

**T.C
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

FİNANSAL VARLIKLARIN VOLATİLİTE MODELLERİ İLE ANALİZİ

Yüksek Lisans Tezi

Zeynep ERGEN

ANKARA-2010

**T.C
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

FİNANSAL VARLIKLARIN VOLATİLİTE MODELLERİ İLE ANALİZİ

Yüksek Lisans Tezi

Zeynep ERGEN

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

Ankara-2010

T.C
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

**FİNANSAL VARLIKLARIN VOLATİLİTE MODELLERİ
İLE ANALİZİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Fazıl Gökğöz

Tez Jürisi Üyeleri

Adı ve Soyadı

Prof. Dr. Yalçın Karatepe

Doç. Dr. Hasan Şahin

Doç. Dr. Fazıl Gökğöz

.....
.....

İmzası





.....
.....

Tez Sınavı Tarihi: 05/07/2010

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim.(...../...../2010)

Tezi Hazırlayan Öğrencinin
Adı ve Soyadı

.....ZEYNEP ERGEN.....

İmzası

.....

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans programım boyunca benimle birebir ilgilenip çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç.Dr. Fazıl Gökgoze'e,

Akademik çalışmalara beni yönelten ve çalışmalarım için gerekli bilgi ve beceriyi bana kazandırıp desteklerini esirgemeyen Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü ve Siyasal Bilgiler Fakültesi İşletme Bölümü'ndeki tüm saygıdeğer hocalarıma, Prof. Dr. İrfan Cıvcır'e,

Akademik hayata adım atmamı sağlayan ve çalışmalarım için gerekli olan uygun ortamı bana sunan Ufuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'ndeki tüm akademik ve idari personele,

Yüksek lisans çalışmalarım için gerekli olan maddi desteği sağlayarak çalışmalarımı eksiksiz ve düzenli bir şekilde yürütmeme yardımcı olan TÜBİTAK Kurumuna,

Eğitim ve öğretim hayatım boyunca tüm ilgi,sevgi, hoşgörü ve yardımlarıyla beni destekleyip her koşulda yanımda olan Sevgili Aileme,Kuzenim Hakan Kargal'a ve dostluklarını benden esirgemeyen tüm arkadaşlarıma,

En içten minnet ve şükranlarımı sunar,teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ÇİZELGELER.....	v
ŞEKİLLER.....	vii
EKLER LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR.....	x
GİRİŞ	1

BÖLÜM 1

RİSK VE RİSK YÖNETİMİ

1.1 Risk Tanımı	3
1.2 Risk Çeşitleri	6
1.2.1 Sistematik Risk	7
1.2.2 Sistematik Olmayan Risk	8
1.3 Risk Yönetimi ve Risk Yönetiminde Bilgi	10
1.3.1 Asimetrik Bilgi	13
1.3.2 Piyasa Etkinliği	15

BÖLÜM 2

FİNANSAL PİYASALARDA VOLATİLİTE

2.1 Volatilite Tanımı	16
-----------------------------	----

2.2 Volatilitiyi Etkileyen Faktörler	17
2.3 Finansal Yatırım Araçları	
2.3.1 Temel Finansal Araçlar	19
2.3.2 Türev Araçları	19
2.4 Hisse Senedi Piyasası Volatilitesi	21
2.5 Volatiliti, Finansal Fiyat Değişiklikleri ve Gelir İlişkisi	22
2.6 Volatiliti ile İlgili Literatür Çalışmaları	24

BÖLÜM 3

RİSK VE GETİRİNİN ÖLÇÜLMESİ

3.1 Risk ve Getiri Ölçümünde Kullanılan Kavramlar	28
3.1.1 İstatistiksel Hesaplamalar ile Risk ve Getirinin Ölçümü	29
3.2 İstatistiksel Sonuçlara Göre Risk – Getiri İlişkisinin Değerlendirilmesi.....	32
3.3 Ekonometrik Metodoloji	
3.3.1 Zaman Serileri	33
3.3.1.1 Zaman Serilerinde Rassal Süreçler	40
3.3.2 Ekonometrik Taban	41
3.3.2.1 Değişen Varyans (Heteroscedasticity).....	48
3.3.2.2 İçsel Bağlantı (Otokorelasyon)	52
3.3.2.3 Zaman Serilerinin Durağanlığı	57

BÖLÜM 4

VOLATİLİTENİN MODELLENMESİ VE ÖLÇÜMÜ

4.1 Volatiliti Öngörü Modelleri	60
4.1.1 Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeli (ARCH Modeli)	61

4.1.2 Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeli (GARCH Modeli)	64
4.1.3 Üstel GARCH Modeli (EGARCH Modeli)	65
4.1.4 Genelleştirilmiş Asimetrik Üslü ARCH Modeli (APGARCH Modeli) ve GJR-GARCH Modeli	66
4.1.5 Eşikli, GARCH Modeli(TGARCH Modeli)	68

BÖLÜM 5

İMKB GETİRİ VOLATİLİTESİNİN ANALİZİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

5.1 İstanbul Menkul Kıymetler Borsasının (İMKB) Temel Yapısı.....	70
5.2 İMKB’de Halka Arz ve Borsada İşlem Görme	72
5.3 İMKB Hisse Senetleri Endeksleri	73
5.4 Uygulama	
5.4.1 Veri Yöntem	76
5.4.2 İMKB Ulusal 100 Fiyat Endeksi (XU100) 04/01/2007-31/12/2009 Dönemi Volatilite Analizi	82
5.4.3 İMKB Ulusal 50 Fiyat Endeksi (XU050) 04/01/2007-31/12/2009 Dönemi Volatilite Analizi	100
5.4.4 İMKB Ulusal 30 Fiyat Endeksi (XU030) 04/01/2007-31/12/2009 Dönemi Volatilite Analizi	114
5.5. Sonuç ve Değerlendirme	130
EKLER.....	134
KAYNAKÇA.....	159
ÖZET.....	166

ÇİZELGELER

	<u>Sayfa no</u>
Tablo 1: Risk Kaynakları	7
Tablo 2: Analitik Risk Yönetim Araçlarının Gelişimi	13
Tablo 3: Volatilite ile İlgili Bazı Çalışmalar	27
Tablo 4: Zaman Serisi Analiz Yöntemleri	45
Tablo 5: DW İstatistiği İçin Karar Kriterleri	55
Tablo 6: Volatilite Modelleri	61
Tablo 7: Borsa Kotunda Bulunan Menkul Kıymetlerin Nominal Tutarı	73
Tablo 8: İMKB Endeksleri ve Başlangıç Değerleri	76
Tablo 9: XU100 Endeksi Getiri Serisi ARMA(p,q) Modelleri Akaike Değerleri	87
Tablo 10: XU100 Endeksi Getiri Serisi ARMA(p,q) Modelleri Schwarz Değerleri	88
Tablo 11: XU100 Endeksi Getiri Serisi ARMA(4,4) Modeli	90
Tablo 12: XU100 Endeksi Getiri Serisi ARMA(4,4) Modeli ARCH LM Testi	91
Tablo 13: XU100 Endeksi Getiri Volatilitesinin Analizi	95
Tablo 14: GARCH(3,1) Modeli ARCH LM Testi	98
Tablo 15: EGARCH(2,3) Modeli ARCH LM Testi	99
Tablo 16: XU050 Endeksi Getiri Serisi ARMA(p,q) Modelleri Akaike Değerleri	104
Tablo 17: XU050 Endeksi Getiri Serisi ARMA(p,q) Modelleri Schwarz Değerleri	104

Tablo 18: XU050 Endeksi Getiri Serisi ARMA(4,4) Modeli	106
Tablo 19: XU050 Endeksi Getiri Serisi ARMA(4,4) Modeli ARCH LM Testi	107
Tablo 20: XU050 Endeksi Getiri Volatilitesinin Analizi	110
Tablo 21: ARCH(1) Modeli ARCH LM Testi	112
Tablo 22: EGARCH(1,3) Modeli ARCH LM Testi	114
Tablo 23: XU030 Endeksi Getiri Serisi ARMA(p,q) Modelleri Akaike Değerleri	119
Tablo 24: XU030 Endeksi Getiri Serisi ARMA(p,q) Modelleri Schwarz Değerleri	119
Tablo 25: XU030 Endeksi Getiri Serisi ARMA(4,4) Modeli	122
Tablo 26: XU030 Endeksi Getiri Serisi ARMA(4,4) Modeli ARCH LM Testi	123
Tablo 27: XU030 Endeksi Getiri Volatilitesinin Analizi	126
Tablo 28: GARCH(1,1) Modeli ARCH LM Testi	128
Tablo 29: EGARCH(3,3) Modeli ARCH LM Testi	130
Tablo 30: Endekslerin İstatistiksel Sonuçları ve Volatilite Modelleri Karşılaştırılması	131

ŞEKİLLER

	<u>Sayfa no</u>
Şekil 1: Risk Yönetim Süreci	12
Şekil 2: Risk Yönetim Sistemi	13
Şekil 3: Basıklık Tiplerinin Grafikselsel Gösterimi	35
Şekil 4: Kaldıraç Etkisi	35
Şekil 5: Veri Tipleri	38
Şekil 6: Durbin Watson İstatistiğinin Dağılımı	55
Şekil 7: XU100 Endeksi Getiri Serisi Grafiği	83
Şekil 8: XU100 Endeksi Getiri Serisi Korelogramı	84
Şekil 9: XU100 Getiri Serisi Birim Kök Testi Sonuçları	85
Şekil 10: XU100 Endeksi Getiri Serisinin İstatistiksel Tanımlaması	86
Şekil 11: ARMA(4,4) Modeli Katsayıları İçin Durağanlık Ve Anlamlılık Testi	89
Şekil 12: XU050 Endeksi Getiri Serisi Grafiği	100
Şekil 13: XU050 Endeksi Getiri Serisi Korelogramı	101
Şekil 14: XU050 Getiri Serisi Birim Kök Testi Sonuçları	102
Şekil 15: XU050 Endeksi Getiri Serisinin İstatistiksel Tanımlaması	103
Şekil 16: ARMA(4,4) Modeli Katsayıları İçin Durağanlık Ve Anlamlılık Testi	105
Şekil 17: XU030 Endeksi Getiri Serisi Grafiği	115
Şekil 18: XU030 Endeksi Getiri Serisi Korelogramı	116
Şekil 19: XU030 Getiri Serisi Birim Kök Testi Sonuçları	117
Şekil 20: XU030 Endeksi Getiri Serisinin İstatistiksel Tanımlaması	118

Şekil 21: ARMA(3,5) Modeli Katsayıları İçin Durağanlık Ve Anlamlılık Testi	120
Şekil 22: ARMA(4,4) Modeli Katsayıları İçin Durağanlık Ve Anlamlılık Testi	121

EKLER

	<u>Sayfa no</u>
EK 1: XU100 Endeksi Günlük Kapanış Değerleri ve Getirisi	135
EK 2: XU050 Endeksi Günlük Kapanış Değerleri ve Getirisi	143
EK 3: XU030 Endeksi Günlük Kapanış Değerleri ve Getirisi	151

KISALTMALAR

OCC Bank: Office of the Comptroller of the Currency Bank

TCMB: Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası

SEC: US Securities and Exchange Commission

JSDA: Japan Securities Dealers Association

KOSGEB: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme Birimi

TOSYÖV: Türkiye Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler, Serbest Meslek Mensupları ve Yöneticileri Vakfı

OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development

SPK: Sermaye Piyasası Kurulu

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

İMKB: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası

CAPM: Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli

VAR: Riske Maruz Değer

AR: Otoregresif Süreç

MA: Hareketli Ortalamalar Süreci

ARMA: Otoregresif Hareketli Ortalamalar Süreci

ARCH: Otoregresif Koşullu Değişen Varyans

GARCH: Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans

EGARCH: Üstel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans

APGARCH: Genelleştirilmiş Asimetrik Üslü ARCH

TGARCH: Eşikli GARCH

GJR-GARCH: Glosten, Junkle ve Raganathan GARCH

Var: Varyans

cov: Kovaryans

ACF: Otokorelasyon Fonksiyonu

PACF: Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu

ADF: Çoğaltılmış Dickey Fuller Testi

JB: Jarque-Bera

AIC: Akaike Değeri

SC: Schwarz Değeri

ARCH LM: ARCH Lagrange Çarpanı

RMSE: Ortalama Hata Kareler Kökü
MAE: Ortalama Mutlak Hata
LOB: Logaritmik Olabilirlik
St: Student t Dağılımı
SkSt: Çarpık Student t Dağılımı
GED: Genelleştirilmiş Hata Dağılımı
SSE: Hata Kareler Toplamı
EKK: En Küçük Kareler
GEKK: Genelleştirilmiş En Küçük Kareler
MO: Maksimum Olabilirlik
DW: Durbin-Watson Değeri
DF: Dickey Fuller Testi
TSP: Trend Durağan Süreç
DSP: Fark Durağan Süreç
XU030: İMKB Ulusal 30 Fiyat Endeksi
XU050: İMKB Ulusal 50 Fiyat Endeksi
XU100: İMKB Ulusal 100 Fiyat Endeksi

GİRİŞ

İnsanlığın gelişiminden bu yana ihtiyaçlar doğrultusunda alışveriş ve ticaret her zaman söz konusu olmuştur. Karşılıklı gerçekleşen bu ilişkiler her zaman bir çıkar amacı ile ve bir değer üzerinden yürütülmüştür. Ekonominin temeli de hayatın devamlılığı için gerekli olan bu ilişkilere dayanmaktadır.

Ekonomi dünyası içinde finansal yatırımcılar baş aktörlerdir. Finansal yatırımcılar, ortaya koydukları sermayeleri farklı yollarla işleterek getiri elde etme amaçlı bir yöntemle ekonomik yapının işleyişini sağlamaktadırlar. Yatırımcıların sermayeleri onların varlıkları olduğu için sahiplik duygusu ile her zaman bu varlıklarını veya varlıkların değerini artırmak istemektedirler.

Yatırım yapma söz konusu olduğunda yatırımcılar her ne kadar sermayelerinin artmasını isteseler de bu sermayelerinin bir bölümünü kaybetme riski ile de karşı karşıya kalabilmektedirler. Bu nedenle yatırımların temel amacına ulaşabilmesi için etkin bir risk yönetimi gerçekleştirilmek zorundadır.

Yatırımcıların etkin bir risk yönetimi yapabilmeleri yatırımlarına söz konusu olan varlıkları ve bu varlıkların gelecekteki durumunu, elde edebilecekleri kazanç ya da kayıpları iyi analiz etmelerine bağlıdır. Varlıkların analizi sayesinde performans ölçümü yapılabilmekte ve ulaşılan sonuçlarla geleceğin belirsizliği bir nebze de olsa azaltılabilmektedir. Performansın iyi bir şekilde incelenmesi yatırımın ne kadar başarılı olduğunu göstermesi açısından son derece önemlidir.

Bu çalışmanın birinci bölümünde risk ve risk yönetimi hakkında temel tanımlar, bilgiler ve yorumlamaların nasıl yapılacağı konusunda açıklamalar yapılmıştır.

İkinci bölümde çalışmamızın temelini oluşturan volatilité kavramı incelenmiştir. Bu kapsamda volatilité kavramı finansal varlıklar, risk-getiri bileşeni ile ilişkilendirilmiş, ayrıca konu ile ilgili literatür bilgilerine yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde risk-getiri ölçümü temelli istatistiksel ve ekonometrik bilgiler yer almıştır. Risk ve getirinin ölçümü sırasında kullanılan istatistiksel formüller ile çalışmanın temelini oluşturan finansal zaman serilerinin ekonometrik açıdan incelenmesi için gerekli olan ekonometrik metodoloji matematiksel bir forma dayandırılarak açıklanmıştır. Ayrıca hesaplamaların nasıl yorumlanması gerektiği konusuna da değinilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde bir önceki bölümde verilen ekonometrik ve istatistiksel taban çerçevesinde finansal zaman serilerinin taşıdığı özelliklere göre gelecekteki volatilitelerinin modellenmesi, tahmin edilmesi ve yapılan tahminlerin performansının ölçülebilmesi için izlenebilecek alternatif yollar anlatılmıştır. Bu konuda volatilité modellerinden ARCH Modeli, GARCH Modeli, EGARCH Modeli, APGARCH Modeli, GJR-GARCH Modeli ve TGARCH Modeli açıklanmıştır.

Çalışmanın son bölümünde ilk dört bölümde anlatılan teorik bilgiler İMKB Ulusal Fiyat Endeksleri üzerine uygulanmıştır. İMKB Ulusal 100, İMKB Ulusal 50 ve İMKB Ulusal 30 fiyat endekslerine ait olan 04/01/2007-31/12/2009 dönemi günlük getiri değerleri kullanılarak oluşturulan serilerin volatiliteleri için en uygun modelin belirlenmesi ve bu modellerin performanslarının ölçülmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Uygulama aşamasında Eviews 6 paket programından faydalanılmıştır.

BÖLÜM 1

RİSK VE RİSK YÖNETİMİ

1.1 Risk Tanımı

Teknolojinin gelişmesi ve özellikle iletişim teknolojisinin ilerlemesiyle birlikte hız kazanan küreselleşme süreci, sistematik birimler arasındaki etkileşimi artırmış, bu ise riskin, bileşenleri zor belirlenebilen ve zor yönetilen, ciddi sonuçları olan bir kavram haline gelmesini beraberinde getirmiştir. Risk ile ilgili her ne kadar tam olarak doğru ve her yerde geçerli olabilecek bir tanım vermek mümkün olmasa da risk, genel anlamda beklenmeyen sonuçlarla karşılaşma olasılığı olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte riske ilişkin bazı farklı tanımlar aşağıdaki gibi verilebilir:

Risk, hedeflerin gerçekleştirilmesinde sorun yaratan olay ve olguların henüz tehlide dönüşmemiş ve yönetilebilir halidir. ¹

Risk, tam olarak bilinemeyen, zaman içerisinde değişebilen, yönetilebilen ve olumsuz sonuçları olma olasılığı olan bir kavramdır.

Finansal açıdan risk ise bir getirinin geleceğin alternatif durumlarına bağlı olması ve bu durumların farklı getiriyle sonuçlanabilmesidir. O halde risk, beklenen değer ile gerçekleşen değer arasındaki olumlu ya da olumsuz fark şeklinde açıklanabilir. Buna göre risk ve belirsizlik farklı kavramlardır. İstatistiksel veriler ve hesaplamalarda risk söz konusu iken istatistiksel olmayan verilerde belirsizlik söz konusudur. Örneğin, bir hisse senedinin gelecekteki fiyatı o hisse senedinin geçmiş fiyatlarının analizi sonucu tahmin ediliyor ise riskten söz ediliyor demektir. Oysa

¹ Küçükşahin, A., Şafak, İ. C., Dedeoğlu, Ç., “Güvenlik Bağlamında Risk ve Risk Yönetimi”, **Güvenlik Stratejileri Dergisi**, 2009, Yıl.5, S.10, s. 9

aynı hisse senedinin geçmiş fiyatları ile ilgili bilgiler yoksa ve gelecekteki fiyat tahminleri bir takım varsayımlarla yapılıyorsa, bu durumda belirsizlikten söz edilebilir.

Risk = Geleceğin belirsizliği + Belirsizlikle karşı karşıya kalma durumu

Ekonomide kaynakların en uygun yatırım alanlarına yönlendirilmesi ve yatırım kararı alınırken rasyonel bir şekilde davranılması gerekmektedir. İşletmeler bu kararlarında rasyonelliği sağlamak amacıyla, yatırım projelerini değerlendirmektedirler. Bir yatırım, işletmede yaşam devri boyunca, yıllar itibariyle nakit giriş ve çıkışına neden olmaktadır. Yıllar itibariyle gerçekleşen nakit akışlarının riske göre düzeltilmiş olarak bugünkü değerinin bilinmesi, işletmeye karar verme noktasında yardımcı olacaktır. Gelecekteki nakit akışı kesin olarak bilinen projelerin varlığı, beklenen bir durum değildir. Genellikle bütün yatırım projelerinin gelecekteki nakit akışı, risk ve belirsizlik taşıdığından, risk ve belirsizliğin tanımlanması ve ölçülmesi, riskli projelerin değerlendirilmesi ve seçimi için önem arz etmektedir.²

Geleceğin belirsizliği ve riskli olması yatırım projelerinin değerlendirilmesinde, risk unsurunu dikkate alan yöntemlerin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Riskli yatırım projelerinin değerlendirilmesinde temel ilke, projenin risk derecesinin belli istatistiksel yöntemler kullanılarak belirlenmesinden sonra, bu riski minimuma indirecek bir faktörün değerlendirmeye dahil edilmesidir.

Her konuda alınan kararların, uygulamaya konulduktan sonra elde edilen sonuçlarının değerlendirilmesi ve bir geri-besleme mekanizmasının sağlanması karar

² Bayrakdaroğlu, A.- Ege, İ.; **Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Riski Dikkate Alan Yaklaşımların Uygulanabilirliğinin Analizi:Kayseri İli İmalat Sanayinde Bir Uygulama**; s.87

alma sürecinin başarısı için zorunludur. Bir anlamda bir karar alma süreci olan yatırım sürecinin sonunda da değerlendirme yapıp, bir geri-besleme mekanizmasının oluşturulması da bu nedenle kaçınılmaz olacaktır. Yatırım sürecinin başarısı (veya sonuçların değerlendirilmesi) yapılan yatırımın amaçlarına (özellikle yatırımdan beklenen getiriye) ulaşp ulaşmamasının bir değerlendirilmesi olacaktır. Yatırım süreci beş temel aşamadan oluşmaktadır:³

i. **Yatırım politikasının belirlenmesi:** Yatırımcının risk-getiri profiline göre yatırım yapılacak sermaye ve menkul kıymet grupları (tahvil, bono, hisse senedi, vb.) belirlenir.

ii. **Menkul kıymet analizinin yapılması:** Temel ve teknik analiz yöntemleri kullanılarak yatırım için belirlenen menkul kıymet gruplarının gelecekteki performansları analiz edilir.

iii. **Portföy oluşturulması:** Analizi yapılan menkul kıymetlerden farklı ağırlıklarda alınarak farklı performanslara sahip portföyler oluşturulur. Bu portföyler içerisinden yatırımcı istediği risk-getiri bileşenine sahip olan portföyü seçerek yatırımını yapar. Portföy seçerken dikkat edilmesi gereken temel nokta birim risk başına maksimum getiriye ya da birim getiri başına minimum riski üstlenebilmektir.

iv. **Portföyün değiştirilmesi (yenilenmesi):** Yukarıda anlatılan üç aşama belirli aralıklarla tekrarlanarak portföyler revize edilir. Piyasadaki, ekonomideki ve menkul kıymet ihraççılarının (şirketlerin, kurumların, devletlerin) finansal yapısındaki değişikliklere göre menkul kıymetlerin sahip olduğu risk-getiri düzeyleri de değişeceğinden yatırımlarda etkinlik ancak bu yolla sağlanabilmektedir.

³ Karacabey, A.A.-Gökgöz, F.; **Emeklilik Fonlarının Portföy Analizi**; s. 38-39

v. **Portföy performansının değerlendirilmesi:** Yatırım yapılan portföyün yatırımın temel amaçlarına uygun olup olmadığı, istenilen risk-getiri seviyesinde bulunulup bulunulmadığı dönemsel olarak portföy performansının ölçülmesi ile kontrol edilebilmektedir.

Yatırım sürecinin temel hedefi yatırım yapmaktaki amaçlara ulaşmak olduğundan bu amaçların açıkça ifade edilmesi değerlendirme sürecinin kritik adımıdır. Yatırım amaçları temelde yatırımcının risk-getiri algısına dayanmaktadır. Riski beklenen getiri ile gerçekleşen getiri arasındaki fark olarak tanımladığımızda yatırımın, riskin ve performansın önemi anlaşılmaktadır.

1.2 Risk Çeşitleri

Yatırımcılar iki çeşit riskle karşı karşıyadırlar ve bu risklerin azaltılması kapsamında çalışmalarını yürütmektedirler. Riskin kaynakları ve kaynakların hangi çeşit risk kategorisinde yer aldığı OCC Bank tarafından aşağıdaki şekilde tablolaştırılmıştır:⁴

⁴ Sevil, Güven, **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitesinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları**, s.7

Risk Kaynakları	Risk Kategorisi
Fiyat	Piyasa
Faiz oranı	Piyasa
Döviz kuru	Piyasa
Kredi	Kredi
Likidite	Faaliyet
İşlem	Faaliyet
Stratejik	Faaliyet
Uyum	Faaliyet
İsim	Faaliyet

Tablo 1: Risk Kaynakları

Sözü edilen risk çeşitleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1.2.1 Sistematik Risk

Sistematik risk, tüm yatırımların getirilerini etkileyen risk olarak tanımlanır. Diğer bir ifadeyle kaçınılamayan riski ifade eder. Aynı sınıftaki bütün menkul kıymetlerin getirileri birbirinden etkilendiği için sistematik risk çeşitlendirme yolu ile azaltılamayan bir risktir. Sistematik riskin kaynakları:

i) Piyasa riski: Piyasadaki spekülative ve psikolojik faktörlerden kaynaklanan risktir. Piyasadaki değişikliklerin varlıklar üzerinde yapacağı etkinin analiz edilmesiyle piyasa riski kontrol altına alınabilir.

ii) Politik risk: Kaynağı hükümetlerin, devletlerin siyasi ve ekonomik yapıları, ekonomik krizler, siyasi buhranlar vb. faktörler olan risktir.

iii) Enflasyon riski: Enflasyonun doğurduğu belirsizlik sonucu özellikle enflasyon oranı yüksek olan ülkelerde oluşan risktir.

iv) **Faiz oranı riski:** Piyasa faiz oranlarının değişmesiyle birlikte faiz gelirlerinde oluşabilecek kayıpları ifade eden risktir.

v) **Kur riski:** Özellikle yabancı yatırımlarda ülkeler (ulusal para birimleri) arasındaki kur farkından oluşabilecek risktir.

1.2.2 Sistematik Olmayan Risk

Menkul kıymetin kendisinden kaynaklanan ve bu nedenle çeşitlendirme ile portföylerde azaltılabilen bir risktir. Sistematik olmayan riskin kaynakları:

i) **Finansal risk:** Zaman içerisinde çevrede gerçekleşen değişimlerin portföyde meydana getirdiği olası değişikliklerin ölçüsüdür.

(1) **Piyasa riski:** İşletmenin finansal yapısından dolayı piyasa fiyatlarındaki oynamalardan etkilenmesi ve yükümlülüklerini yerine getirememesi olasılığını içeren risktir. Piyasa riski iki temel formda olabilir: Tam risk (toplam getirinin volatilitesine odaklanır), göreceli risk (endeksten sapma ile riski ölçer)⁵ Piyasa riski kendi içerisinde farklı başlıklar altında incelenebilmektedir:

(a) Döviz kuru riski

(b) Faiz riski

(c) Hisse senedi fiyatı riski

(2) **Kredi riski:** Taraflardan birinin sözleşme ile ilgili yükümlülüklerini yerine getirememesinden kaynaklanan ve bunun sonucunda diğer tarafın finansal açıdan bir kayba uğradığı risktir.

⁵ Sevil, Güven, **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitésinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları**, s.9

(3) Likidite riski:

(a) Varlık likiditesi riski: Yapılan işlemin geçerli olan piyasa fiyatı üzerinden gerçekleşmemesi ile oluşan risktir.

(b) Nakit akımı riski: Varlıkların erken likidasyonu sırasında ödeme yükümlülüklerini yerine getirmede oluşabilecek yetersizliği gösteren risktir.

(4) Faaliyet riski: Bir kurumun veya işletmenin faaliyetlerinden kaynaklanan ve bu faaliyetleri sırasında amaçlarına ulaşamaması ile oluşan risk çeşididir. Temelde faaliyet (performans) riskini ortaya çıkaran nedenleri; “hükümet politikalarındaki değişiklikler, savaş, ekonomik durgunluk gibi çevresel faktörler, rekabet ve talep dalgalanmaları gibi pazar faktörleri, kritik alanlardaki yetkinliklerin azlığı gibi iç faktörler ile tarafların karşılaştıkları şanssızlıklar” şeklinde sıralamak mümkündür.⁶

(5) Yasal risk: Yapılan işlemlerin kanuni uygunluklarına göre oluşan risktir. Genellikle işlemlerde kayba uğrayan tarafın yasal yollarla kaybını ortadan kaldırmak istemesi ile yasal risk ortaya çıkmaktadır.

ii) Endüstri riski: İşletmenin içinde bulunduğu endüstri ve buna bağlı olarak işletmenin o endüstri içindeki konumundan kaynaklanan risktir.

iii) Yönetim riski: İşletme yöneticilerinin hatalarını ortaya koyan risktir. İşletme yönetiminin yapacağı hatalar işletmeyi direkt etkileyeceğinden yatırımcının işletmenin verimliliği hakkında bilgi edinirken yararlanacağı önemli bir kriter bu hatalar olacaktır.

⁶ Çakınberk, Arzu, “Stratejik İttifaklarda Risk Faktörleri ve Risk Yönetimi”, **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 2010, C.20, S.1, s.358

1.3 Risk Yönetimi ve Risk Yönetiminde Bilgi

Risk yönetiminin başlangıcı milattan önce 1800'lü yıllara kadar dayanmaktadır. Tarihi kaynaklara bakıldığında bugünkü opsiyon sözleşmelerinin temeli buğday ticaretinde kullanılan ve üreticiyi ya da alıcıyı iklimsel olumsuzluklardan doğan risklere karşı koruyan sözleşmelere dayanmakta, bu ise risk yönetimi ile riskten korunmanın ilkel bir versiyonu olarak değerlendirilmektedir.⁷

Risk yönetiminin gerekliliğini ortaya çıkaran geçmişteki trendleri aşağıdaki başlıklar halinde toplamak mümkündür.⁸

- Merkez bankalarının para politikaları üzerindeki baskılarının azalması
- Dünya üzerindeki mal ve sermaye akışında daha az baskı
- Yeni ekonomik blok ve güçlerin önemi(Asya Kaplanları)
- Yeni politik oluşumlar (Doğu Avrupa Ülkeleri)
- Daha volatil finans piyasaları
- Finansal ve ekonomik kaynaklar için daha global rekabet
- Teknoloji kullanımının hızla artması
- Yeni finansal ürünlerin artması ve risk yönetiminde devrim
- Risk ticaret bankaları yaratmak
- Finansal piyasaların iç içe geçmesi

Risk yönetiminin içeriğini riski tanımlamak, ölçmek ve değerlendirmek faaliyetleri oluşturmaktadır. Risk yönetiminde yapılan çalışmalar incelenen konuya göre iki temel gruba ayrılabilir: Finans, bankacılık, sigortacılık, istatistik ve doğal

⁷ Ünal, Ö. Serpil, **Döviz Kuru Oynaklığının Öngörülmesi ve Risk Yönetimi: Türkiye Örneği**, s.1

⁸ Sevil, Güven, **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitésinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları**, s.16

afetle mücadele gibi alanlarda yapılan ve matematiksel çözümlemelere dayanan çalışmalar; toplumsal gelişmeler ışığında, sosyo-kültürel ve psikolojik temelli yaklaşımları içeren güvenlik çalışmaları.⁹

Risk yönetimi bir süreç olarak ele alındığında birbirini takip eden dört aşamadan bahsetmek mümkündür:¹⁰

i. **Risklerin tanımlanması**: Riskin kaynağı farklı faktörler olabileceğinden riskin tam ve doğru tanımlanması risk yönetimi için oldukça önemli bir adımdır.

ii. **Risklerin ölçülmesi ve değerlendirilmesi**: Riskin tanımlanmasıyla birlikte riski oluşturan tüm risk faktörlerinin derecelerinin belirlenmesi işlemi risk ölçümü olarak tanımlanmaktadır. 1970'lerden itibaren ekonomi piyasalarında yaşanan gelişmeler nedeniyle yatırımcılar artan riskle karşı karşıya kalmaktadırlar. Riskin ölçülmesi ve yatırımlarda kaybetme olasılığının tahmin edilmesiyle etkin bir risk yönetimi gerçekleştirilebilir.

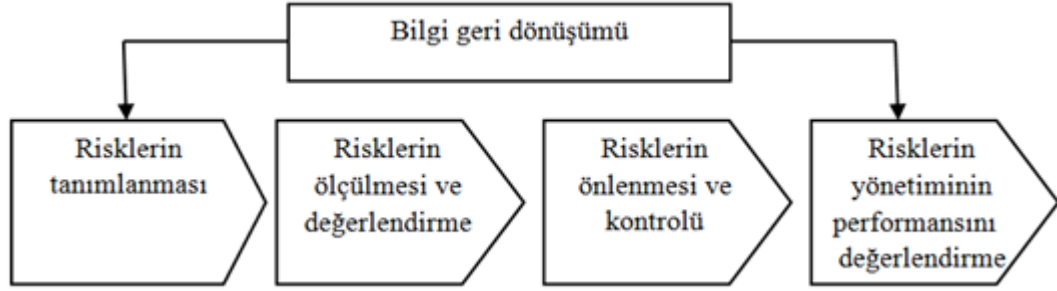
iii. **Risklerin önlenmesi ve kontrolü**: Yapısı analiz edilen riskin önlenmesi veya kontrol altında tutulması sayesinde yatırımlar değişen şartlara daha kolay uyum sağlayabilir ve daha iyi yönetilebilir hale getirilir.

iv. **Risk yönetiminin performansının değerlendirilmesi**: Performansı yüksek olan iyi bir risk yönetimi ile uzun ömürlü ve amaçlarına ulaşan yatırımlar gerçekleştirilebilir. Yani, yüksek performanslı bir risk yönetimi ile risk fırsata

⁹ Küçükşahin, A., Şafak, İ. C., Dedeoğlu, Ç., “Güvenlik Bağlamında Risk ve Risk Yönetimi”, **Güvenlik Stratejileri Dergisi**, 2009, Yıl.5, S.10, s. 3

¹⁰ Çakınberk, Arzu, “Stratejik İttifaklarda Risk Faktörleri ve Risk Yönetimi”, **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 2010, C.20, S.1, s.361

dönüştürülebilir.



Şekil 1:Risk Yönetim Süreci

Risk yönetimi için oynaklığın modellenmesi ve bu modeller kullanılarak geleceğe ilişkin tahminlerin minimum hata ile yapılması oldukça önemlidir. Çünkü, oynaklık genel haliyle yatırımın riskini gösteren bir kavramdır.

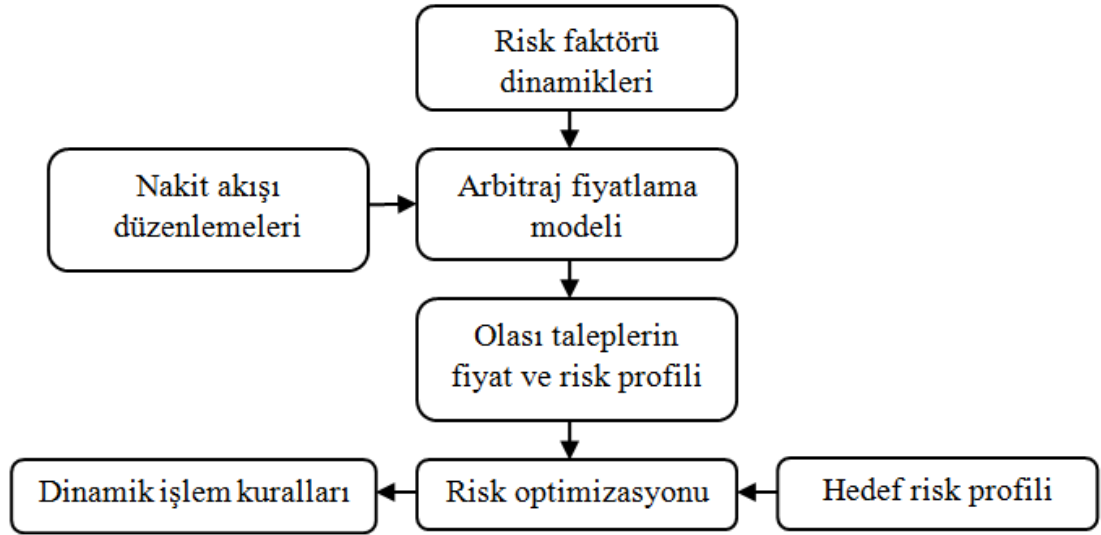
Finansal risk yönetiminde risk ölçümü ile ilgili temel gelişmeler geçmişten günümüze yıllar itibariyle aşağıdaki tabloda gösterilmektedir:

Yıl	Risk yönetim aracı
1938	Tahvil Süresi
1952	Markowitz Gelir-Varyans Sistemi
1963	Sharpe Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli (CAPM)
1973	Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli
1979	Binominal Opsiyon Modeli
1983	RAROC, Riske Uyarlanmış Sermaye Getirisi
1986	Bütçeleme sürecinde dış etkilere maruz kalmada sınırlamalar
1988	Bankalar için risk ağırlıklı değerlendirmeler
1992	Stres Testleri
1993	VAR
1994	RiskMetrics

1997	CreditMetrics, CreditRisk +
1998	Piyasa ve kredi risklerinin birleşmesi
2000	Girişimcilik boyutlu risk yöntemi

Tablo 2: Analitik Risk Yönetim Araçlarının Gelişimi

Risk yönetimi çalışmaları sermaye bütçelemesi, hizmet pazarlaması, sigorta, hedging, çeşitlendirme vb. araçlar ile gerçekleştirilmektedir. Risk yönetimi bir sistem olarak ele alınırsa bu sistemin temel yapısı aşağıdaki gibi gösterilebilir: ¹¹



Şekil 2: Risk Yönetim Sistemi

1.3.1 Asimetrik Bilgi

Riskin temelinde bilgi seviyesi bakımından sürecin tamamına hakim olup olmamak yatmaktadır. Çünkü finansal risk ve bilgi arasında; bilinen, bilinmeyen ve bilinmesi imkansız hallerden oluşan bir denklem vardır. ¹²

¹¹ Sevil, Güven, **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitésinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları**, s.21

¹² Küçükşahin, A., Şafak, İ. C., Dedeoğlu, Ç., “Güvenlik Bağlamında Risk ve Risk Yönetimi”, **Güvenlik Stratejileri Dergisi**, 2009, Yıl.5, S.10, s. 5

Gerçek olan (gerçekleşen) ile algılanan risk kavramında, bir araya gelmektedir. İnsanlar sahip oldukları bilginin derecesine göre gerçek olanı farklı şekillerde algılamaktadırlar. Bu ise mevcut olan riskin farklı boyutlarda ele alınmasına sebep olabilmektedir. Açıklanan nedenden dolayı bilgi doğru şekilde kişilere aktarılmalı ve bu sayede mevcut durum netleştirilip durumun doğru algılanması sağlanmalıdır.

Piyasaya bilgi akışı ve volatilité (veya risk) arasındaki ilişki finansal zaman serileri arasında varyansta nedenselliği açıklamak için kullanılmaktadır.¹³

İşletmelerde yönetici ve hissedarlar olmak üzere iki taraftan bahsetmek mümkündür. Bu taraflar bulundukları pozisyonlar nedeniyle olaylar ve durumlar hakkında farklı düzeylerde bilgiye sahiptirler. Bu durum literatürde “yönetim ve hissedarlar arasında bilgi asimetrisi” olarak geçmektedir. Bu tarz işletmelerden yola çıkarak yapılabilecek bir genelleme ile asimetrik bilgi “finansal piyasalarda yer alan tarafların her zaman yeterli ve doğru bilgiye sahip olmaması” şeklinde tanımlanabilir.

Piyasalarda oluşan bilgi asimetrisinin temel nedenleri şu şekilde sıralanabilir:¹⁴

- Bazı piyasa katılımcıları bilgiye ulaşmada ve bunu kullanmada yetersizdir.
- Bazı katılımcılar pozisyonları gereği diğerlerine göre daha fazla avantaja sahiptirler.
- Bazı katılımcılar teknolojik araçları kullanmada daha iyi durumdadırlar.

Doğru ve tam bilgiye ulaşmanın etkin bir risk yönetimi için ne kadar gerekli olduğunun anlaşılması ile birlikte bilgi sistemleri oluşturma çabaları hız kazanmıştır.

¹³ Korkmaz, T., Çevik, İ. E., “Zımnî Volatilité Endeksinden Gelişmekte Olan Piyasalara Yönelik Volatilité Yayılma Etkisi”, **Bankacılık ve Finansal Piyasalar**, 2009, C.3, S.2, s. 88

¹⁴ Sevil, Güven, **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitésinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları**, s.79

Bilgi sistemleri kurularak risk hakkında merkezi bir bilgi havuzu oluşturmak ve bu sayede bilgi sağlama maliyetini tüm taraflar için eşit düzeyde ve minimum seviyede tutmak amaçlanmaktadır.

1.3.2 Piyasa Etkinliği

Bilgi açısından etkin bir piyasada mevcut fiyatlar ilgili varlık hakkında ulaşılabilen tüm bilgileri yansıtmaktadır. Bu bağlamda piyasaya yeni giren bir bilgi doğrultusunda varlık fiyatı hemen revize edilmektedir. Etkin bir piyasada kar maksimizasyonu amacı güden çok sayıda katılımcının olduğu, bu katılımcıların herhangi bir yeni bilgiye ulaştıklarında varlıkları ile ilgili gerekli yenileme ve düzenlemeleri vakit kaybetmeden yaptıkları, piyasaya gelen bilgilerin ve zamanlarının birbirinden bağımsız olduğu varsayılmaktadır.

Piyasa etkinliği zayıf etkin form, yarı-güçlü etkin form ve güçlü etkin form olmak üzere üç başlıkta incelenmektedir. Zayıf etkin formda bir piyasada bir hisse senedinin piyasa fiyatı geçmiş fiyatları yansıtmaktadır. Eğer piyasa yarı güçlü etkin formda ise hiç kimse temel analize bağlı olarak gerçekleştirilen alım/satımlardan daha fazla getiri elde edememektedir. Mevcut bilgiler, işletmelerin yayınlanan bilanço-gelir tabloları, ekonomi ve sektörle ilgili yayınlardan elde edilebilmektedir. Eğer bir piyasanın etkinliği güçlü ise varlıklar ve kurumlar (işletmeler) hakkında yayınlanmamış bilgiler de varlık fiyatlarına yansımıştır ve içeriden öğrenerek ilgili varlıklara yapılan yatırımlardan önemli miktarda getiri sağlanamamaktadır.¹⁵

¹⁵ Sevil, Güven, **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitésinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları**, s.82

BÖLÜM 2

FİNANSAL PİYASALARDA VOLATİLİTE

2.1 Volatilite Tanımı

Volatilite fiyat düzeylerindeki ani hareketler olarak tanımlanabilir.¹⁶ Yatırım kararlarını ve sonuçlarını doğrudan etkilediği için volatilite, volatilitenin modellenmesi ve tahmini yatırımcı, aracı kuruluş, piyasa düzenleyici kurumlar vb. piyasa katılımcıları için oldukça önemlidir.

Bir değişkenin belirli bir değere göre büyük değişimler göstermesi de volatilite olarak tanımlanabilmektedir. Finansal varlıkların fiyatlarında oluşan dalgalanmaların yönü, büyüklüğü ve sıklığı ise “volatil” terimi ile açıklanmaktadır.

Volatiliteye ilişkin bir diğer tanım da şu şekilde verilebilmektedir: Menkul kıymet fiyatlarında dönemsel olarak meydana gelen oynaklık hareketleri sermaye piyasalarında volatilite olarak tanımlanmaktadır. Bir başka tanım ise belirlenen zaman boyunca bir finansal varlığın fiyatında beklenen değişikliklerin ölçülmesi şeklinde verilebilmektedir. Değişikliklerin ölçülmesi günlük nispi fiyat değişikliklerinin yıllık standart sapmaları bulunarak yapılmaktadır.

Küreselleşme süreci ile piyasaların birbiri ile entegrasyonu artmış ve bu durumdan gelişmekte olan piyasalar gelişmiş piyasalardan daha fazla etkilenmeye başlamıştır. Özellikle finansal kriz dönemlerinde artan volatilite yüksek riski de beraberinde getirmektedir. Yüksek volatiliteye sahip finansal piyasalarda esnekliğin sağlanması ve piyasaların sorunsuz işlemesi için özel düzenlemelere ihtiyaç vardır. Yüksek volatilite yüksek risk demek olduğundan özellikle finansal krizler sonrasında

¹⁶ Bu çalışmada volatilite terimi oynaklık kelimesi ile eş anlamlı olarak alınmıştır.

yatırımcılar önemli kazanç ve kayıplar elde etmektedirler. Bu nedenle volatilitenin modellenmesi ve tahmin edilmesi oldukça önemlidir. Finansal piyasalarda volatilitenin artmasıyla beraber yatırımcılar kararlarında değişikliğe gidebilirler. Ayrıca politikacılar da volatilitenin reel ekonomiye yayılarak ekonomik performansı etkileyeceği düşüncesiyle karar alabilmektedirler.

Volatilite finansal varlıkların taşıdığı riskin bir ölçütü olarak da tanımlanabilmektedir. Bu yönüyle oynaklık finansal çalışmalarda kullanılan modellerin vazgeçilemeyen temel bir değişkeni olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ayrıca etkin piyasa teorisyenleri tahmin edilenin üzerinde gerçekleşen volatilitayı “aşırı volatilite” olarak tanımlamaktadırlar.

2.2 Volatilitayı Etkileyen Faktörler

Gelişmekte olan ülkelerde volatilite makroekonomik etkilerden kaynaklanmaktadır. Bu sebeple piyasalarda meydana gelen ekonomik dalgalanmalar borsa getiri düzeyini ciddi şekilde etkilemektedir. Eğer makroekonomik değişimler piyasa hareketlerini etkilemiyorsa böyle bir piyasada volatilitenin temel nedeni spekülatif alım satım hareketleri olabilmektedir.

Piyasa fiyatları menkul kıymetin gerçek değerine göre belirlenir. Volatilite grupları peş peşe gelen bilgileri yansıtan yüksek sıklıktaki verilerin kazançları ile oluşmaktadır. Ticari karışıklık ve baskılar sıklıkla oluşan volatiliteye, makroekonomik ve kurumsal değişiklikler ise düşük sıklıkta volatiliteye sebep olmaktadır.

Nelson 1996 yılında piyasa volatilitésinin değişimini gösteren faktörleri aşığıdaki gibi sıralamıştır.¹⁷

- Volatilitede oluşan pozitif korelasyon
- İşlem gören ve görmeyen günlerin volatiliteye katkısı
- Kaldıraç etkileri (eğer hisse senedi fiyatı düşerse daha fazla kaldıraç etkisine ihtiyaç duyulur ve kazançların volatilitesi artar)
- Resesyonlar ve finansal krizler volatilitayı artırır
- Yüksek nominal faiz oranları yüksek volatilité demektir

Yatırımcılar tek bir finansal varlık yerine birden fazla finansal varlığa yatırım yapmayı yani yatırımlarında portföy oluşturmayı tercih edebilmektedirler. Böyle bir durumda portföyün getirisinin volatilitésini incelemek için portföyün risk faktörleri arasındaki varyans ve kovaryansla birlikte her bir varlığın risk faktörlerine olan duyarlılığı da incelenmelidir.¹⁸

Genellikle hisse senedi piyasaları temelli yapılan çalışmalar getiri-volatilité analizi ile açılış ve kapanıştaki yüksek getiri-standart sapmanın nedenlerini belirlemeye yöneliktir. Amihud ve Mendelson 1991 yılında yaptıkları çalışma ile açılıştaki yüksek volatilitéye gece boyunca biriken bilgi ile seans başlangıcında uygulanan farklı açılış sistemlerinin sebep olduğunu vurgulamaktadırlar.

¹⁷ Kanalıcı Akay, H., Nargeleçekenler, M., “Finansal Piyasa Volatilitesi ve Ekonomi”, **Ankara Üniversitesi SBF Dergisi**, 2006, C.61, S.4, s.10

¹⁸ Sevil, Güven, **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitésinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları**, s.41

2.3 Finansal Yatırım Araçları

2.3.1 Temel Finansal Araçlar

Hisse senetleri, tahviller, ticari ürünler, faiz oranları, döviz kurları, menkul kıymetler borsası, vb. araçlar temel finansal araçlar olarak sıralanabilir.

- **Hisse Senetleri:** Halka açık bir şirkette sahipliği temsil eden senetlerdir. Bu senetler anonim ortaklıkların ihraç ettikleri anonim ortaklık sermaye payını temsil eden, yasa ve sermaye piyasası kural ve şartlarına uygun olarak düzenlenmiş, kıymetli evrak niteliğine sahip senetlerdir.

- **Tahvil:** Anonim şirketlerin uzun vadeli borçlanmalarına olanak sağlayan, kanunla ihracına izin verilen, nominal değerleri eşit ve ibareleri aynı olan, nama ve hamiline yazılı olarak çıkardıkları borç senetleridir.

- **Döviz Kuru:**Yabancı ülke paralarının fiyatına denmektedir. Ayrıca döviz kuru, iki ulusal para arasındaki değişim oranı olarak da tanımlanabilir. Ülkemizde döviz kurları 1 birim yabancı paranın Türk Lirası karşılığı olarak ilan edilmektedir. Döviz kuru, iki ulusal para biriminin birbiri cinsinden ifade edilen fiyatıdır ve bu fiyat da, diğer fiyatlar gibi arz ve talebe göre değişkenlik göstermektedir.¹⁹

- **Menkul Kıymetler Borsası:** Menkul kıymetlerin ticaretinin (alım-satım işlemlerinin) yapıldığı kurumsallaşmış piyasalardır.

2.3.2 Türev Araçları

Piyasalar sürekli bir değişim ve gelişim içerisinde bulunmaktadırlar. Global ekonomiler yatırımcılar için birçok yeni fırsat doğursalar da piyasalar arasındaki korelasyonun artması yatırımların risk düzeyini de yukarı çekmektedir. Yatırımcılar

¹⁹ http://www.tcmb.gov.tr/yeni/gen_sek/mudahale2.htm (Erişim tarihi:13/01/2010)

ülke riski, döviz kuru riski vb. farklı birçok riske katlanmak zorunda kalmaktadırlar. İşte üstlenilen bu riskin azaltılması ve bunun yanı sıra finansal piyasaların gelişiminin desteklenmesi sebebiyle yeni finansal araçlar oluşturulmakta ve bu araçların etkin kullanımı için farklı teknikler geliştirilmektedir. Türev ürünler de bu yeni finansal araçlardandır.

Türev ürünler isminden de anlaşılacağı gibi bir şeyden türetilen veya bir şeye bağlı olan ürünlerdir. Finans dünyasının yatırımlarda bu ürünleri tercih etmelerinin nedeni türev piyasaların temel olarak risk transferi veya risk azaltılması için gerekli zemini hazırlamasıdır. Buradaki ürünlerin piyasa beklentileri doğrultusunda gelecek bir zaman için fiyatlarının belirlenmesi ve bu vade süreci içerisinde ilgili ürüne ait teslimat veya devir işlemleri söz konusudur. Vadeli işlem piyasaları, risk ve gelecek beklentilerinin fiyatlara etkin bir şekilde yansımaları sağlamaktadır.

İşlem sürecinin gelişme şekli ve ilgili sözleşmenin içeriğine göre türev ürünler aşağıdaki dört temel üründen oluşmaktadır:

- **Forward İşlemleri:** Anlaşmanın bütün maddelerinin tarafların isteği doğrultusunda belirlendiği, bir varlığın bu günden belirlenen bir fiyatla gelecek bir tarihte teslim edilmesini öngören işlemlerdir.

- **Futures İşlemleri:** Varlığın fiyatı dışında diğer tüm şartların standart olduğu, belli bir borsa (takas odaları) üzerinden faaliyetlerin yürütüldüğü ve belirlenen fiyatla ileri bir tarihte varlığın teslimini öngören işlemlerdir.

- **Opsiyon işlemleri:** Forward ve Futures işlemlerindeki zorunluluğun aksine belli bir fiyat üzerinden, bir vade içerisinde belli bir malın satılması veya satın

alınması hakkını veren ve anlaşmanın uygulanıp uygulanmaması tercihini sözleşmeyi satın alan tarafa bırakan işlemlerdir.

▪ **Swap İşlemleri:** Swap sözleşmeleri iki tarafın ödemelerini önceden belirlenmiş kurallar çerçevesinde karşılıklı olarak değiştirmeleridir. Başka bir anlatımla swap anlaşmaları; iki tarafın belirli bir sürede, farklı piyasalarda farklı kredi koşullarına sahip olmaları nedeniyle birbirlerinin yararına olacak şekilde aralarında anlaşmalarıdır.

2.4 Hisse Senedi Piyasası Volatilitesi

Son yıllarda araştırmacılar volatilitate konusu ile ilgili araştırmalara yoğunluk vermektedirler. Finans dünyasında volatilitenin önem kazanması başlıca iki nedene bağlanabilir: Birincisi, opsiyon ve türev piyasalarının performansı hisse senedi piyasalarının volatilitesi ile yakından ilgilidir. Bu piyasaların da son zamanlarda oldukça popüler olmaları nedeniyle finansal analistler hisse senedi oynaklığının tahmini ve analizi ile yakından ilgilenmektedirler. İkinci neden ise özellikle Ekim 1987’de ABD’de yaşanan finansal krizdir. Bu dönemde ortalama hisse senedi fiyatları yaklaşık %40 kadar değer kaybetmiş ve finans piyasalarında ciddi bir kriz yaşanmıştır. Bu krize nelerin neden olduğu ve finansal değişkenlerin volatilitesinin neden belirli düzeylerin üzerine çıktığı akademik çevreler için önemli bir araştırma konusu olmuştur.²⁰

Küreselleşme sürecinde dünya ülkeleri piyasalarında sermaye çok hızlı bir şekilde dolanmakta bu ise “domino etkisi” ile herhangi bir piyasadaki bir olayın diğer piyasalara da hızla yayılmasına sebep olmaktadır. Ülkelerin hisse senedi

²⁰ Güneş, H., Saltoğlu, B., **İMKB Getiri Volatilitesinin Makroekonomik Konjonktür Bağlamında İrdelenmesi**, s. 14

piyasalarındaki volatilitelerin birbirini etkilemesine “volatilite yayılma etkisi” denir. Bu etki yatırımlarda optimal varlıkların seçilmesinde, riskten korunma stratejilerinde, fiyatlandırma vb. konularda oldukça önemli olmaktadır.

Genellikle piyasalarda kötü haberlerin volatilite üzerindeki etkisi iyi haberlerin etkisinden çok olmaktadır. Hisse senedi piyasalarında getiri ile volatilite arasındaki ters ilişki kaldıraç etkisi olarak bilinmektedir.

Hisse senedi getiri volatilitesi, sadece temel bazı değişkenlerin (temettü, kazanç oranı, karlılık, vb.) beklenti değerinden ciddi sapmalar göstermesi sonucunda oluşacaktır.²¹ Bu sebeple Shiller, ortaya koyduğu yöntemde hisse senedi volatilitelerini çeşitli temel parametrelerle hisse senedi getirisi arasındaki getiri oynaklıklarını karşılaştırarak modellemektedir.

Hisse senetleri üzerinde günlük veriler ile yapılan çalışmalar piyasaların açılış ve kapanışta gün içine göre daha hareketli olduğunu göstermektedir. Bu konudaki ilk kapsamlı çalışma Wood, McInish ve Ord (1985) tarafından yapılmıştır.

2.5 Volatilite, Finansal Fiyat Değişiklikleri ve Gelir İlişkisi

Yatırımcılar getirilerinin her zaman belirli bir düzeyde, istikrarlı olmasını tercih etmektedirler. Fakat bu getirinin kısa zaman aralıklarında belirli bir ortalama değerden sapmasıyla yatırımcı için olumsuz bir anlam taşıyan yüksek volatilite kavramı oluşmaktadır. İlk bakışta yüksek volatilite yüksek getiri sağlayabildiği için olumlu gibi görünse bile özellikle riskten kaçınan yatırımcılar için yüksek volatilite olumsuz sonuçlar doğurmakta, onların piyasadan uzaklaşmalarına ve varlıklara olan

²¹ Güneş, H., Saltoğlu, B., **İMKB Getiri Volatilitésinin Makroekonomik Konjonktür Bağlamında İrdelenmesi**, s. 37

talebin azalmasına neden olmaktadır. Çünkü değerlerdeki ani dalgalanmaların temel nedeninin bilinmemesi özellikle küçük yatırımcıları piyasadan uzaklaştırmaktadır. Bu bağlamda İMKB üzerinde yaptıkları çalışmalar sonucunda İMKB'nin yüksek volatiliteye sahip olduğu sonucuna ulaşan araştırmacılar bunun piyasadaki talebi olumsuz yönde etkilediğini savunmaktadırlar. Diğer yandan araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda kimi zaman birbirleri ile çelişen sonuçlara ulaşmaktadırlar. Örneğin, bir kısım araştırmacı getiri volatilitelerinin düzeyinin sabit olduğunu savunurken diğer bir kısmı ise getiri volatilitelerinin değişebildiğini söylemektedirler.

Genellikle volatiliteler kazançların standart sapması olarak ölçülmektedir. Standart sapma sayesinde kazancın ekstrem değerleri görülebilmektedir. Volatiliteler ile ilgili modelin standart sapması kazanç ya da kayıp şansını göstermektedir. Engle'e göre riskten kaçan bir yatırımcı volatilitesi yüksek olan veya artma eğiliminde olan varlıklara yatırımdan kaçınmalıdır. Bilgiye ulaşmanın güç olduğu veya engellendiği dönemlerde de aşırı volatiliteler beklentisi artmaktadır. Diğer yandan Campbelle'e göre volatiliteler sorunu beklenen gelecek temettüleri veya beklenen gelecek kazançların analizi ile çözümlenebilir.

Piyasalardaki volatiliteleri modelleyen çalışmaların bir bölümü ülke borsalarındaki volatilitenin belirlenmesi, diğer bölümü ise ülkelerin volatilitelerinin karşılaştırılması üzerine yoğunlaşmıştır. Türkiye'de konuya olan ilgi değişik frekanslarda ve farklı dönemlerde elde edilen verilere ait çeşitli volatiliteler modellerinin kurulması ve tahmini üzerine yoğunlaşmaktadır.

2.6 Volatilite ile İlgili Literatür Çalışmaları

Literatürde finansal getiri modelleri İktisadi Teoriye Dayalı Modeller ve Zaman Serisi Analizine Dayalı Modeller olmak üzere iki başlık altında incelenebilmektedir.

İktisadi Teoriye Dayalı Modeller makroekonomik değişkenler arasındaki bağı açıklamaktadırlar. Yani iktisadi değişkenler arasında uzun dönemli denge ilişkisini ifade eden durağanlığı göstermektedirler.²² İktisadi Teoriye Dayalı Modeller uzun dönemli analiz ve öngörüler için uygundur. Bu modellerde değişkenlerin düzey değerleri ve değişimin ortalaması modellenmektedir.

Zaman Serisi Analizine Dayalı Modeller finansal değişkenlerin kısa dönem analizi ve dengeye ulaşma çizgisinin analizinde kullanılmaktadır. Değişkenlerin yüksek frekanslı verilerinin varyansı modellenmektedir. Bu sayede zaman serilerinin sahip olduğu aşırı basıklık, volatilite kümelenmeleri vb. özellikler belirlenebilmektedir. ARCH, GARCH, Stokastik Varyans modelleri Zaman Serisi Analizine Dayalı Modeller arasındadırlar.

Literatürde gerek finansal varlıklara ait çeşitli volatilite modellerinin kurulması ve kurulan modeller ile volatilitenin tahmin edilmesi(ön görülmesi), gerekse çeşitli volatilite modellerinin öngörü performanslarının karşılaştırılması amacıyla geçmişten günümüze farklı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar farklı hisse senetleri, işlem hacimleri, likidite, getiri vb. alanlarda yürütülmektedir:

²²<http://idc.sdu.edu.tr/tammetinler/kalkinma/kalkinma28.pdf> (Erişim Tarihi:05/01/2010)

Araştırmacı	Araştırma Adı	Araştırma amacı	Araştırma yöntemi	Araştırma sonucu
F. Black (1976)	Studies Of Stock Price Volatility Changes	Hisse senedi piyasası getirileri ile volatilité arasındaki ilişkinin belirlenmesi	Regresyon	Hisse senedi getirisi ve volatilité arasında negatif ilişki vardır.
V. Akgiray (1989)	Conditional Heteroskedasticity In Time Series Of Stock Returns: Evidence And Forecasts	Amerika hisse senedi piyasasında volatilité modellerinin öngörü performanslarının karşılaştırılması	GARCH Modeli, ARCH Modeli, Tarihsel Ortalama Ve Üstel Ağırlıklı Hareketli Ortalama Modelleri	GARCH modeli diğer modellere göre daha iyi öngörü performansına sahiptir.
A.R. Pagan ve G.W. Schwert(1990)	Alternative Models For Conditonal Stock Volatility	Amerika hisse senedi piyasasında aylık getiri volatilitésinin tahmini ve tahmin modellerinin karşılaştırılması	GARCH, EGARCH,Markov Switching Rejim Ve Üç Farklı Parametrik Olmayan Yöntem	EGARCH modeli en iyi volatilité öngörü modelidir.

W.M. Fong (1997)	Volatility Persistence And Switching ARCH In Japanese Markets	Japon hisse senetleri getiri volatilitesinin tahmin edilmesi ve hangi modelin verileri daha iyi açıkladığının tespit edilmesi	ARCH ve SWARCH modelleri	SWARCH modeli verileri daha iyi açıklar ve standart ARCH modellerine göre daha düşük bir volatilité ısrarcılığına sahiptir.
E. Balaban (1999)	Forecasting Stock Market Volatility: Evidence From Turkey	Hisse senedi piyasası aylık verileri kullanılarak İMKB volatilitesinin tahmini	Rassal Yürüyüş modelinden ARCH tipi modellere kadar 17 farklı volatilité modeli	Farklı volatilité modelleri ile İMKB volatilitesi modellenerek hisse senetlerinin olası getirileri öngörülmüştür.
T.G. Andersen, T. Bollerslev ve S. Lange (1999)	Forecasting Financial Market Volatility: Sample Frequency Vis-A-Vis Forecast Horizon	Finansal piyasalarda veri frekansının öngörü performansını etkileyip etkilemediğinin belirlenmesi	Farklı volatilité öngörü modelleri	Veri frekansı öngörü performansını etkilemektedir.
S.W. Chen ve L.J. Lin (2000)	Switching ARCH Models Of Stock Market Volatility In Taiwan	Tayvan hisse senedi piyasasında getiri volatilitesinin modellenmesi	GARCH ve SWARCH modelleri	SWARCH modellerinin öngörü performansı GARCH modellerine göre daha iyidir.

P.R. Hansen, A. Luncce ve J. Nason (2003)	Choosing The Best Volatility Models: The Model Confidence Set Approach	NYSE, AMEX ve Nasdaq verileri ile en iyi volatilité modelinin belirlenmesi	Model Güven Seti (MCS) yöntemi	En iyi volatilité öngörü yöntemi VGARCH yöntemidir.
H.Beltran, A. Durre ve P. Giot (2004)	Volatility Regimes And The Provision Of Liquidity In Order Book Markets	Euronext ticaret platformu-order book verileri ile likidite ve volatilité ilişkisinin belirlenmesi	VAR	Likidite ve volatilité arasındaki ilişki yüksek volatilité seviyelerinde likidite düşüşlerinin daha keskin olması şeklindedir.
M. Mazıbaşı (2004)	İMKB Piyasasındaki Volatilitenin Ve Asimetrik Fiyat Hareketlerinin Modellenmesi Ve Öngörülmesi: GARCH Uygulaması	İMKB bileşik endeksindeki fiyat hareketlerinin volatilitésinin modellenmesi	Simetrik ve asimetrik ARCH tipi modeller	Farklı volatilité modelleri ile fiyatlarda oluşan değişim modellenmektedir.

Tablo 3: Volatilité İle İlgili Bazı Çalışmalar

BÖLÜM 3

RİSK VE GETİRİNİN ÖLÇÜLMESİ

3.1 Risk ve Getiri Ölçümünde Kullanılan Kavramlar

İnsanlığın gelişiminden bu yana ihtiyaçlar doğrultusunda alışveriş ve ticaret her zaman söz konusu olmuştur. Karşılıklı gerçekleşen bu ilişkiler her zaman bir çıkar amacı ile ve bir değer üzerinden yürütülmüştür. Ekonominin temeli de hayatın devamlılığı için gerekli olan bu ilişkilere dayanmaktadır.

Ekonomi dünyası içinde finansal yatırımcılar baş aktörlerdir. Finansal yatırımcılar ortaya koydukları sermayeleri farklı yollarla işleterek getiri elde etme amaçlı bir yöntemle ekonomik yapının işleyişini sağlamaktadırlar. Yatırımcıların sermayeleri onların varlıkları olduğu için sahiplik duygusu ile her zaman bu varlıklarını veya varlıkların değerini artırmak istemektedirler.

Yatırım yapma söz konusu olduğunda yatırımcılar her ne kadar sermayelerinin artmasını isteseler de bu sermayelerinin bir bölümünü kaybetme riski ile de karşı karşıya kalabilmektedirler. Bu nedenle yatırımların temel amacına ulaşabilmesi için etkin bir risk yönetimi gerçekleştirilmek zorundadır. Risk iyi yönetildiğinde kazanç sağlanacak diğer durumda ise önemli olumsuz sonuçlara neden olacaktır.

Yatırımcıların etkin bir risk yönetimi yapabilmeleri yatırımlarına söz konusu olan varlıkları iyi analiz etmelerine bağlıdır. Varlıkların analizi sayesinde performans ölçümü yapılabilmekte ve ulaşılan sonuçlarla geleceğin belirsizliği bir nebze de olsa azaltılabilmektedir. Performansın iyi bir şekilde incelenmesi yatırımın ne kadar başarılı olduğunu göstermesi açısından son derece önemlidir.

Getiri ve riski hesaplayabilmek için, yatırımdan beklenen getiri, kovaryans, korelasyon katsayısı ve varyans gibi temel kavramlar üzerinde durmakta yarar vardır. Risk ve getirinin hesaplanmasına geçmeden önce kullanacağımız bazı kavramların tanımları aşağıdaki gibi verilebilir:

3.1.1 İstatistiksel Hesaplamalar ile Risk ve Getiri Ölçümü

▪ **Olasılık Dağılımı:** Her yatırım kararında geleceğe ait tahminlerin gerçekleşme veya gerçekleşmeme şansı belirlenecek olursa, bir dağılım elde edilir. Bu dağılıma söz konusu tahminlerin olasılık dağılımı denir.

▪ **Beklenen Getiri:** $E(r)$ Belirli bir dönem getirileri ile bu getirilerin gerçekleşme olasılıklarının çarpımının toplamıdır.

$E(r)$ = Beklenen Getiri

p_i = i. olası getirinin olasılığı

r_i = i. olası getiri olmak üzere

$$E(r) = \sum p_i r_i \quad (3.1)$$

▪ **Varyans:** (σ^2) Varyans, her bir olası getirinin beklenen getiriden sapmasının kareleri toplamının toplam veri sayısına bölümüne eşittir. Varyans değişkenlerin dağılımı derecesini gösterir.

$$\text{Var}(r) = \sigma^2 = \frac{1}{n} \sum [r_i - E(r)]^2 \quad (3.2)$$

Buna göre standart sapma (σ) varyansın kareköküdür. Standart sapma gözlemlerin ortalamadan ne kadar saptığını göstermektedir. Varyans ve standart sapma her zaman negatif olmayan değerler alırlar. Yani; $\sigma^2 \geq 0$ ve $\sigma \geq 0$ eşitsizlikleri her zaman sağlanır. Standart sapma (veya varyans) bir yatırımdan elde edilecek getirinin değişkenliğinin ölçülmesinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda iki menkul

kıymet arasında seçim yapabilmek için kullanılabilecek bir risk ölçütü de olmaktadır.²³

▪ **Kovaryans:** (cov) Kovaryans iki rassal değişken arasında istatistiki bir ölçüdür. Kovaryans iki değişkenin birlikte hareketinin ya da değişiminin yönünü gösterir. Birden fazla finansal varlık var iken risk ölçütü olarak kovaryans kullanılabilmektedir.

Kovaryans > 0 => varlıkların getirileri aynı yönde hareket eder.

Kovaryans < 0 => varlıkların getirileri zıt yönde hareket eder.

Kovaryans = 0 => varlıklar arasında herhangi bir doğrusal ilişki yoktur.

$$\text{cov}(r_a, r_b) = \sum p_i [r_a - E(r_a)][r_b - E(r_b)] \quad (3.3)$$

Eğer finansal varlık sayısı artarsa kovaryansları tek tek hesaplamak oldukça güç olmaktadır. Böyle bir durum ile karşılaşıldığında matris sisteminden faydalanılır ve ilgili varlıklara ilişkin “volatilite matrisi”(varyans~kovaryans matrisi) kurularak kovaryansları bulunmaktadır.

▪ **Korelasyon:** (ρ) Korelasyon iki değişkenin birlikte hareket etme derecesini göstermektedir. Genellikle değişkenler çok büyük sayılarla ifade edildiğinde aralarındaki ilişki kovaryans yerine korelasyon katsayısı ile ölçülmektedir. Korelasyon katsayısı ± 1 arasında değer almaktadır. Varlıklar arasında aynı yönde tam korelasyon olduğunda korelasyon katsayısı (+1) olur. Varlıklar arasında farklı yönde tam korelasyon olduğunda ise bu değer (-1) olur.

$$\rho_{a,b} = \frac{\text{cov}(r_a, r_b)}{\sigma_a \sigma_b} \quad (3.4)$$

²³ Sevil, Güven, **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitésinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları**, s.38

▪ **Determinasyon(Belirlilik)Katsayısı:** (R^2) Bir modeldeki bağımsız değişkenlerin (X'ler) bağımlı değişkeni (Y'ler) açıklamadaki gücünü göstermektedir.

$Y=X\beta+u$ formundaki genel doğrusal bir model için;

y_i :Bağımlı değişkenin i. dönemdeki değeri

$\hat{u}_i$: i. dönemdeki tahmini hata değeri

n: Veri sayısı

k: Değişken sayısı olmak üzere

$$R^2 = 1 - \frac{\sum \hat{u}_i^2}{\sum y_i^2 - (1/n)(\sum y_i)^2} \quad (3.5)$$

Determinasyon katsayısına ilişkin bazı özellikler şu şekilde verilebilmektedir:

- Sabit terim içeren modellerde $0 \leq R^2 \leq 1$ eşitsizliği sağlanmaktadır.
- Genellikle modeldeki bağımsız değişken sayısı arttıkça R^2 de artmaktadır.
- Eğer modelde tek bir bağımsız değişken var ise $\rho_{y,x}^2 = R^2$
- Tüm doğrusal modellerde $\rho_{y,\hat{y}}^2 = R^2$

▪ **Düzeltilmiş Determinasyon(Belirlilik)Katsayısı:** ($\overline{R^2}$) Modelle ilgisi olmayan bir açıklayıcı değişken olduğu takdirde istatistiksel hesaplamalarda oluşabilecek hataları gidermek için kullanılmaktadır.

$$\overline{R^2} = 1 - (1 - R^2)[(n - 1)/(n - k)] \quad (3.6)$$

Düzeltilmiş determinasyon katsayısına ilişkin bazı özellikler şu şekilde verilebilmektedir:

- Genellikle $\overline{R^2} \leq R^2$ sağlanır.
- $\overline{R^2} < 0$ olabilir.

3.2 İstatistiksel Sonuçlara Göre Risk-Getiri İlişkisinin Değerlendirilmesi

Yatırımcıların yatırım yapmalarındaki temel amaç ellerindeki sermayelerini artırmaktır. Bu sebeple yatırımlarda elde edilecek getirinin hesaplanması çok önemlidir. Getirilerin yüzde olarak ifade edilmesi sayesinde farklı yatırım seçeneklerinin karşılaştırılması ve en uygun yatırım kararının verilmesi fırsatları doğmaktadır. Belirli bir döneme ait getiri hesaplaması menkul kıymetin dönem başındaki ve dönem sonundaki değerleri temel alınarak yapılmaktadır. Buna göre;

v_t :dönem sonunda menkul kıymetin değeri

v_{t-1} :dönem başında menkul kıymetin değeri

r_i :menkul kıymetin dönemdeki % getirisi olmak üzere

$$r_i = \frac{v_t - v_{t-1}}{v_{t-1}} \quad (3.7)$$

Diğer yandan denklem (3.7) yerine menkul kıymetin getirisi logaritmik olarak denklem (3.8) ile de hesaplanabilmektedir:

$$r_i = \ln\left(\frac{v_t}{v_{t-1}}\right) \quad (3.8)$$

Denklem (3.7) ile getiri hesaplanması sırasında bazı problemler ortaya çıkmaktadır. Çünkü ilgili yatırım döneminde nakit giriş ve çıkışları sadece dönem başı ve dönem sonunda değil dönem içerisinde de gerçekleşmektedir. Bu problemi ortadan kaldırarak getiri hesaplaması yapılabilecek iki yöntem söz konusudur:

i. **İç Getiri Oranı:** Menkul kıymetin dönem boyunca sağladığı nakit girişlerini nakit çıkışlarına eşitleyen iskonto oranıdır.

ii. **Zaman Ağırlıklı Getiri Oranı:** Yatırımın sağladığı tüm nakit akımlarının tekrar yatırıldığı varsayımdan hareketle ilgili dönemin başında oluşturulan portföyün birleşik büyüme oranıdır.

Risk ve getirinin ölçülmesi ile yatırımların gelecekteki durumları ve olası sonuçları tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Tahmin işlemi sırasında geçmiş dönemlerde gerçekleşen fiyat değişimleri (başlangıç fiyatındaki göreceli değişim) kullanılmaktadır. Fiyat değişimleri kullanılarak yapılan tahmin işlemi sırasında iki farklı modelden faydalanılabilir:

- i. Getirilerdeki değişimi zaman boyunca sürekli takip eden dinamik modeller
- ii. Belirli bir zaman içerisinde getirilerin göstermiş olduğu dağılım hareketini inceleyen modeller

Özellikle zaman serileri ile yapılan analiz ve modellemelerde serilerin taşıdığı özellikler nedeniyle dinamik modeller sıklıkla kullanılmaktadır.

3.3 Ekonometrik Metodoloji

3.3.1 Zaman Serileri

Değişkenlerin aylık, yıllık, vb. değerlerinden oluşan verilerdir. Genellikle zaman serileri trend içermektedirler ve kısa dönemli değişiklikleri yansıttıkları varsayılmaktadır.

Finansal verilerin sahip olduğu temel özellikler şunlardır:

- i. **Aşırı basıklık:** Basıklık (kurtosis) bir dağılımın dikliği veya düzlüğü, tepe noktaları hakkında bilgi vermektedir. Diğer bir ifade ile basıklık normal dağılım

eğrisinin ne kadar dik veya basık olduğunu göstermektedir. Tam bir çan eğrisinin (normal dağılmış bir değişkenin olasılık yoğunluk fonksiyonu grafiğinin) basıklık katsayısı sıfırdır (mesokurtic). Basıklık katsayısı > 0 ise normalden daha dik (sivri-leptokurtic- kalın kuyruk özelliği) bir dağılıma, basıklık katsayısı < 0 ise normalden daha düz (basık-yayvan-platykurtic- ince kuyruk özelliği) bir dağılıma işaretler. Basıklık katsayısı sonucunun sıfıra yakın olması ise dağılımın normal dağılıma yaklaşması anlamına gelmektedir.²⁴ Bu şekilde sıfır orijin kabul edilerek yapılan basıklık tanımı Fisher basıklığı olarak bilinmektedir.

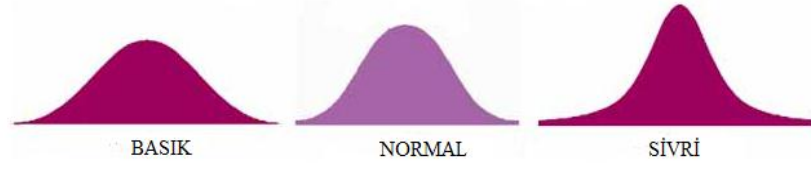
Bilindiği gibi bir değişkenin olasılık yoğunluk fonksiyonu beklenen değeri etrafında maksimum oluyorsa bu değişken normal dağılıyor demektir. Finansal varlık getirileri normal dağılıma göre ortalamada daha sivri, kuyrukta daha kalın dağılım göstermektedirler. Bir veri setinin kalın kuyruk özelliğinin olması normal dağılıma göre daha yüksek düzeyde uç değerlerin varlığı ve olağan dışı yüksek risklerle karşılaşma olasılığı ile varsayılandan daha yüksek bir olasılıkla karşılaşılacağı anlamına gelmektedir. Bir X değişkeni için basıklık katsayısı;

$$\frac{E[(X-\mu_X)^4]}{\sigma_X^4} \quad (3.9)$$

Fisher'ın yanı sıra Pearson basıklığı orijin noktasını 3 olarak tanımlamaktadır. Buna göre normal dağılımlı bir değişkenin basıklığı 3'tür. Basıklığı 3'den daha büyük olan değişken normalden sivri, basıklığı 3'den daha küçük olan değişken ise normalden basık dağılmış demektir.²⁵

²⁴ Kalaycı, Şeref, **SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri**, s.7

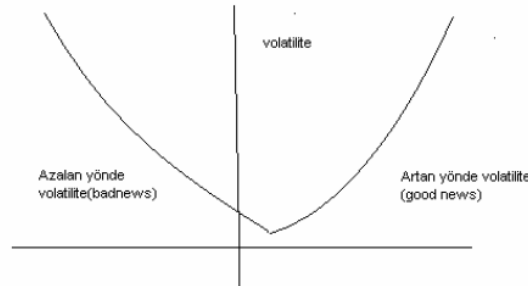
²⁵ <http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/assumpt.htm> (Erişim tarihi:29/04/2010)



Şekil 3:Basıklık Tiplerinin Grafiksel Gösterimi

ii. **Volatilite kümelenmeleri:** Finansal piyasalarda genellikle fiyatlardaki büyük değişimleri büyük değişimler, küçük değişimleri de küçük değişimler izlemektedir. Finansal piyasalardaki volatilitenin modellenmesi kapsamında yapılan çalışmalarda Mandelbrot finansal varlıkların fiyatlarında volatilite kümelenmeleri olduğu sonucuna ulaşmıştır. O halde finansal değişkenler dinamik bir yapıya sahiptirler.

iii. **Kaldıraç etkisi:** Finansal piyasalarda büyük fiyat düşüşleri aynı miktarda fiyat yükselişlerinden daha yüksek bir volatiliteye neden olmaktadır. Örneğin fiyatlardaki %20'lik bir azalış %10 oranında bir volatiliteye sebep olurken, fiyatlardaki %20'lik bir artış %7 oranında bir volatilite oluşturuyorsa burada kaldıraç etkisi söz konusu demektir. Azalan yönündeki volatiliteler, artış yönündeki volatiliteden daha büyükse o zaman modelde kaldıraç etkisinden (leverage effect) bahsedilebilir.²⁶



Şekil 4:Kaldıraç Etkisi

Finansal varlıkların volatiliteleri, getirileri, birbirlerini etkileme dereceleri (birbirleri ile olan korelasyonları) yatırımlar ve / veya portföy oluşumu sırasında dikkatle incelenmelidir. Piyasalarda gerçekleşen getirinin beklenen değerden sapması

²⁶ Arduç, Ünsal, **Bankacılık Sektöründeki Dalgalanmaların Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri ile İncelenmesi**, s.26

riski de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle önceki yıllarda analistler hata terimlerinin varyansının sabit olduğu varsayımı altında doğrusal zaman serisi yöntemini kullanarak klasik standart sapma (risk) hesaplamaları yapıyorlardı. Fakat günümüzde yapılan araştırmalar sonucu doğrusal zaman serisi modelleri yerine doğrusal olmayan koşullu değişen varyans modellerinin daha gerekli olduğu savı öne sürülmektedir. Çünkü risk, getiri, oynaklık vb. ile ilgili çalışmalarda çoğunlukla yüksek frekanslı günlük finansal veriler kullanılmaktadır.

Finansal zaman serileri yüksek frekanslı verilerdir. Yani finansal zaman serilerini oluşturan veriler çok kısa zaman aralıklarında elde edilebilmektedir. Bu yönüyle finansal zaman serileri makroekonomik zaman serilerinden farklılık göstermektedirler. Finansal piyasalarda alım-satım işlemleri işlem günü içerisinde her an gerçekleşebilmektedir. Bu dinamik ortamda varlıkların fiyatları çok uç seviyelerde değişebilmekte, yani gün içerisinde fiyat seviyelerinde büyük oynaklıklar görülebilmektedir.

Finansal zaman serileri analiz edildiğinde dört temel bileşenden oluştukları sonucuna varılmıştır. Bu bileşenler aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:²⁷

i. **Trend: (T)** İlgili değişkenin uzun bir zaman zarfında gösterdiği eğilimi ifade etmektedir. Trend içermeyen yani uzun dönemde artış / azalış göstermeden belirli bir sabit etrafında değer alan veriler yatay kesit verileri olarak adlandırılmaktadırlar.

ii. **Dalgalanmalar: (C)** Bir yıldan daha uzun bir süre serilerde devam eden dalgalanmalar zaman serilerinin ikinci bileşenini oluşturmaktadırlar.

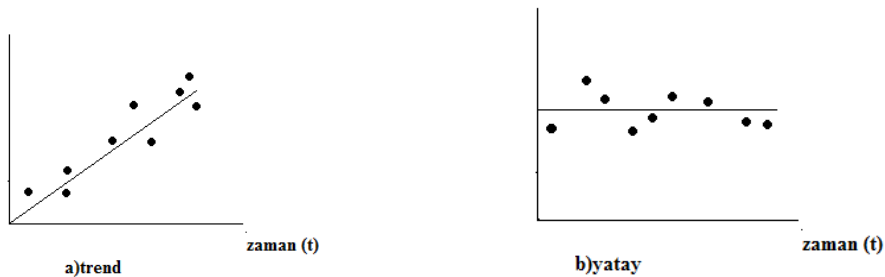
²⁷ Özmucur, Süleyman, **Geleceği Tahmin Yöntemleri**, s.22

iii. **Mevsimlik dalgalanmalar: (S)** Bir yıllık süre içerisinde mevsimsel etkiler nedeniyle serilerde oluşan dalgalanma hareketleridir. Ayrıca mevsimlik etkiler tekrarlanan hatalara neden olabileceğinden dönemsel olarak içsel bağıntı sorunu olup olmadığı araştırılmalıdır. Örneğin; 3 aylık veriler ile yapılan öngörülerde birinci ve dördüncü sıra içsel bağıntı olup olmadığı araştırılmalıdır.²⁸

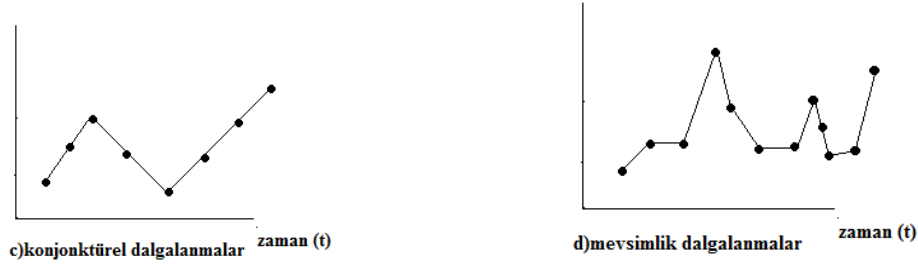
Bir serideki mevsimlik etkiler ve trend olup olmadığı (serinin durağanlığı) saçılım diyagramları yardımıyla belirlenebilmektedir. Eğer zaman serilerinde böyle bir etkinin olduğu saptanırsa zaman serisi uygun metot kullanılarak düzeltirmeye tabi tutulmaktadır.

iv. **Düzensiz bileşken: (I)** Zaman serilerinde meydana gelen ve diğer üç bileşen (trend, dalgalanmalar ve mevsimsel dalgalanmalar) tarafından açıklanamayan etkilerin tümünü göstermektedir. Oluşabilecek sorunların giderilebilmesi için düzensiz bileşenin sıfır ortalama ve küçük varyansa sahip olması istenmektedir.

Yukarıda sözü edilen dört temel bileşen bir araya geldiğinde bunların ağırlıklarına göre oluşabilecek farklı veri tipleri grafiksel olarak aşağıda gösterilmektedir:



²⁸ İçsel bağıntı sorunu daha sonra ayrıntılı bir şekilde incelenecektir.



Şekil 5:Veri Tipleri

Herhangi bir değişkene ilişkin tahmin yapılırken zaman serileri, yatay kesit verileri (değişkenlerin herhangi bir zamandaki değişik ekonomik birimlere ait değerlerinden oluşur ve uzun dönemli değişiklikleri yansıtır) ya da panel veriler (aynı ekonomik birimlerden alınan kesit verilerinin zaman içerisinde uzatılmasıyla oluşur) kullanılmaktadır.

Finansal zaman serilerine dayanan modellerde hata terimlerinin varyansı genellikle sabit olmamakta ve modelin açıklama gücündeki değişmelere paralel olarak dönemden döneme değişebilmektedir. Bu değişkenliğin temel nedeni finansal piyasaların siyasi gelişmelere, maliye ve para politikaları ile ilgili haberlere aşırı hassas olmasına dayanmaktadır.²⁹

Bollerslev vd. 1994 yılında finansal zaman serilerinin gösterdikleri istatistiksel özellikleri şu şekilde sıralamışlardır.³⁰

- Finansal varlıkların getirileri normal dağılım ile çelişen kalın kuyruk (daha geniş yayılım) özelliği göstermektedirler.
- Finansal varlıkların getiri volatiliteleri birbirleri ile bağımlıdır. Yani getiri volatiliteleri otokorelasyon içerisindedirler. Mandelbrot bunu “büyük getiri

²⁹ Özçam, Mustafa, **Varlık Fiyatlama Modelleme Aracılığıyla Dinamik Portföy Yönetimi**, s.143

³⁰ Güneş, H., Saltoğlu, B., **İMKB Getiri Volatilitésinin Makroekonomik Konjonktür Bağlamında İrdelenmesi**, s.81

değişimlerini büyük değişimlerin, küçük getiri değişimlerini de küçük değişimlerin izlemesi” şeklinde açıklamaktadır.

- Piyasalarda işlem yapılmadığı dönemlerde finansal varlık getirilerinde daha yüksek volatilité görülmektedir. Çünkü işlem yapılmayan dönemlerde biriken asimetrik bilginin işlem başladığında piyasaya yansması varlık fiyatlarında ani değişimlere neden olabilmektedir.

- Finansal piyasalar sosyo-ekonomik çevre ile sürekli bir ilişki içerisinde oldukları için birbirlerinden etkilenmektedirler. Bu nedenle sosyal ya da ekonomik bir olay varlıkların getiri volatilitelerini etkileyebilmektedir.

- Özellikle aynı havuzda bulunan finansal varlıkların volatiliteleri birlikte hareket etmektedir. İktisadi görüşler de bu tezi desteklemektedir.

- Makroekonomik değişkenlerin sergilediği volatilité finansal varlık (özellikle hisse senedi) volatilitelerini de etkilemektedir.

Zaman serileri analizi bir zaman serisinin kendi olasılıksal yapısının belirlenmesi ve gelecekteki durumunun öngörülmesi ya da birden fazla zaman serisi arasındaki ilişkilerin belirlenerek ortaya çıkarılması işlemi olarak tanımlanmaktadır.

Yapılan araştırmalar ülkemiz sermaye piyasalarında aşağıdaki özelliklerin olduğunu ortaya koymaktadır:³¹

- Yüksek değişkenlik ve ortalama getiri
- Getirilerin normal dağılmaması
- Getiri serileri varyansının zamanla değişken olması
- Borsaya gelen haberlerin getiriler üzerinde asimetrik etkilerinin olması

³¹ Atakan, Tülin, “İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Değişkenliğin (Volatilitenin) ARCH-GARCH Yöntemleri İle Modellenmesi”, **İstanbul İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi**,2009, Yıl:20, S.62, s. 52

Sözü geçen bu özellikler nedeniyle İMKB’den alınacak finansal veriler ile yapılan incelemelerde Doğrusal Zaman Serisi Modelleri yerine Doğrusal Olmayan Zaman Serisi Modellerini kullanmak araştırmacının daha küçük hatalar ile sonuca ulaşmasına katkıda bulunacaktır.

3.3.1.1 Zaman Serilerinde Rassal Süreçler

Finansal varlıkların fiyat değişimlerinin “rassal yürüyüş süreci” veya “beyaz gürültü (white noise)” olarak adlandırılan stokastik bir süreç takip ettiği varsayılmaktadır. Rassal yürüyüş sürecinin temel özellikleri şunlardır:

- Rassal yürüyüş sürecinde fiyat değişimleri birbirinden bağımsızdırlar ve benzer dağılıma sahiptirler.

- Fiyat değişimlerinin ortalaması sıfırdır.

- Fiyat değişimlerinin varyansı sabittir.

Rassal yürüyüş sürecindeki finansal varlıkların fiyat değişimlerinin benzer dağılıma sahip olduğu varsayımı, finansal varlıkların fiyat değişimlerinin normal dağıldığı varsayımı ile değiştirilirse “Brownian Motion” olarak adlandırılan süreç söz konusu olmaktadır. Yani Brownian Motion sürecinde finansal varlıkların fiyat değişimleri aşağıdaki temel özellikleri göstermektedir.³²

- Finansal varlıkların fiyat değişimleri birbirinden bağımsızdır.

- Finansal varlıkların fiyat değişimleri normal dağılmaktadır.

- Finansal varlıkların fiyat değişimlerinin ortalaması sıfırdır.

- Finansal varlıkların fiyat değişimlerinin varyansı sabittir.

³²<http://idc.sdu.edu.tr/tammetinler/kalkinma/kalkinma28.pdf> (Erişim Tarihi:05/01/2010)

Finansal değişkenlere ait yüksek frekanslı zaman verilerinin koşulsuz dağılımlarında ortaya çıkan kalın kuyruk ve ortalama etrafındaki aşırı basıklık rassal yürüyüş sürecinin sabit varyans ve bağımsızlık varsayımlarından sapmaları göstermektedir. Ayrıca normal dağılım varsayımından sapma ile ortalama ve varyansın zamana bağlı olması normal dağılmış rassal yürüyüş süreci tahminlerinin uygun olmadığını göstermektedir.

3.3.2 Ekonometrik Taban³³

Zamanla değişen gözlemlerin geçmişteki değerleri kullanılarak gelecekte alacağı değerleri tahmin edebilmek için kullanılan yöntemlere zaman serisi analizi denmektedir. Zaman serisi analizi yardımıyla bir değişkene ait geçmiş veriler trend, mevsimsellik ve devresellik (dönemsellik) açısından incelenerek gerektiğinde uygun düzeltme yöntemleri ile zaman serilerindeki bu etkiler ortadan kaldırılarak gelecek periyotlarda değişkenin alacağı değer tahmin edilmekte ve bu tahminin hata payı hesaplanmaktadır.³⁴

Tahmin: İstatistiksel olarak yapılan tahminlerde temel amaç, örneklem üzerinden kitle katsayılarını tahmin etmek ve bu tahminler sırasında hatayı minimum kılabilmeaktır. Bir kitlenin bilinmeyen katsayısı Q olsun ve Q 'yu bulabileceğimiz bir istatistik (örneklenebilen rassal değişkenin özelliklerini belirlemeye yarayan sayısal değerleri içeren ifadeler) belirlenmiş olsun. Bu durumda;

- İstatistiğin formül olarak ifadesine “ Q 'nun tahmin edicisi” denir.
- Tahmin edici kullanılarak bulunan değere “ Q 'nun tahmin değeri ($\hat{Q}$)” denir.

³³ Uygur, Ercan, **Ekonometri Yöntem ve Uygulama**

³⁴ Kalaycı, Şeref, **SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri**, s.28

▪ Gerçekleşen (bilinmeyen) ile tahmin değeri arasındaki farka “*örneklem hatası* ($Q - \hat{Q}$)” denir.

Tahmin edicileri belirlemeye yönelik olarak bazı yöntemler kullanılmakla birlikte genel varsayımlar geçerli olduğu sürece literatürde sıklıkla kullanılan yöntem En Küçük Kareler Yöntemi’dir. Tahmin edicileri belirlemeye yarayan yöntemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- i. Momentler Yöntemi
- ii. Minimum Uzaklık Yöntemi
- iii. Maksimum Olabilirlik Yöntemi
- iv. En Küçük Kareler Yöntemi (temel amaç tahmin edilen hataların kareleri toplamını minimum yapmaktır.)

Tahminlerde yukarıda sözü edilen dört yöntemden herhangi birini kullanarak tahmin edicileri belirleyebilmek için hata terimi ile ilgili bazı temel varsayımlar yapılmıştır. Hata terimi bu varsayımlardan herhangi birini dahi gerçekleştiremezse tahmin ediciler yukarıda sıralanan klasik yöntemler kullanılarak belirlenemezler. Çünkü temel varsayımlardan sapma ile tahmin ediciler doğrusallık, sapmasızlık, asimtotik sapmasızlık, etkinlik, tutarlılık, asimtotik etkinlik ve yeterlilik özelliklerini kaybedebilirler. Bu ise ilgili tahmin edici kullanılarak hata oranı yüksek, gerçekten uzak tahminler yapmaya neden olabilmektedir. Tahmin edicilerin aranan özelliklerini tam olarak yerine getirebilmesi için hata teriminin ve geçmiş dönem değerlerinin sağlaması gereken temel varsayımlar aşağıda verilmektedir:

- i. Hata terimlerinin beklenen değeri sıfırdır.

ii. Hata terimlerinin varyansları sabittir ve aynı değere eşittir. Ayrıca hata terimlerinin birbirleri ile olan kovaryansları sıfırdır. Yani hata terimleri arasında içsel bağıntı yoktur. Sabit varyans varsayımı matematiksel olarak aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$E(u_i^2) = \sigma_u^2 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n$$

$$E(uu') = \sigma_u^2 I = \sigma_u^2 \begin{bmatrix} 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}_{n \times n} = \begin{bmatrix} \sigma_u^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \sigma_u^2 \end{bmatrix}_{n \times n}$$

iii. Her örnekleme kullanılan veriler sabittir (örnekleme alabilecekleri değerler bilinir) ve veriler ile hata terimleri ilişkisizdirler.

iv. Hata terimleri ortalaması sıfır, varyansı sabit olan normal dağılıma sahiptirler.

Öngörü: Tahmin ve öngörü genel olarak aynı anlamda kullanılmakla birlikte uygulama aşamasında farklılıklar göstermektedir. Uygulamada tahmin metotları kitlelere ilişkin parametreleri bulmak için kullanılırken, öngöründe ise kitlelere ilişkin geçmiş dönem verileri kullanılarak gelecekte alacakları değerler bulunmaya çalışılmaktadır. Bu kapsamda eldeki verilerin durumuna göre iki çeşit öngöründen söz edilebilmektedir:

- **Ex-post Öngörü:** Modeldeki açıklayıcı değişkenlerin öngörü dönemindeki gerçekleşen değerleri bilinerek öngörü yapılmaktadır.

- **Ex-ante Öngörü:** Modeldeki açıklayıcı değişkenlerin öngörü dönemindeki gerçekleşen değerleri bilinmemekte ve bir şekilde tahmin edilmektedir.

Tahmin edilen model çerçevesinde yapılan öngörüler, örneklem içi ve örneklem dışı öngörüler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Örneklem içi öngörü, tahmin edilen model çerçevesinde gerçekleşen verinin hesaplanması, örneklem dışı öngörü ise

zaman serisinin gelecekteki bir değerinin model parametreleri kullanılarak tahmin edilmesi anlamına gelmektedir. Örneklem dışı öngöründe temel sorun modelin geçmiş veriler kullanarak tahmin edilmesi ve bu verilerin gelecekte tam da modelde öngörüldüğü şekilde gerçekleşmesinin beklenmesidir.³⁵

Öngörü yöntemleri iki ana grup altında incelenebilmektedir:

a. Kantitatif Yöntemler: Öngörülerin matematiksel kurallar kullanılarak yapılması esasına dayanmaktadır.

- Nedensel Kantitatif Yöntemler: Zaman serileri arasındaki ilişkiler açıklayıcı değişkenler yardımıyla çok değişkenli analiz yöntemleri kullanılarak belirlenmektedir.

- Nedensel Olmayan Kantitatif Yöntemler: Zaman serilerinin geçmiş verileri kullanarak ve nedensel ilişkiler göz ardı edilerek gelecek değerler tahmin edilmektedir.

b. Kalitatif Yöntemler: Matematiksel kurallar yerine kişisel uzman görüşleri baz alınarak yapılan öngörü yöntemleridir.

Literatürde yer alan zaman serisi yöntemleri aşağıdaki gibi gruplandırılabilir:

³⁵ Soytaş, Uğur, **Döviz Kuru Oynaklığının öngörülmesi ve Risk Yönetimi: Türkiye Örneği**, s.11

Kantitatif Yöntemler	
Nedensel Yöntemler	Nedensel Olmayan Yöntemler
Regresyon Analizi, Eşanlı Modeller Gecikme Modelleri Nedensellik Analizi Vektör Otoregresif (VAR) Modeller Eşbütünleşme Analizi	Ayrıştırma Yöntemleri Zaman Serisi Regresyonu Yöntemleri Üstel Düzleştirme Yöntemleri Box-Jenkis Yöntemi(ARMA Modelleri)
Alternatif Zaman Serisi Öngörü Yöntemleri	
Yapay Sinir Ağları Bulanık Zaman Serisi Yaklaşımları Bulanık ARMA ve Bulanık Zaman Serisi Regresyon	
Kalitatif Yöntemler	
Delphi Metodu Kişisel Olasılık Belirleme Yönetici Yargısı Seçeneği Yöntemi Müşteri Niyet Anketleri	

Tablo 4: Zaman Serisi Analiz Yöntemleri

Öngörü Hatası: Öngörüsü yapılan modelde gerçekleşen değer ile öngörülen değer arasındaki fark öngörü hatasını vermektedir. Y bağımlı değişken olan bir modelde ideal varsayımlar altında;

$\widehat{Y}_{n+i}$: Bağımlı değişkenin (n+i) dönemi için öngörülen değeri

Y_{n+i} : Bağımlı değişkenin (n+i) döneminde gerçekleşen değeri olmak üzere

$$\text{Öngörü hatası} = Y_{n+i} - \widehat{Y}_{n+i} \quad (3.10)$$

Öngörü Başarısının Ölçülmesi (Öngörü performansının değerlendirilmesi):

Yatırımcılar için geleceğin öngörülmesi oldukça önemli olmasına karşın yapılan öngörünün hatasının düşük olması çok daha önemlidir. Bu nedenle öngörü hatasının ve öngörü başarısının ölçülmesi değerlendirmelerin buna göre yapılması gerekmektedir. Volatilite modelleri ile ulaşılan öngörü katsayısı sadece belirli koşullarda geçerli olmaktadır ve bu koşullar değiştiği takdirde elde edilen sonuçların güvenilirliği şüphe uyandırmaktadır.

Öngörülen volatilite ile gerçekleşen değerin karşılaştırılmasında öngörü başarısını değerlendiren istatistikler kullanılmaktadır. Bu istatistikler aradaki farkın işareti ve yönünü dikkate almamaktadırlar. Öngörü başarısı çoğunlukla ex-post öngörü için ölçülmektedir ve volatilitenin hesaplanmasında doğru yöntemin seçilmesi kararında etkili bir yol gösterici olmaktadır. Öngörü başarısının ölçümü için kullanılan çeşitli istatistikler şunlardır:

n^* : Öngörülen dönem sayısı olmak üzere

i. Ortalama Hata Kareler Kökü (RMSE):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n^*} (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n^*}} \quad (3.11)$$

ii. Ortalama Mutlak Hata (MAE):

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n^*} |Y_i - \hat{Y}_i|}{n} \quad (3.12)$$

RMSE ve MAE istatistikleri genellikle negatif olmayan değerler almaktadırlar. Bir öngörünün başarısı RMSE ve MAE istatistiklerinin sıfıra yakın çıkması ile değerlendirilmektedir. İstatistikler sıfıra ne kadar yakın değerler alırlarsa öngörü okadar başarılıdır. Ancak bu istatistikler bağımlı değişkenin ölçü biriminden kolayca etkilendikleri için kullanışlı değildirler. Bu sebeple ortaya çıkabilecek olumsuzlukları giderebilmek için Theil U istatistiği geliştirilmiştir.

iii. Theil Eşitsizliği (Theil U):

$$\text{Theil U} = \sqrt{\frac{(\sum_1^{n^*} (Y_i - \hat{Y}_i)^2)/n^*}{(\sum_1^{n^*} Y_i^2)/n^*}} \quad (3.13)$$

Bir değişkenin gelecekteki olası değerlerini tahmin edebilmek ve değişkenin zaman ile nasıl bir bağıntıya sahip olduğunu açıklayabilmek için zaman serisi analizleri yapılmaktadır. zaman serisi analizleri yapılırken temel olarak aşağıdaki adımlar izlenmektedir:

i. Zaman serisine ait gözlemler bir grafik yardımıyla incelenerek verilerin sayısal ve görsel incelemesi yapılır. Bu sayede dağılımın hangi özellik ve etkileri içerdiği araştırılmaktadır.

ii. Yapılan görsel ve sayısal inceleme sonucunda eksik veri, uç değer olması vb. problemler belirlenirse ortadan kaldırılarak veri kullanılabilir hale getirilmektedir.

iii. Zaman serilerindeki yukarı ve aşağı yönlü hareketlerin düzeltilmesi için seriler mevsimsel faktörlerden ayrıştırılır. (durağanlık, değişen varyans, içsel bağıntı vb. sorunların belirlenerek düzeltilmesi)

Student t ve Genelleştirilmiş Hata Dağılımları: Finansal zaman serilerinin normal dağılım gösterdikleri varsayımı aşırı basıklık ve kalın kuyruk özellikleri

nedeniyle ihlal edildiği için zaman serilerinin analizinde tutarlı sonuçlar normal dağılımdan farklı dağılımların incelenmesiyle mümkün olmaktadır. Bu kapsamda araştırmalarda en sık kullanılan dağılımlar, Student t (St), Çarpık Student t (SkSt) ve Genelleştirilmiş Hata (GED) dağılımlarıdır.

Student t dağılımı simetrik bir dağılımdır ve zaman serilerinde kalın kuyruk özelliğini dikkate almaktadır.

Çarpık Student t dağılımı zaman serilerindeki kalın kuyruk ve asimetri yapılarını birlikte alarak inceleme yapmaya imkan vermektedir.

Genelleştirilmiş Hata dağılımı ise spekülatif veri hareketleri olduğunda serilerde oluşan kalın kuyruk sorununu Student t dağılımı yerine incelemektedir.

3.3.2.1 Değişen Varyans (Heteroscedasticity)

EKK tekniği, bağımsız değişkenlerin birim değerleri değişirken bağımlı değişkenin birim değerlerine ait varyansın sabit kalacağını varsaymakta ve istatistik yazınında bu varsayıma sabit varyans (homoscedasticity) adı verilmektedir.³⁶ Klasik modellerde yer alan ve hata teriminin varyansının sabit olduğu (homoskedastik) bu varsayım sağlanmadığı takdirde modellerde değişen varyans sorunu ortaya çıkmaktadır. Yani değişen varyans problemi olan modellerde;

$$E(uu') = \sigma_u^2 \omega \text{ ve } \omega \neq 1 \text{ için } \omega = \begin{bmatrix} \omega_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \omega_n \end{bmatrix} \quad (3.14)$$

³⁶ Albayrak, Ali Sait, “Değişen Varyans Durumunda En Küçük Kareler Tekniğinin Alternatifi Ağırlıklı Regresyon Analizi ve Bir Uygulama”, **Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi**, 2008, C. X, S.2, s.113

olmaktadır. Burada ω matrisi, köşegen dışı elemanları (kovaryanslar) sıfır fakat köşegen üzerindeki elemanları (varyansları) birbirinden farklı olan bir matrisdir. Değişen varyans sorunu genellikle yatay kesit verileri ile tahmin yapıldığında oluşmaktadır.

Değişen varyans sorununun finansal çalışmalarda sıklıkla incelenmesinin nedeni varyansın finansal piyasalarda ortalama etrafındaki yayılmayı (dalgalanma) ve riski temsil etmesidir.

Dışlanmış değişkenler, hatalı kurulan modeller, dağılımdan aşırı sapmış örnekler değişen varyans sorununun temel nedenleri arasında sayılabilmektedir. Diğer yandan eğer hata terimlerinin varyansı önceki dönem hata terimleri ile bir korelasyon gösteriyorsa bu durumda hata terimleri değişen varyansın yanı sıra seri olarak korele olma özelliği de gösteriyor demektir.

Değişen varyans sorunu Gold Feld-Quandt Testi ve LM Testi (White Testi, Breusch-Pagan Testi) ile incelenebilmektedir. Ayrıca örneklem hacmi 100'den ($n \geq 100$) büyük olması durumunda sabit varyans varsayımı grafiksel yöntemle de saptanabilmektedir. Bu yöntemle göre modelin önemli açıklayıcı değişkenleri ve tahminleri ile hataları arasındaki serpilme diyagramları ayrı ayrı incelenir. Hatalar ile tahminler (veya önemli bağımsız değişkenler) arasındaki dağılımın şekli artan, azalan veya kum saatine benziyorsa değişen varyans; dikdörtgensel bir dağılıma

yakın bir dağılım söz konusu ise sabit varyans varsayımının sağlandığı kabul edilmektedir.³⁷

• Gold Feld- Quandt Testi: Sabit olmayan hata terimi varyansı (değişen varyans) herhangi bir bağımsız değişken ile ilişkilendirilmekte ve buna göre değişen varyans sorununu belirlemeye yönelik bu testi yapabilmek için eldeki veri seti bölünerek ayrı veri setleri elde edilir. Testin işleyiş aşamaları aşağıdaki gibi gerçekleştirilmektedir:

$Y_i = \beta_1 + \sum_{j=2}^k \beta_j X_{ij} + u_i$ olmak üzere $\text{var}(u)$ ile X_2 ilişkili olsun.

- 1) X_2 değişkenine ait veriler (X_{i2} 'ler) küçükten büyüğe doğru sıralanır.
- 2) Diğer değişkenlere ait olan veriler X_2 değişkenine ait yeni düzene göre tekrar sıralanır.
- 3) Sıralanmış olan verilerin ortasından $c \sim n/6$ adet veri çıkarılır ve iki ayrı veri seti elde edilir. Burada $n_1 = n_2$ olmak üzere $n_1 + n_2 + c = n$ sağlanmaktadır.
- 4) n_1 ve n_2 veri setleri ile ilgili denklem ayrı ayrı tahmin edilir. Tahmin sonrasında her iki hata terimine ilişkin SSE_1 ve SSE_2 değerleri hesaplanır.
- 5) $\sigma_2^2 > \sigma_1^2$ olmak üzere $F_h = \frac{SSE_2}{SSE_1}$ değeri bulunur. Bu değer $F(n_2 - k, n_1 - k) = F_{\text{tablo}}$ değeri ile karşılaştırılır ve $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ hipotezi test edilir. H_0 hipotezinin red edilmesi durumunda modelde değişen varyans sorunu var demektir.

³⁷ Albayrak, Ali Sait, “Değişen Varyans Durumunda En Küçük Kareler Tekniğinin Alternatifi Ağırlıklı Regresyon Analizi ve Bir Uygulama”, **Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi**, 2008, C. X, S.2, s.116

- White-LM Testi: Webster tarafından modelde değişen varyans sorununun olup olmadığını araştırmak için geliştirilmiş bir testtir. Buna göre testin işleyiş aşamaları aşağıdaki gibi gerçekleşebilmektedir:

1) $Y_i = \beta_1 + \sum_{j=2}^k \beta_j X_{ij} + u_i$ asıl denklemi EKK ile tahmin edilir ve $\hat{u}_i$ değerleri bulunur.

2) Asıl denklemden elde edilen hata tahmin kareleri kullanılarak oluşturulacak yardımcı denklem tahmin edilir ve bu denklemin determinasyon katayısı (R^2) bulunur. Tahmini yapılması gereken yardımcı denklem;

$$\hat{u}_i^2 = \beta_1 + \sum_2^k \beta_k X_{ik} + \beta_{k+1} X_{i2}^2 + \dots + \beta_{2k} X_{ik}^2 + \beta_{2k+1} X_{i2} X_{i3} + \dots + v_i$$

3) f yardımcı denklemde olup da asıl denklemde yer almayan değişken sayısını göstermek üzere nR^2 hesaplanan değeri $\chi^2(k+f-1)$ tablo değeri ile karşılaştırılarak asıl modelde değişen varyans sorunu olup olmadığı test edilir.

Değişen varyans sorunu modeldeki değişkenlere çeşitli dönüşümler uygulanmasıyla oluşturulacak yeni modelin tahmin edilmesiyle ortadan kaldırılabilir. Dönüştürülmüş modelin EKK Yöntemi ile tahmin edilmesi değişen varyans sorunu olan asıl denklemin GEKK Yöntemi ile tahmin edilmesi demektir. Buna göre; değişen varyans sorunu olan bir modelde formül (3.14) gerçekleşmek üzere

$$\frac{Y_i}{\sqrt{\omega_i}} = \beta_1 \frac{1}{\sqrt{\omega_i}} + \sum_2^k \beta_k \frac{X_{ik}}{\sqrt{\omega_i}} + e_i \ni e_i = \frac{u_i}{\sqrt{\omega_i}} \quad \text{dönüştürülmüş denklemler EKK}$$

yöntemi ile tahmin edilerek asıl denklem GEKK yöntemi ile tahmin edilmiş olmaktadır.

3.3.2.2 İçsel Bağlantı (Otokorelasyon)

Ekonometrik denklemlerin tahmini sırasında ideal varsayımların geçerli olmadığı durumlarla karşılaşılırsa EKK ve MO tahmin edicileri yerine başka tahmin ediciler kullanılarak oluşabilecek sorunlar çözülmeye çalışılmaktadır.

Bir zaman serisi değişkeninin gecikme veya gelecek değerleri ile olan doğrusal ilişkisini otokovaryans göstermektedir. s dönem gecikme veya gelecek değeri için hata terimleri arasındaki kovaryans $\text{cov}(u_t, u_{t-s}) = \text{cov}(u_t, u_{t+s}) = \gamma_s$ olmak üzere $s = 0$ olduğunda $\gamma_s = \sigma_u^2$ sağlanmaktadır. Buna göre s dönem gecikme için otokorelasyon katsayısı ise;

$$\rho(u_t, u_{t-s}) = \frac{\text{cov}(u_t, u_{t-s})}{\sqrt{\text{var}(u_t)\text{var}(u_{t-s})}} = \frac{\gamma_s}{\gamma_0} = \rho_s \quad (3.15)$$

Hatırlanacağı üzere hata terimi için yapılan ideal varsayımlar arasında hata terimlerinin birbiri ile ilişkisiz olduğu varsayımı bulunmaktaydı. Hata terimleri arasındaki kovaryansın sıfır olduğu varsayımı geçerli olmadığı takdirde içsel bağlantı sorunu oluşmaktadır. Yani,

$$i \neq j \ni i, j = 1, 2, \dots, n \quad \text{ için } E(u_i u_j) \neq 0 \text{ veya } E(uu') = \sigma_u^2 P$$

$$\ni P = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & p_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{n1} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad i \neq j \text{ olmak üzere } i, j = 1, 2, \dots, n; p_{ij} \neq 0 \quad (3.16)$$

ise içsel bağlantı sorunu oluşmaktadır.

İçsel bağıntı sorununun ortaya çıkmasının temel sebepleri aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

- Zaman serileri (özellikle trend içeren seriler) ile yapılan tahminlerde hata teriminde içsel bağıntı beklenen bir durumdur.
- Denklem ile içsel bağıntılı olan dışlanmış bir değişken var ise hata terimi bu değişkenin etkisini de içereceğinden denklemin hata terimleri içsel bağıntılı olabilmektedir.
- Denklemin matematiksel formu yanlış kurulmuş ise hata terimlerinde içsel bağıntı sorunu kendini gösterebilmektedir.
- Bağımlı değişkenin değerleri rassal olmayan ölçüm hatalarını içeriyorsa bu durumda hata terimleri içsel bağıntılı olabilmektedir.

Bir seride içsel bağıntı süreci temel olarak üç farklı süreç olarak incelenebilmektedir:

i. Otoregresiv Süreç (AR süreci): Bir zaman serisinin, geçmiş gözlem değerleri ve hata teriminin doğrusal bileşeni şeklinde ifade edildiği süreçtir. Herhangi bir t dönemindeki hata terimi m dönem gecikmeli hata terimi ile ilişkili ise buna ait olan AR(m) süreci;

$$AR(m): u_t = \alpha + \sum_{i=1}^m \rho_i u_{t-i} + e_t \quad (3.17)$$

AR(m) sürecinde hata terimleri ρ_i 'nin işaretine göre (artı veya eksi) pozitif veya negatif i. sıra içsel bağıntılıdır. Diğer yandan α eğim bileşenidir ve zaman serisinin yönünü (aşağı ya da yukarı) belirlemektedir.

ii. **Hareketli Ortalamalar Süreci (MA süreci):** Zaman serisi, hata teriminin geçmiş dönem değerleri ve öngörülemez hata terimi ile açıklanmaktadır. Hata terimleri arasında m. sıra içsel bağıntıyı ifade eden MA(m) süreci;

$$MA(m): u_t = e_t + \sum_{i=1}^m Q_i e_{t-i} \quad (3.18)$$

MA(m) sürecinde içsel bağıntının işaretini Q_i katsayısının işareti belirlemektedir.

iii. **Otoregresiv Hareketli Ortalamalar Süreci (ARMA süreci):** Hata terimlerinin göstermiş olduğu içsel bağıntı özellik olarak AR ve MA süreçlerinin birleşimi şeklinde tanımlanabilmektedir. Buna ilişkin ARMA(p,q) süreci;

$$AR(p) + MA(q) = ARMA(p, q): u_t = \sum_{i=1}^p \rho_i u_{t-i} + e_t + \sum_{j=1}^q Q_j e_{t-j} \quad (3.19)$$

AR süreci ile oluşan içsel bağıntının kaçınıcı sıra olduğunu tespit etmek gerekmektedir. Buna göre birinci sıra içsel bağıntı olup olmadığını test etmek için Durbin-Watson testi, h testi ve LM testi kullanılmaktadır.

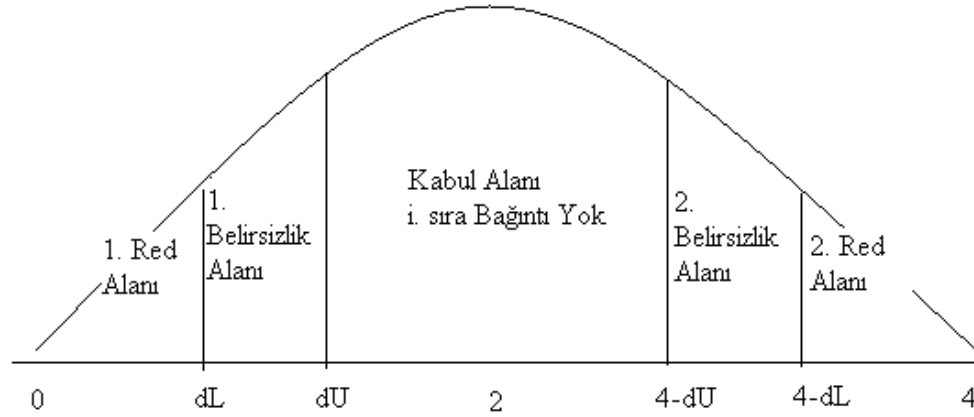
▪ **Durbin-Watson Testi:** AR(1) sürecinde olduğu kabul edilen hata teriminin t. dönem değerinin (t-1). dönem değeri ile içsel bağıntılı olup olmadığını test etmek, ilgili doğrusal denklemde u_{t-1} 'in katsayısı olan ρ 'nun anlamlılığını test etmekle aynı anlama gelmektedir. Bu kapsamda; $H_0: \rho=0$ ve $H_1: \rho \neq 0$ hipotezi aşağıdaki adımlar takip edilerek test edilmelidir:

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n \hat{u}_t^2} \cong 2(1 - \hat{\rho}) \quad (3.20)$$

$$\ni -1 \leq \rho \leq 1 \text{ olmak üzere } 0 \leq DW \leq 4 \text{ ve } E(DW) = 2$$

1) DW_h değeri formül (3.20)'den hesaplanır.

- 2) n veri sayısı ve $k-1$ modeldeki açıklayıcı değişken sayısı kullanılarak d_L ve d_U tablo değerleri bulunur.
- 3) Hipotez test edilir.



Şekil 6:Durbin Watson İstatistiğinin Dağılımı

Anlamlı pozitif otokorelasyon	Belirsiz pozitif otokorelasyon	Anlamsız otokorelasyon	Belirsiz negatif otokorelasyon	Anlamlı negatif otokorelasyon
0	d_L	d_U	2	4
$0 < DW < d_L$	ise	Anlamlı pozitif Otokorelasyon		
$d_L < DW < d_U$	ise	Belirsiz pozitif Otokorelasyon		
$d_U < DW < 2$	ise	Anlamsız pozitif Otokorelasyon		
$2 < DW < 4-d_U$	ise	Anlamsız negatif Otokorelasyon		
$4-d_U < DW < 4-d_L$	ise	Belirsiz negatif Otokorelasyon		
$4-d_L < DW < 4$	ise	Anlamlı negatif otokorelasyon		

Tablo 5:DW İstatistiği İçin Karar Kriterleri³⁸

³⁸ Kalaycı, Şeref, SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Temelleri, s.228

Durbin Watson testi sabit terim içermeyen modellerde ve bağımlı değişkenin gecikmeli değerini içeren denklemlerde kullanılamamaktadır.

▪ h Testi: Gecikmeli bağımlı değişken içeren denklemlerde h istatistiği içsel bağıntının tespiti için kullanılmaktadır. h istatistiği yaklaşık olarak standart normal dağılımlıdır ve hesaplanacak değeri aşağıdaki şekilde (formül 3.21) bulunabilir. İçsel bağıntı için hipotezler test edilirken $h_h > 1.645$ ise pozitif birinci sıra ve $h_h < -1.645$ ise negatif birinci sıra içsel bağıntı vardır sonucuna ulaşılır. Yani, H_0 hipotezi red edilir. $\text{Var}(\hat{\gamma})$: bağımlı değişkenin gecikmeli değerinin katsayısının varyansının tahmini olmak üzere

$$h_h = \hat{\rho} \sqrt{\frac{n}{1 - n\text{Var}(\hat{\gamma})}} \quad (3.21)$$

▪ İçsel Bağıntı İçin LM Testi: DW ve h istatistiklerinin yetersiz kaldığı durumlarda ve/veya en genel modellerde LM testi içsel bağıntıyı test etmek için kullanılmaktadır. Genel formda ARMA(m,h) süreci ile belirtilen içsel bağıntı aşağıdaki formda verilsin:

ARMA(m, h): $u_t = e_t + \sum_1^m \rho_i u_{t-i} + \sum_1^h Q_j e_{t-j}$ Bu durumda içsel bağıntının araştırılması aşağıdaki hipotezin test edilmesiyle mümkündür:

H_0 : AR(m) veya MA(h) veya ARMA(m,h) ilişkisi yok

H_1 : AR(m) veya MA(h) veya ARMA(m,h) ilişkisi var

İlgili hipotezin test aşamaları;

- 1) $Y_t = \beta_1 + \sum_2^k \beta_k X_{tk} + u_t$ asıl denklemi EKK yöntemi ile tahmin edilir ve $\hat{u}_t$ değerleri bulunur.
- 2) $\hat{u}_t = \beta_1 + \sum_2^k \beta_k X_{tk} + v_t \ni \sum \hat{v}_t^2 = \text{SSE}_T$ için $R^2 = R_T^2$ birinci yardımcı denklemi ile

$$\hat{u}_t = \beta_1 + \sum_2^k \beta_k X_{tk} + \sum_1^m d_i \hat{u}_{t-1} + w_t \ni \sum \hat{w}_t^2 = SSE_D \text{ için } R^2 = R_D^2 \quad \text{ikinci}$$

yardımcı denklemi EKK yöntemi ile tahmin edilip ilgili determinasyon katsayıları bulunur.

$$3) F_h = \frac{(R_D^2 - R_T^2)/m}{(1 - R_D^2)/(n - k - m)} \text{ değeri hesaplanır ve } F(m, n - k - m) \text{ tablo değeri ile karşılaştırılır.}$$

İçsel bağıntı sorunu olan bir model tanımlama hatası içermediği takdirde GEKK Yöntemi ile tahmin edilebilmektedir. Bunun için birinci sıra içsel bağıntıya sahip olan modelin bir dönem gecikmeli hali otokorelasyon katsayısı olan ρ ile çarpılıp esas denklemden çıkarılarak hata terimi tüm ideal varsayımları sağlayan ve dolayısıyla içsel bağıntı sorunu olmayan yeni bir model elde edilmektedir. Daha sonra bu model EKK yöntemi ile tahmin edilerek istenilen sonuca ulaşılabilmektedir.

3.3.2.3 Zaman Serilerinin Durağanlığı

Zaman serisinin belirli bir istatistiksel dengede olması zaman serisinin durağan olması anlamına gelmektedir. Bir serinin ortalaması, varyansı ve diğer momentleri zaman orijininin değişmesinden etkilenmiyorsa zaman serisi güçlü durağan seridir. Diğer yandan serinin sadece ortalama ve varyansı zaman boyunca sabit ise zaman serisi zayıf durağan bir seridir. Yani bir zaman serisi değişkeni için aşağıdaki koşullar sağlandığı takdirde hata terimi t dönem için zayıf durağan (veya varyans-kovaryans durağan) değişken olmaktadır:

- i. Hata teriminin beklenen değeri zamandan bağımsız ise $[E(u_t) \text{ zamandan bağımsız}]$
- ii. Hata teriminin varyansı zamandan bağımsız ise $[\text{Var}(u_t) \text{ sabit}]$

iii. s dönem gecikme için hata teriminin otokovaryansı zamandan bağımsız ise $[cov(u_t, u_{t-s})$ zamandan bağımsız]

Buna göre hata terimi yukarıdaki koşulları hangi durumlarda sağlayıp zayıf durağan olabilecektir?

i. İdeal varsayımlar arasında olan $E(u_t)=0$ varsayımı nedeniyle $E(u_t)$ zamandan bağımsızdır. Yani zayıf durağanlığın ilk şartı (i) sağlanmaktadır.

ii. AR(1): $u_t = \rho u_{t-1} + e_t$ süreci dikkate alındığında bu süreç tipik bir MA süreci şekline dönüştürülebilmektedir. Buradan $Var(u_t) = \sigma_e^2 / (1-\rho^2)$ fonksiyonu geometrik bir seri şeklinde bulunmaktadır. Bu serinin yakınsak olması yani varyansın zamana göre sabit olması ancak $|\rho| < 1$ iken sağlanmaktadır.

iii. AR(1) süreci ve $Var(u_t)$ fonksiyonu incelendiğinde s dönem gecikmeli kovaryansın zamana bağlı olmaması için (ii)'de olduğu gibi $|\rho| < 1$ iken sağlanmaktadır. Çünkü $cov(u_t, u_{t-s}) = \rho^s \sigma_e^2 / (1-\rho^2)$ şeklinde geometrik bir fonksiyon olarak bulunmaktadır.

O halde AR(1) sürecinde durağanlık var ise $\rho > 0$ iken otokovaryanslar ve otokorelasyonlar zamanla geometrik olarak azalmakta, $\rho < 0$ iken ise otokovaryanslar ve otokorelasyonlar zamanla azalmakta ve bir artı bir eksi olarak işareti değişmektedir.

AR(1) süreci için bulunan sonuçları AR(m) süreci için genelleştirirsek süreçte u_t 'nin durağan olabilmesi için $\forall i=1,2,...,m$ için $|\rho_i| < 1$ olmalıdır. Diğer yandan MA sürecinde e_t tüm ideal varsayımları sağladığı için her durumda u_t durağandır.

Bir zaman serisinin durağan olup olmadığı araştırmacılar için cevaplaması gereken önemli bir sorundur. Çünkü analizler sırasında durağan olmayan serilerin denkleme koyulması gerçekte var olmayan ilişkilerin varmış gibi görünmesine neden

olabilmektedir.³⁹ Zaman serisinin durağanlığı Dickey-Fuller birim kök testi ile incelenebilmektedir:

Dickey-Fuller Birim Kök testi: DF birim kök testi en yaygın kullanılan durağanlık testidir. Bu test ile ilgili serinin birim kök içerip içermediğine bakılmakta ve birim kök içeren serinin durağan olmadığına karar verilmektedir.

DF testiyle serinin durağan olmadığı (birim kök içerdiği) belirlendikten sonra bu serinin nasıl durağan hale getirileceği araştırılmalıdır. Bunun için de eldeki zaman serisinin trend tipinin belirlenmesi gerekir. Trend tipinin belirlenmesi kısmında Dickey-Fuller(1981) testi ile karşılaşılmaktadır. Trend tipinin, trend-durağan(TSP) süreci mi yoksa fark durağan(DSP) süreci mi olduğu belirlenecektir. Bu belirlendikten sonra seri TSP sürecine sahip ise trendden arındırma, DSP sürecine sahip ise fark alma işlemi gerçekleştirilir.⁴⁰

Y:Trend içeren zaman serisi değişkeni

T: Her dönem 1 artan zaman değişkeni olmak üzere

$Y = \beta_1 + \beta_2 T + u_t \quad \exists u_t \text{ AR}(1) \text{ sürecinde}$ 1. sıra içsel bağıntılı modelinde Y ve u için durağanlık

$$\left. \begin{array}{l} H_0: \rho=1 \\ H_1: \rho \neq 1 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{hipotezlerinin test edilmesiyle araştırılabilmektedir. Hipotez testi} \\ \text{sırasında t testi yerine Dickey Fuller dağılımı ve tablosu} \end{array}$$

kullanılmaktadır. Tablo değeri ve hesaplanan değerler karşılaştırıldığında eğer H_0 hipotezi kabul edilirse durağanlık yoktur ve birim kök vardır.

³⁹ Atakan, Tülin, “İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Değişkenliğin (Volatilitenin) ARCH-GARCH Yöntemleri İle Modellenmesi”, **İstanbul İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi**,2009, Yıl:20, S.62, s. 55

⁴⁰ Sarıkaya, Tuğçe, **İMKB’de Volatilité, Likidite, İşlem Hacmi Ve Getiri İlişkisinin Ekonometrik Analizi**, s.56

BÖLÜM 4

VOLATİLİTENİN MODELLENMESİ VE ÖLÇÜMÜ

4.1 Volatilite Öngörü Modelleri

Volatilite öngörü modelleri finansal zaman serilerinin sahip olduğu kalın kuyruk, ortalama etrafında aşırı basıklık, volatilite kümelenmesi, asimetrik tepki ve kaldıraç etkisi gibi özelliklere göre geliştirilmektedir. Zaman serilerinde volatilitenin modellenmesi için hangi modelin kullanılacağı belirlenirken modelin seriyi temsil etmedeki gücüne ve modelin örneklem dışı öngörü performansına bakılmaktadır.

Öngörü modelleri birbirleri ile karşılaştırılırken aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmalıdır:

- Model tekrar hesaplamalara ve yorumlamalara imkan verebilecek esnek bir yapıya sahip olmalıdır.
- Model gerçek hayat teorilerine uygun olmalıdır.
- Modelin açıklama gücü yüksek olmalıdır.
- Model veriler arasındaki uç değerlerden az etkilenmelidir.
- Aynı özellikteki modellerden parametre sayısı az olan tercih edilmelidir.
- Zaman ve kaynak maliyeti az olmalıdır.
- Modelin matematiksel formu doğru kurulmuş olmalıdır.

Literatürde yer alan bazı volatilite modelleri kronolojik sıralama ile aşağıdaki gibi verilebilmektedir:

Model Adı	Model Kurucusu	Yıl
ARCH Modeli	Engle	1982
GARCH Modeli	Bollerslev	1986
EGARCH Modeli	Nelson	1991
APGARCH Modeli	Ding, Granger ve Engle	1993
GJR-GARCH Modeli	Glosten, Jagannathan and Runkle	1993
TGARCH Modeli	Zakoian	1994

Tablo 6: Volatilite Modelleri

Uzun süreyi kapsayan volatilite öngörü modellerinin başında ARCH ve GARCH Modelleri gelmektedir. Burada değişen varyans, kullanılan bir ekonometrik modelde hataların olasılık dağılımlarının birbirinden farklı olduğunu, yani varyansın değişken olduğunu öne süren bir varsayımdır.⁴¹

4.1.1 Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeli (ARCH Modeli)

Engle tarafından 1982 yılında geliştirilen ARCH Modeli koşullu varyansın (mevcut dönemdeki mevcut bilgiye göre değişen varyans) dönem içerisinde değiştiğini ve koşulsuz varyansın sabit kaldığını temel almaktadır. Finansal zaman serilerindeki volatilite kümelenmeleri serilerin varyansının sabit olduğu varsayımını geçersiz kılmaktadır. Buna göre ARCH Modeli finansal zaman serilerindeki volatilite kümelenmelerini modellemektedir. Yani, elde edilen yeni bilgi setinin varyansı ya da volatilitiyi nasıl etkilediği modellenmektedir. Çünkü denklem hata terimlerinin koşullu varyansını parametrik olarak modellediği için finansal verilerde elde edilen yeni bilginin volatiliteye nasıl yansıdığı gözlemlenebilmektedir.

⁴¹ Sevil, Güven, **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitesinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları**, s.47

Böylece volatilitenin zaman içerisinde nasıl değiştiği de irdelenebilmekte ve hatta volatilitenin ileriye dönük tahmin değerleri bulunabilmektedir.⁴² ARCH Modelinde koşullu varyans geçmiş dönem hatalarının bir fonksiyonu olarak ifade edilmektedir. ARCH(p) Modeli,

p:Hata teriminin gecikme dönem sayısı

h_t :Hata teriminin koşullu varyansı

u_t :Hata terimi t dönem değeri olmak üzere

$$h_t = \text{Var}(u_t) = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 \quad (4.1)$$

Burada negatif olmama ($\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$) ve durağanlık ($\sum_{i=1}^p \alpha_i < 1$) kısıtları sağlanmalıdır. Fakat ARCH Modeli tahmininde p gecikmesi keyfi olduğundan $i=1,2,\dots,p$ için $\alpha_i \geq 0$ şartı ihlal edilebilmektedir. Ayrıca bu modelde koşullu varyans için çok sayıda hata terimi karesi gecikmesi istatistiksel olarak anlamlı çıkmaktadır. Bu nedenle tahmin edilecek parametre sayısı da oldukça çok olmaktadır ve ARCH Modelinin kullanımı zorlaşmaktadır.

ARCH Modeli hata teriminin cari dönemdeki varyansının geçmiş dönemlerdeki hata terimlerinin varyansı ile otokorelasyonlu olduğunu öne sürmektedir. Bu modelde koşullu varyans, beklenmeyen hata terimlerinin karesi ile açıklanmaya çalışılmaktadır.

Bir modelin hata teriminde ARCH etkisinin olup olmadığı ARCH modeli uygulanmadan ARCH LM Testi ile araştırılabilmektedir. Engle tarafından öne

⁴² Güneş, H., Saltoğlu, B., **İMKB Getiri Volatilitésinin Makroekonomik Konjonktür Bağlamında İrdelenmesi**, s.84

sürülen test ARCH tipi değişen varyans sorununun varlığını bulmayı amaçlamaktadır. Ayrıca cari hata terimi ile yakın geçmişe ait hata terimlerinin önceki dönemlere göre daha çok ilişkide olduğu durumu da bu inceleme ile dikkate alınmaktadır. Asıl ve yardımcı denklemlerin tahmin edilmesi ile hesaplanan istatistikler aşağıdaki hipotezi test etmektedir:

$$H_0: \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p = 0$$

$$H_1: \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p \neq 0$$

Burada tahmin edilmesi gereken koşullu ortalama denklemi (asıl denklem) $Y_t = \beta_1 + \sum_2^k \beta_k X_{tk} + u_t \quad \exists u_t \approx N(0, \sigma^2)$ ve koşullu varyans denklemi (yardımcı denklem) ise $\hat{u}_t^2 = \lambda_0 + \sum_1^p \lambda_p \hat{u}_{t-p}^2 + e_t$ formundadır. Yardımcı denklemin determinasyon katsayısı R_Y^2 olmak üzere $\chi^2(p) \sim nR_Y^2$ istatistikleri kullanılarak hipotez testi yapıldığı takdirde H_0 hipotezi red edilirse denklemde ARCH etkisi vardır.

ARCH(p) modelinin kurulabilmesi için ARCH parametreleri (α_i) bulunmalıdır. Bunun için öncelikle temel veri seti kullanılarak $Y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i Y_{t-i} + u_t$ modeli EKK yöntemi ile tahmin edilmeli ve buradan hata teriminin tahmin değerleri bulunmalıdır. Daha sonra hata terimleri tahmin değerlerinin karesi u_t^2 ile $(1, u_{t-1}^2, \dots, u_{t-p}^2)$ arasındaki ilişki EKK yöntemi ile tahmin edilerek ARCH(p) parametreleri (α_i) elde edilmelidir. Tahmin sırasında EKK yöntemi yerine istatistiksel açıdan daha güvenilir sonuçlar veren MO yöntemi de kullanılabilir.

4.1.2 Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeli (GARCH Modeli)

ARCH Modelinin uygulamasında, nisbi olarak uzun gecikmeler kullanılması ve sabit gecikme yapısının önerilmesi nedeniyle koşullu varyans denklemindeki parametrelere bazı kısıtlamalar koyulmuştur. Bu kısıtlamaların sağlanamaması ve negatif varyanslı parametre tahminlerine ulaşılması sakıncasını gidermek amacıyla Bollerslev tarafından 1986 yılında GARCH Modeli geliştirilmiştir.⁴³ GARCH Modeli ARCH Modeline ek olarak koşullu varyansın gecikmeli değerlerini de içermektedir. GARCH Modelinin ARCH Modeline göre üstün yanı çok fazla değişken tahminine gerek duymadan volatilitiyi modelleyebilmesidir. Bu model esnek yapısı ve daha çok geçmiş bilgiye dayanması yönleriyle dikkat çekmektedir. GARCH Modeli finansal zaman serilerinde getiri varyansının tahmin edilebilir olduğunu ve önceki dönem varyanslarına bağlı olduğunu varsaymaktadır. Geçmişten günümüze yapılan çalışmalar GARCH Modellerinin ani volatilité değişimlerini yakalayabildiklerini ortaya koymaktadırlar. GARCH(p,q) Modeli;

p:ARCH terimi gecikmesi

q:GARCH terimi gecikmesi olmak üzere

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j} \quad (4.2)$$

GARCH Modelinde durağanlığın sağlanabilmesi için $\alpha_i + \beta_j < 1$, $\alpha_0 > 0$ ve $i=1,2,\dots,p$ $j=1,2,\dots,q$ için $\alpha_i, \beta_j \geq 0$ koşulları sağlanmalıdır. GARCH Modelindeki $\alpha_i + \beta_j$ değeri herhangi bir şokta volatilitédeki kalıcılığı vermektedir.

⁴³ Atakan, Tülin, “İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Değişkenliğin (Volatilitenin) ARCH-GARCH Yöntemleri İle Modellenmesi”, **İstanbul İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi**,2009, Yıl:20, S.62, s. 53

GARCH Modelinde koşullu varyans üç değişik varyansın ortalaması olarak alınmaktadır. Bu üç varyansa verilen ağırlıklar, varyansın yeni bilgiyle birlikte ne kadar hızlı değiştiğini ve ne kadar hızlı uzun dönem ortalamasına geri döndüğünü belirlemektedir.⁴⁴

- i. Uzun dönem ortalamaya karşılık gelen sabit varyans
- ii. Bir dönem önceki koşullu varyans
- iii. Bir dönem önceki koşullu varyans hesaplandığında oluşan hata terimi

GARCH Modeli zaman serilerinin doğrusal olmayan durumlarına uygun olmamaktadır. Bu nedenle GARCH Modelinin tahmini doğrusal olmayan bir fonksiyonun MO Yöntemi kullanılarak tahmini ile yapılabilmektedir. Bu yöntemde maksimum kılınması gereken ve doğrusal olmayan denklem aşağıdaki formda verilmektedir:

$$I(\theta) = -\frac{1}{2} \sum_1^T \ln(h_t) - \frac{1}{2} \sum_1^T (\alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2)/h_t \quad \text{olmak üzere } \theta \text{ vektörü}$$

GARCH(1,1) Modelindeki tüm parametrelerden oluşmaktadır.

4.1.3 Üstel GARCH Modeli (EGARCH Modeli)

GARCH modeli varsayımının aksine finansal varlıkların volatilitesi olumlu ve olumsuz şoklara asimetrik tepkiler verebilmektedir. GARCH Modelleri finansal piyasalarda şokların etkisini işaretinden bağımsız olarak incelediği için pozitif ve negatif şokların volatilité üzerindeki etkisi birbirinden ayıramamaktadır. Finansal zaman serilerindeki bu kaldıraç etkisinin modellenmesi amacıyla 1991 yılında Nelson tarafından Üstel GARCH Modeli geliştirilmiştir. Volatilité öngörüsü

⁴⁴ Özden, Ünal H., “İMKB Bileşik 100 Endeksi Getiri Volatilitésinin Analizi”, **İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Yıl:7, S.13, s.340

hesaplanırken gözlemlerin hesaplamadaki ağırlığı zaman serisinde geriye gittikçe üssel olarak azalmaktadır. Dolayısıyla güncel fiyat hareketlerinin oynaklık tahmini hesabındaki ağırlığı artarken, geçmişte meydana gelen anormal fiyat hareketlerinin etkisinin zamanla azalması sağlanmaktadır.⁴⁵ EGARCH Modeli,

$$\log(h_t) = w + \sum_{j=1}^p \beta_j \log(h_{t-j}) + \sum_{i=1}^q \alpha_i \frac{|u_{t-i}|}{\sqrt{h_{t-i}}} + \sum_{i=1}^q \gamma_i \frac{u_{t-i}}{\sqrt{h_{t-i}}} \quad (4.3)$$

EGARCH Modelinde koşullu varyans logaritmik olarak modellendiği için parametreler pozitif çıkmaktadır. Bu modelde $\gamma_i \neq 0$ ise finansal zaman serilerinde pozitif ve negatif şokların asimetrik etkisi mevcuttur. Yani zaman serilerinde kaldıraç etkisi söz konusu olmaktadır. Diğer yandan $\gamma_i < 0$ ise aynı büyüklükteki kötü haberlerin volatilité üzerindeki etkisi iyi haberlerin etkisine göre daha fazladır. EGARCH Modelindeki β_j parametrelerinin $|\sum_{j=1}^p \beta_j| < 1$ koşulunu sağlaması ise volatilitenin kalıcılığının az olduğu şeklinde yorumlanmaktadır.

4.1.4 Genelleştirilmiş Asimetrik Üslü ARCH Modeli (APGARCH Modeli) ve GJR-GARCH Modeli

ARCH ve GARCH Modellerindeki temel varsayım iyi(pozitif) ve kötü(negatif) haberlerin volatilitéye etkisinin aynı olmasıdır. Piyasalarda kötü haberlerin volatilité üzerindeki etkisi iyi haberlerin etkisinden daha çok olmaktadır. Hisse senedi piyasalarında getiri ve volatilité arasındaki ters ilişki kaldıraç etkisi olarak bilinmektedir. Hisse senetlerindeki kaldıraç etkisi Exponential (Üstel) GARCH (EGARCH), GJR-GARCH, APGARCH vb. modeller ile ayrıştırılmaya çalışılmaktadır.

⁴⁵ Soytaş, Uğur, **Döviz Kuru Oynaklığının öngörülmesi ve Risk Yönetimi: Türkiye Örneği**, s.24

Asimetrik bir dağılım gösteren ve kuyruklu yapıdaki serilerin volatilitelerini modelleyebilmek amacıyla APGARCH Modeli geliştirilmiştir. Bu model asimetrik dağılılan zaman serilerinde etkin bir risk ölçümü gerçekleştirmek amacıyla kullanılmaktadır. APGARCH Modeli;

α_i, β_j : Standart GARCH parametresi

δ : Kuvvet parametresi ($\delta > 0$)

γ_i : Kaldıraç etkisi ($-1 < \gamma_i < 1$) olmak üzere

$$\sigma_t^\delta = w_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i (|u_{t-i}| - \gamma_i u_{t-i})^\delta + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^\delta \quad (4.4)$$

APGARCH Modellerinde $\gamma_i < 0$ olması geçmişteki pozitif şokların aynı büyüklükteki negatif şoklara kıyasla bugünkü koşullu varyans üzerinde daha derin etkili olması demektir.

GJR-GARCH Modeli ise;

α_i : İyi haberlerin ($u_{t-i} > 0$) koşullu varyans üzerindeki etkisi

$\alpha_i + \gamma_i$: Kötü haberlerin ($u_{t-i} < 0$) koşullu varyans üzerindeki etkisi

I_{t-k}^- : Getirinin koşullu ortalaması (kukla değişken) olmak üzere

$$\begin{aligned} \sigma_t &= w + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{k=1}^r \gamma_k u_{t-k}^2 I_{t-k}^- \\ \ni \quad &\begin{cases} I_{t-k}^- = 1; & u_t < 0 \\ I_{t-k}^- = 0; & u_t \geq 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (4.5)$$

GJR-GARCH modeli kurulduğunda $\gamma_i > 0$ olması zaman serilerinde kaldıraç etkisinin olması ve kötü haberlerin volatiliteleri daha fazla artırması demektir.

Bununla birlikte $\gamma_i \neq 0$ ise piyasaya gelen haberler volatilitiyi asimetrik olarak etkilemektedir. Yani asimetri parametresi olan γ anlamlıdır.

4.1.5 Eşikli GARCH Modeli(TGARCH Modeli)

Volatilite üzerinde pozitif ve negatif şokların etkisinin simetrik olmadığı dikkate alınarak TGARCH Modeli kurulmuştur. Modelin temel varsayımı $u_{t-1}=0$ eşik değerinde pozitif şokların (olumlu haberler, $u_{t-i}>0$) koşullu varyans üzerindeki etkisinin negatif şokların (olumsuz haber, $u_{t-i}<0$) etkisinden az olacağıdır. TGARCH(p,q) Modeli,

α_i :Olumlu haberlerin volatiliteye etkisi

$\gamma_i + \alpha_i$:Olumsuz haberlerin volatiliteye etkisi olmak üzere

$$h_t = w + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \gamma_i D_{t-i} u_{t-i}^2 \quad (4.6)$$

$$\ni D_{t-i} = \begin{cases} 1, & u_{t-i} < 0 \\ 0, & u_{t-i} \geq 0 \end{cases}$$

TGARCH Modelinde $\gamma_i \neq 0$ ise haberlerin volatilité üzerindeki etkisi farklı olmaktadır. Buna göre $\gamma_i > 0$ ike modelde i. düzeyden kaldıraç etkisi mevcuttur, yani $\gamma_i + \alpha_i > \alpha_i$ koşulu sağlanmaktadır.

EGARCH Modeli ve TGARCH Modelleri finansal zaman serilerindeki kaldıraç etkisini benzer yöntemlerle modelleneseler de TGARCH Modelinde kaldıraç etkisi kuadratik, EGARCH Modelinde ise üstel formda verilmektedir.

Engle'ın 1995 yılında yaptığı çalışma asimetrik volatilité modellerinden istatistiksel olarak en başarılı olanının Glosten, Junkle ve Raganathan'e ait olan GJR-GARCH Modeli olduğunu göstermektedir.

BÖLÜM 5

İMKB GETİRİ VOLATİLİTESİNİN ANALİZİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

5.1 İstanbul Menkul Kıymetler Borsasının (İMKB) Temel Yapısı⁴⁶

İMKB, Ekim 1993’de “US Securities and Exchange Commission”(SEC) tarafından “yatırım yapılabilir yabancı borsa” daha sonra 9 Mayıs 1995 tarihinde “Japan Securities Dealers Association (JSDA)” tarafından İMKB “Japon yatırımcıları için yatırım yapılabilir yabancı borsa” olarak tanınmıştır. Bununla birlikte, İstanbul Menkul Kıymetler Borsasını (İMKB), Avusturya Maliye Bakanlığı, Avusturya Yatırım Fonları Kanunu uyarınca, Avusturya fonları için yatırım yapılabilir düzenli bir borsa olarak tanımlamıştır.

Türkiye’deki organize menkul kıymet piyasalarının kökleri 19.yüzyılın ikinci yarısına kadar uzanmaktadır. İlk menkul kıymetler piyasası Kırım Savaşı’nı takiben 1866 yılında Osmanlı İmparatorluğu zamanında kurulmuş olan “Dersaadet Tahvilat Borsası” idi. Türkiye Cumhuriyeti’nin kuruluşunu takiben 1929 yılında çıkartılan 1447 sayılı “Menkul Kıymetler ve Kambiyo Borsaları Kanunu” ile sermaye piyasalarının, yeni ismiyle “İstanbul Menkul Kıymetler ve Kambiyo Borsası” adı altında organize olması sağlanmıştır.

Borsa, kısa sürede, gelişerek yurt çapında girişimcilerin fon ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli katkıda bulunmuştur. Ancak, 1929 Krizi, 2.Dünya Savaşı’nın patlak vermesi, Türk iş dünyasını olumsuz etkilemiş ve Borsa’nın başarısını gölgede bırakmıştır. Takip eden yıllardaki endüstri devrimi süresince, hisse senetlerini halka arz eden anonim şirketlerin sayısı da sürekli olarak artmıştır. Bu hisseler çoğu bireysel, bir kısmı da kurumsal olan yatırımcılardan yoğun talep görmüştür.

1980’li yılların ilk dönemlerinde sağlıklı sermaye hareketlerine uygun gerek mevzuat gerekse kurumların oluşması yönünden Türk sermaye piyasalarında önemli gelişmeler oldu. 1981 yılında Sermaye Piyasası Kanunu çıkartıldı. Bir sene sonra

⁴⁶ <http://www.imkb.gov.tr/AboutUs/AboutUsMain.aspx> (Erişim Tarihi:05/05/2010)

1982 yılında menkul kıymetler piyasasının idaresinden, kontrolünden ve mevzuatının düzenlenmesinden sorumlu resmi kurum olan Sermaye Piyasası Kurulu Ankara’da kuruldu.

Ekim 1983 Türkiye’de menkul kıymet borsalarının kuruluşunu öngören bir kararname çıktı. Ekim 1984’de ise "Menkul Kıymet Borsalarının Kuruluşu ve Çalışma Esasları" Resmi Gazete’de yayınlandı. Çalışma esaslarına ilişkin mevzuat Olağanüstü Genel Kurul toplantılarında kabul edildi ve 26 Aralık 1985 tarihinde İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) resmen kuruldu.

İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB), hisse senetleri, hazine bonoları ve devlet tahvilleri, gelir ortaklığı sertifikaları, özel sektör tahvilleri, yabancı menkul kıymetler, gayrimenkul sertifikaları ve uluslararası menkul kıymetlerin alım ve satımının yapılmasını sağlamak amacıyla 26 Aralık 1985 günü kurulmuş olup, 3 Ocak 1986 yılında faaliyete başlamıştır.

İMKB, yönetim kurulu tarafından yönetilir. Hüseyin ERKAN, 2 Kasım 2007 tarihinde üçlü kararname ile İMKB’ye Başkan olarak atanmıştır. Yönetim Kurulu’nun diğer dört üyesi, yatırım bankaları, ticari bankalar ve aracı kurumlar olmak üzere Borsa üyelerini oluşturan üç ayrı kategorideki aracı kuruluşları temsilen seçilmektedir.

Özerk ve mesleki bir kamu kurumu olarak İMKB yetkili olduğu konu ve alanlarda kendi yasal düzenlemelerini yapabilme avantajına sahiptir. Yapılan alım satım işlemlerinden oransal olarak alınan borsa payı, kotasyon ücretleri ve mevzuatta gösterilen diğer kalemler gelirlerini oluşturmaktadır.

Sermaye Piyasası Kurulu Türk sermaye piyasalarında düzenleme ve denetleme yetkileri ile donatılmış bir kurum olarak, yatırımcıların, kamunun ve bunların yatırımlarının korunmasını sağlamak amacıyla İMKB ve İMKB üyelerini denetlemekle görevlidir.

5.2 İMKB’de Halka Arz ve Borsada İşlem Görme⁴⁷

Gelişmiş borsalarla karşılaştırıldığında oldukça kısa bir tarihi olan İMKB’de, her yıl ortalama 25 yeni şirket işlem görmeye başlamaktadır. İMKB’nin, Türk ekonomisine finansal kaynak yaratması ve ekonominin gücünü ve dinamizmini daha iyi yansıtır hale gelmesi açısından, şirketlerin sermaye piyasasından yararlanabilmesi son derece büyük önem taşımaktadır.

Borsayı ve sermaye piyasasının şirketlere sunduğu olanakları tanıtmaya yönelik faaliyetler arasında, çeşitli illerde sanayi ve ticaret odalarıyla ortaklaşa gerçekleştirilen toplantılar, KOSGEB ile birlikte hazırlanan ve KOBİ’lerin sermaye piyasasından daha iyi faydalanmasını sağlamayı amaçlayan KOBİ-NET web sitesi, İstanbul Sanayi Odası ile imzaladığımız ve Türk sanayinin kaynak ihtiyacının karşılanması ve rekabet gücünün geliştirilmesinde sermaye piyasasının daha etkin kullanımına yönelik ortak projeler yapılmasını öngören protokol, TOSYÖV ile işbirliği içinde gerçekleştirilen panel ve konferanslar bulunmaktadır. Bu konudaki en güncel girişimlerden biri ise KOBİ’lerin sermaye piyasasından faydalanmasını temin etmek amacıyla OECD şemsiyesi altında başlatılan çalışmadır.

Ülkemiz işletmelerinin yaklaşık %99,5’ini oluşturan, kaynak ihtiyacını karşılamada banka kredilerinden %3-4 oranında yararlanabilen, sadece özkaynakları ile ömürlerini sürdürme ve büyüyebilme mücadelesi veren Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerin (KOBİ), Sermaye Piyasası’ndan kaynak temin edebilmeleri amacı ile İMKB bünyesinde Ulusal Pazar şartlarını sağlayamayan şirketler için “İkinci Ulusal Pazar” kurulmuş bulunmaktadır. “İkinci Ulusal Pazar”da işlem görmek için aranan şartlar “Ulusal Pazar”da işlem görmek için aranan şartlara göre daha esnek olarak düzenlenmiştir. Örneğin bir şirket’in (KOBİ’nin) Ulusal Pazar’da işlem görebilmesi için minimum 14 Milyon TL öz sermayeye sahip olması,

⁴⁷ <http://www.imkb.gov.tr/initialpublicoffering/IPOs.aspx> (Erişim Tarihi:05/05/2010)

son iki yıl vergi öncesi kar etmiş olması gerekmekte iken, “İkinci Ulusal Pazar”da işlem görecektir KOBİ’lerde bu şartlar aranmamaktadır.

İMKB’de borsada işlem gören menkul kıymetler ve işlem büyüklükleri 2009 yılı sonu itibariyle aşağıdaki düzeyde gerçekleşmiştir:

Menkul Kıymet Cinsi	2009 (Bin TL)	2008 (Bin TL)	Değişim(%)
Hisse Senedi	68.916.102	62.069.556	11,03
Tahvil	-	-	-
Borsa Yatırım Fonu	2.036.200	1.086.200	87,46
Toplam	70.952.302	63.155.756	12,34

Tablo 7:Borsa Kotunda Bulunan Menkul Kıymetlerin Nominal Tutarı⁴⁸

5.3 İMKB Hisse Senetleri Endeksleri⁴⁹

İMKB Hisse Senetleri Piyasası Endeksleri, Borsa'da işlem gören hisse senetlerinin fiyat ve getirilerinin bütünsel ve sektörel bazda performanslarının ölçülmesi amacıyla oluşturulmuştur. 1996 yılı sonuna kadar sadece İMKB 100, Mali ve Sınai sektör endeksleri hesaplanmakta iken, 1997 yılı başından itibaren sektör ve alt sektör endeksleri hem fiyat hem de toplam getiri olarak hesaplanmaya başlanmıştır.

İMKB Fiyat Endeksleri tüm seans süresince, getiri endeksleri ise sadece seans sonunda hesaplanmakta ve yayınlanmakta olup, İMKB Ulusal 100 Endeksi Ulusal Pazar için temel endeks olarak kullanılmaktadır.

⁴⁸ <http://www.imkb.gov.tr/Publications/factsheet.aspx> (Erişim Tarihi:30/04/2010)

⁴⁹ <http://www.imkb.gov.tr/Indexes/StockIndexesHome/StockIndexesGeneralInfo.aspx> (Erişim Tarihi:05/05/2010)

▪ **İMKB Ulusal 100 Endeksi:** 1986 yılında 40 şirketin hisse senedi ile başlayarak zamanla sayısı 100 şirketin hisse senedi ile sınırlanan Bileşik Endeksin (İMKB 100) devamı niteliğindedir. Ulusal Pazar'da işlem gören menkul kıymet yatırım ortaklıkları hariç, hisse senetlerinin seçim kriterleri ve dönemsel değerlendirme ve değişiklikler bölümlerinde belirtilen şartlara göre seçilmiş hisse senetlerinden oluşmakta olup, İMKB Ulusal 30 ve İMKB Ulusal 50 hisse senetlerini otomatik olarak kapsamaktadır.

▪ **İMKB Ulusal 50 Endeksi:** Menkul kıymet yatırım ortaklıkları hariç Ulusal Pazar'da işlem gören şirketlerden, hisse senetlerinin seçim kriterleri ve dönemsel değerlendirme ve değişiklikler bölümlerinde belirtilen şartlara göre seçilen 50 hisse senedinden oluşmakta olup, İMKB Ulusal 30 hisse senetlerini otomatik olarak kapsamaktadır.

▪ **İMKB Ulusal 30 Endeksi:** Menkul kıymet yatırım ortaklıkları hariç Ulusal Pazar'da işlem gören şirketlerden, hisse senetlerinin seçim kriterleri ve dönemsel değerlendirme ve değişiklikler bölümlerinde belirtilen şartlara göre seçilen 30 hisse senedinden oluşmaktadır.

▪ **İMKB Ulusal 100-30 Endeksi:** İMKB Ulusal 100 endeksine dahil olup da İMKB Ulusal 30 endeksinde yer almayan 70 hisse senedinden oluşmaktadır.

▪ **İMKB Kurumsal Yönetim Endeksi:** İMKB pazarlarında (Gözüaltı Pazarı hariç) işlem gören ve Sermaye Piyasası Kurulu'nun (SPK) Seri VIII, No:51 "Sermaye Piyasasında Derecelendirme Faaliyeti ve Derecelendirme Kuruluşlarına İlişkin Esaslar Tebliği" (Tebliğ) kapsamında kurumsal yönetim ilkelerine uyumuna ilişkin olarak belirlenmiş derecelendirme notuna sahip şirketlerin fiyat ve getiri performanslarının ölçülmesi amacıyla oluşturulmuştur.

▪ **İMKB Ulusal Tüm Endeksi:** Menkul kıymet yatırım ortaklıkları hariç Ulusal Pazar'da işlem gören hisse senetlerinden oluşmaktadır.

▪ **İMKB Ulusal Tüm-100 Endeksi:** İMKB Ulusal Tüm endeksine dahil olup da İMKB Ulusal 100 endeksinde yer almayan hisse senetlerinden oluşmaktadır.

▪ **Sektör Endeksleri ve Alt Sektör Endeksleri:** Menkul kıymet yatırım ortaklıkları hariç Ulusal Pazar'da işlem gören hisse senetlerinden oluşmaktadır.

▪ **İMKB İkinci Ulusal Pazar Endeksi:** İkinci Ulusal Pazar'da işlem gören hisse senetlerinden oluşmaktadır. 03.03.2003 tarihinden itibaren geçerli olan yeni pazar

yapılanmasına bağılı olarak İMKB Bölgesel, YŞP Endeksi'nin adı İMKB İkinci Ulusal Pazar Endeksi olarak değıştirilmiştir.

▪ İMKB Yeni Ekonomi Pazarı Endeksi: Yeni Ekonomi Pazarı'nda işlem gören hisse senetlerinden oluşmaktadır.

▪ İMKB Menkul Kıymet Yatırım Ortaklıkları Endeksi: Ulusal Pazar'da işlem gören menkul kıymet yatırım ortaklıklarının hisse senetlerinden oluşmaktadır.

Mevcut endekslerin başlangıç değıerleri aşağıdaki tabloda gösterildiğı gibidir:

KOD	ENDEKS	BAŞLANGIÇ DEĞERİ
XU100	İMKB ULUSAL 100	Ocak 1986 = 1
XU050	İMKB ULUSAL 50	28.12.1999 = 15.208,78
XU030	İMKB ULUSAL 30	27.12.1996 = 976
XYUZO	İMKB ULUSAL 100-30	31.12.2008 = 26.864,07
XKURY	İMKB KURUMSAL YÖNETİM	29.08.2007 = 48.082,17
XTUMY	İMKB ULUSAL TÜM-100	31.12.2008 = 26.864,07
XUTUM	İMKB ULUSAL TÜM	27.12.1996 = 976
XUSIN	İMKB ULUSAL SINAİ	31.12.1990 = 32,56
XGIDA	GIDA, İÇECEK	27.12.1996 = 1.046
XTEKS	TEKSTİL, DERİ	27.12.1996 = 1.046
XKAGT	ORMAN, KAĞIT, BASIM	27.12.1996 = 1.046
XKMYA	KİMYA, PETROL, PLASTİK	27.12.1996 = 1.046
XTAST	TAŞ, TOPRAK	27.12.1996 = 1.046
XMANA	METAL ANA	27.12.1996 = 1.046
XMESY	METAL EŞYA, MAKİNA	27.12.1996 = 1.046
XUHIZ	İMKB ULUSAL HİZMETLER	27.12.1996 = 1.046
XELKT	ELEKTRİK	27.12.1996 = 1.046
XULAS	ULAŞTIRMA	27.12.1996 = 1.046
XTRZM	TURİZM	27.12.1996 = 1.046
XTCRT	TİCARET	27.12.1996 = 1.046
XILTM	İLETİŞİM	24.07.2000 = 13.719,88
XSPOR	SPOR	31.03.2004 = 20.190,83
XUMAL	İMKB ULUSAL MALİ	31.12.1990 = 32,56
XBANK	BANKA	27.12.1996 = 914
XSGRT	SİGORTA	27.12.1996 = 914
XFINK	FİNANSAL KİR. FAKTORİNG	27.12.1996 = 914

XHOLD	HOLDİNG VE YATIRIM	27.12.1996 = 914
XGMYO	GAYRİMENKUL Y.O.	28.12.1999 = 21.180,77
XUTEK	İMKB ULUSAL TEKNOLOJİ	30.06.2000 = 14.466,12
XBLSM	BİLİŞİM	30.06.2000 = 14.466,12
XSVNM	SAVUNMA	30.06.2000 = 14.466,12
XYORT	İMKB MENKUL KIYM. Y.O.	27.12.1996 = 976
XIKIU	İMKB İKİNCİ ULUSAL	27.12.1996 = 976
XYEKO	İMKB YENİ EKONOMİ	02.09.2004 0.525,92

Tablo 8:İMKB Endeksleri Ve Başlangıç Değerleri

Diğer yandan İMKB'nin açıkladığı verilere göre 2008 yılından 2009 yılı sonu itibariyle Ulusal 100 Endeksi yıllık %90.88, Ulusal 50 Endeksi %89.43 ve Ulusal 30 Endeksi %85.85 reel değişime uğramıştır.

5.4 Uygulama

5.4.1 Veri ve Yöntem

Çalışmanın uygulama aşamasında İMKB Ulusal Fiyat Endekslerinin 04/01/2007-31/12/2009 dönemine ilişkin volatilitésinin analizi ve performans ölçümleri yapılmıştır. Bu kapsamda Ulusal 100, Ulusal 50 ve Ulusal 30 fiyat endekslerinin ilgili dönemde borsanın işleme açık olduğu her güne ait kapanış fiyatları (2. Seans kapanış fiyatları) kullanılarak getiri serileri oluşturulmuştur. Daha sonra oluşturulan zaman serileri yardımıyla her endekse ilişkin üç yıl bir dönem kabul edilerek volatilité analizleri yapılmıştır. Endekslerin volatilité modellemesi ve zaman serilerine bu süreçte uygulanması gereken testler Eviews 6.0 ekonometri paket programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Program çıktıları ise çalışmanın

birinci ve dördüncü bölümleri arasında açıklanan teorik bilgiler çerçevesinde yorumlanmıştır.

Yukarıda sözü geçen uygulama sürecinde yapılmış olan ekonometrik incelemeler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1) Zaman serilerini oluşturmak: Endekslerin günlük kapanış fiyatları kullanılarak getiri serileri logaritmik bir formda aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

R_t : t günü getiri değeri

P_t : t günü endeks kapanış fiyatı olmak üzere

$$R_t = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (5.1)$$

2) Zaman serilerinin grafiksel gösterimi ve korelogram oluşturulması:

Endekslerin gözlem değerleri ile oluşturulan zaman serilerine ait grafikler ve korelogram çizilmiştir. Grafikteki eğrinin durumuna göre serinin durağanlığı hakkında sezgisel yorumlama yapılmıştır. Buna göre eğri belirli bir ortalama etrafında küçük çaplı salınımlar gösteriyorsa serinin durağan olduğu, salınımların büyük çaplı ve ani iniş çıkışlar şeklinde olması halinde ise serinin durağan olmadığı söylenmiştir.

Korelogramlar zaman serilerinde otokorelasyonların belirlenmesini sağlayan çizelgelerdir. Korelogram analizi ile Otokorelasyon (ACF) ve Kısmi Otokorelasyon (PACF) Fonksiyonları ile Ljung-Box-Pierce-Q istatistiklerini birlikte incelenebilmektedir. AC fonksiyonu incelenen serideki komşu veriler arasında ne kadar bir korelasyon olduğunu göstermektedir. ACF değerlerinin hepsinin birden eş

anl olarak sıfır olup olmadığını test etmek için Ljung-Box-Pierce-Q istatistiği kullanılmaktadır. Buna göre

n:Gözlem sayısı

K:Gecikme sayısı

k:Gecikme değeri

ρ_k :k gecikmesi için ACF değeri

$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$

$H_1: \rho_1 \neq \rho_2 \neq \dots \neq \rho_k \neq 0$

olmak üzere

$$Q = n \sum_{k=1}^K \hat{\rho}_k^2 \quad (5.2)$$

formülünden hesaplanan değer $\chi^2(K)$ tablo değeri ile karşılaştırılır ve ilgili hipotezler test edilir. Eğer H_0 hipotezi red edilirse ACF değerlerinin en azından bazıları sıfırdan farklıdır. Bu durumda serinin durağan olmadığı diğer bir deyişle beyaz gürültü sürecine uymadığı söylenebilmektedir. Yani serinin doğrusal bağımlılığı Ljung-Box-Pierce-Q istatistiği ile test edilmektedir. Bu test değeri χ^2 tablo değeri ile karşılaştırılır ve eğer H_0 hipotezi kabul edilmezse serinin doğrusal bağımlı olduğu söylenebilmektedir. Q istatistiği serinin ortalamadan sapmasını ölçer ve hata teriminin otokorelasyon içerip içermediğini test etmektedir.

PAC fonksiyonu serideki verilerin birbirleri ile olan otokorelasyonunu dolaylı olarak hesaplamaktadır. Örneğin, AR(1) sürecinde y_t ile y_{t-2} birbirleriyle bağlı olmasına rağmen y_{t-2} modelde direk yer almaz. Bu nedenle y_t ile y_{t-2} arasındaki

korelasyon y_t ile y_{t-1} ve y_{t-1} ile y_{t-2} arasındaki korelasyonun çarpımı şeklinde yazılabilmektedir. Bu bağıntı PAC fonksiyonu yardımıyla açıklanmaktadır.⁵⁰

ACF ve PACF değerleri %5 anlamlılık düzeyinde $(-2\sqrt{n}, +2\sqrt{n})$ aralığında ise seri durağandır şeklinde yorumlanabilmektedir. Ayrıca otokorelasyon değerlerinin çok yavaş bir şekilde azalması da seride trend etkisinin olduğunu göstermektedir.

Durağan serilerde k gecikme değeri büyüdükçe otokorelasyon fonksiyonu değeri de sıfıra yaklaşmalıdır. Bu yaklaşım k gecikme değerinin x ekseninde, otokorelasyon fonksiyonu değerinin y ekseninde yer aldığı bir grafik yardımıyla da kolaylıkla görülebilmektedir. Fakat bir serinin durağanlığının kesin olarak incelemesi birim kök testi yardımıyla olmaktadır.

3) Serinin durağanlığının kesin olarak incelenmesi için birim kök testinin yapılması: Birim kök testi ile durağanlık sınaması yapılırken aşağıdaki hipotezler test edilmektedir:

H_0 : Birim kök var (seri durağan değil)

H_1 : Birim kök yok (seri durağan)

Yukarıdaki hipotezler Dickley-Fuller testi ile incelenmektedir. Standart DF testi temel varsayımı hata terimlerinin bağımsız ve aynı dağılıma sahip olmasıdır. Fakat hata terimlerinde bu varsayım her zaman geçerli olmayacağından iki farklı yaklaşımla DF testi söz konusu olmaktadır: Parametrik bir yöntem olan Çoğaltılmış DF Testi(ADF Testi), parametrik olmayan Phillips-Perron Testi. ADF Testinde zaman serisinin gecikmeli değeri otokorelasyonun kaldırılabilmesi için modele eklenmektedir. İlgili test istatistiği değerleri Dickley-Fuller τ test istatistiği tablo

⁵⁰ Kutlar, Aziz, **Ekonometriye Giriş**, s.293

değeri ile karşılaştırılmakta ve hipotezler test edilerek serinin durağanlığı incelenmektedir.

4) Serinin istatistiksel tanımlama testlerinin yapılması: Bu aşamada seriye ait istatistiksel değerler (çarpıklık katsayısı, basıklık katsayısı, ortalama, standart sapma, vb.) hesaplanmıştır. İlgili değerlerden çarpıklık katsayısı(skewness) sıfırdan küçük ise seri sola çarpık, sıfırdan büyük ise seri sağa çarpık demektir. Yani çarpıklık katsayısı sıfırdan farklı olan seri asimetrik dağılımlıdır. Çünkü simetrik bir dağılım olan normal dağılımın çarpıklık katsayısı sıfırdır. Diğer yandan basıklık katsayısı(kurtosis) 3'ten küçük ise seri normalden basık, 3'ten büyük ise de seri normalden daha dik(sivri) dağılmış demektir. Normal dağılmış bir seride Pearson'un tanımına göre basıklık katsayısı 3 olmaktadır. İstatistiksel tanımlamalar arasında yer alan Jarque-Bera test istatistiği ise serinin normal dağıldığını öne süren hipotezi test etmektedir. EKK artıklarının çarpıklık ve basıklık ölçülerinin hesaplanması ile elde edilen bu istatistik 2 serbestlik dereceli χ^2 tablo değeri ile karşılaştırılmaktadır. Çünkü normal dağılmış bir serinin JB değeri yaklaşık olarak %5 anlamlılık düzeyinde 2 serbestlik dereceli χ^2 tablo değerine karşılık gelen 5.99 değeri olmaktadır. İlgili seri için JB değeri,

S:Çarpıklı katsayısı

K:Basıklık katsayısı

olmak üzere

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24} \right] \quad (5.3)$$

formülü ile hesaplanmakta ve 5.99'dan büyük ise serinin normal dağılmadığı söylenebilmektedir.⁵¹

⁵¹ Kıran, Burcu, **Sektörel Bazda Hisse Senetleri Getiri Volatilitésinin Asimetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri ile Tahmini**, s.90

5) Uygun modelin seçilmesi: Bir zaman serisinin $AR(p)$, $MA(q)$ veya $ARMA(p,q)$ süreçlerinden hangisine uyduğunu belirlemenin bir yöntemi otokorelasyon fonksiyonu değerlerinden yardım almaktadır. Buna göre eğer ACF değeri belirli bir q gecikmesinde zirve yapıp daha sonra kesilerek sıfırlanıyor ise seri $MA(q)$ modeline uymaktadır. Diğer yandan PACF değeri belirli bir p gecikmesinde zirve yapıp daha sonra kesintiye uğruyor ise seri $AR(p)$ modeline uymaktadır. Eğer ACF ve PACF değerleri her iki koşulu da sağlıyor ise seri $ARMA(p,q)$ modeline uymaktadır.

Diğer yandan serinin özelliklerine en uygun modelin belirlenmesi için alternatif olan ikinci yöntem ise farklı p ve q değerlerine göre farklı $AR(p)$, $MA(q)$ ve $ARMA(p,q)$ modellerini EKK yöntemiyle tahmin etmektir. Tahmin edilen modellerden minimum Akaike (AIC) ve Schwarz (SC) kriterini sağlayan, katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olduğu model en uygun model olarak seçilebilir. Eğer AIC ve SC kriterlerini minimum yapan modeller farklı ise belirlilik katsayısı (R^2) daha büyük olan model tercih edilmelidir.

6) Hataların sabit varyanslı olup olmadığının incelenmesi(ARCH LM Testi): Bir önceki adımda belirlenen ve serinin içinde bulunduğu en uygun süreci tanımlayan modelin hata teriminin standart varyans varsayımına uygunluğu ARCH LM Testi ile test edilmektedir.⁵² Ayrıca finansal verilerin ARCH tipi modeller ile analizi için değişen varyans (ARCH) etkilerinin olup olmadığı da incelenmelidir. ARCH LM Testi sonucunda hata teriminin varyansının değişken olduğu sonucuna ulaşırsa bu değişen varyansı modelleyecek uygun koşullu varyans modeli kurulmalıdır. Bu model belirlenirken yine AIC (tahmin değeri-parametre sayısı) ve SC [tahmin değeri-

⁵² İlgili testin aşamaları ve uygulandığı 4.1.1 numaralı başlık altında anlatılmıştır.

(parametre sayısı/2)*ln(gözlem sayısı)] kriterlerinin minimum-Durbin Watson değerini maksimum yapan, ayrıca hata terimleri rassal yürüyüş sürecine uyan model tercih edilmelidir.

7) Modellerin tahmin edilmesi: Değişen varyans problemi olduğu tespit edilen bir seri ARCH tipi bir model yardımıyla analiz edilebilmektedir. İlgili modelin katsayılarının tahmini EKK ya da MO yöntemlerinden biri ile yapılmaktadır.

8) Tahmin edilen modeller yardımıyla volatilitenin öngörülmesi: ARCH-tipi modeller, hata teriminin koşullu varyansındaki değişimleri açıklayan modellerdir. Modelin bu özelliği mevcut verilerdeki volatilitenin konusunda bilgi verirken, gelecekte volatilitenin ne olacağı konusunda herhangi bir bilgi vermemektedir. Fakat geçmiş dönem değerleri veri olarak alındığında hata teriminin koşullu varyansı seri değerlerinin koşullu varyansına eşit olduğu için koşullu varyansın öngörülmesi serinin gelecek varyansının da öngörüsü olmaktadır.⁵³

9) Modellerin öngörü performanslarının değerlendirilmesi: Modellerin öngörü performansları öngörü hatası istatistikleri hesaplanarak karşılaştırılmaktadır. İlgili istatistik değeri minimum çıkan model yüksek performansa sahiptir denilebilmektedir.

5.4.2 İMKB Ulusal 100 Fiyat Endeksi (XU100) 04/01/2007-31/12/2009

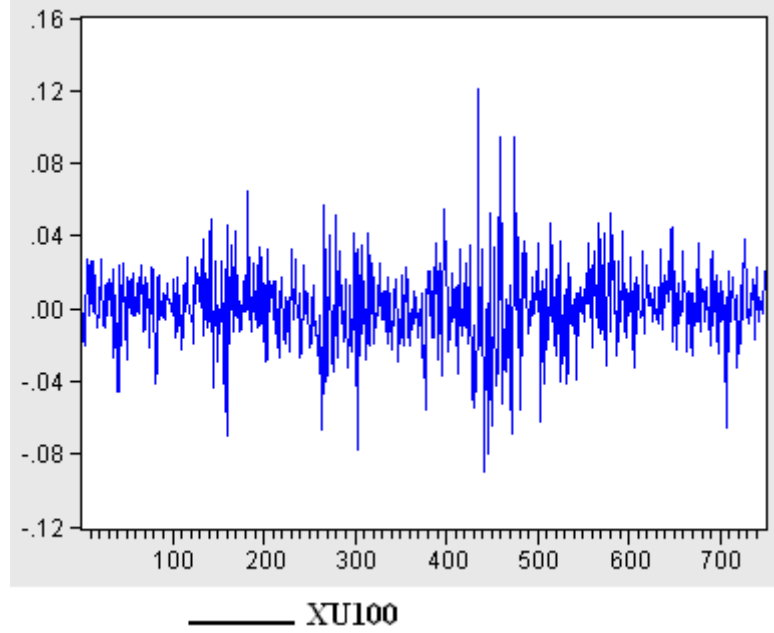
Dönemi Volatilité Analizi

XU100 endeksine ilişkin ilgili dönemde borsanın işlem gördüğü her güne ait 2. seans kapanış fiyatları kullanılarak denklem (5.1) yardımıyla endeksin getiri serisi oluşturulmuştur. Getiri serisine ilişkin sayısal bilgiler ek-1’de verilmiştir. Buna göre oluşturulan zaman serisinin büyüklüğü (gözlem sayısı) 748’dir. Oluşturulan getiri

⁵³ <http://idc.sdu.edu.tr/tammetinler/kalkinma/kalkinma28.pdf> (Erişim Tarihi:05/01/2010)

serisi Eviews 6 paket programına girildiğinde seri ile ilgili ulaşılan sonuçlar ve yorumları aşağıda sunulmaktadır:

Getiri serisi çizgi grafiği:



Şekil 7:XU100 Endeksi Getiri Serisi Grafiği

Yukarıdaki grafikte yatay eksen (apsis ekseni) yer alan değerler gözlem sayısını göstermektedir. Buna göre 0-248 gözlem arası 2007 yılı, 249-498 gözlem arası 2008 yılı ve 499-748 gözlem arası ise 2009 yılı gözlemlerine karşılık gelmektedir. Diğer taraftan dikey eksen (ordinat ekseni) ise ilgili gözlem gününe ait olan getiri serisi değerini vermektedir. Grafikten anlaşılabileceği üzere XU100 endeksi getiri serisi genellikle sıfır ortalama etrafında dağılım göstermektedir. Ayrıca serideki en büyük değişim 2009 yılı başlarında oluşmuştur. Serinin genel dağılımının sıfır ortalama etrafında seyretmesi XU100 getiri serisinin durağan olduğu kanısını uyandırmaktadır.

Getiri serisi korelogramı:

Otokorelasyon	Kısmi Otokorelasyon	ACF	PACF	Q-İst.	Olasılık	
		1	0.070	0.070	3.6320	0.057
		2	-0.013	-0.018	3.7674	0.152
		3	-0.036	-0.034	4.7530	0.191
		4	0.046	0.051	6.3750	0.173
		5	-0.007	-0.015	6.4083	0.268
		6	-0.059	-0.058	9.0648	0.170
		7	-0.076	-0.065	13.411	0.063
		8	0.019	0.024	13.680	0.091
		9	0.072	0.065	17.561	0.041
		10	0.077	0.070	22.047	0.015
		11	-0.003	-0.005	22.056	0.024
		12	-0.015	-0.016	22.226	0.035
		13	0.139	0.136	37.075	0.000
		14	-0.013	-0.041	37.200	0.001
		15	-0.022	-0.006	37.569	0.001
		16	-0.015	0.015	37.734	0.002
		17	0.051	0.045	39.746	0.001
		18	0.040	0.030	40.972	0.002
		19	-0.034	-0.037	41.871	0.002
		20	-0.011	0.009	41.963	0.003
		21	-0.001	-0.010	41.964	0.004
		22	0.012	-0.007	42.068	0.006
		23	0.016	0.007	42.267	0.008
		24	-0.045	-0.034	43.855	0.008
		25	0.048	0.065	45.650	0.007
		26	0.055	0.016	47.960	0.005
		27	-0.025	-0.039	48.430	0.007
		28	-0.049	-0.037	50.285	0.006
		29	-0.006	0.006	50.311	0.008
		30	0.017	-0.000	50.525	0.011

Şekil 8: XU100 Endeksi Getiri Serisi Korelogramı

Getiri serisine ilişkin şekil 8'deki korelogramda seri değerleri arasındaki otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayıları 30 gecikmeye kadar hesaplanmıştır. Daha önce de bahsedildiği gibi n gözlem sayısı olmak üzere ACF ve PACF değerlerinin %5 anlamlılık düzeyinde $(-2/\sqrt{n}, +2/\sqrt{n})$ aralığında yer alması serinin durağan olduğunun göstergesidir. Buna göre XU100 Endeksi için $n=748$ olmak üzere şekil 8'deki ACF ve PACF değerlerinin hepsinin $(-0.073, +0.073)$

aralığında seyretmesi serinin durağan olduğu yönündeki görüşümüzü desteklemektedir.

Getiri serisinin birim kök testi: XU100 Endeksine ilişkin grafiksel ve korelogram yardımıyla yapılan incelemeler sonucunda serinin durağan olduğu sezgisel olarak söylenmiştir. Fakat durağanlığın kesin olarak belirlenmesi için seriye ilişkin birim kök testi uygulanmıştır.

Sıfır Hipotezi : XU100 birim köke sahip
Dışsal değişken: Sabit
Gecikme uzunluğu=0 (otomatik olarak SIC'ye dayanır, maxgecikme=19)

		t-istatistiği	Olasılık *
ADF Test İstatistiği		-25.43922	0.0000
Kritik Değerler	1% düzeyinde	-3.438877	
	5% düzeyinde	-2.865193	
	10% düzeyinde	-2.568771	

*Mac-Kinnon tek taraflı p değeri

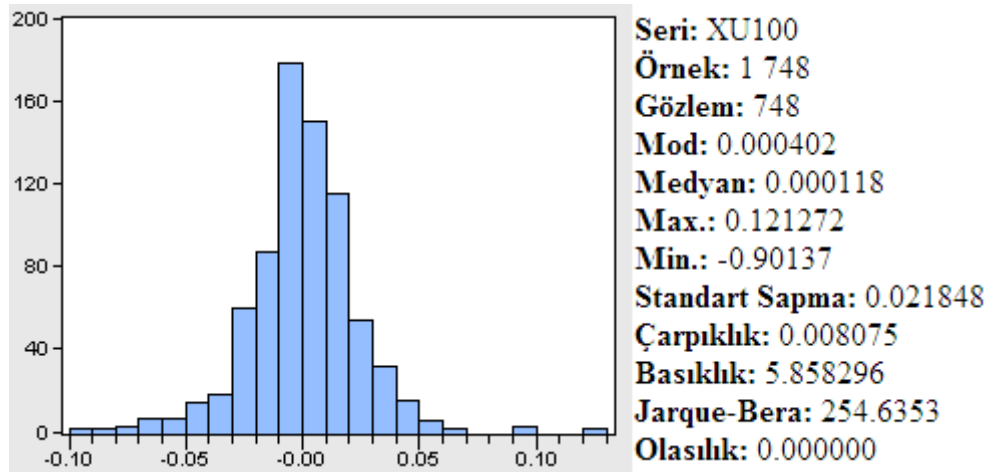
ADF Test Denklemleri
Bağımlı değişken:XU100
Yöntem:EKK
Örnekleme(ayarlanmış): 2 748
İçerilen gözlem: 747 ayarlamaadan sonra

Değişken	Katsayı	Standart hata	t-istatistiği	Olasılık
XU100(-1)	-0.930365	0.036572	-25.43922	0.0000
C	0.000380	0.000799	0.475857	0.6343
R ²	0.464858	Ortalama koşullu var		3.34E-05
Düzeltilmiş R ²	0.464140	S.D koşullu var		0.029814
Regresyon stand. hata	0.021824	Akaike değeri		-4.808905
Artık kareler toplamı	0.354846	Schwarz değeri		-4.796546
Logaritmik olabilirlik	1798.126	F-istatistiği		647.1539
Durbin-Watson ist.	1.995735	Olasılık(F-istatistiği)		0.000000

Şekil 9: XU100 Getiri Serisi Birim Kök Testi Sonuçları

XU100 Endeksi getiri serisi birim kök sonuçlarında (bkz: Şekil 9) görüldüğü gibi ADF Test istatistiği değeri -25.43922 olarak hesaplanmıştır. Diğer yandan bu istatistiğin karşılaştırılacağı kritik değerler %1 anlamlılık düzeyi için -3.438877, %5 anlamlılık düzeyi için -2.865193 ve %10 anlamlılık düzeyi için -2.568771 olarak gerçekleşmiştir. Hesaplanan ADF istatistik değeri tüm anlamlılık düzeylerinde kritik değerlerden mutlak değerce büyük olmuştur. Bu ise XU100 Endeksi getiri serisinin birim kök içerdiğini savunan sıfır hipotezinin red edilmesi anlamındadır. Yani seri birim kök içermemekte ve bu sebeple kesin olarak durağan bir seri olarak nitelendirilebilmektedir.

Serinin istatistiksel tanımlamalarının yapılması:



Şekil 10: XU100 Endeksi Getiri Serisinin İstatistiksel Tanımlaması

XU100 Endeksi getiri serisi 0.000402 mod, 0.000118 medyan ve 0.021848 standart sapma değerine sahiptir. Volatilite modellemesi yapılmadan önce zaman serilerinde özellikle incelenmesi gereken istatistiksel değerler çarpıklık katsayısı ve basıklık katsayısı değerleridir. Getiri serisinin çarpıklık katsayısı 0.008075 olarak bulunmuştur. Çarpıklık katsayısı sıfırdan büyük olduğundan getiri serisi sağa çarpık,

asimetrik bir dağılım sergilemektedir. Ayrıca basıklık katsayısı 5.858296 olarak hesaplanmıştır ve bu değer 3'ten büyük olduğundan getiri serisinin normalden daha dik (sivri) bir dağılım sergilediği söylenebilmektedir. Yani seride kalın kuyruk özelliği vardır.

Zaman serilerinin analizi sırasında araştırmacılar serilerin sahip olduğu özellikleri belirlerken birim kök testi, çarpıklık katsayısı ve basıklık katsayısının yanı sıra Jarque-Berra değerini de incelemektedirler. XU100 Endeksi getiri serisi Jarque-Berra değeri 254.6353 olarak hesaplanmıştır. Bu istatistik değeri serinin normal dağıldığını savunan sıfır hipotezini test etmek için kullanılmaktadır. Hesaplanan JB değeri normal dağılıma ait olan $\chi^2(2)=5.99$ kritik değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi kabul edilemez. Yani getiri serisi normal dağılmamaktadır.

XU100 Endeksi getiri serisine uygun koşullu ortalama modelinin belirlenmesi: Getiri serisinin özelliklerini incelemek için yapılan çalışmalar sonucunda zaman serisinin durağan, asimetrik yapılı, normalden daha dik ve normal olmayan bir dağılıma sahip olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenlerle getiri serisinin yapısı klasik yöntemler yerine serideki özellikleri modelleyebilecek koşullu ortalama modelleri ile modellenerek incelenmelidir.

AKAİKE DEĞERİ (AIC)						
p/q	0	1	2	3	4	5
0	-	-4,810351	-4,807731	-4,807088	-4,805984	-4,803317
1	-4,808905	-4,806368	-4,804925	-4,804165	-4,801970	-4,801075
2	-4,805844	-4,804391	-4,821306	-4,800265	-4,818461	-4,815816
3	-4,803630	-4,802370	-4,804470	-4,808353	-4,815402	-4,820190
4	-4,803332	-4,800644	-4,816978	-4,814874	-4,835991	-4,833960
5	-4,799904	-4,798237	-4,809345	-4,811724	-4,815707	-4,832047

Tablo 9: XU100 Endeksi Getiri Serisi ARMA(p,q) Modelleri Akaike Değerleri

SCHWARZ DEĞERİ (SC)						
p/q	0	1	2	3	4	5
0	-	-4,798005	-4,789212	-4,782396	-4,775119	-4,766279
1	-4,796546	-4,787830	-4,780207	-4,773268	-4,764893	-4,757819
2	-4,787286	-4,779647	-4,790376	-4,763149	-4,775159	-4,766328
3	-4,778860	-4,771408	-4,767315	-4,765006	-4,765862	-4,764457
4	-4,772337	-4,763451	-4,773585	-4,765282	-4,780200	-4,771970
5	-4,762671	-4,754799	-4,759701	-4,755874	-4,753652	-4,763786

Tablo 10:XU100 Endeksi Getiri Serisi ARMA(p,q) Modelleri Schwarz Değerleri

XU100 Endeksi getiri serisine uygun koşullu ortalama denkleminin bulunması için farklı p ve q gecikmelerinde ARMA(p,q) modelleri tahmin edilmiştir. Literatürde uygun modelin belirlenebilmesi için

- Parametrelerin anlamlılığı
- Determinasyon katsayısının yüksek olması
- Akaike bilgi kriterinin düşük olması
- Schwarz bilgi kriterinin düşük olması
- Hata kareler toplamının düşük olması
- Olabilirlik oranının yüksek olması
- Modelin F istatistiğinin anlamlı olması
- Öngörü performansı ölçme kriterlerinin küçük olması (RMSE, MAE, Theil U)

beklenmektedir.⁵⁴ Bununla birlikte uygun model belirlenirken yapılan çalışmalarda çoğunlukla Akaike ve Schwarz kriterleri baz alınmaktadır. Bu çalışmada da literatürde uygulama aşamasında en sık kullanılan yöntemle göre getiri serisini modelleyebilecek uygun model belirlenmiştir. Bu kapsamda tüm modellerin Akaike

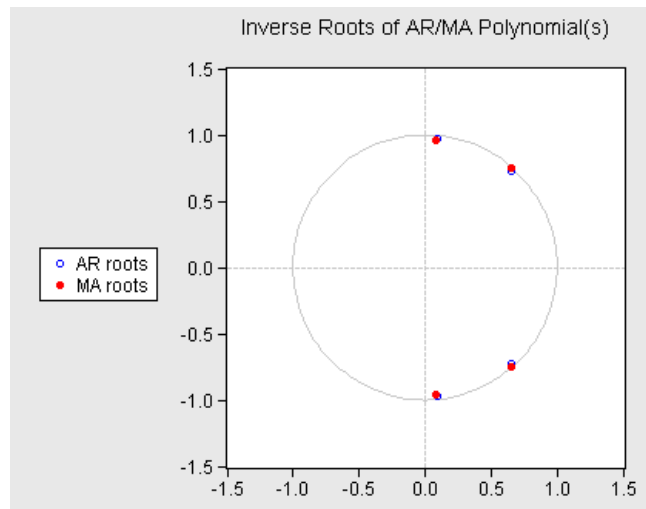
⁵⁴ Sevüktekin, M., Nargeleçekenler, M., “İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Getiri Volatilitésinin Modellenmesi ve Önraporlanması”, **Ankara Üniversitesi SBF Dergisi**, 2006, C.61, S.4, s.258

ve Schwarz değerleri tablo 9 ile tablo 10’da verilmiştir. Buna göre $p=0,1,2,3,4,5$ ve $q=0,1,2,3,4,5$ değerlerinin tüm kombinasyonları ile oluşturulan modeller arasında minimum Akaike değeri $p=q=4$ için kurulan ARMA(4,4) modeli ve minimum Schwarz değeri $p=0, q=1$ için kurulan ARMA(0,1)=MA(1) modeline aittir.

ARMA(4,4) modeline ilişkin tahmin sonuçları tablo 11’de gösterilmektedir. Buna göre AR (4) sürecine ait olan tüm parametrelerin toplamı $\{|AR(1) + AR(2) + AR(3) + AR(4)|\}$;

$$|1,498029 - 2,157871 + 1,432191 - 0,909494| = 0,128145 < 1$$

olduğu için AR süreci durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Şekil 11’de yer alan grafikte de görüldüğü gibi ARMA(4,4) modeline ilişkin otoregresif ve hareketli ortalama kısımlarının parametreleri birim çember içerisinde ve birbirine yakın pozisyonda bulunmuştur. Bu sonuç modelin getiri serisini açıkladığı yönündeki görüşümüzü destekler niteliktedir.



Şekil 11: ARMA(4,4) Modeli Katsayıları İçin Durağanlık Ve Anlamlılık Testi

Ayrıca katsayılar için hesaplanan t istatistiği değerleri mutlak değerce kritik değerden(744-8=736 serbestlik derecesi ve %5 anlamlılık düzeyinde t değeri=1.645) daha büyük olduğu için katsayıların sıfıra eşit olduğunu varsayan sıfır hipotezi reddedilmekte ve katsayılar %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı olmaktadır.

Bağımlı değişken: XU100 Yöntem: EKK Örnek (ayarlanmış): 5 748 İçerilen gözlem: 744				
Değişken	Katsayı	Standart hata	t-istatistiği	Olasılık
C	0.000454	0.000828	0.548091	0.5838
AR(1)	1.500177	0.030832	48.65585	0.0000
AR(2)	-2.158826	0.049120	-43.95024	0.0000
AR(3)	1.433630	0.047747	30.02583	0.0000
AR(4)	-0.909249	0.027852	-32.64525	0.0000
MA(1)	-1.469466	0.035505	-41.38810	0.0000
MA(2)	2.116093	0.058954	35.89371	0.0000
MA(3)	-1.368633	0.058485	-23.40140	0.0000
MA(4)	0.916710	0.034248	26.76651	0.0000
*R ²	0.050900	*Ortalama koşullu var		0.000476
*Düzeltilmiş R ²	0.040569	*S.D. koşullu var		0.021879
*Regresyon standart hatası	0.021430	*Akaike bilgi kriteri		-4.835991
*Artık kareleri toplamı	0.337557	*Schwarz kriteri		-4.780200
*Logaritmik olabilirlik	1807.989	*Hannan-Quinn kriteri		-4.814485
*F-istatistiği	4.927208	*Durbin-Watson ist.		1.957832
*Olasılık(F-istatistiği)	0.000006			

Tablo 11:XU100 Endeksi Getiri Serisi ARMA(4,4) Modeli

ARMA(4,4) Modeline ilişkin serisel korelasyon testi sonuçlarına göre $nR^2=21,89802$ olarak bulunmuştur ve bu sonuca göre model katsayıları arasında 30 gecikmeye kadar serisel korelasyon gözlemlenmemiştir. Tüm bu sonuçlara dayanarak XU100 endeksi getiri serisi için uygun modelin ARMA(4,4) modeli

olduğu söylenebilmektedir.⁵⁵ Örneğin AR(1) katsayısı için hesaplanan t değeri=51.26566>1.645 olduğundan bu katsayının sıfıra eşit olduğunu varsayan sıfır hipotezi reddedilmekte, diğer bir söylemle katsayı anlamlı bulunmaktadır. O halde serinin özelliklerini yansıtmakta en uygun olduğu düşünülen ARMA(4,4) modelinin formel yapısı aşağıdaki gibi olmaktadır:

$$XU100_t = 0.000474 + 1.498029XU100_{t-1} - 2.157871XU100_{t-2} + 1.432191XU100_{t-3} - 0.909494XU100_{t-4} - 1.468388 e_{t-1} + 2.116491 e_{t-2} - 1.369067 e_{t-3} + 0.918187 e_{t-4} + e_t$$

Modelin ARCH LM testi: Getiri serisini en uygun modellediği düşünülen ARMA(4,4) modeli hata terimlerinin varyansının zamandan bağımsız (sabit) olup olmadığı ARCH LM testi ile test edilmelidir. ARCH LM testi sonuçları aşağıda verilmektedir:

ARCH TEST			
F-istatistiği	3.562572	Olasılık F(30,683)	0.000000
nR ²	96.61032	Olasılık $\chi^2(30)$	0.000000

Tablo 12:XU100 Endeksi Getiri Serisi ARMA(4,4) Modeli ARCH LM Testi

30 gecikme değeri için yapılan ARCH LM testi ARMA(4,4) modeli hata teriminin varyansının sabit olduğunu savunan sıfır hipotezine karşılık varyansın hata teriminin gecikmeli değerleri için farklı olduğunu savunan alternatif hipotezi test etmektedir. Elde edilen sonuçlara göre $nR^2=96,61032 > \chi^2(30)=43,7729$ olduğundan %5 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi reddedilmektedir. Yani ARMA(4,4) Modeli

⁵⁵ Schwarz kriterini minimum yapan MA(1) modeli belirlilik katsayısı (R^2) ARMA(4,4) modeli belirlilik katsayısından daha küçük olduğu için MA(1) modeli incelenmemiştir.

hata terimi varyansı gecikmeli değerler için zaman boyunca sabit değildir, modelde değişen varyans sorunu söz konusu olmaktadır.

Getiri serisinin koşullu varyansının analizi: Yapılan incelemeler sonucunda temel bazı özellikleri belirlenen zaman serisinin volatilitesi, hata terimleri temel varsayımları sağlamadığı için klasik tahmin yöntemleri ile modellenip tahmin edilememektedir. Bunun yerine, seride karşılaşılan değişen varyans, kalın kuyruk, asimetri, kaldıraç etkisi vb. zellikleri modelleyebilecek koşullu değişen varyans modelleri ve bu modellerin tahmini ile volatilitate ngrm yapılmasına karar verilmiştir.

Serinin volatilitesinin modellenmesi ve bu model yardımıyla öngörüsünün yapılarak volatilitenin analizi için ARCH(p), GARCH(p,q) ve EGARCH(p,q) modellerinden faydalanılacaktır. Bu kapsamda literatürde en çok kullanılan $p=1,2,3$ $q=1,2,3$ gecikme değerleri tercih edilmiştir. Buna göre modellere ilişkin sonuçlar tablo 13’de verilmektedir:

	ARCH p=1	ARCH p=2	ARCH p=3	GARCH p=1,q=1	GARCH p=1,q=2	GARCH p=1,q=3	GARCH p=2,q=1
α_0	0.000399	0.000273	0.000217	2.26E-05	1.76E-05	6.83E-06	3.45E-05
α_1	0.141529	0.146124	0.056186	0.107432	0.079936	0.037532	0.004563
α_2		0.311186	0.257577				0.149327
α_3			0.266955				
β_1				0.843780	1.261698	2.340870	0.771984
β_2					-0.379720	-2.189383	
β_3						0.796781	
R^2	0.032000	0.022340	0.011928	0.024062	0.025439	0.007288	0.027185
AIC	-4.830882	-4.881736	-4.915918	-4.957353	-4.959479	-4.949562	-4.964685
SC	-4.762663	-4.807348	-4.835331	-4.882965	-4.878892	-4.872677	-4.884099
SSE	0.344279	0.347715	0.351418	0.347102	0.346613	0.353068	0.345992
LOB	1808.088	1828.006	1841.721	1856.135	1857.926	1858.920	1859.863
RMSE	0.021832	0.021865	0.021881	0.021868	0.021861	0.021836	0.021856
MAE	0.015923	0.015981	0.016019	0.015984	0.015984	0.015992	0.015983
Theil U	0.915608	0.908910	0.921110	0.905598	0.910972	0.907009	0.915191

	GARCH p=2,q=2	GARCH p=2,q=3	GARCH p=3,q=1	GARCH p=3,q=2	GARCH p=3,q=3	E- GARCH p=1,q=1	E- GARCH p=1,q=2
α_0	3.37E-05	3.38E-05	3.32E-05	6.46E-05	5.49E-05	-0.709173	-1.002983
α_1	0.001496	-0.003248	0.006389	-0.024226	-0.007107	0.194784	0.022927
α_2	0.145063	0.151072	0.126406	0.146106	0.133649		0.233084
α_3			0.011531	0.168689	0.126105		
β_1	0.855477	1.061460	0.782284	-0.200206	0.428003	0.929070	0.898017
β_2	-0.074685	-0.680195		0.770244	-0.028476		
β_3		0.395217			0.231615		
γ_1						-0.115525	-0.198297
γ_2							0.088883
γ_3							
R^2	0.027508	0.006901	0.040249	0.025375	0.028106	0.029046	0.030370
AIC	-4.962113	-4.950021	-4.968744	-4.957836	-4.959473	-4.982304	-4.983537
SC	-4.875327	-4.857037	-4.881958	-4.864851	-4.860289	-4.901717	-4.890553
SSE	0.345877	0.353206	0.341345	0.346635	0.345664	0.345330	0.344859
LOB	1859.906	1856.408	1862.373	1859.315	1860.924	1866.417	1868.876
RMSE	0.021856	0.021834	0.021854	0.021846	0.021846	0.021830	0.021835
MAE	0.015984	0.015982	0.015983	0.016003	0.015976	0.015952	0.015936
Theil U	0.916065	0.908582	0.917358	0.912072	0.922292	0.931260	0.916227

	E- GARCH p=1,q=3	E- GARCH p=2,q=1	E- GARCH p=2,q=2	E- GARCH p=2,q=3	E- GARCH p=3,q=1	E- GARCH p=3,q=2	E- GARCH p=3,q=3
α_0	-0.532430	-0.543253	-0.785190	-1.105717	-0.621000	-0.889165	-1.646300
α_1	-0.010964	0.175038	0.006154	-0.108804	0.181987	-0.007136	0.096862
α_2	0.355234		0.238770	0.291892		0.288190	0.210922
α_3	-0.149756			0.216651			0.171060
β_1	0.951530	0.919679	0.834741	0.180768	1.125366	0.793079	-0.379999
β_2		0.028280	0.090031	0.719642	-0.318576	-0.131045	-0.329432
β_3					0.132333	0.252996	0.788157
γ_1	-0.208169	-0.085510	-0.215090	-0.260991	-0.101720	-0.202289	-0.192360
γ_2	0.071907		0.100734	-0.077401		0.058460	-0.002373
γ_3	0.061520			0.183977			-0.033710
R^2	0.031489	0.014016	0.031525	0.046393	0.029246	0.028677	0.045500
AIC	-4.982306	-4.955749	-4.998009	-5.013810	-4.978250	-4.987390	-4.996844
SC	-4.876924	-4.868964	-4.898826	-4.902228	-4.885265	-4.882008	-4.879063
SSE	0.344461	0.350675	0.344448	0.339160	0.345259	0.345461	0.339478
LOB	1870.418	1857.539	1875.259	1883.137	1866.909	1872.309	1877.826
RMSE	0.021845	0.021866	0.021828	0.021848	0.021835	0.021840	0.021839
MAE	0.015961	0.016010	0.015945	0.016043	0.015961	0.015965	0.015957
Theil U	0.916986	0.930998	0.913971	0.916324	0.927343	0.924975	0.925811

Tablo 13: XU100 Endeksi Getiri Volatilitesinin Analizi

Tablo 13, hata terimlerinde ARCH etkisi olduğu belirlenen XU100 Endeksi getiri serisi ARMA(4,4) modeline ilişkin alternatif volatilité modellerinin tahmin sonuçlarını ve modellerin öngörü performansı kriterlerini göstermektedir. XU100

Endeksi getiri serisi volatilitesinin analizi için incelenen alternatif modellerin formel yapısı genel olarak aşağıdaki gibi verilebilmektedir:

$$\blacksquare \text{ ARCH}(p): \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 \quad \ni \quad \alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, \sum_{i=1}^p \alpha_i < 1 \quad (5.4)$$

$$\blacksquare \text{ GARCH}(p,q): \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{k=1}^q \beta_k \sigma_{t-k}^2$$

$$\ni \quad \alpha_0 > 0, \alpha_i, \beta_k \geq 0, \alpha_i + \beta_k < 1 \quad (5.5)$$

$$\blacksquare \text{ EGARCH}(p,q): \log(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i \log(\sigma_{t-i}^2) + \sum_{j=1}^q \alpha_j \frac{|u_{t-j}|}{\sqrt{\sigma_{t-j}^2}} + \sum_{k=1}^q \gamma_k \frac{u_{t-k}}{\sqrt{\sigma_{t-k}^2}}$$

$$(5.6)$$

Tabloda tahmin sonuçları verilen ARCH ve GARCH modellerinden hangisinin XU100 Endeksi getiri serisi volatilitesini en iyi şekilde analiz ettiğini belirleyebilmek için model değerlendirme kriterlerine bakılmıştır. Buna göre GARCH(1,2), GARCH(1,3), GARCH(2,2), GARCH(2,3), GARCH(3,2) ve GARCH(3,3) modellerine ait olan parametrelerin bazıları negatif çıktığı için bu modeller inceleme kapsamı dışında tutulmuştur. Diğer modellerin kriterler açısından analizi ise aşağıdaki gibi özetlenebilmektedir:

- Determinasyon katsayısı (R^2) en yüksek olan model GARCH(3,1) modelidir.
- Akaike bilgi kriteri (AIC) en küçük olan model GARCH(3,1) modelidir.
- Schwarz bilgi kriteri (SC) en küçük olan model GARCH(2,1) modelidir.
- Hata kareleri toplamı (SSE) minimum olan model GARCH(3,1) modelidir.
- Logaritmik olabilirlik (LOB) değeri en büyük olan model GARCH(3,1) modelidir.
- RMSE ve MAE ölçütleri en küçük olan model ARCH(1) modelidir.
- Theil U kriteri minimum olan model GARCH(1,1) modelidir.

Görüldüğü gibi model değerlendirme kriterleri açısından bakıldığında genel olarak GARCH(3,1) modeli incelenen özelliklerden 4 tanesi bakımından en iyi model olarak seçilmiştir. Diğer taraftan model parametreleri $\alpha_0 = 3.32E-05 > 0$, $\alpha_1 = 0.006389 > 0$, $\alpha_2 = 0.126406 > 0$, $\alpha_3 = 0.011531 > 0$, $\beta_1 = 0.782284 > 0$ ve $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \beta_1 = 0.92661 < 1$ olduğundan GARCH(p,q) model parametreleri için aranan şartları sağlamaktadır. Yani tahmin edilen GARCH(3,1) modeli parametreleri anlamlılık ve durağanlık şartlarını sağlamaktadır. Tüm bu faktörler göz önünde bulundurulduğu takdirde XU100 getiri serisindeki koşullu varyansı modelleyebilecek en iyi modelin GARCH(3,1) modeli olduğu belirlenmiştir. Tahmin edilen modelin matematiksel formu denklem (5.5)'den aşağıdaki gibi kurulabilmektedir:

$$\sigma_t^2 = 3.32 \times 10^{-5} + 0.006389u_{t-1}^2 + 0.126406u_{t-2}^2 + 0.011531u_{t-3}^2 + 0.782284\sigma_{t-1}^2$$

GARCH(3,1) modeli tahmin edildikten sonra artıklara ilişkin ARCH LM testi yapılmıştır. 5 gecikme değerine kadar yapılan inceleme sonucunda $nR^2=0.384234$ değeri $\chi^2(5)=11.070$ kritik değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde kabul edilmiştir. Yani GARCH(3,1) modeli tahmini sonucunda artıklarda ARCH etkisi bulunamamıştır, koşullu değişen varyans sorunu çözümlenmiştir. Bununla birlikte tahmin sonuçlarına ilişkin korelogram değerlerinden model artıklarında otokorelasyon olmadığı anlaşılmıştır. GARCH(3,1) modeli tahmin artıkları saf hata terimi özelliği göstermektedir.

Değişen varyans testi: ARCH			
F-istatistiği	0.076262	Olasılık F(5,733)	0.9958
nR ²	0.384234	Olasılık $\chi^2(5)$	0.9958

Tablo 14: GARCH(3,1) Modeli ARCH LM Testi

ARCH ve GARCH modelleri serilerdeki değişen varyansı modellemekle birlikte seri üzerindeki kaldıraç etkisini modellemekte yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle finansal piyasalara gelen haberlerin volatilité üzerindeki etkisini belirleyen γ parametreleri modellere eklenerek EGARCH modelleri kurulmuştur. XU100 serisi ARMA(4,4) modeli hata terimlerindeki koşullu varyans ile birlikte volatilité üzerindeki kaldıraç etkisini de modelleyebilmek için kurulan farklı EGARCH modelleri arasından model belirleme kriterlerine göre bir inceleme yapılarak en iyi modelin (6 kriter için) EGARCH(2,3) modeli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. EGARCH modelinde koşullu varyans logaritmik olarak modellendiği için parametrelerde herhangi bir kısıt söz konusu değildir. Çünkü parametreler negatif olsa dahi varyans daima pozitif çıkacaktır. EGARCH (2,3) modelinde asimetri parametreleri $\gamma_1 = -0.260991 < 0$, $\gamma_2 = -0.077401 < 0$, $\gamma_3 = 0.183977 > 0$ olarak bulunmuştur. Asimetri parametresinin negatif olması koşullu varyans üzerinde negatif volatilitenin etkisinin daha çok olduğunu, yani seride kaldıraç etkisinin mevcut olduğunu göstermektedir. Diğer bir deyişle piyasalara yansıyan kötü haberlerin volatilité üzerindeki etkisi iyi haberlerin etkisinden daha çok olmaktadır. Diğer yandan $|\beta_1 + \beta_2| = |0.180768 + 0.719642| = 0.90041$ değerinin 1'e yakın olması da şoklar sırasında volatilitenin kalıcılığının uzun sürdüğü şeklinde yorumlanabilmektedir. EGARCH(2,3) modeli matematiksel formu denklem (5,6)'dan;

$$\begin{aligned}\log(\sigma_t^2) = & -1.105717 + 0.180768 \log(\sigma_{t-1}^2) + 0.719642 \log(\sigma_{t-2}^2) \\ & - 0.108804 \frac{|u_{t-1}|}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} + 0.291892 \frac{|u_{t-2}|}{\sqrt{\sigma_{t-2}^2}} + 0.216651 \frac{|u_{t-3}|}{\sqrt{\sigma_{t-3}^2}} \\ & - 0.260991 \frac{u_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} - 0.077401 \frac{u_{t-2}}{\sqrt{\sigma_{t-2}^2}} + 0.183977 \frac{u_{t-3}}{\sqrt{\sigma_{t-3}^2}}\end{aligned}$$

EGARCH(2,3) modeli tahmin edildikten sonra artıklara ilişkin ARCH LM testi yapılmıştır. 5 gecikme değerine kadar yapılan inceleme sonucunda $nR^2=0.690617$ değeri $\chi^2(5)=11.070$ kritik değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde kabul edilmiştir. Yani EGARCH(2,3) modeli tahmini sonucunda artıklarda ARCH etkisi bulunamamıştır, koşullu değişen varyans sorunu çözümlenmiştir. Bununla birlikte tahmin sonuçlarına ilişkin korelogram değerlerinden model artıklarında otokorelasyon olmadığı anlaşılmıştır. EGARCH(2,3) modeli tahmin artıkları saf hata terimi özelliği göstermektedir.

Değişen varyans testi: ARCH			
F-istatistiği	0.137130	Olasılık F(5,733)	0.9837
nR^2	0.690617	Olasılık $\chi^2(5)$	0.9835

Tablo 15: EGARCH(2,3) Modeli ARCH LM Testi

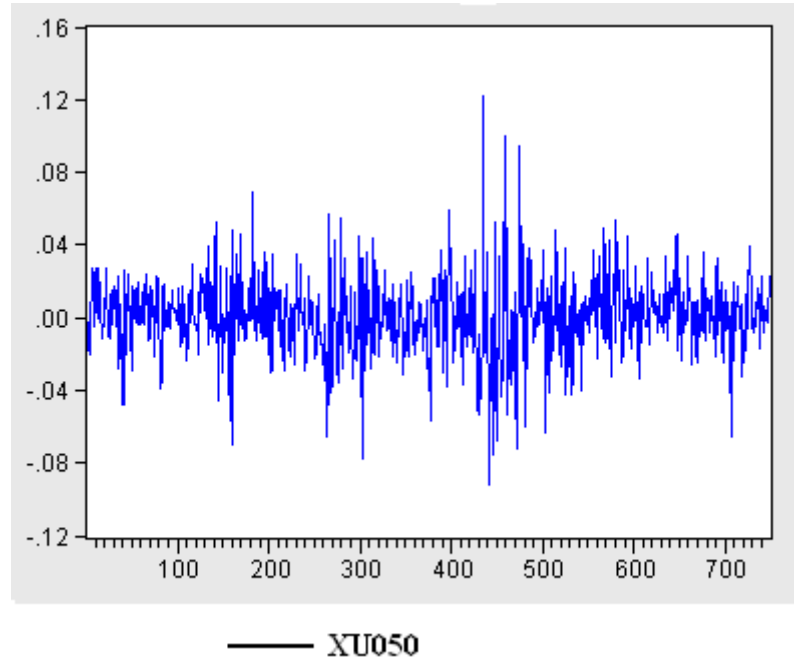
GARCH(3,1) ve EGARCH(2,3) modelleri Theil U kriterine göre kıyaslandığı takdirde değişen varyansla birlikte kaldıraç etkisini de modelleyen EGARCH(2,3) modelinin en iyi performansa sahip olan model olduğu söylenebilmektedir.

5.4.3 İMKB Ulusal 50 Fiyat Endeksi (XU050) 04/01/2007-31/12/2009

Dönemi Volatilite Analizi

XU050 endeksine ilişkin ilgili dönemde borsanın işlem gördüğü her güne ait 2. seans kapanış fiyatları kullanılarak denklem (5.1) yardımıyla endeksin getiri serisi oluşturulmuştur. Getiri serisine ilişkin sayısal bilgiler ek-2’de verilmiştir. Buna göre oluşturulan zaman serisinin büyüklüğü (gözlem sayısı) 748’dir. Oluşturulan getiri serisi Eviews 6 paket programına girilerek seri ile ilgili ulaşılan sonuçlar ve yorumları aşağıda sunulmaktadır:

Getiri serisi çizgi grafiği:



Şekil 12: XU050 Endeksi Getiri Serisi Grafiği

Yukarıdaki grafikte yatay ekseninde bulunan 0-248 gözlem arası 2007 yılı, 249-498 gözlem arası 2008 yılı ve 499-748 gözlem arası ise 2009 yılı gözlemlerine karşılık gelmektedir. Diğer taraftan dikey eksen ise ilgili gözlem gününe ait olan XU050 getiri serisi değerini vermektedir. Grafikten anlaşılabacağı üzere XU050

endeksi getiri serisi genellikle sıfır ortalama etrafında dağılım göstermektedir. Ayrıca en büyük değişimi 2009 yılı başlarında oluşmuştur. Bununla birlikte 2007 yılı ikinci çeyreği ile 2008 yılı başlarında da serinin gözlem değerlerinin dağılımında ortalama sapmalar gözlemlenmiştir. Serinin genel dağılımının sıfır ortalama etrafında seyretmesi XU050 getiri serisinin durağan olduğu kanısını uyandırmaktadır.

Getiri serisi korelogramı:

Otokorelasyon	Kısmi Otokorelasyon	ACF	PACF	Q-ist.	Olasılık	
		1	0.069	0.069	3.5549	0.059
		2	-0.014	-0.019	3.7063	0.157
		3	-0.040	-0.038	4.9208	0.178
		4	0.045	0.050	6.4169	0.170
		5	-0.011	-0.019	6.5081	0.260
		6	-0.059	-0.057	9.1002	0.168
		7	-0.082	-0.071	14.203	0.048
		8	0.017	0.023	14.422	0.071
		9	0.069	0.062	18.064	0.034
		10	0.074	0.066	22.252	0.014
		11	-0.006	-0.007	22.279	0.022
		12	-0.014	-0.015	22.435	0.033
		13	0.136	0.133	36.641	0.000
		14	-0.013	-0.041	36.769	0.001
		15	-0.025	-0.008	37.233	0.001
		16	-0.018	0.013	37.472	0.002
		17	0.046	0.040	39.062	0.002
		18	0.038	0.029	40.146	0.002
		19	-0.034	-0.037	41.049	0.002
		20	-0.011	0.011	41.145	0.004
		21	-0.005	-0.014	41.161	0.005
		22	0.006	-0.013	41.188	0.008
		23	0.016	0.008	41.391	0.011
		24	-0.045	-0.035	42.995	0.010
		25	0.050	0.067	44.926	0.009
		26	0.050	0.014	46.906	0.007
		27	-0.022	-0.036	47.296	0.009
		28	-0.045	-0.033	48.849	0.009
		29	-0.004	0.006	48.863	0.012
		30	0.015	0.001	49.042	0.016

Şekil 13: XU050 Endeksi Getiri Serisi Korelogramı

Getiri serisine ilişkin korelogramda seri değerleri arasındaki otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayıları 30 gecikmeye kadar hesaplanmıştır. XU050 Endeksi için $n=748$ olmak üzere şekil 13'deki ACF ve PACF değerlerinin hepsi $(-0.073, +0.073)$ aralığındadır. Bu ise serinin durağan olduğu yönündeki görüşümüzü desteklemektedir.

Getiri serisinin birim kök testi: XU050 Endeksine ilişkin grafiksel ve korelogram yardımıyla yapılan incelemeler sonucunda serinin durağan olduğunu sezgisel olarak söylenmiştir. Fakat durağanlığın kesin olarak belirlenebilmesi için seriye birim kök testi uygulanmıştır.

Sıfır Hipotezi : XU050 birim köke sahip
Dışsal değişken: Sabit
Gecikme uzunluğu=0 (otomatik olarak SIC'ye dayanır, maxgecikme=19)

	t-istatistiği	Olasılık *
ADF Test İstatistiği	-25.45731	0.0000
Kritik Değerler		
1% düzeyinde	-3.438877	
5% düzeyinde	-2.865193	
10% düzeyinde	-2.568771	

*Mac-Kinnon tek taraflı p değeri

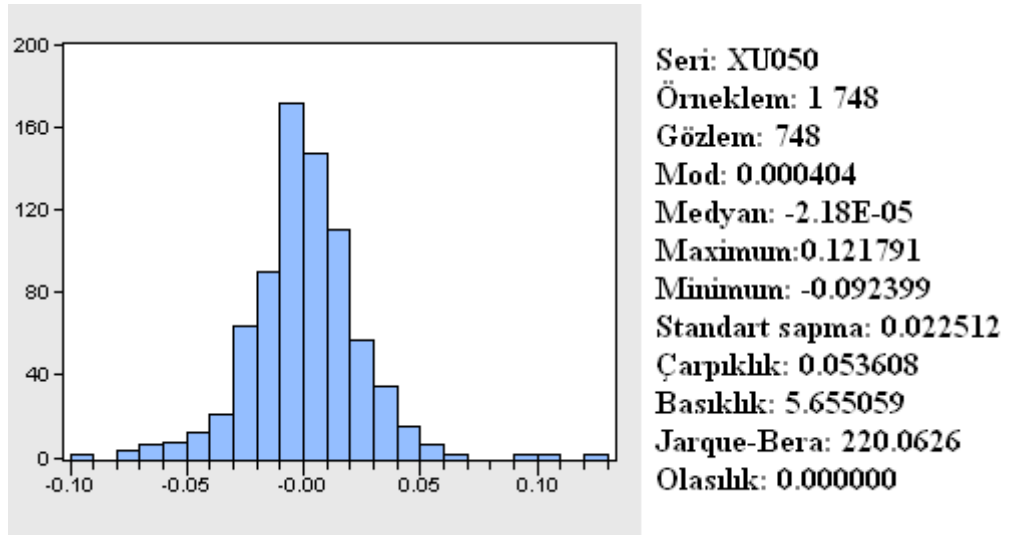
ADF Test Denklemi
Bağımlı değişken: XU 050
Yöntem:EKK
Örnekleme(ayarılanmış): 2 748
İçerilen gözlem: 747 ayarlamadan sonra

Değişken	Katsayı	Standart hata	t-istatistiği	Olasılık
XU050(-1)	-0.931103	0.036575	-25.45731	0.0000
C	0.000383	0.000823	0.465248	0.6419
R ²	0.465212	Ortalama koşullu var		3.53E-05
Düzeltilmiş R ²	0.464494	S.D koşullu var		0.030731
Regresyon stand. hata	0.022488	Akaike değeri		-4.748990
Artık kareler toplamı	0.376756	Schwarz değeri		-4.736631
Logaritmik olabirlik	1775.748	F-istatistiği		648.0745
Durbin-Watson ist.	1.995580	Olasık(F-istatistiği)		0.000000

Şekil 14: XU050 Getiri Serisi Birim Kök Testi Sonuçları

XU050 Endeksi getiri serisi birim kök testi sonuçlarında ADF Test istatistiği değeri -25.45731 olarak hesaplanmıştır. Diğer yandan bu istatistiğin karşılaştırılacağı kritik değerler %1 anlamlılık düzeyi için -3.438877, %5 anlamlılık düzeyi için -2.865193 ve %10 anlamlılık düzeyi için -2.568771 olarak gerçekleşmiştir. Hesaplanan ADF istatistik değeri tüm anlamlılık düzeylerinde kritik değerlerden mutlak değerce büyük olmuştur. Bu ise XU050 Endeksi getiri serisinin birim kök içerdiğini savunan sıfır hipotezinin red edilmesi anlamındadır. Bu sebeple XU050 serisi kesin olarak durağan bir seri olarak nitelendirilebilmektedir.

Serinin istatistiksel tanımlamalarının yapılması:



Şekil 15: XU050 Endeksi Getiri Serisinin İstatistiksel Tanımlaması

XU050 Endeksi getiri serisi 0.000404 mod, -2.18e-05 medyan ve 0.022512 standart sapma değerine sahiptir. Diğer yandan getiri serisinin çarpıklık katsayısı 0.053608 olarak bulunmuştur. Çarpıklık katsayısı sıfırdan büyük olduğundan getiri serisi sağa çarpık, asimetric bir dağılım sergilemektedir. Ayrıca basıklık katsayısı 5.655059 olarak hesaplanmıştır ve bu değer 3'ten büyük olduğundan getiri serisinin

normalden daha dik (sivri) bir dağılım sergilediği söylenebilmektedir. Bununla birlikte XU050 Endeksi getiri serisi Jarque-Berra değeri 220.0626 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan JB değeri normal dağılıma ait olan $\chi^2(2)=5.99$ kritik değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi kabul edilemez. Yani getiri serisi normal dağılmamaktadır.

XU050 Endeksi getiri serisine uygun koşullu ortalama modelinin

belirlenmesi: XU050 serisinin durağan, asimetrik yapılı, normalden daha dik ve normal olmayan bir dağılıma sahip olduğu belirlendikten sonra serideki özellikleri modelleyebilecek koşullu ortalama modelleri ile seri modellenerek analiz edilmiştir.

AKAİKE DEĞERİ (AIC)						
p/q	0	1	2	3	4	5
0	-	-4.750437	-4.747821	-4.747546	-4.746267	-4.743643
1	-4.748990	-4.746455	-4.745209	-4.744731	-4.742266	-4.741660
2	-4.745996	-4.744666	-4.761243	-4.740982	-4.758187	-4.763963
3	-4.744046	-4.742990	-4.750494	-4.747381	-4.755369	-4.760349
4	-4.743600	-4.740925	-4.757037	-4.754918	-4.775325	-4.773222
5	-4.740208	-4.738343	-4.759820	-4.751536	-4.757075	-4.770382

Tablo 16: XU050 Endeksi Getiri Serisi ARMA(p,q) Modelleri Akaike Değerleri

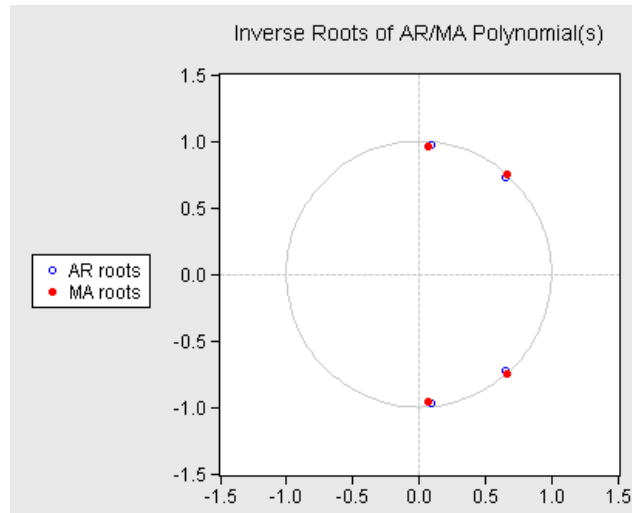
SCHWARZ DEĞERİ (SC)						
p/q	0	1	2	3	4	5
0	-	-4.738091	-4.729302	-4.722854	-4.715402	-4.706605
1	-4.736631	-4.727917	-4.720491	-4.713833	-4.705189	-4.698404
2	-4.727439	-4.719922	-4.730313	-4.703866	-4.714886	-4.714475
3	-4.719276	-4.712027	-4.713340	-4.704034	-4.705829	-4.704617
4	-4.712605	-4.703731	-4.713644	-4.705326	-4.719534	-4.711232
5	-4.702975	-4.694904	-4.710175	-4.695687	-4.695020	-4.702121

Tablo 17: XU050 Endeksi Getiri Serisi ARMA(p,q) Modelleri Schwarz Değerleri

XU050 Endeksi getiri serisine uygun koşullu ortalama denkleminin bulunması için farklı p ve q gecikmelerinde ARMA(p,q) modelleri tahmin edilmiştir. Tahmini yapılan tüm modellerin Akaike ve Schwarz değerleri tablo 16 ile tablo 17’de verilmiştir. Buna göre p=0,1,2,3,4,5 ve q=0,1,2,3,4,5 değerlerinin tüm kombinasyonları ile oluşturulan modeller arasında minimum Akaike değeri p=q=4 için kurulan ARMA(4,4) modeli ve minimum Schwarz değeri p=0, q=1 için kurulan ARMA(0,1)=MA(1) modeline aittir. Buna göre AR (4) sürecine ait olan tüm parametrelerin toplamı $\{|AR(1) + AR(2) + AR(3) + AR(4)|\}$;

$$|1.500624 - 2,156861 + 1,431807 - 0,908380| = 0,13281 < 1$$

olduğu için AR süreci durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Şekil 16’da yer alan grafikte de görüldüğü gibi ARMA(4,4) modeline ilişkin otoregresif ve hareketli ortalama kısımlarının parametreleri birim çember içerisinde ve birbirine yakın pozisyonda bulunmuştur. Bu sonuç modelin getiri serisini açıkladığı yönündeki görüşümüzü destekler niteliktedir.



Şekil 16: ARMA(4,4) Modeli Katsayıları İçin Durağanlık Ve Anlamlılık Testi

Ayrıca katsayılar için hesaplanan t istatistiği değerleri mutlak değerce kritik değerden(744-8=736 serbestlik derecesi ve %5 anlamlılık düzeyinde t değeri=1.645) daha büyük olduğu için katsayıların sıfıra eşit olduğunu varsayan sıfır hipotezi reddedilmekte ve katsayılar %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı olmaktadır (katsayılar sıfırdan farklıdır).

Bağımlı değişken: XU050 Yöntem: EKK Örnek (ayarlanmış): 5 748 İçerilen gözlem: 744				
Değişken	Katsayı	Standart hata	t-istatistiği	Olasılık
C	0.000454	0.000852	0.532692	0.5944
AR(1)	1.500624	0.031819	47.16170	0.0000
AR(2)	-2.156861	0.050869	-42.40060	0.0000
AR(3)	1.431807	0.049430	28.96659	0.0000
AR(4)	-0.908380	0.028703	-31.64735	0.0000
MA(1)	-1.469405	0.036671	-40.06979	0.0000
MA(2)	2.112065	0.060880	34.69241	0.0000
MA(3)	-1.365846	0.060327	-22.64076	0.0000
MA(4)	0.914727	0.035297	25.91549	0.0000
*R ²	0.050083	*Ortalama koşullu var		0.000480
*Düzeltilmiş R ²	0.039744	*S.D. koşullu var		0.022543
*Regresyon standart hatası	0.022090	*Akaike bilgi kriteri		-4.775325
*Artık kareleri toplamı	0.358669	*Schwarz kriteri		-4.719534
*Logaritmik olabilirlik	1785.421	*Hannan-Quinn kriteri		-4.753820
*F-istatistiği	4.843954	*Durbin-Watson ist.		1.959637
*Olasılık(F-istatistiği)	0.000008			

Tablo 18: XU050 Endeksi Getiri Serisi ARMA(4,4) Modeli

ARMA(4,4) Modeline ilişkin serisel korelasyon testi sonuçlarına göre $nR^2=21.70936$ olarak bulunmuştur ve bu sonuca göre model katsayıları arasında 30 gecikmeye kadar serisel korelasyon gözlemlenmemiştir. Tüm bu sonuçlara dayanarak XU050 endeksi getiri serisi için uygun modelin ARMA(4,4) modeli

olduğu söylenebilmektedir. ARMA(4,4) modelinin formel yapısı aşağıdaki gibi olmaktadır:

$$\begin{aligned} XU050_t = & 0.000454 + 1.500624XU100_{t-1} - 2.156861XU100_{t-2} + \\ & 1.431807XU100_{t-3} - 0.908380XU100_{t-4} - 1.469405 e_{t-1} + 2.112065e_{t-2} - 1.365846e_{t-3} \\ & + 0.914727e_{t-4} + e_t \end{aligned}$$

Modelin ARCH LM testi: Getiri serisini en uygun modellediği düşünülen ARMA(4,4) modeli hata terimlerinin varyansının zamandan bağımsız (sabit) olup olmadığı ARCH LM testi ile test edilmelidir. ARCH LM testi sonuçları aşağıda verilmektedir:

ARCH TEST			
F-istatistiği	3.593760	Olasılık	0.000000
nR ²	97.34079	Olasılık	0.000000

Tablo 19: XU050 Endeksi Getiri Serisi ARMA(4,4) Modeli ARCH LM Testi

ARCH LM testinde elde edilen sonuçlara göre $nR^2=97.34079 > \chi^2(30)=43,7729$ olduğundan %5 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi red edildiği için ARMA(4,4) Modeli hata terimi varyansı gecikmeli değerler için zaman boyunca sabit değildir, modelde değişen varyans sorunu söz konusu olmaktadır.

Getiri serisinin koşullu varyansının analizi: Yapılan incelemeler sonucunda temel bazı özellikleri belirlenen zaman serisinin volatilitesi, ARMA(4,4) Modeli hata terimi saf hata terimi özelliği göstermediği için klasik tahmin yöntemleri ile modellenip tahmin edilememektedir. Bunun yerine, seride karşılaşılan değişen

varyans, asimetri, kaldıraç etkisi vb. özellikleri modelleyebilecek koşullu değişen varyans modelleri kullanılarak seri volatilitésinin analizi yapılmıştır.

Serinin volatilitésinin modellenmesi ve bu model yardımıyla öngörüsünün yapılarak volatilitenin analizi için ARCH(p), GARCH(p,q) ve EGARCH(p,q) modellerinden faydalanılmıştır. Bu kapsamda literatürde en çok kullanılan p=1,2,3 q=1,2,3 gecikme değerleri tercih edilmiştir. Buna göre modellere ilişkin sonuçlar tablo 20’de verilmektedir:

	ARCH p=1	ARCH p=2	ARCH p=3	GARCH p=1,q=1	GARCH p=1,q=2	GARCH p=1,q=3	GARCH p=2,q=1
α_0	0.000427	0.000278	0.000248	2.15E-05	1.47E-05	7.38E-06	3.04E-05
α_1	0.129474	0.131996	0.040774	0.101175	0.065394	0.034889	-0.000869
α_2		0.358533	0.251881				0.146087
α_3			0.250628				
β_1				0.855265	1.315255	2.344563	0.785394
β_2					-0.410368	-2.192678	
β_3						0.798454	
R^2	0.032071	0.010880	0.024098	0.024229	0.021845	0.027699	0.027054
AIC	-4.766875	-4.830231	-4.847806	-4.889214	-4.886009	-4.899184	-4.894982
SC	-4.698686	-4.755844	-4.767219	-4.814826	-4.805423	-4.812398	-4.814395
SSE	0.365470	0.373471	0.368480	0.368431	0.369331	0.367121	0.367364
LOB	1784.277	1808.846	1816.384	1830.788	1830.596	1836.496	1833.933
RMSE	0.022494	0.022592	0.022517	0.022521	0.022525	0.022509	0.022516
MAE	0.016476	0.016677	0.016540	0.016536	0.016550	0.016519	0.016528
Theil U	0.915417	0.897628	0.919088	0.911513	0.916526	0.918523	0.916254

	GARCH p=2,q=2	GARCH p=2,q=3	GARCH p=3,q=1	GARCH p=3,q=2	GARCH p=3,q=3	E- GARCH p=1,q=1	E- GARCH p=1,q=2
α_0	3.32E-05	3.05E-05	3,65E-05	4,66E-05	4,46E-05	-0,618814	-0,615523
α_1	-0.001343	0,004102	0,003443	-0,006285	-0,029926	0,174717	-0,013170
α_2	0.140414	0,136305	0,122795	0,121499	0,145954		0,220574
α_3			0,022781	0,078416	0,097056		
β_1	0.836755	1,205072	0,776273	0,553185	0,418899	0,937920	0,941894
β_2	-0.042870	-0,934438		0,157441	-0,000408		
β_3		0,528227			0,278651		
γ_1						-0,098470	-0,207497
γ_2							0,115804
γ_3							
R^2	0.026847	0,028048	0,027299	0,028097	0,025228	0,031005	0,028400
AIC	-4.892378	-4,893282	-4,891649	-4,889970	-4,888788	-4,911525	-4,918563
SC	-4.805592	-4,800298	-4,804863	-4,796985	-4,789605	-4,830938	-4,825578
SSE	0.367443	0,366989	0,367272	0,366970	0,368054	0,365873	0,366856
LOB	1833.964	1835,301	1833,693	1834,069	1834,629	1840,087	1844,705
RMSE	0.022515	0,022512	0,022520	0,022508	0,022495	0,022487	0,022500
MAE	0.016528	0,016519	0,016530	0,016521	0,016542	0,016481	0,016512
Theil U	0.916870	0,911368	0,913009	0,920430	0,920289	0,914151	0,926430

	E- GARCH p=1,q=3	E- GARCH p=2,q=1	E- GARCH p=2,q=2	E- GARCH p=2,q=3	E- GARCH p=3,q=1	E- GARCH p=3,q=2	E- GARCH p=3,q=3
α_0	-0,520211	-0,622888	-0,629422	-1,180183	-0,451013	-0,880130	-0,856379
α_1	0,010218	0,175277	-0,006245	-0,010321	0,155061	0,006112	-0,085560
α_2	0,257648		0,217273	0,211609		0,268914	0,314348
α_3	-0,076667			0,134591			0,077975
β_1	0,952696	0,938161	0,917842	0,273474	1,491667	0,708736	0,481217
β_2		-0,000710	0,022624	0,608919	-1,180324	-0,028379	0,044622
β_3					0,646109	0,234460	0,395402
γ_1	-0,206815	-0,098889	-0,206445	-0,197278	-0,086141	-0,193742	-0,192438
γ_2	0,071057		0,109945	-0,071735		0,054650	-0,015463
γ_3	0,058655			0,116617			0,072093
R^2	0,032097	0,030991	0,028093	0,030574	0,028933	0,029266	0,012222
AIC	-4,928702	-4,908835	-4,916062	-4,916017	-4,910400	-4,914713	-4,902283
SC	-4,823319	-4,822049	-4,816878	-4,804435	-4,817416	-4,809330	-4,784502
SSE	0,365460	0,365878	0,366972	0,366035	0,366655	0,366529	0,372965
LOB	1850,477	1840,087	1844,775	1846,758	1841,669	1845,273	1842,649
RMSE	0,022497	0,022487	0,022500	0,022499	0,022504	0,022505	0,022536
MAE	0,016506	0,016481	0,016515	0,016514	0,016514	0,016502	0,016594
Theil U	0,911705	0,914201	0,927349	0,920855	0,917727	0,909416	0,934311

Tablo 20: XU050 Endeksi Getiri Volatilitesinin Analizi

Tablo 20 hata terimlerinde ARCH etkisi olduğu belirlenen XU050 Endeksi getiri serisi ARMA(4,4) modeline ilişkin alternatif volatilité modellerinin tahmin sonuçlarını ve modellerin öngörü performansı kriterlerini göstermektedir. XU050

Endeksi getiri serisi volatilitésinin analizi için incelenen alternatif modellerin formel yapısı denklem (5.4), (5.5) ve (5.6)'da verildiği gibidir.

Tabloda tahmin sonuçları verilen ARCH ve GARCH modellerinden hangisinin XU050 Endeksi getiri serisi volatilitésini en iyi şekilde analiz ettiğini belirleyebilmek için model değerlendirme kriterlerine bakılmıştır. Buna göre GARCH(1,2), GARCH(1,3), GARCH(2,1), GARCH(2,2), GARCH(2,3), GARCH(3,2) ve GARCH(3,3) modellerine ait olan parametrelerin bazıları negatif çıktığı için bu modeller inceleme kapsamı dışında tutulmuştur. Diğer modellerin kriterler açısından analizi ise aşağıdaki gibi özetlenebilmektedir:

- Determinasyon katsayısı (R^2) en ysek olan model ARCH(1) modelidir.
- Akaike bilgi kriteri (AIC) en küçük olan model GARCH(3,1) modelidir.
- Schwarz bilgi kriteri (SC) en küçük olan model GARCH(1,1) modelidir.
- Hata kareleri toplamı (SSE) minimum olan model ARCH(1) modelidir.
- Logaritmik olabilirlik (LOB) değerı en büyük olan model GARCH(3,1) modelidir.
- RMSE ve MAE ltleri en küçük olan model ARCH(1) modelidir.
- Theil U kriteri minimum olan model ARCH(2) modelidir.

Görüldüğü gibi model değerlendirme kriterleri açısından bakıldığı takdirde genel olarak ARCH(1) modeli incelenen zelilklerden 4 tanesi bakımından en iyi model olarak seçilmiştir. Diğer taraftan model parametreler $\alpha_0 = 0,000427 > 0$, $\alpha_1 = 0,129474 > 0$ ve $|\alpha_1| < 1$ olduğundan ARCH(p) model parametreleri için aranan şartları sağlamaktadır. Yani tahmin edilen ARCH(1) modeli parametreleri anlamlılık ve durağanlık şartlarını sağlamaktadır. Tüm bu faktörler göz önünde bulundurulduğu

takdirde XU050 getiri serisindeki koşullu varyansı modelleyebilecek en iyi modelin ARCH(1) modeli olduğu belirlenmiştir. Tahmin edilen modelin matematiksel formu denklem (5.4)'den aşağıdaki gibi kurulabilmektedir:

$$\sigma_t^2 = 0,000427 + 0,129474u_{t-1}^2$$

ARCH(1) modeli tahmin edildikten sonra artıklara ilişkin ARCH LM testi yapılmıştır. 2 gecikme değerine kadar yapılan inceleme sonucunda $nR^2=6,156595$ değeri $\chi^2(2)=9,21034$ kritik değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde kabul edilmiştir. Yani ARCH(1) modeli tahmini sonucunda artıklarda ARCH etkisi bulunamamıştır, koşullu değişen varyans sorunu çözümlenmiştir. Bununla birlikte tahmin sonuçlarına ilişkin korelogram değerlerinden model artıklarında otokorelasyon olmadığı anlaşılmıştır. ARCH(1) modeli tahmin artıkları saf hata terimi özelliği göstermektedir.

Değişen varyans testi: ARCH			
F-istatistiği	3,091503	Olasılık F(2,739)	0,0460
nR^2	6,156595	Olasılık $\chi^2(5)$	0,0460

Tablo 21:ARCH(1) Modeli ARCH LM Testi

ARCH ve GARCH modelleri serilerdeki değişen varyansı modellemekle birlikte seri üzerindeki kaldıraç etkisini modellemekte yetersiz kalması nedeni ile finansal piyasalara gelen haberlerin volatilité üzerindeki etkisini belirleyen γ parametreleri eklenerek EGARCH modelleri kurulmuştur. XU050 serisi ARMA(4,4) modeli hata terimlerindeki koşullu varyans ile birlikte volatilité üzerindeki kaldıraç etkisini de modelleyebilmek için kurulan farklı EGARCH modelleri arasından model belirleme kriterlerine göre bir inceleme yapılarak en iyi modelin (4 kriter için) EGARCH(1,3)

modeli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yani, R^2 ve LOB değerleri maksimum, AIC ve SSE değerleri minimum olan EGARCH modeli EGARCH(1,3) modelidir. EGARCH modelinde koşullu varyans logaritmik olarak modellendiği için parametrelerde herhangi bir kısıt söz konusu değildir. Çünkü parametreler negatif olsa dahi varyans daima pozitif çıkacaktır. EGARCH (1,3) modelinde asimetri parametreleri $\gamma_1 = -0.206815 < 0, \gamma_2 = 0.071057 > 0, \gamma_3 = 0.058655 > 0$ olarak bulunmuştur. Asimetri parametresinin negatif olması seride kaldıraç etkisinin mevcut olduğunu göstermektedir. Diğer bir deyişle piyasalara yansıyan kötü haberlerin volatilité üzerindeki etkisi iyi haberlerin etkisinden daha çok olmaktadır. Diğer yandan $|\beta_1| = |0.952696| = 0.952696$ değerinin 1'e yakın olması da volatilitenin kalıcılığının uzun sürdüğü şeklinde yorumlanabilmektedir. EGARCH(1,3) modeli matematiksel formu denklem (5,6)'dan;

$$\begin{aligned} \log(\sigma_t^2) = & -0.520211 + 0.952696 \log(\sigma_{t-1}^2) + 0.010218 \frac{|u_{t-1}|}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} \\ & + 0.257648 \frac{|u_{t-2}|}{\sqrt{\sigma_{t-2}^2}} - 0.076667 \frac{|u_{t-3}|}{\sqrt{\sigma_{t-3}^2}} - 0.206815 \frac{u_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} \\ & - 0.071057 \frac{u_{t-2}}{\sqrt{\sigma_{t-2}^2}} + 0.058655 \frac{u_{t-3}}{\sqrt{\sigma_{t-3}^2}} \end{aligned}$$

EGARCH(1,3) modeli tahmin edildikten sonra artıklara ilişkin ARCH LM testi yapılmıştır. 5 gecikme değerine kadar yapılan inceleme sonucunda $nR^2=0.311198$ değeri $\chi^2(5)=11.070$ kritik değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde kabul edilmiştir. Yani EGARCH(1,3) modeli tahmini artıklarda ARCH etkisi bulunamamıştır, koşullu değişen varyans sorunu çözümlenmiştir. Bununla birlikte tahmin sonuçlarına ilişkin korelogram değerlerinden model artıklarında

otokorelasyon olmadığı anlaşılmıştır. EGARCH(1,3) modeli tahmin artıkları saf hata terimi özelliği göstermektedir.

Değişen varyans testi: ARCH			
F-istatistiği	0.061760	Olasılık F(5,733)	0.9975
nR ²	0.311198	Olasılık $\chi^2(5)$	0.9974

Tablo 22: EGARCH(1,3) Modeli ARCH LM Testi

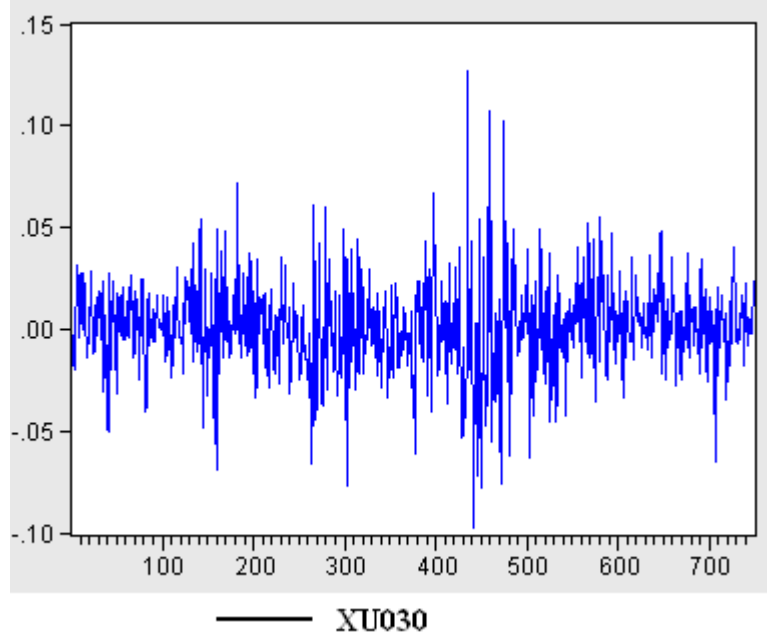
ARCH(1) ve EGARCH(1,3) modelleri Theil U kriterine göre kıyaslandığı takdirde değişen varyansla birlikte kaldıraç etkisini de modelleyen EGARCH(1,3) modelinin en iyi performansa sahip olan model olduğu söylenebilmektedir.

5.4.4 İMKB Ulusal 30 Fiyat Endeksi (XU030) 04/01/2007-31/12/2009

Dönemi Volatilite Analizi

XU030 endeksine ilişkin ilgili dönemde borsanın işlem gördüğü her güne ait 2. seans kapanış fiyatları kullanılarak denklem (5.1) yardımıyla endeksin getiri serisi oluşturulmuştur. 748 adet gözleme dayanan getiri serisine ilişkin sayısal bilgiler ek-3’de verilmiştir. Oluşturulan getiri serisi Eviews 6 paket programına girilerek seri ile ilgili ulaşılan sonuçlar ve yorumları aşağıda sunulmaktadır:

Getiri serisi çizgi grafiği:



Şekil 17: XU030 Endeksi Getiri Serisi Grafiği

Yukarıdaki grafikte yatay ekseninde bulunan 0-248 gözlem arası 2007 yılı, 249-498 gözlem arası 2008 yılı ve 499-748 gözlem arası ise 2009 yılı gözlemlerine karşılık gelmektedir. Diğer taraftan dikey eksen ise ilgili gözlem gününe ait olan XU030 getiri serisi değerini vermektedir. Grafikten anlaşılabacağı üzere XU030 endeksi getiri serisi genellikle sıfır ortalama etrafında salınım göstermektedir. Ayrıca serideki en büyük boyutlu dalgalanma 2009 yılı başlarında oluşmuştur. Bununla birlikte incelenen dönem içerisinde de dönem dönem serinin gözlem değerlerinin dağılımında ortalamadan sapmalar gözlemlenmiştir. Serinin genel dağılımının sıfır ortalama etrafında seyretmesi XU030 getiri serisinin durağan olduğu kanısını uyandırmaktadır.

Getiri serisi korelogramı:

Otokorelasyon	Kısmi Otokorelasyon	ACF	PACF	Q-ist.	Olasılık	
		1	0.062	0.062	2.9283	0.087
		2	-0.022	-0.026	3.3056	0.192
		3	-0.044	-0.041	4.7595	0.190
		4	0.047	0.052	6.4481	0.168
		5	-0.012	-0.021	6.5600	0.255
		6	-0.065	-0.063	9.7863	0.134
		7	-0.090	-0.079	15.984	0.025
		8	0.015	0.019	16.148	0.040
		9	0.073	0.065	20.246	0.016
		10	0.078	0.070	24.846	0.006
		11	-0.014	-0.013	25.001	0.009
		12	-0.016	-0.015	25.201	0.014
		13	0.136	0.130	39.301	0.000
		14	-0.012	-0.041	39.413	0.000
		15	-0.031	-0.012	40.147	0.000
		16	-0.022	0.012	40.511	0.001
		17	0.046	0.042	42.167	0.001
		18	0.034	0.024	43.070	0.001
		19	-0.035	-0.036	44.016	0.001
		20	-0.012	0.011	44.136	0.001
		21	-0.006	-0.016	44.168	0.002
		22	0.007	-0.013	44.202	0.003
		23	0.016	0.007	44.410	0.005
		24	-0.049	-0.035	46.249	0.004
		25	0.045	0.063	47.813	0.004
		26	0.049	0.014	49.714	0.003
		27	-0.023	-0.037	50.127	0.004
		28	-0.047	-0.033	51.850	0.004
		29	-0.000	0.011	51.850	0.006
		30	0.017	-0.000	52.064	0.007

Şekil 18: XU030 Endeksi Getiri Serisi Korelogramı

Getiri serisine ilişkin korelogramda seri değerleri arasındaki otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayıları 30 gecikmeye kadar hesaplanmıştır. XU030 Endeksi için $n=748$ olmak üzere şekil 18'deki ACF ve PACF değerlerinin hepsi $(-0.073, +0.073)$ aralığındadır. Bu ise serinin durağan olduğu yönündeki görüşümüzü desteklemektedir.

Getiri serisinin birim kök testi: XU030 Endeksine ilişkin grafiksel ve korelogram yardımıyla yapılan incelemeler sonucunda serinin durağan olduğunu sezgisel olarak söylenmiştir. Fakat durağanlığın kesin olarak belirlenebilmesi için seriye birim kök testi uygulanmıştır.

Sıfır Hipotezi : XU030 birim köke sahip
 Dışsal değişken: Sabit
 Gecikme uzunluğu=0 (otomatik olarak SIC'ye dayanır, maxgecikme=19)

		t-istatistiği	Olasılık *
ADF Test İstatistiği		-25.62036	0.0000
Kritik Değerler	1% düzeyinde	-3.438877	
	5% düzeyinde	-2.865193	
	10% düzeyinde	-2.568771	

*Mac-Kinnon tek taraflı p değeri

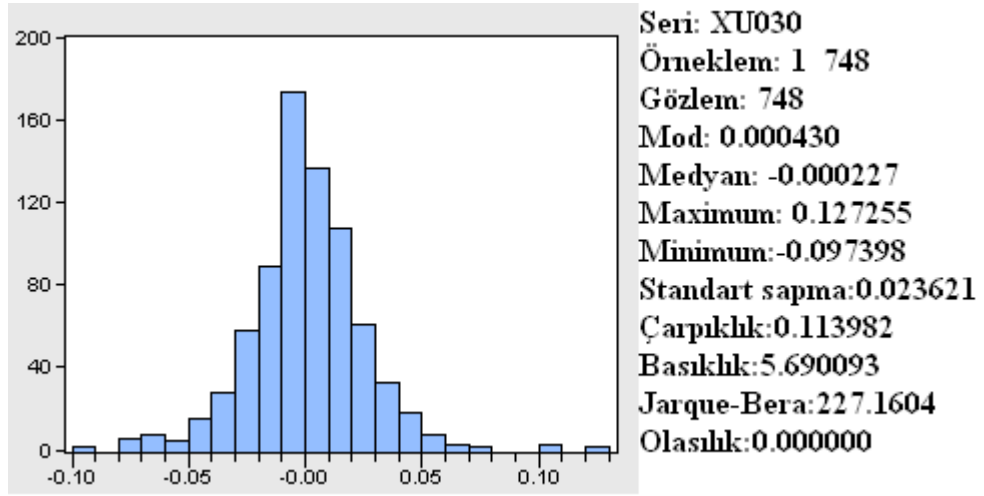
ADF Test Denklemleri
 Bağımlı değişken: XU030
 Yöntem: EKK
 Örneklem (ayarlanmış): 2 748
 İçerilen gözlem: 747 ayarlama sonrası

Değişken	Katsayı	Standart hata	t-istatistiği	Olasılık
XU030 (-1)	-0.937469	0.036591	-25.62036	0.0000
C	0.000410	0.000864	0.474518	0.6353
R ²	0.468390	Ortalama koşullu var		3.67E-05
Düzeltilmiş R ²	0.467676	S.D koşullu var		0.032355
Regresyon stand. hata	0.023606	Akaike değeri		-4.651940
Artık kareler toplamı	0.415154	Schwarz değeri		-4.639581
Logaritmik olabilirlik	1739.499	F-istatistiği		656.4026
Durbin-Watson ist.	1.994863	Olasılık(F-istatistiği)		0.000000

Şekil 19: XU030 Getiri Serisi Birim Kök Testi Sonuçları

XU030 Endeksi getiri serisi birim kök testi sonuçlarında ADF Test istatistiği değeri -25.62036 olarak hesaplanmıştır. Diğer yandan bu istatistiğin karşılaştırılacağı kritik değerler %1 anlamlılık düzeyi için -3.438877, %5 anlamlılık düzeyi için -2.865193 ve %10 anlamlılık düzeyi için -2.568771 olarak gerçekleşmiştir. Hesaplanan ADF istatistik değeri tüm anlamlılık düzeylerinde kritik değerlerden mutlak değerce büyük olmuştur. Bu ise XU030 Endeksi getiri serisinin birim kök içerdiğini savunan sıfır hipotezinin red edilmesi anlamındadır. Bu sebeple XU030 serisi kesin olarak durağan bir seri olarak nitelendirilebilmektedir.

Serinin istatistiksel tanımlamalarının yapılması:



Şekil 20: XU030 Endeksi Getiri Serisinin İstatistiksel Tanımlaması

XU030 Endeksi getiri serisi 0.000430 mod, -0.000227 medyan ve 0.023621 standart sapma değerine sahiptir. Diğer yandan getiri serisinin çarpıklık katsayısı 0.113982 olarak bulunmuştur. Çarpıklık katsayısı sıfırdan büyük olduğundan getiri serisi sağa çarpık, asimetrik bir dağılım sergilemektedir. Ayrıca basıklık katsayısı 5.690093 olarak hesaplanmıştır ve bu değer 3'ten büyük olduğundan getiri serisinin normalden daha dik (sivri) bir dağılım sergilediği söylenebilmektedir. Bununla birlikte XU030 Endeksi getiri serisi Jarque-Berra değeri 227.1604 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan JB değeri normal dağılıma ait olan $\chi^2(2)=5.99$ kritik değerinden büyük olduğu için getiri serisi normal dağılmamaktadır.

XU030 Endeksi getiri serisine uygun koşullu ortalama modelinin

belirlenmesi: XU030 serisinin durağan, asimetrik yapılı, normalden daha dik ve normal olmayan bir dağılıma sahip olduğu belirlendikten sonra serideki özellikleri modelleyebilecek koşullu ortalama modelleri ile seri modellenerek analiz edilmiştir.

AKAIKE DEĞERİ (AIC)						
p/q	0	1	2	3	4	5
0	-	-4.653434	-4.651003	-4.651159	-4.649933	-4.647352
1	-4.651940	-4.649521	-4.648638	-4.648402	-4.645942	-4.645759
2	-4.649281	-4.648051	-4.666851	-4.644592	-4.663004	-4.669308
3	-4.647570	-4.646719	-4.653334	-4.648845	-4.660227	-4.700330
4	-4.647252	-4.644596	-4.661675	-4.659574	-4.681986	-4.679497
5	-4.643857	-4.645631	-4.665213	-4.656159	-4.653635	-4.677265

Tablo 23: XU030 Endeksi Getiri Serisi ARMA(p,q) Modelleri Akaike Değerleri

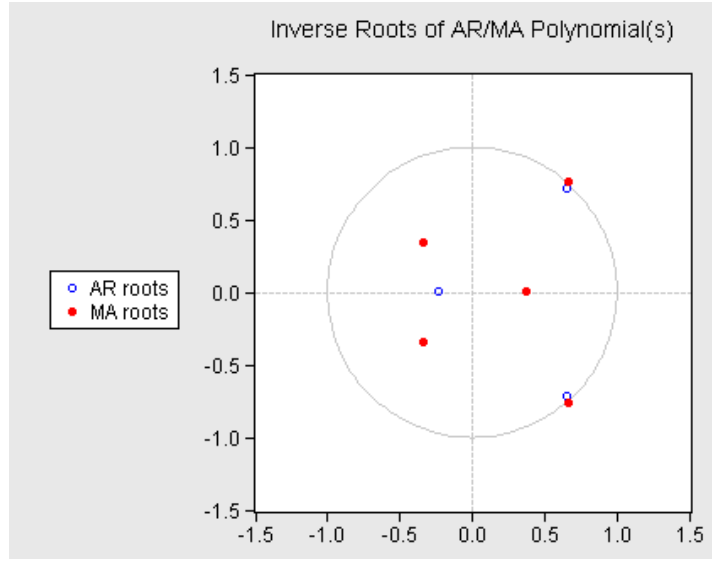
SCHWARZ DEĞERİ (SC)						
p/q	0	1	2	3	4	5
0	-	-4.641088	-4.632484	-4.626467	-4.619068	-4.610314
1	-4.639581	-4.630982	-4.623920	-4.617505	-4.608865	-4.602502
2	-4.630723	-4.623307	-4.635921	-4.607476	-4.619702	-4.619821
3	-4.622800	-4.615757	-4.616179	-4.605498	-4.610687	-4.644598
4	-4.616258	-4.607402	-4.618282	-4.609982	-4.626195	-4.617508
5	-4.606624	-4.602193	-4.615569	-4.600310	-4.591580	-4.609004

Tablo 24: XU030 Endeksi Getiri Serisi ARMA(p,q) Modelleri Schwarz Değerleri

XU030 Endeksi getiri serisine uygun koşullu ortalama denkleminin bulunması için tahmini yapılan ARMA(p,q) modellerinin Akaike ve Schwarz değerleri tablo 23 ile tablo 24’de verilmiştir. Buna göre p=0,1,2,3,4,5 ve q=0,1,2,3,4,5 değerlerinin tüm kombinasyonları ile oluşturulan modeller arasında minimum Akaike ve minimum Schwarz değeri p=3 q=5 için kurulan ARMA(3,5) modeline aittir. Buna göre AR (3) sürecine ait olan tüm parametrelerin toplamı $\{|AR(1) + AR(2) + AR(3)|\}$;

$$|1.073970 - 0.639968 - 0.216647| = 0.217355 < 1$$

olduğu için AR süreci durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Şekil 21’de yer alan grafikte de görüldüğü gibi ARMA(3,5) modeline ilişkin otoregresif ve hareketli ortalama kısımlarının parametreleri birim çember içerisinde ve birbirine yakın pozisyonda bulunmuştur. Bu sonuç modelin getiri serisini açıkladığı yönündeki görüşümüzü destekler niteliktedir.



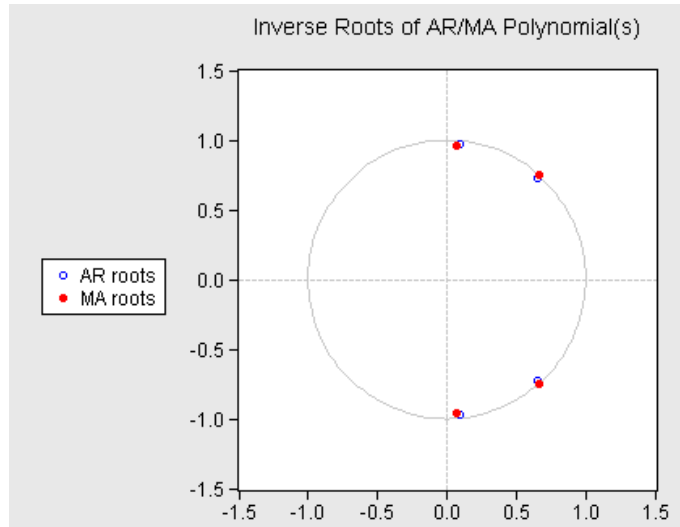
Şekil 21: ARMA(3,5) Modeli Katsayıları İçin Durağanlık Ve Anlamlılık Testi

Fakat AR(2), AR(3), MA(2), MA(3) ve MA(4) katsayıları için hesaplanan t istatistiği değerleri mutlak değerce kritik değerden (744-8=736 serbestlik derecesi ve %5 anlamlılık düzeyinde t değeri=1.645) daha küçük olduğu için katsayıların sıfıra eşit olduğunu varsayan sıfır hipotezi kabul edilmiş ve katsayılar %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı bulunmamıştır. Bu sebeple her ne kadar minimum Akaike ve Schwarz değerleri ARMA(3,5) modeline ait olsa dahi bu model XU030 getiri serisini açıklamakta yetersiz kalmıştır. Dolayısıyla seriyi açıklayabilecek güçte başka bir ARMA(p,q) modeli kurulmalıdır.

Tablo 23 ve tablo 24 ‘de de görüldüğü gibi ARMA(3,5) modelinden sonra minimum Akaike değeri ARMA(4,4) modeline ve minimum Schwarz değeri de ARMA(0,1) modeline aittir. Bu modellerden ARMA(4,4) modeli daha büyük determinasyon katsayısına sahip olduğu için XU030 endeksi getiri serisini açıklamak için tercih edilmiştir. Buna göre AR (4) sürecine ait olan tüm parametrelerin toplamı $\{|AR(1) + AR(2) + AR(3) + AR(4)|\}$;

$$|1.496709 - 2.145893 + 1.421136 - 0.901296| = 0,129344 < 1$$

olduğu için AR süreci durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Şekil 22’de yer alan grafikte de görüldüğü gibi ARMA(4,4) modeline ilişkin parametreler birim çember içerisinde ve birbirine yakın pozisyonda bulunmuştur. Bu sonuç modelin getiri serisini açıkladığı yönündeki görüşümüzü destekler niteliktedir.



Şekil 22: ARMA(4,4) Modeli Katsayıları İçin Durağanlık Ve Anlamlılık Testi

Ayrıca katsayılar için hesaplanan t istatistiği değerleri mutlak değerce 1.645’den daha büyük olduğu için katsayılar %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Bağımlı değişken: XU030 Yöntem: EKK Örnek (ayarlanmış): 5 748 İçerilen gözlem: 744				
Değişken	Katsayı	Standart hata	t-istatistiği	Olasılık
C	0.000479	0.000894	0.535884	0.5922
AR(1)	1.496709	0.033799	44.28331	0.0000
AR(2)	-2.145893	0.054110	-39.65808	0.0000
AR(3)	1.421136	0.052432	27.10460	0.0000
AR(4)	-0.901296	0.030383	-29.70850	0.0000
MA(1)	-1.464374	0.039113	-37.44003	0.0000
MA(2)	2.096803	0.064874	32.32107	0.0000
MA(3)	-1.350264	0.064216	-21.02698	0.0000
MA(4)	0.906998	0.037623	24.10749	0.0000
*R ²	0.052957	*Ortalama koşullu var		0.000508
*Düzeltilmiş R ²	0.042649	*S.D. koşullu var		0.023656
*Regresyon standart hatası	0.023146	*Akaike bilgi kriteri		-4.681986
*Artık kareleri toplamı	0.393759	*Schwarz kriteri		-4.626195
*Logaritmik olabilirlik	1750.699	*Hannan-Quinn kriteri		-4.660480
*F-istatistiği	5.137442	*Durbin-Watson ist.		1.976390
*Olasılık(F-istatistiği)	0.000003			

Tablo 25: XU030 Endeksi Getiri Serisi ARMA(4,4) Modeli

ARMA(4,4) Modeline ilişkin serisel korelasyon testi sonuçlarına göre $nR^2=21.49280$ olarak bulunmuştur ve bu sonuca göre model katsayıları arasında 30 gecikmeye kadar serisel korelasyon gözlemlenmemiştir. Tüm bu sonuçlara dayanarak XU030 endeksi getiri serisi için uygun modelin ARMA(4,4) modeli olduğu söylenebilmektedir. ARMA(4,4) modelinin formel yapısı aşağıdaki gibi olmaktadır:

$$XU030_t = 0.000479 + 1.496709XU100_{t-1} - 2.145893XU100_{t-2} + 1.421136XU100_{t-3} - 0.901296XU100_{t-4} - 1.464374e_{t-1} + 2.096803e_{t-2} - 1.350264e_{t-3} + 0.906998e_{t-4} + e_t$$

Modelin ARCH LM testi: Getiri serisini en uygun modellediği düşünülen ARMA(4,4) modeli hata terimlerinin varyansının zamandan bağımsız (sabit) olup

olmadığı ARCH LM testi ile test edilmelidir. ARCH LM testi sonuçları aşağıda verilmektedir:

ARCH TEST			
F-istatistiği	3.812836	Olasılık	0.000000
nR ²	102.4235	Olasılık	0.000000

Tablo 26: XU030 Endeksi Getiri Serisi ARMA(4,4) Modeli ARCH LM Testi

ARCH LM testinde elde edilen sonuçlara göre $nR^2=102.4235 > \chi^2(30)=43,7729$ olduğundan %5 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi red edildiği için ARMA(4,4) modelinde değişen varyans sorunu söz konusu olmaktadır.

Getiri serisinin koşullu varyansının analizi:

ARMA(4,4) Modeli hata terimi saf hata terimi özelliği göstermediği için (temel varsayımları sağlamadığı için) XU030 endeksi getiri serisi volatilitesi klasik tahmin yöntemleri ile modellenip analiz edilememektedir. Volatilitenin analizi seride karşılaşılan değişen varyans, asimetri, kaldıraç etkisi vb. özellikleri modelleyebilecek koşullu değişen varyans modelleri kullanılarak yapılmıştır.

Serinin volatilitésinin modellenmesi ve bu model yardımıyla öngörüsünün yapılarak volatilitenin analizi için ARCH(p), GARCH(p,q) ve EGARCH(p,q) modellerinden faydalanılmıştır. Bu kapsamda literatürde en çok kullanılan p=1,2,3 q=1,2,3 gecikme değerleri tercih edilmiştir. Buna göre modellere ilişkin sonuçlar tablo 25’de verilmektedir: Yapılan incelemeler sonucunda temel bazı özellikleri belirlenen zaman serisinin volatilitesi, ARMA(4,4) Modeli hata terimi saf hata terimi özelliği göstermediği için klasik tahmin yöntemleri ile modellenip tahmin

edilememektedir. Bunun yerine, seride karşılaşılan değişen varyans, asimetri, kaldıraç etkisi vb. özellikleri modelleyebilecek koşullu değişen varyans modelleri kullanılarak seri volatilitésinin analizi yapılmıştır.

Serinin volatilitésinin modellenmesi ve bu model yardımıyla öngörüsünün yapılarak volatilitenin analizi için ARCH(p), GARCH(p,q) ve EGARCH(p,q) modellerinden faydalanılmıştır. Bu kapsamda literatürde en çok kullanılan p=1,2,3 q=1,2,3 gecikme değerleri tercih edilmiştir. Buna göre modellere ilişkin sonuçlar tablo 27’de verilmektedir:

	ARCH p=1	ARCH p=2	ARCH p=3	GARCH p=1,q=1	GARCH p=1,q=2	GARCH p=1,q=3	GARCH p=2,q=1
α_0	0.000456	0.000337	0.000265	2.21E-05	1.72E-05	6.94E-06	3.57E-05
α_1	0.158811	0.120090	0.019074	0.096751	0.072217	0.0328144	-0.007030
α_2		0.311142	0.260244				0.149741
α_3			0.288234				
β_1				0.862152	1.273297	2.367351	0.791466
β_2					-0.377656	-2.218188	
β_3						0.805411	
R^2	0.037713	0.013158	0.025911	0.025789	0.024534	0.028719	0.027083
AIC	-4.685450	-4.711471	-4.759627	-4.798168	-4.799740	-4.806467	-4.804343
SC	-4.617261	-4.637083	-4.679040	-4.723780	-4.719154	-4.719682	-4.723756
SSE	0.400097	0.410307	0.405004	0.405055	0.405577	0.403837	0.404517
LOB	1753.987	1764.667	1783.581	1796.918	1798.503	1802.006	1800.216
RMSE	0.023594	0.023671	0.023612	0.023614	0.023623	0.023625	0.023622
MAE	0.017260	0.017369	0.017299	0.017303	0.017322	0.017323	0.017309
TheilU	0.917448	0.911341	0.920886	0.908132	0.911308	0.922956	0.914415

	GARCH p=2,q=2	GARCH p=2,q=3	GARCH p=3,q=1	GARCH p=3,q=2	GARCH p=3,q=3	E- GARCH p=1,q=1	E- GARCH p=1,q=2
α_0	3.53E-05	3.27E-05	3.92E-05	5.73E-05	6.18E-05	-0.559269	-0.589871
α_1	-0.005018	-0.006975	-0.007725	-0.004218	-0.013076	0.175790	-0.061428
α_2	0.145198	0.147650	0.140743	0.119432	0.133681		0.262875
α_3			0.020655	0.104663	0.137983		
β_1	0.837614	1.178753	0.774527	0.307105	0.298164	0.945138	0.944003
β_2	-0.042540	-0.872565		0.366392	0.068653		
β_3		0.493166			0.263310		
γ_1						-0.094605	-0.199059
γ_2							0.117056
γ_3							
R^2	0.027805	0.028206	0.027949	0.029300	0.028578	0.031624	0.025289
AIC	-4.801783	-4.803809	-4.801875	-4.799169	-4.799366	-4.820367	-4820964
SC	-4.714998	-4.710824	-4.715089	-4.706185	-4.700182	-4.739781	-4727979
SSE	0.404217	0.404050	0.404157	0.403595	0.403895	0.402629	0.405263
LOB	1800.263	1802.017	1800.297	1800.291	1801.364	1806.177	1808.399
RMSE	0.023617	0.023619	0.023617	0.023625	0.023611	0.023608	0.023605
MAE	0.017302	0.017309	0.017300	0.017316	0.017291	0.017287	0.017306
Theil U	0.915666	0.917187	0.915703	0.913531	0.920228	0.922191	0.917122

	E- GARCH p=1,q=3	E- GARCH p=2,q=1	E- GARCH p=2,q=2	E- GARCH p=2,q=3	E- GARCH p=3,q=1	E- GARCH p=3,q=2	E- GARCH p=3,q=3
α_0	-0.513055	-0.676097	0.643173	-0.883809	-0.466814	-0.952748	-1.320204
α_1	-0.021480	0.194914	-0.022157	-0.019344	0.158936	0.031418	0.056651
α_2	0.301625		0.250785	0.222103		0.292967	0.220887
α_3	-0.086606			0.126835			0.122725
β_1	0.953171	0.904402	0.826992	0.299523	1.440983	0.627653	0.420627
β_2		0.027417	0.112725	0.619417	-1.093180	-0.121751	-0.358862
β_3					0.607636	0.403691	0.807709
γ_1	-0.198858	-0.108628	-0.189740	-0.189116	-0.087827	-0.184539	-0.166227
γ_2	0.062661		0.083792	-0.066944		0.022366	0.008734
γ_3	0.064591			0.114786			-0.032467
R^2	0.027354	0.032324	0.028427	0.028003	0.034830	0.032082	0.047462
AIC	-4.824414	-4.816978	-4.822235	-4.817634	-4.817196	-4.832642	-4.832533
SC	-4.719031	-4.730192	-4.723051	-4.706052	-4.724211	-4.727260	-4.714752
SSE	0.404404	0.402338	0.403958	0.404134	0.401296	0.402438	0.3960404
LOB	1811.682	1805.916	1809.871	1810.160	1806.997	1814.743	1816.702
RMSE	0.23612	0.023607	0.023604	0.023605	0.023594	0.023595	0.023597
MAE	0.017292	0.017285	0.017280	0.017283	0.017273	0.017277	0.017265
Theil U	0.921920	0.921528	0.926758	0.927005	0.913411	0.916148	0.925727

Tablo 27: XU030 Endeksi Getiri Volatilitesinin Analizi

Tablo 27 hata terimlerinde ARCH etkisi olduğu belirlenen XU030 Endeksi getiri serisi ARMA(4,4) modeline ilişkin alternatif volatilité modellerinin tahmin sonuçlarını ve modellerin öngörü performansı kriterlerini göstermektedir. XU030

Endeksi getiri serisi volatilitésinin analizi için incelenen alternatif modellerin formel yapısı denklem (5.4), (5.5) ve (5.6)'da verildiği gibidir.

Tabloda tahmin sonuçları verilen ARCH ve GARCH modellerinden hangisinin XU030 Endeksi getiri serisi volatilitésini en iyi şekilde analiz ettiğini belirleyebilmek için model değerlendirme kriterlerine bakılmıştır. Buna göre GARCH(1,2), GARCH(1,3), GARCH(2,1), GARCH(2,2), GARCH(2,3), GARCH(3,1), GARCH(3,2) ve GARCH(3,3) modellerine ait olan parametrelerin bazıları negatif çıktığı için bu modeller inceleme kapsamı dışında tutulmuştur. Diğer modellerin kriterler aısından analizi ise aşağıdaki gibi özetlenebilmektedir:

- Determinasyon katsayısı (R^2) en yüksek olan model ARCH(1) modelidir.
- Akaike bilgi kriteri (AIC) en küçük olan model GARCH(1,1) modelidir.
- Schwarz bilgi kriteri (SC) en küçük olan model GARCH(1,1) modelidir.
- Hata kareleri toplamı (SSE) minimum olan model ARCH(1) modelidir.
- Logaritmik olabilirlik (LOB) değeri en büyük olan model GARCH(1,1) modelidir.
- RMSE ve MAE ölçütleri en küçük olan model ARCH(1) modelidir.
- Theil U kriteri minimum olan model GARCH(1,1) modelidir.

Görüldüğü gibi model değerlendirme kriterleri aısından bakıldığı takdirde incelenen özelliklerden 4 tanesi bakımından ARCH(1) modeli, diğer 4 özellik bakımından GARCH(1,1) modeli en iyi model olarak seçilmiştir. Fakat GARCH(1,1) modeli hem hata teriminin hem de koşullu varyansın gecikmeli değerlerini içerdii için seri volatilitésinin yapısını daha iyi analiz edebileceği düşüncesi ile XU030 endeksi getiri serisinin volatilitésinin analizi için tercih edilen model olmuştur.

GARCH(1,1) modeli parametreleri $\alpha_0 = 2.21E-05 > 0$, $\alpha_1 = 0.096751 > 0$, $\beta_1 = 0.862152 > 0$ olduğundan GARCH(p,q) model parametreleri için aranan şartları sağlamaktadır. Yani tahmin edilen GARCH(1,1) modeli parametreleri anlamlılık ve durağanlık şartlarını sağlamaktadır. Tüm bu faktörler göz önünde bulundurulduğu takdirde XU030 getiri serisindeki koşullu varyansı modelleyebilecek en iyi modelin GARCH(1,1) modeli olduğu belirlenmiştir. Tahmin edilen modelin matematiksel formu denklem (5.5)'den aşağıdaki gibi kurulabilmektedir:

$$\sigma_t^2 = 2.21 \times 10^{-5} + 0.096751 u_{t-1}^2 + 0.862152 \sigma_{t-1}^2$$

GARCH(1,1) modeli tahmin edildikten sonra artıklara ilişkin ARCH LM testi yapılmıştır. 5 gecikme değerine kadar yapılan inceleme sonucunda $nR^2=2.568205$ değeri $\chi^2(5)=11.070$ kritik değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde kabul edilmiştir. Yani GARCH(1,1) modeli tahmini sonucunda artıklarda ARCH etkisi bulunamamıştır, koşullu değişen varyans sorunu çözümlenmiştir. Bununla birlikte tahmin sonuçlarına ilişkin korelogram değerlerinden model artıklarında otokorelasyon olmadığı anlaşılmıştır. Özetle GARCH(1,1) modeli tahmin artıkları saf hata terimi özelliği göstermektedir.

Değişen varyans testi: ARCH			
F-istatistiği	0.511248	Olasılık F(5,733)	0.7679
nR^2	2.568205	Olasılık $\chi^2(5)$	0.7662

Tablo 28: GARCH(1,1) Modeli ARCH LM Testi

Finansal piyasalara gelen iyi ve kötü haberlerin volatilité üzerindeki etkisini belirleyen γ parametreleri GARCH modellerine eklenerek EGARCH modelleri kurulmuştur. XU030 serisi ARMA(4,4) modeli hata terimlerindeki koşullu varyans

ile birlikte volatilité üzerindeki kaldıraç etkisini de modelleyebilmek için kurulan farklı EGARCH modelleri arasından model belirleme kriterlerine göre bir inceleme yapılarak en iyi modelin (4 kriter için) EGARCH(3,3) modeli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. EGARCH modelinde koşullu varyans logaritmik olarak modellendiği için parametreler negatif olsa dahi varyans daima pozitif çıkacaktır. Bu nedenle parametrelerde herhangi bir kısıt söz konusu değildir. EGARCH (3,3) modelinde asimetri parametreleri $\gamma_1 = -0.166227 < 0, \gamma_2 = 0.008734 > 0, \gamma_3 = -0.032467 < 0$ olarak bulunmuştur. Asimetri parametresinin negatif olması seride kaldıraç etkisinin mevcut olduğunu göstermektedir. Diğer bir deyişle piyasalara yansıyan kötü haberlerin volatilité üzerindeki etkisi iyi haberlerin etkisinden daha çok olmaktadır. Diğer yandan $|\beta_1 + \beta_2 + \beta_3| = |0.420627 - 0.358862 + 0.807709| = 0.869474$ değerinin 1'e yakın olması da volatilitenin kalıcılığının uzun sürdüğü şeklinde yorumlanabilmektedir. EGARCH(3,3) modeli matematiksel formu denklem (5,6)'dan;

$$\begin{aligned} \log(\sigma_t^2) = & -1.320204 + 0.420627 \log(\sigma_{t-1}^2) \\ & - 0.358862 \log(\sigma_{t-2}^2) + 0.807709 \log(\sigma_{t-3}^2) + 0.056651 \frac{|u_{t-1}|}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} \\ & + 0.220887 \frac{|u_{t-2}|}{\sqrt{\sigma_{t-2}^2}} + 0.122725 \frac{|u_{t-3}|}{\sqrt{\sigma_{t-3}^2}} - 0.166227 \frac{u_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} \\ & + 0.008734 \frac{u_{t-2}}{\sqrt{\sigma_{t-2}^2}} - 0.032467 \frac{u_{t-3}}{\sqrt{\sigma_{t-3}^2}} \end{aligned}$$

EGARCH(3,3) modeli tahmin edildikten sonra artıklara ilişkin ARCH LM testi yapılmıştır. 5 gecikme değerine kadar yapılan inceleme sonucunda $nR^2=1.999991$ değeri $\chi^2(5)=11.070$ kritik değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi %5 anlamlılık

düzeyinde kabul edilmiştir. Yani EGARCH(3,3) modeli tahmini sonucunda artıklarda ARCH etkisi bulunamamıştır, koşullu değişen varyans sorunu çözümlenmiştir. Bununla birlikte tahmin sonuçlarına ilişkin korelogram değerlerinden model artıklarında otokorelasyon olmadığı anlaşılmıştır. EGARCH(3,3) modeli tahmin artıkları saf hata terimi özelliği göstermektedir.

Değişen varyans testi: ARCH			
F-istatistiği	0.397827	Olasılık F(5,733)	0.8505
nR ²	1.999991	Olasılık $\chi^2(5)$	0.8491

Tablo 29: EGARCH(3,3) Modeli ARCH LM Testi

GARCH(1,1) ve EGARCH(3,3) modelleri Theil U kriterine göre kıyaslandığı takdirde değişen varyansı hata terimi ve koşullu varyansın geçmiş dönem değerleri yardımıyla modelleyen GARCH(1,1) modelinin en iyi performansa sahip olan model olduğu söylenebilmektedir.

5.5 Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada İMKB Ulusal 100, Ulusal 50 ve Ulusal 30 Fiyat Endekslerine ilişkin volatilité modellemesi yapılmış ve ilgili modellerin öngörü performansları değerlendirilmiştir. Uygulamada endekslerin 04/01/2007-31/12/2009 dönemine ait günlük kapanış değerleri kullanılarak hesaplanan getiri serisi ile incelemeler yapılmıştır. Bu kapsamda finansal zaman serilerinin sahip olduğu asimetri, kaldıraç etkisi, kalın kuyruk vb. özellikler incelenmiş, zaman serilerinde ortaya çıkan değişen varyans, piyasalara yansıyan bilgilere simetrik tepki vermeme gibi sorunlar ve

çözümleri araştırılmıştır. Yapılan istatistiksel ve ekonometrik hesaplamalar sonucunda endeksler ile ilgili ulaşılan sonuçlar aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

	XU030	XU050	XU100
Çarpıklık Katsayısı	0,113982	0,053608	0,008075
Basıklık Katsayısı	5,690093	5,655059	5,858296
Jarque-Bera Değeri	227,1604	220,0626	254,6353
ARMA(p,q) Modeli	ARMA(4,4)	ARMA(4,4)	ARMA(4,4)
ARCH(p)-GARCH(p,q) Modeli	GARCH(1,1)	ARCH(1)	GARCH(3,1)
EGARCH Modeli	EGARCH(3,3)	EGARCH(1,3)	EGARCH(2,3)
ARCH-GARCH Modeli Theil U Değeri	0.908132	0.915417	0.917358
EGARCH Modeli Theil U Değeri	0.925727	0,911705	0.916324
Volatilite Kalıcılığı	0.869474	0.952696	0.90041

Tablo 30: Endekslerin İstatistiksel Sonuçları ve Volatilite Modelleri Karşılaştırılması

Tablo 30'daki sonuçlara göre her üç endekse ait finansal zaman serisi de sağa çarpık, normalden daha dik ve normal olmayan bir dağılıma sahiptir. Bununla birlikte çarpıklık katsayılarına göre ortalamadan en çok sapan XU030 endeksi, basıklık katsayılarına göre en sivri (normal dağılıma göre) dağılıma sahip olan XU100 endeksi ve Jarque-Bera değerlerine göre de normal dağılımdan en çok uzaklaşan XU100 endeksi zaman serileri olmuştur. Yani her üç endeksin zaman serilerinde de asimetrik hareketler ve kaldıraç etkileri gözlemlenmiştir.

Zaman serilerinde tespit edilen özellikleri modelleyebilecek en uygun koşullu ortalama modeli ARMA(4,4) Modeli olarak bulunmuştur. ARMA(4,4) modeline yapılan test sonuçları modelin hata teriminin saf hata terimi özelliği göstermediğine, yani seride değişen varyans sorununun varlığına işaret etmiştir. Zaman içerisinde değişen varyansa sahip zaman serilerinde volatilitenin modellenmesi için klasik yöntemler yerine farklı Otoregresif Koşullu Hareketli Ortalama Modelleri

kurulmuştur. Alternatif modeller içerisinde model belirleme kriterleri baz alınarak serideki asimetrik hareketleri modelleyebilen en uygun model ARCH(p) ve GARCH(p,q) modelleri arasından seçilmiştir. Buna göre XU030 endeksi için GARCH(1,1) modeli, XU050 endeksi için ARCH(1) modeli ve XU100 endeksi için de GARCH(3,1) modeli en uygun model olarak bulunmuştur. Diğer taraftan serilerin sahip olduğu kaldıraç etkisi özelliğini modelleyebilmek için ise farklı EGARCH(p,q) modelleri kurulmuş ve bunlar arasından XU030 endeksi için EGARCH(3,3) modeli, XU050 endeksi için EGARCH(1,3) modeli ve XU100 endeksi için de EGARCH(2,3) modeli model değerlendirme kriterlerine göre en uygun model olarak seçilmiştir.

İnceleme kapsamındaki finansal zaman serilerindeki koşullu değişen varyansı modellediği düşünülen modellerin öngörü performanslarının değerlendirilebilmesi için bu modeller kullanılarak tahminler yapılmış ve tahminlere ilişkin öngörü hatası istatistikleri hesaplanmıştır. Tahminlerin yapılması sırasında dinamik öngörü yöntemi uygulanmıştır. Buna göre sonraki dönemler için tahmin değerleri denklemin tahmin ettiği veriler baz alınarak yapılmaktadır. Örneğin 3. Gün için bir öngörü yapılacaksa kullanılacak veriler 1. ve 2. Güne ait olan gerçekleşmiş tarihi veriler değil denklemin tahmin ettiği veriler olmaktadır. Modellerin öngörü performansları Theil U öngörü hatası istatistik kriterine göre değerlendirildiği takdirde her üç endeks için de EGARCH(p,q) modellerinin en iyi performansa sahip olduğu gözlemlenmiştir. Diğer yandan EGARCH(p,q) modellerinin β parametreleri toplamına göre zaman serilerindeki volatilitenin kalıcılığı incelenmiştir. β parametreleri toplamı 1'e yaklaştıkça volatilitenin kalıcılığı artmaktadır. O halde tablo 30'da görüldüğü gibi XU050 endeksine ait getiri serisi volatilitesi diğer endekslere göre zaman içerisinde daha kalıcı (ısrarcı) olmaktadır. Yani piyasalarda

oluşan şoklar sırasında XU050 endeksi volatilitesi XU030 ve XU100 endeksi volatilitelere göre daha kalıcıdır.

E K L E R

EK 1: XU100 Endeksi Günlük Kapanış Değerleri ve Getirisi

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
31.12.2006	39117,46	
04.01.2007	39006,27	-0,002846512
05.01.2007	38435,15	-0,014749997
08.01.2007	37832,05	-0,015815779
09.01.2007	37083,09	-0,019995556
10.01.2007	36629,89	-0,012296497
11.01.2007	37640,38	0,027212837
12.01.2007	38138,21	0,013139256
15.01.2007	39042,95	0,023445655
16.01.2007	38888,47	-0,003964517
17.01.2007	39218,09	0,008440314
18.01.2007	40256,29	0,026128145
19.01.2007	40201,14	-0,001370912
22.01.2007	41246,95	0,025681817
23.01.2007	41250,09	7,61239E-05
24.01.2007	42035,52	0,018861681
25.01.2007	42122,68	0,002071338
26.01.2007	41846,38	-0,006581019
29.01.2007	41397,38	-0,0107877
30.01.2007	41357,49	-0,000964052
31.01.2007	41182,55	-0,004238919
01.02.2007	42301,96	0,026818798
02.02.2007	43112,53	0,018980253
05.02.2007	42700,51	-0,00960281
06.02.2007	42501,42	-0,004673377
07.02.2007	42099,02	-0,009513025
08.02.2007	41645,21	-0,010838107
09.02.2007	42185,46	0,012889256
12.02.2007	42025,89	-0,003789755
13.02.2007	42551,57	0,012430895
14.02.2007	43256,3	0,016426135
15.02.2007	43813,73	0,012804351
16.02.2007	43636,19	-0,004060387
19.02.2007	44252,94	0,014034958
20.02.2007	44061,48	-0,004335879
21.02.2007	42888,58	-0,026980341
22.02.2007	43829,12	0,021692847
23.02.2007	43591,72	-0,005431213
26.02.2007	43736,78	0,003322172
27.02.2007	41773,98	-0,045915738
28.02.2007	41430,99	-0,008244506
01.03.2007	39588,24	-0,045497047
02.03.2007	40550,34	0,024012061
05.03.2007	39729,4	-0,020452697
06.03.2007	40230,78	0,012540907
07.03.2007	40406,51	0,004358536
08.03.2007	41406,85	0,024455415

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
09.03.2007	42056,32	0,015563346
12.03.2007	41978,34	-0,001855901
13.03.2007	41665,97	-0,007469042
14.03.2007	40501,85	-0,028337076
15.03.2007	41195,2	0,016974093
16.03.2007	41819,84	0,015049123
19.03.2007	41922,21	0,00244489
20.03.2007	41817,66	-0,00249702
21.03.2007	42419,39	0,014286831
22.03.2007	43239,83	0,019156492
23.03.2007	43408,71	0,003898051
26.03.2007	43263,64	-0,003347553
27.03.2007	43097,1	-0,00385685
28.03.2007	43079,51	-0,000408231
29.03.2007	43666,17	0,013526182
30.03.2007	43661,12	-0,000115657
02.04.2007	43542,2	-0,002727421
03.04.2007	44309,25	0,017462876
04.04.2007	44660,68	0,007900014
05.04.2007	45714,06	0,023312437
06.04.2007	45845,24	0,002865467
09.04.2007	45889,23	0,000959072
10.04.2007	45339,77	-0,012045877
11.04.2007	46105,8	0,016754183
12.04.2007	45566,09	-0,011774956
13.04.2007	46044,18	0,010437571
16.04.2007	46697,07	0,014080051
17.04.2007	46621,49	-0,001619828
18.04.2007	45634,02	-0,021408103
19.04.2007	46308,09	0,014663185
20.04.2007	47355,82	0,022373051
24.04.2007	47014,9	-0,007225154
25.04.2007	48032,72	0,021417873
26.04.2007	47826,05	-0,004311975
27.04.2007	46861,31	-0,020378082
30.04.2007	44984,45	-0,040875514
01.05.2007	43529,49	-0,032878235
02.05.2007	44256,13	0,016555253
03.05.2007	45077,67	0,018393109
04.05.2007	44818,05	-0,005776042
07.05.2007	44681,09	-0,00306059
08.05.2007	44707,31	0,000586653
09.05.2007	45102,68	0,008804645
10.05.2007	45055,57	-0,001045051
11.05.2007	44820,76	-0,005225192
14.05.2007	45142,17	0,007145418
15.05.2007	44897,67	-0,005430943

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
16.05.2007	45539,69	0,014198353
17.05.2007	45860,04	0,007009896
18.05.2007	46073,29	0,00463924
21.05.2007	46209,06	0,002942493
22.05.2007	46369,23	0,00346021
23.05.2007	46424,71	0,001195768
24.05.2007	46237,07	-0,004050003
25.05.2007	46194,27	-0,000926093
28.05.2007	46927,81	0,015754699
29.05.2007	47003,04	0,001601817
30.05.2007	46274,69	-0,015617121
31.05.2007	47081,49	0,017284771
01.06.2007	46490,14	-0,012639683
04.06.2007	46111,14	-0,008185678
05.06.2007	46451,59	0,007356126
06.06.2007	45861,01	-0,012795394
07.06.2007	44843,86	-0,022428622
08.06.2007	44332,44	-0,011469989
11.06.2007	44893,7	0,012580784
12.06.2007	44371,97	-0,011689509
13.06.2007	44629,52	0,00578756
14.06.2007	44675,54	0,001030625
15.06.2007	45971,8	0,028602017
18.06.2007	46367,59	0,008572559
19.06.2007	46231,77	-0,0029335
20.06.2007	46251,18	0,000419753
21.06.2007	45952,39	-0,006481117
22.06.2007	45705,1	-0,005395971
25.06.2007	45417,05	-0,006322304
26.06.2007	46010,13	0,012974004
27.06.2007	45161,75	-0,0186111
28.06.2007	46181,38	0,022326197
29.06.2007	47093,67	0,019561911
02.07.2007	47730,53	0,013432638
03.07.2007	48680,3	0,019703196
04.07.2007	49476,29	0,016219134
05.07.2007	49850,05	0,007525934
06.07.2007	49895,33	0,000907912
09.07.2007	51281,85	0,027409477
10.07.2007	50557,62	-0,014223212
11.07.2007	50055,54	-0,009980487
12.07.2007	52005,8	0,038222062
13.07.2007	52086,68	0,001554003
16.07.2007	51774,43	-0,006012856
17.07.2007	51643,83	-0,002525668
18.07.2007	51111,99	-0,010351623
19.07.2007	53325,29	0,042391595

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
20.07.2007	52935,75	-0,007331789
23.07.2007	55625,44	0,049561737
24.07.2007	54930,74	-0,012567532
25.07.2007	54831,94	-0,001800248
26.07.2007	52512,38	-0,04322392
27.07.2007	51561,91	-0,01826573
30.07.2007	51459,22	-0,001993572
31.07.2007	52824,89	0,026192832
01.08.2007	51299,3	-0,029305374
02.08.2007	51393,57	0,001835961
03.08.2007	50716,44	-0,013262949
06.08.2007	50429,89	-0,005666064
07.08.2007	50708,22	0,005503973
08.08.2007	52070,55	0,026511502
09.08.2007	49974,83	-0,041080051
10.08.2007	49186,43	-0,015901706
13.08.2007	50272,52	0,021840833
14.08.2007	49880,9	-0,007820442
15.08.2007	47714,12	-0,044410793
16.08.2007	44473,3	-0,070338362
17.08.2007	46576,86	0,046214842
20.08.2007	46148,81	-0,009232676
21.08.2007	45264,96	-0,019337952
22.08.2007	46881,96	0,03509973
23.08.2007	47388,6	0,01074874
24.08.2007	46823,97	-0,011986442
27.08.2007	47914,42	0,023021252
28.08.2007	47750,68	-0,003423195
29.08.2007	48082,17	0,006918115
31.08.2007	50198,6	0,043075716
03.09.2007	49936,94	-0,005226128
04.09.2007	50032,59	0,001913584
05.09.2007	49421,38	-0,012291469
06.09.2007	49601,39	0,003635733
07.09.2007	49050,42	-0,011170109
10.09.2007	48548,93	-0,010276593
11.09.2007	49296,18	0,015274438
12.09.2007	49233,05	-0,001281447
13.09.2007	49680,51	0,009047557
14.09.2007	50620,91	0,018752029
17.09.2007	50536,54	-0,001668093
18.09.2007	50500,93	-0,000704887
19.09.2007	53884,08	0,064843321
20.09.2007	53543,06	-0,006348883
21.09.2007	53882,14	0,006312879
24.09.2007	53580,7	-0,00561014
25.09.2007	52893,17	-0,01291471

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
26.09.2007	54245,83	0,025251904
27.09.2007	54390,2	0,002657867
28.09.2007	54044,22	-0,00638139
01.10.2007	54198,04	0,002842145
02.10.2007	54733,3	0,009827554
03.10.2007	54164,9	-0,010439202
04.10.2007	54915,9	0,013769827
05.10.2007	56792,97	0,033609626
08.10.2007	56279,09	-0,009089488
09.10.2007	57910,57	0,028576861
10.10.2007	57418,04	-0,008541384
15.10.2007	58231,9	0,014074775
16.10.2007	57185,37	-0,018135218
17.10.2007	57931,92	0,012970432
18.10.2007	56268,18	-0,029139339
19.10.2007	55486,84	-0,013983313
22.10.2007	53969,78	-0,027721615
23.10.2007	55752,22	0,03249297
24.10.2007	55638,88	-0,002034993
25.10.2007	55728,6	0,001611243
26.10.2007	56446,59	0,012801401
30.10.2007	56774,27	0,005788349
31.10.2007	57615,72	0,014712217
01.11.2007	57371,31	-0,004251095
02.11.2007	56855,06	-0,00903913
05.11.2007	56064,31	-0,014005798
06.11.2007	56905,99	0,014901183
07.11.2007	56076,44	-0,014684848
08.11.2007	55160,75	-0,01646411
09.11.2007	53689,08	-0,027042021
12.11.2007	54084,03	0,007329319
13.11.2007	54719,01	0,011672233
14.11.2007	55664,9	0,017138606
15.11.2007	54743,01	-0,016700097
16.11.2007	54304,47	-0,008043145
19.11.2007	53262,9	-0,019366515
20.11.2007	53577,76	0,005894028
21.11.2007	52615,59	-0,018121593
22.11.2007	52199,33	-0,007942804
23.11.2007	52331,29	0,002524812
26.11.2007	52682,48	0,006688481
27.11.2007	51452,32	-0,023627399
29.11.2007	53181,19	0,033049209
30.11.2007	54213,82	0,019231095
03.12.2007	54320,04	0,001957362
04.12.2007	54013,3	-0,005662907
05.12.2007	55521,18	0,027534257

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
06.12.2007	56186,89	0,011918886
07.12.2007	56490,57	0,005390266
10.12.2007	56518,62	0,00049642
11.12.2007	56271,27	-0,004386038
12.12.2007	56766,22	0,008757328
13.12.2007	55239	-0,027272205
14.12.2007	54911,71	-0,005942603
17.12.2007	53603,43	-0,024113564
18.12.2007	54223,58	0,011502811
24.12.2007	55510,46	0,023455602
25.12.2007	55380,65	-0,002341217
26.12.2007	55373,17	-0,000135074
27.12.2007	55233	-0,00253458
28.12.2007	55698,42	0,00839118
31.12.2007	55538,13	-0,002881968
02.01.2008	54708,42	-0,015052184
03.01.2008	53541,27	-0,02156487
04.01.2008	52529,88	-0,019070608
07.01.2008	52569,54	0,000754714
08.01.2008	53235,93	0,01259668
09.01.2008	52730,72	-0,009535336
10.01.2008	52351,01	-0,007226978
11.01.2008	51920,59	-0,008255794
14.01.2008	51480,89	-0,008504765
15.01.2008	50377,34	-0,0216692
16.01.2008	49093,83	-0,025808106
17.01.2008	48902,75	-0,003899733
18.01.2008	48657,46	-0,005028495
21.01.2008	45544,08	-0,066124489
22.01.2008	44593,71	-0,021087831
23.01.2008	42539,49	-0,047159997
24.01.2008	45010,73	0,056468085
25.01.2008	45497,24	0,010750759
28.01.2008	43706,68	-0,040150714
29.01.2008	44572,7	0,019620613
30.01.2008	44304,44	-0,006036666
31.01.2008	42697,56	-0,036943122
01.02.2008	44452,08	0,040269979
04.02.2008	45719,91	0,028122115
05.02.2008	44350,78	-0,030403574
06.02.2008	43317,49	-0,023573816
07.02.2008	41866,42	-0,034072406
08.02.2008	41957,86	0,002181708
11.02.2008	41342,84	-0,014766531
12.02.2008	43539,85	0,05177736
13.02.2008	44752,46	0,027469805
14.02.2008	45493,66	0,01642656

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
15.02.2008	44305,27	-0,026469344
18.02.2008	45741,67	0,031906067
19.02.2008	46249,27	0,011035981
20.02.2008	45876,74	-0,008087445
21.02.2008	46446,64	0,012345892
22.02.2008	45592,48	-0,018561336
25.02.2008	44894,96	-0,015417252
26.02.2008	45524,52	0,013925543
27.02.2008	46260,3	0,01603306
28.02.2008	45823,3	-0,009491446
29.02.2008	44776,88	-0,023100761
03.03.2008	43343,59	-0,032533109
04.03.2008	42923,03	-0,009750314
05.03.2008	43468,03	0,012617214
06.03.2008	42523,85	-0,02196063
07.03.2008	41537,22	-0,023475202
10.03.2008	41534,89	-5,60958E-05
11.03.2008	43318,03	0,042035149
12.03.2008	44248,15	0,021244617
13.03.2008	42421,93	-0,042148117
14.03.2008	42585,91	0,003858002
17.03.2008	39409,41	-0,077518827
18.03.2008	40720,27	0,032721383
19.03.2008	40907	0,004575195
20.03.2008	39847,79	-0,026234252
21.03.2008	39719,08	-0,003235269
24.03.2008	41143,6	0,03523671
25.03.2008	40992,42	-0,003681215
26.03.2008	40658,47	-0,008179993
27.03.2008	40634,89	-0,000580121
28.03.2008	39501,17	-0,028296765
31.03.2008	39015,44	-0,012372827
01.04.2008	40674,17	0,041635782
02.04.2008	40985,2	0,007617779
03.04.2008	40160,13	-0,020336313
04.04.2008	41362,71	0,029505038
07.04.2008	42277,15	0,021867001
08.04.2008	42170,18	-0,002533415
09.04.2008	42900,49	0,017169912
10.04.2008	42096,46	-0,018919596
11.04.2008	41980,11	-0,002767717
14.04.2008	41747,3	-0,005561156
15.04.2008	41584,13	-0,003916174
16.04.2008	41555,97	-0,000677411
17.04.2008	41601,82	0,001102723
18.04.2008	42641,06	0,024673723
21.04.2008	43065,24	0,009898536

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
22.04.2008	42827,71	-0,005530852
24.04.2008	43190,25	0,008429452
25.04.2008	43593,8	0,009300163
28.04.2008	43613,96	0,000462344
29.04.2008	43054,48	-0,012910992
30.04.2008	43468,12	0,009561505
01.05.2008	42664,37	-0,01866365
02.05.2008	43425,85	0,01769074
05.05.2008	43457,86	0,000736847
06.05.2008	42896,17	-0,013009188
07.05.2008	43272,46	0,00873386
08.05.2008	42310,37	-0,022484195
09.05.2008	42034,7	-0,006536742
12.05.2008	41638,52	-0,009469767
13.05.2008	41831,11	0,004614621
14.05.2008	42522,74	0,016398671
15.05.2008	42624,17	0,002382472
16.05.2008	42498,82	-0,002945152
20.05.2008	41296,5	-0,02869856
21.05.2008	41011,25	-0,006931331
22.05.2008	40752,45	-0,006330459
23.05.2008	39960,99	-0,019612232
26.05.2008	39439,35	-0,013139679
27.05.2008	40189,29	0,018836493
28.05.2008	39384,87	-0,02021881
29.05.2008	39086,47	-0,007605361
30.05.2008	39969,63	0,022343544
02.06.2008	40121,15	0,003783711
03.06.2008	40451,73	0,008205785
04.06.2008	39832,1	-0,015436292
05.06.2008	40463,96	0,015738582
06.06.2008	39645,54	-0,020433244
09.06.2008	39061,71	-0,014835754
10.06.2008	38655,1	-0,010463984
11.06.2008	38238,42	-0,01083795
12.06.2008	38593,64	0,009246727
13.06.2008	38295,72	-0,007749355
16.06.2008	38465,62	0,004426715
17.06.2008	38724,11	0,006697548
18.06.2008	38136,78	-0,015283233
19.06.2008	38006,96	-0,00340987
20.06.2008	37912,85	-0,002479196
23.06.2008	37583,67	-0,008720457
24.06.2008	37275,88	-0,008223179
25.06.2008	37572,64	0,007929657
26.06.2008	36578,95	-0,026803188
27.06.2008	35829,4	-0,020704153

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
30.06.2008	35089,53	-0,02086599
01.07.2008	33208,24	-0,055104757
02.07.2008	33566,4	0,010727529
03.07.2008	33919,76	0,010472169
04.07.2008	34300,37	0,011158406
07.07.2008	35010,04	0,020478736
08.07.2008	34894,68	-0,003300495
09.07.2008	35603,27	0,020103106
10.07.2008	35574,64	-0,000804463
11.07.2008	35006,46	-0,016100409
14.07.2008	35826,27	0,023148807
15.07.2008	35254,97	-0,016074911
16.07.2008	36374,36	0,031257619
17.07.2008	37695,26	0,035670226
18.07.2008	37946,57	0,006644761
21.07.2008	38703,75	0,019757377
22.07.2008	37616,17	-0,028502483
23.07.2008	38555,56	0,024666307
24.07.2008	38944,38	0,010034156
25.07.2008	37556,95	-0,036276027
28.07.2008	38120,94	0,01490529
29.07.2008	39153,74	0,02673221
30.07.2008	41342,3	0,054390241
31.07.2008	42200,75	0,020551805
01.08.2008	42984,66	0,018405314
04.08.2008	43259,37	0,006370549
05.08.2008	42237,74	-0,023899723
06.08.2008	42075,85	-0,003840192
07.08.2008	41627,66	-0,010709092
08.08.2008	40949,91	-0,016415238
11.08.2008	41733,27	0,01894904
12.08.2008	41461,84	-0,006525166
13.08.2008	41253,85	-0,005029044
14.08.2008	41710,52	0,011008933
15.08.2008	42194,42	0,01153461
18.08.2008	41946,9	-0,005883452
19.08.2008	40488,11	-0,035396182
20.08.2008	39801,34	-0,017107771
21.08.2008	39569,58	-0,005839939
22.08.2008	40894,27	0,032929314
25.08.2008	40691,5	-0,00497073
26.08.2008	40097,46	-0,014706235
27.08.2008	39576,03	-0,013089359
28.08.2008	40149,97	0,014398061
29.08.2008	39844,48	-0,007637817
01.09.2008	39456,77	-0,009778234
02.09.2008	40437,07	0,024541296

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
03.09.2008	40328,52	-0,002688028
04.09.2008	39556,37	-0,019332168
05.09.2008	39115,63	-0,011204612
08.09.2008	40517,08	0,035201482
09.09.2008	40124,57	-0,009734749
10.09.2008	39294,96	-0,020892599
11.09.2008	37388,13	-0,049742992
12.09.2008	37033,87	-0,009520375
15.09.2008	35081,44	-0,054160684
16.09.2008	33736,35	-0,039096325
17.09.2008	32727,57	-0,030358049
18.09.2008	32216,43	-0,015741271
19.09.2008	36370,16	0,121272087
22.09.2008	36183,62	-0,005142128
23.09.2008	35454,17	-0,020365654
24.09.2008	35177,11	-0,00784529
25.09.2008	36361,84	0,033124286
26.09.2008	36556,61	0,005342145
03.10.2008	34553	-0,056367641
06.10.2008	31574,74	-0,090136943
07.10.2008	31561,87	-0,000407687
08.10.2008	30772,63	-0,025324088
09.10.2008	30878,71	0,003441291
10.10.2008	28495,93	-0,08030568
13.10.2008	28961,94	0,016221284
14.10.2008	30536,15	0,052928673
15.10.2008	29443,71	-0,036430923
16.10.2008	27600,71	-0,064638808
17.10.2008	25870,17	-0,06475093
20.10.2008	26763,55	0,03395032
21.10.2008	26723,3	-0,001505043
22.10.2008	25624,27	-0,041995895
23.10.2008	25040,81	-0,023033055
24.10.2008	24176,68	-0,035118362
27.10.2008	24336,73	0,0065982
30.10.2008	26733,49	0,093930355
31.10.2008	27832,93	0,040302766
03.11.2008	27987,65	0,005543489
04.11.2008	29343,35	0,047302603
05.11.2008	27855,92	-0,052020434
06.11.2008	27373,73	-0,017461717
07.11.2008	26648,17	-0,026863314
10.11.2008	26797,9	0,005603046
11.11.2008	25889,18	-0,034498405
12.11.2008	25342,5	-0,021342293
13.11.2008	25099,98	-0,009615779
14.11.2008	25425,26	0,012876119

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
17.11.2008	24046,5	-0,055753712
18.11.2008	23495,05	-0,023199695
19.11.2008	21929,27	-0,068967487
20.11.2008	21228,27	-0,03248849
21.11.2008	21965,96	0,034160198
24.11.2008	24137,02	0,094252779
25.11.2008	24424,59	0,01184365
26.11.2008	24408,58	-0,000655702
27.11.2008	25383,43	0,039161889
28.11.2008	25714,98	0,012977103
01.12.2008	24331,78	-0,055290387
02.12.2008	24425,48	0,003843535
03.12.2008	23936,73	-0,02021275
04.12.2008	24670,97	0,030213149
05.12.2008	24034,7	-0,026128629
12.12.2008	24936,93	0,036851218
15.12.2008	25598,47	0,026182747
16.12.2008	26395,82	0,03067308
17.12.2008	26765,07	0,013892015
18.12.2008	26395,5	-0,013904138
19.12.2008	26205,4	-0,007228045
22.12.2008	26199	-0,000244254
23.12.2008	26294,15	0,003625239
24.12.2008	26054,96	-0,009138328
25.12.2008	26059,14	0,000160417
26.12.2008	26498,96	0,016736917
29.12.2008	26423,64	-0,002846423
30.12.2008	26411,09	-0,000475066
31.12.2008	26864,07	0,017005708
02.01.2009	27005,63	0,005255657
05.01.2009	27988,65	0,035753708
06.01.2009	28709,41	0,025425873
07.01.2009	27892,65	-0,02886173
08.01.2009	26210,37	-0,062208079
09.01.2009	26470,08	0,009859905
12.01.2009	25708,56	-0,029191028
13.01.2009	26108,72	0,015445348
14.01.2009	25055,71	-0,041167612
15.01.2009	25072,3	0,000661905
16.01.2009	25630,96	0,022037345
19.01.2009	25055,88	-0,022692465
20.01.2009	24714,74	-0,013708704
21.01.2009	24736,12	0,000864697
22.01.2009	24641,93	-0,00381506
23.01.2009	24781,83	0,00566126
26.01.2009	25970	0,046831302
27.01.2009	25798,26	-0,006634978

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
28.01.2009	26705,62	0,034566982
29.01.2009	26162,99	-0,020528213
30.01.2009	25934,37	-0,008776701
02.02.2009	25270,81	-0,025919141
03.02.2009	25659,9	0,015279487
04.02.2009	26141,06	0,018577796
05.02.2009	25774,21	-0,014132879
06.02.2009	26735,21	0,036607044
09.02.2009	27040,47	0,011353209
10.02.2009	25966,12	-0,040542021
11.02.2009	25398,42	-0,022105644
12.02.2009	25023,08	-0,014888368
13.02.2009	25199,53	0,007026745
16.02.2009	24911,52	-0,011494996
17.02.2009	23907,55	-0,041136038
18.02.2009	23844,72	-0,002631499
19.02.2009	24439,91	0,024654643
20.02.2009	23579,48	-0,03584061
23.02.2009	23991,03	0,017303168
24.02.2009	24032,46	0,001725406
25.02.2009	24152,34	0,004975853
26.02.2009	24168,57	0,000671759
27.02.2009	24026,59	-0,005891895
02.03.2009	23699,93	-0,013689039
03.03.2009	23751,96	0,002192959
04.03.2009	23940,66	0,007913215
05.03.2009	23035,95	-0,03852223
06.03.2009	23220,02	0,007958798
09.03.2009	23054,97	-0,007133473
10.03.2009	23315,43	0,011234009
11.03.2009	23282,57	-0,001410361
12.03.2009	23539,49	0,010974424
13.03.2009	23615,25	0,003213253
16.03.2009	23620,31	0,000214245
17.03.2009	23452,76	-0,00711875
18.03.2009	23497,17	0,001891803
19.03.2009	23968,83	0,019874248
20.03.2009	24038,89	0,002918699
23.03.2009	24919,26	0,035968063
24.03.2009	25001,59	0,003298424
25.03.2009	25536,39	0,021165071
26.03.2009	25409,83	-0,004968387
27.03.2009	25697,25	0,011247875
30.03.2009	25143,61	-0,021780194
31.03.2009	25764,83	0,024406595
01.04.2009	25943,57	0,006913411
02.04.2009	26771,17	0,031401768

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
03.04.2009	26631,06	-0,005247358
06.04.2009	26650,66	0,000735712
07.04.2009	26377,63	-0,010297613
08.04.2009	27653,58	0,047238893
09.04.2009	28546,46	0,031777774
10.04.2009	28838,28	0,010170736
13.04.2009	28446,99	-0,013661316
14.04.2009	28160,8	-0,010111415
15.04.2009	28324,29	0,0057888
16.04.2009	29523,15	0,041454961
17.04.2009	29445,96	-0,002617982
20.04.2009	28548,43	-0,030954776
21.04.2009	28678,57	0,004548211
22.04.2009	28956,83	0,009655946
24.04.2009	29675,54	0,024517037
27.04.2009	29552,26	-0,004162916
28.04.2009	29189,01	-0,012367953
29.04.2009	30746,39	0,05198032
30.04.2009	31651,81	0,029022746
04.05.2009	32170,71	0,016261076
05.05.2009	33014,23	0,025882269
06.05.2009	33716,92	0,021061108
07.05.2009	32842,61	-0,026273031
08.05.2009	32805,72	-0,001123867
11.05.2009	32203,06	-0,018541411
12.05.2009	33043,28	0,025756738
13.05.2009	32828,9	-0,006508992
14.05.2009	33094,92	0,008070571
15.05.2009	33484,52	0,011703446
18.05.2009	33666,08	0,00540756
20.05.2009	35139,7	0,042840743
21.05.2009	34720,55	-0,011999815
22.05.2009	35014,5	0,008430531
25.05.2009	35407,68	0,011166484
26.05.2009	34860,56	-0,015572642
27.05.2009	35168,73	0,008801231
28.05.2009	35021,01	-0,004209168
29.05.2009	35002,99	-0,000514681
01.06.2009	36001,65	0,028131284
02.06.2009	35722,2	-0,007792426
03.06.2009	34932,23	-0,022362446
04.06.2009	34268,89	-0,019171953
05.06.2009	34750,19	0,013947094
08.06.2009	33655,59	-0,032005875
09.06.2009	33806,65	0,004478365
10.06.2009	34389,34	0,017089104
11.06.2009	34723,84	0,00967985

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
12.06.2009	34816,71	0,002670961
15.06.2009	34690,77	-0,003623787
16.06.2009	34537,04	-0,004441286
17.06.2009	34595,39	0,001688065
18.06.2009	35715,56	0,031866012
19.06.2009	35819,93	0,002917994
22.06.2009	35407,2	-0,011589253
23.06.2009	34909,06	-0,014168795
24.06.2009	35758,67	0,024046363
25.06.2009	36327,65	0,015786402
26.06.2009	36755,9	0,011719598
29.06.2009	36841,11	0,002315584
30.06.2009	36949,2	0,002929655
01.07.2009	37245,86	0,007996801
02.07.2009	37038,21	-0,005590715
03.07.2009	36797,55	-0,006518816
06.07.2009	36758,82	-0,00105307
07.07.2009	37212,46	0,012265455
08.07.2009	37155,95	-0,001519732
09.07.2009	36987,68	-0,004539036
10.07.2009	36780,49	-0,005617343
13.07.2009	37004,58	0,006074147
14.07.2009	36701,2	-0,008232237
15.07.2009	37914,02	0,032511512
16.07.2009	38156,32	0,006370441
17.07.2009	37726,69	-0,011323604
20.07.2009	38250,18	0,013780465
21.07.2009	38007,79	-0,006357127
22.07.2009	38189,08	0,004758472
23.07.2009	38901,97	0,018495281
24.07.2009	39395,38	0,012603659
27.07.2009	39840,52	0,011235934
28.07.2009	40001,65	0,004036218
29.07.2009	40376,64	0,009330697
30.07.2009	42182,11	0,043744798
31.07.2009	42641,26	0,010826132
03.08.2009	44613,74	0,045219554
04.08.2009	44696,51	0,001853539
05.08.2009	43899,44	-0,017993859
06.08.2009	43836,03	-0,001445482
07.08.2009	44767,58	0,021028135
10.08.2009	44685,62	-0,001832467
11.08.2009	43678,98	-0,02278477
12.08.2009	43889,75	0,004813828
13.08.2009	44484,23	0,013453937
14.08.2009	44302,92	-0,004084155
17.08.2009	44290,9	-0,000271351

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
18.08.2009	44233,36	-0,001299983
19.08.2009	45645	0,031414816
20.08.2009	46555,79	0,019757306
21.08.2009	47170,07	0,013108203
24.08.2009	47771,85	0,012676973
25.08.2009	48073,35	0,006291416
26.08.2009	46959,82	-0,023435627
27.08.2009	47383,77	0,008987423
28.08.2009	47559,69	0,003705789
31.08.2009	46551,19	-0,021432986
01.09.2009	46935,62	0,008224308
02.09.2009	45761,03	-0,02534402
03.09.2009	46146,03	0,008378078
04.09.2009	45160,51	-0,021587901
07.09.2009	45273,98	0,002509442
08.09.2009	44846,03	-0,009497407
09.09.2009	44585,14	-0,005834448
10.09.2009	44924,12	0,007574225
11.09.2009	46583,5	0,036271557
14.09.2009	46490,66	-0,001994969
15.09.2009	45911,46	-0,012536673
16.09.2009	46680,66	0,016615187
17.09.2009	46965,56	0,006084621
18.09.2009	47161,22	0,004157378
23.09.2009	47549,3	0,008195123
24.09.2009	47980,31	0,009023651
25.09.2009	47624,97	-0,007433515
28.09.2009	47815,93	0,004001644
29.09.2009	48364,83	0,011414049
30.09.2009	47910,3	-0,009442384
01.10.2009	47804,39	-0,002213036
02.10.2009	46856,94	-0,020018346
05.10.2009	47948,41	0,023026511
06.10.2009	49466,05	0,031160934
07.10.2009	49036,08	-0,008730222
08.10.2009	49879,86	0,01706096
09.10.2009	50217,5	0,006746257
12.10.2009	51002,98	0,015520491
13.10.2009	50071,55	-0,01843108
14.10.2009	51026,08	0,018883892
15.10.2009	51017,87	-0,000160911
16.10.2009	49790,74	-0,024346941
19.10.2009	50286,89	0,009915384
20.10.2009	51050,87	0,01507818
21.10.2009	51295,19	0,004774399
22.10.2009	51016,84	-0,005441211
23.10.2009	51380,65	0,007105868

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
26.10.2009	51230,09	-0,002934588
27.10.2009	50400,57	-0,01632457
30.10.2009	47184,71	-0,065932585
02.11.2009	47456,11	0,005735384
03.11.2009	46335,05	-0,02390659
04.11.2009	47281,44	0,020219135
05.11.2009	47298,04	0,000351028
06.11.2009	46969,89	-0,006962099
09.11.2009	47774,52	0,016985685
10.11.2009	48135,09	0,00751899
11.11.2009	48864	0,015029496
12.11.2009	48746,03	-0,002417171
13.11.2009	48441,9	-0,006258617
16.11.2009	48775,29	0,00685869
17.11.2009	47243,23	-0,031914469
18.11.2009	46419,87	-0,017581763
19.11.2009	46114,59	-0,006598214
20.11.2009	45230,95	-0,019347799
23.11.2009	45801,42	0,012533508
24.11.2009	45513,5	-0,00630611
25.11.2009	45538,66	0,00055265
01.12.2009	46083,95	0,011903098
02.12.2009	47898,19	0,038612983
03.12.2009	49677,2	0,036468359
04.12.2009	50101,98	0,008514453
07.12.2009	49915,76	-0,003723744
08.12.2009	49591,37	-0,006519958
09.12.2009	49184,95	-0,008229144
10.12.2009	49594,5	0,008292258
11.12.2009	49386,42	-0,004204453
14.12.2009	50198,39	0,016307467
15.12.2009	50449,52	0,004990278
16.12.2009	50817,25	0,007262631
17.12.2009	49963,21	-0,016948929
18.12.2009	50138,45	0,003501244
21.12.2009	51280,9	0,022530184
22.12.2009	51532,52	0,004894702
23.12.2009	51162,24	-0,007211305
24.12.2009	51460,7	0,00581665
25.12.2009	51661,33	0,003891123
28.12.2009	51619,41	-0,000811768
29.12.2009	51786,04	0,00322285
30.12.2009	51668,41	-0,002274045
31.12.2009	52825,02	0,022138372

EK 2: XU50 Endeksi Günlük Kapanış Değerleri ve Getirisi

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
31.12.2006	38834,76	
04.01.2007	38717,36	-0,003027644
05.01.2007	38113,46	-0,015720578
08.01.2007	37506,18	-0,016061781
09.01.2007	36746,07	-0,020474438
10.01.2007	36350,6	-0,010820571
11.01.2007	37352,75	0,027195827
12.01.2007	37877,32	0,013945979
15.01.2007	38819,75	0,024576622
16.01.2007	38646,42	-0,004474993
17.01.2007	38994,32	0,00896185
18.01.2007	40046,44	0,026623786
19.01.2007	40044,74	-4,24516E-05
22.01.2007	41132,28	0,026795886
23.01.2007	41154,8	0,000547352
24.01.2007	41983,53	0,019936832
25.01.2007	42053,31	0,001660701
26.01.2007	41761,05	-0,006974012
29.01.2007	41280,06	-0,011584512
30.01.2007	41246,36	-0,000816708
31.01.2007	41051,78	-0,00472867
01.02.2007	42193,2	0,027424874
02.02.2007	43056,53	0,020254833
05.02.2007	42631,86	-0,009912042
06.02.2007	42403,83	-0,005363173
07.02.2007	41959,35	-0,010537396
08.02.2007	41481,93	-0,011443382
09.02.2007	42012,31	0,01270476
12.02.2007	41848,6	-0,003904327
13.02.2007	42371,43	0,012415971
14.02.2007	43111,68	0,017319644
15.02.2007	43763,97	0,015016918
16.02.2007	43576	-0,004304336
19.02.2007	44221,9	0,014713601
20.02.2007	44045,64	-0,003993772
21.02.2007	42843,82	-0,027664958
22.02.2007	43810,65	0,022315528
23.02.2007	43534,22	-0,006329643
26.02.2007	43654,53	0,002759761
27.02.2007	41639,93	-0,047247494
28.02.2007	41277,45	-0,008743217
01.03.2007	39363,32	-0,047481928
02.03.2007	40418,92	0,026463574
05.03.2007	39610,46	-0,020204767
06.03.2007	40122,85	0,012852773
07.03.2007	40281,51	0,003946557
08.03.2007	41254,77	0,023874188

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
09.03.2007	41902,17	0,015570873
12.03.2007	41860,48	-0,000995432
13.03.2007	41530,34	-0,007917939
14.03.2007	40341,3	-0,029048486
15.03.2007	41042,26	0,017226509
16.03.2007	41675,62	0,015314038
19.03.2007	41719,92	0,001062407
20.03.2007	41626,07	-0,002252059
21.03.2007	42192,5	0,013515826
22.03.2007	43024,88	0,019536073
23.03.2007	43222,12	0,004573848
26.03.2007	43052,6	-0,003929777
27.03.2007	42906,28	-0,003404422
28.03.2007	42878,95	-0,000637173
29.03.2007	43459,24	0,013442458
30.03.2007	43397,24	-0,001427643
02.04.2007	43246,62	-0,003476765
03.04.2007	44061,48	0,018666851
04.04.2007	44394,21	0,007523124
05.04.2007	45477,84	0,024116119
06.04.2007	45619,47	0,003109425
09.04.2007	45661,72	0,000925711
10.04.2007	45072,84	-0,012980462
11.04.2007	45856,05	0,017227294
12.04.2007	45334,92	-0,011429546
13.04.2007	45804,52	0,01030518
16.04.2007	46488,51	0,014822409
17.04.2007	46428,82	-0,001284798
18.04.2007	45424,62	-0,021866138
19.04.2007	46136,37	0,015547327
20.04.2007	47174,34	0,022248525
24.04.2007	46844,59	-0,007014574
25.04.2007	47895,5	0,022186027
26.04.2007	47723,97	-0,003587767
27.04.2007	46761,08	-0,020382554
30.04.2007	44952,6	-0,039442632
01.05.2007	43423,7	-0,034603226
02.05.2007	44112,66	0,015741441
03.05.2007	44910,1	0,017915898
04.05.2007	44590,54	-0,007140985
07.05.2007	44404,45	-0,004182039
08.05.2007	44422,87	0,000414737
09.05.2007	44797,64	0,008401033
10.05.2007	44757,17	-0,000903804
11.05.2007	44529,51	-0,00509954
14.05.2007	44841,84	0,006989517
15.05.2007	44591,41	-0,005600393

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
16.05.2007	45255,5	0,01478297
17.05.2007	45577,15	0,007082285
18.05.2007	45763,45	0,004079243
21.05.2007	45887,59	0,002708973
22.05.2007	46081,55	0,004217943
23.05.2007	46133,86	0,001134518
24.05.2007	45958,45	-0,003809443
25.05.2007	45899,91	-0,001274571
28.05.2007	46645,15	0,0161058
29.05.2007	46690,63	0,000974546
30.05.2007	45971,03	-0,015532087
31.05.2007	46792,5	0,017711518
01.06.2007	46163,45	-0,013534574
04.06.2007	45772,13	-0,008512969
05.06.2007	46128,7	0,007759925
06.06.2007	45510,62	-0,013489611
07.06.2007	44475,59	-0,023005206
08.06.2007	43940,25	-0,012109743
11.06.2007	44520,4	0,013116755
12.06.2007	43985,8	-0,012080657
13.06.2007	44246,17	0,005901959
14.06.2007	44298,57	0,001183583
15.06.2007	45634,22	0,029705477
18.06.2007	45989,68	0,00775915
19.06.2007	45842,6	-0,003203234
20.06.2007	45858,2	0,000340237
21.06.2007	45554,06	-0,006654274
22.06.2007	45306,37	-0,005452112
25.06.2007	44983,86	-0,007143882
26.06.2007	45616,01	0,013954993
27.06.2007	44717,38	-0,019896511
28.06.2007	45781,72	0,023522644
29.06.2007	46742,95	0,020778557
02.07.2007	47414,05	0,014255156
03.07.2007	48446,83	0,02154831
04.07.2007	49250,45	0,016451597
05.07.2007	49656,38	0,008208377
06.07.2007	49628,2	-0,000567661
09.07.2007	51002,39	0,027313274
10.07.2007	50269,6	-0,014471974
11.07.2007	49767,57	-0,010036954
12.07.2007	51782,98	0,039697957
13.07.2007	51904,05	0,002335298
16.07.2007	51594,42	-0,005983295
17.07.2007	51534,56	-0,001160877
18.07.2007	50986,73	-0,010687248
19.07.2007	53330,97	0,04495181

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
20.07.2007	52941,72	-0,007325527
23.07.2007	55778,12	0,052189992
24.07.2007	55005,08	-0,013956133
25.07.2007	54807,72	-0,003594485
26.07.2007	52354,27	-0,04579756
27.07.2007	51290,31	-0,020531655
30.07.2007	51187,62	-0,00200414
31.07.2007	52642,49	0,028025882
01.08.2007	51088,5	-0,029964165
02.08.2007	51167,42	0,001543578
03.08.2007	50465	-0,013822975
06.08.2007	50194,49	-0,005374767
07.08.2007	50463,07	0,005336522
08.08.2007	51857,24	0,027252777
09.08.2007	49724,36	-0,041999605
10.08.2007	48898,25	-0,016753345
13.08.2007	50001,52	0,022311796
14.08.2007	49601,47	-0,008032935
15.08.2007	47426,43	-0,044840802
16.08.2007	44250,38	-0,069315709
17.08.2007	46421,87	0,047906725
20.08.2007	45957,36	-0,010056674
21.08.2007	45054,08	-0,019850464
22.08.2007	46674,7	0,035338716
23.08.2007	47214,12	0,011490738
24.08.2007	46601,4	-0,013062417
27.08.2007	47722,2	0,023766115
28.08.2007	47523,79	-0,004166271
29.08.2007	47868,25	0,007222018
31.08.2007	50108,48	0,04573781
03.09.2007	49810,16	-0,005971276
04.09.2007	49916,77	0,002138039
05.09.2007	49284,4	-0,012749417
06.09.2007	49473,28	0,003825125
07.09.2007	48892,28	-0,011813215
10.09.2007	48361,74	-0,010910506
11.09.2007	49133,21	0,015826176
12.09.2007	49076,89	-0,001146929
13.09.2007	49555,89	0,009712872
14.09.2007	50620,5	0,021255509
17.09.2007	50559,81	-0,001199641
18.09.2007	50541,33	-0,000365575
19.09.2007	54130,27	0,068602131
20.09.2007	53770,25	-0,006673209
21.09.2007	54077,33	0,005694719
24.09.2007	53747,58	-0,006116416
25.09.2007	53061,71	-0,012843067

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
26.09.2007	54475,95	0,026303744
27.09.2007	54609,2	0,002443047
28.09.2007	54178,76	-0,007913417
01.10.2007	54348,37	0,003125673
02.10.2007	54943,63	0,010893128
03.10.2007	54341,36	-0,011022119
04.10.2007	55133,18	0,014466081
05.10.2007	57131,62	0,035606016
08.10.2007	56551,16	-0,010212014
09.10.2007	58321,52	0,030825435
10.10.2007	57728,61	-0,010218259
15.10.2007	58671,09	0,01619421
16.10.2007	57523,35	-0,019756149
17.10.2007	58311,2	0,013603232
18.10.2007	56559,97	-0,030492694
19.10.2007	55642,07	-0,016361921
22.10.2007	54071,42	-0,028633805
23.10.2007	55961,08	0,034350684
24.10.2007	55850,3	-0,001981552
25.10.2007	55908,53	0,001042065
26.10.2007	56701,08	0,014076296
30.10.2007	57022	0,0056439
31.10.2007	57909,4	0,015442562
01.11.2007	57678,33	-0,003998181
02.11.2007	57072,81	-0,010553719
05.11.2007	56171,43	-0,015919556
06.11.2007	57031,37	0,015193203
07.11.2007	56101,66	-0,016436065
08.11.2007	55127,41	-0,01751835
09.11.2007	53563,15	-0,02878572
12.11.2007	54007,82	0,008267519
13.11.2007	54733,87	0,013353863
14.11.2007	55771,22	0,018775252
15.11.2007	54763,26	-0,018238435
16.11.2007	54300,87	-0,008479282
19.11.2007	53172,11	-0,021006238
20.11.2007	53554,93	0,007173845
21.11.2007	52605,03	-0,017896114
22.11.2007	52120,96	-0,009244571
23.11.2007	52261,52	0,002693174
26.11.2007	52655,94	0,007518708
27.11.2007	51297,39	-0,026139179
29.11.2007	53145,05	0,035385094
30.11.2007	54192,93	0,019525489
03.12.2007	54287,69	0,001747041
04.12.2007	53933,66	-0,006542725
05.12.2007	55563,42	0,029770298

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
06.12.2007	56338,47	0,013852534
07.12.2007	56612,32	0,004849024
10.12.2007	56663,89	0,000910518
11.12.2007	56458,19	-0,003636783
12.12.2007	57077,15	0,010903497
13.12.2007	55424,9	-0,02937491
14.12.2007	55040,08	-0,006967304
17.12.2007	53696,36	-0,024716432
18.12.2007	54347,33	0,012050271
24.12.2007	55587,71	0,022566647
25.12.2007	55426,04	-0,002912614
26.12.2007	55448,36	0,000402618
27.12.2007	55254,45	-0,003503257
28.12.2007	55717,56	0,008346477
31.12.2007	55548,77	-0,003033984
02.01.2008	54692,99	-0,015525826
03.01.2008	53467,13	-0,022668475
04.01.2008	52441,02	-0,019377963
07.01.2008	52454,41	0,000255302
08.01.2008	53119,24	0,012594786
09.01.2008	52611,35	-0,009607322
10.01.2008	52195,75	-0,007930802
11.01.2008	51739,05	-0,008788258
14.01.2008	51328,67	-0,00796335
15.01.2008	50262,85	-0,02098323
16.01.2008	48984,4	-0,025764356
17.01.2008	48792,95	-0,003916045
18.01.2008	48564,22	-0,004698789
21.01.2008	45497,07	-0,065239117
22.01.2008	44628,85	-0,019267417
23.01.2008	42538,67	-0,047966966
24.01.2008	45022,07	0,056739269
25.01.2008	45459,37	0,009666146
28.01.2008	43626,12	-0,041162906
29.01.2008	44499,84	0,01982954
30.01.2008	44173,78	-0,007354193
31.01.2008	42515,97	-0,03825163
01.02.2008	44344,62	0,042111624
04.02.2008	45613,83	0,028219566
05.02.2008	44194,09	-0,03161989
06.02.2008	43072,42	-0,025708185
07.02.2008	41558,51	-0,035780571
08.02.2008	41680,25	0,002925082
11.02.2008	41069,45	-0,014762859
12.02.2008	43376,53	0,054653975
13.02.2008	44605,78	0,027944936
14.02.2008	45354,55	0,016647055

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
15.02.2008	44106,5	-0,027903338
18.02.2008	45582,85	0,032924385
19.02.2008	46083,98	0,010933835
20.02.2008	45698,64	-0,008396846
21.02.2008	46260,98	0,012230303
22.02.2008	45391,98	-0,018963404
25.02.2008	44599,18	-0,017619964
26.02.2008	45234,4	0,014142386
27.02.2008	46035,13	0,017546941
28.02.2008	45554,41	-0,010497365
29.02.2008	44486,15	-0,023729531
03.03.2008	43020,09	-0,033510689
04.03.2008	42507,62	-0,011983862
05.03.2008	43092,4	0,013663293
06.03.2008	42138,49	-0,022385073
07.03.2008	41178,19	-0,023052828
10.03.2008	41132,72	-0,001104835
11.03.2008	43007,71	0,04457549
12.03.2008	43983,87	0,022443574
13.03.2008	42104,46	-0,043669302
14.03.2008	42289,31	0,004380662
17.03.2008	39126,3	-0,07773946
18.03.2008	40438,23	0,03298075
19.03.2008	40626,2	0,004637554
20.03.2008	39478,65	-0,028653159
21.03.2008	39359,1	-0,003032813
24.03.2008	40816,39	0,03635651
25.03.2008	40677,18	-0,003416469
26.03.2008	40352,21	-0,008021083
27.03.2008	40326,23	-0,000644038
28.03.2008	39201,11	-0,028297063
31.03.2008	38715,65	-0,012461152
01.04.2008	40430,03	0,043328915
02.04.2008	40798,45	0,009071265
03.04.2008	39983,49	-0,020177472
04.04.2008	41275,58	0,031804423
07.04.2008	42245,78	0,023233425
08.04.2008	42133,87	-0,002652537
09.04.2008	42886,75	0,01771099
10.04.2008	41983,51	-0,021285998
11.04.2008	41854,7	-0,003072826
14.04.2008	41648,97	-0,004927458
15.04.2008	41463,31	-0,004467699
16.04.2008	41384,3	-0,001907358
17.04.2008	41383,9	-9,66555E-06
18.04.2008	42464,67	0,02578052
21.04.2008	42869,19	0,00948095

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
22.04.2008	42557,72	-0,007292114
24.04.2008	42856,2	0,006989053
25.04.2008	43290,78	0,010089354
28.04.2008	43329,31	0,000889632
29.04.2008	42768,33	-0,013031436
30.04.2008	43198,66	0,010011601
01.05.2008	42297,78	-0,021074874
02.05.2008	43084,76	0,018434736
05.05.2008	43025,67	-0,001372424
06.05.2008	42443,56	-0,013621721
07.05.2008	42801,98	0,00840917
08.05.2008	41749,8	-0,024889702
09.05.2008	41467,08	-0,006794801
12.05.2008	41059,34	-0,009881522
13.05.2008	41244,76	0,004505737
14.05.2008	41996,08	0,018052206
15.05.2008	42155,76	0,003795049
16.05.2008	42021,53	-0,003189224
20.05.2008	40741,5	-0,030934877
21.05.2008	40411,16	-0,008141245
22.05.2008	40065,32	-0,008594862
23.05.2008	39222,88	-0,021250872
26.05.2008	38598,86	-0,016037508
27.05.2008	39390,38	0,020298882
28.05.2008	38564,22	-0,02119672
29.05.2008	38247,3	-0,008251934
30.05.2008	39193,63	0,024441264
02.06.2008	39389,04	0,004973371
03.06.2008	39701,48	0,007900862
04.06.2008	39107,67	-0,015069855
05.06.2008	39778,29	0,017002675
06.06.2008	38979,94	-0,020274131
09.06.2008	38399,7	-0,014997508
10.06.2008	37965,66	-0,01136758
11.06.2008	37580,55	-0,010195438
12.06.2008	37909,87	0,008724871
13.06.2008	37616,91	-0,007757817
16.06.2008	37886,32	0,007136414
17.06.2008	38168,33	0,007416017
18.06.2008	37484,38	-0,018081801
19.06.2008	37330,48	-0,004114162
20.06.2008	37206,06	-0,0033385
23.06.2008	36901,61	-0,00821647
24.06.2008	36522,23	-0,010334065
25.06.2008	36853,3	0,009024051
26.06.2008	35826,4	-0,028260115
27.06.2008	35050,5	-0,021895173

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
30.06.2008	34229,23	-0,023709921
01.07.2008	32353,9	-0,056345387
02.07.2008	32751,76	0,012222131
03.07.2008	33119,81	0,011174892
04.07.2008	33493,14	0,011209049
07.07.2008	34243,86	0,022166637
08.07.2008	34084,25	-0,004671878
09.07.2008	34817,54	0,021285882
10.07.2008	34771,26	-0,001330099
11.07.2008	34229,04	-0,015716777
14.07.2008	35065,73	0,024149894
15.07.2008	34523,61	-0,015580862
16.07.2008	35682,47	0,033016094
17.07.2008	37049,56	0,037596944
18.07.2008	37276,87	0,006116551
21.07.2008	38065,01	0,02092246
22.07.2008	36949,49	-0,029743643
23.07.2008	37923,74	0,026025456
24.07.2008	38357,21	0,011365214
25.07.2008	36911,72	-0,0384134
28.07.2008	37563,01	0,017490674
29.07.2008	38681,61	0,029344504
30.07.2008	41046,99	0,059353215
31.07.2008	41875,9	0,019992974
01.08.2008	42623,41	0,01769315
04.08.2008	42699,21	0,001776786
05.08.2008	41645,86	-0,024978455
06.08.2008	41446,72	-0,004793217
07.08.2008	40969,81	-0,011573293
08.08.2008	40219,03	-0,018495187
11.08.2008	41029,42	0,019949104
12.08.2008	40790,81	-0,005832559
13.08.2008	40597,93	-0,004739731
14.08.2008	41051,47	0,011109565
15.08.2008	41579,41	0,012778448
18.08.2008	41309,85	-0,006504122
19.08.2008	39816,57	-0,036817813
20.08.2008	39087,38	-0,018483505
21.08.2008	38858,18	-0,005881045
22.08.2008	40202,46	0,03400958
25.08.2008	40004,45	-0,00493749
26.08.2008	39385,86	-0,015583829
27.08.2008	38889,11	-0,012692606
28.08.2008	39501,38	0,015621345
29.08.2008	39193,03	-0,007836683
01.09.2008	38810,71	-0,009802685
02.09.2008	39852,86	0,026497932

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
03.09.2008	39793,55	-0,001489333
04.09.2008	39026,45	-0,019465217
05.09.2008	38614,51	-0,010611509
08.09.2008	40078,28	0,037206429
09.09.2008	39716,16	-0,009076384
10.09.2008	38845,86	-0,02215665
11.09.2008	36897,2	-0,05146584
12.09.2008	36539,78	-0,009734137
15.09.2008	34629,38	-0,053699075
16.09.2008	33360,08	-0,037342479
17.09.2008	32315,33	-0,031818245
18.09.2008	31909,36	-0,012642347
19.09.2008	36042,18	0,121790536
22.09.2008	35818,06	-0,006237684
23.09.2008	35123,33	-0,019586653
24.09.2008	34873,48	-0,007138927
25.09.2008	36156,28	0,036123999
26.09.2008	36410,61	0,007009562
03.10.2008	34387,59	-0,057164472
06.10.2008	31352,58	-0,092399183
07.10.2008	31351,31	-4,05079E-05
08.10.2008	30686,74	-0,021425413
09.10.2008	30733,87	0,001534664
10.10.2008	28512,67	-0,075016754
13.10.2008	28980,29	0,016267394
14.10.2008	30556,3	0,05295494
15.10.2008	29482,64	-0,035769268
16.10.2008	27548,06	-0,0678695
17.10.2008	25735,26	-0,06807008
20.10.2008	26613,14	0,033543043
21.10.2008	26570,44	-0,001605759
22.10.2008	25431,9	-0,043795028
23.10.2008	24839,59	-0,02356554
24.10.2008	23997,22	-0,034500761
27.10.2008	24156,96	0,006634547
30.10.2008	26708,17	0,100396974
31.10.2008	27999,06	0,047201427
03.11.2008	28101,79	0,003662337
04.11.2008	29506,05	0,048762052
05.11.2008	27973,77	-0,053328042
06.11.2008	27528,97	-0,016028381
07.11.2008	26744,74	-0,028901086
10.11.2008	26866,04	0,004525217
11.11.2008	25908,62	-0,036287304
12.11.2008	25324,71	-0,022795133
13.11.2008	25121,41	-0,008060128
14.11.2008	25471,58	0,01384285

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
17.11.2008	24099,78	-0,055360609
18.11.2008	23553,22	-0,02294017
19.11.2008	21919,71	-0,071876309
20.11.2008	21303,74	-0,028503588
21.11.2008	22008,49	0,032545644
24.11.2008	24196,28	0,094770614
25.11.2008	24395,05	0,008181341
26.11.2008	24420,27	0,001033282
27.11.2008	25430,62	0,040540435
28.11.2008	25764	0,013024209
01.12.2008	24277,56	-0,059425702
02.12.2008	24421,5	0,005911425
03.12.2008	23930,03	-0,020329736
04.12.2008	24711,92	0,032151563
05.12.2008	24029,97	-0,027983917
12.12.2008	24975,79	0,038605154
15.12.2008	25670,07	0,027418766
16.12.2008	26498,65	0,031768067
17.12.2008	26884,56	0,014458356
18.12.2008	26517,34	-0,013753285
19.12.2008	26294,39	-0,00844325
22.12.2008	26327,01	0,0012398
23.12.2008	26413,54	0,003281349
24.12.2008	26156,33	-0,009785531
25.12.2008	26155,39	-3,59384E-05
26.12.2008	26589,03	0,016443437
29.12.2008	26501,69	-0,00329022
30.12.2008	26448,02	-0,002027207
31.12.2008	26931,17	0,018103055
02.01.2009	27053,8	0,004543124
05.01.2009	28082,65	0,037324472
06.01.2009	28796,18	0,025090792
07.01.2009	27955,95	-0,029612682
08.01.2009	26251,13	-0,062921021
09.01.2009	26484,9	0,008865724
12.01.2009	25670,83	-0,031219431
13.01.2009	26081,9	0,015886259
14.01.2009	25025,48	-0,041347081
15.01.2009	25066,19	0,00162542
16.01.2009	25648,45	0,022963215
19.01.2009	25048,31	-0,023676781
20.01.2009	24698,7	-0,01405575
21.01.2009	24726,18	0,001111991
22.01.2009	24632,97	-0,003776812
23.01.2009	24794,92	0,006553004
26.01.2009	26012,14	0,047924559
27.01.2009	25838,93	-0,006681083

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
28.01.2009	26778,26	0,035708095
29.01.2009	26231,62	-0,020624811
30.01.2009	26004,03	-0,008714027
02.02.2009	25323,85	-0,026504887
03.02.2009	25710,41	0,015149329
04.02.2009	26208,29	0,019179805
05.02.2009	25826,06	-0,014691713
06.02.2009	26816,68	0,037640022
09.02.2009	27131,07	0,011655484
10.02.2009	26005,65	-0,042365744
11.02.2009	25403,09	-0,023443002
12.02.2009	25029,85	-0,014801708
13.02.2009	25183,73	0,006129038
16.02.2009	24884,53	-0,011951826
17.02.2009	23854,45	-0,042275543
18.02.2009	23808,42	-0,001931483
19.02.2009	24406,9	0,02482658
20.02.2009	23522,83	-0,03689444
23.02.2009	23947,12	0,017876627
24.02.2009	24000,14	0,002211598
25.02.2009	24127,89	0,005308769
26.02.2009	24130,47	0,000106924
27.02.2009	23974,09	-0,006501693
02.03.2009	23621,47	-0,01481762
03.03.2009	23673,21	0,002187985
04.03.2009	23851,18	0,007489663
05.03.2009	22918,7	-0,039880521
06.03.2009	23111,81	0,008390571
09.03.2009	22926,69	-0,008042008
10.03.2009	23187,33	0,011304275
11.03.2009	23146,18	-0,001776253
12.03.2009	23417,95	0,011673066
13.03.2009	23480,41	0,002663634
16.03.2009	23466,89	-0,000575965
17.03.2009	23276,36	-0,008152238
18.03.2009	23324	0,00204462
19.03.2009	23814,53	0,020813025
20.03.2009	23869,32	0,002298054
23.03.2009	24782,39	0,037539368
24.03.2009	24870,16	0,003535371
25.03.2009	25415,61	0,021694861
26.03.2009	25298,55	-0,00461647
27.03.2009	25588,21	0,011384617
30.03.2009	25030,05	-0,022054595
31.03.2009	25642,01	0,024154919
01.04.2009	25803,4	0,006274244
02.04.2009	26679,93	0,033405331

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
03.04.2009	26531,32	-0,005585675
06.04.2009	26548,86	0,000660887
07.04.2009	26256,99	-0,01105457
08.04.2009	27586,12	0,049380508
09.04.2009	28496,33	0,032462559
10.04.2009	28779,38	0,009883851
13.04.2009	28383,44	-0,013853282
14.04.2009	28073,17	-0,010991561
15.04.2009	28231,46	0,005622643
16.04.2009	29468,99	0,042901565
17.04.2009	29388,91	-0,002721132
20.04.2009	28441,74	-0,032759608
21.04.2009	28584,93	0,005021871
22.04.2009	28841,12	0,008922491
24.04.2009	29536,64	0,02382938
27.04.2009	29395,1	-0,004803533
28.04.2009	28995,21	-0,01369735
29.04.2009	30608,73	0,054154618
30.04.2009	31553,48	0,030398622
04.05.2009	32049,05	0,015583658
05.05.2009	32880,51	0,025612539
06.05.2009	33582,98	0,02113931
07.05.2009	32756,97	-0,024903627
08.05.2009	32682,85	-0,002265288
11.05.2009	32000,3	-0,021105198
12.05.2009	32856,98	0,026418926
13.05.2009	32643,61	-0,006515079
14.05.2009	32965,78	0,009820929
15.05.2009	33292,15	0,00985158
18.05.2009	33471,49	0,005372398
20.05.2009	35005,69	0,044816588
21.05.2009	34617,35	-0,011155618
22.05.2009	34910,03	0,008419179
25.05.2009	35286,96	0,01073931
26.05.2009	34710,85	-0,016461172
27.05.2009	34979,9	0,007721293
28.05.2009	34815,85	-0,004700868
29.05.2009	34823,65	0,000224011
01.06.2009	35819,97	0,028208805
02.06.2009	35477,06	-0,009619269
03.06.2009	34637,15	-0,023959485
04.06.2009	33947,56	-0,020109824
05.06.2009	34413,39	0,013628752
08.06.2009	33285,02	-0,033338287
09.06.2009	33429,75	0,004338776
10.06.2009	34007,33	0,017129868
11.06.2009	34370,71	0,010628659

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
12.06.2009	34443,22	0,002107423
15.06.2009	34317,98	-0,003642756
16.06.2009	34140,31	-0,005190617
17.06.2009	34214,36	0,002166641
18.06.2009	35370,07	0,033220543
19.06.2009	35483,58	0,003204072
22.06.2009	35019,78	-0,01315701
23.06.2009	34508,47	-0,014708244
24.06.2009	35387,66	0,025158371
25.06.2009	36035,29	0,018135564
26.06.2009	36491,9	0,012591582
29.06.2009	36612,8	0,003307588
30.06.2009	36722,05	0,002979486
01.07.2009	37018,37	0,008036884
02.07.2009	36832,27	-0,005039913
03.07.2009	36550,1	-0,007690441
06.07.2009	36525,44	-0,000674918
07.07.2009	36998,78	0,012875935
08.07.2009	36937,63	-0,001654125
09.07.2009	36784,76	-0,004147186
10.07.2009	36596,77	-0,005123644
13.07.2009	36833,66	0,006452116
14.07.2009	36516,14	-0,008657746
15.07.2009	37785,89	0,034181398
16.07.2009	38038,44	0,006661475
17.07.2009	37572,85	-0,012315512
20.07.2009	38095,38	0,0138113
21.07.2009	37833,07	-0,006909427
22.07.2009	37990,09	0,004141748
23.07.2009	38739,95	0,019546031
24.07.2009	39280,49	0,013856591
27.07.2009	39733,91	0,011477021
28.07.2009	39881,88	0,003717106
29.07.2009	40191,96	0,00774489
30.07.2009	42052,81	0,045259234
31.07.2009	42590,81	0,012712293
03.08.2009	44610,92	0,04634017
04.08.2009	44680,12	0,001549988
05.08.2009	43868	-0,018343535
06.08.2009	43757,17	-0,00252964
07.08.2009	44717,38	0,021706755
10.08.2009	44604,14	-0,002535561
11.08.2009	43554,32	-0,023817785
12.08.2009	43757,03	0,004643391
13.08.2009	44391,44	0,014394372
14.08.2009	44213,71	-0,004011736
17.08.2009	44212,21	-3,39267E-05

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
18.08.2009	44144,93	-0,001522911
19.08.2009	45647,92	0,033479957
20.08.2009	46578,97	0,02019111
21.08.2009	47200	0,013244741
24.08.2009	47818,51	0,01301891
25.08.2009	48119,36	0,006271788
26.08.2009	46904,69	-0,02556692
27.08.2009	47302,65	0,008448649
28.08.2009	47433,17	0,002755454
31.08.2009	46420,25	-0,021585987
01.09.2009	46812,17	0,008407425
02.09.2009	45661,42	-0,024889472
03.09.2009	46076,91	0,009058217
04.09.2009	45009,85	-0,023430602
07.09.2009	45088,04	0,001735668
08.09.2009	44677,91	-0,009137827
09.09.2009	44426,16	-0,005650711
10.09.2009	44823,53	0,00890474
11.09.2009	46444,67	0,035528487
14.09.2009	46285,97	-0,00342282
15.09.2009	45687,24	-0,013019845
16.09.2009	46433,88	0,016210319
17.09.2009	46700,87	0,005733429
18.09.2009	46879,74	0,003822805
23.09.2009	47269,49	0,008279456
24.09.2009	47698,7	0,009039088
25.09.2009	47327,59	-0,00781072
28.09.2009	47515,65	0,003965707
29.09.2009	48081,43	0,011836901
30.09.2009	47616,25	-0,009721942
01.10.2009	47502,71	-0,002387327
02.10.2009	46524,59	-0,020805772
05.10.2009	47621,93	0,023312379
06.10.2009	49196,44	0,032527894
07.10.2009	48747,87	-0,009159759
08.10.2009	49644,09	0,018217846
09.10.2009	49987,43	0,006892224
12.10.2009	50766,83	0,015471615
13.10.2009	49792,7	-0,019374802
14.10.2009	50749,17	0,019026876
15.10.2009	50723,55	-0,000504963
16.10.2009	49465,76	-0,025109587
19.10.2009	49949,42	0,00973018
20.10.2009	50726,09	0,01542948
21.10.2009	50918,11	0,003778282
22.10.2009	50638,93	-0,005498008
23.10.2009	51004,96	0,007202235

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
26.10.2009	50830,48	-0,003426708
27.10.2009	49977,61	-0,01692107
30.10.2009	46798,51	-0,06572374
02.11.2009	47191,07	0,008353315
03.11.2009	46099,94	-0,023393031
04.11.2009	47029,76	0,019968944
05.11.2009	46963,71	-0,001405417
06.11.2009	46611,64	-0,00752488
09.11.2009	47405,89	0,016896187
10.11.2009	47763,61	0,00751757
11.11.2009	48522,67	0,015767059
12.11.2009	48383,65	-0,002869165
13.11.2009	48083,25	-0,006228063
16.11.2009	48423,24	0,00704598
17.11.2009	46867,01	-0,032665847
18.11.2009	46022,72	-0,018178829
19.11.2009	45716,34	-0,006679404
20.11.2009	44896,02	-0,018106634
23.11.2009	45472,33	0,01275486
24.11.2009	45184,62	-0,006347246
25.11.2009	45198,73	0,000312226
01.12.2009	45757,95	0,012296558
02.12.2009	47600,55	0,039478769
03.12.2009	49447,9	0,038075274
04.12.2009	49871,37	0,008527501
07.12.2009	49624,26	-0,004967264
08.12.2009	49291,69	-0,00672432
09.12.2009	48898,01	-0,008018807
10.12.2009	49297,18	0,008130178
11.12.2009	49079,14	-0,004432781
14.12.2009	49887,02	0,016326751
15.12.2009	50138,33	0,005024937
16.12.2009	50523,78	0,007658331
17.12.2009	49648,48	-0,017476341
18.12.2009	49811,51	0,003278306
21.12.2009	50971,88	0,023028026
22.12.2009	51229,51	0,005041625
23.12.2009	50839,77	-0,007636811
24.12.2009	51153,52	0,006152385
25.12.2009	51357,88	0,003987074
28.12.2009	51278,54	-0,00154604
29.12.2009	51448,66	0,003312076
30.12.2009	51324,64	-0,002413468
31.12.2009	52535,78	0,023323513

EK 3: XU030 Endeksi Günlük Kapanış Değerleri ve Getirisi

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
31.12.2006	48551,38	
04.01.2007	48413,73	-0,002839167
05.01.2007	47624,77	-0,016430447
08.01.2007	46833,48	-0,016754672
09.01.2007	45903,56	-0,020055658
10.01.2007	45467,3	-0,009549288
11.01.2007	46894,68	0,03091085
12.01.2007	47625,56	0,015465356
15.01.2007	48896,61	0,026338477
16.01.2007	48723,1	-0,003554819
17.01.2007	49135,84	0,008435457
18.01.2007	50511,22	0,027606782
19.01.2007	50506,47	-9,40429E-05
22.01.2007	51887,17	0,026970107
23.01.2007	51870,46	-0,000322097
24.01.2007	53033,2	0,022168676
25.01.2007	53120,02	0,001635749
26.01.2007	52640,64	-0,009065437
29.01.2007	51932,73	-0,013539218
30.01.2007	51852,18	-0,001552249
31.01.2007	51549,16	-0,005861063
01.02.2007	53053,76	0,028769824
02.02.2007	54233,21	0,021987712
05.02.2007	53749,46	-0,008959831
06.02.2007	53440,91	-0,005757063
07.02.2007	52788,57	-0,012281868
08.02.2007	52234,18	-0,01055762
09.02.2007	52861,48	0,011937837
12.02.2007	52712,76	-0,002817356
13.02.2007	53435,38	0,013615522
14.02.2007	54439,32	0,018613613
15.02.2007	55342,52	0,016454823
16.02.2007	55068,81	-0,004958016
19.02.2007	56022,48	0,017169545
20.02.2007	55801,8	-0,003946912
21.02.2007	54112,39	-0,030742947
22.02.2007	55423,32	0,023937264
23.02.2007	55008,28	-0,007516724
26.02.2007	55126,86	0,002153355
27.02.2007	52484,92	-0,049111184
28.02.2007	52061,64	-0,008097489
01.03.2007	49525,88	-0,04993304
02.03.2007	50910,16	0,027567149
05.03.2007	49936,46	-0,019311113
06.03.2007	50633,7	0,013865965
07.03.2007	50839,84	0,004062937
08.03.2007	52073,43	0,023974539

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
09.03.2007	52966,48	0,017004423
12.03.2007	52883,37	-0,001570338
13.03.2007	52459,21	-0,008053007
14.03.2007	50852,54	-0,031105843
15.03.2007	51761,09	0,017708637
16.03.2007	52579,24	0,015682656
19.03.2007	52616,05	0,000699841
20.03.2007	52463,63	-0,002901039
21.03.2007	53172,71	0,013425127
22.03.2007	54299,2	0,020964199
23.03.2007	54574,48	0,00505688
26.03.2007	54308,61	-0,004883596
27.03.2007	54042,3	-0,004915705
28.03.2007	53982,37	-0,001109561
29.03.2007	54748,98	0,014101227
30.03.2007	54567,36	-0,003322837
02.04.2007	54348,55	-0,004017968
03.04.2007	55454,32	0,020141685
04.04.2007	55999,06	0,009775286
05.04.2007	57516,1	0,026730004
06.04.2007	57676,81	0,002790278
09.04.2007	57723,03	0,000801041
10.04.2007	56930,81	-0,013819556
11.04.2007	57980,93	0,018277493
12.04.2007	57306,73	-0,011696095
13.04.2007	57911,38	0,010495842
16.04.2007	58748,95	0,014359369
17.04.2007	58602,29	-0,002499506
18.04.2007	57196,53	-0,024280542
19.04.2007	58161,22	0,016725577
20.04.2007	59629,71	0,02493513
24.04.2007	59139,89	-0,008248285
25.04.2007	60600,39	0,024395674
26.04.2007	60364,84	-0,003894512
27.04.2007	59153,7	-0,020267675
30.04.2007	56811,95	-0,04039245
01.05.2007	54678,39	-0,038278124
02.05.2007	55395,8	0,013035211
03.05.2007	56354,07	0,017150686
04.05.2007	55926,7	-0,00761256
07.05.2007	55829,1	-0,001746666
08.05.2007	55816,94	-0,000217831
09.05.2007	56346,39	0,009440767
10.05.2007	56155,08	-0,003401026
11.05.2007	55842,04	-0,005590158
14.05.2007	56298,93	0,008148539
15.05.2007	55935,27	-0,0064804

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
16.05.2007	56856,66	0,016338234
17.05.2007	57327,62	0,008249168
18.05.2007	57478,38	0,002626345
21.05.2007	57547,17	0,001196082
22.05.2007	57696,87	0,002597967
23.05.2007	57805,1	0,001874081
24.05.2007	57643,15	-0,002805588
25.05.2007	57558,22	-0,001474462
28.05.2007	58507,28	0,016354234
29.05.2007	58502,86	-7,5549E-05
30.05.2007	57590,78	-0,015713156
31.05.2007	58486,66	0,015436209
01.06.2007	57746,01	-0,012744438
04.06.2007	57275	-0,008190028
05.06.2007	57758,72	0,008410105
06.06.2007	56979,48	-0,013583131
07.06.2007	55654,18	-0,023534016
08.06.2007	54948,26	-0,012765172
11.06.2007	55610,7	0,011983614
12.06.2007	54865,72	-0,013486883
13.06.2007	55107,06	0,004389093
14.06.2007	55150,7	0,0007916
15.06.2007	56862,38	0,030564524
18.06.2007	57399,87	0,009408076
19.06.2007	57362,35	-0,000653874
20.06.2007	57273,24	-0,001554666
21.06.2007	56896,03	-0,006607932
22.06.2007	56653,09	-0,004279036
25.06.2007	56132,34	-0,009234414
26.06.2007	56832,03	0,012387958
27.06.2007	55600,08	-0,021915435
28.06.2007	57014,51	0,025121157
29.06.2007	58413,71	0,024244826
02.07.2007	59277,46	0,01467851
03.07.2007	60683,93	0,023449786
04.07.2007	61812,22	0,018422161
05.07.2007	62443,66	0,010163631
06.07.2007	62332,28	-0,001785281
09.07.2007	64196,89	0,029475338
10.07.2007	63174,56	-0,016053079
11.07.2007	62447,93	-0,011568599
12.07.2007	65127,95	0,042020707
13.07.2007	65267,42	0,002139187
16.07.2007	64876,47	-0,006007984
17.07.2007	64841,06	-0,000545956
18.07.2007	64143,48	-0,010816596
19.07.2007	67343,39	0,048682305

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
20.07.2007	66900,32	-0,006601004
23.07.2007	70634,73	0,0543182
24.07.2007	69449,57	-0,016921072
25.07.2007	69147,08	-0,004365047
26.07.2007	65876,25	-0,048457848
27.07.2007	64595,84	-0,01962797
30.07.2007	64425,74	-0,00263677
31.07.2007	66325,95	0,029067981
01.08.2007	64214,64	-0,032350001
02.08.2007	64268,63	0,000840421
03.08.2007	63365,52	-0,014151778
06.08.2007	63025,68	-0,005377603
07.08.2007	63412,19	0,006113852
08.08.2007	65162,71	0,027231259
09.08.2007	62387,52	-0,043522117
10.08.2007	61175,39	-0,019620271
13.08.2007	62667,48	0,024097668
14.08.2007	62182,17	-0,00777435
15.08.2007	59539,04	-0,043436071
16.08.2007	55546,14	-0,069418205
17.08.2007	58338,81	0,04905354
20.08.2007	57671,67	-0,011501501
21.08.2007	56443,21	-0,021531065
22.08.2007	58632,89	0,038060802
23.08.2007	59320,52	0,011659481
24.08.2007	58499,11	-0,013943743
27.08.2007	59983,07	0,025050815
28.08.2007	59682,33	-0,005026359
29.08.2007	60214,99	0,008885328
31.08.2007	63211,41	0,048563498
03.09.2007	62806,3	-0,006429436
04.09.2007	62963,19	0,002494883
05.09.2007	62115,06	-0,013561798
06.09.2007	62376,1	0,004193718
07.09.2007	61690,58	-0,011050944
10.09.2007	60951,07	-0,012059834
11.09.2007	61949,19	0,016243122
12.09.2007	61932,92	-0,000262669
13.09.2007	62511,55	0,009299476
14.09.2007	64055,93	0,024405268
17.09.2007	63900,37	-0,002431456
18.09.2007	63932,24	0,000498621
19.09.2007	68691,4	0,071800237
20.09.2007	68185,77	-0,007388117
21.09.2007	68444,43	0,003786283
24.09.2007	67966,68	-0,00700459
25.09.2007	67059,47	-0,013437747

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
26.09.2007	68915,52	0,027301569
27.09.2007	69127,39	0,003069628
28.09.2007	68547,31	-0,00842687
01.10.2007	68724,55	0,002582322
02.10.2007	69522,11	0,011538345
03.10.2007	68635,08	-0,012841057
04.10.2007	69599,3	0,013950736
05.10.2007	72261,32	0,037534483
08.10.2007	71488,43	-0,010753374
09.10.2007	73885,21	0,032977054
10.10.2007	73206,47	-0,009228868
15.10.2007	74568,31	0,018431813
16.10.2007	72984,46	-0,021469076
17.10.2007	73900,95	0,012479141
18.10.2007	71446,42	-0,033777885
19.10.2007	70122,96	-0,018697526
22.10.2007	68172,12	-0,028214589
23.10.2007	70577,39	0,034674155
24.10.2007	70453,4	-0,00175834
25.10.2007	70521,48	0,000965846
26.10.2007	71596,91	0,015134572
30.10.2007	72126,35	0,007367526
31.10.2007	73361,93	0,016985694
01.11.2007	73161,28	-0,002738817
02.11.2007	72304,51	-0,011779813
05.11.2007	70982,81	-0,018448771
06.11.2007	72267,68	0,017939268
07.11.2007	71049,01	-0,017007082
08.11.2007	69789,46	-0,017886925
09.11.2007	67823,2	-0,028578676
12.11.2007	68447,7	0,009165631
13.11.2007	69464,05	0,014739403
14.11.2007	70858,1	0,019869933
15.11.2007	69494,93	-0,019425485
16.11.2007	68826,13	-0,009670331
19.11.2007	67376,93	-0,021280795
20.11.2007	67853,42	0,007047116
21.11.2007	66724,76	-0,016773692
22.11.2007	66068,89	-0,009878113
23.11.2007	66211,35	0,002153913
26.11.2007	66842,66	0,009489601
27.11.2007	65067,21	-0,026920764
29.11.2007	67406,55	0,035321459
30.11.2007	68777,28	0,020131264
03.12.2007	68879,82	0,001489789
04.12.2007	68409,94	-0,006845111
05.12.2007	70566,53	0,031037817

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
06.12.2007	71617,66	0,014785739
07.12.2007	71958,43	0,0047469
10.12.2007	72149,58	0,002652873
11.12.2007	71855,8	-0,004080131
12.12.2007	72666,16	0,011214469
13.12.2007	70419,34	-0,03140786
14.12.2007	69970,94	-0,006387928
17.12.2007	68204,62	-0,025567709
18.12.2007	69073,62	0,012660588
24.12.2007	70667,46	0,02281232
25.12.2007	70448,31	-0,003105963
26.12.2007	70516	0,000960385
27.12.2007	70253,75	-0,003725947
28.12.2007	70755,43	0,007115595
31.12.2007	70457,3	-0,00422243
02.01.2008	69208,99	-0,017876085
03.01.2008	67546,85	-0,024309336
04.01.2008	66152,24	-0,020862679
07.01.2008	66150,63	-2,43381E-05
08.01.2008	66941,97	0,01189171
09.01.2008	66235,17	-0,010614534
10.01.2008	65678,83	-0,008434939
11.01.2008	65130,27	-0,008387233
14.01.2008	64586,6	-0,008382459
15.01.2008	63131,61	-0,022785364
16.01.2008	61589,3	-0,024733441
17.01.2008	61355,85	-0,003797633
18.01.2008	61223,71	-0,002155988
21.01.2008	57285,64	-0,066484551
22.01.2008	56314,88	-0,017091183
23.01.2008	53687,9	-0,047771148
24.01.2008	57053,86	0,060808084
25.01.2008	57433,53	0,006632545
28.01.2008	54959,05	-0,044039917
29.01.2008	56175,51	0,021892534
30.01.2008	55587,09	-0,010529917
31.01.2008	53434,76	-0,03948951
01.02.2008	55729,39	0,042046185
04.02.2008	57329,22	0,028302785
05.02.2008	55291,98	-0,03618257
06.02.2008	53940,07	-0,024754255
07.02.2008	51954,04	-0,037514134
08.02.2008	52007,56	0,001029611
11.02.2008	51270,91	-0,014265558
12.02.2008	54434,96	0,05988306
13.02.2008	56087,62	0,029908516
14.02.2008	57010,42	0,016318947

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
15.02.2008	55322,17	-0,030060326
18.02.2008	57253,14	0,034308756
19.02.2008	57860,27	0,010548478
20.02.2008	57392,42	-0,008118727
21.02.2008	58170,01	0,013457691
22.02.2008	56963,19	-0,02096466
25.02.2008	55879,65	-0,019204999
26.02.2008	56694,28	0,014473053
27.02.2008	57764,91	0,018708174
28.02.2008	57029,53	-0,012812294
29.02.2008	55489,04	-0,02738368
03.03.2008	53693,59	-0,032891896
04.03.2008	53039,57	-0,012255389
05.03.2008	53907,58	0,01623286
06.03.2008	52642,45	-0,02374827
07.03.2008	51436,99	-0,023165265
10.03.2008	51305,82	-0,002553367
11.03.2008	53884,72	0,049042754
12.03.2008	55190	0,023934828
13.03.2008	52814,88	-0,043988808
14.03.2008	53040	0,004253377
17.03.2008	49107,68	-0,077030908
18.03.2008	50808,17	0,03404173
19.03.2008	50931,56	0,002425602
20.03.2008	49484,68	-0,028819644
21.03.2008	49227,1	-0,005218842
24.03.2008	51214,7	0,039582315
25.03.2008	51098,68	-0,002267935
26.03.2008	50716,93	-0,007498885
27.03.2008	50693,99	-0,000452417
28.03.2008	49191,72	-0,030082046
31.03.2008	48513,94	-0,013874137
01.04.2008	50728,52	0,044637098
02.04.2008	51166,4	0,00859479
03.04.2008	50052,11	-0,022018404
04.04.2008	51847,94	0,035250541
07.04.2008	53131,74	0,024459286
08.04.2008	52902,26	-0,00432843
09.04.2008	53988,32	0,020321667
10.04.2008	52810,8	-0,022052012
11.04.2008	52633,78	-0,003357596
14.04.2008	52393,61	-0,004573482
15.04.2008	52153,95	-0,004584716
16.04.2008	51952,24	-0,003875087
17.04.2008	51962,53	0,000198047
18.04.2008	53507,5	0,029298949
21.04.2008	54016,23	0,009462726

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
22.04.2008	53580,19	-0,008105147
24.04.2008	54036,33	0,008477188
25.04.2008	54636,6	0,01104739
28.04.2008	54617,27	-0,000353855
29.04.2008	53853,42	-0,014084222
30.04.2008	54351,16	0,009200045
01.05.2008	53107,28	-0,023151938
02.05.2008	54068,24	0,017932934
05.05.2008	53991,37	-0,001422733
06.05.2008	53120,53	-0,016260736
07.05.2008	53602,45	0,009031293
08.05.2008	52071,76	-0,028972009
09.05.2008	51794,83	-0,00533243
12.05.2008	51216,95	-0,011219805
13.05.2008	51416,28	0,003884322
14.05.2008	52392,56	0,018809743
15.05.2008	52599,04	0,003933272
16.05.2008	52455,19	-0,002738587
20.05.2008	50741,47	-0,033215756
21.05.2008	50360,98	-0,007526856
22.05.2008	49916,18	-0,00887147
23.05.2008	48764,6	-0,023340559
26.05.2008	47956,74	-0,016705285
27.05.2008	48982,27	0,021159041
28.05.2008	47841,77	-0,023559289
29.05.2008	47413,9	-0,008983673
30.05.2008	48516,72	0,022993046
02.06.2008	48788,5	0,005586149
03.06.2008	49217,54	0,008755435
04.06.2008	48285,77	-0,019113164
05.06.2008	49050,9	0,015721634
06.06.2008	48122,65	-0,019105574
09.06.2008	47552,71	-0,01191418
10.06.2008	46973,1	-0,012263683
11.06.2008	46390,67	-0,012476736
12.06.2008	46899,33	0,010905028
13.06.2008	46433,94	-0,009972732
16.06.2008	46720,7	0,006156664
17.06.2008	47100,26	0,0080912
18.06.2008	46286,77	-0,017422346
19.06.2008	46104,3	-0,003949954
20.06.2008	46004,4	-0,002169177
23.06.2008	45739,02	-0,005785281
24.06.2008	45216,97	-0,011479304
25.06.2008	45631,24	0,009120111
26.06.2008	44356,98	-0,028322489
27.06.2008	43343,47	-0,023114023

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
30.06.2008	42223,6	-0,026176751
01.07.2008	39722,08	-0,061072102
02.07.2008	40376,07	0,016330078
03.07.2008	40947,08	0,014043219
04.07.2008	41428,19	0,011681066
07.07.2008	42403,03	0,023258255
08.07.2008	42110,33	-0,006926743
09.07.2008	43098,27	0,023189778
10.07.2008	43030,98	-0,001562536
11.07.2008	42418,64	-0,014332433
14.07.2008	43402,53	0,022929846
15.07.2008	42715,19	-0,01596314
16.07.2008	44173,63	0,03357341
17.07.2008	46141,08	0,043575655
18.07.2008	46594,88	0,009787004
21.07.2008	47624,17	0,021849742
22.07.2008	46108,76	-0,032337452
23.07.2008	47484,64	0,029403337
24.07.2008	48030,06	0,011420775
25.07.2008	46110,06	-0,040795917
28.07.2008	46990,27	0,018909412
29.07.2008	48537,69	0,032400051
30.07.2008	51879,42	0,06658157
31.07.2008	52809,33	0,0177657
01.08.2008	53436,85	0,011812703
04.08.2008	53513,9	0,00144085
05.08.2008	52297,33	-0,022996115
06.08.2008	51922,08	-0,007201185
07.08.2008	51270,42	-0,012630156
08.08.2008	50265,42	-0,019796612
11.08.2008	51472,98	0,023739644
12.08.2008	51172,46	-0,005855513
13.08.2008	50926,39	-0,00482024
14.08.2008	51586,77	0,012883987
15.08.2008	52290,05	0,01354086
18.08.2008	51928,61	-0,006936214
19.08.2008	50064,67	-0,036554321
20.08.2008	49178,4	-0,017861067
21.08.2008	48884,15	-0,00600129
22.08.2008	50513,42	0,03278583
25.08.2008	50263,76	-0,004954703
26.08.2008	49437,21	-0,016580961
27.08.2008	49085,93	-0,007130944
28.08.2008	49720,27	0,012840261
29.08.2008	49256,33	-0,00937481
01.09.2008	48780,47	-0,009707859
02.09.2008	50263,24	0,029943967

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
03.09.2008	50202,82	-0,001202794
04.09.2008	49131,07	-0,021579576
05.09.2008	48574,84	-0,011385924
08.09.2008	50551,04	0,039877818
09.09.2008	50062,05	-0,009720283
10.09.2008	48787,17	-0,025795868
11.09.2008	46269,96	-0,05297443
12.09.2008	45846,63	-0,009191243
15.09.2008	43503,46	-0,05246122
16.09.2008	41956,7	-0,036202341
17.09.2008	40521,76	-0,03479902
18.09.2008	39977,35	-0,01352607
19.09.2008	45402,53	0,127254787
22.09.2008	44962,46	-0,009739911
23.09.2008	44069,15	-0,020067928
24.09.2008	43906,37	-0,003700579
25.09.2008	45855,59	0,043437699
26.09.2008	46216,59	0,007841714
03.10.2008	43425,81	-0,06228486
06.10.2008	39395,66	-0,097398307
07.10.2008	39498,61	0,002609823
08.10.2008	38935,23	-0,014365985
09.10.2008	39040,96	0,002711855
10.10.2008	36314,77	-0,072386806
13.10.2008	36905,68	0,016140923
14.10.2008	38940,34	0,053665263
15.10.2008	37572,74	-0,035751944
16.10.2008	34949,2	-0,072383209
17.10.2008	32334,8	-0,077751529
20.10.2008	33509,84	0,035695077
21.10.2008	33448,22	-0,001840556
22.10.2008	31902,24	-0,047322345
23.10.2008	31176,74	-0,023003923
24.10.2008	30040,48	-0,037126498
27.10.2008	30422,92	0,012650466
30.10.2008	33862,14	0,107101304
31.10.2008	35748,36	0,054206818
03.11.2008	35698,82	-0,001386759
04.11.2008	37630,81	0,052705495
05.11.2008	35612,33	-0,055131204
06.11.2008	35083,7	-0,014955291
07.11.2008	34013,69	-0,030973545
10.11.2008	34293,72	0,008199156
11.11.2008	33094,61	-0,035591818
12.11.2008	32163	-0,028553706
13.11.2008	31945,24	-0,006793537
14.11.2008	32402,89	0,014224429

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
17.11.2008	30525,75	-0,059677027
18.11.2008	30003,5	-0,017256548
19.11.2008	27819,19	-0,075587971
20.11.2008	27062,22	-0,027587411
21.11.2008	28068,23	0,036499672
24.11.2008	31101,78	0,102626721
25.11.2008	31275,62	0,005573828
26.11.2008	31314,8	0,001251949
27.11.2008	32667,86	0,042300891
28.11.2008	33009,54	0,010404891
01.12.2008	31014,89	-0,062329199
02.12.2008	31296,56	0,009040776
03.12.2008	30615,75	-0,021993605
04.12.2008	31695,07	0,034646566
05.12.2008	30706,41	-0,031689721
12.12.2008	32245,98	0,048921957
15.12.2008	33277,93	0,03150103
16.12.2008	34338,43	0,031370721
17.12.2008	34921,62	0,016840987
18.12.2008	34487,94	-0,012496424
19.12.2008	34235,19	-0,007355635
22.12.2008	34275,12	0,001165664
23.12.2008	34418,88	0,004185524
24.12.2008	34032,85	-0,011279016
25.12.2008	34032,3	-1,6161E-05
26.12.2008	34618,79	0,017086525
29.12.2008	34479,03	-0,004045285
30.12.2008	34363,3	-0,003362179
31.12.2008	35001,85	0,018411783
02.01.2009	35125,27	0,003519897
05.01.2009	36522,08	0,038996195
06.01.2009	37484,13	0,026000634
07.01.2009	36319,36	-0,031566711
08.01.2009	34089,45	-0,06336298
09.01.2009	34364,67	0,008041049
12.01.2009	33221,54	-0,033830541
13.01.2009	33778,74	0,01663315
14.01.2009	32388,26	-0,042035599
15.01.2009	32422,56	0,001058465
16.01.2009	33204,66	0,023835751
19.01.2009	32372,73	-0,025373826
20.01.2009	31892,12	-0,014957444
21.01.2009	31895,68	0,00011162
22.01.2009	31782,59	-0,003551922
23.01.2009	31901,75	0,003742212
26.01.2009	33523,43	0,04958373
27.01.2009	33186,78	-0,010092993

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
28.01.2009	34518,77	0,03935163
29.01.2009	33777,56	-0,021706557
30.01.2009	33503,02	-0,008161093
02.02.2009	32607,74	-0,027085901
03.02.2009	33189,63	0,017687794
04.02.2009	33867,34	0,02021365
05.02.2009	33344,3	-0,015564285
06.02.2009	34616,57	0,037445626
09.02.2009	35033,43	0,011970279
10.02.2009	33493,38	-0,044954941
11.02.2009	32631,26	-0,026077083
12.02.2009	32089,71	-0,016735307
13.02.2009	32306,52	0,006733649
16.02.2009	31943,23	-0,011308803
17.02.2009	30529,24	-0,045275352
18.02.2009	30522,77	-0,00021195
19.02.2009	31337,8	0,026352074
20.02.2009	30193,69	-0,037192074
23.02.2009	30744,01	0,018062216
24.02.2009	30802,36	0,001896132
25.02.2009	30970,89	0,005456421
26.02.2009	30934,62	-0,001171786
27.02.2009	30691,34	-0,007895415
02.03.2009	30264,53	-0,01400413
03.03.2009	30307,74	0,001426726
04.03.2009	30543,46	0,007747462
05.03.2009	29289,15	-0,041933447
06.03.2009	29537,4	0,008440117
09.03.2009	29285,72	-0,008557232
10.03.2009	29647,93	0,012292283
11.03.2009	29602,43	-0,001535856
12.03.2009	30025,87	0,014202891
13.03.2009	30073,6	0,001588367
16.03.2009	30043,31	-0,001007703
17.03.2009	29769,27	-0,009163354
18.03.2009	29807,84	0,001294793
19.03.2009	30485,23	0,022470858
20.03.2009	30575,37	0,002952479
23.03.2009	31844,89	0,040682147
24.03.2009	31955,07	0,003453924
25.03.2009	32661,71	0,02187259
26.03.2009	32466,7	-0,005988495
27.03.2009	32868,7	0,012305888
30.03.2009	32091,67	-0,023924342
31.03.2009	32814,68	0,022279481
01.04.2009	33011,96	0,005993944
02.04.2009	34192,38	0,035132892

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
03.04.2009	34006,05	-0,005464362
06.04.2009	34010,78	0,000139083
07.04.2009	33608,69	-0,011892869
08.04.2009	35398,55	0,051886194
09.04.2009	36610,69	0,033669415
10.04.2009	36948,86	0,00919452
13.04.2009	36431,07	-0,014112812
14.04.2009	35997,92	-0,011960823
15.04.2009	36182,75	0,005121327
16.04.2009	37830,4	0,044530526
17.04.2009	37718,92	-0,002951187
20.04.2009	36417,14	-0,035122282
21.04.2009	36600,44	0,005020719
22.04.2009	36897,22	0,008075947
24.04.2009	37833,97	0,025071167
27.04.2009	37603,52	-0,006109713
28.04.2009	37011,19	-0,015877364
29.04.2009	39112,41	0,055219509
30.04.2009	40389,66	0,032134004
04.05.2009	40937,18	0,013464885
05.05.2009	42040,41	0,026592602
06.05.2009	42965,23	0,021759885
07.05.2009	42018,25	-0,022287136
08.05.2009	41823,5	-0,004645665
11.05.2009	40805,14	-0,024650329
12.05.2009	41892,25	0,026292792
13.05.2009	41637,51	-0,006099402
14.05.2009	42087,09	0,010739599
15.05.2009	42523,53	0,010316527
18.05.2009	42722,35	0,004664633
20.05.2009	44765,47	0,046714881
21.05.2009	44325,65	-0,009873567
22.05.2009	44685,49	0,008085324
25.05.2009	45090,36	0,009019636
26.05.2009	44333,82	-0,016920659
27.05.2009	44643,36	0,006957767
28.05.2009	44392,62	-0,005632345
29.05.2009	44409,46	0,00037927
01.06.2009	45687,15	0,028364567
02.06.2009	45152,4	-0,011773642
03.06.2009	44046,74	-0,024792092
04.06.2009	43144,36	-0,020699641
05.06.2009	43732,21	0,013533199
08.06.2009	42269,28	-0,03402432
09.06.2009	42412,1	0,003373118
10.06.2009	43196,49	0,018325543
11.06.2009	43647,56	0,01038814

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
12.06.2009	43749,87	0,00234126
15.06.2009	43569,04	-0,004141835
16.06.2009	43299,2	-0,006212647
17.06.2009	43379,72	0,001857892
18.06.2009	44932,34	0,035165752
19.06.2009	45069,7	0,003052378
22.06.2009	44415,11	-0,014630454
23.06.2009	43747,79	-0,01513863
24.06.2009	44902,11	0,02604369
25.06.2009	45804,47	0,019896898
26.06.2009	46378,21	0,012448052
29.06.2009	46550,12	0,003699845
30.06.2009	46698,59	0,00318439
01.07.2009	47050,95	0,007517086
02.07.2009	46853,96	-0,004195527
03.07.2009	46443,08	-0,008808053
06.07.2009	46432,15	-0,00023537
07.07.2009	47043,23	0,013074859
08.07.2009	46989,2	-0,001149178
09.07.2009	46800,88	-0,004015782
10.07.2009	46622,68	-0,003814888
13.07.2009	46935,23	0,006681448
14.07.2009	46483,71	-0,009666638
15.07.2009	48199,63	0,036249416
16.07.2009	48524,17	0,00671068
17.07.2009	47852,1	-0,01394702
20.07.2009	48486,19	0,013164011
21.07.2009	48076,39	-0,008487811
22.07.2009	48288,4	0,004400162
23.07.2009	49262,77	0,019977257
24.07.2009	49975,12	0,014356658
27.07.2009	50585,13	0,012132378
28.07.2009	50802,14	0,00428082
29.07.2009	51237,25	0,008528327
30.07.2009	53735,11	0,047599799
31.07.2009	54472,47	0,013628831
03.08.2009	57149,13	0,047968731
04.08.2009	57086,94	-0,001088798
05.08.2009	55880,86	-0,021353445
06.08.2009	55725,69	-0,002780663
07.08.2009	57022,26	0,023000456
10.08.2009	56843,97	-0,003131572
11.08.2009	55476,58	-0,024349196
12.08.2009	55774,53	0,005356364
13.08.2009	56620,6	0,015055563
14.08.2009	56339,84	-0,004970954
17.08.2009	56368,86	0,000514956

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
18.08.2009	56258,33	-0,001962759
19.08.2009	58289,15	0,035461851
20.08.2009	59471,64	0,020083591
21.08.2009	60275,92	0,013433127
24.08.2009	61067,31	0,013044011
25.08.2009	61351,37	0,004640803
26.08.2009	59702,18	-0,027248966
27.08.2009	60176,93	0,007920521
28.08.2009	60344,14	0,002774786
31.08.2009	59053,14	-0,021626126
01.09.2009	59551,39	0,008401921
02.09.2009	58107,25	-0,024549196
03.09.2009	58647,28	0,009250756
04.09.2009	57204,38	-0,024910728
07.09.2009	57259,61	0,00096502
08.09.2009	56883,67	-0,006587183
09.09.2009	56613,54	-0,004760126
10.09.2009	57051,49	0,007706014
11.09.2009	59213,55	0,037196207
14.09.2009	58955,05	-0,004375112
15.09.2009	58150,31	-0,013744079
16.09.2009	59125,85	0,016637013
17.09.2009	59411,98	0,004827667
18.09.2009	59664,86	0,004247348
23.09.2009	60159,8	0,008261118
24.09.2009	60786,67	0,010366166
25.09.2009	60311,99	-0,007839598
28.09.2009	60553,47	0,003995853
29.09.2009	61235,13	0,011194268
30.09.2009	60604,42	-0,010353217
01.10.2009	60414,17	-0,003144148
02.10.2009	59104,29	-0,021920169
05.10.2009	60552,97	0,024215009
06.10.2009	62662,54	0,034245302
07.10.2009	62112,36	-0,008818818
08.10.2009	63345,81	0,019663761
09.10.2009	63782,33	0,006867429
12.10.2009	64793,56	0,015730023
13.10.2009	63469,86	-0,020641068
14.10.2009	64697,68	0,019160196
15.10.2009	64661,86	-0,000553805
16.10.2009	63007,67	-0,025915073
19.10.2009	63660,55	0,010308596
20.10.2009	64652,37	0,015459702
21.10.2009	64888,68	0,003648423
22.10.2009	64497,13	-0,00605246
23.10.2009	65049,32	0,008525025

TARİH	KAPANIŞ	GETİRİ
26.10.2009	64771,18	-0,004285
27.10.2009	63625,83	-0,017841231
30.10.2009	59593,45	-0,065473851
02.11.2009	60197,8	0,010090138
03.11.2009	58863,47	-0,022415112
04.11.2009	60063,82	0,020186969
05.11.2009	59920,66	-0,00238631
06.11.2009	59398,24	-0,008756758
09.11.2009	60421,36	0,017078089
10.11.2009	60833,94	0,006805172
11.11.2009	61820,04	0,016079727
12.11.2009	61596,55	-0,003621721
13.11.2009	61228,98	-0,005985256
16.11.2009	61731,97	0,008181342
17.11.2009	59664,68	-0,034061729
18.11.2009	58595,12	-0,018088804
19.11.2009	58216,67	-0,006479677
20.11.2009	57198,8	-0,017638821
23.11.2009	58003	0,013961814
24.11.2009	57593,58	-0,00708363
25.11.2009	57647,12	0,000929186
01.12.2009	58340,37	0,011954018
02.12.2009	60757,85	0,040601985
03.12.2009	63194,51	0,039321138
04.12.2009	63699,78	0,007963679
07.12.2009	63307,43	-0,006178409
08.12.2009	62863,67	-0,007034286
09.12.2009	62398,4	-0,007428779
10.12.2009	62894,72	0,007922583
11.12.2009	62590,92	-0,004841998
14.12.2009	63630,38	0,01647081
15.12.2009	63990,95	0,005650638
16.12.2009	64485,21	0,007694228
17.12.2009	63338,29	-0,017945852
18.12.2009	63522,49	0,002903973
21.12.2009	64993,19	0,022888479
22.12.2009	65322,17	0,005048993
23.12.2009	64778,47	-0,008358194
24.12.2009	65148,98	0,005703352
25.12.2009	65440,8	0,00446927
28.12.2009	65335,42	-0,001611608
29.12.2009	65524,76	0,002893778
30.12.2009	65364,02	-0,002456132
31.12.2009	66992,07	0,0246023

KAYNAKÇA

BASILİ ve GÖRSEL KAYNAKLAR

- 1) Akar, Cüneyt, **Finansal Piyasalarda Volatilite İmkb Örneği**, 2006a, T.C Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Doktora Tezi, Bursa
- 2) Akar, Cüneyt, “Volatilite Modellerinin Öngörü Performansları-ARCH, GARCH Ve SWARCH Karşılaştırması”, **Balıkesir Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, 2007b, C.8, S.2, s.201-217
- 3) Akar, Cüneyt, “Hisse Senedi Getirilerinde Volatilite Ve Otokorelasyon İlişkisi Ear-GARCH Modeli”, **Balıkesir Üniversitesi Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi**, 2008c, C.7, S.23, s.134-142
- 4) Akay, H. K., Nargeleçekenler, M., “Finansal Piyasa Volatilitesi Ve Ekonomi”, **Ankara Üniversitesi SBF Dergisi**, 2006, C.61, S.4, s.5-36
- 5) Aksu, Tuğba, **Gecelik Faiz Oranlarının Volatilitésinin Modellenmesinde Asimetrik GARCH Modelleri**, 2006, T.C Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı Ekonometri Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- 6) Aktaş, Ahmet mert, **Bayesci Olasılıksal Oynaklık Modelleri**, 2008, T.C Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- 7) Albayrak, Ali Sait, “Değişen Varyans Durumunda En Küçük Kareler Tekniğinin Alternatifi Ağırlıklı Regresyon Analizi ve Bir Uygulama”, **Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi**, 2008, C.X, S.II, s.111-134

- 8) Altay, Erdinç, “Enerji Sektöründe Risk Yönetimi Aracı Olarak Modele Dayalı Riske Maruz Değer Yaklaşımlarının Karşılaştırılması”, **12. Ulusal Finans Sempozyumu 22-25 Ekim 2008**, Kayseri, s.179-215
- 9) Arduç, Ünsal, **Bankacılık Sektöründeki Dalgalanmaların Otoregresif Kosullu Degisen Varyans Modelleri İle İncelenmesi**, 2006, T.C Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı Ekonometri Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- 10) Atakan, Tülin, “İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Değişkenliğin (Volatilitenin) ARCH-GARCH Yöntemleri İle Modellenmesi”, **İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi**, 2009, Yıl:20, S.62, s.48-61
- 11) Bayrakdaroğlu, A.- Ege, İ., “Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Riski Dikkate Alan Yaklaşımların Uygulanabilirliğinin Analizi:Kayseri İli İmalat Sanayinde Bir Uygulama”, **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi**, 2006, C:1, S.2, s.87-104
- 12) Bollerslev, Tim, “Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity”, **Journal Of Econometrics**, 1986, Vol.:31, No:1, s.307-327
- 13) Brooks, Chris, **Introductory Econometrics for Finance**, 8. Baskı, Cambridge University Press, UK, 2007
- 14) Çağlayan, E., Dayıoğlu, T., “Döviz Kuru Getiri Volatilitesinin Koşullu Değişen Varyans Modelleri İle Öngörüsü”, **İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi**, 2009, S.9, s.1-16
- 15) Çakınberk, Arzu, “Stratejik İttifaklarda Risk Faktörleri ve Risk Yönetimi”, **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 2010, C.20, S.1, s.353-363

- 16) Çelikkol, H., Akkoç, S., Akarım, Y.D., “Lehman Brothers’ın İflasının İMKB-100 Fiyat Endeksi Volatilite Yapısı Üzerine Etkileri”, **13. Ulusal Finans Sempozyumu 21-24 Ekim 2009**, Afyonkarahisar, s.93-105
- 17) Çifter, A., Özün, A., “The Predictive Performance Of Asymmetric Normal Mixture GARCH İn Risk Management Evidence From Turkey”, **Journal of Banking and Financial Markets**, 2007, Vol:1, s.7-34
- 18) Çörtük, Orhan, **Döviz Kuru Volatilitesinin Oynaklığının Modellenmesi**, 2007, T.C Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı Ekonometri Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- 19) Güneş, H., Saltoğlu, B., **İMKB Getiri Volatilitesinin Makroekonomik Konjonktür Bağlamında İrdelenmesi**, 1. Baskı, İstanbul, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası, 1998
- 20) Kalaycı, Şeref, **SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri**, 3.Baskı, Asil Yayın Dağıtım, 2008
- 21) Kale, İsmet, **Volatilite Degerleme Ve Tahmini İçin GARCH Modellerinin Kullanımı**, 2006, T.C Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü Bankacılık Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- 22) Kanalcı Akay, H., Nargeleçekenler, M., “Finansal Piyasa Volatilitesi ve Ekonomi”, Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 2006, C.61, S.4, s.5-36
- 23) Karaahmetoğlu, Ahmet, **Opsiyon Fiyatlamasında Otoregresif Kosullu Degisen Varyans Modellerinin Kullanımı**, 2006, T.C Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı Ekonometri Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

- 24) Karacabey, A.A., Gökgöz, F., **Emeklilik Fonlarının Portföy Analizi**, Siyasal Kitabevi, 2005
- 25) Kıran, Burcu, **Sektörel Bazda Hisse Senetleri Getiri Volatilitesinin Asimetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri İle Tahmini**, 2006, T.C İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- 26) Kıran, Burcu, “Döviz Kuru Volatilitesinin Asimetrik Üslü ARCH (ApARCH) Modeli İle Tahmini”, **Faculty of Business and Economics**, 2008-2009, Vol:10/11
- 27) Korkmaz, T., Aydın, K., “Value At Risk In Emerging Currency Marketsa Case Study Of Turkish Lira”, **ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi**, 2005, C.1, S.1, s.21-50
- 28) Korkmaz, T., Çevik, E. İ., “Zımnı Volatilite Endeksinden Gelişmekte Olan Piyasalara Yönelik Volatilite Yayılma Etkisi”, **Bankacılık ve Finansal Piyasalar**, 2009,C.3, S. 2, s.87-105
- 29) Kutlar, Aziz, **Ekonometriye Giriş**, 1. Baskı, Nobel Yayınları, Ankara, 2007
- 30) Küçükkoçaoğlu, Güray, **İstanbul Menkul Kıymetler Borsası’nda Gün İçi Getiri, Volatilite ve Kapanış Fiyatı Manipülasyonu**, Yayın no:180, Ankara, Sermaye Piyasası Kurulu, 2005
- 31) Küçükşahin, A., Şafak, İ. C., Dedeoğlu, Ç., “Güvenlik Bağlamında Risk ve Risk Yönetimi”, **Güvenlik Stratejileri Dergisi**, 2009, Yıl.5, S.10, s. 9-34
- 32) Mazıbaş, Murat, “İMKB Piyasalarındaki Volatilitenin Modellenmesi ve Öngörülmesi”, **VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu 26-27 Mayıs 2005**, İstanbul

- 33) Özçam, Mustafa, **Varlık Fiyatlama Modelleri Aracılığıyla Dinamik Portföy Yönetimi**, Yayın no:104, Ankara, Sermaye Piyasası Kurulu, 1997
- 34) Özden, Ünal H., “İMKB Bileşik 100 Endeksi Getiri Volatilitesinin Analizi”, **İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Bahar 2008, Yıl:7, S.13, s.339-350
- 35) Özmucur, Süleyman, **Geleceği Tahmin Yöntemleri**, Yayın no:1990/2, İstanbul, İstanbul Sanayi Odası Araştırma Dairesi, 1990
- 36) Sarıkaya, F. N. Tuğçe, **İMKB’de Volatilite, Likidite, İşlem Hacmi Ve Getiri İlişkisinin Ekonometrik Analizi**, 2007, T.C Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı Ekonometri Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- 37) Sarıkovanlık, Vedat, “Ardışık Bağımlı Modellerden Koşullu Değişken Varyans Volatilite Tahmini”, **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yönetim Dergisi**, 2006, Yıl:17, S.54, s.3-16
- 38) Sevil, Güven, **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitesinin Tahmini Ve Portföy Var Hesaplamaları**, Eskişehir, T.C Anadolu Üniversitesi Yayınları No:1323, 2001a
- 39) Sevil, G., Yalama, A., “İMKB’nin Dünya Borsalarına Göre Volatilite Yapısı”, **11. Ulusal Finans Sempozyumu 17-20 Ekim 2007b**, Zonguldak, s.231-249
- 40) Sevüktekin, M., Nargeleçekenler, M., “İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Getiri Volatilitesinin Modellenmesi ve Önraporlanması”, **Ankara Üniversitesi SBF Dergisi**, 2006, C.61, S.4, s.243-265

- 41) Ural, Mert, “Riske Maruz Değer Hesaplamasında Alternatif Yaklaşımlar”,
Bankacılık ve Finansal Piyasalar, 2009,C.3, S. 2, s.63-86
- 42) Uygur, Ercan, **Ekonometri Yöntem ve Uygulama Kitabı**, Ankara, İmaj
Yayıncılık, 2001
- 43) Ünal, Ö. Serpil, **Döviz Kuru Oynaklığının Öngörülmesi ve Risk Yönetimi:
Türkiye Örneği**, Ankara, TCMB Piyasalar Genel Müdürlüğü, 2009
- 44) Ünver, Ö., Gamgam, H., **Uygulamalı Temel İstatistik Yöntemler**, 5. Baskı,
Seçkin Yayınları, Ankara, 2008
- 45) Yılmaz, Özlem, **Finansal Zaman Serilerinde Varyans Modellemesi**,
2006, T.C. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İstatistik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

ELEKTRONİK KAYNAKLAR

- 1) <http://idc.sdu.edu.tr/tammetinler/kalkinma/kalkinma28.pdf>
(Erişim Tarihi:05/01/2010)
- 2) <http://bookboon.com/int/student/finance/financial-econometrics-reviews?direct=False>
(Erişim Tarihi:17/03/2010)
- 3) http://www.tcmb.gov.tr/yeni/gen_sek/mudahale2.htm
(Erişim tarihi:13/01/2010)
- 4) <http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/assumpt.htm>
(Erişim tarihi:29/04/2010)
- 5) <http://www.imkb.gov.tr/Publications/factsheet.aspx>
(Erişim Tarihi:30/04/2010)

6) <http://www.imkb.gov.tr/AboutUs/AboutUsMain.aspx>

(Erişim Tarihi:05/05/2010)

7) <http://www.imkb.gov.tr/initialpublicoffering/IPOs.aspx>

(Erişim Tarihi:05/05/2010)

8) <http://www.imkb.gov.tr/Indexes/StockIndexesHome/StockIndexesGeneralInfo.aspx>

(Erişim Tarihi:05/05/2010)

ÖZET

Bu çalışmada volatilité kavramı açıklanmaya ve bu kavramın diğér finansal değışkenlerle olan ilişkisi ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Son yıllarda küreselleşmenin etkisiyle birlikte finansal piyasalarda volatilité kavramına olan ilgi artmıştır. Zaman serilerinin sahip olduğı asimetri, kaldıraç etkisi vb. özellikler nedeniyle oluşan yüksek volatilité, varlıkların etkin fiyatlandırılmasını engelleyebilmektedir.

Bu çalışmada ağırlıklı olarak yüksek frekanslı finansal verilerdeki zamana bağılı değışkenliğı, bir başka deyişle volatilitéyi analiz etmek için kullanılan koşullu değışen varyans modelleri üzerinde durulmuştur. Veri olarak İMKB'nin Ocak 2007- Aralık 2009 tarihleri arasındaki günlük endeks değıerleri kullanılmıştır. XU030, XU050 ve XU100 endeksleri zaman serilerinde varyans modellemesi ve modellerin öngörü performansı değıerlendirilmesi yapılmıştır.

Çalışmamız sonucunda elde edilen çıktıları, ekonomide oluşan şoklardan İMKB'nin de etkilendiğini ve şokların volatilitéye sebep olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Risk, risk yönetimi, zaman serileri, koşullu değışen varyans, finansal volatilité, volatilité modelleri, volatilité, volatilité modelleri analizi, ARCH, GARCH, EGARCH

ABSTRACT

In this study, volatility concept was explained and the relationship between this concept and financial variables was analyzed. The interest on volatility of financial markets was increased because of the effects of globalization in recent years. The qualifications such as asymmetry, leverage effect, etc. of the time series causes high volatility, and this also effect the efficiency of pricing the financial assets.

In this study, mainly in high-frequency financial data, depending on the time variability, in other words, volatility was used to analyze the changing conditional variance models. January 2007 - December 2009 daily index values of the Istanbul Stock Exchange (ISE) were used as data. Variance modeling and evaluation of the model performance were made for XU030, XU050 XU100 time series indices.

With the help of the results of the study it is founded that ISE is effected by the shocks in the economy moreover these shocks also causes volatility.

Key Words: Risk, risk management, time series, conditional heteroscedasticity, financial volatility, volatility models, volatility, volatility model analysis, ARCH, GARCH, EGARCH