozitif olmasını sağlar ve bunun sonucu olarak parametrelerin işaretleri üzerinde bir kısıtlamaya gerek kalmaz. Bunun dışında beklenmedik dışsal şokların tahmin edilen volatiliteye etkisi TARCH veya GJR'den daha fazla olacaktır.

¹³⁰ Bollerslev, Ray Y. Chou, Kenneth F.Kroner, 'ARCH Modelling in Finance, A Review of The Teory and Empricial Evidence', Journal of Econometrics 52 (1992) 5-59 North Holland,s.13-14

4.3.3. Power ARCH (PARCH) ve Asimetrik PARCH (APARCH) Modeli

Bir değişkenin karesini veya küpünü almak gibi üssel dönüşümler kullanıldığında incelenen serinin genel gidişine göre dizinin dışında kalan (outliers) örneklerin etkisi modele daha güçlü yansır. Böylece üssel işlemciler model içinde göreceli olarak daha sakin veya daha değişken dönemlere yapılan vurguyu arttırmırlar. Kare alma işleminin modellerde sıkça kullanılmasının nedenlerinden biri budur. Diğeri ise değişkenlerin işaretlerinin etkisini yok etmektir. Eğer veri serileri normal dağılım gösteriyorsa bu dağılımın karakteristik özelliklerini ilk iki anı kullanarak modele tamamen yansıtabiliriz. Ancak verinin normal dışında bir hata dağılımı olduğunu kabul ediyorsak ikiden farklı üssel dönüşümler modellemede daha uygun olabilir.¹³¹

Kare alma işleminin en optimal sonuçları vermeyebileceğini fark eden Ding, Granger ve Engle (1993) PARCH ile yeni bir ARCH sınıfı ortaya attılar. Üssel ARCH sınıfı modeller veriyi bir yapıya empoze etmekten ziyade optimum üstel dönüştürücüyü bulmada kullanılır.

Ding, Granger ve Engle aynı zamanda üssel ARCH sınıfının genelleştirilmiş asimetrik bir versiyonunu da tanımladılar. Asimetrik Üssel ARCH (asymetric power ARCH veya APARCH) modeli APARCH(p,q) aşağıdaki gibi ifade ettiler.

$$\sigma_t^d = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i (|\varepsilon_{t-1}| + \gamma_i \varepsilon_{t-i})^d + \sum_{i=1}^q \beta_j \sigma_{t-i}^d \quad (4.25)$$

(4.25) nolu denklemde $\alpha_0 > 0$, $\delta \geq 0$, $\beta_j \geq 0$, $\alpha_i \geq 0$ ve $-1 < \gamma_i < 1$ 'dir.¹³²

Bu modelde kaldıraç etkisini modellemek için değiştirilebilir üssel dönüşümcü δ 'nin esnekliğini asimetriyi sağlayan γ_i değişkeni ile birleştirir.¹³³

¹³¹ McKenzie, M. ve Mitchell, H (2001): "Döviz Kuru Volatilitesi Modellemede Genelleştirilmiş Asimtotik Üssel ARCH" Royal Melbourne Institute of Technology tartışma makaleleri

¹³² Ding, Z., C.W.J. Granger, ve R. F. Engle (1993): "Hisse Senedi Piyasalarının Uzun Hafıza Özellikleri ve Yeni Bir Model" Journal of Empirical Finance, 1, 83- 106

¹³³ Richard Harris, Robert Sollis Paperback, "Applied Time Series Modelling and Forecasting", Wiley Pres, 2003, s.234-239

APARCH modelinde standart sapmanın üs parametresi olan “ δ ” kuvvet parametresi modele dahil edilmesi yerine model içerisinde tahmin edilebilmektedir. Modelde α ve β standart GARCH parametreleri olup, γ kaldıraç (asimetri) parametresi olup sıfırdan farklı olması gerekmektedir. $\gamma > 0$ olması ve istatistiksel olarak anlamlı olması volatilitede asimetrinin varlığını gösterirken, istatistiksel olarak anlamsız olması ise volatilitenin asimetri yada kaldıraç etkisinde olmadığını gösterir.

PARCH modeli, içinde ARCH, GARCH ve GJR ve TARCH modellerini de özel durumlar olarak barındırır. (4.25) nolu APARCH denkleminin özel durumları Tablo-1’de özet halinde verilmiştir.

$$\sigma_t^d = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i (|\varepsilon_{t-1}| + \gamma_i \varepsilon_{t-1})^d + \sum_{i=1}^q \beta_j \sigma_{t-i}^d \quad (4.25)$$

Tablo-2

Asimetrik PARCH Modelinin Özel Durum Kısıtları

MODEL	δ	α	β	γ
ARCH	2	Serbest	0	0
GARCH	2	Serbest	Serbest	0
GJR-ARCH	2	$\alpha (1+\gamma)$	0	$-4 \alpha \gamma$
GJR-GARCH	2	$\alpha (1+\gamma)$	Serbest	$-4 \alpha \gamma$
TARCH	1	Serbest	0	$ \gamma \leq 1$
TGARCH	1	Serbest	Serbest	$ \gamma \leq 1$
PGARCH	Serbest	Serbest	Serbest	0
Asimetrik PARCH	Serbest	Serbest	0	$ \gamma \leq 1$
APGARCH	Serbest	Serbest	Serbest	$ \gamma \leq 1$

Ding, Granger ve Engle (1993) ile Giot ve Laurant (2001), asimetrik dağılımla karşılaştığında APARCH* modelini kullanarak risk ölçümü yapılmasını önermektedirler. Böylece yaptıkları analizlerde çarpık dağılım ve kuyruklu yapılar için daha gerçekçi risk ölçüm sonucu elde etmişlerdir. APARCH modeli, GARCH modelinin geliştirilmesiyle (Bollerslev,1986) ortaya çıkmış olup oldukça esnek bir

özelliktedir. Ding, Granger ve Engle tarafından kullanılan APARCH(1,1) modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\sigma_t^\delta = \omega + \alpha_1 (|\varepsilon_{t-1}| - \alpha_n \varepsilon_{t-1})^\delta + \beta_1 \sigma_{t-1}^\delta \quad (4.26)$$

ω , α_1 , α_n , β_1 , δ parametreleri tahmin edilir. Parametre δ ($\delta > 0$) σ_t , parametresinin Box-Cox transformasyonu olarak bilinmektedir. α_n ($-1 < \alpha_n < 1$) parametresi kaldıraç etkisini (leverage effect) ifade eder. Bunun anlamı ise, α_n pozitif (negatif) bir değer aldığı anda, geçmişteki negatif (pozitif) şoklar serinin bugünkü şartlı varyansı üzerinde geçmişteki aynı büyüklükteki pozitif (negatif) şoklara nazaran daha derin bir etkiye neden olur.¹³⁴

Taylor (1986) ve Schwert (1989) tarafından geliştirilen varyans yerine standart sapmanın modellendiği ve standart sapma GARCH modeli olarak da bilinen model, Ding vd. (1993) tarafından Power ARCH (PARCH) olarak genelleştirilmiştir. PARCH modelinde, standart sapmanın üs parametresi olan σ modele empoze edilmek yerine model içerisinde tahmin edilebilmektedir. Ayrıca, modele τ düzeyine kadar olan asimetrisinin modellenebilmesi için γ asimetri parametresi eklenebilmektedir. (4.3.10)'daki denkleme dönersek;

$$\sigma_t^\delta = \omega + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^\delta + \sum_{i=1}^p \alpha_i (|u_{t-i}| - \gamma_i u_{t-i})^\delta \quad (4.27)$$

$\delta > 0, i = 1 \dots \tau$ için $|\gamma_i| \leq 1$, tüm $i < \tau$ için $\gamma_i = 0$ ve $\tau \leq p$ dir.

Simetrik PARCH modelinde asimetri parametresi olan γ , tüm i değerleri için $\gamma = 0$ 'dır. $\delta = 0$ ve tüm i değerleri için $\gamma_i = 0$ olduğunda, PARCH modeli standart GARCH modeline dönüşmektedir. Modelin asimetrik hale getirilebilmesi için asimetri parametresi olan γ 'nin sıfırdan farklı olması gerekmektedir.

¹³⁴ Ding, Granger, Engle, a.g.e, s. 103

4.3.4.IGARCH (Integrated –Bütünleşik- GARCH)

Zaman serilerinin diğer iki büyük problemi olan otokorelasyon ve değişen varyansı ARCH/GARCH ve türevleriyle aşarken yine bu modellerin durağanlık koşullarının kontrolüyle ayrıca birim kök sınamasına gerek kalmamaktadır.

Kesin durağan bir serinin, ortak varyans durağan olabilmesi için, karelerinin beklenen değerinin sonlu olması gerekmektedir. Bollerslev ve diğerleri, ARCH süreçleri kalın kuyruklu olduklarından, ortak varyans durağanlığın, bu tür süreçler için, kesin durağanlıktan daha zorlu ve gereksiz bir koşul olduğunu fakat kesin durağanlığın yeterli olduğunu ifade etmektedirler.¹³⁵

Durağanlığı ilk olarak ele alan Entegre GARCH modelidir. ARCH, GARCH ve Asimetrik GARCH modelleri hata teriminin koşullu varyansının durağanlığı dikkate alınmamaktadır. Koşullu varyansın durağanlığı aynı zamanda α ve β parametrelerine bağlıdır. GARCH (p,q) modelinde $\alpha + \beta < 1$ olduğunda şok etkisi koşullu varyansı zamanla değiştirmektedir. (decay faktor) $\alpha + \beta = 1$ olduğunda koşullu varyans birim kök süreci gibi hareket ederek şok etkisinin koşullu varyansı değiştirmemesini sağlar. Bu nedenle GARCH (p,q) modelinde $\alpha + \beta < 1$ kısıtlaması bulunmaktadır.¹³⁶ Çünkü GARCH işleminin kovaryans durağanlığa sahip olması sadece $\sum \alpha_i + \sum \beta_j < 1$ koşulunda sağlanabilir. GARCH modellerinin parametreleri bulunduğunda genellikle $\sum \alpha_i + \sum \beta_j$ 'nin 1'e yakın olduğu gözlemlenir.

Eğer şimdiki şokla gelecekteki koşullu varyans arasındaki zaman gecikmesine s dersek o zaman koşullu varyans σ_t^2 'nin maruz kaldığı bir şokun gelecek zaman koşullu varyansı σ_{t+s}^2 'ye zaman içinde giderek azalan bir etkisi olacaktır. Zaman aralığı s arttıkça bu etki yok sayılabilir bir düzeye inecektir. Bu durum modelin kısa süreli hafızasının olduğuna işaret eder. Eğer $\sum \alpha_i + \sum \beta_j \geq 1$ ise, σ_{t+s}^2 'ye olan etki aradan çok zaman geçse bile yok olmaz. Bu özelliğe literatürde *süreklilik* (persistence)

¹³⁵ Bollerslev , Tim, Robert F. Engle ve Daniel B. Nelson “ARCH Models”, Handbook of Econometrics, Oxford: Elsevier 1994, s 2989-2992

¹³⁶ Harris,Sollis,age,s.238

denmektedir. Yüksek frekanslı zaman serileri uygulamalarında koşullu varyanslar güçlü bir süreklilik gösterirler.

$\sum \alpha_i + \sum \beta_j = 1$ (veya $\alpha(L) + \beta(L) = 1$ şeklinde yazılabilir) koşulunu sağlayan GARCH modellerine entegre GARCH (integrated GARCH veya IGARCH) denir.¹³⁷ IGARCH (p,q) modelleri bir nevi volatilité için kullanılan ARIMA modelleri olarak düşünülebilir.

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha(L)\varepsilon_t^2 + \beta(L)\sigma_t^2 \quad (4.28)$$

$$v_t = \varepsilon_t^2 - \sigma_t^2 \quad (4.29)$$

olarak gösterirsek;

$$\varepsilon_t^2 = \omega + (\alpha(L) + \beta(L))\varepsilon_t^2 + \beta(L) v_t + v_t \quad (4.30)$$

hata kerelerin ARMA modelidir.

$$[1 - \alpha(L) - \beta(L)] \varepsilon_t^2 = \omega + [1 - \beta(L)]v_t \quad (4.31)$$

$\alpha(L) + \beta(L) = 1$ ise bu durum Entegre GARCH (IGARCH) modelini göstermektedir.

$$\theta(L)(1-L) \varepsilon_t^2 = \omega + [1 - \beta(L)](\varepsilon_t^2 - \sigma_t^2) \quad (4.32)$$

şeklinde gösterilebilir. (4.32 denkleminde;

$$\theta(L) = [1 - \alpha(L) - \beta(L)](1-L)^{-1} \quad (4.33)$$

ifade etmektedir.

IGARCH, hata terimlerinin karesinin koşullu varyansının fonksiyonu olarak;

$$h_t = \omega / 1 - \beta(L) + \{ 1 - \theta(L)(1-L)[1 - \beta(L)]^{-1} \} \varepsilon_t^2 \quad (4.34)$$

şeklinde yazılabilir.

¹³⁷ Engle , R. ve T. Bollerslev (1986): “Koşullu Varyansların Sürekliliğinin Modellenmesi” Econometric Reviews ,5, 1-50

IGARCH işlemine tabi tutulan bir seri kovaryans durağanlığına sahip değildir ve koşulsuz varyansı sonsuzdur. Buna karşılık IGARCH işleminde serinin koşulsuz yoğunluk dağılımı bütün t'ler için aynıdır ve böylece işlemin kati durağanlığına sahip olduğunu söyleyebiliriz.

IGARCH modeli şok etkisinin sürekli olduğu varsayımına dayandığından dolayı başarısı düşüktür. Bu süreç kısa dönem özelliklerini arzeder ve bunu göstermek için Davidson (2001) makalesinde IGARCH(0,1) modelini ele almıştır. Hata terimlerinin ısrarlılığı ve geniş hata hafızasının bir periyot için olduğu görülmektedir.¹³⁸

IGARCH modellerinin uygulamada koşulları çok ağırdır ve bu nedenle parçalı entegre edilmiş modeller geliştirilmiştir. FIGARCH, FIAPARCH, FIEGARCH modeller IGARCH modelden türetilmiş asimetrik modellerdir ve bu tez kapsamında ele alınmamıştır. Ayrıca ARCH/GARCH uygulamasına başlamadan önce seriye yapılan logaritmik fark uygulaması ile serinin durağanlığı sağlanmıştır ve tekrar IGARCH uygulamasına gerek duyulmamıştır.

Ayrıca birden fazla değişkenin belirli dönemdeki getiri volatilitelerinin etkileşimini inceleyen Multivariate (Çoklu) GARCH, doğrusal olmayan (non-linear) ARCH kısaca NARCH, zaman içerisinde değişmeyen yani sabit kalan ortalama volatiliteye geri dönüşü gösteren Asymmetric Component (asimetrik bileşen) GARCH gibi bir çok GARCH türevi model geliştirilmiştir. Bu modellerin uygulamalarına daha geniş kapsamlı ekonometrik modelleri ele alan araştırmalarda yer verilebilir. Bu çalışmada sadece volatilitayı yakalamak amaçlanmaktadır. Bu sebeple uygulama bölümünde ele alınmamıştır.

4.4.ARCH Etkisinin Sınanması, Parametre Tahmini ve Model Seçim Kriterleri

Bu başlık altında ARCH etkisinin varlığını sınamak için kullanılan ARCH-LM Testi, parametre tahmininde kullanılan Maksimum Olabilirlik Yöntemi ve bu yöntemle

¹³⁸ Michael Mc Aleer, Les Oxley, "Contributions to Financial Econometrics", Laurant and Peters, 2002, s.220

tahmin edilen modeller içinde serideki volatilitiyi yakalamada en başarılı olan model veya modelleri seçmek için kullanılan kriterler ele alınmıştır.

4.4.1.ARCH-LM Testi (Lagrange Çarpanı)

ARCH/GARCH tekniğiyle volatilité modellemesi yapılmadan önce seride ARCH etkisinin varlığı test edilmelidir.

Godfrey (1978)'in oluşturduğu Lagrange çarpanı (LM) testi, ARCH sürecinin dağılım artıklarının biçimsel testini sağlamaktadır.¹³⁹ ARCH-LM testi, Schwert ve Pagan (1990) tarafından geliştirilen değişen varyans testine yakın olup lagrange çarpanını temel almaktadır.¹⁴⁰

ARCH-LM testi zaman serilerinde otoregressif koşullu değişen varyans (ARCH) etkilerinin bulunup bulunmadığının belirlenmesine yönelik olarak geliştirilen özel test Engle (1982) tarafından geliştirilmiştir. Değişen varyansın özel bir şekli olan ARCH etkilerinin araştırılmasının nedeni, birçok finansal zaman serilerinde gözlemlenen ve ihmal edilmesi halinde tahminlerin etkinliğinin azalmasına neden olan cari hata terimi ile yakın geçmişe ait hata terimlerinin daha önceki dönemlere ait hata terimlerinden daha çok birbiri ile ilişkili olması durumunun dikkate alınması gereğidir.

ARCH-LM testi, Breush ve Pagan (1978) tarafından geliştirilen heteroscedasticity testine benzer ve lagrange çarpanı prensibine dayanan bu test, artıkların kareleri arasındaki gecikmeli ilişkilerin belirlemesi dışında, aynı zamanda bu ilişkinin gecikme yapısının belirlenmesini sağlar.¹⁴¹ Modelde ARCH etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla Engle (1982) tarafından kullanılması önerilmiştir¹⁴² Gregory ve Veall (1985) LM testinin, küçük örneklem için olabilirlik oran testi ile

¹³⁹ L.Godfrey, Testing for Multiplicativw Heteroscedasticity, Journal of Econometrics, Vol.8,1978,p.227-236

¹⁴⁰ A. Pagan ve G.W. Schwert, Alternative Models for Common Stock Volatility, Journal of Econometrics,1990, Vol.45,p.267-290

¹⁴¹ L.G.Godfrey ,”Testing Against General Autoregressivve and Moving Average Error Models when the Regressors Include Lagged Dependent Variables”,Econometrica,46,1978 s.1293-1302

¹⁴² Engle,a.g.e,1982,s.999-1000

Wald¹⁴³ testine benzer sonuçlar verdiğini, ancak büyük örneklemelerde LM testinin daha üstün olduğunu kanıtlamıştır.¹⁴⁴

LM testi şu adımlardan oluşur :

Uygun regresyon modeli EKK ile tahmin edilir, tahmin edilen modelin artıklarının kareleri bulunur. Bu değerler, bir sabit ile birlikte;

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 + v_t \quad (4.35)$$

olmak üzere, p gecikmeli değer üzerine regres edilir ve model tahmin edilir.

α_1 den α_p ye kadar olan parametrelerin genel anlamlılık testi yapılır. Bu amaçla, yardımcı regresyon modelinin çoklu belirlilik katsayısı (R^2) ile p tane verinin kayb olduğu T gözlem çarpılırsa, test istatistiği hesaplanır.

Test hipotezleri;

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

H_a : en az bir α_i sıfırdan farklı

şeklindedir.

ARCH hatalarının olmadığı sıfır hipotezi altında, Test istatistiği $(T-p)R^2$ şeklinde hesaplanır ve χ^2_p kritik değeri ile karşılaştırılır. Hesaplanan test istatistiği tablo değerinden daha büyükse H_0 hipotezi reddedilir ve ARCH etkisinin varlığı kabul edilir.¹⁴⁵

Eğer, ARCH etkisi yoksa, H_0 hipotezi reddedilemez ve $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_p = 0$ olmalıdır. Bu durumda, koşullu varyans denkleminin determinasyon katsayısı (R^2)

¹⁴³ Allan W.Gregory, Michael R.Veall, "Formulating Wald Test of Nonlinear Restrictions", Econometrica, Econometric Society, November 1985, vol. 53(6), pages 1465-68

¹⁴⁴ , Allan W.Gregory, Michael R.Veall "A Lagrange Multiplier Test of the Restrictions for a Simple Rational Expectations Model," Canadian Journal of Economics, Canadian Economics Association, February 1985 vol. 18(1), pages 94-105.

¹⁴⁵ Engle and Hendry and Trumble, "Small Sample Properties of ARCH Estimators and Tests", Canadian Journal of Economics, 1985, s 66-93

oldukça küçük çıkacağından, küçük açıklayıcı güce sahip olacaktır. Sıfır hipotezinin reddedilememesi durumunda, artıklar beyaz gürültü sürecine sahip olduğu ve homoscedastic (sabit) hata varyansı durumunun geçerli olduğu söylenir¹⁴⁶

H_0 hipotezinin reddedilmesi durumunda ARCH hatalarının olmadığı sıfır hipotezinin reddedilmesi anlamını taşır. Sıfır hipotezinin reddedilmesi artıkların beyaz gürültü sürecine sahip olmadığını veya aynı anlama gelmek üzere, en az bir ARCH parametresinin anlamlı olduğunu ifade eder. Bu durum, artıklarda ARCH etkisinin olduğunun göstergesidir. Böylece, modelin Engle tarafından tanımlanan yöntemler kullanılarak tahmin edilmesi gerekir.

ARCH-LM testinde EKK tekniğinin, h_t 'nin pozitif olmasını garanti etmemesi nedeniyle h_t 'nin pozitif olması için maksimum olabilirlik (ML) tahmininin kullanılması önerilmektedir.¹⁴⁷

4.4.2.ARCH/GARCH Modellerinin Maksimum Olabilirlik Tahmini

ARCH modelleri En Küçük Kareler Yöntemi ve Maksimum Olabilirlik Yöntemi ile tahmin edilebilmektedir. İstatistiksel olarak daha başarılı sonuçlar vermesi ve çeşitli avantajları sebebiyle Maksimum Olabilirlik yöntemi daha çok tercih edilmektedir. Ayrıca ARCH model türevlerinin seçiminde bir kriter olarak kullanılmaktadır.¹⁴⁸

En çok olabilirlik yöntemi, açıklanan değişkenin “ortak olasılık sıklık fonksiyonuna” (joint probability density function) dayanmakta ve modelin bilinmeyen parametreleri öyle bir şekilde tahmin edilmektedir ki, değişkenlerin mevcut değerlerinin gözlenme olasılığı en çoklanmaktadır. Bu yöntemle göre, modeldeki değişkenlerin matris senbollerini ile maksimize edilecek fonksiyon şu şekildedir:

¹⁴⁶ Gujarati,a.g.e.,s.437

¹⁴⁹D.A. Hsieh, “Testing for Nonlinear Dependence in Daily Foreign Exchange Rates”, Journal of Business 62(3), 1989, s339-368.

¹⁵⁰Engle a.g.e 2001,s 160

$$\ln LF(\theta) = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^n \ln|h_t| - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n u_t' h_t^{-1} u_t \quad (4.36)$$

Fonksiyon doğrusal olmayan bir yapıda olduğu için parametreler “iterativ” olarak tahmin edilmektedir.¹⁴⁹

ML tahminleri bazı avantajlara sahiptir. Bunlar: i) Ortalama ve varyans denklemindeki parametrelerin bileşik olarak tahmininin sağlar, ii) kısıtlamalarını yerine getirir, iii) Modelin kısıtlamalarına ilişkin olabilirlik oran (LR) testlerinin uygulamasına izin verir ve iv) Varyans parametreleri için ML tahmincisinin tutarlılığı, verilerin dördüncü veya daha yüksek momentlerinin varlığını gerektirmez.¹⁵⁰

Log olabilirlik fonksiyonunun tahmini, gözlenen örnekleme seçme olasılığını maksimum kılacak dağılımlı parametrelerin seçilmesi esasına dayanır. Diğer bir deyişle, anakütle ortalaması (μ) ve varyansı (σ^2) ile ilişkili olan değeri maksimum kılınmaya çalışılır. Örneklem hacmi T ile gösterilmek üzere log olabilirlik fonksiyonu:

$$\log L = -\left(\frac{T}{2}\right) \ln(2\pi) - \left(\frac{1}{2}\right) \sum_{t=1}^T \ln h_t - \left(\frac{1}{2}\right) \sum_{t=1}^T h_t (y_t - \beta x_t)^2 \quad (4.37)$$

şeklinde yazılabilir.¹⁵¹

ARCH tipi modelin tahmini ARCH(1) hata sürecini regresyon modeline;

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 (y_t - \beta x_t)^2 \quad (4.38)$$

dahil ederek parametrelere göre, α_0 , α_1 ve β ile ilişkili Log L yi maksimum kılmak için kısmi türevler alınıp sifıra eşitlenir ve çözüm değerlerine ulaşılır.¹⁵²

E-Views paket programında bu işlem için Berndt, Hall, Hall ve Hausman (BHHH) (1974) ve Marquardt olmak üzere iki iteratif algoritması yer almaktadır. Söz

¹⁴⁹ Mustafa Özçam, “Türkiyede Üç Finansal Varlığa (Kamu Kağıtları, Hisse Senetleri ve Döviz) Dayalı Fiyatlama Modeli”, Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Raporu, Ekim 2005,

¹⁵⁰ D.A.Hsieh, “Nonlinear Dynamics in Financial Markets: Evidence and Implications”, Financial Analysts Journal, July 1995, s.309

¹⁵¹ Enders, a.g.e, s.163

¹⁵² Engle a.g.e.(1982), s.990, Engle a.g.e.(1983), s.288, Engle ve Bollerslev a.g.e. (1986), s.8

konusu programda, varsayılan algoritma Marquardt'dır. Her iki algoritma da olabilirlik fonksiyonunu maksimum kılan optimum iterasyon ile sonuçlanmaktadır.

4.4.3. Model Seçiminde AIC, SC ve Log Olabilirlik Kriterleri

Modeldeki parametreler istatistiksel olarak anlamlı bulunduktan sonra en küçük AIC(Akaike) ve SC (Schwarz) kriterleri ile en büyük Log Olabilirlik (Loglikelihood) kriterine sahip olan modelin seri için en uygun olduğuna karar verilir.

$$AIC = \ln(\sigma_t^2) + 2k/n \quad (4.39)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

Burada k parametre sayısı n gözlem sayısıdır.

Küçük örneklerde de iyi sonuç verebilmesi için Akaike Bilgi Kriteri aşağıdaki halini almıştır:

$$AIC = \ln(\sigma^2) + n + k / n - k - 2 \quad (4.40)$$

Schwarz Kriteri ise aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$SC = \ln(\sigma_t^2) + k \ln(n) / n \quad (4.41)$$

Bu kriterler en uygun modeli seçmemize yardım eder. Modeller arasında minimum AIC ve SC kriterini veren model seçilmektedir. Modellere ilave edilecek yeni açıklayıcı değişkenin açıklayıcılık gücü düşük ise, AIC ve SC değerleri yükselir.¹⁵³

En küçük AIC ve SC değerine sahip model en büyük log olabilirlik değerini vermiyorsa, varyanstaki asimetrliliğin sağlanması için bir sonraki en küçük AIC ve SC değerini veren en büyük Log olabilirlik değerine sahip model tercih edilmelidir.

¹⁵³ Genceli, a.g.e, s.548

4.5.ARCH ve GARCH Modellerinde Öngörü

Serinin volatilitisini açıklayan en uygun model seçimi yapıldıktan sonra bu modelin başarısını teyit etmek için öngörü sonuçlarına bakılabilir. Öngörü şekli, dinamik ve statik öngörü olmak üzere iki ana başlıkta toplanır. Öngörü başarısının tespitinde RMSE, MAE, MAPE, MME ve TIC kriterleri kullanılmaktadır.

Öngörü modellerinin karşılaştırılmasında, başarılı bir modelin hata istatistiklerinden RMSE, MAE, MAPE, MME ve TIC istatistiklerinin mümkün olduğunca küçük olması beklenmektedir.

Simetrik hata istatistikleri, öngörülen volatilité ile gerçekleşen volatilité arasındaki farkların işaretini ve büyüklüğünü dikkate almaksızın modellerin öngörülerinin gerçekleşen değerlerle karşılaştırılmasında kullanılır. En çok kullanılan öngörü hatası istatistikleri, Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error, MAE), Ortalama Hata Karesinin Kökü (Root Mean Square Error, RMSE), Ortalama Mutlak Yüzdelik Hata (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) ve Theil Eşitsizlik Katsayısıdır (Theil İnequality Coefficient, TIC) kriterleridir. Bu kriterlerle öngörü başarısı sağlanmaktadır.¹⁵⁴

Öngörü serisi $f = T+1, T+2, \dots, T+h$ olmak üzere, gerçekleşen ve öngörülen volatilité sırasıyla σ_r ve $\hat{\sigma}_f$, öngörü yapılan tarih t , öngörü sayısı ise h olarak tanımlandığında öngörü istatistikleri;

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{h} \sum_{t=T+1}^{t+h} (\hat{\sigma}_{f,t} - \sigma_{r,t})^2} \quad (4.42)$$

$$\text{MAE} = \frac{1}{h} \sum_{t=T+1}^{T+h} \left| \hat{\sigma}_{f,t} - \sigma_{r,t} \right| \quad (4.43)$$

¹⁵⁴ Jean Thomas Bernard, Lynda Khalaf, Maral Kichian and Sebastian Mc Mahon, “Forecasting Commodity Price: GARCH, Jumps and Mean Reservation”, Bank of Canada Working Paper, April, 2006, s.6-7

$$MAPE = 100 \frac{1}{h} \sum_{t=T+1}^{T+h} \left| \frac{\hat{\sigma}_{f,t} - \sigma_{r,t}}{\sigma_{r,t}} \right| \quad (4.44)$$

$$TIC = \frac{\sqrt{\frac{1}{h} \sum_{t=T+1}^{T+h} (\hat{\sigma}_{f,t} - \sigma_{r,t})^2}}{\sqrt{\frac{1}{h} \sum_{t=T+1}^{T+h} \hat{\sigma}_{f,t}^2 + \frac{1}{h} \sum_{t=T+1}^{T+h} \sigma_{r,t}^2}} \quad (4.45)$$

olarak tanımlanmaktadır.

TIC istatistiğinde, sapma, varyans ve kovaryans bileşeni olmak üzere üç unsur bulunmaktadır. TIC istatistiğinin sapma bileşeni, öngörü ortalaması ile gerçek serinin ortalaması arasındaki uzaklığı; varyans bileşeni, öngörünün varyansı ile gerçek serinin varyansı arasındaki uzaklığı; kovaryans bileşeni ise hata ve varyanstan geri kalan sistematik olmayan öngörü hatasını göstermektedir. Her üç bileşenin toplamı 1'i vermektedir. Bir modelin öngörüsünün başarılı olabilmesi için, TIC istatistiğinin sıfıra yakın olması, kovaryans bileşeninin mümkün olduğunca büyük, sapma ve varyans bileşenlerinin ise mümkün olduğunca küçük olması gereklidir.

Hisse senedi piyasası verilerinde asimetrik fiyat hareketlerinin geçerli olması ve yatırımcıların da volatilité konusunda farklı beklentilere sahip olması nedeniyle modellerin gerçek volatilitenin üzerinde veya altında kalan öngörülerinin birbirinden farklı ağırlıklandırılması gereklidir. Bu amaçla, gerçek volatilitéyi aşan veya onun altında kalan öngörüler Ortalama Bileşik Hata (Mean Mixed Error, MME) istatistiği ile değerlendirilmektedir. Bu amaçla, gerçek volatilitenin üzerindeki öngörülere daha çok ağırlık vererek altında kalan öngörülere cezalandıran MME (U) ile gerçek volatilitenin altında kalan öngörülere daha çok ağırlık vererek üzerindeki öngörülere cezalandıran MME (O) istatistikleri hesaplanır ¹⁵⁵

¹⁵⁵ E.Balaban, "Forecasting Stock Market Volatility: Evidence from Turkey", The ISE Finance Award Series Volume: 1, International Conference in Economics at the Middle East Technical University in 1999.

$$MME(U) = \frac{1}{h} \left(\sum_{t=1}^0 \left| \hat{\sigma}_{f,t} - \sigma_{r,t} \right| + \sum_{t=1}^U \sqrt{\left| \hat{\sigma}_{f,t} - \sigma_{r,t} \right|} \right) \quad (4.46)$$

$$MME(0) = \frac{1}{h} \left(\sum_{t=1}^0 \sqrt{\left| \hat{\sigma}_{f,t} - \sigma_{r,t} \right|} + \sum_{t=1}^U \left| \hat{\sigma}_{f,t} - \sigma_{r,t} \right| \right) \quad (4.47)$$

‘ U ’ gerçekleşen volatiliteden daha düşük, ‘ O ’ ise daha yüksek öngörü sayısını göstermektedir. Modellerin öngörülerinin karşılaştırılmasında daha düşük hata istatistiğine sahip model daha başarılı olarak nitelendirilmektedir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

UYGULAMA

İMKB BANKACILIK SEKTÖR ENDEKSİ VOLATİLİTESİNİN ARCH/GARCH ve TÜREVLERİYLE MODELLENMESİ

Volatilite modellemelerine geçmeden önce serimizi oluşturan Bankacılık Sektörü ele alınmış, serinin tanımına, içeriğine ve betimleyici özelliklerine yer verilmiştir.

5.1.Bankacılık Sektörü ve Serinin Tanımı

Türk finansal sektörüne genel olarak bakıldığında, sektör 2006 yılında finansal piyasalarda yaşanan dalgalanmanın olumsuz yansımalarına rağmen büyüme eğilimini sürdürmüştür. Bankacılık sektörünün aktif büyüklüğü 2006 yılı sonu itibariyle 499,7 milyar YTL olarak gerçekleşmiştir. Bankacılık sektöründe aktif büyüklüğündeki gelişmeye bağlı olarak, personel ve şube sayısında da artış eğilimi sürmektedir. Aralık 2006 itibariyle toplam şube sayısı 7.296 olurken, sektörün istihdamı 150.793 kişiye ulaşmıştır. İlk 5 banka ve 10 banka bazında yoğunlaşmanın 2006 yılında küçük oranda da olsa azaldığı, ölçek büyüklüklerine göre değerlendirildiğinde ise büyük ölçekli bankaların sektördeki payının yükseldiği görülmektedir.

Bankacılık sektörüne ilişkin finansal sağlamlık göstergeleri, sektörün yüksek oranlı sermayeye sahip olarak yasal limitlerin oldukça üzerinde SYR (Sermaye Yeterlilik Rasyosu) ile çalıştığını ve serbest sermayesini arttırdığı görülmektedir. Karlılık göstergelerinde 2006 yılında olumlu bir seyir yaşanmıştır.¹⁵⁶ 2008 itibariyle Türkiye’de Basel II kriterlerinin uygulanmaya başlamasıyla sermaye yeterliliği, yasal limitlere yakın olacaklar.

¹⁵⁶ BDDK, Finansal Piyasalar Raporu, Mart 2007

Türkiye’de faaliyet gösteren 50 bankadan 36’sının uluslararası derecelendirme kuruluşlarından kredi notu bulunmaktadır. Kredi derecelendirme notu bulunmayan bankaların yarısından fazlası kalkınma ve yatırım bankası olup derecelendirme notu bulunmayan bankaların toplam aktifler içindeki payı %2,5’dir.

Türk finansal sektörünün en büyük bileşeni durumundaki Türk Bankacılık Sektöründe Aralık 2006 itibariyle 4’ü katılım bankası olmak üzere toplam 50 banka faaliyet göstermektedir. 2006 yılı sonu itibariyle bankacılık sektöründe faaliyet gösteren 50 bankanın 33’ü mevduat, 4’ü katılım ve 13’ü kalkınma ve yatırım bankasıdır. Mevduat bankalarının şube, personel ve ATM sayıları itibariyle payı %90’ın üzerindedir.¹⁵⁷

Türk Bankacılık Sektörünün sermaye yapısının baktığımızda Aralık 2006 aktif büyüklüklerine göre Türk Bankacılık Sektöründe “kamu” sermayesinin payı %28, “özel” sermayenin payı %36 düzeyindedir. Nisan 2007 aktif büyüklüklerine göre, Türk Bankacılık sektöründe “kamu” sermayesinin payı %26,1, “özel” sermayenin payı %34,8 düzeyindedir. Nisan 2007 itibariyle hisse devir süreci biten bankalar göz önünde tutularak ve değişen oranlarda yapılan yeni yabancı sermaye yatırımları da dikkate alınarak yapılan hesaplamalara göre, Türk bankacılık sistemindeki yabancı sermayenin oransal payı %22,1 seviyesindedir. Bu paya, yurt dışı yerleşik yatırımcılar tarafından elde tutulan hisseler (%16,9 oranında borsa payları) eklendiğinde, toplam yabancı sermaye payı %39 olmaktadır. Ayrıca, *satış süreci devam ettiği kamuoyu bilgisine sunulan Oyakbank’ın %100 ve Türkiye Finans Katılım Bankası’nın %60 yabancı sermayenin kontrolüne geçmesi halinde, yukarıda bahsedilen yabancı sermaye oransal payı %25’e yükselecektir. Bu orana borsa payları ilave edildiğinde, ”toplam yabancı sermaye” payı %41,9’ düzeyine erişebilecektir.*¹⁵⁸

Yabancı sermaye ortaklıkları ve gerçekleşen birleşmelerle, Türk Bankacılık sisteminde yer alan bankaların büyük bir bölümü Basel II için gerekli olan sermaye yeterliliğini sağladı.

¹⁵⁷ BDDK, Bankacılık Sektörü İlerleme Raporu, Aralık 2006

¹⁵⁸ Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu, Finansal Piyasalar Raporu, Mart 2007, s.34

Toplam Bankacılık Sektörünün finansal sağlamlık göstergelerine Tablo-3'te yer verilmiştir.

Tablo -3

Bankacılık Sektörünün Finansal Sağlamlık Göstergeleri

%	2005	03/06	06/06	09/06	12/06	03/07
Sermaye Yeterliliği Standart Rasyosu	23,7	23,1	18,4	20,3	22,3	22,2
Ana Sermaye/Risk Ağırlıklı Varlıklar	24,3	23,2	20,2	21,4	21,6	21,4
Serbest Sermaye/Toplam Özkaynaklar	65,7	67	63,4	65,7	72,6	73,5
Yabancı ParaNet Genel Pozisy. /Özkaynaklar	-0,2	-1,6	-1,2	0,3	0,5	-1,3
Takipteki Alacaklar/Brüt Krediler	4,8	4,5	3,8	3,8	3,8	3,9
Bireysel Krediler/Toplam Krediler	31,1	32	31,6	31,9	32,3	31,4
Kâr Eden Banka Sayısı/Toplam Banka Sayısı	45/51	41/51	35/51	39/51	41/50	44/50
KârEdenBankaların Aktifleri/ToplamAktifler	93,9	99,1	92,2	98,9	99,4	99,3
Vergi Sonrası Aktif Kârlılığı (ROA)	1,7	1,7	1,7	2,4	2,5	2,5
Vergi Sonrası Özkaynak Kârlılığı (ROE)	10,9	11,4	13,1	18,1	19,2	20,6
Proviz.Son.NetFaizGeliri/Top.BrütGelirler(1)	30,8	27,4	26	26,7	26,9	26,7
Faiz Dışı Gelirler/Faiz Dışı Giderler	52	79,4	101,8	88,6	79,3	71,1

(1)Toplam Brüt Gelirler= Faiz Gelirleri+Faiz Dışı Gelirler

Kaynak: www.bddk.org.tr/bankacilikraporu2007

Tablo-3'e bakıldığında Sermaye Yeterlilik rasyosundan sonra en önemli sağlamlılık göstergesi olan "Ana Sermaye/Risk Ağırlıklı Varlıklar" oranındaki azalma Bankacılık Sektörü için olumlu bir gelişmedir. Geçmiş yıla göre kar eden banka sayısında azalma olurken, kar eden bankaların karlılıkları büyük oranda artmıştır. Vergi sonrası aktif karlılık ve vergi sonrası özkaynak karlılığındaki artış açıkça görülmektedir. Artan kredi talepleriyle komisyon gelirlerinin arttığı, toplam gelirler

içinde faiz gelirlerinin azaldığı görülmektedir. Büyüme sonucu yeni personel alımı gerçekleşmiş ve buna bağlı maliyetlerde artış yaşanmıştır.

Basel II'ye uyum kriterlerine geçildiğinde finans kesiminin en büyük aktörü olan bankalardan kaynaklanan krizlerin yaşanma olasılığı minimum seviyeye inmesi beklenirken, diğer sektörlerde yaşanan veya ülke geneline yayılan krizlerin etkilerini bankalar için sınırlayabilmeyi ve böylece hızlı global sermaye hareketleri sebebiyle çabuk yayılan riskleri engelleyebilmesi hedeflenmektedir.

Basel günümüzde, bankaları taşıdıkları riske karşılık teminat bulundurmalarını yani yeterli sermaye sağlayan bir nevi bankaları olası risklere karşı sigorta eden bir sistem halini almıştır. Bu sayede kayıt dışı ekonomi kayıda alınması hedeflenmektedir. Böylece işletmelere özgü küçük krizlerin tüm finans sektörünü etkisi altına alması ve sermaye hareketleriyle tüm piyasalara yayılmasını engellemeye çalışılmaktadır. Piyasaların birbirine hızlı entegre olması nedeniyle, bir finansal piyasada yaşanan kriz diğer piyasaları da kısa sürede etkileyebilmektedir.

Son 20-25 yıl içinde yaşanan büyük şoklarda (krizlerde) bankacılık sistemindeki paniğin finansal sistemi etkilemesinin ardından borsalarda büyük boyutlarda kayıpların yaşanması ve hatta çöküntülere kadar devam edebileceğini söylemek mümkündür. Merkez Bankalarının varlığı ve yönlendirici etkisi ise eğer müdahale beklenen sonucu veriyor ise söz konusu çöküş zamanında engel olabilir ya da hızını kesebilir. Bu sebeple sermayenin çok hızlı dolaştığı günümüz piyasalarında FED ve ECB Başkanlarının kararları yakından takip edilmektedir.

Son yıllarda özellikle gelişmekte olan ülkelerde sermaye hareketlerinin kontrolünde sıkıntılar yaşanmaktadır. Yetersiz iç sermaye birikimi nedeniyle kısa sürede yüksek bir büyüme hedefini gerçekleştirmek için dışarıdan sermaye girişine ihtiyaç duymaktadır. Spekülatif sermayeyi ülkeye çekebilmek yüksek getirilerin olduğu bir ortamda mümkün olabilmektedir. Bu durum gelişmekte olan ülkelerin dış borç stoklarını kontrol edemez boyutlara ulaşmasına sebep olmaktadır.

Beklentilerin gerekleşmelerden daha önemli olduğu gelişmekte olan ekonomilerin menkul kıymet borsalarında ise belirsizlik daha fazla volatilitte getirmektedir.

Günümüzde, Chicago piyasasının volatilitesini günlük olarak takip etme imkanı veren, The Chicago Board Options Exchange's SPX Volatility Index, veya kısaca VIX olarak bilinen volatilitte endeksi, tüm global piyasaların takip ettiği bir veri haline gelmiştir. Bu endeks volatilitenin ölçölmesinin ve her an takip edilebilmesinin piyasalar için vazgeçilmez bir ihtiyaç olduğunun göstergesidir. Piyasa volatilitesinin bilinmesine duyulan bu ihtiyaç, VIX'in diğer piyasalara da öncölük edeceğini açıkça göstermektedir.

Bankacılık Sektör Endeksinde yeralan Banka hisse senetleri genellikle Ulusal Endekse yön verir. Banka hisse senetlerine gelen talep beraberinde İMKB endeksinde yukarı yönlü bir hareket başlatır ve lokomotif görevi görür. Diğer hisse senetleriyle beraber betası 1' yakın olan hisseler de yukarı yönlü hareket eder. Aynı zamanda bankaların hisse senetlerinde satış ağırlıklı bir görölntü endeksin aşağı yönlü bir hareket yapacağının sinyalini verir. Bunda bankaların hacim olarak büyük olmasının da etkisi vardır.

Genel olarak İMKB Bankacılık sektör endeksine dahil bankalar incelendiğinde, büyük ölçekli bankaların beta katsayılarının 1'e yakın veya üzerinde olduğu diğer taraftan küçük ve orta ölçekli bankaların piyasa hareketlerinden göreceli olarak bağımsız hareket ettiği ve bu nedenle beta katsayılarının 1'in altında seyrettiği görölmemektedir. İMKB bankacılık sektör endeksine dahil bankaların betaları aşağıdaki (4) nolu tabloda tabloda verilmiştir.

Beta yaklaşımında sistematik olmayan riskin eşitlendirmeyeyle sıfırlanacağı kabul edilmekteydi. Sistematik riskin ölçölü beta katsayısına yapılabilecek en önemli eleştiri firmaların aktif büyüklükleri, F/K oranları, borçlanma yapıları, PD/DD oranları gibi sistematik olmayan risklerinde hisse senetlerinin getirilerini etkileyebileceğidir

Bankacılık Sektöründe yer alan Bankaların 2007 yılı ilk çeyrek verilerine göre oluşturulan tabloda F/K, PD/DD oranları, Net Karın Toplam Aktif ve Özsermaye oranları yer almaktadır.

Tablo-4

Bankaların F/K, PD/DD, NK/TA, NK/ÖS Oranları ve Beta Katsayıları

Senet	F/K	F/K Orant.	PD/DD	Net Kar / Top.Aktif	Net Kar / Özsermaye	Beta Katsayısı
AKBNK	14,39	12,68	2,50	0,03	0,20	1.18
ALNTF	14,39	8,56	2,83	0,03	0,33	0.38
ASYAB	13,62	15,28	3,32	0,03	0,22	0.63
DENİZ	15,23	21,22	3,59	0,02	0,17	0.31
FINBN	8,89	8,21	3,13	0,05	0,38	0.27
FORTS	22,49	11,65	1,76	0,03	0,15	1.05
GARAN	12,70	10,01	3,02	0,03	0,30	1.39
HALKB	-	11,71	2,78	0,03	0,24	1.19
ISCTR	16,26	11,82	1,80	0,02	0,15	1.26
SKBNK	17,42	9,50	2,53	0,03	0,27	1.16
TEBNK	18,04	10,40	3,07	0,02	0,30	1.08
TEKST	39,02	11,13	1,71	0,02	0,15	1.03
TKBNK	21,56	19,86	1,76	0,05	0,09	0.6
TSKB	8,28	9,61	1,35	0,02	0,14	1.09
VAKBN	11,31	10,04	2,05	0,02	0,20	1.27
YKBNK	15,06	12,92	2,75	0,02	0,21	1.08
Sektör	15,29	11,46	2,44	0,02	0,21	0.94

Kaynak: Matriks ; Dönem: Mart 2007

Bankacılık Sektör endeksinde yer alan bankaların betalarına baktığımızda; küçük ölçekli bankaların risk seviyelerinin yüksek olması sebebiyle daha volatil olması ve beta katsayılarının yüksek olması beklenirken, büyük ölçekli bankaların hisse senedi piyasalarında özellikle yabancı takasına konu olmaları nedeniyle iniş ve çıkış trendlerinde lokomotif görevi görmeleri nedeniyle beta katsayılarının yüksek olduğu, piyasada bu bankaların hisselerine olan talebin yoğun olması nedeniyle F/K ve PD/DD oranları yüksek seyrettiği görülmüştür. Nitekim küçük ve orta ölçekli bankaların hisse senetlerinin F/K oranlarının Bankacılık Sektörü ortalaması olan 11,46 seviyesinin, PD/DD oranlarının sektör ortalaması olan 2,44 oranının altında olduğu saptanmıştır.

Tablo-4'te yeralan Fiyat / Kazanç ve Piyasa Değeri /Defter Değeri oranları hisse senetlerinin performanslarını gösteren ve değerlendirme yapılırken en çok tercih edilen rasyolardır.

İMKB tarafından 1996 yılına kadar sadece İMKB 100, mali ve sınai sektör endeksleri hesaplanıyordu. 1997 yılı başından itibaren sektör ve alt sektör endeksleri fiyat ve toplam getiri olarak hesaplanmaya başlanmıştır. İMKB Bankacılık Endeksi, İMKB Mali Sektör endeksinin alt sektörüdür. Sektörde yer alan halka açık bankaların ödenmiş sermayeleri ve takas saklama oranları Tablo-5'te verilmiştir.

Tablo-5

Halka Açık Bankaların Ödenmiş Sermayeleri ve Halka Açıklık Oranları

	Ödenmiş Sermaye (YTL)	Takas Saklama Oranı (%)
AKBANK	3.000.000.000	36.0
ALTERNATİFBANK	224.264.890	5.0
BANK ASYA	300.000.000	38.0
DENİZBANK	316.100.000	0.2
FORTİS BANK	1.000.000.000	6.0
FİNANSBANK	1.400.000.000	9.0
T. GARANTİ BANKASI	2.100.000.000	52.0
HALK BANKASI	1.250.000.000	25.0
T. İŞ BANKASI (C)	2.756.555.000	33.0
ŞEKERBANK	125.000.000	98.0
TÜRK EKONOMİ BANKASI	100.000.000	20.0
TEKSTİLBANK	300.000.000	25.0
T. KALKINMA BANKASI	160.000.000	1.0
T.S.K.B.	400.000.000	54.0
T. VAKIFLAR BANKASI	2.500.000.000	25.0
YAPI VE KREDİ BANKASI	3.149.450.000	26.0

Kaynak: www.imkb.gov.tr

2006 yılında Asya Bank, 2007 yılında Albaraka Türk'ün halka açılmasıyla katılım bankaları da İMKB Bankacılık sektör endeksine dahil olmuştur. 2007 yılında

başarıyla hakla arz olan ve endekse dahil olan Halk Bankası 1.250.000.000 YTL ödenmiş sermaye ile, %25 takas saklama oranına sahiptir.

İMKB Bankacılık Sektör Endeksi aşağıdaki formülle hesaplanır;

$$E_T = \frac{\sum P_{it} N_{it} K_{it}}{B_t} \quad (5.1)$$

E_T = endeksin t zamanındaki değeri

P_{it} = i. hisse senedinin t zamanındaki fiyatı

N_{it} = i. hisse senedinin t zamanındaki toplam sayısı

K_{it} = i. hisse senedinin t zamanındaki Takasbank saklamasında bulunan miktarının sermayeye göre tamsayıyı yuvarlanmış oranı

B_t = bölenin (düzeltilmiş baz piyasa değeri) t zamandaki değeri

Bu yöntemle hesaplanan İMKB Bankacılık Sektör Endeksi'nin hesaplanmaya başladığı tarihten itibaren günlük verileri alınmıştır. 02/01/1997-29/12/2006 tarih aralığı tahmin için kullanılmıştır. Uygun modele karar verilip tahminler yapıldıktan sonra öngörü başarısına görebilmek için 04/01/2007-01/06/2007 aralığı ele alınmıştır.

İMKB Bankacılık Sektör Endeksi, hem bankaların riskini hem de İMKB Ulusal 100 Endeksiyle korelasyonu yüksek olması sebebiyle piyasa riskini temsil eden bir veri setidir. Serinin bu yapısı volatilité modellemesinde tercih edilme sebebidir.

5.2 İMKB Bankacılık Sektör Endeksi Serisinin Analizi ve İstatistiki Çözümlemesi

Finansal getirilerin modellenmesine ilişkin iki yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan ilki “iktisadi teoriye dayalı modeller”, ikincisi ise “zaman serisi analizlerine dayalı modeller” yaklaşımıdır.¹⁵⁹

İktisadi teoriye dayalı modeller, makroekonomik değişkenler arasındaki yapısal bağımlılığı açıklamada kullanılmaktadır. Bu yaklaşımda, finansal risklerin nedeni olarak kabul edilen iktisadi değişkenler arasındaki ilişkilerdeki olası değişimler alternatif iktisadi teorilere göre modellenmektedir. Bu modeller, iktisadi değişkenler arasında uzun dönemli denge ilişkisini ifade eden durağanlığı (stationarity) göstermektedir. Finansal varlık teorisinin üzerine inşa edilen makro ekonomik yapısal modeller, (GSYİH ve enflasyon gibi) makro ekonomik verilere dayalı olarak üçer ay veya bir yıl gibi düşük frekanslı olarak tahmin edilmektedir. Bu nedenle bu modeller, uzun dönemli analizler ve öngörüler için daha uygun modellerdir.

Zaman serisi analizine dayalı modeller, finansal değişkenlere ait yüksek frekanslı verilerin kullanılmasına uygun modellerdir. Zaman serisi analizleri, finansal değişkenlerin kısa dönemli hareketlerinin belirlenmesinde ve kısa dönemli dengeye ulaşma çizgisinin analizinde kullanılmaktadır. Döviz kurları, faiz oranları ve hisse senetleri fiyatları kısa dönemde bu değişkenlere yönelik beklentilere dayalı spekülasyon akımlarıyla belirlenmektedir.

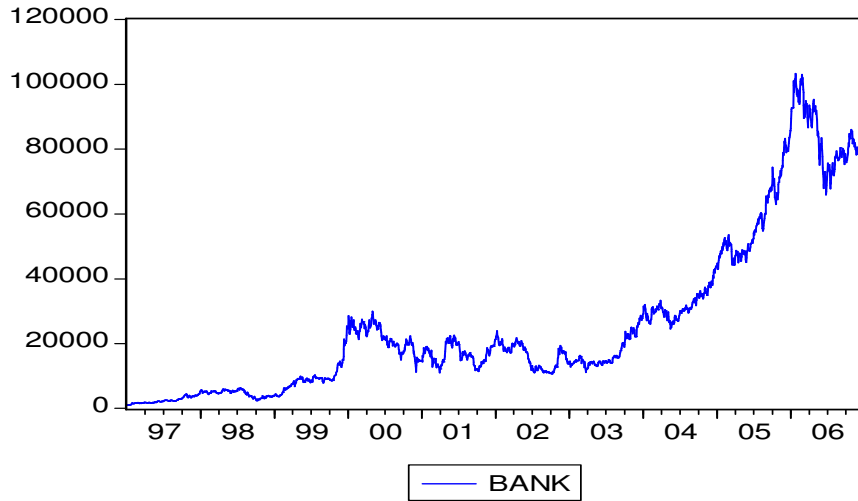
Bu çalışmada kullanılan zaman serisi analizleri finansal değişkenlerde kısa dönemde ortaya çıkan değişimlerin dikkate alındığı modellerdir.

İktisadi modellerde, iktisadi değişkenlerin düzeydeki değeri veya değişiminin birinci momenti (ortalama) modellenir ve öngörüsü gerçekleştirilir. Zaman serisi analizi yaklaşımında ise, finansal değişkenlere ait yüksek frekanslı verilerin ikinci momentinin (varyans) analizine imkan vermektedir.

¹⁵⁹ M.Ahlstedt, “Analysis of Financial Risks in a GARCH Framework”, Suomen Pankki, Bank of Finland, 1998 Helsinki, Finland.

Ekonometrik modellemede, kullanılan serinin istatistiki özelliklerinin bilinmesini gerektirmektedir. Modellemeye geçmeden önce bu yönde yapılacak bir çözümlemeyle tasarlanan modelin seriye uygun olup olmayacağı görülecektir. İMKB Bankacılık Sektör Endeksini temsilen uygulamada kısaca “BANK” ifadesinin kullanılması uygun görülmüştür ve BANK serisinin sırasıyla grafiği, betimleyici istatistikleri ve dağılımı incelenmiştir.

İMKB Bankacılık Sektör Endeksi – BANK Serisi

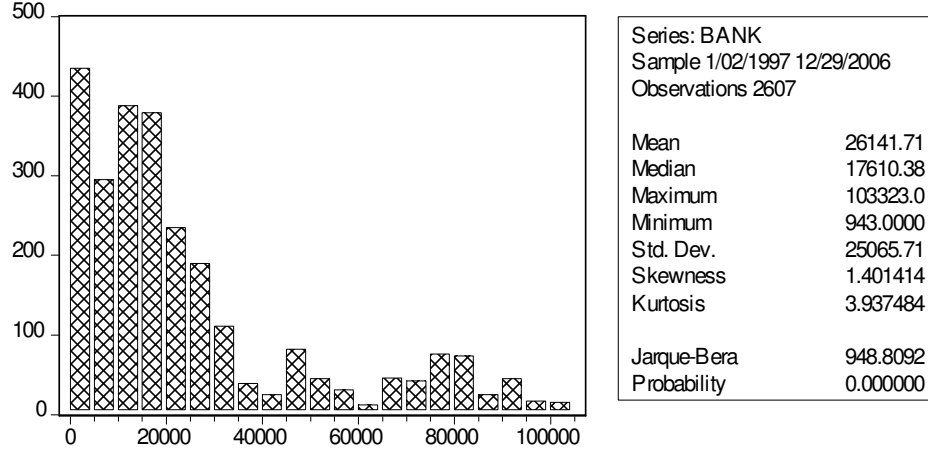


Grafik 1

BANK serinin özelliklerine baktığımızda genel olarak yukarı yönlü bir trendi olmakla beraber riskin arttığı volatil dönemlerde mevcuttur.

Volatilitenin yani genel anlamda riskin modellenmesi öncesi, modellemede kullanılacak verilerin analizi ve modellemeye uygunluğunun değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, Grafik-2’de yer alan istatistiki değerlere bakıldığında, İMKB Bankacılık Sektör Endeksine ait verilerde yüksek volatiliteler bulunmaktadır. Volatilitenin zaman içerisinde değişimi ve yüksek volatilitelerinde asimetrik etki göstermesi nedeniyle finansal zaman serileri geniş dağılımlara sahiptir. Ayrıca,

tüm dönemlere ait verilerin basıklık katsayısının normal dağılımın basıklık değerinden yüksek olması ve çarpıklık katsayılarının sıfırdan farklı olması finansal serilerin taşıdığı aşırı basıklık (kalın kuyruk) ve ekstrem değerler alabilme ve simetrik olmama (asimetri) özelliğinin bir göstergesidir.



Grafik 2

5.2.1.Ortalama ve Standart Sapma

Betimleyici istatistiklerden en çok kullanılanları aritmetik ortalama ve standart sapmadır. Birinci moment ortalama(getiri), ikinci moment değişkenliğin temel ölçüsü oynaklık (volatility) olarak da bilinen standart sapmadır. Sırasıyla;

$$\mu_1 = \bar{x} \quad (5.2)$$

$$\mu_2 = (x - \mu)^2 / n = \sigma^2 \quad (5.3)$$

şeklinde gösterilir.

2 nolu grafikte, riskin ölçüsünü veren standart sapma değeri 25065,71'dir. Bu neredeyse ortalama değeri olan 26141,71 kadardır. Bunun sebebi zaman aralığının çok geniş olmasıdır. Serinin son döneme ait verileri ile 1997'de başlayan ilk değerlerine

göre oldukça yüksektir. Serinin ortalaması (mean) 26141,71 bu rakam basit ortalama yöntemiyle bulunmuştur yani tüm gözlem değerinin toplanıp gözlem sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir ve bize serinin 10 yıllık ortalama değerini vermektedir. Standart sapmasının 25065,71 olarak bulunmasında Range önemlidir. Yani serinin minimum değeri ile maximum değeri arasında çok fark olması standart sapmasının da yüksek olmasına sebep olmaktadır. Serimizin maksimum değeri 103323, minimum değeri 943'tür. Bu değerler serinin ortalamasına oldukça uzaktır.

Serimizin tarih aralığı olan 1997-2007 arasında geçen 10 yılda finans sektörümüzün büyük kısmını oluşturan bankalarımız gelişmekle beraber sancılı dönemlerde geçirmiştir. Bir çok banka kötü yönetimleri sebebiyle fona devrolmuş, yaşanan krizlerle likidite ve kur riskine dayanamamış ve küresel sermayenin dünyaya tamamen yayılmasıyla son yıllarda dünya bankalarıyla yarışabilmeleri için sermayeleri çok yetersiz kalmıştır. Bu sebeple bankalar yabancı ortak alarak bu eksikliklerini gidermeye çalışmışlardır.

Bankacılık sektörü Merkez Bankası'nın her hareketinden doğrudan etkilenmektedirler. Günümüzde Merkez Bankalarının gücü tartışılmaz derecede önem kazanmıştır. Bu sebeple yaşanan 2000 ve 2001 krizlerinden sonra alınan önlemler son derece doğrudur ve Merkez Bankasının bağısızlaşması, kredibilitesinin artması ve piyasaya verdiği güvenle grafikten de görülebileceği gibi olumlu süreç 2006 yılının ortalarında yaşanan global piyasalardaki dalgalanmalar ve aynı döneme denk gelen Merkez Bankası Başkanı seçim sürecine kadar devam etmiştir ve arkasından tekrar toparlanma süreci başlamıştır. Dolayısıyla Merkez Bankasının stratejileri bankacılık sektörünü direk etkilerken, bu etki endekste önemli bir yeri olan ve lokomotif görevi üstlenen banka senetleri ile tüm piyasaya yayılmaktadır.

5.2.2.Çarpıklık (Skewness)

Üçüncü moment çarpıklık yada eğiklik olarak da ifade edilmektedir ve skewneess olarak bilinmektedir. Eğiklik bir parametre olup rassal değişkenin olasılık dağılımındaki asimetriyi tanımlamaktadır. Normal dağılıma sahip değişkenlerin çarpıklığı sıfırdır.

Sağa yada sola asimetrik olma; çarpıklık 3. momentle yani skewness değeriye belirlenmektedir. Genelde rassal değişken olan artıkların normal dağılması beklenir. Bunu için skewness değeri sıfır veya sıfıra yakın olması gerekir.

Çarpıklık değeri;

$$\text{Skewness (x)} = E[(x-\mu)^3] / \sigma^3 \quad (5.4)$$

şeklinde hesaplanır.

Eğikliğin varlığı koşullu ortalama ve varyansın zaman serisi özelliklerini etkileyebilmektedir. Finansal seriler genellikle çarpıklığa sahiptir. Bu sebeple basıklık ve çarpıklık koşullu varyans özellikleri üzerinde etkilidir.

Pozitif çarpıklığa sahip getiri dağılımı olan menkul kıymetlerin ortalamanın üzerinde olan gözlem sayısının ortalamanın altında olan gözlem sayısından daha fazla sayıda gerçekleştiği söylenir ve dolayısıyla daha fazla oranda tercih edilir. Yatırımcıların varyanstan kaçındıkları gibi pozitif çarpıklığı tercih etmektedirler.¹⁶⁰

BANK serisi için skewness değeri 1,40 olarak bulunmuştur. Bu durumda BANK serisi sağa asimetrik yada sağa çarpık olarak ifade edilir.

5.2.3.Basıklık (Kurtosis)

Basıklık, eğiklik (skewness) gibi bir parametre olup rassal değişkenlerin olasılık yoğunluk fonksiyonu olarak tanımlanır. Merkezden her zaman daha yüksek yani sivri olan dağılım yüksek basıklığa sahiptir ve kalın kuyrukludur.

Normal dağılıma sahip rassal değişkenin basıklığı 3'tür.

X rassal değişkenin basıklığı;

$$\text{Kurtosis (x)} = E[(x-\mu)^4] / \sigma^4 \quad (5.5)$$

¹⁶⁰ Alan Kraus, Robert H.Litzenberger,"Skewness Preference and the Valuation of Risk Assets" The Journal of Finance, Vol. 31, No. 4 (Sep., 1976), s.1085-1100

şeklinde gösterilmektedir.

BANK serisinde de görüldüğü gibi, finansal seriler, geleneksel ekonometri metotlarında varsayılanın aksine, neredeyse hiçbir zaman normal dağılmamaktadırlar.¹⁶¹

Brooks leptokurtosisi, finansal varlıkların getirilerinin dağılımlarının kalın kuyruk ve ortada aşırı sivrilik özelliği sergileme eğilimi olarak tanımlamaktadır. Eviews'ta ise, kurtosisin serinin basıklık ya da sivrililiğinin ölçüsü olduğu ifade edilmektedir. Kurtosisin her bir gözlemin ortalamadan sapmasının karesinin alınıp, bunların toplamının dördüncü üstünün toplam gözle sayısına bölünmesi ve bulunan değer de varyansın karesine bölünmesi yoluyla hesaplanmaktadır.

$$K = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{(X_i - \bar{X})^4}{\sigma^4} \quad (5.6)$$

Kurtosis ölçüsü 3'e yaklaştığında dağılım normalleşmektedir.

BANK serisi için basıklık ölçüsü 3,94 olarak bulunmuştur. Bu sonuç BANK serisinin normal dağılıma göre sivri olduğunu göstermektedir.

Kurtosis değeri 3'ten büyükse dağılım sivridir ve x'in koşulsuz dağılımı normal dağılıma göre kalın kuyrukludur. Bu durum "leptokurtik" olarak adlandırılır. Kurtosis değerinin 3'ten küçük olduğu durumlarda "platykurtik" olarak adlandırılır.¹⁶²

Leptokurtosisin yüksek bulunması sadece sivrilige değil kuyrukların kalın olduğuna da işaret etmektedir. İşte bu özellik, finansal serilerin hemen hepsinde mevcut olmasına rağmen doğrusal modeller tarafından tanımlanamamaktadır.¹⁶³

¹⁶¹ Brooks, a.g.e.2002, s.3

¹⁶² Thorsten Thadewald and Herbert Buning (2004), Jarque-Bera Test and Its Competitors for Testing Normality, Journal of Econometrics, Berlin University, Berlin, Germany

¹⁶³ Brooks, a.g.e,2002, s.437

5.2.4.Jarque-Bera Testi

Jarque-Bera istatistiği serilerin normal dağılıp dağılmadığını çarpıklık ve kurtosis ölçülerinden yararlanarak sınamaktadır.

$$JB = \frac{N - k}{6} (S^2 + \frac{1}{4} (K - 3)^2) \quad (5.7)$$

Burada S çarpıklık, K kurtosis ölçüsü, k ise seriyi oluşturmak için kullanılan tahmin edilmiş katsayıların sayısıdır. Normal dağılım Jarque-Bera istatistiği 2 serbestlik derecesiyle χ^2 biçiminde dağılmaktadır. Normal dağılım için çarpıklık sıfır, basıklık 3 olduğundan, (K-3) aşırı basıklığı göstermektedir.

Jarque-Bera testinin hipotezleri;

H₀: Hatalar normal dağılır.

H_a: Hatalar normal dağılmaz.

şeklindedir. Hesaplanan test istatistiği χ^2 tablo değeri ile karşılaştırılır.

JB test istatistiği 948,81 olarak hesaplanmıştır. 2 serbestlik dereceli %5 hata payına göre χ^2 tablo değeri 5,991'dir. H₀ hipotezi reddedilir ve BANK serisinin dağılımının normal dağılıma uymadığına karar verilir.

Aktif getirilerinin olasılık dağılımı çan eğrileri uç noktalarında (kuyruklarda) normal dağılımdan daha yüksektir. Hata ortalamadan uzaklaştıkça olasılık normal dağılımda olduğu kadar hızlı sifıra yaklaşmamaktadır. Olasılıklar normal dağılımda olduğu gibi ortada yüksek ve yoğunlaşmış olsa da %99 veya %1 gibi uç noktalarda normal dağılımdan daha fazladır. Bu tarz kalın kuyruklu (fat tail) dağılım sergilediğini gösterir. Koşullu standart sapmanın karşılığı olan standartlaştırılmış hata terimlerinin ARCH modellerinde normal dağıldığı varsayımı finansal serilerde genellikle taşıdıkları aşırı basıklık ve kalın kuyruk özelliği nedeniyle uyulmadığı görülmektedir.

Finansal veriler için çoğu parametre tahminleri sonsuz 4. moment, hatta bazıları sonsuz 2. moment gösterir. Ele alınan bir çok örnekte sivrilik daha yüksek bulunmuş ve dağılımının normale göre daha sivri olduğu görülmüştür.¹⁶⁴

Finansal serilerin taşıdığı aşırı basıklık ve kalın kuyruklu özellikleri nedeniyle, ARCH modellerinin varsayımlarından koşullu standart sapmaların ($v_t = u_t / \sigma_t$) normal dağıldığı varsayımı genellikle ihlal edilmektedir. Koşullu standart sapmanın örneklemdaki karşılığı olan standartlaştırılmış hata terimlerinin ($\hat{v}_t = \hat{u}_t / \hat{\sigma}_t$), ARCH modellerinde normal dağıldığı varsayımının ihlali, en yüksek olabilirlik tahmini parametre tahminlerini etkilememesine rağmen, standart hataların hesaplanmasında hatalı sonuçlar vermesine neden olmaktadır.

Finansal verilerdeki aşırı basıklık ve kalın kuyruk özellikleri nedeniyle hata terimlerinin koşullu dağılımında normal dağılımın yerine Student-t ve Genelleştirilmiş Hata Dağılımı (Generalized Error Distribution - GED) kullanılmaktadır. Student-t dağılımı, normal dağılıma benzer şekilde simetrik bir dağılımdır. GED ise, finansal verilerdeki asimetri özelliklerini dikkate alan Nelson (1991) tarafından geliştirilmiştir. Nelson (1991), EGARCH modelinin GED özelliğini gösterdiğini varsaymaktadır.

Literatüre baktığımızda; Palm ve Vlaar (1997) Bollerslev v.d.(1992) kalın kuyruk dağılımını oluşturdukları GARCH modelleriyle yaptıkları çalışmalarda bu modellerin normal dağılım varsayımıyla işleyen modellerden daha iyi öngörü performansına sahip olduklarını göstermişlerdir. Christoffersen ve Jacobs (2004) getiri dağılımlarının negatif yönde asimetrik olduğu varsayımıyla geliştirdikleri asimetrik GARCH modelinin diğer modellere göre üstün performansa sahip olduğunu göstermiştir. Bekaert ve Wu (2000) ise getirilerle volatilité arasında negatif bir korelasyon olduğunu ileri sürerek finansal zaman serilerinin çarpık dağılıma sahip olduklarını öne sürmüştür. Guermat ve Harris (2002) ABD, İngiltere ve Japonya hisse senedi piyasalarının verilerini kullanarak yaptıkları GARCH modellerinin karşılaştırılmasına yönelik çalışma sonucunda, Student's-t dağılımlı GARCH

¹⁶⁴ Francis X. Diebold, Marc Nerlove, "The Dynamic of Exchange Rate Volatility: A Multivariate Latent Factor ARCH Model", Journal of Applied Econometrics, Vol.4, No.1, Jan-Mar 1989, s.5-6

modelinin en iyi öngörü performansına sahip olduğunu göstermiştir. Giot ve Laurent (2003a) farklı GARCH modellerinin hisse senedi getiri öngörüsü performansını karşılaştırdıkları çalışmalarında çarpık (skewed) Student's-t dağılımlı A-PARCH modelinin en etkin performansa sahip olduğunu göstermiştir. Giot ve Laurent (2003b) benzer metodoloji ile altı farklı ticari malın fiyatının öngörüsüne yönelik yaptıkları testlerde ise basit normal dağılımlı GARCH modelinin dahi iyi performans sergilediğini ortaya koymuşlardır.¹⁶⁵

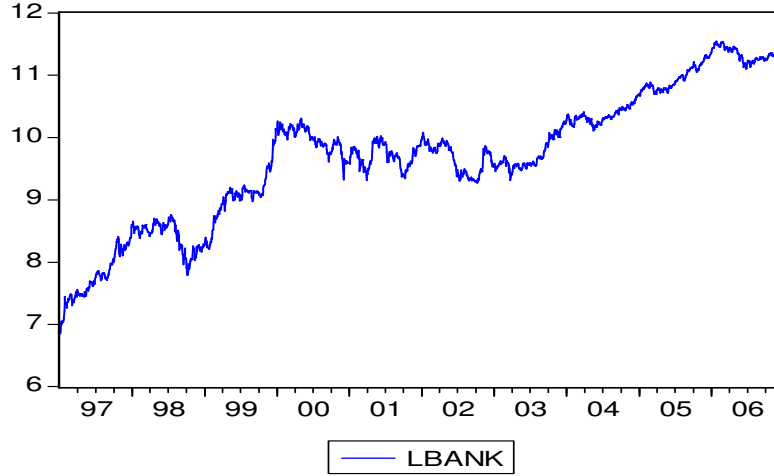
Asimetri etkisini taşıyan EGARCH, TARCH, APARCH modellerinin uygulamalarında normal dağılım dışında Student-t ve GED dağılımları kullanılarak tahminler yapılmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır.

Zaman serilerinin karakteristik özellikleri sebebiyle genellikle logaritmik dönüşüme ihtiyaç duyarlar. Dalgalanmaların gerçek boyutunu görebilmemiz logaritmik seride mümkün olabilmektedir. Çünkü endeks değeri 50.000 'lerdeyken 1.000 puanlık düşüşle, 5.000 'li değerlerdeyken 1.000 puan düşmesi aynı değildir. Bu oransal değişimi en iyi logaritmik veride görebiliriz. Böylece logaritmik dönüşüm yapılan seriye baktığımızda şokların ve krizlerin derinliğini ve etkisini daha iyi görebiliriz. 2000 ve 2001 krizlerinden sonra bankacılık alanında yapılan düzenlemeler ve yeni bankacılık yapılanması ve BDDK denetimiyle sistem şeffaflaşmış ve bankaların karları düşse dahi yapıları güçlenmiş ve büyüme süreçleri devam etmiştir. Global piyasalara hakim olan olumlu havanın bu sürece pozitif etkisi seriye bakıldığında açıkça görülmektedir.

Logaritmik veri değişim yüzdesel olarak yansıttığı için, logaritmik veriyle çalışmak zaman serileri için düzey veriden daha başarılı sonuçlar vermektedir. Bu durum BANK serisinin logaritması alındıktan sonra elde ettiğimiz LBANK serisinin grafiğinden ve betimleyici istatistiklerinden de anlaşılmaktadır.

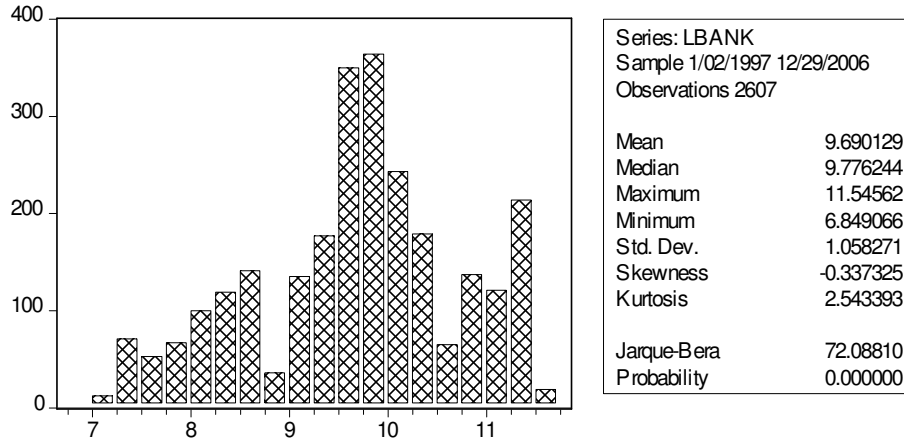
¹⁶⁵ Atilla Çifter, Alper Özün, Sait Yılmaz, Beklenen Kuyruk Kaybı ve Genelleştirilmiş Pareto Dağılımı ile Riske Maruz Değer Öngörüsü: Faiz Oranları Üzerine Bir Uygulama, Türk Bankalar Birliği Dergisi, sayı 60, Mart 2007, İstanbul

Log İMKB Bankacılık Sektör Endeksi – LBANK Serisi



Grafik 3

LBANK Serisinin Betimleyici İstatistiklerine baktığımızda;



Grafik 4

Logaritması alındıktan sonra standart sapmasının (=1,058) ne kadar küçüldüğü açıkça görülmektedir.. Düzey veride ortalama ile sapmanın oranı ile logaritma alındıktan sonraki değişim kıyaslandığında daha net görülebilir.

LBANK serisinin skewness değeri (-0,33) sıfıra, kurtosis değeri (2,54) 3'e yaklaştı. Bu durum serinin sivrilik ortadan kalktığını ve sağ kuyruğun önemli bir ölçüde kısaldığını göstermektedir. Jarque-Bera test istatistiği ise oldukça küçülmüştür. LBANK serisi normal dağılmasa bile BANK serisinin logaritmik dönüşümden sonra normal dağılıma yaklaştığı açıkça görülmektedir.

Düzyeride veride ortalama ile varyans birbirine çok yakınken logaritması alındığında aralarında daha anlamlı bir seviye olduğu görülmektedir. Betimleyici istatistik sonuçlarından da anlaşılabilceği gibi logaritmik dönüşüm seriyi ideal özelliklere yaklaştırmıştır.

Ayrıca serinin logaritmik grafiğine baktığımızda artan trendinin olduğu ve yığılıma sahip olduğu görülmektedir. Bir çok finansal zaman serisi gibi ele aldığımız serinin durağan olmama olasılığı yüksektir. Zaman serilerinin durağan olmaması durumunda, trend içerecektir. Trend yukarı yada aşağı yönlü kalıcı hareketlerdir. Trend sebebiyle zaman serilerinin kullanılacağı öngörüleme ve regresyon denklemlerinde sahte regresyon benzeri durumlar ortaya çıkabilmektedir. Zaman serileri, stokastik ya da deterministik trend içermektedirler. Ancak seri üzerinde uzun dönemdeki bir trendin varlığı ile düzensiz modellerde zaman içinde ortaya çıkan ve bir müddet sonra kayıp olan trendler birbirinden farklıdır. Deterministik trend, oldukça uzun bir dönemde ortaya çıkan ve yükseliş ve alçalış zikzakları arasında belli bir dönemdeki eğilimi ifade etmektedir. Zaman serisi içerisinde trendin bütünü ile kestirilebilir oluşu deterministik trende işaret etmektedir.

$$Y_t = \alpha + \beta_t + \varepsilon \quad (5.8)$$

Söz konusu denklem bize durağan olmayan bir zaman serisi içerisindeki deterministik trendi tarif etmektedir. Eğer rassal yürüyüş (random walk) modelini¹⁶⁶ ifade edecek olursak,

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon \quad (5.9)$$

¹⁶⁶ G. Mankiw,,Matthew Shappiro, Trends, "Random Walks and Tests of the Permenant Income Hypothesis", Journal of Monetary Economics, 16, 1985, s.1-15

Stokastik bir trendi ifade etmiş oluruz. Yine stokastik ve deterministik trendle birlikte gösterimi de mümkündür.¹⁶⁷ Random Walk başlangıç değerine yani sabit değer ve deterministik trend ya da zaman değişkeni ile ifade edilirse;

$$Y_t = \alpha + \beta_t + Y_{t-1} + \varepsilon \quad (5.10)$$

şeklinde gösterilir.

Ayrıca söz konusu denklemde yer alan sabit terimde, zaman serileri belli bir başlangıç değerine sahip olması gerektiğinden ve bu sabit değerinin anlamsızda olsa denkleme dahil edilmemesi durumunda durağan olmama durumuyla karşılaşılabilceğinden regresyon denklemine dahil edilmelidir.¹⁶⁸

Nelson Plosser testi ile trend tipi belirlenir. Testin hipotezleri aşağıdaki gibidir.

Ho: DSP stokastik trend (fark durağan süreç)

Ha: TSP deterministik trend (trend durağan süreç)

Zaman serisine yapılacak doğrusal trend ilavesi ile yani trendsizleştirme (trendten arındırma) sonucunda eğer zaman serisi durağan hale geliyorsa bu zaman serisinin deterministik bir trende sahip olduğunu, eğer doğrusal bir trend ilavesi zaman serisini durağan hale getirmiyorsa bu durumda fark alınarak zaman serisi durağan hale getirileceğinden stokastik bir trend geçerlidir.¹⁶⁹ Stokastik trend sadece fark alarak giderilebilir.

Finansal zaman serisi uygulamalarının bir çoğunda serinin logaritmik farkıyla çalışıldığı görülmektedir. Bu dönüşümün asıl sebebi stokastik trendden yani birim kökten arındırmak ve düzey verideki değişimleri logaritmik formda oransal olarak görebilmektir.

¹⁶⁷ Wojciech W Charemza, Derek F. Deadman, “New Directions in Econometric Practice”, Elgar, UK, 1997, s 84-95

¹⁶⁸ Philip Hans Franses, “Time Series Models for Business and Economic Forecasting”, Cambridge University Press, UK, 1998, s 80-90

¹⁶⁹ Walter Enders, “ Applied Econometric Time Series”, John Wiley and Sons, UK, 1995, s. 155-195

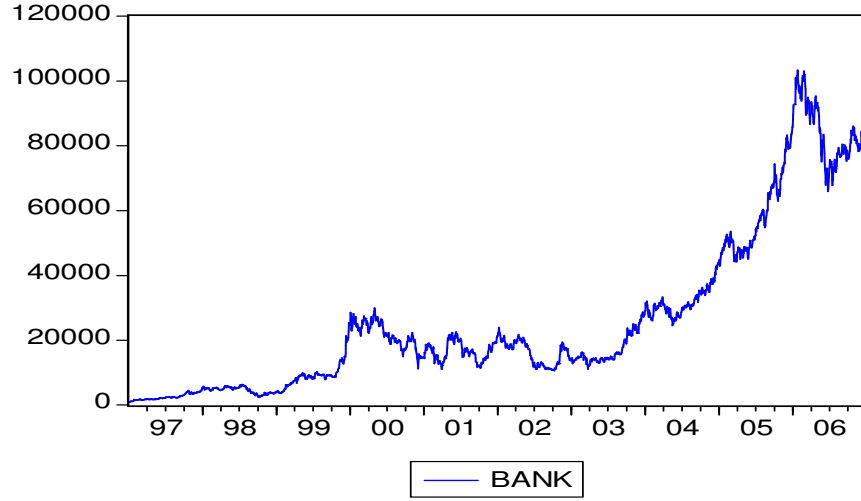
5.3. İMKB Bankacılık Sektör Endeks Riskinin ARCH ve GARCH Model Tahminleri

İMKB Bankacılık Sektör Endeksinin 02/01/1997-29/12/2006 dönemine ait günlük kapanış değerlerinden oluşan zaman serisi alınmış bu veriler, modellerin tahmini ve parametrelerinin hesaplanması amacıyla kullanılmıştır. 04/01/2007-01/06/2007 dönemine ait veriler ise tahmin edilen modellerin volatilité öngörülerinin gerçekleşen volatilité ile karşılaştırılması ve modellerin öngörü performanslarının değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır.

İMKB Bankacılık Sektör Endeksindeki değişim, piyasaların ilgili dönemdeki gelişmelere ve endeksin içinde yeralan bankaların anında tepki vermesi ve yatırımcıların geleceğe yönelik beklentilerine göre pozisyon almaları nedeniyle günlük değişimleri gösteren verilerde yüksek risk, dalgalanma veya volatilité olarak karşımıza çıkmaktadır Kasım 2000 ve Şubat 2001 krizlerinin ve Mayıs 2006'da yaşanan trübölans gibi belli dönemlerde piyasadaki volatilitéyi özellikle Bankacılık Sektöründeki risk ve beraberinde keskin dalgalanmaların etkileri görülebilmektedir.

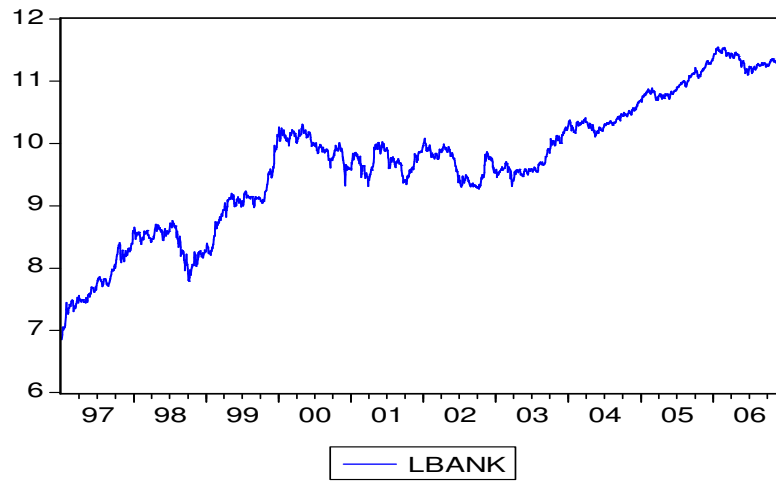
Grafik 1 ve Grafik 3'te BANK ve LBANK serilerinin grafikleri incelendiğinde, volatilité hareketlerinin genellikle birbirini takip ettiği, diğer bir ifadeyle, endekste ki yüksek dalgalanmaları yüksek dalgalanmaların, düşük dalgalanmaları ise yine düşük dalgalanmaların takip ettiği görölmektedir. Volatilité kümelenmesi olarak nitelendirilen bu durum, incelenen dönemin tamamında özellikle de kriz dönemlerinde belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

İMKB Bankacılık Sektör Endeksi – BANK Serisi



Grafik 1

Log İMKB Bankacılık Sektör Endeksi – LBANK Serisi



Grafik 3

Özellikle Grafik 1 ve 3'ü karşılaştırdığımızda, kriz dönemlerinde gözlemlenen yüksek volatilité sırasında, yüksek miktarlı piyasa hareketlerini aynı yönde olmasa dahi yine yüksek miktarlı piyasa hareketlerinin takip ettiği, nispeten istikrarlı dönemlerde ise

düşük volatiliteye bağlı piyasa hareketlerini yine küçük miktartlı hareketlerin takip ettiği söylenebilir. Hisse senedi piyasasında yaşanan bu hareketler, birçok finansal değişkene ait zaman serilerindekine benzer şekilde, İMKB piyasalarında volatilitte kümelenmesinin mevcut olduğunu göstermektedir.

İMKB Bankacılık sektörüne ait günlük değişkenlik ele alınmış ve serinin analizinde, verilerde otokorelasyon ve ARCH etkilerinin mevcut olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, verilerdeki volatilitenin modellenmesinde otoregressif koşullu değişen varyans modellerinin (ARCH) kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Bu bölümde serinin farkını almadan düzey veriyle ARCH/GARCH modelleri denenmiştir fakat model düzgün görünse dahi hata terimlerinin sorunları giderilememiş ve sonuçların yanıltıcı olduğu tespit edilmiştir. Çünkü ARCH/GARCH modellerini uygulayabilmenin birinci aşaması koşulu ortalama modelinin doğru kurulmasıdır. Serinin ARMA sürecine uygun olmadığı tüm denemeler sonucunda tespit edilmiş ve sürecin kurulan ARIMA modeli ile tam olarak açıklanması ile koşulu ortalama modeline karar verilmiştir. Bu sebeple ilk aşamada logaritmik düzey veriyle çalışmaya geçilememiştir ve öncelikle serinin durağanlığı sağlanmıştır.

5.3.1. LBANK Serisinin Durağanlık Analizi

Finansal değişkenler genellikle zaman içerisinde yükselme eğilimi taşıması nedeniyle bu değişkenlere ait seriler durağan seriler değildir. Serilerin durağan hale getirilebilmesi için fark alma şeklinde dönüşümler yapılmaktadır. Verilerin analizi amacıyla, LBANK serisinin birim kök taşıyıp taşımadığının belirlenmesi amacıyla, logaritmik düzeydeki endeks verilerine birim kök testi uygulanmıştır. Augmented Dickey Fuller (ADF) testi sonucunda, İMKB Bankacılık Sektör endeksine ait serinin düzeyde durağan (stationary) olmadığı, birinci mertebeden farkının alınması ile serinin durağan hale geldiği, diğer bir ifadeyle serinin birinci sıra (mertebeden) $I(1)$ durağan olduğu bulunmuştur. Bu bilgiye göre, İMKB piyasasının etkinliğinin düşük olduğu söylenebilir.

Düzey veri BANK serisinin logaritmasını alarak elde edilen LBANK serisinin durağanlığı hakkında bilgi sahibi olmak için öncelikle serinin örnek otokorelasyon fonksiyonuna bakılır. Otokorelasyon fonksiyonu stokastik sürecin karakteristiklerini ortaya çıkarmak için kullanılan büyüklüklerden biridir. k gecikme sayısını göstermek üzere, k 'nin fonksiyonu olarak elde edilen otokorelasyon katsayıları ACF'yi oluşturur. Örnek otokorelasyon katsayıları bulunduğundan sonra bu değerlerin k ile grafiği örnek otokorelasyon fonksiyonu veya korelogram olarak adlandırılır.

Hata terimleri arasında görülen otokorelasyon özelliğinin LBANK serisinde bulunup bulunmadığının belirlenmesi amacıyla 24 gecikmeli değere kadar otokorelasyon fonksiyonu (ACF) ile kısmi otokorelasyon fonksiyonlarını (PACF) veren korelogramlardan yararlanılmıştır. LBANK serisinin korelogramı aşağıdaki gibidir.

Tablo-6

LBANK Serisinin Korelogramı

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
*****	*****	1	0.998	0.998	2597.8 0.000
*****		2	0.995	0.000	5184.4 0.000
*****		3	0.993	0.003	7760.1 0.000
*****		4	0.991	0.014	10325. 0.000
*****		5	0.989	0.012	12880. 0.000
*****		6	0.986	0.001	15424. 0.000
*****		7	0.984	0.001	17958. 0.000
*****		8	0.982	-0.001	20482. 0.000
*****		9	0.980	0.001	22996. 0.000
*****		10	0.978	-0.001	25500. 0.000
*****		11	0.976	-0.015	27993. 0.000
*****		12	0.973	0.005	30476. 0.000
*****		13	0.971	-0.006	32949. 0.000
*****		14	0.969	-0.002	35411. 0.000
*****		15	0.967	-0.003	37863. 0.000
*****		16	0.964	0.020	40304. 0.000
*****		17	0.962	0.015	42737. 0.000
*****		18	0.960	0.028	45161. 0.000
*****		19	0.958	-0.019	47575. 0.000
*****		20	0.956	0.005	49980. 0.000
*****		21	0.955	0.000	52377. 0.000
*****		22	0.952	-0.012	54764. 0.000
*****		23	0.950	0.003	57141. 0.000
*****		24	0.948	-0.010	59510. 0.000

LBANK serisinin korelogramına baktığımızda, otokorelasyon katsayılarının çok yavaş bir hızla azaldığı ve sıfırı kesmediği görülmektedir. Bu da serileri yaratan sürecin durağan olmadığını hakkında ön bilgi vermektedir.

Serinin durağan bir yapıya sahip olup olmadığını sınamak için Dickey-Fuller (1979) tarafından geliştirilen ADF testi uygulanmıştır.¹⁷⁰

Test hipotezleri;

$H_0: \rho = 0$ seri durağan değil (birim kök var)

$H_a: \rho < 0$ seri durağandır (birim kök yok)

Otokorelasyonu kaldıran ve minimum Akaike ve Schwarz kriterlerini sağlayan gecikme uzunluğunun 18 olduğu saptanmıştır.

Tablo-7

LBANK serisi Unit Root Test İstatistiği

LBANK serisi	Test Statistic	MacKinnon %5 kritik değeri	AIC	SC
ADF(18)	-2.559232	-3.4142	-3.953129	-3.90559

ADF test istatistiği %5 anlamlılık seviyesinde tablo değerinden daha az negatif olduğundan LBANK serisinde birim kökün varlığı reddedilememiştir.

LBANK serisinin farkı alınarak elde edilen DLBANK serisinde birim kökün olup olmadığı sınanmıştır.¹⁷¹

$DLBANK_t = \log(BANK_t) - \log(BANK_{t-1})$ şeklinde elde edilir.

¹⁷⁰ Ek-1 Tablo-23, s.190

¹⁷¹ Ek-2 Tablo-24, s.191

Uygun gecikme uzunluğu minimum AIC ve SC kriterine göre 17 bulunmuştur.

Tablo-8

DLBANK serisi Unit Root Test İstatistiği

DLBANK serisi	Test Statistic	MacKinnon %5 kritik değeri	AIC	SC
ADF(17)	-11.56782	-2.8632	-3.951911	-3.908899

ADF test istatistiği %5 anlamlılık seviyesinde tablo değerinden daha fazla negatif olduğundan DLBANK serisinde birin kökün varlığı reddedilir ve serinin durağan olduğu $DLBANK \approx I(0)$ ve $LBANK \approx I(1)$ şeklinde gösterilir.

LBANK serisinin durağanlık koşulunu sağlamadan ARCH/GARCH modellemeleri yapılmış ve bu modellerin durağanlık koşullarının yeterli olup olmadığı serimiz için kontrol edilmiştir. ARCH modelleri uygulamasının ilk koşulu ortalama denkleminde saf hata terimi elde edilememektedir. Hiçbir AR, MA ve ARMA süreci hataların saf hata terimi özelliğini sağlayamamıştır. Yapılan tüm denemelerde ARMA süreçleri başarılı olamamıştır. ARIMA(2,1,1) modelinin ifade ettiği sürecin seri için uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple Logaritmik fark serisi DLBANK için uygun olan ARMA(2,1) süreci uygulanmış ve elde edilen kalıntılarla ARCH/GARCH ve türevleri modelize edilmiştir.

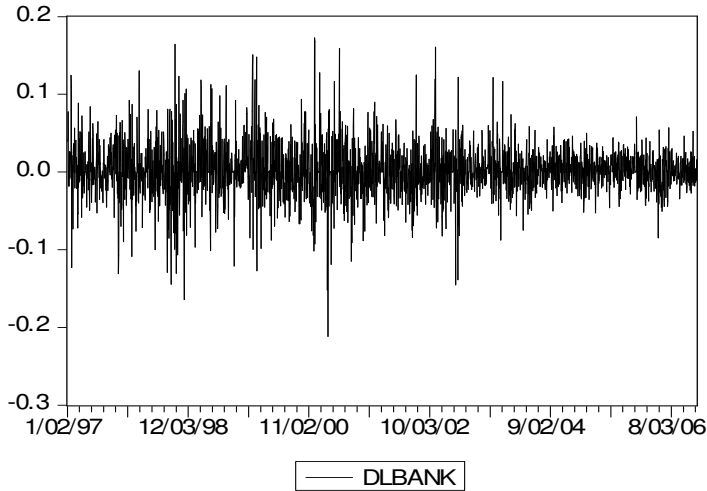
Fark almadan önceki logaritmik serimiz olan LBANK içinse bir çok süreç denenmiş ve hepsiyle tahmin edilen ARCH/GARCH teknikleri anlamlı sonuçlar vermiş olsa dahi hataların grafiğine bakıldığında durağan olmadığı ve sürecin aslında gerçek değil sahte regresyona sahip olduğu görülmüştür. Son çare olarak LBANK serisinin farkı alınarak DLBANK serisiyle modellemeler yapılmış ve başarılı sonuçlara ulaşılmıştır.

ARCH/GARCH tahminlerinden elde edilen hata grafiklerine bakıldığında hataların durağan olmadığı, sıfır ortalama etrafında dağılmadığı ve stokastik trende sahip olduğu açıkça görülmektedir. Serinin farkını almadan yapılan tahminlerde hataların grafiği de seriyle benzer görüntü izlemektedir. Ortalamaya dönme eğilimi olmayan ve belirli şoklar hariç sürekli yukarı yönlü trende sahiptir. Bu sebeple LBANK serisinin ARIMA (2,1,1) süreci ile yada diğer bir söyleyişle LBANK serisinin farkı olan DLBANK serisinin ARMA(2,1) süreciyle tahminler yapılmıştır.

Dolayısıyla ARCH/GARCH tahminlerinde durağanlık kısıtlarının kontrolü önemli olup sonuçların güvenilirliği için asıl önemli olan ortalama denkleminin doğru kurulması ve buradan elde edilen hataların WN özelliğine sahip olmasıdır.

Çalışmanın devamında DLBANK serisi kullanılacaktır. Dolayısıyla yapılacak modellerde serinin volatilitesi değil serinin değişiminin (farkının) volatilitesi modellenecektir.

Logaritmik Farkı Alınmış BANK Serisi – DLBANK



Grafik-5

DLBANK serisinin grafiğine baktığımızda birim kökün olmadığı ve serinin durağan olduğu açıkça görülmektedir ve bir önceki bölümde bahsettiğimiz stokastik

trend ortadan kalkmıştır. Yukarı grafikte sıfır ortalama etrafında salındığı ve trende sahip olmadığı görülmektedir.

Modelin sağ tarafına otoregressif ve hareketli ortalama (ARMA) terimlerinin bağımsız değişken olarak eklenmesi ile modelin hata terimlerindeki otokorelasyon ve ortalamaya dönmeme sorununun ortadan kalktığı görülmüştür. ARCH modellerinin koşullu ortalama denklemlerinde AR ve MA değişkenlerinin yer alması ile modellerin hata terimlerindeki sorunlar ortadan kalktığı belirlenmiştir.

ARMA(2,1) modeli minimum AIC ve SC kriterlerini sağladığı, parametrelerin ve modelin genel olarak %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu, artıkların korelogramında otokorelasyonsuz oldukları görülmüş ve en uygun ortalama modeli olarak seçilmiştir.

Logaritmik farkı alınan serinin seçilen uygun koşullu ortalama modeli aşağıdaki gibidir;

$$DLBANK_t = \alpha_0 + \beta_1 DLBANK_{t-1} + \beta_2 DLBANK_{t-2} + \phi_1 \mu_{t-1} + \varepsilon_t \text{ ve}$$

$$DLBANK_t = 0.001685 - 0.800249 DLBANK_{t-1} + 0.055513 DLBANK_{t-2} + 0.831256 \mu_{t-1}$$

$$\text{sh} \quad (0.000694) \quad (0.103994) \quad (0.020372) \quad (0.102583)$$

$$t \quad (2.428922) \quad (-7.695143) \quad (2.724927) \quad (8.103235)$$

şeklinde tahmin edilmiştir.

ARMA(2,1) tahmin sonucunda tüm parametreler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca modelin genel anlamlılığını sınavan F testine göre model istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.¹⁷²

DLBANK serisinin yapısına uygun olan ARMA(2,1) modelinin artıklarının ARCH etkisine sahip olup olmadığı sınavacaktır.

¹⁷² Ek-1: Tablo-25, s. 192

5.3.2.ARCH-LM Testi

Volatilite modellerinden ARCH ailesine ait modellerin finansal verilerin modellenmesinde kullanılabilmesi için, öncelikle verilerde otoregresif koşullu değişen varyans (ARCH) etkilerinin bulunup bulunmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla gerçekleştirilen ARCH LM testinde günlük getiri verilerinde otoregresif koşullu değişen varyans etkilerinin bulunduğu belirlenmiştir.

ARCH etkisinin varlığını ortaya koyabilmek için seçilen koşullu ortalama modelinden elde edilen artıklarla oluşturulan yardımcı regresyon denklemi ;

$$h_t = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \hat{\alpha}_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \hat{\alpha}_p \varepsilon_{t-p}^2 + v \quad (5.11)$$

şeklinde tahmin edilmektedir. ARCH-LM testine göre, yardımcı regresyondan elde edilen R^2 ile (T-p) serbestlik derecesi ile çarpılarak hesaplanan değer, χ^2_p kritik değerinden büyük olması hata terimlerinin ARCH etkisinde olduğunu gösterir.

Test hipotezleri ise;

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

“ H_a = en az bir α_i sıfırdan farklıdır” şeklindedir.

DLBANK serisi için uygun olduğu belirlenen ARMA (2,1) modeli artıklarına ARCH-LM testi uygulanarak artıklarda sabit varyans varsayımının geçerli olup olmadığı test edilmiştir.

DLBANK serisi için uygun olduğu belirlenen ARMA (2,1) ‘e göre;

Tablo-9

DLBANK Serisi ARCH-LM Test İstatistikleri

ARCH-LM	χ^2 p tablo değeri	(T-p)R² test istatistiği
ARCH(1)	162.2520	162.8458
ARCH(2)	104.0094	192.8310
ARCH(3)	70.0495	194.7214
ARCH(4)	52.7954	195.6709
ARCH(5)	47.3698	217.5344

Tabloda verilen test istatistikleri χ^2 tablo değerlerinden daha büyüktür. H_0 hipotezi reddedilmiştir ve modelden elde edilen artıklarda güçlü bir ARCH etkisi olduğu görülür. Böylece ileriki modellemelerde, bu etkiyi yansıtan GARCH modellerinin uygulanmasına imkan tanımıştır.

Bir sonraki aşamada değişen varyansı en iyi şekilde modelize edecek koşullu değişen varyans modeli belirlenmeye çalışılmıştır. İMKB Bankacılık sektör endeksindeki volatilitenin modellenmesi ve öngörülmesi sırasında, serimizdeki volatilité kümelenmesi, asimetri ve kaldıraç etkilerini dikkate alan GARCH türevi modeller de kullanılmıştır. Asimetri etkisini dikkate almayan klasik ARCH ve GARCH modellerinin yanında asimetrinin modellenmesine dönük olarak geliştirilen EGARCH, TARARCH ve Asimetrik PARARCH modellerinden yararlanılmıştır.

5.3.3.ARCH(1) Modelinin Tahmini

ARCH(1) çözümlemesinde ilk önce ortalama modelimiz olarak belirlediğimiz ARMA(2,1) modeli tahmin edilmiş ve bu süreçten elde edilen artıklarla ARCH(1) modeli test edilmiştir.

ARMA(2,1)-ARCH(1) modeli

$$h_t = 0.000853 + 0.243726 \varepsilon_{t-1}^2$$

$$sh \quad (1.88.10^{-5}) \quad (0.022825)$$

$$(45.43377) \quad (10.67791)$$

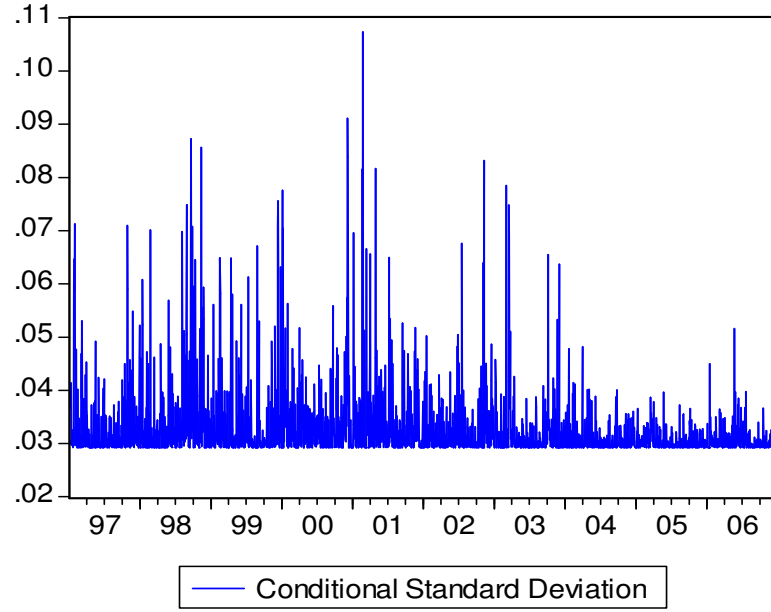
olarak tahmin edilmiştir.

h_t hata terimlerinin varyansını göstermektedir. Koşullu varyans denklemindeki h_t koşullu ortalama modelinden elde edilen artıkların standartlaştırılmış halidir.

Koşullu varyans modelinde sabit terim ve ARCH parametrelerinin %5 hata payı ile istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve her iki parametrenin negatif olmama koşulunu sağladığı görülmektedir.¹⁷³ Riskten kaçınan her yatırımcı için ARCH parametresinin sıfırdan büyük bir değer alması da beklenir çünkü sıfırdan küçük çıkması, yatırımcının artan riske rağmen daha az getiriye kabul ettiğini ifade edecektir ki bu, istatistiki açıdan anlamlı olabilse dahi, finans kuramı açısından anlamsızdır.

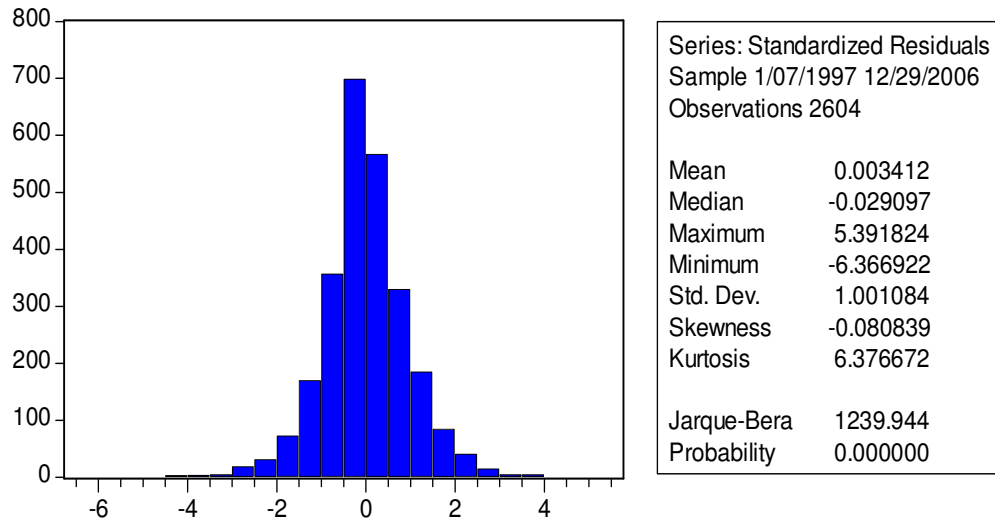
Koşullu ortalama modelinin parametrelerinin de %5 anlamlılık düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Ayrıca ARCH parametresinin 1'den küçük olması durağanlık koşulunun da sağlandığını göstermektedir.

¹⁷³ Ek-1: Tablo-26, s. 193



Grafik-6

Grafik 6’da ARCH(1) modelinden elde edilen standardize edilmiş kalıntıların standart sapmaları görülmektedir ve bu duruma koşullu varyans denilmektedir.



Grafik-7

Basıklık $\alpha_4 > 3 = 6,37 > 3$; Eğiklik $\alpha_3 < 0 = -0,08 < 0$

Yukarıdaki verilere bakıldığında Jarque-Bera test sonuçlarına göre modelin kalıntılarının normal dağılıma uymadığı, sola asimetrik olduğu ve leptokurtik özellik sergilediği görülmektedir.

5.3.4.GARCH(1,1) Modelinin Tahmini

ARCH modellerinin genişletilmiş halini ifade eden ve Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen GARCH modelleri, koşullu varyansın hata teriminin gecikmeli değerlerine ilave olarak, kendi gecikmeli değerlerine de bağlı olduğu volatilité modeli olduğunu belirtmiştik.

GARCH(1,1) modelinin tahmini aşağıdaki gibidir.

$$h_t = 8.7106 + 0.057059 \varepsilon_{t-1}^2 + 0.936093 h_{t-1}$$

$$sh \ (1.79.10^{-06}) \ (0.003911) \ (0.003970)$$

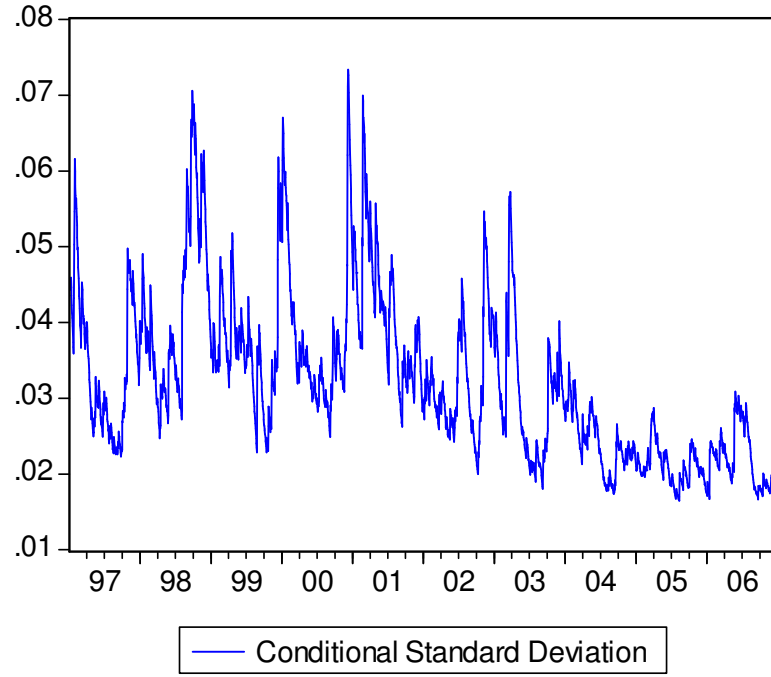
$$(4.863985) \ (14.58790) \ (235.7885)$$

Koşullu varyans eşitliği üç temel etkene bağlıdır. İlki α_0 , yani sabit veya ortalamadır. ε_{t-1}^2 olarak gösterilen değişken, bir önceki şoka neden olan haberin bir diğer ifadeyle bir önceki dönemdeki hata karelerinin parametre tahmini veya ARCH terimidir. Üçüncü etken h_{t-1} ise, bir önceki dönemin varyansı veya diğer bir ifadeyle GARCH terimidir.

GARCH(1,1) modelinin tahmin sonuçları incelendiğinde koşullu varyansın belirlenmesinde yer alan sabit terim, ARCH terimi ve GARCH teriminin %5 hata payı ile anlamlı oldukları, varyans parametrelerinin negatif olmama koşulunu sağladıkları görülmektedir. Koşullu ortalama modelinin parametrelerinin de %5 anlamlılık düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir.¹⁷⁴ Ayrıca ARCH ve GARCH parametrelerinin toplamının 1'den küçük olması durağanlık koşulunun da sağlandığını

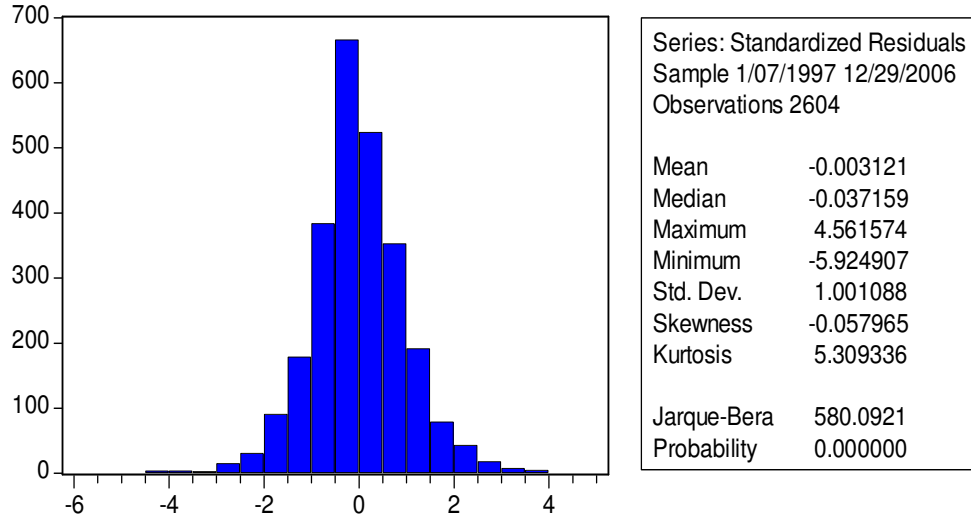
¹⁷⁴ Ek-1: Tablo-27, s. 194

göstermektedir. Bu da volatilitenin çok büyük olmadığını göstergesidir. Şokun etkisi çok uzun sürmemektedir.



Grafik-8

Grafik-8’de GARCH(1,1) modelinden elde edilen standardize edilmiş kalıntıların standart sapmaları görülmektedir. GARCH(1,1) koşullu varyans denkleminde elde edilen artıkların saf hata terimi özelliğine sahip olup olmadığının belirlenmesi için standartlaştırılmış artıkların korelogramları incelenir.



Grafik-9

Basıklık $\alpha_4 > 3 = 5,30 > 3$; Eğiklik $\alpha_3 < 0 = -0,05 < 0$

Yukarıdaki verilere bakıldığında Jarque-Bera test sonuçlarına göre modelin kalıntılarının normal dağılıma uymadığı, sola asimetrik olduğu ve leptokurtik özellik sergilediği görülmektedir.

GARCH(1,1)-Gauss tahmininden elde edilen hata terimlerinin 12 gecikmeli korelogramlarına Tabla-10'da yer almaktadır ve prabability değerlerine bakıldığında ardışık bağımlılığın reddedildiği yani otokorelasyonun olmadığı görülmüştür.

Tablo-10

GARCH(1,1)-Gauss Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı

Autocorrelation			Partial Correlation			AC	PAC	Q-Stat	Prob	
						1	0.022	0.022	1.2462	
						2	0.008	0.007	1.3969	
						3	0.002	0.001	1.4055	
						4	-0.018	-0.018	2.2606	0.133
						5	0.008	0.009	2.4174	0.299
						6	-0.012	-0.012	2.7960	0.424
						7	0.000	0.001	2.7960	0.593
						8	0.014	0.014	3.2946	0.655
						9	0.009	0.008	3.4861	0.746
						10	0.020	0.019	4.5806	0.711
						11	-0.012	-0.013	4.9576	0.762
						12	0.044	0.045	10.065	0.345

GARCH(1,1) normal dağılıma göre yapılan tahmin dışında student-t ve GED dağılımlarıyla da tahmin yapılmıştır. Tahminlerden elde edilen kalıntıların saf hata terimi özelliğine sahip olup olmadığı kontrol edilmiştir.

GARCH(1,1)-GED tahmini;

$$h_t = 1.39.10^{-05} + 0.072371 \varepsilon_{t-1}^2 + 0.917216 h_{t-1}$$

$$sh \ (4,61.10^{-06}) \ (0,010368) \ (0,010872)$$

$$(3,003599) \ (6,980318) \ (84,36627)$$

$$\text{Log olabilirlik: } 5482,611 \quad \text{AIC : } -4,2047 \text{SC: } -4,1867$$

ve bu tahminden elde edilen artıkların 12 gecikmeli korelogramı;

Tablo-11**GARCH(1,1)-GED Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı**

Autocorrelation			Partial Correlation			AC	PAC	Q-Stat	Prob	
						1	0.054	0.054	7.5982	
						2	0.019	0.016	8.5156	
						3	-0.004	-0.006	8.5546	
						4	-0.011	-0.011	8.8670	0.003
						5	0.001	0.003	8.8719	0.012
						6	-0.004	-0.004	8.9189	0.030
						7	-0.007	-0.007	9.0409	0.060
						8	0.020	0.021	10.077	0.073
						9	0.003	0.001	10.103	0.120
						10	0.024	0.023	11.618	0.114
						11	-0.013	-0.016	12.078	0.148
						12	0.046	0.047	17.624	0.040

şeklindedir. Probability değerlerine bakılarak %5 hata payına göre artıkların otokorelayonlu olduğuna karar verilir.

GARCH(1,1)-Student-t tahmini;

$$h_t = 1.52 \cdot 10^{-05} + 0.083467 \varepsilon_{t-1}^2 + 0.908722 h_{t-1}$$

$$sh \quad (4,76 \cdot 10^{-06}) \quad (0,012335) \quad (0,011725)$$

$$(3,196733) \quad (6,766543) \quad (77,50154)$$

$$\text{Log olabilirlik: } 5474,513 \quad \text{AIC : } -4,1985 \text{ SC: } -4,1805$$

ve GARCH(1,1)- student t tahmininden elde edilen hata terimlerinin 12 gecikme uzunluklu korelogramı aşağıdadır ve otokorelasyonun varlığı açıkça görülmektedir:

Tablo-12**GARCH(1,1)-t Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı**

Autocorrelation			Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob	
					1	0.047	0.047	5.6777	
					2	0.042	0.040	10.337	
					3	0.004	-0.000	10.373	
					4	0.006	0.004	10.460	0.001
					5	0.004	0.004	10.510	0.005
					6	0.007	0.006	10.621	0.014
					7	-0.007	-0.008	10.755	0.029
					8	0.026	0.026	12.473	0.029
					9	-0.001	-0.002	12.474	0.052
					10	0.027	0.025	14.330	0.046
					11	-0.015	-0.017	14.914	0.061
					12	0.049	0.048	21.133	0.012

Student-t ve GED dağılımından elde edilen hataların otokorelasyonlu olmaları sebebiyle GARCH(1,1) normal dağılımı en uygun GARCH(1,1) modeli olarak tercih edilmiştir. Eğer GED ve Student-t dağılımlarından elde edilen artıklar da normal(gauss) dağılımından elde edilen artıklar gibi otokorelasyonsuz olsaydı, üç dağılım içinde en büyük log olabilirlik değerini veren ve en küçük AIC ve SC değerini veren GARCH(1,1) modeli tercih edilecekti.

5.3.5.TARCH(1,1) Modelinin Tahmini

Bu modelde, iyi haberlerin ve kötü haberlerin koşullu varyans üzerindeki etkileri farklı olarak ele alınmaktadır. Piyasalarda yeterli derinliğin sağlanamamış olmasının etkisiyle, bu asimetri kendisini düşüş trendlerinde daha yoğun olarak hissettirmektedir. GARCH modeli, hata varyansındaki asimetriyi açıklamada yetersiz kaldığı için TARCH modeli geliştirilmiştir.

TARCH modellerinde koşullu varyans denklemindeki parametrelerin anlamlılığının yanı sıra asimetritliği ifade eden γ parametresinin de pozitif olup olmaması önemlidir.

$$h_t = 9.33.10^{-6} + 0.050966 \varepsilon_{t-1}^2 + 0.014878 d_{t-1} + 0.934402 h_{t-1}$$

$$sh \quad (1.86.10^{-06}) \quad (0.004807) \quad (0.007548) \quad (0.004050)$$

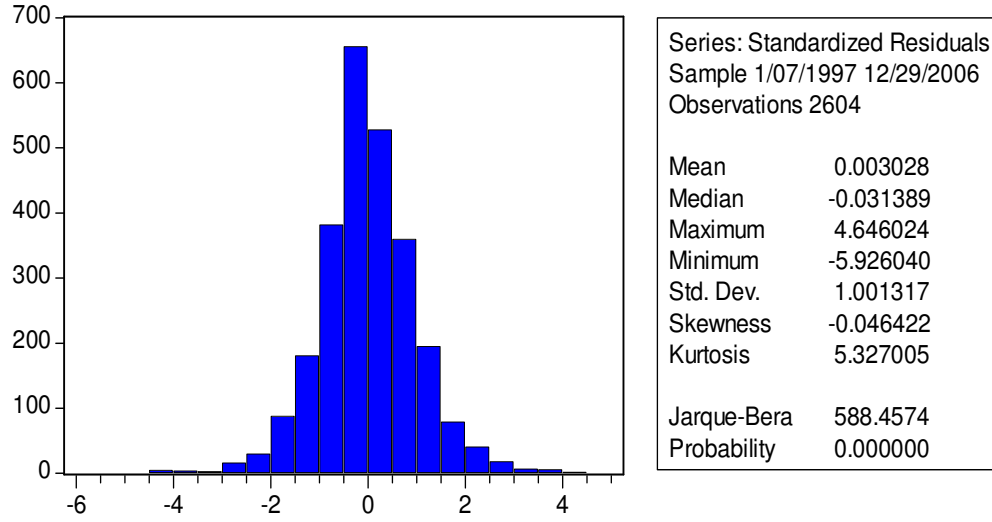
$$(5.021180) \quad (10.60264) \quad (1.971081) \quad (230.7449)$$

TARCH(1,1) modelinin test sonuçlarına bakıldığında ortalama denklemi parametreleri, sabit terim, ARCH parametresi, GARCH parametresi ve asimetritliği temsil eden γ parametrelerinin %5 hata payı ile istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir. Ayrıca koşullu ortalama denkleminin parametreleri de %5 hata payı ile istatistiksel olarak anlamlıdır.¹⁷⁵

Modelde kaldıraç etkisini ifade eden γ parametresinin pozitif olduğu görülmektedir. γ parametresinin pozitif olması kaldıraç etkisinin bulunduğunu ve olumsuz beklentilerin daha fazla volatiliteye sahip olduğunu göstermektedir.

TARCH(1,1) koşullu varyans denkleminde elde edilen artıkların betimleyici istatistikleri Grafik-10'da verilmiştir.

¹⁷⁵ Ek-1: Tablo-28, s. 195



Grafik 10

Standartlaştırılmış artıklara baktığımızda skewness (basıklık) gittikçe sıfıra yaklaşmaktadır. Ayrıca diğer tahminlere göre kurtosis değerinin 3'e yaklaştığı da görülmektedir. Serimiz halen tam anlamıyla normal dağılıma uygun olmasa da normal dağılıma yaklaştığı söylenebilir.

Tablo-13

TARCH(1,1)-Gauss Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı

Autocorrelation		Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
				1	0.023	0.023	1.3311
				2	0.006	0.006	1.4398
				3	0.001	0.001	1.4453
				4	-0.017	-0.017	2.2153
				5	0.007	0.008	2.3447
				6	-0.011	-0.011	2.6772
				7	0.002	0.002	2.6843
				8	0.013	0.013	3.1396
				9	0.008	0.008	3.3105
				10	0.020	0.019	4.3491
				11	-0.012	-0.013	4.7247
				12	0.044	0.045	9.7960

TARCH(1,1) modelinden elde edilen standartlaştırılmış artıkların korelogramı incelendiğinde bütün Q istatistiklerinin χ^2 kritik değerinden büyük olduğu dolayısıyla artıklarda otokorelasyon olmadığına ve standartlaştırılmış artıkların saf hata terimi özelliğine sahip olduğu sonucuna varılır.

TARCH(1,1)-GED dağılımıyla yapılan tahmin sonuçları aşağıdadır;

$$h_t = 1.54 \cdot 10^{-5} + 0.059022 \varepsilon_{t-1}^2 + 0.035118 d_{t-1} + 0.913092 h_{t-1}$$

$$sh \ (4,84 \cdot 10^{-06}) \ (0,011375) \ (0,017534) \ (0,011320)$$

$$(3,174713) \ (5,188811) \ (2,002903) \ (80,65868)$$

$$\text{Log-olabilirlik: } 5485,010 \quad \text{AIC: } -4,2058 \quad \text{SC: } 4,1855$$

TARCH(1,1)-GED tahmininden elde edilen arartıkların korelogramı;

Tablo-14

TARCH(1,1)-GED Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı

Autocorrelation			Partial Correlation			AC	PAC	Q-Stat	Prob
						1 0.058	0.058	8.6875	
						2 0.017	0.014	9.4485	
						3 -0.005	-0.007	9.5124	
						4 -0.008	-0.008	9.6970	0.002
						5 0.000	0.001	9.6970	0.008
						6 -0.003	-0.003	9.7153	0.021
						7 -0.004	-0.004	9.7559	0.045
						8 0.019	0.019	10.692	0.058
						9 0.002	0.000	10.704	0.098
						10 0.024	0.023	12.152	0.096
						11 -0.013	-0.015	12.573	0.127
						12 0.046	0.047	18.084	0.034

TARCH(1,1)-Student-t dağılımıyla yapılan tahmin sonuçları aşağıdadır;

$$h_t = 1.64.10^{-5} + 0.067621 \varepsilon_{t-1}^2 + 0.037678 d_{t-1} + 0.905779 h_{t-1}$$

$$sh \quad (4,93.10^{-06}) \quad (0,012914) \quad (0,018020) \quad (0,012005)$$

$$(3,324548) \quad (5,236347) \quad (2,090852) \quad (75,45183)$$

$$\text{Log-olabilirlik: } 5476,951 \quad \text{AIC: } -4,1996 \quad \text{SC: } 4,1793$$

TARCH(1,1)-Student-t tahmininden elde edilen artıkların korelogramı;

Tablo-15

TARCH(1,1)-t Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı

						AC	PAC	Q-Stat	Prob	
Autocorrelation			Partial Correlation							
						1	0.050	0.050	6.4640	
						2	0.041	0.038	10.765	
						3	0.002	-0.002	10.776	
						4	0.008	0.006	10.942	0.001
						5	0.003	0.002	10.963	0.004
						6	0.007	0.006	11.098	0.011
						7	-0.004	-0.005	11.147	0.025
						8	0.024	0.024	12.662	0.027
						9	-0.001	-0.003	12.667	0.049
						10	0.026	0.024	14.377	0.045
						11	-0.014	-0.017	14.910	0.061
						12	0.048	0.047	20.944	0.013

TARCH(1,1) GED ve Student t dağılımından elde edilen artıkların otokorelasyonlu oldukları görülmüştür.

Asimetrik model olduğu için normal dağılım dışında Student's-t ve GED dağılımları ile de modellemeler yapılmış. TARCH(1,1)-GED tahmininde ortalama denklemindeki iki parametre istatistiksel olarak %5 hata payı ile anlamsız bulunmuştur.

Ayrıca tahminden elde edilen artıkların saf hata terimi özelliği taşımadığı görülmüştür. TARARCH(1,1)-Student-t dağılımında parametrelerin tamamı anlamlı bulunmuştur fakat elde edilen standartlaştırılmış artıkların otokorelasyonlu oldukları görülmüştür ve TARARCH(1,1) normal modelinin asimetriyi en iyi modellediğine karar verilmiştir.

5.3.6. EGARCH(1,1) Modelini Tahmini

EGARCH modeli logaritmik formdadır ve bu sebeple parametreler üzerinde bir kısıt yoktur. EGARCH modeli uygulamasında parametrelerin anlamlılığı ve asimetrisi temsil eden γ parametresinin negatifliği incelenecektir. Negatif olması durumunda, negatif volatilitenin koşullu varyans üzerinde daha etkin olduğu sonucuna varılacaktır.

EGARCH(1,1) modeli tahmin edilmiş ve modelin asimetri katsayısı γ sıfıra yakın bulunmuştur.

$$\text{Log}(h_t) = -0.134604 + 0.992261 \log(h_t) + 0.109829 \left| \varepsilon_{t-1} / \sqrt{h_{t-1}} \right| + 0.002426 \varepsilon_{t-1} / \sqrt{h_{t-1}}$$

$$\begin{array}{cccc} \text{sh} & (0.014381) & (0.005943) & (0.004600) & (0.001868) \\ & (-9.360107) & (18.48058) & (0.527282) & (531.0549) \end{array}$$

EGARCH(1,1) modelinde negatif olması beklenen $\varepsilon_{t-1} / \sqrt{h_{t-1}}$ değişkenine ait parametre pozitifdir ve %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamsızdır.¹⁷⁶

EGARCH modeli normal(gauss), student-t ve GED dağılımlarının tamamında parametre %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Modellemelerin tamamında EGARCH modeliyle açıklanabilecek asimetri etkisi söz konusu değildir.

Bu sebeple EGARCH modelinin serideki volatilitiyi ve asimetriyi modelize edemediği sonucuna varılır.

¹⁷⁶ Ek-1: Tablo- 29, s. 196

5.3.7.PARCH(1,1) ve APARCH(1,1) Modellerinin Tahmini

GARCH türevi olan PARCH modelinde, varyans yerine standart sapma modellenmektedir. Bu modelde standart sapmanın üs parametresi olan σ modele empoze edilmek yerine model içerisinde tahmin edilebilmektedir. Ayrıca, modele (düzeyine kadar olan asimetrisinin modellenmesi için γ asimetri parametresi eklenebilmektedir ve böylece PARCH modeli APARCH modeline dönüşmektedir.

APARCH modeli, Simetrik PARCH modelinde, δ kuvvet parametresi $\delta = 0$ ve asimetri parametresi olan γ tüm i değerleri için $\gamma_i = 0$ olduğunda GARCH modeline dönüşmektedir.

PARCH modeli tahmini aşağıda yer almaktadır.

$$h_t = 0,000169 + 0,051463 (|\varepsilon_{t-1}| - (-0,047582) \varepsilon_{t-1}) + 0,95705 h_{t-1}$$

$$\text{sh}(0,000493) \quad (0,039619) \quad (0,018153) \quad (0,037330)$$

$$(3,759053) \quad (24,91133) \quad (-2,717253) \quad (-25,25553)$$

PARCH(1,1) modelinde γ parametresi hariç tüm parametreler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. γ parametresi hem negatif değere sahiptir hem de istatistiksel olarak anlamsızdır.¹⁷⁷ Bu da simetrik PARCH modelinin IMKB Bankacılık Sektör Endeks serinin riskinin modellenmesinde yeterli olmadığını gösterir. Negatif değere sahip olması sebebiyle finansal açıdan, hesaplanan test istatistiğine göre istatistiksel açıdan anlamsız bulunan γ parametresini modelden çıkardığımızda model klasik GARCH mdeline dönüşmektedir.

PARCH yöntemi asimetrik etkinin modellenmesi için geliştirilmiş ve APARCH tekniği literatürde çok geniş kullanım alanı bulmuştur. APARCH modelinde asimetri parametresi olan γ sıfır ise asimetrik etki yoktur. Asimetrik PARCH ile modelleme yapabilmemiz için γ nın sıfırdan farklı ve istatistiksel olarak anlamlı olması gerekir.

¹⁷⁷ Ek-1: Tablo-30, s. 197

Serimiz için APARCH yöntemi denenmiş ve γ dahil tüm parametreler anlamlı bulunmuştur.

APARCH(1,1) modeli;

$$h_t^\delta = \alpha_0 + \alpha_1 (|\varepsilon_{t-1}| - \gamma \varepsilon_{t-1})^\delta + \beta h_{t-1}^\delta$$

olarak ifade edilmekteydi.

APARCH(1,1)-gauss modelinin tahmini;

$$h_t^{2,430589} = 1,96.10^{-06} + 0,049619 (|\varepsilon_{t-1}| - 0,070583 \varepsilon_{t-1})^{2,430589} + 0,931885 h_{t-1}^{2,430589}$$

$$\text{sh } (1.46.10^{-06}) \quad (0.005532) \quad (0.029428) \quad (0.004479) \quad (0.201051)$$

$$(1.344911) \quad (8.969336) \quad (2.398480) \quad (208.0752) \quad (12.08939)$$

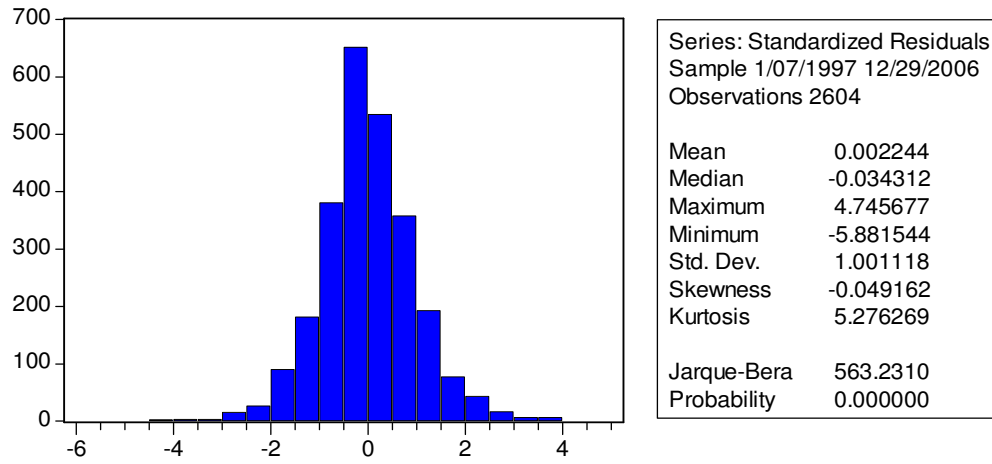
şeklindedir.

Kuvvet parametresi $\delta = 2.430589$ olarak tahmin edilmiş ve kaldıraç etkisi parametresi

$\gamma = 0,070583$ olarak tahmin edilmiştir. $-1 < \gamma < 1$ kısıtını sağlamıştır. Kuvvet parametresi $\delta > 0$ koşulu sağlanmıştır.

Sabit katsayı hariç tüm parametreler %5 hata payı ile istatistiksel olarak anlamlıdır.¹⁷⁸ Koşullu ortalama modeli parametreleri de istatistiksel olarak anlamlılıklarını korumaktadırlar.

¹⁷⁸ Ek-1: Tablo-31, s. 198



Grafik-11

APARCH (1,1) tahmininden elde edilen standartlaştırılmış hata terimlerinin skewness değeri yani eğiklik $\alpha_3 = -0,049162 < 0$ olması normal dağılıma göre biraz eğik olduğunu gösterir ama sifıra yakın olması normal dağılıma yakın olduğunu ifade eder. Kurtosis değeri $\alpha_4 = 5,276269 > 3$ bu duru serinin sivri olduğunu gösterir. Bu değer 3'e yaklaştıkça normal dağılım görüntüsüne yaklaşıacaktır.

Tablo-16

APARCH(1,1)-Gauss Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı

Autocorrelation			Partial Correlation			AC	PAC	Q-Stat	Prob	
						1	0.023	0.023	1.3350	
						2	0.007	0.006	1.4570	
						3	0.001	0.001	1.4598	
						4	-0.017	-0.017	2.2204	0.136
						5	0.007	0.007	2.3385	0.311
						6	-0.010	-0.011	2.6217	0.454
						7	0.001	0.002	2.6270	0.622
						8	0.013	0.013	3.0999	0.685
						9	0.008	0.008	3.2748	0.774
						10	0.019	0.018	4.1757	0.759
						11	-0.012	-0.013	4.5550	0.804
						12	0.044	0.044	9.5098	0.392

APARCH(1,1) modelinden elde edilen standartlaştırılmış artıkların korelogramı incelendiğinde bütün Q istatistiklerinin χ^2 kritik değerinden büyük olduğu dolayısıyla artıklarda otokorelasyon olmadığına ve standartlaştırılmış artıkların saf hata terimi özelliğine sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

APARCH modeli Gauss dışında GED ve Student-t dağılımlarıyla da tahmin edilmiştir ve elde edilen artıkları otokorelasyonlu yani saf hata terimi olmadığı görülmüştür. Sadece normal dağılımdan elde edilen artıklarda otokorelasyon yoktur.

APARCH(1,1)-GED tahmini;

$$h_t^{2,117598} = 1,04 \cdot 10^{-05} + 0,074703 (|\varepsilon_{t-1}| - 0,111843 \varepsilon_{t-1})^{2,117598} + 0,910206 h_{t-1}^{2,117598}$$

$$\text{sh } (1,23 \cdot 10^{-05}) \quad (0,013664) \quad (0,054628) \quad (0,012072) \quad (0,319608)$$

$$(0,847215) \quad (5,467226) \quad (2,047373) \quad (75,39802) \quad (6,625606)$$

$$\text{Log-olabilirlik: } 5485,974 \quad \text{AIC: } -4,2058 \quad \text{SC: } -4,1832$$

Sabit terim hariç tüm parametreler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Koşullu ortalama modelindeki parametrelerin %5 hata payı ile istatistiksel olarak anlamlılıklarını koruyamadıkları görülmüştür. Ayrıca aşağıda APARCH(1,1)-GED tahminlerinden elde edilen artıkların 12 gecikmeli korelogramları yer almaktadır ve probability değerlerinden otokorelasyonun varlığının reddedilemediği görülmektedir.

Tablo-17**APARCH(1,1)-GED Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı**

Autocorrelation			Partial Correlation			AC	PAC	Q-Stat	Prob	
						1	0.057	0.057	8.4613	
						2	0.028	0.025	10.528	
						3	-0.008	-0.011	10.715	
						4	-0.000	0.000	10.715	0.001
						5	-0.003	-0.002	10.732	0.005
						6	0.003	0.003	10.757	0.013
						7	-0.006	-0.007	10.867	0.028
						8	0.023	0.024	12.259	0.031
						9	-0.000	-0.003	12.259	0.056
						10	0.025	0.024	13.929	0.052
						11	-0.014	-0.016	14.439	0.071
						12	0.048	0.048	20.395	0.016

APARCH(1,1)-Student-t tahmini;

$$h_t^{2,039805} = 1,37 \cdot 10^{-05} + 0,081879 (|\varepsilon_{t-1}| - 0,117821 \varepsilon_{t-1})^{2,039805} + 0,908004 h_{t-1}^{2,039805}$$

$$\text{sh} (1,57 \cdot 10^{-05}) \quad (0,015241) \quad (0,052491) \quad (0,011912) \quad (0,310554)$$

$$(0,874312) \quad (5,372124) \quad (2,244599) \quad (76,22796) \quad (6,568273)$$

$$\text{Log-olabilirlik: } 5476,182 \quad \text{AIC: } -4,1982 \quad \text{SC: } -4,1757$$

Bu modelde de sabit terim hariç tüm parametreler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Koşullu ortalama parametrelerinin istatistiksel anlamlılıklarını koruyamadıkları görülmektedir. Ayrıca Student-t dağılımıyla yapılan APARCH(1,1) modeli tahmininden elde edilen artıkların saf hata terimi özelliğine sahip olmadığı görülmüştür.

Aşağıda APARCH(1,1)-Student-t tahminlerinden elde edilen artıkların 12 gecikmeli korelogramları yer almaktadır ve artıkların saf hata terimi özelliği taşıyamadığı otokorelasyonlu olduğu görülmektedir.

Tablo-18

APARCH(1,1)-t Modeli Tahmin Hatalarının Korelogramı

Autocorrelation			Partial Correlation			AC	PAC	Q-Stat	Prob	
						1	0.048	0.048	5.9815	
						2	0.015	0.013	6.5989	
						3	-0.004	-0.006	6.6467	
						4	-0.010	-0.009	6.8836	0.009
						5	0.001	0.002	6.8888	0.032
						6	-0.004	-0.004	6.9306	0.074
						7	-0.003	-0.002	6.9470	0.139
						8	0.017	0.017	7.6789	0.175
						9	0.003	0.001	7.6999	0.261
						10	0.021	0.020	8.8090	0.267
						11	-0.011	-0.013	9.1507	0.330
						12	0.044	0.045	14.225	0.115

Gauss, GED ve Student-t dağılımlarına göre tahmin edilen modeller arasında APARCH(1,1) tahminleri içinde parametre anlamlılığı ve artıkların özellikleri bakımından en uygun modelin APARCH(1,1)-Gauss olduğuna karar verilmiştir. Eğer üç dağılımın tahmin sonuçlarından anlamlı parametreler ve otokorelasyonsuz hata terimleri elde edilmiş olunsaydı, model seçimi için en büyük log-olabilirlik ve en küçük AIC ve SC kriterlerine başvurulacaktı.

APARCH(1,1) modellerinden en uygun model olarak seçtiğimiz APARCH(1,1)-Gauss modelinde kuvvet parametresi 2,43 olarak tahmin edilmişti. Kuvvet parametresinin yüksek olması zamana bağlı değişkenliğin yüksek olduğunu söylenebilir. Bankaların hisse senetleri artan piyasada lokomotif görevini üstlenmişlerdir. Endeksi götüren kağıtlardır. Piyasaya alım geldiğinde veya satış

geldiğinde ilk tepkiyi verirler. Bu sebeple volatiltelerininde yüksek olması muhtemeldir. Çünkü IMKB’de uzun vadeli yatırım yapmak amacı taşıyan çok sınırlı yatırımcı bulunurken, daha çok spekülâtif hareketlerden kazanç elde etmek isteyen yatırımcılar mevcuttur. Bu da piyasamızın tam anlamıyla etkin olmamasına bağlıdır.

IMKB Bankacılık sektörünün riskini modelleyebilmek için ARCH-M, GARCH-M ve TARCH-M modelleri denenmiş, ortalama denklemine eklenen parametrenin istatistiksel olarak anlamsız olduğu ve koşullu ortalama modelindeki parametrelerin istatistiksel olarak anlamlılığını da bozduğu görülmüştür. Bu modellerin IMKB Bankacılık sektör endeksi serisinin volatilité modellemesinde kullanılmasının doğru olmadığına karar verilmiştir.

Denenen modeller içinde GARCH(1,1)-normal, TARCH(1,1)-normal ve APARCH(1,1) normal modelleri IMKB Bankacılık Sektör Endeksinin volatilitésini açıklamada en başarılı modellerdir. Özellikle TARCH(1,1) ve APARCH(1,1) modeli asimetrik etkiyi en iyi ifade eden modellerdir.

Tablo-19

DLBANK Serisinin Volatilesini En İyi Açıklayan Modellerin Tahmin Sonuçları

Parametreler	Parametre Kısıtları	GARCH(1,1)	TARCH(1,1)	APARCH(1,1)
α_1 (ARCH parametresi)	$\alpha_1 > 0$	0.057059	0.050966	0.049619
β_1 (GARCH parametresi)	$\beta_1 > 0$	0.936093	0.934402	0.931885
$\Sigma(\alpha + \beta)$ durağanlık koşulu	$\alpha_1 + \beta_1 < 1$	0.993152	0.985368	0.981504
γ (asimetri parametresi)	$ \gamma_i \leq 1$	-	0.014878	0.070583
δ (kuvvet parametresi)		1	1	2.430589

DLBANK serisinin volatilesini en iyi açıklayan GARCH, TARCH ve APARCH modellerinin tahmin sonuçlarına baktığımızda tüm parametrelerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu, üç model içinde parametre kısıtlarının tamamının sağlandığı, koşullu değişen varyansın birbirine çok yakın tahmin edildiği ve üç modelinde durağanlık koşulunu sağladıkları görülmektedir. $(\alpha + \beta)$, geçmiş dönem değişkenlerinin değişimlerinin şimdiki değişkenlik seviyesini yani volatilitate etkisini ifade eder. Üç modelde de 1'e yakın bulunması şokların serideki değişkenliğe daha çok etki ettiğine işaret eder. Asimetri parametresinin sıfırdan farklı olması DLBANK serisinin asimetric etki taşıdığını ifade ederken, sadece APARCH modelinde yeralan kuvvet parametresinin istatistiksel olarak anlamlı olması ve sayısal olarak büyük bir değere sahip olması IMKB Bankacılık Sektör Endeks verilerindeki zamana bağlı değişkenliğin yüksek olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak; tahmin denklemlerinde yer verilen, koşullu standart sapma ve koşullu varyans terimlerinin işaretlerinin pozitif olması, yapılan tahminlerin istatistiki açıdan da anlamlı bulunması, koşullu standart sapma ya da koşullu varyans terimleriyle ifade edilen yüksek piyasa riskinin bu piyasa için daha yüksek getirilere neden olduğunu söylemek mümkündür.

Standardize artıkların otokorelasyonsuz olma koşulunu sağlayan ve tüm parametrelerin anlamlı olduğu, parametre kısıtlarının ve durağanlık koşullarının sağlandığı en iyi volatilitate modellerinin normal GARCH, TARCH ve APARCH modellerini loglikelihood (log olabilirlik) AIC ve SC kriterlerine göre karşılaştırdığımızda;

Tablo-20

Log Olabilirlik AIC ve SC Değerleri ile Model Karşılaştırması

Model	Log-Olabirlik	AIC	SC
GARCH (1,1)	5377.18	-4.12	-4.10
TARCH (1,1)	5378.59	-4.12	-4.10
APARCH (1,1)	5380.15	-4.12	-4.10

Normal dağılıma uygun GARCH, TARCH ve APARCH modellerinin en iyi sonuç vermesi logaritmik dönüşüm yapıldıktan sonra seri normal dağılmasa da, normal dağılım özelliklerine çok yaklaşmıştır.

Bu üç model tahminin AIC ve SC kriterleri aynı sonucu vermiştir. Log olabilirlik kriterleri de birbirine çok yakındır. Log olabilirlik değerleri içinde sıralama yapıldığında TARCH ve APARCH yönteminin daha yüksek değerlere sahip olması asimetrik etkinin varlığının modelleme açısından önemini göstermektedir.

Simetrik GARCH modeli, haberlerin asimetrik etkisini eksi işaretlilere daha dik artı işaretlilere daha yatay bir eğri sunarak yakalamaya çalışan, APARCH ve TARCH modellerine göre başarısı biraz daha düşüktür. Özellikle APARCH yöntemi asimetrik modeller içinde en başarılı olanıdır.

5.4.Modellerin Öngörü Kriterlerinin Karşılaştırılması

02/01/1997-29/12/2006 tarihleri arasındaki günlük veriler kullanılarak TARCH, APARCH ve GARCH modellerinin Gauss (normal), GED ve student-t dağılımlarıyla statik ve dinamik öngörüler yapılmıştır. Modellerin sadece dönem içi (in sample) veriler kullanılmış ve öngörü kriterleri karşılaştırılmıştır. En iyi öngörü sonucuna karar verilmeye çalışılmıştır. Gerçek 04/01/2007-01/06/2007 verileri öngörü başarısının kontrolü amacıyla kullanılmıştır.

Aylar itibariyle bakıldığında İMKB Bankacılık Sektör Endeks değerinde artış olacağı görülmektedir. Fakat Ocak 2007 ayından itibaren takip eden aylarda İMKB Bankacılık Sektör Endeksinin azalış yada artışın olacağı öngörü grafikleriyle kesinleşmektedir.

Modellerin RMSE(Root Mean Square Error - Kök Ortalamanın Karesinin Hatası), MAE (ortalama mutlak hata), MAPE (ortalama mutlak yüzde hata), TIC (Theil Eşitsizlik Katsayısı) kriterlerine göre performanslarını göre sıralanmış ve en iyi öngörü sonucuna karar verilmiştir.

GARCH, TARCH ve PARCH modelleri IMKB Bankacılık Sektör endeksinin volatilitelerini en iyi açıklayan modeller olarak seçilmiştir. Logaritmik dönüşüm yapıldıktan sonra serinin dağılımı normal dağılıma yaklaşıp ve model tahminleri içinde AIC, SC ve Log Olabilirlik kriterleri kullanılarak en iyi model seçimi normal dağılım varsayımıyla yapılan GARCH, TARCH ve PARCH tahminleri olduğuna karar verilmiştir. Bu modellerin tahminlerinden elde edilen hatalar ile yapılacak öngörülerin başarısını görmek için daha önce bahsedilen RMSE, MAE, MAPE ve TIC yöntemlerinden yararlanılmıştır.

Tablo - 21

LBANK Serisinin Dinamik Öngörü Sonuçları

Modeller	Dağılım	RMSE	MAE	MAPE	TIC
GARCH(1,1)	Gauss	0.729582	0.549847	5.885955	0.038295
GARCH(1,1)	Student-t	0.828826	0.680202	7.149912	0.043969
TARCH(1,1)	Gauss	0.859913	0.72207	7.558052	0.045738
APARCH(1,1)	Gauss	0.860546	0.722927	7.566428	0.045774
TARCH(1,1)	Student-t	0.985122	0.883663	9.143646	0.052887
APARCH(1,1)	Student-t	1.038859	0.947044	9.766078	0.055975
GARCH(1,1)	Ged	1.636456	1.558329	15.76923	0.091344
TARCH(1,1)	Ged	1.823256	1.734648	17.50078	0.102827
APARCH(1,1)	Ged	1.847604	1.757387	17.72409	0.104339

Ele alınan öngörü sonuçlarında minimum kriterleri veren model en iyi öngörü modeli olarak ele alınmaktadır. Kök Ortalama Hata Kare, Ortalama Mutlak Hata, Ortalama Mutlak Yüzde Hata kriterlerinin minimum olması ve Theil Eşitsizlik kriterinin ise mümkün olduğunca sifıra yakın değer alması gerekmektedir.

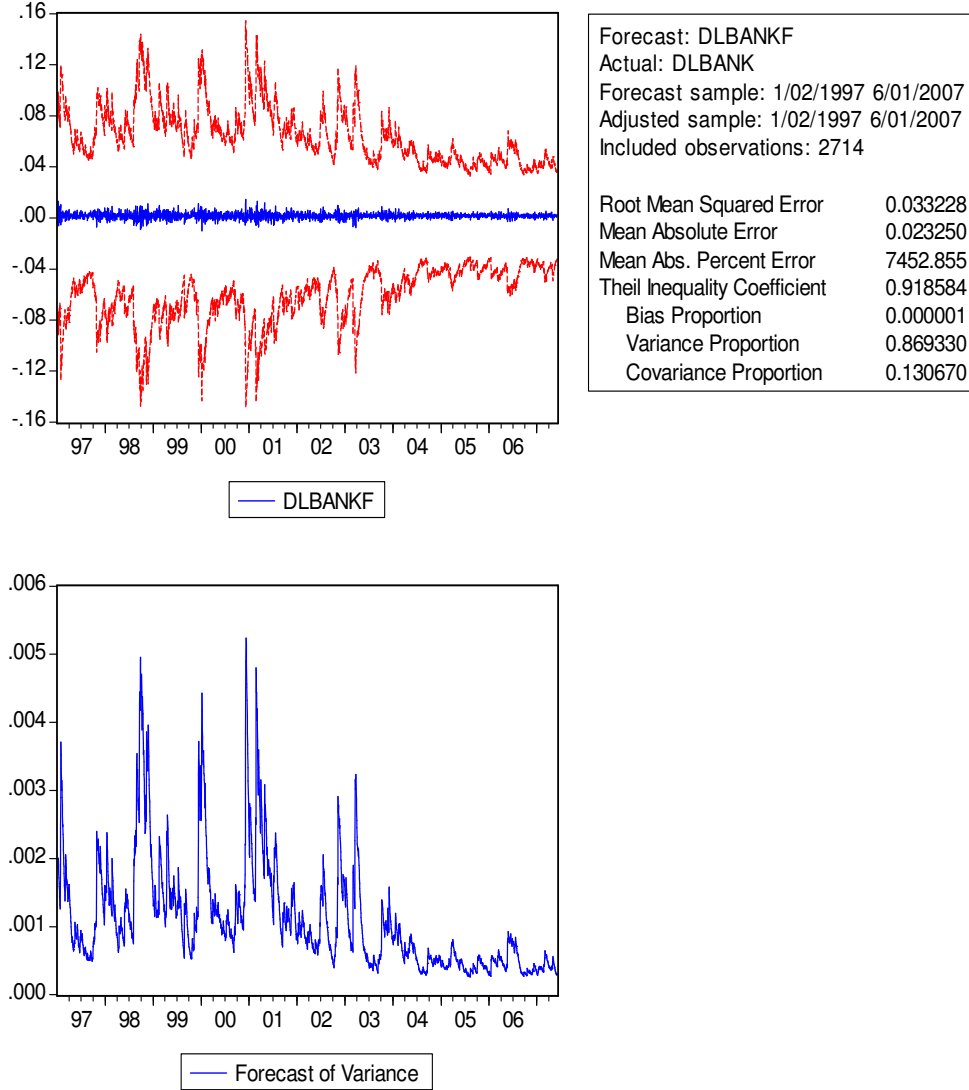
Bu sonuçlara göre GARCH modelinin öngöründe oldukça başarılı olduğu ve serimizin hataları için normal dağılımın en uygun dağılım olduğunu karar verilmiş ve öngörü sonuçları ile desteklenmiştir.

Model tahminlerinde dağılımlara göre sıraladığımızda GARCH, TARCH ve APARCH modellerinde serimiz için Gauss (normal) dağılım en iyi sonuçları vermişti. Öngörü kriterlerine göre dağılımları model bazında karşılaştırdığımızda GARCH(1,1) modeli için Gauss, GED ve Student-t dağılımı içinden en küçük RMSE, MAE, MAPE değerlerini ve sıfıra en yakın TIC değerini veren en başarılı dağılım Gauss olmuştur. TARCH(1,1) modeli için dinamik öngörü kriterlerini karşılaştırdığımızda en başarılı dağılım Gauss'tur ve yine APARCH(1,1) modeli için tahmin edilen dağılımlardan dinamik öngörü kriterleri içinde en küçük değeri veren dağılım Gauss'tur.

GARCH, TARCH ve APARCH modelleri içinde dinamik öngöründe en başarılı sonucu veren GARCH(1,1) modeli olduğu açıkça görülmektedir. TIC değerinde sıfıra en yakın değeri GARCH(1,1)-Gauss modeli verirken, yine aynı model en küçük RMSE, MAE ve MAPE değerlerini vermiştir.

Statik ve dinamik öngörü grafiklerine bakılarak gelecek dönemin volatilitesi öngörülebilir. Grafiklerde ortalama modelinin öngörülleri ve varyans öngörülleri yer almaktadır. Grafiklerde sıfır ortalama etrafındaki dalgalanma ortalama denklemine aittir. Diğer geniş dalgalanma bandı varyans öngörüsüne aittir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda dönem içi öngöründe en başarılı modeller GARCH-normal, GARCH-t, TARCH-normal ve APARCH-normal modelleridir. GARCH-normal modelinin RMSE değerinin minimum olması dönem dışı öngöründe de başarısını göstermektedir. Ayrıca varyans, kovaryans ve sapma toplamalarının 1'e eşit veya yakın olması da öngörünün başarılı olduğunu gösteren diğer bir kriterdir.

GARCH(1,1) – Normal Modelinin Statik Varyans Öngörü grafiği;



Grafik -12

Bu öngörü grafiğinde gerçek sonuçlar kullanılmıştır. Grafik sonuçları ele alındığında büyük dalgalanmaların yaşanmayacağı volatilitenin az olacağı fakat 2006 yılının son çeyreğine göre 2007 yılının ilk iki çeyreğinin daha hareketli olacağı özellikle 2007 yılının 2. çeyreğinde sınırlı da olsa yukarı ve aşağı yönlü hareketlerin yaşanacağı görülmektedir. 2006 yılının 2. çeyreğinde yaşanan trübülans, son iki

eyrekte düzelmiş ve IMKB Bankacılık sektör endeksi yukarı yönlü hareketine devam etmişti. 2007 yılının ilk 5 ayının öngörüsünde dalgalanma genişliğinin dar olacağı yukarı yönlü hareketin sırasıyla önce aşağı sonra yukarı yönlü dalgalanacağı ve tekrar aşağı yönlü dalgalanacağı görülmektedir.

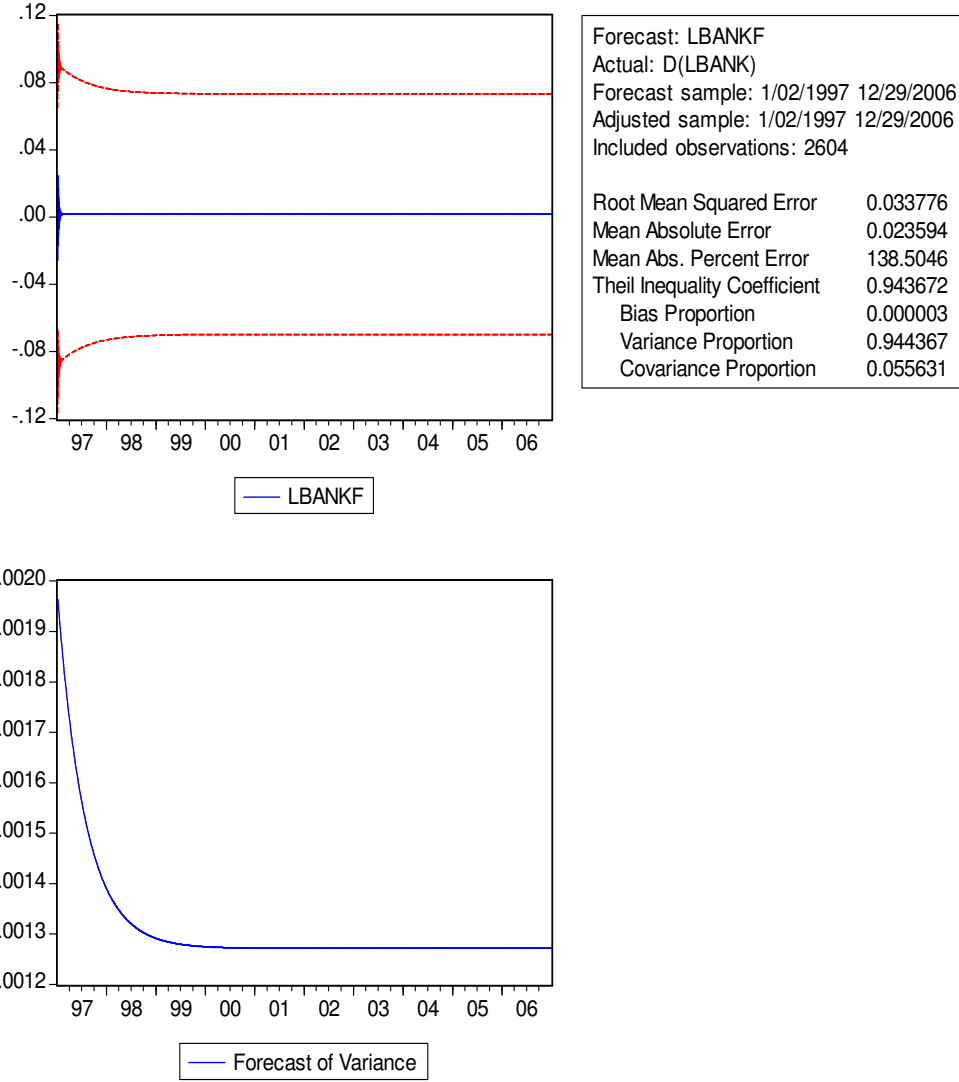
ngr grafiğinde IMKB Bankacılık Sektör Endeksinin 90'lı yıllarda ve 2000'li yılların başında varyanstaki hareketliliğin yani riskin ne kadar fazla olduğu açıkça görülmektedir. Yaşanan 2000 ve 2001 krizinden sonra Bankacılık alanındaki reformlar ve yeni yapılanma ile risklerin eskiye oranla oldukça azaldığı ve volatilitenin öngörülebilir seviyelere geldiği açıkça görülmektedir.

Dönem içi öngörü sonuçlarına bakıldığında GARCH(1,1) normal modelinin sapma, varyans ve kovaryans (bias, variance, covariance proportions) llerinin toplamının 1 olması öngörünün başarısını gösteren bir diğer ölçüttür.

Dinamik ngr ise genel eğilimi göstermektedir. Bu ngrde IMKB Bankacılık sektör endeksi serisinin geçmiş dönemlere ait öngörülerinden yararlanılarak, öngörü performansı ele alınmaktadır. Dinamik öngörüde belirtilen dönem içerisinde koşullu değişen varyans öngörü değerleri ele alınarak elde edilen en büyük ve en kk değerler koşullu varyanstaki yüksek ve düşük volatiliteleri ifade eden bu durum, koşullu varyansın sabit kalıp kalmadığını gösterir.

ngr grafiklerinin altında yer alan “forecast of variance” olarak ifade edilen ikinci grafikler Logaritmik fark IMKB Bankacılık Sektör Endeks serisinin varyans ngrleridir. Grafik 12, Grafik 14 ve Grafik 16'daki statik öngörü yaklaşımı, öngörülerin gerçek gözlem sonuçlarından hareketle elde edilmesini sağlar. Buna karşılık, Grafik 13, Grafik 15 ve Grafik 17'deki grafikler ise dinamik öngörü grafikleridir. Dinamik ngr yaklaşımı ise öngörülerin, bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerine ilişkin önceki öngörüler kullanılarak hesaplanmasını sağlar. Bu nedenle söz konusu grafiklerdeki düz çizgili seri, IMKB Bankacılık Sektör Endeksi öngörülerinin önceki dönemlere dayandırılarak elde edilmiş şeklidir.

GARCH(1,1)- normal modeli dinamik öngörü grafiği



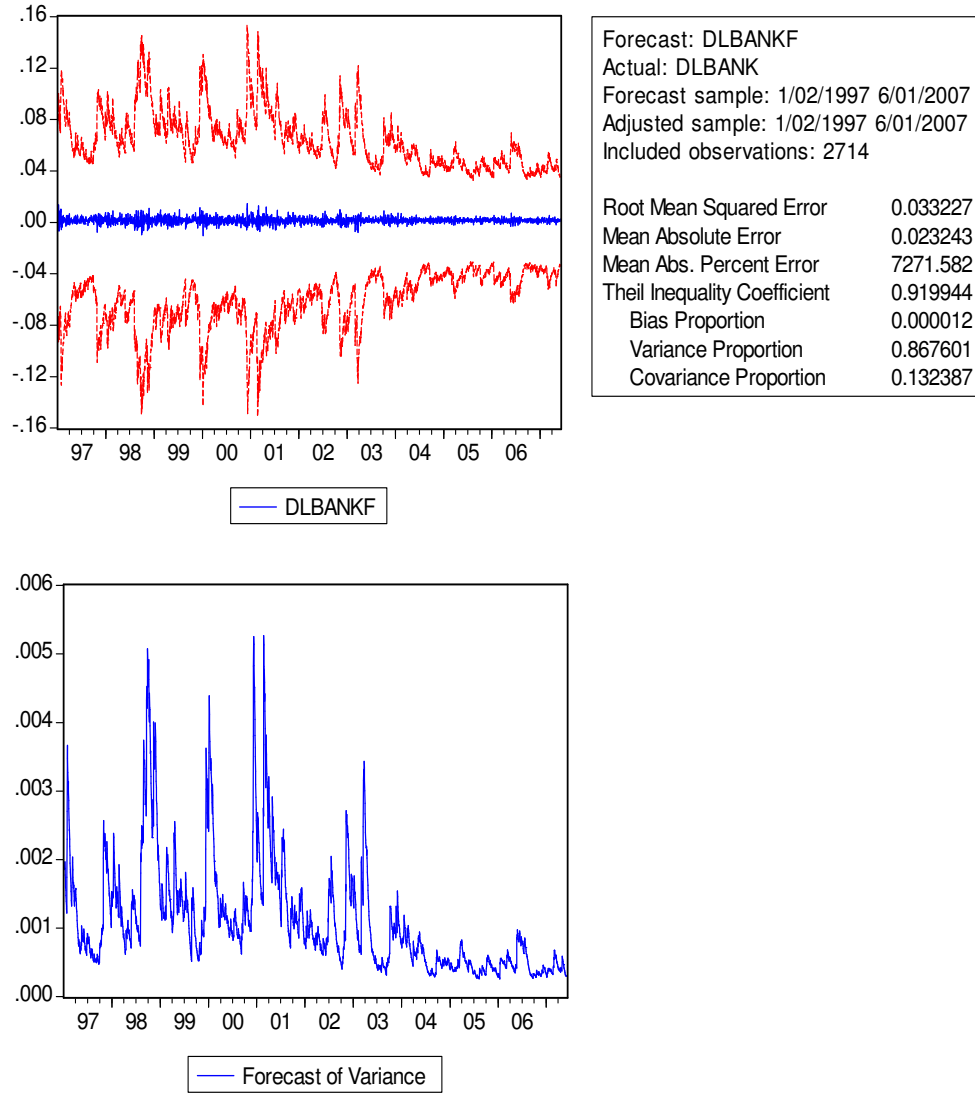
Grafik-13

Öngörü grafiklerinde yer alan düz çizgili seri, logaritmik birinci dereceden farkı alınmış IMKB Bankacılık Sektör Endeksi serisini ve bu grafiğin alt ve üstündeki kesikli çizgiler ise %95 güven sınırlarını göstermektedir.

Grafik 13'deki varyans öngörüsüne baktığımızda 2000 yılından sonra Bankacılık Sektöründeki risklerin daha öngörülebilir bir boyutta yatay olarak seyrettiği

görülmektedir. Ara ara dalgalanmalar olsa da bize genel görüntüyü veren dinamik öngörü sonucunda da risk seviyesinde çok büyük bir artış olmayacağı volatiletinin sınırlı kalacağı görülmektedir.

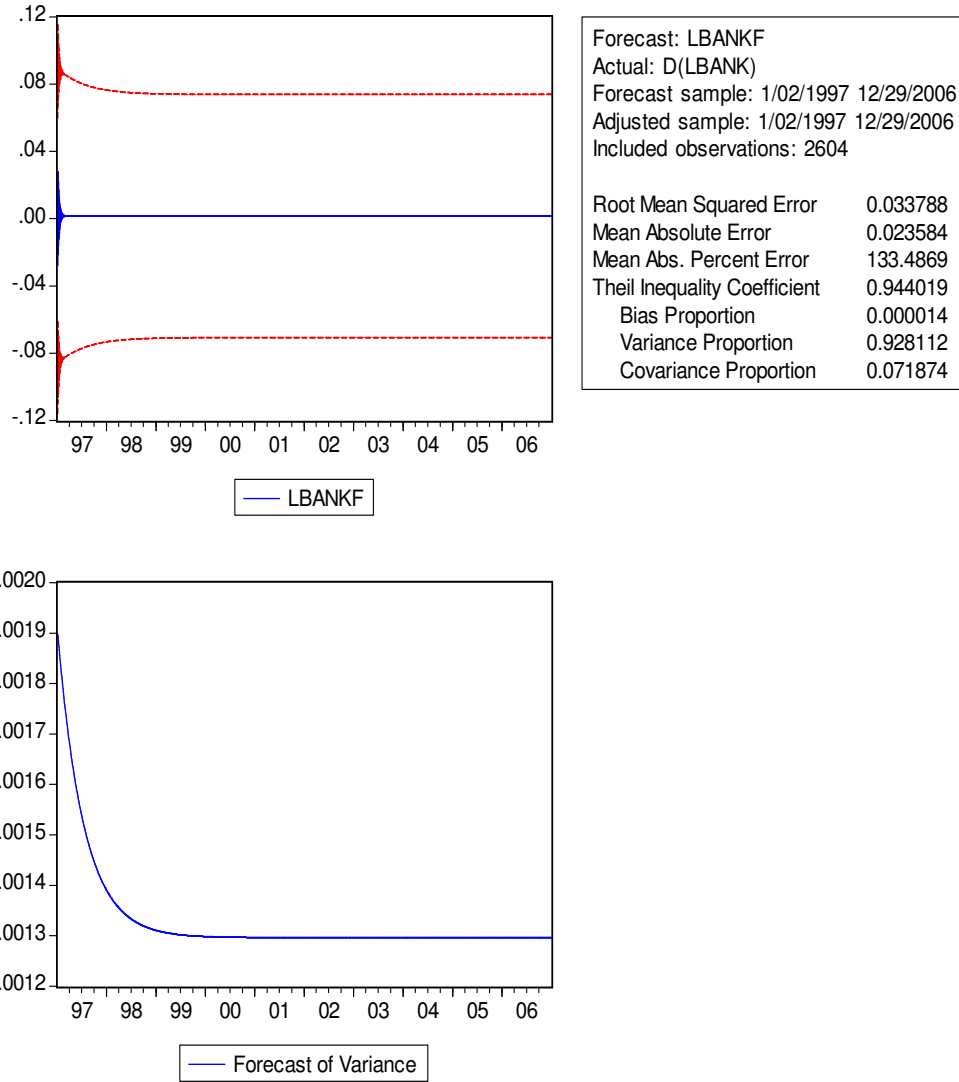
TARCH(1,1)-normal modelinin statik öngörü grafiğine baktığımızda;



Grafik 14

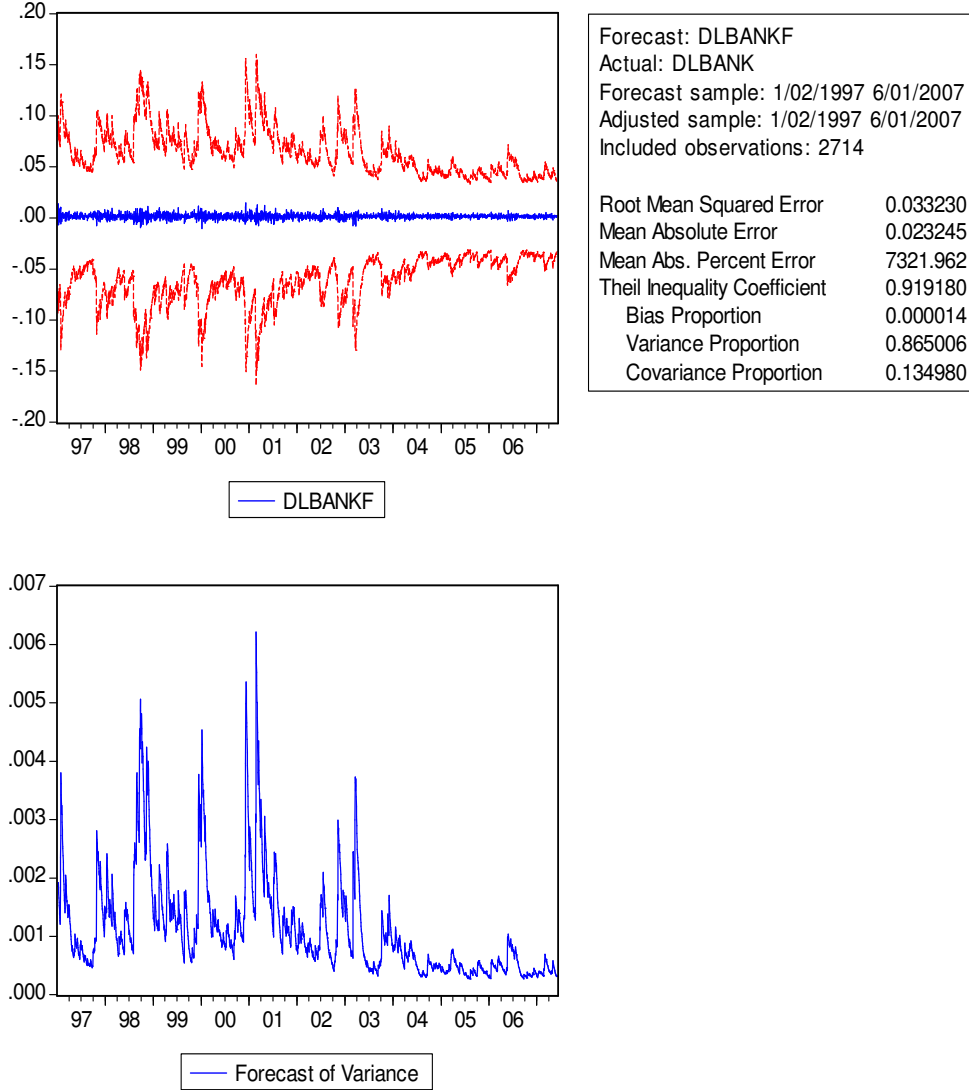
İMKB Bankacılık Sektör Endeksinin logaritmik farkından oluşan DLBANK serisinin GARCH modeli ve türevi olan TARCH ve APARCH modelleriyle hem tahmin hem de öngörü sonuçları birbirine çok yakın çıkmıştır. Bu durum da serinin GARCH ve türevi modellere ne kadar uygun olduğunu göstermektedir.

TARCH(1,1) - normal modelinin dinamik öngörü grafiği ise;



Grafik 15

APARCH(1,1) normal modelinin statik öngörü grafiği;

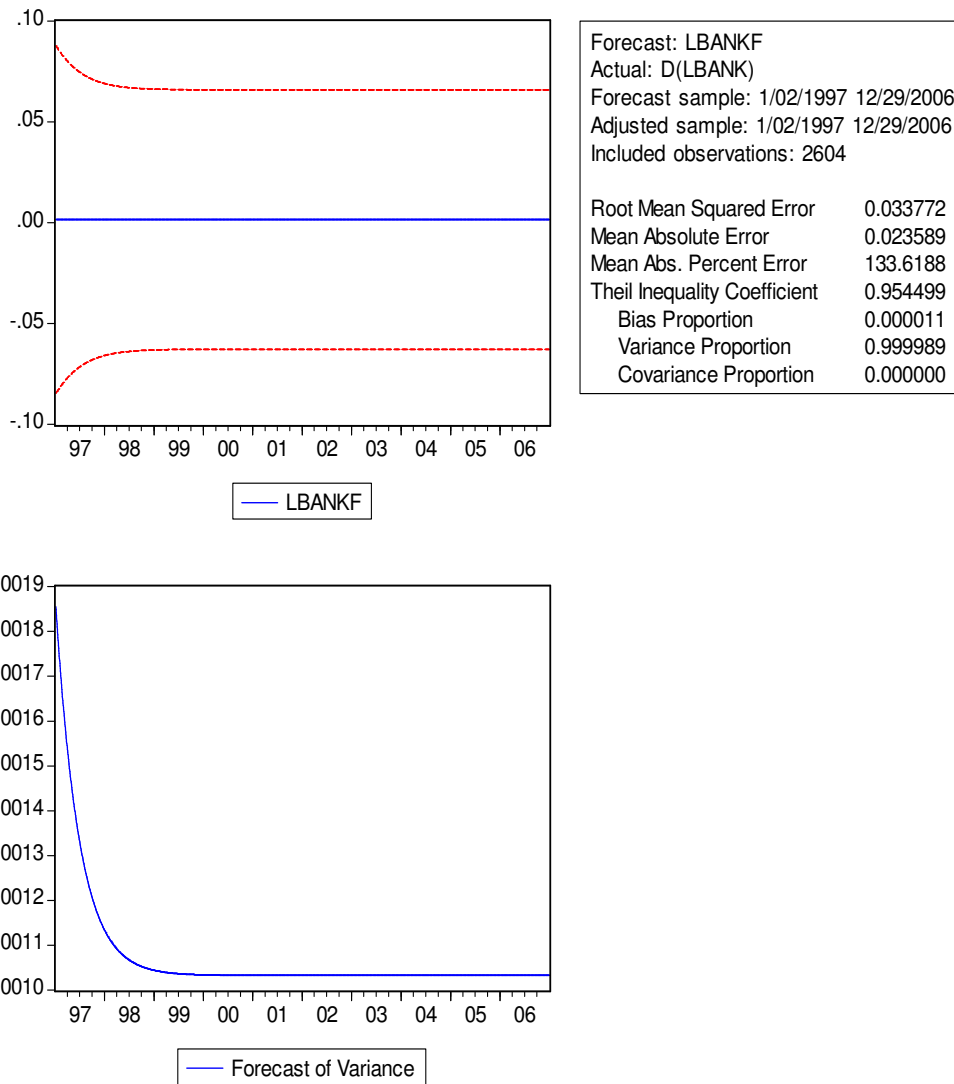


Grafik 16

APARCH modelinin öngörü grafiklerine bakıldığında İMKB Bankacılık sektör endeksinin ilerideki dönem öngörülerini hakkında sinyaller verdiği görülmektedir. Önümüzdeki dönemde İMKB Bankacılık Sektör endeksinin volatilesinin düşük seviyelerde olacağı fakat süreklilik kazanacağı görülmektedir.

GARCH(1,1) normal, TARCH(1,1) normal ve APARCH(1,1) normal modellerinin tahmin başarısı öngöründe de kendini göstermiştir. 3 yönteminde öngörü sonuçları birbirine çok yakındır. Statik öngörülerinde üç yöntemin RMSE değeri 0,0332; MAE değerleri 0,0232'dir. MAPE ve TIC değerleri birbirine son derece yakın bulunmuştur. Benzer durum dinamik öngörü sonuçlarında da görülmektedir.

APARCH(1,1)-normal modelinin dinamik öngörü grafiği;



Grafik 17

olarak gösterilmektedir.

APARCH(1,1) öngörüsünde de sapma, varyans ve kovaryans ölçülerinin toplamı 1'dir. Model tahminindeki başarı öngöründe de devam etmektedir. RMSE, MAE, MAPE değerleri minimum olup TIC değeri sıfıra yakındır.

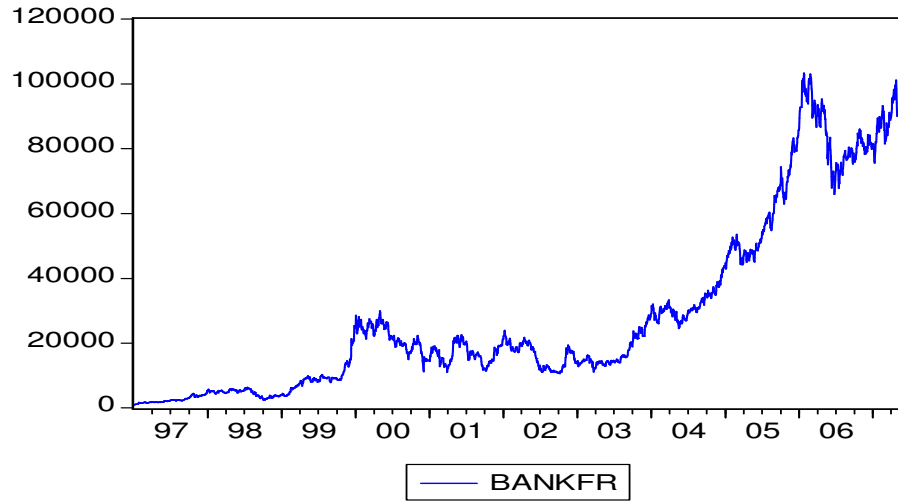
Grafik 17'ye bakıldığında İMKB Bankacılık Sektör endeksinin riskinin 90 yılların sonuna göre oldukça öngörülebilir düzeye indiği ve ileriki dönemlerde de bu risk düzeyinde devam edeceği görülebilmektedir.

Grafik18'de, dinamik ve statik öngörü grafiklerindeki yatay seyir BANK serisinin 2007 yılı gerçekleşen verilerinde de açıkça görülmektedir. Bu verilerin logaritması alındığı zaman LBANK serisinin öngörü sonuçlarıyla birebir örtüşmektedir.

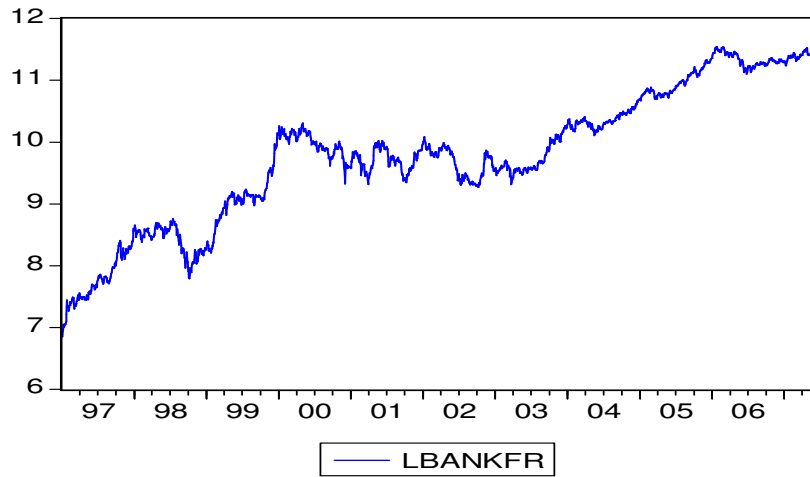


Grafik 18

Grafik 19'da yer alan BANKFR serisi 2007 yılında gerçekleşen günlük İMKB Bankacılık Sektör Endeks değerlerini içermektedir. BANKFR serisinin tarih aralığı 02/01/1997-01/06/2007'dir. 04/01/2007-01/06/2007 tarihleri arasındaki gerçekleşen değerler ile Statik ve dinamik öngörü grafikleri ile sonuçlar oldukça yakındır. Grafik 20'de ise BANKFR serinin logaritmik formu yer almaktadır ve LBANKFR olarak adlandırılmıştır.



Grafik 19



Grafik-20

Öngörü değerlendirmesinde de üç model oldukça başarılıdır. Bu modeller, ani şokların volatiliteye etkisini açıklayabilmektedirler. Modellerin en büyük avantajı hemen hemen tüm finansal zaman serilerinde görülen ardışık bağlanım, değişen varyans ve durağan olmama sorunlarını kendi içinde modelleyebilme başarısıdır. Ayrıca serinin geçmiş değerlerinden başka veriye ihtiyaç duymaması diğer büyük

avantajıdır. GARCH(1,1); TARCH(1,1) ve APARCH(1,1) öngörü sonuçları birbirine çok yakın olmakla birlikte statik öngörü başarısında TARCH(1,1) modeli, dinamik öngörüde ise GARCH(1,1) modeli en başarılı modellerdir. APARCH(1,1) modeli de tahmin ve öngörüdeki başarısı ve esnek yapısı ile IMKB Bankacılık sektör endeksinin volatilitesi için oldukça uygun bir model olduğu görülmektedir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada İMKB Bankacılık Sektör Endeksi serisinin koşullu değişen varyansını ve sahip olduğu otokorelasyon sorununu içeren bir zaman serisi modeli kurulması amaçlanmıştır. Koşullu değişen varyans sürecinin, İMKB Bankacılık Sektör Endeksi serisinin dağılımının birinci ve ikinci momentleri arasında zaman içerisinde otokorelasyona izin vermekte ve bu nedenle veriye iyi uyum sağladığı görülmektedir. Yapılan ARCH-LM testiyle yüksek ARCH etkisinin varlığı tespit edilmiştir.

Çalışmada ARCH, GARCH, ARCH-M, GARCH-M, TARCH, EGARCH, APARCH modeller denenmiş ve İMKB Bankacılık Sektör Endeksinin volatilité modellemesinde ARCH, GARCH, TARCH ve Asimetrik PARCH modelleri başarılı bulunmuştur.

İMKB Bankacılık sektör endeksi serisinde birim kök sorunu olduğu yönündeki sıfır hipotezinin reddi mümkün olmayınca, serinin birinci farkı modellenmiştir. İMKB Bankacılık Sektör Endeks serisinin düzey verisinde gözlemlendiği gibi, birinci fark serisinin de doğrusal olmadığı ve dönemler arası hata terimlerinin birbirinden bağımsız olmadıkları ve serinin değişen varyans içerdiği tespit edilmiştir.

Volatilité modellerinden yararlanılarak İMKB piyasalarındaki volatilité modellenmiş ve volatilité öngörülerinde bulunulmuştur. Sonuçlara bakıldığında İMKB Bankacılık sektör Endeksinin, serinin birinci farkının volatilité üzerinde önemli bir etken olmadığıdır. Asıl önemli etken, GARCH modelinin koşullu varyans denkleminde h_{t-1} ile ifade edilen, “beklenmeyen haberler” olduğu görülmüştür. TARCH ve APARCH modelleriyle asimetrik etkinin seri için geçerli olduğu görülmüş ve kötü haberin iyi habere göre volatilitéyi arttırdığı modellerin tahmin sonuçlarında elde edilmiştir. Yapılan tahminlerde, olumsuz haberlerin volatilité üzerindeki etkisinin olumlu haberlerden daha yüksek olduğu yani kaldıraç etkisinin mevcut olduğu belirlenmiştir. Bunun en önemli nedenlerinden ilkinin, yatırımcıların son 10-15 yılda belli dönemlerde yaşanan krizlerden edindikleri tecrübeyle olumsuz haberlere karşı

gösterdikleri aşırı reaksiyondur. Diğer bir nedenin ise İMKB piyasasının yeterince derin olmaması nedeniyle yatırımcıların özellikle düşüş yönlü spekülative hareketlere karşı aşırı hassas olmaları olduğu söylenebilir. Olumsuz senaryolara göre oluşturulan beklentiler endekste ki aşağı yönlü hareketlerin yukarı yönlü hareketlerden daha şiddetli olmasına neden olmaktadır. İMKB Bankacılık Sektör Endeks değ er düşüşlerinde volatilitenin arttığı görülmüştür. Bu durum kötü haberlerin asimetrik etkisini göstermektedir.

Tahmin edilen parametrelere bakıldığında, tüm modellerde $\alpha + \beta$ 'nın bire yakın olması ve bu toplam değ erin önemli bir kısmının β tarafından doldurulması, bankacılık sektöründeki volatilitenin sürekli olduğunu göstermektedir.

Finansal verilerin büyük bölümünde olduğu gibi İMKB endekslerine ait verilerde bulunan aşırı basıklık ve kalın kuyruk özelliklerinin, ARCH modellerinin varsayımlarından koşullu standart sapmaların normal dağıldığı varsayımını ihlal edilmesine neden olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle modellerin hata terimlerinin koşullu dağılımlarında, verilerdeki aşırı basıklık ve kalın kuyruk özelliklerini dikkate alan Student-t ve GED dağılımlarından da yararlanılmıştır. Seride logaritmik dönüşüm ve birim kök sorununu gidermek için yapılan fark alma işleminden sonra tüm modellerde basıklık ölçüleri 3'e, eğiklik ölçüleri sıfıra yaklaşmıştır. Bu da serinin normal dağılıma yakınsadığını göstermiştir.

Modellerin standardize edilmiş kalıntı karelerinin otokorelasyon fonksiyonları ve kısmi otokorelasyon incelenmiştir. Otokorelasyonsuz hata terimlerine sahip modellerle çalışmaya devam edilmiştir. GARCH, TARCH ve APARCH modelleri İMKB Bankacılık Sektör Endeksinin volatilitesini modellemede başarılı oldukları görülmüştür. Bu üç model içinde en uygun model seçiminde AIC/SC ve log olabilirlik kriterlerinden yararlanılmıştır ve en küçük AIC/SC değ erini ve en yüksek log olabilirlik değ erini veren TARCH modelinin en uygun model olduğuna karar verilmiştir. Tahmin edilen modellerin 2007 yılına yönelik yapılan dinamik ve statik öngörü sonuçlarıyla gerçek veriler karşılaştırıldığında, öngörü sonuçları ile gerçekleşen değ erlerin benzer sonuçlar verdiği grafiklerden açıkça görülmüştür. GARCH, TARCH

ve APARCH modellerinin volatilité tahminindeki başarısı, volatilité öngörülerindeki başarıyla teyit edilmiştir.

Çalışmada volatilité ile ifade edilen; tek bir banka hissesini etkileyecek bir hareket değil bankacılık sektörünün tamamını etkisi altına alabilecek belirsizlikler ve risklerdir. Genellikle şok etkisi yaratan büyük krizlerdir. Bu krizler serinin ortalamadan uzaklaşmasına sebep olurlar. Fakat mali yapı güçlendikçe ve Basel II kriterleri başarıyla hayata geçirildikten sonra risklerin karşılığında yeterli sermayenin olması ve sistemin doğru çalışması sebebiyle geniş çaplı krizlerin yaşanmaması ve bu kriz süreçlerinin daha kısa olması ve iç dinamiklerle normale (ortalamaya) dönülmesi beklenir. Dolayısıyla Türk Bankalarının yapısı güçlendikçe sert volatilité hareketlerinin yerini daha yumuşak dalgalanmaların alması beklenmektedir. Çünkü öngörülebilir riskler önceden alınmıştır.

Günümüzde, Chicago piyasasının volatilitésini günlük olarak takip etme imkanı veren, The Chicago Board Options Exchange's SPX Volatility Index, veya kısaca **VIX** olarak bilinen volatilité endeksi, tüm global piyasaların takip ettiğ i bir veri haline gelmiştir. Bu endeks volatilitenin ölçülmesinin ve her an takip edilebilmesinin piyasalar için vazgeçilmez bir ihtiyaç olduğ unun göstergesidir. Piyasa volatilitésinin bilinmesine duyulan bu ihtiyaç, VIX'in diğer piyasalara da öncülük edeceğ ini açıkça göstermektedir.

Türkiye'de güçlü kurumsal yapıya sahip şirketlerin başında gelen bankalar, finans piyasalarının en büyük kesimini oluşturmaktadırlar ve İMKB Ulusal Endeks içinde günlük işlem hacmi en yüksek hisselerin başında gelmektedirler. Sektördeki bankaların büyük bölümü Basel II kriterlerine uyum sağlayabilmek için banka birleşmeleri ve yabancı ortaklıklarla sermaye yapılarını güçlendirdiler. Ülkemizin iç dinamiklerine bakıldığında sektörün büyüme potansiyelinin devam ettiğ i görülmektedir.

Bu çalışmada İMKB Bankacılık sektör endeksinin volatilitésini modellemede başarılı bulunan TARCH, APARCH ve GARCH modelleri finansal karar alma ve risk yönetimi amaçlarına dönük olarak doğrudan kullanılabileceğ i gibi volatilité

değişkeninin tahmin ve öngörü sonuçlarından yararlanılmak suretiyle RMD hesaplamalarında da kullanılabilir. Globalleşen finansal piyasaların vazgeçilmez unsuru olan riski, öngörebilmek şüphesiz her dönem olduğu gibi gelecekte de önemini koruyacaktır. Bu çalışma, 2008’de uygulamaya geçecek olan Basel II’nin bankacılık sektörünün sistematik risklerine etkilerini görebilmek için yapılacak olan çalışmalara da destek sağlayabilecektir.

KAYNAKÇA

AHLSTEDT M., *Analysis of Financial Risks in a GARCH Framework*, Suomen Pankki, Bank of Finland, 1998 Helsinki, Finland

AKKUM T., *Döviz Opsiyonları ve Opsiyon Fiyatlama Modelleri*, İ.Ü. İşletme Fakültesi Dergisi, C:29, S:1, 2000, s 47-74

ALEXANDAR Carol, *Risk Management & Analysis* John Wiley & Sons. 1998, England, s.69

ALKIN, Emre, Tuğrul Savaş ve Vedat Akman, *Bankalarda Risk Yönetimine Giriş*, İstanbul: Çetin Matbaacılık, 2001, s.105

AMLING, Frederick, *Investments: An Introduction to Analysis and Management*, New Jersey, 1989, s.20-21

ANDERSEN, T.G. “*Return Volatility and Trading Volume: An Information Flow Interpretation of Stochastic Volatility*”, Journal of Finance, Vol. 51, 1996, No: 1.

ASOKAN M.V., Shoja’eddin Chenouri, Abbasili Khalili Mahmoodabadi, *Project Report on ARCH GARCH Models*, Waterloo University, Canada ,2001, s.5

ATLAŞ, Orhan, Panel Konuşması, *Bankalarda Etkili ve Uluslararası Standartlara Uygun Risk Yönetimi ve Kontrol Modeli* Semineri, İstanbul, 8 Haziran 2000, s.85

BABUŞÇU Şenol, *Basel II Düzenlemeleri Çerçevesinde Bankalarda Risk Yönetimi*, Akademi Yayın, 2005 12-49

BALABAN E., *Forecasting Stock Market Volatility: Evidence from Turkey*, The ISE Finance Award Series Volume: 1, International Conference in Economics at the Middle East Technical University in 1999.

BARTLETT, M.S., *On the Theoretical Specification of Sampling Properties of Autocorrelated Time Series*, Journal of the Royal Statistical Society, seri B, c,27,1946, s.27-41

BELKIS,Seval; *Kredilendirme Süreci ve KrediYönetim*”, İ.Ü.İşletme Fak. Muh. Ens.Yayın No:59, İstanbul, 1990, s.36

BENEDA, Nancy L., *Estimating Cost of Capital Using Bottom-Up Betas*, The CPA Journal, May 2003, s66-67

BERNARD Jean Thomas, Lynda Khalaf, Maral Kichian and Sebastian Mc Mahon, *Forecasting Commodity Price: GARCH, Jumps and Mean Reservation*, Bank of Canada Working Paper, April, 2006,s.6-7

BOLGÜN. K. E., Akçay. M. B.,*Risk Yönetimi*, Türkiye Bankacılar Birliği Dergisi,sayı 52, Mart 2005

BOLGÜN. K. E., Akçay. M. B., *Finansal Piyasalarda Risk Ölçüm ve Yönetimine Türkiye Perspektifinden Stratejik Bakış*, Scala Yayıncılık, 2003

BOLLERSLEV, Tim,*Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*, Journal of Econometrics, 31, 1986, s.307-327

BOLLERSLEV Tim, *A Conditionally Heteroskedastic Time Series Model For Speculative Price and Rates of Return*, Journal of Econometrics, Aug 1987,s1542-547

BOLLERSLEV Tim, Ray Y.Chou, Kenneth F.Kroner,*ARCH Modelling in Finance, A Review Of The Theory and Empirical Evidence*, Journal of Econometrics 52,North Holland, 1992, s.13-14

BOLLERSLEV , Tim, Robert F. Engle ve Daniel B. Nelson *ARCH Models*, Handbook of Econometrics, Oxford: Elsevier 1994, s 2989-2992

BOX George EP,Gwilym M. Jenkins, *Time Series Analysis*, San Francisco, Holden Day, 1976

BOZKUŞ Sezer, *Risk Ölçümünde Alternatif Yaklaşımlar: Riske Maruz Değer (VaR) ve Beklenen Kayıp (ES) Uygulamaları*, D.E.Ü.İİ.B.F. Dergisi Cilt: 20 Sayı:2, Yıl: 2005, s:27-45

BROOKS, Chris, *A Double-Threshold GARCH Model for The French Frank/Deutschmark Exchange Rate* Journal of Forecasting, 20,2001,s.135-143

BROOKS Chris, *Introductory Econometrics for Finance*, CambridgeUniversity Press, 2002,Cambridge, UK

CAMPBELL R.Harvey, Akhtar Siddique, *Autoregressive Conditional Skewness*, Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1997,s.467-468

CHAREMZA Wojciech W,Derek F. Deadman, “New Directions in Econometric Practice”, Elgar,UK, 1997, s 84-95

CHOU RY, *Volatility Persistence and Stock Valuations: Some Empirical Evidence Using GARCH*. J. Appl. Econom. 3,1988, s 279-294.

CRAMER Harald, *The Elements of Probability Theory and Some of Its Applications*, John Wiley & Sons, New York, 1955, s. 114-116.

ÇİFTER Atilla,Alper Özün ,Sait Yılmaz, *Beklenen Kuyruk Kaybı ve Genelleştirilmiş Pareto Dağılımı ile Riske Maruz Değer Öngörüsü: Faiz Oranları Üzerine Bir Uygulama*, Türk Bankalar Birliği Dergisi,sayı 60,Mart 2007,İstanbul

DAMODARAN, Aswath, *The Dark Side of Valuation: valuing old tech, new tech, and new economy companies*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 2001,s:78

DELİKANLI, İhsan Uğur, *Bankalarda Uluslararası Standartlara Uygun Risk Yönetimi ve Kontrolü*, İktisadi Araştırmalar Vakfı Seminer Tebliğleri, Haziran 2000

DICKEY A.David , Wayne A. Fuller,*Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root*,Journal of the American Statistical Association 74,1979,s427-431

DİEBOLD Francis X., Marc Nerlove, *The Dynamic of Exchange Rate Volatility: A Multivariate Latent Factor ARCH Model*, Journal of Applied Econometrics, Vol.4, No.1, Jan-Mar 1989, s.5-6

DİNG, Z., C.W.J. Granger, ve R. F. Engle *Hisse Senedi Piyasalarının Uzun Hafıza Özellikleri ve Yeni Bir Model* Journal of Empirical Finance, 1, 1993, s. 83- 106

DONAHUE, Paul, *The Dividend Advantage*, Electric Perspectives, September, October 2003, s:32.

ENDERS, Walter, *Applied Econometric Time Serie*", John Wiley and Sons, USA, 1995, s.222

ERÇEL, Gazi, 6. Yıllık “*Global Finance Conference*” Bilgi Üniversitesi, İstanbul 8 Nisan 1999

EREN, Erol, *Yönetim ve Organizasyon Çağdaş ve Küresel Yaklaşımlar*, 5.Basım., İstanbul: Beta Basım, 2001, s.173

ENGLE Robert F., *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*, Econometrica, 1982, s 988-989

ENGLE, Hendry ,Trumble, *Small Sample Properties of ARCH Estimators and Tests*, ,Canadian Journal of Economics, 1985

ENGLE , R. ve T. Bollerslev, *Koşullu Varyansların Sürekliliğinin Modellenmesi*, Econometric Reviews ,5,1986,s.1-50

ENGLE, David M. Lilien, Russel P. Robins, *Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The Arch-M*, Econometrica, 55,, Mar, 1987, s.392

ENGLE R., V. Ng. *Measuring and Testing the Impact of News on Volatility*, Journal of Finance, Vol. 48, 1992, p. 1749-1778

FIÇICIOĞLU, İbrahim, *Piyasa Etkinliği ve modern Portföy Kuramı*, Marmara Üniversitesi SBE, 2002,s.11-37

FIKIRKOCA Meryem, *Bütünsel Risk Yönetimi*, 1. Basım, Ankara, Pozitif Matbaacılık, 2003, s.29

FRANSES Philip Hans, *Time Series Models for Business and Economic Forecastin*, Cambridge University Pres, UK, 1998, s 80-90

FRENCH, K. R., G. W. Schwert, and R. F. Stambaugh, 1987, *Expected Stock Returns and Volatility*, Journal of Financial Economics, 19, s.3-29
GLOSTEN, L., R. Jagannathan ve D. Runkle: *Menkul Kıymetlerin Beklenen Getirilerinin İlişkisi Hakkında*, Journal of Finance, 48, 1993,s 1779-1801

GREGORY P. Hopper, *Value at Risk: A New Methodology for Measuring Portfolio Risk*, Business Review July 1996, s.19-30
HAGIN, R., *Modern Portfolio Theory*, New York :The Dow-Jones-Irwin Guide, Homewood Illinois ,1979, s.95

GREGORY Allan W., Michael R.Veall, *Formulating Wald Test of Nonlinear Restrictions*, Econometrica, Econometric Society, November 1985,vol. 53(6),s1465-68

GREGORY Allan W., Michael R.Veall *A Lagrange Multiplier Test of the Restrictions for a Simple Rational Expectations Model*, Canadian Journal of Economics, Canadian Economics Association, February 1985 vol. 18(1), s 94-105

GODFREY L.G., *Testing Against General Autoregressivve and Moving Average Error Models when the Regressors Include Lagged Dependent Variables*, Econometrica,46,1978 s.1293-1302

GODFREY L, *Testing for Multiplicativw Heteroscedasticity*, Journal of Econometrics, Vol.8,1978,p.227-236

GUJARATİ, D.N.(1999) *Temel Ekonometri*,(Çev.Ümit Şenesen ve G.G. Şenesen), İstanbul,Literatür Yayınları

GÜRİŞ Selahattin, Ebru Çağlayan, “*Ekonometri Temel Kavramlar*”,Der Yayınları, 2000, İstanbul,

HARRİS Richard, Robert Sollis Paperback, *Applied Time Series Modelling and Forecasting*, Wiley Pres,2003,s.234-239

HSİEH D.A., *Nonlinear Dynamics in Financial Markets: Evidence and Implications*, Financial Analysts Journal,July1995, s.309

İŞİĞİÇOK, E.,”*Türkiye’de Enflasyonun Varyansının Arch ve Garch Modelleri ile Tahmini*”, Uludağ Üniversitesi İİBF Dergisi, Sayı 3, Ekim 1999

KAVAL, Hasan, *Bankalarda Risk Yönetimi*, Yaklaşım Yayınları, Ankara,2000,s.24

KESKİN, Ekrem, *Bankacılıkta Risk ve Sermaye*, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi, Kasım,1992, s.31

Koç Bank Risk Yönetimi Grubu, *Örneklerle Riske Maruz Değer* Active Finans, Mayıs Haziran 2001.

KONURALP Gürel, *Sermaye Piyasaları Analizleri, Kuramlar ve Portföy Yönetimi*,Alfa Yayın,2001,s.254-259

KRAUS Alan, Robert H.Litzenberger, *Skewness Preference and the Valuation of Risk Assets*, The Journal of Finance, Vol. 31, No. 4 ,Sep., 1976, s.1085-1100

LINTNER, John, *The Valuation of Risk Assets and The Selection of Risky Investment in Stock Portfolios and Capital Budgets*, Review of Economics and Statistics, No.47, 1965, s.13-47

MACKINNON J.G., *Critical Values of Cointegration Tests*, R.E. Engle, C.W. J. Granger, der. Long-Run Economic Relationships: Reading in Cointegration, 13. bölüm, Oxford University Pres, New York, 1991.

MADDALA G.S. ve Inn-Moo Kim, Unit Roots, *Cointegration and Structural Changes*, Cambridge University Pres, U.K., 2002, s.18

MANDELBROT B.,*The Variation of Certain Speculative Prices*, Journal of Business, 36,1963,s.394-419

MANKİW G.,Matthew Shappiro, Trends, *Random Walks and Tests of the Permenant Income Hypothesis*, Journal of Monetary Economics, 16, 1985, s.1-15

MARKOWİTZ, Harry M, *Portfolio selection*, Journal of Finance, 7 (1),1952, s.77-91.

MARSHALL, Christpher Lee, *Measuring And Managing Operational Risk In Financial Institutions*, Singapur: John Wiley&Sons Ltd.,2001, s.47

MAZIBAŞ Murat, *İMKB Piyasasındaki Volatilitenin ve Asimetrik Fiyat Hareketlerinin Modellenmesi ve Öngörülmesi: GARCH Uygulaması*, 8. Ulusal Finans Sempozyumunda Sunulan Bildiri,27-28 Ekim 2004, Sempozyum Bildiri Kitabı, İstanbul

McALEER Michael, Les Oxley, *Contributions to Financial Econometrics*, Laurant and Peters, 2002,s.220

MİSHKİN, Frederic S., *Strategies for Controlling Inflation*, National Bureau of Economic Research, Working Paper 61, (22), August 1997: 1-32

NELSON, D., *Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A new Approach*, Econometrica, 59, 1991,349-370

ÖZÇAM Mustafa, *Varlık Fiyatlama Modeli ile Dinamik Portföy Yönetimi*, SPK Yayınları, 1997,Ankara, s.104

PAGAN A. ve G.W. Schwert, *Alternative Models for Common Stock Volatility*, Journal of Econometrics,1990, Vol.45,p.267-290

PARASURAMAN, N. R., *Ascertaining the divisional Beta for project evaluation –the Pure Play Method- a discussion*, The Chartered Accountant, November 2002,s:546-549

PERRON P. ve C. Vodounou, *Tests of Return Predictability: An Analysis of Their Properties Based on a Continuous Time Asymptotic Framework*, Journal of Empirical Finance, Vol. 11/2, 2004, p. 203-230

POKORNY Michael, *An Introduction to Econometrics*, Basil Blackwell, New York, 1987, .s. 343

REBEMANANJARA, R., J.M.Zakoian, *Threshold Arch Models and Asymmetries in Volatility*’, Journal of Applied Econometrics, 8,1,1993,s.37

RISKMETRICS, Tecnicai Document, J.P. Morgan, 1996 www.jpmorgan.com

RÜSTEMOĞLU Mehmet., *Teknoloji ve Hizmette Risk Yönetimi*, Active Activity Dergisi, Mayıs-Haziran 2001,s.10-11

SARIKAMIŞ, Cevat, *Sermaye Pazarları*, Alfa Yayınları, İstanbul, 2000. s.179

SEZGİN Cüneyt, *Türkiye’nin Gelişmekte Olan Piyasalarla Rekabet Gücü Açısından Risk Yönetimi*, İç Denetim, S.1, 2001 s.22

SHARPE, William F., *Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditional of Risk* , Journal of Finance, Vol.XIX, No.3, Sep.1964, s 425-442

SORENSEN Bent E., *ARCH and Generalizations* , Economics 7395, March 1,2005 s.3

TEZEL Nuri, *Bankacılık Risk Alma İşidir. O zaman Risk Yönetimine Artan Önemle Yaklaşım Nedendir?* Active Bankacılık ve Finans Makaleleri-IV,Active Line Gazetesi’nin Eki, Ocak 2001, s.10

THADEWALD Thorsten, Herbert Buning (2004), *Jarque-Bera Test and Its Competitors for Testing Normality*, Journal of Econometrics, Berlin University, Berlin, Germany

TOBIN, James, *Liquidity Preference as Behavior Towards Risk*, The Review of Economic Studies Vol XXVI, No.1, February 1958, s 65-86

TURANLI Münevver, Ünal Halit Özden, Dicle Demirhan, *Seçim Tartışmalarının Hisse Senedi Piyasasına Etkisi*, İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi, 2007,s.2

TÜRK. P. E., “*Bankacılık Sektörünün Taşıdığı Riskler ve Finansal Kriz Aşamasında Kullanılan Risk Ölçüm Yöntemleri*” Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1, 2003

UYSAL, H. Özge, *Piyasa Riskinin Tespitinde Kullanılan Riskteki Değer (Value. At Risk) Yöntemi*, SPK Yeterlik Etüdü, 2002, Ankara.s.32

ZAKOÏAN, J.-M., *Eşikli Değişken Varyanslılık Modelleri*, Journal of Economic Dynamics and Control, 18, 1994,s.931-955

www.academicjournals.org/fulllengthresearchpaper

www.bddk.org.tr/turkce/Basel-II/Basel-II.aspx;

www.bddk.org.tr/turkceyayinlar/bankacilikraporu/mart2007

www.bddk.org.tr/turkce/Raporlar/bankacılık sektoru ilerlemeraporu2006

www.bddk.org.tr/turkceyayinlarveraporlar/sunumlar/riskmanagementny2003

www.bddk.org.tr/turkce/Raporlar/Finansal_Piyasalar_Raporlari/3647mart.pdf

www.contingencyanalysis.com/glossarydeltagammavar.htm

www.ceterisparibus.net/makaleler.htm

EKLER

EK-1

1.Uygulama Bölümünde Yapılan Bazı Sınamaların Sonuçları

Tablo-22

BANK Serisi Artıklarının Korelogramı

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
*****	*****	1	0.998	0.998	2601.4	0.000
*****		2	0.997	-0.011	5195.1	0.000
*****		3	0.995	0.010	7781.2	0.000
*****		4	0.993	-0.005	10360.	0.000
*****		5	0.992	0.002	12931.	0.000
*****		6	0.990	0.001	15494.	0.000
*****		7	0.988	-0.002	18050.	0.000
*****		8	0.987	0.016	20599.	0.000
*****		9	0.985	-0.004	23140.	0.000
*****		10	0.984	-0.008	25674.	0.000
*****		11	0.982	-0.025	28200.	0.000
*****		12	0.980	0.020	30719.	0.000
*****		13	0.979	-0.002	33231.	0.000
*****		14	0.977	-0.009	35734.	0.000
*****		15	0.975	-0.021	38230.	0.000
*****		16	0.974	-0.004	40718.	0.000
*****		17	0.972	-0.028	43198.	0.000
*****		18	0.970	0.044	45669.	0.000
*****		19	0.968	0.009	48134.	0.000
*****		20	0.967	0.022	50591.	0.000
*****		21	0.965	-0.008	53041.	0.000
*****		22	0.964	0.008	55485.	0.000
*****		23	0.962	-0.016	57921.	0.000
*****		24	0.960	0.012	60350.	0.000
*****		25	0.959	-0.041	62771.	0.000
*****		26	0.957	0.004	65184.	0.000
*****		27	0.955	-0.011	67590.	0.000
*****		28	0.954	0.000	69988.	0.000
*****		29	0.952	-0.035	72377.	0.000
*****		30	0.950	0.015	74759.	0.000
*****		31	0.948	-0.011	77132.	0.000
*****		32	0.946	-0.010	79497.	0.000
*****		33	0.944	-0.011	81854.	0.000
*****		34	0.943	0.008	84202.	0.000
*****		35	0.941	0.028	86543.	0.000
*****		36	0.939	0.016	88876.	0.000

Serinin orijinal hali olan düzey veri BANK serisinin 36 gecikme uzunluklu korelogramında tüm gecikmeler için otokorelasyon taşıdığı Tablo-22’de açıkça görülmektedir.

Tablo-23

LBANK Serisinin 18 gecikmeli ADF Test İstatistiği

ADF Test Statistic	-2.559232	1% Critical Value*	-3.9670	
		5% Critical Value	-3.4142	
		10% Critical Value	-3.1288	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(LBANK)				
Method: Least Squares				
Date: 04/25/07 Time: 11:47				
Sample(adjusted): 1/29/1997 12/29/2006				
Included observations: 2588 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LBANK(-1)	-0.004085	0.001596	-2.559232	0.0105
D(LBANK(-1))	0.025712	0.019650	1.308541	0.1908
D(LBANK(-2))	0.024302	0.019617	1.238834	0.2155
D(LBANK(-3))	-0.031895	0.019568	-1.630018	0.1032
D(LBANK(-4))	0.015203	0.019545	0.777841	0.4367
D(LBANK(-5))	-0.029567	0.019545	-1.512774	0.1305
D(LBANK(-6))	-0.015539	0.019550	-0.794815	0.4268
D(LBANK(-7))	-0.012002	0.019535	-0.614356	0.5390
D(LBANK(-8))	0.006872	0.019528	0.351887	0.7250
D(LBANK(-9))	0.016708	0.019509	0.856424	0.3918
D(LBANK(-10))	0.049381	0.019507	2.531471	0.0114
D(LBANK(-11))	-0.030681	0.019529	-1.571034	0.1163
D(LBANK(-12))	0.038010	0.019536	1.945639	0.0518
D(LBANK(-13))	0.013492	0.019548	0.690221	0.4901
D(LBANK(-14))	0.015025	0.019538	0.769019	0.4420
D(LBANK(-15))	0.008723	0.019520	0.446894	0.6550
D(LBANK(-16))	0.033694	0.019505	1.727457	0.0842
D(LBANK(-17))	0.003676	0.019517	0.188335	0.8506
D(LBANK(-18))	-0.038273	0.019505	-1.962175	0.0499
C	0.035049	0.012869	2.723501	0.0065
@TREND(1/02/1997)	4.57E-06	2.23E-06	2.054719	0.0400
R-squared	0.014937	Mean dependent var	0.001539	
Adjusted R-squared	0.007262	S.D. dependent var	0.033510	
S.E. of regression	0.033389	Akaike info criterion	-3.953129	
Sum squared resid	2.861671	Schwarz criterion	-3.905590	
Log likelihood	5136.349	F-statistic	1.946228	
Durbin-Watson stat	1.996948	Prob(F-statistic)	0.007125	

En küçük AIC değerini 18. gecikme uzunluğu vermiştir ve ADF denkleminde birim kök

sinaması yapıldığında birim kökün varlığı reddedilememiştir.

Tablo-24

DLBANK Serisinin 17 gecikmeli ADF Test İstatistiği

ADF Test Statistic	-11.56782	1% Critical Value*	-3.4359	
		5% Critical Value	-2.8632	
		10% Critical Value	-2.5677	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(DLBANK)				
Method: Least Squares				
Date: 04/25/07 Time: 12:24				
Sample(adjusted): 1/29/1997 12/29/2006				
Included observations: 2588 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLBANK(-1)	-0.927659	0.080193	-11.56782	0.0000
D(DLBANK(-1))	-0.048108	0.078163	-0.615489	0.5383
D(DLBANK(-2))	-0.025189	0.076155	-0.330765	0.7408
D(DLBANK(-3))	-0.058395	0.074013	-0.788982	0.4302
D(DLBANK(-4))	-0.044273	0.071816	-0.616481	0.5376
D(DLBANK(-5))	-0.074956	0.069477	-1.078860	0.2808
D(DLBANK(-6))	-0.091522	0.066972	-1.366564	0.1719
D(DLBANK(-7))	-0.104527	0.064142	-1.629605	0.1033
D(DLBANK(-8))	-0.098603	0.061365	-1.606843	0.1082
D(DLBANK(-9))	-0.082917	0.058154	-1.425820	0.1540
D(DLBANK(-10))	-0.034570	0.054655	-0.632509	0.5271
D(DLBANK(-11))	-0.066382	0.050837	-1.305762	0.1918
D(DLBANK(-12))	-0.029439	0.046802	-0.629018	0.5294
D(DLBANK(-13))	-0.017112	0.042522	-0.402430	0.6874
D(DLBANK(-14))	-0.003294	0.038056	-0.086547	0.9310
D(DLBANK(-15))	0.004279	0.032859	0.130219	0.8964
D(DLBANK(-16))	0.036881	0.027175	1.357148	0.1749
D(DLBANK(-17))	0.039411	0.019512	2.019864	0.0435
C	0.001424	0.000670	2.125660	0.0336
R-squared	0.495822	Mean dependent var	4.91E-05	
Adjusted R-squared	0.492289	S.D. dependent var	0.046905	
S.E. of regression	0.033422	Akaike info criterion	-3.951911	
Sum squared resid	2.869592	Schwarz criterion	-3.908899	
Log likelihood	5132.773	F-statistic	140.3566	
Durbin-Watson stat	1.996606	Prob(F-statistic)	0.000000	

Uygun gecikme uzunluğu min AIC kriterine göre 17 bulunmuştur. DLBANK serisine yapılan birim kök sınamasında birim kökün varlığı reddedilmiştir.

Tablo-25**DLBANK Serisinin ARMA(2,1) –EKK Tahmin Sonuçları**

Dependent Variable: D(LBANK)				
Method: Least Squares				
Date: 04/25/07 Time: 11:11				
Sample(adjusted): 1/07/1997 12/29/2006				
Included observations: 2604 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 10 iterations				
Backcast: 1/06/1997				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001685	0.000694	2.428922	0.0152
AR(1)	-0.800249	0.103994	-7.695143	0.0000
AR(2)	0.055513	0.020372	2.724927	0.0065
MA(1)	0.831256	0.102583	8.103235	0.0000
R-squared	0.003999	Mean dependent var		0.001681
Adjusted R-squared	0.002850	S.D. dependent var		0.033778
S.E. of regression	0.033730	Akaike info criterion		-3.939324
Sum squared resid	2.958051	Schwarz criterion		-3.930315
Log likelihood	5133.000	F-statistic		3.479987
Durbin-Watson stat	1.999165	Prob(F-statistic)		0.015306
Inverted AR Roots	.06	-.86		
Inverted MA Roots	-.83			

ARMA(2,1) tahmin sonucu parametrelerin anlamlılığı için t test sonuçlarından yararlanılır. Probability değerlerine bakıldığında tüm parametrelerin istatistiksel olarak anlamlı ve F istatistiği sonucunda da modelin genel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Hata payı olan 0,05'ten küçük prob değerleri parametrelerin istatistiksel anlamlılıkları için yeterlidir.

Tablo-26**DLBANK Serisinin ARCH(1) – ML Yöntemi Tahmin Sonuçları**

Dependent Variable: D(LBANK)				
Method: ML - ARCH				
Date: 04/25/07 Time: 11:11				
Sample(adjusted): 1/07/1997 12/29/2006				
Included observations: 2604 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 14 iterations				
Backcast: 1/06/1997				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.001426	0.000643	2.218796	0.0265
AR(1)	-0.725616	0.144628	-5.017132	0.0000
AR(2)	0.062730	0.014611	4.293275	0.0000
MA(1)	0.771913	0.147175	5.244874	0.0000
Variance Equation				
C	0.000853	1.88E-05	45.43377	0.0000
ARCH(1)	0.243726	0.022825	10.67791	0.0000
R-squared	0.003451	Mean dependent var	0.001681	
Adjusted R-squared	0.001533	S.D. dependent var	0.033778	
S.E. of regression	0.033752	Akaike info criterion	-4.013612	
Sum squared resid	2.959678	Schwarz criterion	-4.000099	
Log likelihood	5231.723	F-statistic	1.799532	
Durbin-Watson stat	2.029707	Prob(F-statistic)	0.109572	
Inverted AR Roots	.08	-.80		
Inverted MA Roots	-.77			

ARMA(2,1) ortalama denklemlı ARCH(1) sürecinde ortalama denklemindeki parametreler dahil ARCH modelindeki iki parametrede prob değėrlrine bakıldığında 0,05 (%5 hata payı) değėrinden küçük bulunmuştur. Böylece tüm parametreler istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. ARCH parametresinin beklendiği gibi pozitif ve 1’den küçük değere sahip olduğu görölmektedir.

Tablo-27**DLBANK Serisinin GARCH(1,1) – ML Yöntemi Tahmin Sonuçları**

Dependent Variable: D(LBANK)				
Method: ML - ARCH				
Date: 04/25/07 Time: 11:12				
Sample(adjusted): 1/07/1997 12/29/2006				
Included observations: 2604 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 38 iterations				
Backcast: 1/06/1997				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.001743	0.000584	2.982410	0.0029
AR(1)	-0.752410	0.256728	-2.930771	0.0034
AR(2)	0.056324	0.023195	2.428328	0.0152
MA(1)	0.797368	0.255131	3.125323	0.0018
Variance Equation				
C	8.71E-06	1.79E-06	4.863985	0.0000
ARCH(1)	0.057059	0.003911	14.58790	0.0000
GARCH(1)	0.936093	0.003970	235.7885	0.0000
R-squared	0.003328	Mean dependent var	0.001681	
Adjusted R-squared	0.001026	S.D. dependent var	0.033778	
S.E. of regression	0.033761	Akaike info criterion	-4.124568	
Sum squared resid	2.960043	Schwarz criterion	-4.108802	
Log likelihood	5377.187	F-statistic	1.445489	
Durbin-Watson stat	2.027883	Prob(F-statistic)	0.193304	
Inverted AR Roots	.07	-.82		
Inverted MA Roots	-.80			

ARMA(2,1) ortalama denklemli GARCH(1,1) sürecinde ortalama denklemindeki parametreler dahil GARCH parametrelerinin tamamının prob değerlerine bakıldığında 0,05 (%5 hata payı) değerinden küçüktür ve tüm parametreler istatistiksel olarak anlamlıdır. ARCH ve GARCH parametrelerinin ikisi de pozitifdir ve toplamaları 1'den küçüktür.

Tablo-28**DLBANK Serisinin TARCH(1,1) – ML Yöntemi Tahmin Sonuçları**

Dependent Variable: D(LBANK)				
Method: ML - ARCH				
Date: 04/25/07 Time: 11:12				
Sample(adjusted): 1/07/1997 12/29/2006				
Included observations: 2604 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 45 iterations				
Backcast: 1/06/1997				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.001562	0.000596	2.621200	0.0088
AR(1)	-0.808179	0.148670	-5.436060	0.0000
AR(2)	0.061629	0.019545	3.153217	0.0016
MA(1)	0.857904	0.147285	5.824792	0.0000
Variance Equation				
C	9.33E-06	1.86E-06	5.021180	0.0000
ARCH(1)	0.050966	0.004807	10.60264	0.0000
(RESID<0)*ARCH(1)	0.014878	0.007548	1.971081	0.0487
GARCH(1)	0.934402	0.004050	230.7449	0.0000
R-squared	0.003290	Mean dependent var	0.001681	
Adjusted R-squared	0.000602	S.D. dependent var	0.033778	
S.E. of regression	0.033768	Akaike info criterion	-4.124877	
Sum squared resid	2.960158	Schwarz criterion	-4.106859	
Log likelihood	5378.590	F-statistic	1.224106	
Durbin-Watson stat	2.037635	Prob(F-statistic)	0.285582	
Inverted AR Roots	.07	-.88		
Inverted MA Roots	-.86			

ARMA(2,1) ortalama denklemlı TGARCH(1,1) sürecinde ortalama denklemindeki parametreler dahil parametrelerin tamamı prob değeriğine bakıldığında 0,05 (%5 hata payı) değeriinden küçük olduğu görülmüş ve asimetri parametresi dahil tüm parametrelerin istatistiksel olarak anlamlı olduğuına karar verilmiştir.

Tablo-29

DLBANK Serisinin EGARCH(1,1) – ML Yöntemi Tahmin Sonuçları

Dependent Variable: D(LBANK) Method: ML - ARCH Date: 04/25/07 Time: 11:11 Sample(adjusted): 1/07/1997 12/29/2006 Included observations: 2604 after adjusting endpoints Convergence achieved after 97 iterations Backcast: 1/06/1997				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.001844	0.000495	3.722916	0.0002
AR(1)	0.983565	0.040494	24.28920	0.0000
AR(2)	-0.049926	0.018518	-2.696032	0.0070
MA(1)	-0.938704	0.038410	-24.43888	0.0000
Variance Equation				
C	-0.134604	0.014381	-9.360107	0.0000
RES/SQR[GARCH](1)	0.109829	0.005943	18.48058	0.0000
RES/SQR[GARCH](1)	0.002426	0.004600	0.527282	0.5980
EGARCH(1)	0.992261	0.001868	531.0549	0.0000
R-squared	0.001898	Mean dependent var		0.001681
Adjusted R-squared	-0.000793	S.D. dependent var		0.033778
S.E. of regression	0.033792	Akaike info criterion		-4.109569
Sum squared resid	2.964290	Schwarz criterion		-4.091551
Log likelihood	5358.659	F-statistic		0.705386
Durbin-Watson stat	2.037763	Prob(F-statistic)		0.667559
Inverted AR Roots	.93	.05		
Inverted MA Roots	.94			

ARMA(2,1) ortalama denklemli EGARCH(1,1) modelinin tahmin sonucunda negatif olması beklenen $\varepsilon_{t-1} / \sqrt{h_{t-1}}$ değişkenine ait parametre pozitifdir ve %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamsızdır. EGARCH modelinin serimizin volatilitelerini açıklamakta uygun model olmadığına karar verilmiştir.

Tablo-30**DLBANK Serisinin PARCH(1,1) – ML Yöntemi Tahmin Sonuçları**

Dependent Variable: D(LBANK)				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Date: 05/30/07 Time: 15:41				
Sample (adjusted): 1/07/1997 12/29/2006				
Included observations: 2604 after adjustments				
Convergence achieved after 48 iterations				
MA backcast: 1/01/1997, Variance backcast: ON				
@SQRT(GARCH) = C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1)) + C(8)*@SQRT(GARCH(-1))				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.001854	0.000493	3.759053	0.0002
AR(1)	0.986963	0.039619	24.91133	0.0000
AR(2)	-0.049327	0.018153	-2.717253	0.0066
MA(1)	-0.942783	0.037330	-25.25553	0.0000
Variance Equation				
C(5)	0.000169	4.89E-05	3.447734	0.0006
C(6)	0.051463	0.002947	17.46503	0.0000
C(7)	-0.047582	0.044447	-1.070529	0.2844
C(8)	0.957050	0.002727	350.9524	0.0000
R-squared	0.001897	Mean dependent var	0.001681	
Adjusted R-squared	-0.000794	S.D. dependent var	0.033778	
S.E. of regression	0.033792	Akaike info criterion	-4.107301	
Sum squared resid	2.964293	Schwarz criterion	-4.089283	
Log likelihood	5355.706	F-statistic	0.705036	
Durbin-Watson stat	2.036298	Prob(F-statistic)	0.667858	
Inverted AR Roots	.93	.05		
Inverted MA Roots	.94			

ARMA(2,1) ortalama denklemlı PARCH(1,1) modelinin tahmin sonuçlarında hata teriminin gecikmeli değışkeninin parametresinin prob değeriine bakıldığında istatistiksel olarak anlamsız olduğu ve pozitif olması beklenen değeriinin negatif olduğu

görülmüştür ve PARCH yönteminin serimizin oynaklığını açıklamada yetersiz kaldığı görülmüş ve türevi olan Asimetrik PARCH modeli denenmiştir.

Tablo-31

DLBANK Serisinin APARCH(1,1) – ML Yöntemi Tahmin Sonuçları

Dependent Variable: D(LBANK) Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution Date: 05/29/07 Time: 14:14 Sample (adjusted): 1/07/1997 12/29/2006 Included observations: 2604 after adjustments Convergence achieved after 37 iterations MA backcast: 1/01/1997, Variance backcast: ON @SQRT(GARCH)^C(9) = C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(9) + C(8)*@SQRT(GARCH(-1))^C(9)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.001568	0.000599	2.619331	0.0088
AR(1)	-0.848689	0.084360	-10.06036	0.0000
AR(2)	0.065594	0.019397	3.381649	0.0007
MA(1)	0.903180	0.083313	10.84081	0.0000
Variance Equation				
C(5)	1.96E-06	1.46E-06	1.344911	0.1787
C(6)	0.049619	0.005532	8.969336	0.0000
C(7)	0.070583	0.029428	2.398480	0.0165
C(8)	0.931885	0.004479	208.0752	0.0000
C(9)	2.430589	0.201051	12.08939	0.0000
R-squared	0.002837	Mean dependent var		0.001681
Adjusted R-squared	-0.000237	S.D. dependent var		0.033778
S.E. of regression	0.033782	Akaike info criterion		-4.125311
Sum squared resid	2.961502	Schwarz criterion		-4.105041
Log likelihood	5380.155	F-statistic		0.922968
Durbin-Watson stat	2.048189	Prob(F-statistic)		0.496057
Inverted AR Roots	.07	-.92		
Inverted MA Roots	-.90			

ARMA(2,1) ortalama denklemlili APARCH(1,1) sürecinde sabit terim hariç tüm parametrelerin anlamlı olduğu görülmüştür. Simetrik PARCH modelinin aksine Asimetrik PARCH modelinin serinin volatilitisini açıklamada başarılı olduğu görülmüştür. Parametrelerin işaretinin pozitif olması ve asimetri parametresinin değerinin yüksek olması seride güçlü asimetrik etkinin geçerli olduğu sunucuna varılmıştır.

EK-2

2.Çalışmada Kullanılan Bazı Terimlerin Türkçe-İngilizce Karşılıkları

ardışık bağlanım	autoregression
bağımlılık	correlation
basıklık	kurtosis
Çarpıklık	skewness
değişen varyans	heteroscedasticity
durağan	stationary
en çok olabilirlik	maximum likelihood
en küçük kareler	least squares
fiyatlanan oynaklık	implied volatility
geçmiş dönemlerin oynaklığı	historical volatility
kaldıraç etkisi	leverage effect
kalın kuyruk	fat tail
katsayı	parameter
kendisiyle ortak varyansı	auto-covariance
koşullu	conditional
olasılıklı	stochastic
rassal yryş	random walk
sivrilik	peakedness