

T.C.
KADİR HAS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SERMAYE PİYASALARI VE BORSA ANABİLİM DALI

**PIYASA RİSKİ ÖLÇÜMÜ OLARAK RİSKE MARUZ DEĞER
VE HİSSE SENEDİ PORTFÖYLERİ İÇİN BİR UYGULAMA**

Yüksek Lisans Tezi

ÖZGÜR ESER

Danışman: DOÇ. DR. SEDAT AYBAR

İstanbul, 2010

GENEL BİLGİLER

İsim ve Soyadı	: Özgür Eser
Anabilim Dalı	: Sermaye Piyasaları ve Borsa
Tez Danışmanı	: Doç. Dr. Sedat Aybar
Tez Türü ve Tarihi	: Yüksek Lisans- Haziran 2010
Anahtar Kelimeler	: Riske Maruz Değer, Volatilite, EWMA, Geriye Dönük Test

ÖZET

PİYASA RİSKİ ÖLÇÜMÜ OLARAK RİSKE MARUZ DEĞER VE HİSSE SENEDİ PORTFÖYLERİ İÇİN BİR UYGULAMA

Son yıllarda, finansal kurumlarda piyasa oynaklıklarının etkilerini kontrol etmek amacıyla, piyasa risklerinin yönetiminin önemi artmaktadır. Risk yönetiminin bir yaklaşımı olan Riske Maruz Değer (RMD) hem uygulayıcılar hem de denetleyici kurumlar tarafından benimsenmektedir. Geleneksel olarak bankalar, serbest fonlar, emeklilik fonları, yatırım fonları ve yatırım ortaklıkları Riske Maruz Değer'i piyasa riskini ve yatırım performansını ölçmek amacıyla kullanmaktadırlar.

Bu tezin amacı, hisse senedi portföylerinde piyasa riski ölçümü olarak Riske Maruz Değer'in etkinliğini analiz etmektir. Riske Maruz Değer hesaplama süreçleri birçok varsayımı ile birlikte farklı istatistiksel tekniklere dayanmakta ve genel olarak tek kabul görmüş bir hesaplama yöntemi bulunmamaktadır. Farklı Riske Maruz Değer yöntemleri oldukça farklı sonuçlar vermektedir. Bu nedenle, Riske Maruz Değer metodunun seçimi önemli olmaktadır.

Bu çalışma, iki farklı RMD yöntemini incelemekte ve sonuçlarını karşılaştırmaktadır. Yöntemlerin doğrulukları geriye dönük testlerle test edilmiştir. Sonuçlar Riske Maruz Değer hesaplama süreçlerinde en önemli faktörün volatilite tahmin yöntemi seçiminin olduğunu göstermektedir.

GENERAL KNOWLEDGE

Name and Surname : Özgür Eser
Field : Capital Markets
Supervisor : Assoc. Prof. Sedat Aybar
Degree Awarded and Date : Master – June 2010
Keywords : Value at Risk, Volatility, EWMA, Backtesting

ABSTRACT

VALUE AT RISK AS A MEASUREMENT OF MARKET RISK AND AN APPLICATION FOR EQUITY PORTFOLIOS

In recent years, the importance of managing market risk has increased among financial institutions to control effects of market volatility. There are many different methods of measurement market risk. One approach to risk management called Value at Risk (VaR) has been accepted by both practitioners and regulators. Traditionally, banks, hedge funds, pension funds, mutual funds and investment trust use VaR method to measure market risk.

The aim of this thesis is to analyze efficiency of Value At Risk method as a measurement market risk in equity portfolios. Value at Risk computing processes are based on different statistical techniques with many assumptions and there is no generally accepted way to calculate it. Different methods of computing VaR generate widely varying results. Thus, the choice of VaR method is very important.

This study examines two different VaR methods and compares results. The accuracy of the methods were tested by backtesting. The results show that the choice of volatility forecast method is the most important factor in VaR computing processes.

ÖNSÖZ

Son yıllarda finansal kriz sıklığının artması, gerek finansal kurumların gerekse denetleyici ve düzenleyici kurumların risk yönetimine odaklanmasını sağlamıştır. Küreselleşmenin etkisi ile birbirine entegre finansal sistemlerin oluşması, finansal ürünlerdeki çeşitlilik ve finansal inovasyona bağlı olarak karmaşık finansal enstrümanların geliştirilmesi, risk yönetim sistemlerinin sürekli gelişim göstermesine neden olmuştur. Böyle bir ortamda, 1994 yılında Riskmetrics tarafından sunulan Riske Maruz Değer (VaR), küresel finans sisteminde kullanımı yaygınlaşmış ve yeni ekonometrik tekniklerin uygulanması ile sürekli gelişim göstermiştir.

Bu çalışmada, Riske Maruz Değer yönteminin hisse senedi portföylerinde piyasa riski ölçümü olarak uygulanabilirliği araştırılmış ve yöntemin etkinliği 2008 yılının son çeyreğinde etkisini artıran finansal kriz dönemini kapsayacak şekilde geriye dönük testlerle test edilmiştir.

Tezimin hazırlanması aşamasında, özellikle konu seçimi üzerinde çok faydalı tartışmalarda bulunduğum ve finansal gelişmelere akademik açıdan bakmamı sağlayan değerli danışman hocam, Kadir Has Üniversitesi, İktisat Bölümü Başkanı, Ortadoğu ve Afrika Çalışmaları Direktörü Sn. Doç. Dr. Sedat Aybar`a, yüksek lisans çalışmalarına başlamamda destek veren Orion Investment Menkul Değerler A.Ş. Yönetim Kurulu Üyesi Sn. Murat Salar`a, Alternatif Yatırım Ortaklığı A.Ş. yöneticilerine ve bu çalışmanın hazırlanması sürecinde her konuda anlayış gösteren ve tezin gözden geçirilmesi aşamasında bana yardımcı olan eşime sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İstanbul, 2010

Özgür ESER

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
GRAFİKLER LİSTESİ	ix
KISALTMALAR	x
SİMGELER	xi
GİRİŞ	1
1. RİSK KAVRAMI VE TÜRLERİ	
1.1 Riskin Tanımı.....	2
1.2 Riskin Sınıflandırması.....	2
1.2.1 Sistematik Risk.....	2
1.2.2 Sistematik Olmayan Risk.....	3
1.3. Finansal Riskler.....	3
1.3.1 Piyasa Riski.....	3
1.3.2 Kredi Riski.....	3
1.3.3 Likidite Riski.....	4
1.3.4 Operasyonel Risk	4
2. PİYASA RİSKİ YÖNETİMİ VE ÖLÇÜMÜ	
2.1 Risk Yönetiminin Gereklere.....	5
2.2 Temel Risk Ölçüm Yöntemleri.....	6
2.3 Risk Ölçümünde Kullanılan Temel Kavramlar.....	8
2.3.1 İstatistiksel Kavramlar.....	8
2.3.2 Volatilite ve Tahmin Yöntemleri.....	10
2.3.2.1 Tarihi Volatilite(Historical Volatility).....	10
2.3.2.2 Zımni Volatilite (Implied Volatility).....	10
2.3.2.3 Üssel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama Yöntemi (EWMA).....	11
2.3.4 Otoregresif ve Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Heteroskedastisite Yöntemi (ARCH-GARCH).....	12
2.4 Piyasa Riski Ölçüm Yöntemi Olarak Riske Maruz Değer`in Ortaya Çıkışı.....	14
2.5 Riske Maruz Değerin Kullanıldığı Alanlar.....	15

3. RİSKE MARUZ DEĞER

3.1 Riske Maruz Değer Kavramı.....	17
3.2 Riske Maruz Değer Hesaplanması.....	18
3.3 Riske Maruz Değer Hesaplanmasında Kullanılan Parametreler.....	19
3.3.1 Elde Tutma Süresi.....	19
3.3.2 Örneklem Periyodu.....	20
3.3.3 Güven Aralığı.....	20
3.3.4 Finansal Varlıkların Getiri Yapısı.....	20
3.4. Riske Maruz Değer Yöntemine Getirilen Eleştiriler.....	21

4. RİSKE MARUZ DEĞER ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

4.1. Parametrik Yöntemler (Varyans-Kovaryans).....	23
4.1.1 Delta-Normal Metodu.....	24
4.1.2 Delta-Gamma Yöntemi.....	28
4.2. Simülasyona Dayalı Yöntemler.....	28
4.2.1. Tarihi Simülasyon Yaklaşımı.....	28
4.2.2 Monte Carlo Simülasyon Yaklaşımı.....	29
4.3 Riske Maruz Değer Ölçüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	30
4.4 Riske Maruz Değer Hesaplamalarını Destekleyici Yöntemler.....	31
4.4.1 Geriye Dönük Testler.....	31
4.4.2 Stres Testleri	34

5. PORTFÖY YÖNETİMİ VE PORTFÖY RİSKİ ÖLÇÜMÜ

5.1 Portföy Yönetimi	35
5.2 Portföy Yönetim Süreci.....	35
5.3 Portföy Yönetimi Yaklaşımları.....	37
5.2.1 Geleneksel Portföy Yönetimi.....	37
5.2.2 Modern Portföy Yönetimi.....	37
5.4 Portföylerde Risk Getiri İlişkisi.....	38

6. HİSSE SENEDİ PORTFÖYLERİ İÇİN RİSKE MARUZ DEĞER UYGULAMASI

6.1. Uygulamanın Amacı ve Kapsamı	40
6.2 Riske Maruz Değer Ölçüm Kuralları.....	40
6.3 Uygulamada Kullanılan Veri Seti ve Analiz Yöntemi.....	41
6.4 Verilerin Analizi	42
6.5 Portföyün Belirlenmesi.....	45
6.6 Portföydeki Hisse Senetlerinin Değerlendirilmesi.....	47
6.6.1 KOZAA Hisse Senedi.....	47
6.6.2 GARAN Hisse Senedi.....	48
6.6.3 TEBNK Hisse Senedi.....	49
6.6.4 SKBNK Hisse Senedi.....	50
6.6.5 TUPRS Hisse Senedi.....	51

6.7 Seçilen Portföy için Getiri Hesaplaması.....	52
6.8 Seçilen Portföy için Riske Maruz Değer Hesaplamaları.....	53
6.8.1 Varyans-Kovaryans Yöntemi ile RMD Hesaplaması.....	53
6.8.2 Tarihsel Simülasyon Yöntemi ile RMD Hesaplaması....	55
6.8.3 RMD Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	57
6.9 Geriye Dönük Testler.....	57
6.9.1 Varyans-Kovaryans Yöntemi Geriye Dönük Test Sonuçları.....	58
6.9.1.1 Sabit Standart Sapma Yöntemi.....	58
6.9.1.2 EWMA Yöntemi.....	60
6.9.2 Tarihsel Simülasyon Yöntemi Geriye Dönük Test Sonuçları.....	61
6.9.3 Geriye Dönük Test Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	63
7. SONUÇ	64
EKLER.....	67
KAYNAKÇA.....	81

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo 1 : Çeşitli Finansal Kurumlar İçin Temel Riskler.....	4
Tablo 2 : Finansal Risk Yönetiminin Gelişim Süreci	15
Tablo 3 : RMD Yöntemlerine İlişkin Karşılaştırma.....	31
Tablo 4 : Sapma Sayısına Göre RMD Modelinin Değerlendirilmesi.....	33
Tablo 5 : İMKB-30 Endeksi İçindeki Hisse Senetleri İçin Durağanlık Test Sonuçları.....	42
Tablo 6 : İMKB-30 Endeksine Dahil Hisse Senetlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	44
Tablo 7 : Hisse Senetlerinin Değişim Katsayıları.....	45
Tablo 8 : Sabit Standart Sapma İle RMD Sonuçları.....	54
Tablo 9 : EWMA Volatilite Yöntemi İle RMD Sonuçları.....	55
Tablo 10 : Tarihsel Simülasyon Yöntemi İle RMD Sonuçları.....	56
Tablo 11 : RMD Yöntemleri Karşılaştırma Tablosu.....	57
Tablo 12 : Standart Sapma İle Geriye Dönük Hipotez Testi Sonuçları.....	59
Tablo 13 : EWMA Modeli İle Geriye Dönük Hipotez Testi Sonuçları.....	61
Tablo 14 : Tarihsel Simülasyon Yöntemi Geriye Dönük Hipotez Testi Sonuçları.....	62
Tablo 15 : Geriye Dönük Test Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	63

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 1 : Riske Maruz Değer`in Normal Dağılım Üzerinde Gösterimi.....	17
Şekil 2 : Portföy Yönetim Sistemi.....	36
Şekil 3 : KOZAA Hisse Senedinin Histogramı ve Tanımsal İstatistik Değerleri.....	47
Şekil 4 : GARAN Hisse Senedinin Histogramı ve Tanımsal İstatistik Değerleri.....	48
Şekil 5 : TEBNK Hisse Senedinin Histogramı ve Tanımsal İstatistik Değerleri.....	49
Şekil 6 : SKBNK Hisse Senedinin Histogramı ve Tanımsal İstatistik Değerleri.....	50
Şekil 7 : TUPRS Hisse Senedinin Histogramı ve Tanımsal İstatistik Değerleri.....	51
Şekil 8 : Seçilen Portföyün Getiri Histogramı, Tanımlayıcı İstatistikleri ve Günlük Getiri Grafiği.....	52
Şekil 9 : Portföyün Günlük Getirisi ve Sabit Standart Sapma Yöntemi İle Elde Edilen RMD Bantları.....	58
Şekil 10 : Portföyün Günlük Getirisi ve EWMA Yöntemi İle Elde Edilen RMD Bantları.....	60
Şekil 11 : Portföyün Günlük Getirisi ve Tarihsel Simülasyon Yöntemi İle Elde Edilen RMD Bantları.....	62

GRAFİKLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Grafik 1 : KOZAA Hisse Senedinin Günlük Getiri Grafiği.....	48
Grafik 2 : GARAN Hisse Senedinin Günlük Getiri Grafiği.....	49
Grafik 3 : TEBNK Hisse Senedinin Günlük Getiri Grafiği.....	50
Grafik 4 : SKBNK Hisse Senedinin Günlük Getiri Grafiği.....	50
Grafik 5 : TUPRS Hisse Senedinin Günlük Getiri Grafiği.....	52
Grafik 6 : Portföyün Frekans-Getiri Grafiği.....	56

KISALTMALAR

ADF	Augmented Dickey-Fuller
BDDK	Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu
BIS	Bank For International Settlements
EWMA	Exponential Weighted Moving Average
GARAN	Garanti Bankası
İMKB	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
KOZAA	Koza Davetiye İşletmeleri
RMD	Riske Maruz Değer
SPK	Sermaye Piyasası Kurumu
SKBNK	Şekerbank
TEBNK	Türkiye Ekonomi Bankası
TUPRS	Tüpraş
VaR	Value at Risk

SİMGELER

r	Getiri
μ	Beklenen Getiri
σ	Standart Sapma
α	Anlamlılık Düzeyi
β	Beta Katsayısı
ρ	Korelasyon Katsayısı
λ	Ağırlıklandırma Faktörü
τ	Çarpıklık Katsayısı
K	Basıklık Katsayısı
z	z istatistiği

GİRİŞ

Son yıllarda küreselleşme finans piyasalarını, rekabet, finansal ürünlerdeki çeşitlilik, işlem hacimlerinin artması kanallarıyla etkileyerek oldukça karmaşık ve birbirine bağlı finans sisteminin oluşmasına neden olmuştur. Böyle bir ortamda, özellikle finans kurumları piyasadaki fiyat hareketlerinden kaynaklanan risklere karşı daha açık hale gelmiştir. Bu nedenle işletmeler risklerini tanımlamak, ölçmek, kontrol etmek ve güncellemek konusunda çalışmalarını yoğunlaştırmış ve etkin bir risk yönetim sistemi arayışı içinde olmuşlardır. Finansal krizlerin sıklığının artması da işletmeleri bu konuda önlem almaya ve yeni yöntem geliştirme arayışına teşvik etmiştir.

Bu süreçte risk yönetiminin öneminin artmasıyla çok farklı risk ölçüm mekanizmaları geliştirilmiştir. Başlangıçta duyarlılık analizleri, senaryo analizleri, opsiyon fiyatlama modelleri çerçevesinde değerlendirilen risk ölçüm yöntemleri, Riske Maruz Değer metodunun tanıtılması ile yeni bir aşama kaydetmiştir. Global ölçekte kolay anlaşılır ve uygulanabilir özellikleri nedeniyle yaygın olarak kullanılan Riske Maruz Değer, temel olarak geçmiş piyasa koşullarına göre belirli bir güven düzeyinde, belirli bir zaman aralığı için piyasa riskini tek bir rakamda veren yöntem şeklinde tanımlanmaktadır.

Bu çalışmada piyasa riski ölçüm yöntemi olarak kullanılan Riske Maruz Değer'in hisse senedi portföyü uygulamaları ele alınmış, ölçülen risklerin doğrulukları test edilmiş ve portföy yönetimindeki uygulanabilirliği sorgulanmıştır.

Tezin birinci bölümünde risk kavramı ve türleri üzerinde durulmuş, ikinci bölümde piyasa riski yönetimi ve ölçümü ile ilgili olarak teorik bilgilere yer verilmiştir. Üçüncü bölümde Riske Maruz Değer hakkında temel bilgiler incelenmiştir. Riske Maruz Değer ölçüm yöntemleri dördüncü bölümde işlenerek, yöntemlerin karşılaştırılması ve hesaplamaları destekleyici unsurlar üzerinde durulmuştur. Beşinci bölümde ise portföy seçimi için temel oluşturacak portföy yönetim süreci hakkında temel bilgiler ele alınmıştır. Riske Maruz Değer'in hisse senetlerinden oluşan portföy uygulaması altıncı bölümde ele alınmıştır. Bu bölümde tezin teorik çerçevesinden yararlanılarak sistematik bir uygulama yapılmış ve son bölümde sonuçları tartışılmıştır.

1. RİSK KAVRAMI VE TÜRLERİ

1.1. Riskin Tanımı

Risk genel anlamda gelecekte beklenmeyen sonuçlarla karşılaşma olasılığı olarak tanımlanmakta, beklenen durumlardan sapmayı ifade etmektedir¹. Bu tanımdan hareketle riskin gelecekteki belirsizlik halini içerdiği görülmektedir. Her ne kadar risk ve belirsizlik çok yakın anlamda kullanılsalarda, aralarında kavramsal olarak büyük bir fark vardır. Belirsizlik istatistiki olarak elde edilecek olası sonuçların dağılımıdır. Dağılım ne kadar geniş ise belirsizlik de o kadar fazla olacaktır². Risk ise belirsizlik durumu içinde beklenen sonuçlardan sapma olasılığını gösterir. Risk, belirlenerek tanımlanabilir, ölçülebilir ve alınan çıktılar ile stratejik karar alma mekanizmalarında kullanılabilir. Bu şekilde belirsizlik durumu azaltılabilmektedir.

1.2. Riskin Sınıflandırılması

Riskler genel olarak sistematik ve sistematik olmayan riskler olarak sınıflandırılabilir.

1.2.1. Sistematik Risk

Genel ekonomik, politik, sosyal durum ve benzeri çevresel faktörlerin değişkenliğinden kaynaklanıp bütün firmaları farklı şiddette etkileyen riskler, sistematik risk olarak adlandırılmaktadır³. Sistematik riskler, bütün yatırımların getirilerini etkilemekte, yatırım aracı sayısının artırılıp azaltılması veya çeşitlendirme ile ortadan kaldırılamamaktadır⁴. Piyasa riski, enflasyon riski ve faiz riski başlıca sistematik risklerdir.

¹ Gerhard Schroeck, **Risk Management and Value Creation**, First Edition, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2002, s. 24.

² Emre Alkin, Tuğrul Savaş ve Vedat Akman, **Bankalarda Risk Yönetimine Giriş**, İstanbul: Çetin Matbaacılık, 2001, s. 105.

³ Mehmet Baha Karan, **Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi**, 1. Baskı, Ankara: Gazi, 2004, s. 156.

⁴ Robert A. Haugen, **Modern Investment Theory**, 4 th Edition, New Jersey: Prentice Hall, 1997, s. 156

1.2.2. Sistematik Olmayan Risk

Sistematik olmayan risk, sadece bir firmayı etkileyen ve o firmaya özgü faktörlere bağılı olan risk olup; firmanın faaliyet, yönetim, finansal yapı ve bulunduğu sektörün risklerinden oluşmaktadır. Bu risk çeşitlendirme yapılarak minimize edilebilmektedir⁵.

1.3. Finansal Riskler

1.3.1. Piyasa Riski

Piyasa riski, piyasa fiyatlarının seviyesindeki değişimlerden veya oynaklıklarından kaynaklanan risklerdir. Piyasa riskleri döviz kuru riski, faiz riski ve hisse senedi fiyat riski olarak incelenmektedir⁶. Döviz kuru riski, bir takım etkenlerle (cari açık, siyasi olaylar, faiz oranları vb.) yerli para biriminin yabancı para birimlerine karşı meydana gelebilecek değişimler ile bilançolarda veya yatırım portföylerinde oluşan kayıplar şeklinde ortaya çıkmaktadır. Faiz riski faiz oranlarındaki dalgalanmalar nedeniyle maruz kalınan risktir. Hisse senedi fiyat riski ise hisse senedi fiyatlarında oluşan oynaklıklardan kaynaklanan risktir.

1.3.2. Kredi Riski

Kredi riski, kredi alan kişi veya kurumun kredi sözleşmesinde yazılı yükümlülüklerini yerine getirmemesinden kaynaklanan risklerdir⁷. Bu durum karşı tarafın finansal kayba uğramasına neden olmaktadır. Kredi riski, başta bankalar olmak üzere bütün finansal kurumların maruz kaldıkları en temel risk olup, senetler, borçlar ve türev ürünler gibi finansal araçlardan kaynaklanmaktadır.

⁵ Mehmet Bolak, **Sermaye Piyasası, Menkul Kıymetler ve Portföy Analizi**, 4. Baskı, İstanbul: Beta, 2001, s. 104.

⁶ Güven Sevil, **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitésinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları**, Yayın No: 1323, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, 2001, s. 9.

⁷ Charles Tapiero, **Risk and Financial Management: Mathematical and Computational Methods**, Second Edition, West Sussex: John Wiley & Sons Ltd., 2004, s. 12.

1.3.3. Likidite Riski

Likidite, istenildiği zaman nakite ulaşabilme durumu veya nakit ödeyebilme yeterliliğidir. Varlıkların istenildiği zaman nakite çevrilememesi veya nakit giriş ve çıkışlarında yaşanabilecek düzensizlikler likidite riskini yaratmaktadır. Varlıkların nakite çevrilememesi varlık likidite riski ve nakit akımından kaynaklanan riskler fonlama likidite riski olarak tanımlanmaktadır⁸.

1.3.4. Operasyonel Risk

Geniş kapsamlı risk türlerinden olan operasyonel risk, insan, teknolojik hata, kaza, eksik prosedür veya yönetim hatası gibi içsel ve dışsal faktörlerden ortaya çıkan; kurumu maddi ve itibari olarak zarara uğratan risktir. Süreçlerin izlenmesi, uygun planlamaların yapılması ve içsel kontrollerin artırılması ile operasyonel riske karşı korunma sağlanabilmektedir.

Yukarıda açıklanan temel riskler ışığında Tablo 1`de çeşitli finansal kurumların maruz kaldıkları temel riskler özetlenmektedir.

Tablo 1- Çeşitli Finansal Kurumlar için Temel Riskler

Tür	Temel Risk Faktörleri	Sermaye Düzenlemelerinin Amacı
Bankalar	Kredi Riski Piyasa Riski	Güvenlik ve Sağlamlık Mevduat ve sigorta Fonlarının Korunması
Aracı Kurumlar	Piyasa Riski Likidite Riski	Müşterileri Korumak Hisse Senedi Piyasalarının Güvenirliliğini Artırmak
Sigorta Şirketleri	Sigorta Riski Piyasa Riski	Talep Sahiplerini Korumak
Yatırım Fonları	Piyasa Riski Borç Riski	Emeklileri Korumak Maaş Fonlarını Korumak

Kaynak: Elif Gökgöz, Riske Maruz Değer (VaR) ve Portföy Optimizasyonu, Ankara: Sermaye Piyasası Kurulu Yayın No.190, 2006, s.13.

⁸ David Murphy, **Understanding Risk: The Theory and Practice Financial Risk Management**, First Edition, Boca Raton: Chapman & Hall/ CRC, 2008, s. 43.

2. PİYASA RİSKİ YÖNETİMİ VE ÖLÇÜMÜ

2.1. Risk Yönetiminin Gerekleri

Finansal piyasaların en önemli olgusu olan risk, son 30 yılda rekabetin ve küreselleşmenin artması, yeni finansal ürünlerin ortaya çıkışı, spot ve türev piyasalarda işlem hacimlerinin artması nedeniyle daha fazla dikkate alınmaya başlanmıştır. Özellikle son yıllarda yaşanan krizler ve piyasalarda yaşanan dalgalanmalar riskin tanımlanması, ölçülmesi ve değerlendirilmesi çalışması olarak nitelendirilebilecek risk yönetim süreçlerinin gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Risk yönetiminin gerek finansal sektörde gerekse reel sektörde bu kadar ilgi görmesinin en önemli sebebi piyasalardaki yüksek oynaklıklar olarak görülebilir. Döviz kurlarında, faiz oranlarında, hisse senedi fiyatlarında ve emtia piyasalarında yaşanan hareketlilik bu firmaları, maruz kaldıkları riskleri analiz etme ve ölçme çalışmalarına yöneltmiştir.

Geçmiş finansal olaylara bakıldığında her krizin veya finansal skandalların nedenleri araştırılmış ve gelecekte bunların önüne geçebilmek için birtakım finansal denetim, gözetim ve sistemler geliştirilmiştir. Risk yönetimi alanında yaşanan en önemli gelişme 1988 yılı Basel Sözleşmesi'nin kabul edilmesidir. Finansal kurumlarda risk yönetimi anlayışında bir başlangıç noktası olan Basel Sözleşmesi, daha sonraki yıllarda finansal piyasalarda yaşanan gelişmelere cevap vermek amacıyla sürekli gözden geçirilmiştir. Basel Sözleşmesi'nin ilk düzenlemesi bankaların kredi riskleri çerçevesinde sermaye yeterlilikleri üzerinde yapılmıştır. Bankaların gerçekleştirmiş olduğu yüksek alım-satım işlemleri nedeniyle Basel, 1996 yılında piyasa risklerini de kapsayacak şekilde genişletilmiştir⁹.

Günümüzde bankalar zorunlu olarak, portföy yönetim şirketleri ve aracı kurumlar yönettikleri yatırım fonlarının risk düzeylerine göre risk yönetim sistemlerini kullanmaktadırlar. Özellikle portföy yönetim sürecinde spekülasyon ve yatırım amaçlı yüksek getiriyi hedefleyen ürünlerin kullanılması durumunda denetim otoritesi tarafından piyasa riskinin ölçülmesi için risk yönetim biriminin oluşturulması zorunlu

⁹ Basel Committee on Banking and Supervision, History of Basel Committee and Its Membership, 2007, <http://www.bis.org/bcbs/history.pdf> (10 Kasım 2009), s. 3.

kılınmıştır¹⁰. Bu kapsama dahil olmayan menkul kıymet yatırım ortaklıkları ve yatırım fonları da opsiyonel olarak portföylerin piyasa risklerinin takip edilmesi ve değerlendirilmesi yapılmaktadır.

Finansal piyasalarda yaşanan hızlı gelişme, finansal kurumlarının risk yönetimine daha fazla önem vermelerine neden olmakta ve risk yönetim sistemlerinin de sürekli gelişme kaydetmesini sağlamaktadır. Bu çerçevede opsiyon fiyatlama modelleri, duyarlılık analizleri, parametrik riske maruz değer hesaplamaları, simülasyon yoluyla riske maruz değer hesaplamaları, stres testleri ve riskteki sermaye gibi karmaşık risk yönetim araçlarının kullanımı yaygınlaşmaktadır.

2.2. Temel Risk Ölçüm Yöntemleri

Finansal risklerin ölçülmesinde en önemli aşama uygun bir risk ölçüsünün belirlenmesidir. Risk ölçüsü, belirli bir vade içinde faaliyet ortamındaki belirsizlik düzeyinin, maruz kalınan finansal olayların sonuçlarına olan etkilerinin parasal değer cinsinden ifade edilmesi olarak tanımlanmaktadır¹¹. Piyasa riski açısından bakıldığında temel risk ölçümü olarak gap (boşluk) analizleri, durasyon (süre) analizleri, portföy teorisi, istatistikî analizler ve senaryo analizleri kullanılabilir.

Gap analizi, uygulanması kolay, sadece bilanço içi faiz riskini ölçen ve seçilen döneme hassas olan bir yöntemdir. Gap analizinde her bir aktif ve pasif kalemi vade yapısına göre sınıflandırılır, seçilen dönemde bu portföyler belirlenen faiz oranlarında yeniden fiyatlanır ve faize duyarlı aktif ve pasifler elde edilir. Aradaki farklar gapleri verir ve farklı zaman ve faiz oranlarında yeniden hesaplanarak kurumun kar veya zararının nasıl etkilendiği tespit edilir¹².

Durasyon analizi, beklenen nakit akışlarını ortalama vadeye göre yeniden fiyatlandırarak bugünkü değeri veren bir yöntemdir. Bu analizde defter değerleri yerine,

¹⁰ Sermaye Piyasası Kurulu, Menkul Kıymet Yatırım Fonlarının Risk Yönetim Sistemlerine İlişkin İlkeler Duyurusu, 2007, <http://www.spk.gov.tr/indexpage.aspx?pageid=180> (12 Kasım 2009), s. 1.

¹¹ K. Evren Bolgün ve M. Barış Akçay, **Risk Yönetimi: Gelişmekte Olan Türk Finans Piyasasında Entegre Risk Ölçüm ve Yönetim Uygulamaları**, 2. Baskı, İstanbul: Scala Yayıncılık, 2005, s. 247.

¹² Kevin Dowd, **An Introduction Market Risk Measurement**, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd, 2002, s. 3.

piyasa fiyatları ön plana çıkartılmakta, piyasa değerlerinin faiz elastikiyetleri oluşturulmaktadır¹³.

İstatistiki ve senaryo analizleri, temel finansal araçlar veya karmaşık finansal araçlara sahip olan kurumlar tarafından yapılabilmektedir. Yazılımlar aracılığıyla hisse senedi, faiz veya döviz kurlarından oluşan portföylerin farklı senaryolar altında nasıl etkilendiklerini incelenmektedir.

Risk ölçümü açısından portföy teorisi, çoklu riskleri birarada ve birbirleri ile olan etkileri vermesi açısından farklı bir yaklaşım sunmaktadır. Portföy teorisi farklı portföyler arasından bir portföyün, beklenen getiri ve getirilerin standart sapması temelinde seçilmesi ile başlar. Burada portföy getirisinin standart sapması bir risk ölçüsü olarak kabul edilir. Portföy kuramında bir yatırımcı diğer bütün değişkenler sabit kaldığında, düşük standart sapmaya sahip en yüksek beklenen getiriyi veren portföyü tercih eder. Bu amaçla yatırımcılar getiri veri iken en düşük standart sapmaya sahip portföyü veya standart sapma veri iken en yüksek beklenen getiriye sahip portföyü oluşturur. Bu koşulları sağlayan portföy etkin olarak kabul edilir ve rasyonel yatırımcılar her zaman etkin portföylerde yatırım tercihlerini oluştururlar¹⁴. Yatırımcıların bu eğilimleri portföyün içeriğini sürekli değiştirecek bir unsurdur. Buna göre portföy planlaması yapılması durumunda mevcut bütün aktiflerin getirileri bilinmeli, uzun dönemli veri setine sahip olunmalı ve uygun portföy analizi yapılması için çok miktarda işlem yapılması gerekmektedir. Porföy teorisinde risksiz getirinin ve beklenen piyasa getirisinin kolay tahmin edilmesine rağmen, bir menkul kıymetin piyasa portföyü ile olan ilişkisini veren ve risk faktörü olarak bilinen β katsayısının bu nedenlerden ötürü hesaplanması sorunlu olabilmektedir¹⁵.

¹³ Bolgün ve Akçay, s. 252.

¹⁴ Dowd, s. 5.

¹⁵ Aydan Aydın, "Sermaye Yeterliliği ve VaR: Value At Risk", Türkiye Bankalar Birliği Bankacılık ve Araştırma Grubu, www.tbb.org.tr/turkce/arastirmalar/sermaye_var.doc, (15 Kasım 2010).

2.3. Risk Ölçümünde Kullanılan Temel Kavramlar

2.3.1. İstatistik Kavramlar

Risk ölçümü genel olarak istatistik ve finansal ekonometri tekniklerine dayanmaktadır. İstatistik, risk ölçümünde ortalama, varyans, standart sapma, kovaryans, korelasyon katsayısı, olasılık dağılımları ve testleri temelinde kullanılmaktadır.

Ortalama bir dağılımın merkezi eğilim ölçüsü olarak beklenen değeri verir. Aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\bar{r} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n}$$

Varyans dağılıma ait her bir değer dağılımın ortalamasından ne kadar uzak olduğunu gösterir ve dağılımın yaygınlığının bir ölçüsü olarak kabul edilir. Bir olasılık dağılımının veya örneklemin varyansı, örneklemdaki bütün değerlerin ortalamadan veya beklenen değerden farklarının karelerinin ortalaması alınarak hesaplanır.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (r_i - \bar{r})^2}{N}$$

Varyansın birim sorunu nedeniyle risk ölçüsü olarak standart sapma kullanılmaktadır¹⁶. Standart sapma varyansın karekökü olup, volatilité (oyunaklık) olarak da adlandırılır.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (r_i - \bar{r})^2}{N}}$$

Örneklem varyansı ve standart sapması aşağıdaki formüllerle elde edilir.

¹⁶ Bolgün ve Akçay, s. 147.

Örnekleme Varyansı;
$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}{n-1}$$

Örnekleme standart sapması;
$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}{n-1}}$$

Kovaryans iki finansal varlığın ortalama değerlerinin birlikte hareket etme derecelerini gösterir¹⁷. Kovaryans pozitif veya negatif değerler alabilmektedir. İki hisse senedi için hesaplanan kovaryansın pozitif olması, bir hisse senedinin ortalama getiriden daha fazla bir getiri sağlarken diğer hisse senedinin de aynı eğilimde hareket ederek ortalama getirisinden daha fazla bir getiri elde edeceğini gösterir. Kovaryans negatif ise iki hisse senedinin getirilerinin ters yönde hareket ettiği söylenebilir. Kovaryans hesaplaması portföyün varyansının hesaplanması için önemli bir aşamadır¹⁸. İki hisse senedi için kovaryans formülü aşağıdaki gibidir.

$$Cov_{r_x, r_y} = \frac{\sum_{t=1}^n (r_{xt} - \bar{r}_x)(r_{yt} - \bar{r}_y)}{n-1}$$

Korelasyon katsayısı finansal varlık getirilerinin yönünü ve gücünü gösteren katsayıdır. -1 ile +1 arasında değer alır. Korelasyon katsayısının +1 olması durumunda iki finansal varlık aynı yönde hareket etmekte ve aralarında tam pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Korelasyon katsayısının -1 olması durumunda ise iki finansal varlık tam negatif bir şekilde ters yönde hareket ederler. Korelasyon katsayısının sıfır olması iki finansal varlığın arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını gösterir. Korelasyon katsayısı aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

¹⁷ Sevil, s. 38.

¹⁸ Haugen, s. 48.

$$\rho_{r_x, r_y} = \frac{Cov_{r_x r_y}}{\sigma_{r_x} \sigma_{r_y}}$$

2.3.2. Volatilite ve Volatilite Tahmin Yöntemleri

Volatilite, belirli bir zaman diliminde finansal varlıkların getirilerindeki değişkenliğini ölçer, standart sapma veya varyans olarak ifade edilir. Riskin ölçütü olarak standart sapma, finansal getirilerin dağılımlarının stokastik (rassal) süreci izlediği varsayımı altında dikkate alınır¹⁹. Piyasa riski ölçümünde kullanılan Riske Maruz Değer hesaplamalarında bir volatilite parametresi bulunmakta ve bu parametrenin modellenmesi yapılmaktadır. Bu amaçla piyasa riski ölçümünün önemli bir aşaması olan volatilite modellenmesi 4 farklı yöntem ile yapılabilmektedir.

2.3.2.1. Tarihi Volatilite (Historical Volatility)

Volatilite hesaplanmasında tarihi verilerin kullanıldığı bir yöntemdir. Tarihi volatilite, incelenen zaman dilimine göre farklılık gösterir ve vade arttıkça doğal olarak standart sapmada da yükselişler görülür²⁰. Tarihi volatilite hesaplama sürecinde zaman serisinin günlük, aylık veya yıllık olarak belirtilmesinden sonra klasik standart sapma hesaplaması yapılır.

2.3.2.2. Zımnı Volatilite (Implied Volatility)

Zımnı volatilite yaklaşımı, finansal varlıkların opsiyonlarının fiyatlamasından çıkartılır ve gelecekteki tahmini volatiliteyi gösterir. Opsiyonların günlük piyasa fiyatlarından Black&Scholes modeli kullanılarak parçalama yöntemi ile volatiliteler hesaplanabilmektedir. Finansal varlıkların opsiyonlarının sadece bir kısmının işlem

¹⁹ Murat Mazıbaşı, “İMKB Piyasalarında Volatilitenin Modellenmesi ve Öngörülmesi: Asimetrik GARCH Modelleri ile Bir Uygulama”, BDDK, <http://www.ekonometridernegi.org/bildiriler/o16cs.pdf>, (01/12/2009), s. 3.

²⁰ Bolgün ve Akçay, s. 326.

görmesi ve buna bağlı olarak kısıtlı sayıda volatiliteye ulaşılması nedeniyle, zımnı volatilitenin maruz kalınan risk hesaplamalarında kullanılmamaktadır²¹.

2.3.2.3. Üssel Ağırlandırılmış Hareketli Ortalama Yöntemi (EWMA)

Volatilitenin modellenmesi genel olarak zamana göre sabit ve değişken olarak yapılmaktadır. Zamana göre sabit volatilitenin modeli, belirli zaman sürecinde volatilitenin koşullardan etkilenmeyerek değişmediği volatilitenin türüdür. Bu şekilde tarihi ortalamalardan elde edilen volatilitenin sabit olmakta ve gelecekteki tahmini volatilitenin vermektedir²².

$$\hat{\sigma}_t^2 = \sigma_{t-1}^2$$

Zamana göre değişken volatilitenin ise, volatilitenin zamana göre dönemin koşullarına göre değişmekte ve sürekli farklı değerler almaktadır. Zamana göre değişken volatilitenin modellenmesinin en bilinen yöntemi üssel ağırlıklı hareketli ortalama (EWMA) yöntemidir. 1994 yılında bankacılık sektöründeki risk hesaplamaları için JP Morgan tarafından geliştirilen ve hizmete sunulduktan sonra dünyada yaygın bir şekilde kullanılan Riskmetrics uygulamasında volatilitenin tahmini, EWMA yöntemi ile yapılmaktadır. EWMA yöntemi ile volatilitenin hesaplamasında geçmiş dönem verileri üssel olarak ağırlıklandırılmakta, yakın dönemli verilere daha fazla ağırlık verilirken, geçmiş verilere daha az ağırlık verilmektedir²³. EWMA yönteminin volatilitenin tahminindeki en büyük avantajı, piyasalarda yaşanacak ani dalgalanmaları üssel bir şekilde volatilitenin hızlı bir şekilde yansıtmasıdır. Bu nedenle EWMA yöntemi volatilitenin daha güncel olmasını sağlamaktadır.

²¹ JP Morgan, "Risk Metrics: Technical Document", 4th ed., New York, 1996, s. 78.

²² Greg N. Gregoriou, **Stock Market Volatility**, First Edition: Chapman Hall, 2009, s. 13.

²³ Gökçöz, s. 26.

EWMA yöntemi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\sigma_t = \sqrt{\lambda \sigma_{t-1}^2 + (1 - \lambda) r_{t-1}^2}$$

σ_t : t zamanındaki standart sapma

σ_{t-1}^2 t-1 zamanındaki standart sapma

r_{t-1}^2 : t-1 zamanındaki getiriler

Formüldeki lambda (λ) ağırlıklandırma faktörüdür ve 0 ile 1 arasında değer alır. Volatilitenin en uygun şekilde tahmin edilmesi için lambdanın optimum değer alması gerekmektedir. Riskmetrics yönteminde yapılmış olan simülasyonlar sonucunda, λ günlük veriler için 0,94, aylık veriler için 0,97 olarak alınmaktadır²⁴.

Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu'nun (BDDK) son Basel II İlerleme Raporu'na göre Türkiye'de piyasa riski ölçümünde içsel model kullanan bankalarda volatilitenin hesaplamaları, %84,4 oranında EWMA yöntemi ile yapılmaktadır²⁵.

2.3.2.4. Otoregresif ve Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Heteroskedastisite Yöntemi (ARCH-GARCH)

Geleneksel zaman serileri analizleri sıfır ortalamaya ve sabit varyansa (homoskedastisite) dayanmaktadır. Bu nedenle geleneksel olarak zamana göre sabit volatilitenin tahminlerinde finansal varlık getirilerinin normal dağıldığı, getirilerin bağımsız ve özdeş olduğu varsayımı yapılır. Ancak getiriler genellikle geniş dağılımlara (fat-tails, leptokurtosis) sahip olmakta ve güçlü otokorelasyon içermektedir. Ardışık dönemlerde gerçekleşen otokorelasyondan dolayı finansal zaman serisinde küçük getiriler oluşmaktadır. Bu durum Otoregresif Koşullu Heteroskedastisite (ARCH) olarak adlandırılmaktadır. 1982 yılında Engle tarafından ortaya konulan ARCH

²⁴ Riskmetrics, s. 97.

²⁵ BDDK, Bankacılık Sektörü Basel II İlerleme Raporu, <http://www.bddk.org.tr/websitesi/turkce/Basel-II/6399IlerlemeRaporuMay%C4%B1s09.pdf>, (10/12/2009), s. 20

modeline göre, bugünün koşullu varyansı geçmiş dönemdeki hata terimlerinin bir fonksiyonudur²⁶.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2$$

$$\alpha_0 > 0, \quad \alpha_1, \dots, \alpha_p \geq 0$$

Denklemden ε değerleri geçmiş dönemlerdeki getirilerin hata terimlerini, α değerleri farklı dönemlerde hata terimlerine verilen ağırlıkları, p değeri ise ARCH sürecinin mertebesini gösterir.

ARCH modeli 1986 yılında Bollerslev tarafından geliştirilerek Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Heteroskedastisite (GARCH) modeli oluşturulmuştur. GARCH'a göre varyans, koşullu varyansın hata değerlerine ilave olarak, kendi gecikmeli değerlerine de bağlıdır. Bu nedenle modelde hem geçmiş getirilerin hata değerleri hem de geçmiş dönemlerdeki varyans değerleri kullanılmaktadır.

$$\sigma_t^2 = w + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

Denklemden β geçmiş dönem varyanslarının ağırlıklandırma faktörü, σ geçmiş dönem varyanslarını göstermektedir.

Son yıllarda GARCH modelinin geliştirilmesiyle beraber çok geniş yelpazede volatilitenin tahmin yöntemleri oluşturulmuştur. Volatilitenin optimum şekilde tahmin edilmesi yönünde yapılan bu çalışmalar sonrası hangi volatilitenin en iyi sonucu vereceğine dair karar alma süreci oldukça zor olmakta ve bu nedenle volatilitenin tahmininde belirli bir standart oluşturulamamaktadır.

²⁶ Robert Engle, "GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics", Journal of Economic Perspectives, Fall 2001, Vol.15, Number 4, [http://www-stat.wharton.upenn.edu/~steele/Courses/434/434Context/GARCH/garch101\(ENGLE\).pdf](http://www-stat.wharton.upenn.edu/~steele/Courses/434/434Context/GARCH/garch101(ENGLE).pdf), (15/12/2009), s. 158.

Riskmetrics, EWMA'yı volatilité tahmininde kullanmaktadır. Firma, modelin kolay hesaplanabilmesi, yaptığı optimizasyonlar sonucu modelin denge volatilité seviyesini vermesi ve güncel volatilitéyi oluşturması gibi nedenlerle volatilité tahmininde EWMA'yı bir standart haline getirmiřtir²⁷.

2.4. Piyasa Riski Ölçümü Olarak Riske Maruz Değer'in Ortaya Çıkışı

Son 30 yılda finans alanında finansal risk ölçümleri önemli gelişim kaydetmiştir. Temel risk ölçümleri ile başlayan süreç, 1980'lerin başında birçok finansal kuruluşun risklerin ölçümü için içsel model geliştirilme çalışması yürütmesi ile devam etmiştir. Her firmanın çok farklı ve karmaşık risk yönetim sistemi kurması, firmaların maruz kaldıkları risklerin çeşitliliği, bu risklerin etkilerinin ölçülmesindeki zorluklar, zaman içinde risk faktörlerinin değişmesi gibi nedenler düzenleyici kurumları standart bir metodolojiyi oluşturmaya yöneltmiştir. 1994 yılında JP Morgan tarafından geliştirilen Riskmetrics sistemindeki Riske Maruz Değer'in kolay hesaplanması, anlaşılır ve entegre sonuçlar vermesi gibi nedenler ile yaygın bir şekilde kullanılmasını sağlamıştır. Sistem bu anlamda standart bir risk ölçüm sistemi olma yolunda önemli bir mesafe kaydetmiştir.

Yeni finansal enstrümanların ortaya çıkışı, türev ürünlerin kullanımının yaygınlaşması ve finansal krizler nedeniyle oluşan zararlar optimum risk yönetim modeline ulaşma çalışmalarının yaygınlaşmasına neden olmuşur. Finansal risk yönetiminde en uygun risk ölçüm modeline ulaşma süreci aşağıda Tablo 2'de gösterilmektedir.

²⁷ Riskmetrics, s. 78.

Tablo 2- Finansal Risk Yönetiminin Gelişim Süreci

1938	Sürelili Bonolar
1952	Markowitz`in Ortalama-Varyans Çalışması
1963	Sharp`ın Finansal Varlıkları Fiyatlama Modeli (CAPM)
1966	Çoklu Faktör Modelleri
1973	Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli
1979	Binom Opsiyon Modeli
1983	Riske ayarlı Sermaye Getirisi (RAROC)
1988	Bankalar için Riske Ayarlı Aktif Yapısı
1992	Stres Testleri
1993	Riske Maruz Değer (VaR)
1994	Riskmetrics
1997	Credimetrics, Creditrisk+
1998	Kredi ve Piyasa Riski Bileşimi
2000 -	Girişimci Bazında Risk Yönetimi

Kaynak: Jorion P, Value at Risk: A New Benchmark For Controlling Risk, 2nd Ed., Mc Graw Hill Inc, New York, 2000.

2.5. Riske Maruz Değer`in Kullanıldığı Alanlar

Riske Maruz Değer temel olarak finansal riske maruz kalan bütün kurumlarda kullanılabilir. Risk yönetiminin zorunlu olduğu büyük alım-satım portföylere sahip bankalar, emeklilik fonları, diğer finans kurumları, sektörü denetleme ve kontrol faaliyetinde bulunan düzenleyici kurumlar ve elinde bulundukları finansal enstrümanlar nedeniyle finansal riske maruz kalan finans dışı kurumlar için Riske Maruz Değer oldukça faydalı sonuçlar vermektedir²⁸.

Riske Maruz Değer`in kullanım alanları, toplam riskin ölçülmesi ve raporlanması açısından pasif kullanım, pozisyon limitlerinin belirlenmesi ve buna bağlı

²⁸ Philippe Jorion , **Value at Risk: A New Benchmark For Controlling Risk**, 2nd Ed., New York: Mc Graw Hill Inc., 2000, s. 23.

olarak riskin belirlenerek risk kontrolünün yapıldığı defansif kullanım ve son olarak riskin yönetilmesi açısından aktif kullanım olarak üç farklı kategoride sınıflandırılabilir²⁹.

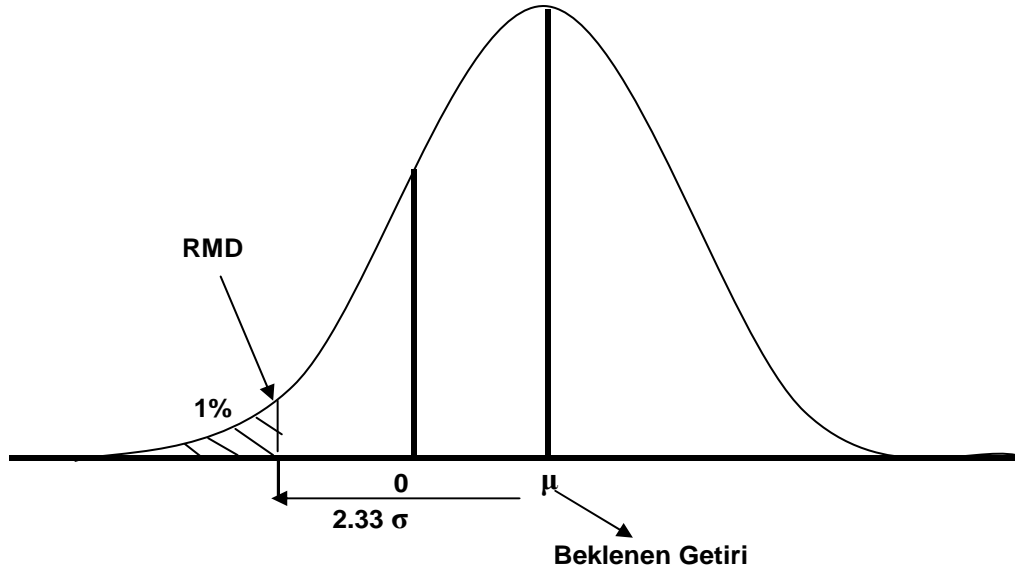
Türkiye`de Riske Maruz Değer yönteminin piyasa riski ölçümünde kullanılması son on yılda düzenleyici ve denetleyici kurumların yayınlamış olduğu tebliğ ve kararlar ile oldukça yaygınlaşmıştır. 1999 yılında yürürlüğe giren yeni Bankalar Kanunu ile risk yönetimi ve iç kontrol sistemleri zorunlu hale getirilmiştir. BDDK`nın 2001 ve 2002 yılında çıkarttığı yönetmelikler ile bankalar ve diğer finansal kurumlar için iç denetim ve risk yönetim sistemleri, sermaye yeterliliğinin ölçülmesi ve değerlendirilmesine ilişkin bazı kurallar belirlenmiştir. Kasım 2006`da çıkartılan risk ölçüm modeli ile piyasa riskinin hesaplanması ve risk ölçüm modellerinin değerlendirilmesine ilişkin tebliğ ile Riske Maruz Değer düzenleyici kurum tarafından standart hale getirilmiş ve model ile ilgili kısıtlar belirlenmiştir. Ayrıca SPK da serbest fonlar, garantili fonlar, koruma amaçlı fonlar ve menkul kıymet yatırım fonlarının türev araçlara yatırım yapması durumunda maruz kalınan risklerin ölçülmesi ve izlenmesi amacıyla Riske Maruz Değer tabanlı risk yönetim sistemlerinin kurulmasını zorunlu hale getiren ilke kararını Eylül 2007`de yayınlamıştır.

²⁹ Dowd, s. 10.

3. RİSKE MARUZ DEĞER (RMD)

3.1. Riske Maruz Değer Kavramı

Riske Maruz Değer, belirli varsayımlar altında bir portföy veya varlığın belirli bir güven aralığında ve belirli bir dönem içinde muhtemel maksimum kaybını veren bir yöntemdir³⁰. Riske Maruz Değer temel olarak normal piyasa koşullarında, elde tuttuğumuz portföyün belirlenmiş zaman diliminde %x olasılık ile parasal olarak ne kadar zarar edeceği sorusunun cevabını vermektedir. Örneğin, 100 milyon TL tutarında döviz pozisyonuna sahip bir yatırımcı için %99 güven aralığında 1 günlük RMD değerinin 1 milyon TL olarak hesaplandığı varsayıldığında, normal piyasa koşullarında o yatırımcı %99 ihtimalle maksimum 1 milyon TL zarar edecektir. Diğer bir ifade ile yatırımcının maksimum zararı %1 olasılıkla 1 milyon TL'yi aşacaktır.



Şekil 1: Riske Maruz Değer'in Normal Dağılım Eğrisi Üzerinde Gösterimi

Şekil 3 μ beklenen getirili bir varlığın normal dağılım altında %99 güven aralığında Riske Maruz Değer'ini göstermektedir. %99 güven aralığı bir yatırımın

³⁰ Bolgün, Akçay, s. 389.

beklenen getirisinden normal dağılım varsayımı altında 2,33 standart sapma uzaklığındaki alanı göstermektedir. Riske Maruz Değer de bu alanın sıfırdan küçük olan kısmıdır.

Riske Maruz Değer`in en büyük avantajı farklı pozisyonların faiz oranları, döviz kurları ve hisse senedi fiyatları gibi farklı risk faktörlerinden kaynaklanan olası zararları bir araya getirerek parasal olarak tek bir değerde ifade edebilmesidir³¹. Ayrıca RMD, risk faktörleri arasındaki korelasyonları da dikkate almaktadır.

3.2. Riske Maruz Değer Hesaplaması

Riske Maruz Değer hesaplama parametreleri, tanımda da yer aldığı gibi portföyün değeri, risk faktörlerinin volatilitesi, elde tutma süresi ve belirlenen güven aralığından oluşur. Buna göre bir yatırımın RMD`si aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\text{VaR} = \text{Portföy Değeri} * \sigma * \sqrt{t} * \alpha$$

σ : Risk faktörlerinin volatilitesi

t : Elde tutma süresi

α : Güven aralığı

Günlük volatilitesi 0,02 olan 10,000 TL yatırımın 10 günlük elde tutma süresinde ve %95 güven aralığında RMD`si ;

$$\text{RMD} = 10,000 * 0,02 * \sqrt{10} * 1,645 = 1,040.4 \text{ TL}$$

şeklinde hesaplanır. 1,645 değeri normal dağılımda %95 güven düzeyine denk gelen z istatistiğidir. Sonuç olarak 10,000 TL portföyümüzde 10 günlük zaman diliminde %95 ihtimal ile maksimum 1,040.40 TL zarar oluşabilecektir.

³¹ Hasan Candan, Dr. Alper Özün, **Bankalarda Risk Yönetimi ve Basel II**, 1. Baskı, İstanbul: Türkiye İş Bankası Yayınları, 2006, s. 79.

3.3. Riske Maruz Değer Hesaplamasında Kullanılan Parametreler

3.3.1. Elde Tutma Süresi

Riske Maruz Değer hesaplaması belirli bir elde tutma süresi için yapılmaktadır. Elde tutma süresi ile piyasa riski arasında doğru orantı vardır. Süre uzadıkça oynaklıkta artacaktır.

Elde tutma süresi seçimini etkileyen üç ana faktör mevcuttur. Bunlardan birincisi faaliyet gösterilen piyasanın likiditesidir. Elde tutulan pozisyonların hızlı bir şekilde elden çıkartmaya imkan veren likit piyasalarda kısa elde tutma süresi, likit olmayan piyasalarda ise uzun elde tutma süresi belirlenmesi uygun olacaktır. Elde tutma seviyesini etkileyen diğer iki faktör modeldeki normallik varsayımı ve portföy içeriği değişim sıklığı, kısa elde tutma süresinin seçilmesini gerektirmektedir. Portföydeki varlıklarının getirilerinin normal dağılıma tam olarak uymamasına rağmen, normallik varsayımının geçerli olabilmesi ancak kısa elde tutma seviyesi ile sağlanmaktadır. Uzun dönemde portföy içeriğinin sık değişebileceği ihtimali de kısa elde tutma süresi seçimine neden olmaktadır³².

Türkiye`de piyasalardaki likiditenin zayıf olması nedeniyle risklerin daha doğru ölçülmesi için uzun elde tutma süresi seçimi tercih edilmektedir. Bu nedenle BDDK risk ölçümlerinde elde tutma süresinin 10 gün olarak alınmasını benimsemiştir³³.

Elde tutma süresi RMD hesaplamalarına zamanın karekökü ile yansıtılmaktadır. Bu ilişki “ Geometrik Brownion Motion” yaklaşımına dayanmaktadır³⁴.

$$t \text{ günlük elde tutma süresi} \longrightarrow \sqrt{t}$$

$$1 \text{ günlük elde tutma süresi} \longrightarrow \sqrt{1} = 1$$

³² Kewin Dowd, **Beyond Value At Risk : The new Science of Risk Management**, 1. Ed., Chichester : John Wiley & Sons Ltd., 1998, s. 51.

³³ BDDK, “Risk Ölçüm Modelleri ile Piyasa Riskinin Hesaplanması ve Risk Ölçüm Modellerinin Değerlendirilmesi”, 2006, http://www.bddk.org.tr/WebSitesi/turkce/Mevzuat/Bankacilik_Kanununa_Iliskin_Duzenlemeler/1659Risk_olcum_Modelleri_Deg_Tebliğler_03112006.pdf, (20 Aralık 2009), s. 3.

³⁴ Bolgün, Akçay, s. 393.

10 günlük elde tutma süresi $\longrightarrow \sqrt{10} = 3,162278$

3.3.2. Örneklem Periyodu

RMD hesaplamalarının başarısı, volatiliteler ve korelasyonların hesaplanacağı veri setine bağlıdır. Farklı örneklem periyodları için hesaplanan volatiliteler farklı olacak ve buna bağlı olarak RMD sonuçlarında da farklılıklar oluşacaktır. Basle Komitesi örneklem periyodu olarak en az bir yıllık süre olan 252 iş günü tespit etmiş ve belirli aralıklarla veri setinin güncellenmesi gerektiğini ve RMD hesaplamalarının yeni veri setlerine göre yapılmasını zorunlu kılmıştır³⁵.

3.3.3. Güven Aralığı

Riske Maruz Değer hesaplamaları finansal varlıkların getirilerinin normal dağıldığı varsayımı altında yapılmaktadır. Güven düzeyi bu varsayım altında bir portföyün maksimum kaybının olasılığını vermektedir. Riske Maruz Değer sadece kayıplar ile ilgilendiği için hesaplamalarda normal dağılımın sol kuyruğu dikkate alınmaktadır. Güven aralığı kullanım ihtiyacına göre %90 ile %99 arasında belirlenebilmektedir. Firmalar sistem geçerliliği için düşük güven düzeyi, risk yönetimi ve sermaye yeterliliği için yüksek güven düzeyi kullanmaktadırlar³⁶. Gerek Basle Komitesi gerekse BDDK, RMD hesaplamalarında güven düzeyinin %99 ve tek taraflı olarak kullanılmasını istemektedir. Riskmetrics modeli ise güven düzeyini %95 olarak kullanmaktadır.

3.3.4. Finansal Varlıkların Getiri Yapısı

RMD hesaplamalarında en önemli varsayım, getirilerin normal dağılıma uyduğu, normallik varsayımıdır. Ancak pratikte finansal getiriler normal dağılıma uymamaktadır. Burada karşılaşılan en büyük problem dağılımın şişman kuyruk (fat-tailed), çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) özelliği göstermesidir. Bu durumda normallik varsayımı gerçek dağılımın kuyruk ve tepe bölgesini tanımlamakta yetersiz kalmaktadır. Kuyruk bölgesindeki şişmanlık aşırı değerlerin frekansının fazla olduğunu

³⁵ Basel Committee on Banking Supervision, “Revisions to the Basel II Market Risk Framework”, July 2009, <http://www.bis.org/publ/bcbs158.pdf?noframes=1>, (20 Aralık 2009), s. 13.

³⁶ Dowd, Beyond Value At Risk : The new Science of Risk Management, s. 52.

gösterir. Finansal getirilerin yapısındaki diğer durum ise, dağılımın gerçekte normal dağılıma uymadığı ve böylece normal dağılım varsayımının geçersiz olmasıdır. Bu sorunlar, normal dağılıma uygunluğun bir takım istatistikî testler ile test edilerek belirlenmektedir.

Normal dağılım temelde iki parametreye dayanmaktadır. Bu parametrelerden birincisi dağılımın ortalaması (μ), ikincisi dağılımın standart sapması (σ)dır. Normal eğri altındaki alan her ne şekilde olursa olsun (yayvan-dar) bire veya yüzde yüze eşittir. Ortalamanın sağında kalan alan %50 olasılıkla ortalamanın üstünde, ortalamanın solunda kalan %50 olasılıkla ortalamanın altında kalacağını göstermektedir. Ayrıca ortalamadan $\pm 1\sigma$ uzaklığındaki alan, toplam alanın %68,26'ını oluşturur³⁷.

Bir dağılımın çarpıklık ve basıklığı aşağıdaki formüllerde gösterilmektedir.

$$\text{Çarpıklık} \quad \tau = \frac{E(x - \mu)^3}{\sigma^3}$$

$$\text{Basıklık} \quad K = E(x - \mu)^4 * \sigma^4 - 3$$

3.4. Riske Maruz Değer Yöntemine Getirilen Eleştiriler

Riske Maruz Değer, uzun zamandan beri gerek finans kurumları gerekse finans dışı kurumlar tarafından standart bir risk ölçüm aracı kullanılmasına rağmen bir çok yönden eleştiri almaktadır. Bu eleştiriler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. RMD modellerinin en önemli kısıtlarından biri uç piyasa koşullarında risk ölçümünün zayıf kalmasıdır³⁸. Riske Maruz Değer hesaplamalarında güven aralığı içindeki olasılıklar dikkate alınmaktadır. Ancak gerçek hayatta güven aralığı dışında alanı temsil eden olasılıklar da gerçekleşebilmekte ve RMD bu olaylarda gerçek sonucu verememektedir.

³⁷ Gökgez, s.30.

³⁸ Katerina Simons, "Value at Risk: New Approaches to Risk Management", New England Economic Review, 1996, <http://www.dartmouth.edu/~ksimons/Value%20at%20Risk%20-%20New%20Approach.pdf> (25/12/2009), s. 13.

2. RMD yönteminin diğerk bir kısıtı geçmiş verilerin kullanılarak geleceğedair tahminlerde bulunmasıdır³⁹. Piyasanın sürekli değışen bir dinamiğesahip olması geleceğedönük tahmin sürecinde geçmiş istatistiki verilerin, geçerliliğinin sorgulanmasına neden olmaktadır.

3. RMD hesaplamalarının dayandığı varsayımların her koşulda geçerli olmamasıda RMD`in eleştirildiği noktalardan biridir. Örneğın, finansal varlık getirileri için normallik varsayımı ve portföy pozisyonlarının elde tutma dönemi içinde değışmemesi uygulamada çok az rastlanan durumlardır.

4. RMD modelleri ile yapılan risk ölçümlerinin hatalı çıkması durumunda, risklerin kontrolü ve yönetilmesi sürecinde büyük zararlar oluşabilmektedir⁴⁰. Özellikle düşük volatilitte hesaplamaları, risk yöneticilerini aşırı risk almaya yöneltmektedir.

RMD modellerine getirilen eleştirilere karşı Jorion, RMD`nin kusursuz olmadığını, sonuçların tam olarak güvenilir olmasada bir göstergenın varlığının olmasının hiçbirşey olmamasından daha iyi olduğunu savunmakta ve Riske Maruz Değeri finansal piyasalarda türev ürünler aracılığıyla risk alanında hızlı ölçmeye yarayan sallantılı bir hız göstergesine benzetmektedir⁴¹.

Her ne kadar RMD modelleri özellikle varsayımları nedeniyle eleştiriler alsada, RMD hesaplamalarında stres testleri, simülasyonlar ve geriye dönük testlerin düzenli olarak yapılması ile kontrol mekanizmasının kurulması, optimum sonuçların alınmasına yardımcı olacaktır.

³⁹ Gökgöz, s.6

⁴⁰ Süleyman Başak, Alex Shapiro. "Value at Risk Based Risk Management: Optimal Policies and Asset Prices", The Review of Financial Studies, 2001, http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=204390&rec=1&srcabs=302101 (05/01/2010), s. 2.

⁴¹ Jorion, s. 316.

4. RİSKE MARUZ DEĞER ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Riske Maruz Değer hesaplamalarında parametrik (varyans-kovaryans) ve simülasyona dayalı iki farklı yöntem uygulanmaktadır. Her bir yöntemin kendine göre avantaj ve dezavantajı vardır. Bu yöntemlerin uygunluğu, getiri dağılımlarının yapısı ve getirilerin doğrusal hareket etmesine bağlı olarak değerlendirilmektedir⁴².

Gelecekteki fiyat hareketlerinin normal dağılım parametreleri ile açıklanmasının mümkün olduğu durumlarda, diğer bir ifade ile fiyat değişimlerinin normal dağılım göstermesi şartı ile bu fiyat değişimleri volatilité ve korelasyonlar ile tanımlanabilmekte ve belirlenen olasılıklar ile beklenen değişimler elde edilebilmektedir. Normal dağılıma uygun olan piyasa hareketlerinde parametrik yöntemler kullanılmaktadır. Fiyat hareketlerinin normal dağılıma uymadığı durumlarda ise her beklenen değişimin kendine özgü olasılığının olması ve fiyat hareketlerinin farklı getiri dağılımlarına sahip olması nedeniyle beklenen değişimleri hesaplamak oldukça zor olmaktadır. Bu tür durumlar için simülasyona dayalı yöntemler sağlıklı sonuçlar vermektedir⁴³.

Risk ölçüm metodlarının belirlenmesinde ikinci önemli parametre portföy getirisinin, portföyü oluşturan finansal varlıkların getirileri ile doğrusal bağımlılığıdır. Opsiyon ve türevler dışındaki bütün finansal enstrümanların getirilerinin dahil oldukları portföyler ile doğrusal bağımlı oldukları kabul edilir. Doğrusal portföylerde parametrik yöntemler, opsiyon veya türevler içeren portföylerde simülasyona dayalı yöntemler kullanılmaktadır⁴⁴.

4.1. Parametrik Yöntemler (Varyans-Kovaryans)

Piyasa riski hesaplamalarında sıkça kullanılan parametrik yöntemler, finansal varlık getirilerinin normal dağılıma sahip olduğu varsayımına dayanmaktadır. Aynı zamanda portföy riskinin de normal dağılıma sahip risk faktörleri ile doğrusal bir ilişki

⁴² Simon Manganelli, Robert F. Engle, “Value at Risk Model in Finance”, European Central Bank, Working Paper Series No: 75, http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=356220##, (05/01/2010), s. 7.

⁴³ Bolgün, Akçay, s. 396.

⁴⁴ Riskmetrics, s. 11.

içinde olduğu kabul edilmektedir⁴⁵. Bu yöntemlerde, portföyün geçmiş getiri serilerinden elde edilen standart sapma ve korelasyonlardan oluşan temel parametreler hesaplanarak varyans-kovaryans matrisi oluşturulmakta ve gelecekte risk faktörlerinin RMD'si hesaplanarak portföyün beklenen kayıpları elde edilmektedir.

Parametrik yöntemler basit matris çarpımlarını içermeye ve portföyde çok sayıda varlık olması durumunda bile hızlı bir şekilde hesaplanabilme gibi avantajlara sahiptir. Parametrik yöntemler Delta Normal ve Delta-Gamma metodlarından oluşmaktadır.

4.1.1. Delta-Normal Metodu

Delta-Normal metodu, parametrik Riske Maruz Değer hesaplamalarında sıkça kullanılan yöntemlerden biridir. Yöntemde, portföydeki risk faktörlerinin normal dağıldığı varsayılmakta ve portföy riskinin de bu risk faktörlerinin bileşimi ile doğrusal ilişki içinde olduğu kabul edilmektedir⁴⁶. Riskmetrics de temel olarak bu yöntemi kullanmaktadır. Parametrik Delta-Normal yönteminde Riske Maruz Değer aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$RMD = PV * \sigma * \sqrt{t} * Z_{\alpha}$$

PV = Portföyün bugünkü değeri

Z_{α} = Normal Dağılım Tablosunda Güven Düzeyine karşılık gelen değer

σ = Getiri Volatilitesi (Standart Sapma)

t = Elde Tutma Süresi

Yukarıdaki formül, portföyde tek bir finansal varlığa yatırım yapılması durumundaki RMD değerini verir. Portföyde iki finansal varlığın olması durumunda, portföy standart sapması iki farklı risk faktörünün ağırlıkları ve korelasyon katsayıları dikkate alınarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

⁴⁵ H. Özge Uysal, **Piyasa Riskinin Tespitinde Kullanılan Riskteki Değer (Value at Risk) Yöntemi**, Ankara : SPK Yayınları, 1999, s. 7.

⁴⁶ Carol Alexander, **Value At Risk Models**, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd., 2008, s. 42.

x_i = i. finansal varlığın portföydeki ağırlığı i: 1,2

σ_i = i. finansal varlığın standart sapması i: 1,2

ρ_{12} = 1. ve 2. finansal varlık arasındaki korelasyon katsayısı

$$\sigma_p = \sqrt{x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + 2x_1 x_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2}$$

İki finansal varlıktan oluşan portföyün standart sapması RMD formülünde yerine konulması ile RMD değeri elde edilir.

$$RMD_p = PV * \sigma_p * \sqrt{t} * Z_\alpha$$

Portföyde ikiden fazla varlık olması durumunda, portföyün standart sapması matrisler yardımı ile hesaplanır.

σ_p = Portföyün Volatilitesi

x = Her bir yatırımın portföydeki ağırlığını içeren sütun vektörü

C = Varyans-Kovaryans matrisi

PV = Portföy değeri

olmak üzere portföyün volatilitesi

$$\sigma_p = \sqrt{x * C * x^T}$$

formülü ile hesaplanmaktadır.

Varyans-Kovaryans matrisi ise portföydeki finansal varlıkların standart sapma ve korelasyon matrisleri yardımı ile aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

C = Varyans-Kovaryans Matrisi

σ_i = i. Varlığın standart sapması

ρ_{ij} = ij varlıkları arasındaki korelasyon katsayısı

$$C = \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \dots & \dots & \sigma_n \end{bmatrix}_{n \times n} \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & 1 & \dots & \rho_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}_{n \times n} \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \dots & \dots & \sigma_n \end{bmatrix}_{n \times n}$$

Portföyün volatilitesi hesaplandıktan sonra portföyün Riske Maruz Değer'i şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$RMD_p = PV * \sqrt{x * C * x^T} * \sqrt{t} * Z_\alpha$$

Portföydeki finansal varlıkların ağırlıklarının parasal değer olarak kullanılması durumunda, formülde portföy değeri yer almaz. Bu durumda, finansal varlıkların portföydeki parasal büyüklüklerini gösteren pozisyon vektörü P'nin kullanılması ile portföyün RMD'si,

$$RMD_p = \sqrt{P * C * P^T} * \sqrt{t} * Z_\alpha$$

formülü ile hesaplanır.

Bunun yanında Riske Maruz Değer her bir finansal varlığın RMD'leri kullanılarak, korelasyon matrisi yardımı ile hesaplanabilmektedir.

RMD_p : Portföyün Riske Maruz Değeri

V : Finansal varlıkların RMD'sini içeren sütun vektörü

P_i : i. finansal varlığın portföydeki ağırlığı

σ_i : i. varlığın standart sapması

ρ : Korelasyon matrisi

ρ_{ij} : i ve j finansal varlıklar arasındaki korelasyon katsayısı

olmak üzere portföyün RMD'si,

$$RMD_p = \sqrt{V * \rho * V^T}$$

formülü ile hesaplanabilmektedir.

V vektörü ;

$$V = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ V_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 \sigma_1 z_\alpha \\ P_2 \sigma_2 z_\alpha \\ \dots \\ \dots \\ P_N \sigma_N z_\alpha \end{bmatrix}$$

şeklinde açılarak korelasyon matrisi ile çarpılması ile portföyün RMD aşağıdaki gibi elde edilir.

$$RMD_p = \left\{ \begin{bmatrix} V_1 & V_2 & \dots & V_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & 1 & \dots & \rho_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_{N1} & \rho_{N2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ V_N \end{bmatrix} \right\}^{1/2}$$

4.1.2. Delta-Gama Metodu

Delta-Normal metodu, normallik varsayımı altında doğrusal getiri özelliği taşıyan geniş çaplı portföylere uygulanabilme imkanı sağlamasına rağmen, opsiyonlar ve yapılandırılmış ürünler gibi gamma (portföyün birim değerinde meydana gelen değişikliklere ikinci dereceden hassasiyet) ve konveksiteye sahip portföylerde başarılı sonuçlar vermemektedir. Delta-Gamma yöntemi, bu eksiklikleri gidererek portföylerdeki ikinci dereceden hassasiyetleri dikkate almakta ve kuadratik varsayımı kabul etmektedir⁴⁷. Bu yöntem, ihtiyaç duyulan veri miktarının geometrik olarak artması nedeniyle uygulamada pratik çözümler sunmamaktadır.

4.2. Simülasyonlara Dayalı Yöntemler

4.2.1. Tarihi Simülasyon Yaklaşımı

RMD hesaplamalarında tarihi simülasyon yöntemi portföy getirileri için dağılım varsayımı yapmayan, volatilité ve korelasyon gibi parametrelere ihtiyaç duymayan bir yöntemdir. Bu nedenle yöntem doğrusal olan ve olmayan bütün portföylere uygulanabilmektedir⁴⁸. Bu yöntemde, tarihi verilerden senaryolar üretilmekte, portföydeki varlıkların risk faktörlerinin tarihsel değişimleri kullanılarak portföyün gelecekteki kar ve zarar dağılımları belirlenerek seçilen güven düzeyinde RMD'ye ulaşılmaktadır.

Tarihi Simülasyon yöntemi geçmiş N günlük tarihi finansal varlık getirilerinin zaman serilerine, portföydeki mevcut varlık ağırlıklarının uygulanmasını kapsamaktadır⁴⁹.

$$R_{p,k} = \sum_{i=1}^N w_i R_{ij}$$

$$k \in 1,2, \dots,t$$

⁴⁷ Aydın, s. 6.

⁴⁸ Manganelli, Engle, s. 10.

⁴⁹ Thomas J. Linsmeier, Neil D. Pearson, "Risk Measurement: An Introduction To Value At Risk", <http://www.exinfm.com/training/pdfiles/valueatrisk.pdf>, (15/01/2010), s. 7.

w : Portföy içindeki risk faktörlerinin bugünkü ağırlıkları

R : Getiri değişimleri

Yukarıdaki formül yardımı ile portföyde güncel w ağırlıklar kullanılarak, geçmiş t zamanları için getiri değişimlerinden tarihsel portföy değerleri hesaplanmakta ve portföy kar ve zararları oluşturularak zarardan kara doğru bir seri elde edilmektedir. Daha sonra bu seride %95 veya %99 güven düzeylerine karşılık gelen RMD seçilmektedir. Örneğin 1000 günlük veri kullanılması durumunda ortaya çıkacak zararın RMD`yi aşması toplam gün sayısının %5`inde veya 50. günde bekleneceği için %95 güven düzeyinde RMD, kar zarar dağılımındaki 51. en büyük zarardır.

Tarihsel simülasyon yöntemi kolay uygulanabilme özelliğine rağmen, geçmiş veri setine tam bağımlılığı nedeniyle bir takım problemlere sahiptir. Gelecekteki riskleri tahmin ederken geçmiştekine benzer bir hareketin olması varsayımı, yöntemin en büyük eksikliklerinden biridir. Tahmin dönemindeki veriler olağandışı fiyat hareketleri içerebilir ve buna bağlı olarak riskler yüksek hesaplanabilir. Buna karşılık veri seti aşırı uç değerleri içermemesi durumunda risk, olduğundan düşük hesaplanabilir⁵⁰.

4.2.2. Monte-Carlo Simülasyon Yaklaşımı

Monte Carlo simülasyonu, opsiyonlar gibi doğrusal olmayan getiri yapısına sahip finansal varlıkları içeren karmaşık portföylerin RMD hesaplamalarında kapsamlı bir şekilde kullanılan ve doğru sonuçlar alınabilen bir yöntemdir⁵¹. Monte Carlo simülasyonu tarihsel simülasyona benzemekle birlikte, iki yöntem arasındaki temel farklılıklar vardır. Tarihsel simülasyon yönteminde varsayımsal portföy kar ve zararlarının oluşturulmasında tarihi dönemdeki fiyat değişimlerini yansıtan gerçek verilerden yararlanılırken, Monte Carlo simülasyonunda fiyatlardaki olası değişimleri yansıtan bir istatistikî dağılım seçilerek gerçek olmayan rassal veriler kullanılmaktadır⁵².

⁵⁰ Gökgöz, s. 37.

⁵¹ Riskmetrics, s.11.

⁵² Mustafa Duman, "Bankacılık Sektöründe Finansal Riskin Ölçülmesi ve Gözetiminde Yeni Bir Yaklaşım: Value At Risk Metodolojisi", **Bankacılar Dergisi**, No:32, Mart 2000, s. 28.

Monte Carlo Simülasyonu beş adımda hesaplanmaktadır.

1. Portföyün temel piyasa risk faktörleri belirlenerek, portföyün içinde yer alan finansal varlıkların fiyat değişimlerini portföye yansıtacak şekilde bir formülün belirlenmesi.
2. Temel risk faktörlerindeki değişimler için bir dağılım belirlenmekte ve bu dağılımların parametreleri hesaplanmaktadır. Bu dağılım normal dağılım olmak zorunda değildir.
3. Dağılım belirlendikten sonra, risk faktörleri için bu dağılıma uygun çok sayıda rassal olarak varsayımsal değer üretilir. Bu varsayımsal değerlere göre portföy değerleri hesaplanır ve portföyün mevcut değeri ile varsayımsal değer arasındaki kar ve zararlar hesaplanır.
4. Elde edilen varsayımsal kar ve zararlar en yüksek kardan zarara doğru sıralanır.
5. Son aşamada seçilen güven aralığına karşılık gelen zarar tespit edilmektedir.

4.3. Riske Maruz Değer Ölçüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Riske Maruz Değer doğru bir şekilde anlaşıldığı ve kullanıldığı sürece portföy riski hesaplamalarında ve yönetiminde oldukça faydalı bir yöntemdir. Risk yönetiminde doğru sonuçlar alabilmek için piyasa riski ölçümünde kullanılacak en uygun RMD ölçüm yönteminin seçilmesi oldukça önem kazanmaktadır.

RMD hesaplamalarında hangi yöntemin kullanılacağı ile ilgili kesin bir yanıt bulunmamaktadır. Ancak portföy yapısı, uygulama kolaylığı, raporlanma teknikleri ve sonuçların güvenilirliği açısından RMD yöntemleri değerlendirilerek en uygun yöntem seçilebilmektedir. Örneğin opsiyon gibi türev ürünleri buldurmeyen portföyler için en uygun yöntem Delta-Normal yöntemidir. Opsiyonların dahil olduğu portföylerde ise

tarihi simülasyon veya Monte Carlo simülasyonu en doğru ve güvenilir sonucu vermektedir⁵³.

Aşağıdaki tablo RMD yöntemleri arasındaki farklılıkları ortaya koymaktadır.

Tablo 4: RMD Yöntemlerine İlişkin Karşılaştırma

	Varyans-Kovaryans	Tarihsel simülasyon	Monte Carlo Simülasyonu
Hesaplama Kolaylığı	Yüksek	Yüksek	Düşük
Uygulama Kolaylığı	Yüksek	Yüksek	Düşük
Üst Düzeye Raporlanabilirlik	Düşük	Yüksek	Düşük
Türev Ürünleri de Alış Biçimi	Düşük	Yüksek	Yüksek
Beklenmedik olayları dikkate alma	Düşük	Düşük	Yüksek
Kısıtlar	Tamamıyla normal dağılım varsayımına dayanması Türev ürünlerin ele alınmasına elverişli olmaması Olağandışı piyasa hareketlerini kapsamaması	Tarihsel veri temininde zorluk yaşanabilmesi Kullanılan veri setinde olağandışı fiyat hareketlerinin yer almaması durumunda olağandışı hareketlerin kapsamaması	Modelleme riskinin yüksek oluşu Karmaşık hesaplamalara yer verilmesi ve zor anlaşılabilirlik
Avantajlar	Doğrusal getirisi bulunan portföylerde yüksek başarı	Kavramsal olarak basit ve anlaşılır olması Her türlü pozisyona uygulanabilir olması	Karmaşık pozisyonların ele alınmasında başarı Doğrusal olmayan pozisyonların ele alınmasında başarı

Kaynak: Hasan Candan, Dr. Alper Özün, Bankalarda Risk Yönetimi ve Basel II, 1. Baskı, İstanbul : Türkiye İş Bankası Yayınları, 2006, s. 101.

4.4. Riske Maruz Değer Hesaplamalarını Destekleyici Yöntemler

4.4.1. Geriye Dönük Testler

Riske Maruz Değer hesaplamalarının doğruluğunu kontrol etmek ve performansını ölçmek için geriye dönük testlerin yapılması gerekmektedir. Geriye

⁵³ Jorion, s. 202.

dönük testler, bir sonraki gün için tahmin edilen RMD tutarının fiilen gerçekleşen değer ile karşılaştırılması ile yapılmaktadır.

Riske Maruz Değer yönteminde teorik olarak hesaplanan RMD tutarlarının geriye dönük testlerle elde edilen kar veya zarar gerçekleşmelerinden daha büyük olması gerekmektedir. Bu gerçekleşmenin olmaması durumunda, diğer bir ifadeyle geriye dönük testler ile elde edilen fiili kar veya zarar tutarlarının RMD tutarlarını aşması durumunda yapılan hesaplamaların güvenilirliği zedelenmekte ve bu durum sapma olarak adlandırılmaktadır.

RMD yöntemlerinin geçerliliği istatistiksel olarak test edilebilmektedir. Yöntemde gerçekleşen sapma sayısı ile beklenen sapma sayısı arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlılığının testi için aşağıdaki hipotezler kurulabilir.

Ho : RMD yöntemi geçerli bir yöntemdir.

H1: RMD yöntemi geçerli bir yöntem değildir.

X : Sapma sayısı

N : Geriye dönük testin uygulandığı gün sayısı

p : Anlamlılık düzeyini

q : 1-p (güven aralığı) olmak üzere test istatistiği

$$z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{X - N * p}{\sqrt{N * p * q}}$$

formülü ile hesaplanabilir.

Elde edilen test istatistiği z tablosundaki anlamlılık düzeyine karşılık gelen değer ile karşılaştırılır. Eğer hesaplanan z değeri tablodaki z değerinden büyükse Ho redd edilir ve modelin geçerli olmadığı sonucuna varılır.

Geriye dönük test sonuçlarında karşımıza iki farklı hata çıkabilme ihtimali vardır. Birinci hata tipi doğru olan yöntemin yanlış olarak kabul edilmesidir. Bu da anlamlılık düzeyinden kaynaklandığı için “ α ” hatası olarak kabul edilir. İkinci hata tipi ise modelin yanlış olmasına rağmen doğru olarak kabul edilmesidir. Buna da istatistikte “ β ” hatası adı verilmektedir. Bu anomolilere göre Basle komitesi sapma sayısına göre uygunluk sonuçlarını yeşil, sarı ve kırmızı alan olarak sınıflandırılmasını tavsiye etmektedir⁵⁴.

Bu sınıflandırma teorik olarak 250 gün için yapılan geriye dönük testlerin %99 güven aralığında test edilmesi sonuçlarını içermektedir⁵⁵.

Tablo 4- Sapma Sayısına Göre RMD Modelinin Değerlendirilmesi

Alan	Sapma Sayısı	Modelin Durumu
Yeşil Alan	0	Güvenilir
	1	
	2	
	3	
	4	
Sarı Alan	5	İncelenmeli
	6	
	7	
	8	
	9	
Kırmızı Alan	>10	Yetersiz

Yukarıdaki tabloya göre yeşil alana düşecek kadar sapma sayısının elde edilmesi durumunda RMD modelinin güvenilir olduğu, sarı alana tekabül edecek sapma sayısından modelin gözden geçirilmesi gerektiği ve sapma sayısının kırmızı alana girecek şekilde 10`dan büyük olması durumunda modelin yetersiz kaldığı sonucuna varılır.

⁵⁴ Riskmetrics Group, “Risk Management : A Practical Guide”, 1st ed., New York, 1999, s. 42.

⁵⁵ BIS, “Supervisory Framework For The Use Of “Backtesting” In Conjunction with The Internal Models Approach To Market Risk Capital Requirements”, January 1996, <http://www.bis.org/publ/bcbssc223.pdf> , (01/03/2010), s. 6.

4.4.2. Stres Testleri

Normal piyasa koşullarında riske maruz değer belirlenen güven seviyesinde beklenen maksimum zararı tahmin etmekte başarılı olmasına rağmen, olağanüstü piyasa dalgalanmalarında yetersiz kalabilmektedir. RMD, piyasa hareketlerini dengeli olduğunu varsaydığı ve piyasadaki sıradışı durumları yansıtamadığı için senaryolar ile oluşturulan stres testleri ile desteklenmesi gerekmektedir.

Stres testlerinde, portföydeki risk faktörlerinden faiz oranları, döviz kurları ve hisse senetleri fiyatlarının kriz gibi olağanüstü piyasa koşullarında fiyat hareketleri dikkate alınarak veya sıradışı fiyat hareketleri üretilerek pozisyonların değerlendirilmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde aşırı uçtaki piyasa koşullarında portföylerde oluşabilecek kayıp durumu analiz edilmektedir⁵⁶.

Stres testlerinde temel olarak piyasa koşullarında dışa düşen durumlardaki zarar hesaplanmaktadır. Örneğin yerel para biriminin %40 değer kaybetmesi veya hisse senetleri piyasasında kısa sürede %30 düşüş yaşanması durumunda, portföyün kar veya zararının ne şekilde gerçekleşebileceği tahmin edilmektedir. Bu şekilde oluşturulan senaryolarda geçmişteki krizlerde yaşanan fiyat hareketleri dikkate alınmakta veya çok düşük olasılıklı aşırı uç durumlar belirlenmektedir.

Stres testi sürecinde kullanılan stres modelleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır⁵⁷.

1. Erken itme analizi
2. Maksimum kayıp optimizasyonu
3. Olası senaryo modeli
4. Şarta bağlı senaryo modeli
5. Tarihi senaryo modeli
6. En kötü durum senaryo modeli

⁵⁶ Bolgün, Akçay s. 429.

⁵⁷ Sevil, s. 61.

5. PORTFÖY SEÇİMİ VE PORTFÖY YÖNETİM SÜRECİ

5.1. Portföy Yönetimi

Portföy, yatırımcıların belirli amaçları gerçekleştirmek için sahip olduğu, birbirleriyle ilişkisi olan ve kendine has ölçülebilir nitelikleri olan yeni bir varlık olarak tanımlanabilir⁵⁸. Buradaki amaç belirli bir risk düzeyinde maksimum getiriye sağlamaktır. Portföy yönetimi de bu amacı gerçekleştirmek için portföyde çeşitlendirme prensibinden yola çıkılarak birden çok menkul kıymete yatırım yapılmasını ve böylelikle riskin dağıtılmasını ve azaltılmasını kapsamaktadır⁵⁹.

5.2. Portföy Yönetim Süreci

Portföy yönetim süreci dinamik bir süreç olup, beş aşamadan oluşmaktadır.

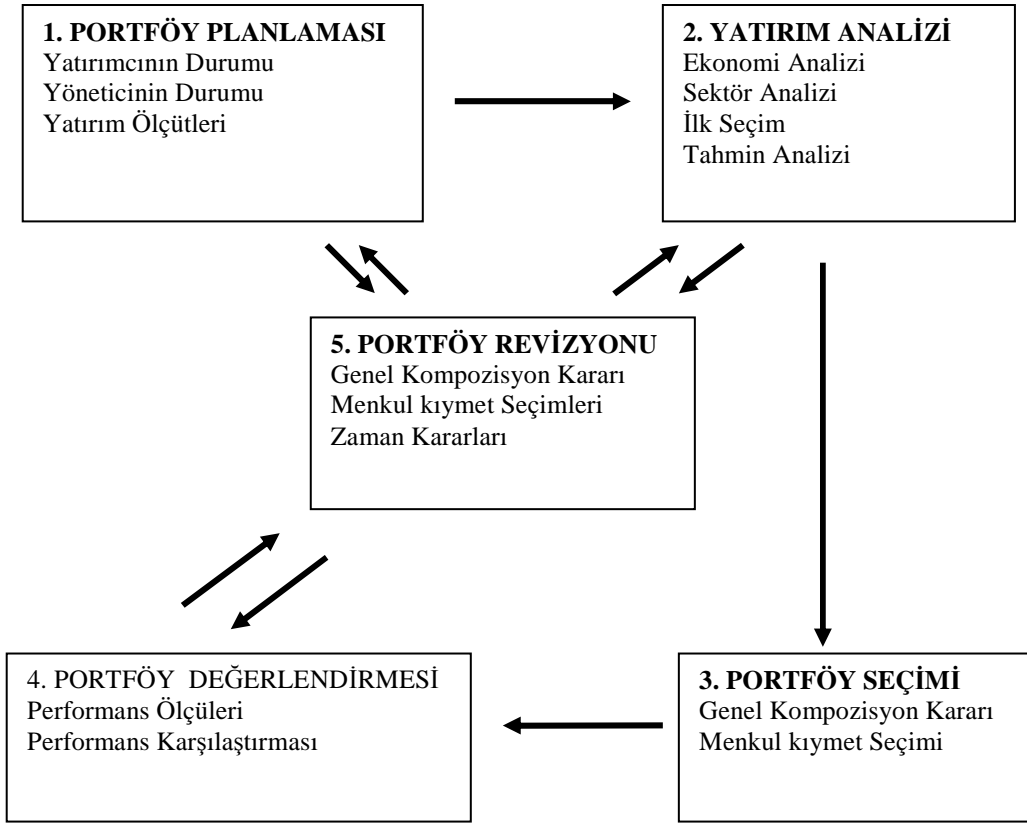
1. Portföy Planlaması : Yatırımcının amaçlarının, yatırım tercihlerinin, yatırım vadesinin belirlendiği ve yatırım için ayrılacak fon miktarının hesaplandığı aşamadır.
2. Yatırım Analizi : Portföye alınabilecek yatırım araçlarının değerlendirildiği aşamadır. Bu aşamada finansal varlıklar için bir takım analizlerle geleceğe dönük beklentiler oluşturulur.
3. Portföy Seçimi : Bu aşamada portföye alınacak finansal varlıkların çeşitlendirmesi yapılır ve portföye bu varlıkların hangi oranda alınacağı belirlenir.
4. Portföy Değerlemesi : Oluşturulan portföyün belirli zaman içinde gerçekleştirdiği performansın değerlendirildiği ve bu performansın başlangıçta belirlenen portföy amacı ve beklentisi ile karşılaştırıldığı aşamadır.

⁵⁸ Ali Ceylan, Turhan Korkmaz, **Borsada Uygulamalı Portföy Yönetimi**, 3. Baskı, Bursa: Ekin Kitabevi, 1998, s. 8.

⁵⁹ Niyazi Berk, **Finansal Yönetim**, 6. Baskı, İstanbul: Türkmen Kitabevi, 2002, s.364.

5. Portföy Revizyonu : Bu aşamada performans değerlendirmesi sonucunda, alınması gereken önlemler saptanmakta ve portföyde değişikliğe gidilmektedir.

Portföy yönetim süreci aşağıda şekildeki gibi özetlenebilir.



Şekil 2 : Portföy Yönetim Sistemi

Kaynak: Ceylan, Korkmaz, s. 16.

5.3. Portföy Yönetimi Yaklaşımları

5.3.1. Geleneksel Portföy Yönetimi

Geleneksel portföy yönetimi, temelde portföydeki varlıkları çeşitlendirme ilkesine dayanır. Buradaki amaç, hisse senedi yatırımlarında farklı sektörlerdeki hisse senetlerine veya tahvil yatırımlarında farklı vadelerdeki tahvillere yatırım yapılarak, sistematik olmayan riskin azaltılmasıdır. Bu şekilde seçilmiş 10-15 menkul kıymetin toplam portföy riskini, optimum düzeyde sistematik riske indireceği kabul edilir⁶⁰.

Geleneksel portföy yönetiminde portföy yönetim süreci takip edilir. Bu sürecin yatırım analizi aşamasında ekonomi analizi yapılır. Portföyün seçimi aşamasında menkul kıymet çeşitlendirmesi için temel analiz ve teknik analiz gibi geleneksel yöntemlerden yararlanılmaktadır.

Geleneksel portföy yönetimi, bilimsel dayanağının olmaması, aşırı çeşitlendirmeye önem vermesi ve finansal varlıklar arasındaki ilişkileri dikkate almaması nedeniyle eleştirilmektedir. Bu eleştirilere rağmen geleneksel yöntem uygulama kolaylığı açısından bir çok yatırımcı tarafından kullanılmaktadır⁶¹.

5.3.2. Modern Portföy Yönetimi

Modern portföy teorisi, Harry Markowitz'in 1952 yılında yayınlanan "Portfolio Selection" makalesine dayanmaktadır. Bu çalışma, portföylerin belirlenmesi aşamasında portföye alınacak finansal varlıkları, getirilerin ortalaması, getirilerin varyansı ve finansal varlıklar arasındaki korelasyon katsayıları bağlamında tanımlayarak portföy oluşturulması için genel bir çerçeve çizmektedir⁶².

Bir portföy yatırımının amacı belirli bir getiri elde etmektir. Bu beklenen getirinin çoğunlukla risksiz getiriden yüksek olması beklenir ve bu getiriyi elde etmek için bir riske katlanılması gerekir. Bu bağlamda portföyler oluşturulurken çok sayıda getiri ve risk profillerine uygun portföyler elde edilebilir. Markowitz'in Modern yatırım

⁶⁰ Berk, s. 365.

⁶¹ Ceylan, Korkmaz, s. 139.

⁶² Mikkel Rasmussen, **Quantitative Portfolio Optimisation, Asset Allocation and Risk Management**, First Edition, New York : Palgrave Mcmillan, 2003, s. 73.

Teorisi de yatırımların riskleri ile beklenen getirileri dikkate alarak portföy oluşturma sürecini ele almaktadır.

Markowitz'e göre portföy seçim süreci iki aşamadan oluşur. Birinci aşamada gözlem ve deneyimlere dayanarak yatırım araçlarının gelecekteki performansları hakkında bir takım tahminler yapılır. İkinci aşamada ise, yapılan bu tahminler dikkate alınarak portföy seçimi yapılır. Portföy seçimi sürecinde iki kriter dikkate alınır. Bu kriterlerden birincisi finansal varlıkların beklenen getirisi, diğeri ise finansal varlığın riskidir. Yatırımcılar bir portföyden bekledikleri getirileri artırmak isterken, bu getirilerle ilgili belirsizlikleri de en aza indirmek isterler. Markowitz'in portföy teorisi de en yüksek beklenen getirili portföylerin en düşük risk ile nasıl oluşturulabileceğini araştırmaktadır⁶³. Markowitz bu amaçla portföy varyansının büyük ölçüde portföyü oluşturan varlıkların birbirleri ile olan ilişkisinden kaynaklandığını göstermiştir. Böylece aralarında sıfır veya negatif korelasyona sahip varlıklardan oluşan portföylerin varyansı, varlıkların tek tek alındığı durumlardan daha düşük olmaktadır⁶⁴.

5.4. Portföylerde Risk ve Getiri İlişkisi

Portföy oluşturan yatırımcılar için, portföydeki herhangi bir finansal varlığın fiyatının azalması veya artması çok önemli olmamaktadır. Yatırımcı için önemli olan elinde bulundurduğu portföyün riski ve getirisidir⁶⁵. Bir portföyün getirisi portföydeki finansal varlıkların getirilerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Portföy riski ise, portföydeki finansal varlıkların riskleri arasındaki ilişkileri de dikkate alarak hesaplanan değerdir.

Finansal varlıkların risk ve getiri karşılaştırmasında yüksek getiri beklenirken düşük risk aranmaktadır. Birkaç yatırım arasından seçim yaparken, yatırımlar arasındaki göreceli riskliliği veren değişim katsayısı kullanılabilir. Değişim katsayısı her birim getirinin riskini veren bir katsayıdır. Yatırımlar arasındaki değişim katsayıları arasındaki karşılaştırmada yatırımcılar, birim getiriye daha düşük risk içeren düşük değişim katsayıları tercih ederler.

⁶³ Harry Markowitz, "Portfolio Selection", *Journal of Finance*, Vol. 7, 1952, <http://www.jstor.org/pss/2975974>, (10/02/2010), s. 77,

⁶⁴ Ceylan, Korkmaz, s. 147.

⁶⁵ Karan, s. 141.

$$VC = \frac{\sigma}{r}$$

Finansal varlıkların seçimi sürecinde beta (β) katsayısı da dikkate alınmaktadır. Sistemik riskin bir ölçüsü olan beta katsayısı, bir menkul kıymetin getirisinin piyasa portföyü getirisi arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Portföye yeni bir finansal varlık eklenmesi aşamasında, o finansal varlığın kendine özgü olan sistemik olmayan riski dışında, piyasa ile olan bağımlılık derecesinin ölçüsü olan beta katsayısı incelenmektedir⁶⁶. Beta katsayısı, finansal varlık ile piyasa portföyü arasındaki kovaryansın piyasa portföyü varyansına bölünmesi ile elde edilir.

$$\beta = \frac{Cov(x, m)}{\sigma_m^2}$$

Portföye alınacak menkul kıymetlerin seçiminde risk tercihlerine bağlı olarak beta katsayısından yararlanılabilir. Bir menkul kıymetin beta katsayısının 1 olması durumunda menkul kıymetin piyasa ile aynı oranda hareket ettiği, 1`den büyük olması durumunda piyasadan daha fazla hareket ettiği ve 1`den küçük olması durumunda ise piyasadan daha az hareketli olduğu söylenebilir.

⁶⁶ Karan, s. 207.

6. HİSSE SENEDİ PORTFÖYLERİ İÇİN RİSKE MARUZ DEĞER UYGULAMASI

6.1. Uygulamanın Amacı ve Kapsamı

Uygulama, gerek dünyada gerekse Türkiye`de gözetim ve denetim otoritelerinin önerileri doğrultusunda kurum içinde finansal risklerin ölçümü, kontrol edilmesi ve denetim kurumlarına raporlanmasında sıkça kullanılan Riske Maruz Değer`in, hisse senedi portföylerine uygulanmasını kapsamaktadır.

Uygulamada İMKB-30 endeksine dahil 23 hisse senedinden risk ve getiri karşılaştırması yapılarak bir portföy seçilmiştir. Bu portföyün riske maruz değerinin hesaplanması parametrik yöntem ve tarihsel simülasyon yöntemine göre yapılmış ve geriye dönük testler ile yöntemlerin doğrulukları test edilerek karşılaştırılmıştır. Riske Maruz Değer hesaplamasında aşağıdaki süreç izlenmiştir.

1. RMD ölçüm kurallarının belirlenmesi
2. Veri setinin oluşturulması
3. İstatistiksel varsayımların belirlenmesi
4. Volatilite ve korelasyon tahmin yöntemlerinin belirlenmesi
5. Hesaplama yönteminin oluşturulması

6.2. Riske Maruz Değer Ölçüm Kuralları

Uygulamada portföyün riske maruz değer ölçümü sürecinde gerek uluslararası finansal denetim kuruluşu olan Uluslararası Ödemeler Bankası`nın (Bank For International Settlements-BIS) gerekse BDDK`nın kabul etmiş olduğu kurallar dikkate alınmıştır. Buna göre Riske Maruz Değer hesaplamasında %99 seviyesinde tek taraflı güven aralığı alınmıştır. Elde tutma süresi ise 1 gün olarak alınmıştır. Volatilite tahmininde EWMA yöntemi kullanılmıştır.

6.3. Uygulamada Kullanılan Veri Seti ve Analiz Yöntemi

Uygulamada İMKB-30 endeksine dahil olan 23 adet hisse senedine ait düzeltilmiş ve kesintiye uğramamış 02.01.2004-31.12.2009 tarihleri arasındaki günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır. Bu veriler anlık veri sağlayıcı Matrix programından alınmıştır.

İlk aşamada, hisse senetlerinin fiyat hareketleri incelenerek hisse senetleri fiyatlarının üssel şekilde arttığı tespit edilmiş ve bu karakteristikte olan zaman serilerinde logaritmik getirilerin daha sağlıklı sonuçlar vermesi nedeniyle, hesaplamalarda logaritmik getiriler kullanılmıştır⁶⁷. Bu bağlamda hisse senedi getirileri excel programı yardımı ile aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır. Formülde r_t hisse senetlerinin t zamanındaki getirilerini, P_t ve P_{t-1} sırayla t ve $t-1$ zamanındaki hisse senedi fiyatlarını göstermektedir.

$$r_t = \ln (P_t / P_{t-1})$$

Hesaplanan logaritmik getiriler Eviews 5 programına aktarılarak hisse senetlerinin tanımlayıcı istatistikleri elde edilmiştir. Bu hisse senetleri için aynı zamanda ADF (Augmented Dickey-Fuller) durağanlık testi uygulanmıştır. Birim kök testi olarak da adlandırılan bu testler, volatilitelerin hesaplanması için gerekli olan testlerdir. Bir zaman serisinde durağanlık, o serinin ortalaması, varyansı, kovaryansı gibi özelliklerinin zamana göre değişmeme durumudur⁶⁸. Diğer bir ifadeyle durağanlık analizi, zaman serileri analizinde bir anakütle temsil eden gözlem kümesinden hesaplanacak değerlerin, gelecekteki değerleri tahmin edebilme etkinliğini test etmek için kullanılır. Bir zaman serisi durağan ise gelecekte de benzer eğilimde hareket edeceği ve benzer özelliklere sahip olacaktır. Ancak zaman serisinin durağan olmaması, seri için elde edilen özelliklerin sadece ilgili dönemi içerdiği ve geleceğe dair sağlıklı tahminler yapılamayacağı sonucunu doğurur.

⁶⁷ Dowd, s. 41.

⁶⁸ Sevil, s. 340.

ADF durağanlık testinde birim kökün varlığına ilişkin kurulan hipotezin red edilmesi gerekir. Bunun için Eviews programından elde edilen ADF istatistiğinin kritik değerlerden küçük olması gerekmektedir.

Riske Maruz Değer hesaplamalarında en önemli varsayım getirilerin normal dağılım özelliği göstermesidir. Bu amaçla hesaplanan günlük getirilerin normal dağılıma uygunluğu Jarque-Bera testi ile test edilmiştir. Verilerin dağılım yapısı çarpıklık ve basıklık ölçüleri dikkate alınarak analiz edilmiştir.

6.4. Verilerin Analizi

Seçilen hisse senetleri ve İMKB-30 endeksine ait 1507 adet günlük logaritmik getirilerin, E-views programına aktarıldıktan sonra yapılan analiz sonucu elde edilen ADF test istatistiklerinin çıktıları Ek 1`de yer almaktadır. ADF testinin özet sonuçları aşağıdaki gibidir.

Tablo 5 - İMKB-30 Endeksi İçindeki Hisse Senetleri için Durağanlık Test Sonuçları

Test Kritik Değerleri	%1 için	-3.434488	Augmented Dickey Fuller Test İstatistiği	Prob
	%5 için	-2.863255		
	%10 için	-2.567731		
	XU030		-36.95988	0.0000
	AEFES		-30.44699	0.0000
	AKBNK		-36.93863	0.0000
	AKGRT		-35.92505	0.0000
	ARCLK		-35.61634	0.0000
	DOHOL		-39.52153	0.0000
	ENKAI		-35.89806	0.0000
	EREGL		-34.86800	0.0000
	GARAN		-37.53912	0.0000
	ISCTR		-38.03596	0.0000
	KCHOL		-36.53455	0.0000

KOZAA	-36.95749	0.0000
KRDMD	-41.24315	0.0000
PETKM	-36.52824	0.0000
SAHOL	-34.86374	0.0000
SISE	-24.47208	0.0000
SKBNK	-35.20467	0.0000
TCELL	-38.22840	0.0000
TEBNK	-37.55165	0.0000
THYAO	-35.28155	0.0000
TOASO	-34.92393	0.0000
TUPRS	-37.02817	0.0000
VESTL	-35.72906	0.0000
YKBNK	-37.83197	0.0000

Yukarıdaki tablodaki test sonuçlarına göre hesaplanan ADF test istatistiklerinin kritik değerlerden küçük olması nedeniyle, hisse senetleri getiri serilerinin durağan olduğu sonucuna varılmıştır.

Hisse senedi getirilerinin normal dağılım gösterip göstermediği Jarque-Bera testi ile belirlenmiştir. Tablo 6`daki Jarque-Bera test istatistiklerinin oldukça büyük olması ve olasılıkların anlamlılık seviyesinden küçük olması nedeniyle hisse senedi getirilerinin normal dağılmadığı sonucuna varılmıştır.

Hisse senetlerinin tanımlayıcı istatistikleri özet olarak aşağıdaki tabloda yer almaktadır. Hisse senetlerinin tanımlayıcı istatistikleri ile birlikte histogramları ise Ek 2`de ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

Tablo 6- İMKB-30 Endeksine Dahil Hisse Senetlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

	Mean	Median	Max.	Min.	Std. Dev.	Skewness	Kurtosis	Jarque-Bera	Prob	
XU030	0.0007	0.001	0.1273	0.0974	-	0.0209	-0.0176	5.2704	323.76	0.000
AEFES	0.0010	0.000	0.1300	0.1508	-	0.0270	-0.0338	5.5926	422.35	0.000
AKBNK	0.0008	0.000	0.1887	0.1222	-	0.0295	0.2969	5.2982	353.79	0.000
AKGRT	0.0007	0.000	0.1372	0.1361	-	0.0313	-0.0457	4.7343	189.39	0.000
ARCLK	0.0001	0.000	0.1781	0.1046	-	0.0266	0.5992	7.4448	1330.71	0.000
DOHOL	0.0004	0.000	0.1542	0.2272	-	0.0306	-0.2703	7.3291	1195.13	0.000
ENKAI	0.0008	0.000	0.1617	0.1304	-	0.0256	0.3745	7.2473	1167.98	0.000
EREGL	0.0010	0.000	0.1448	0.1197	-	0.0273	0.1147	5.7092	464.16	0.000
GARAN	0.0013	0.000	0.1576	0.1685	-	0.0301	-0.0807	5.0194	257.71	0.000
ISCTR	0.0006	0.000	0.1598	0.1152	-	0.0288	0.1130	4.4929	143.15	0.000
KCHOL	0.0003	0.000	0.1572	0.1271	-	0.0262	0.0295	5.6463	439.94	0.000
KOZAA	0.0020	0.000	0.2059	0.1470	-	0.0402	0.7422	6.0502	722.54	0.000
KRDMD	0.0013	0.000	0.2113	0.1301	-	0.0343	0.4922	6.7341	936.39	0.000
PETKM	0.0001	0.000	0.1765	0.1312	-	0.0250	0.3809	7.1526	1119.21	0.000
SAHOL	0.0004	0.000	0.1449	0.1039	-	0.0273	0.1280	4.5783	160.53	0.000
SISE	0.0006	0.000	0.1197	0.1211	-	0.0253	0.0518	4.3851	121.14	0.000
SKBNK	0.0015	0.000	0.1779	0.2255	-	0.0359	0.3874	6.8149	951.54	0.000
TCELL	0.0009	0.000	0.1185	0.1494	-	0.0264	0.0842	4.8652	220.23	0.000
TEBNK	0.0014	0.000	0.1919	0.1942	-	0.0337	0.1261	5.6973	460.82	0.000
THYAO	0.0009	0.000	0.1328	0.2007	-	0.0264	-0.2127	8.4589	1882.53	0.000
TOASO	0.0004	0.000	0.1301	0.1735	-	0.0293	-0.1971	6.2791	684.94	0.000
TUPRS	0.0011	0.000	0.1505	0.1642	-	0.0253	0.1577	6.8411	932.69	0.000
VESTL	0.0005	0.000	0.1967	0.1393	-	0.0262	0.5497	9.4972	2726.56	0.000
YKBNK	0.0008	0.000	0.1487	0.1607	-	0.0292	0.0948	5.3102	337.37	0.000

Normal dağılım göstermeyen getiri serilerinin dağılım yapısını incelemek için çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) katsayılarına bakmak gerekmektedir. Çarpıklık dağılımın simetrisini, basıklık ise dağılımın sivriliğini ölçmektedir. Bir normal dağılımda standart çarpıklık katsayısı 0, basıklık katsayısıda 3 olmaktadır. Çarpıklık katsayısını sıfırdan büyük olması dağılımın sola yatık olduğunu, sıfırdan küçük olması ise dağılımın sağa yatık olduğunu gösterir. Basıklık ise bir dağılımdaki frekansların ortalamasının etrafında mı yoksa frekansların ortalamadan daha uzak şekilde yayvan bir yapıda mı olduğunu gösterir. Basıklık katsayısının 3`den büyük olması dağılımın sivri olduğunu, 3`den küçük olması ise dağılımın basık uçlu olduğunu göstermektedir.

İncelenen hisse senedi getirilerinin çarpıklık katsayılarının çoğunlukla 0`dan büyük olduğu görülmektedir. Bu da getiri dağılımlarının sola yatık olduğunu göstermektedir. Hisse senedi getiri dağılımlarının basıklık katsayıları ise 3`den büyük olduğu gözlenmekte ve dağılımların sivri olduğu sonucuna varılmaktadır. Her ne kadar incelemeye konu olan hisse senetleri ideal normal dağılım karakteristiği göstermese de sapmaların standart değerlerden düşük olması ve ekteki histogram grafiklerinde görüleceği üzere normal dağılıma yakınsama görülmesi nedeniyle veriler, riske maruz değer varsayımlarından normallik varsayımı altında hesaplamalara dahil edilebilir sonucuna varılmıştır.

6.5. Portföyün Belirlenmesi

Risk ve beklenen getiri kavramları yatırım kararlarında önemli bir yere sahiptir. Hisse senetlerinin taşıdıkları risk ve getiri düzeylerinin tespit edilmesi, yatırımlarda rasyonel bir seçim imkanı sağlamaktadır. Bu amaçla birden fazla yatırım aracını karşılaştırmada göreceli riskliliği veren değişim katsayısı önemli bir ölçüt olarak kullanılmaktadır. Riskin getiriye bölümü olarak hesaplanan değişim katsayısı 1 birim risk için en yüksek getiriye sağlayan varlıkların belirlenmesinde pozitif en düşük değerleri alacaktır.

Uygulamada RMD hesaplamalarında kullanılacak portföyün seçimi değişim katsayısı dikkate alınarak yapılmıştır. Aşağıdaki tabloda 23 hisse senedine ait beklenen getiri, standart sapma ve değişim katsayı sonuçları yer almaktadır.

Tablodaki değişim katsayısı sıralamasına göre birim riske karşılık en yüksek getiriyi veren KOZAA, GARAN, TEBNK, SKBNK ve TUPRS hisse senetleri portföye dahil edilmiştir.

Tablo 7- Hisse Senetlerinin Değişim Katsayıları

	Mean	Std. Dev.	Değişim Katsayısı
KOZAA	0.0020	0.0402	20.20
GARAN	0.0013	0.0301	23.73
TEBNK	0.0014	0.0337	23.74
SKBNK	0.0015	0.0359	23.95
TUPRS	0.0011	0.0253	24.09
KRDMD	0.0013	0.0343	26.31
AEFES	0.0010	0.0270	27.40
EREGL	0.0010	0.0273	28.26
TCELL	0.0009	0.0264	28.95
THYAO	0.0009	0.0264	29.82
ENKAI	0.0008	0.0256	30.54
AKBNK	0.0008	0.0295	35.66
YKBNK	0.0008	0.0292	38.96
SISE	0.0006	0.0253	42.90
ISCTR	0.0006	0.0288	44.95
AKGRT	0.0007	0.0313	45.18
TOASO	0.0004	0.0293	65.22
SAHOL	0.0004	0.0273	69.81
DOHOL	0.0004	0.0306	85.27
KCHOL	0.0003	0.0262	93.50
ARCLK	0.0001	0.0266	197.36
PETKM	0.0001	0.0250	200.14
VESTL	-0.0005	0.0262	-53.12
XU030	0.0007	0.0209	32.04

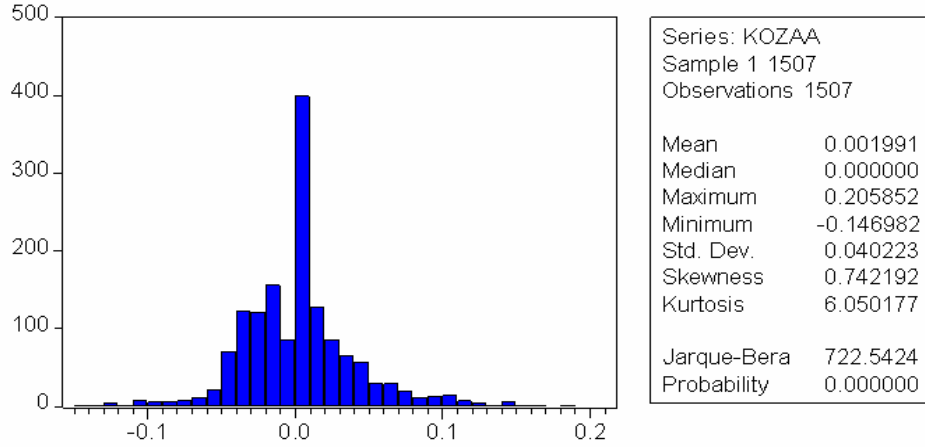
6.6. Portföydeki Hisse Senetlerinin Değerlendirmesi

Riske Maruz Değer hesaplamaları finansal varlık getirilerinin normal dağıldığı varsayımına dayanır. Ancak finansal varlıkların getirileri gerçek hayatta normal dağılımdan oldukça farklı dağılım yapısına sahip olabilmektedir. Bu nedenle hesaplanan RMD tutarları riski olduğundan daha düşük veya daha yüksek gösterebilmektedir. Bu da RMD'ye yöneltilen en önemli eleştirilerden biridir.

Aşağıda portföydeki hisse senetlerinin getiri dağılımı yapısı ayrıntılı olarak incelenmiş ve getirilerin genel olarak finansal varlıkların genel karakteristiği gibi normal dağılım özelliği göstermediği görülmüştür.

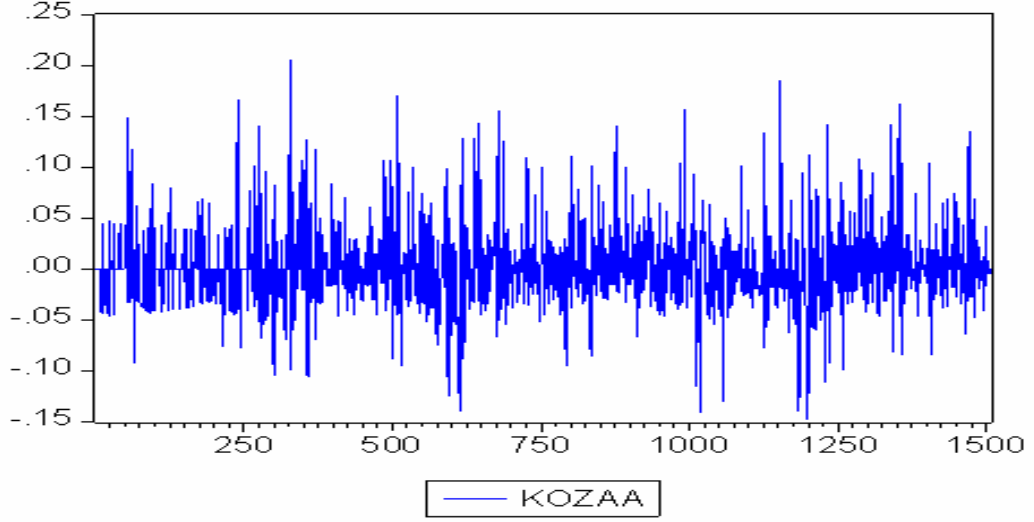
6.6.1. KOZAA Hisse Senedi

KOZAA hisse senedinin getiri histogramına bakıldığında çarpıklık katsayısının 0'dan büyük olması nedeniyle sola yatık (sağa çarpık), basıklık katsayısının 3'den oldukça büyük olması sebebiyle kalın kuyruklu ve sivri olduğu görülmektedir.



Şekil 3 : KOZAA Hisse Senedinin Histogramı ve Tanımsal İstatistik Değerleri

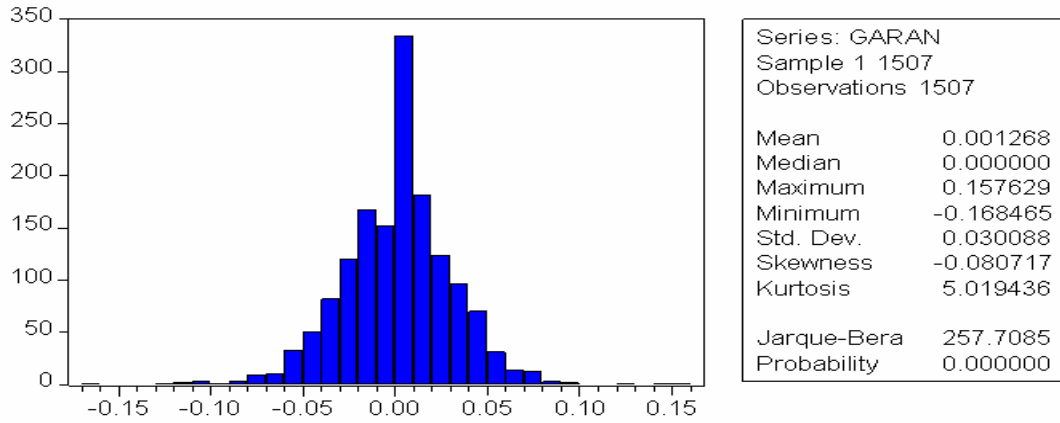
Aynı zamanda getiri grafiğinde görüldüğü üzere hisse senedinin oldukça oynak olduğu görülmektedir.



Grafik 1: KOZAA Hisse Senedinin Günlük Getiri Gafığı

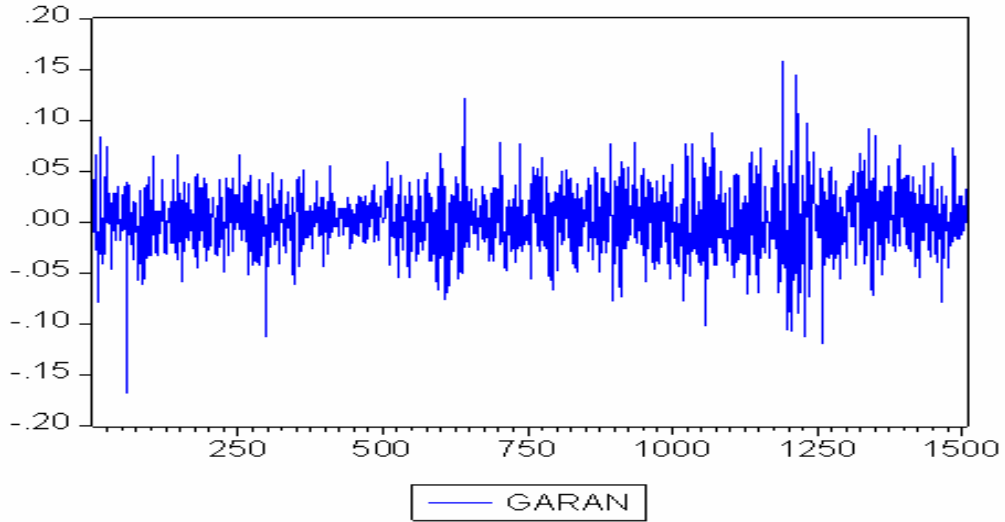
6.6.2. GARAH Hisse Senedi

GARAH hisse senedi , -0,08 çarpıklık ve 5.02 basıklık katsayıları ile normal dağılımdan farklı bir yapı göstermektedir. Çarpıklık katsayısı sıfırdan küçük olduğu için dağılım sağa yatık (sola çarpık) ve basıklık katsayısı 3`den büyük olması nedeniyle dağılım sivridir.



Şekil 4 : GARAH Hisse Senedinin Histogramı ve Tanımsal İstatistik Değerleri

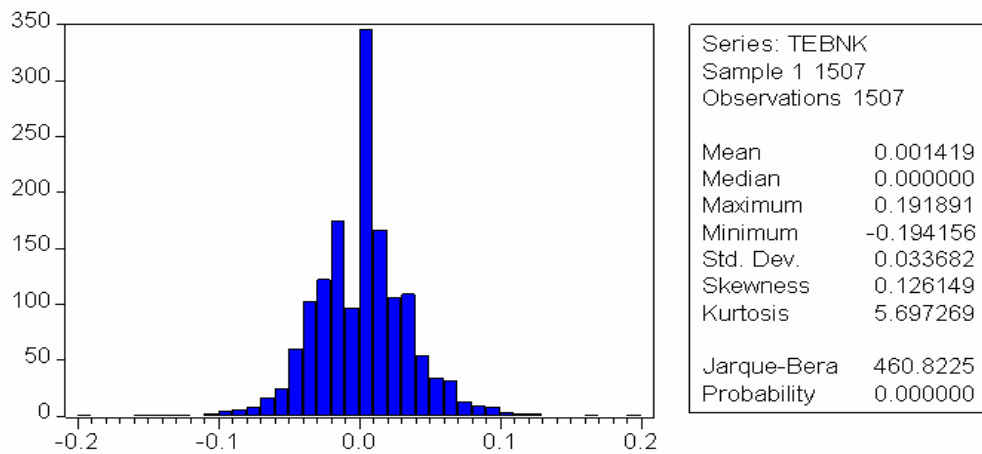
Günlük getiri grafiğine bakıldığında GARAN hisse senedi özellikle 2008 yılının son çeyreğinde kısa sürede önemli getiri değişimleri göstermiştir.



Grafik 2 : GARAN Hisse Senedinin Günlük Getiri Gafığı

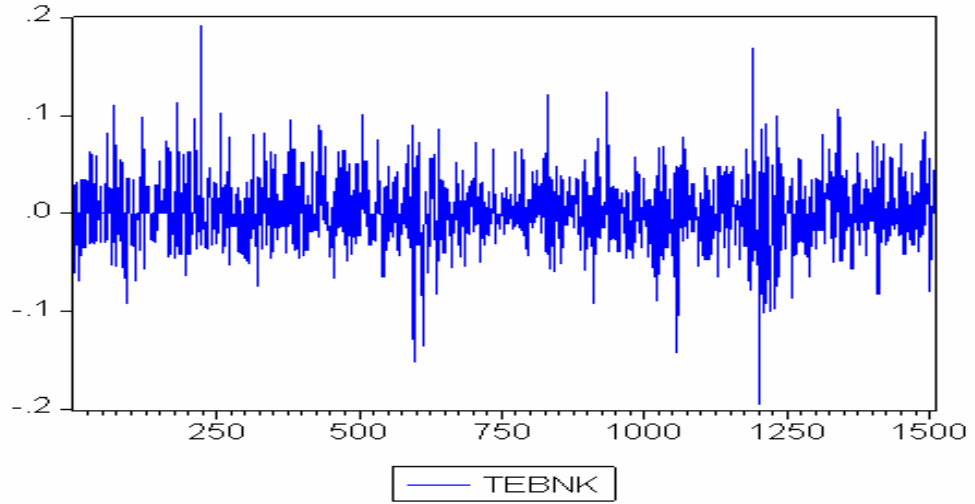
6.6.3. TEBNK Hisse Senedi

TEBNK'nın getiri dağılımı 0,12 çarpıklık katsayısına sahip olduğundan sola yatık bir yapıdadır. TEBNK aynı zamanda histogram grafiğinde de görüldüğü üzere sivri ve kalın kuyruk özelliğe sahiptir.



Şekil 5 : TEBNK Hisse Senedinin Histogramı ve Tanımsal İstatistik Değerleri

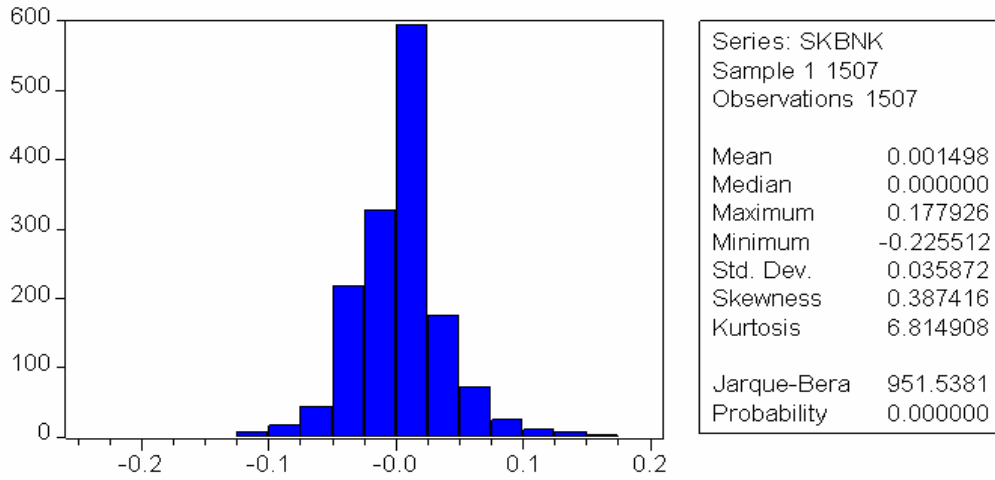
TEBNK hisse senedinin getiri grafiği, yüksek getiri değişimlerinin olduğunu göstermektedir.



Grafik 3 : TEBNK Hisse Senedinin Günlük Getiri Gafiği

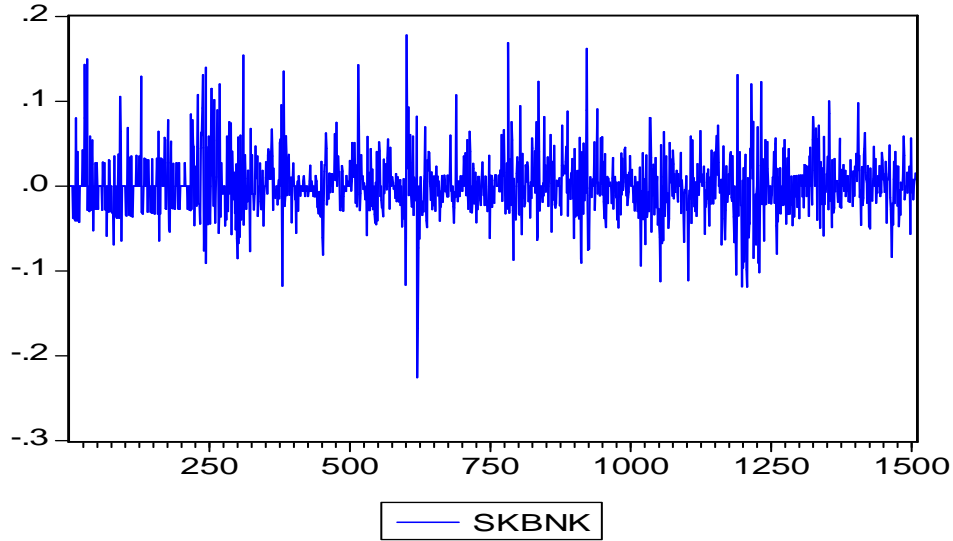
6.6.4. SKBNK Hisse Senedi

SKBNK hisse senedi de sola yatık, sivri uçlu dağılım yapısına sahiptir.



Şekil 6 : SKBNK Hisse Senedinin Histogramı ve Tanımsal İstatistik Değerleri

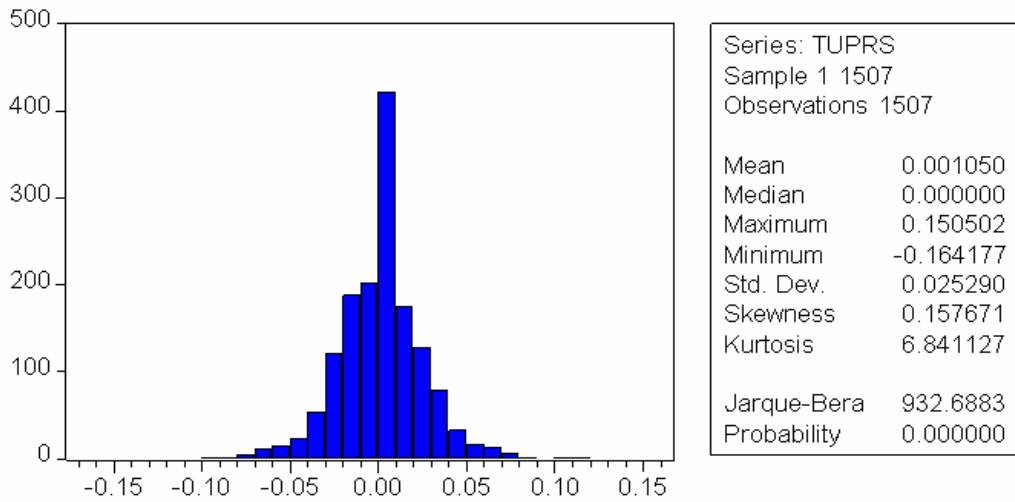
Günlük getiri grafiği SKBNK'nın günlük getiri değişimlerinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.



Grafik 4 : SKBNK Hisse Senedinin Günlük Getiri Gafığı

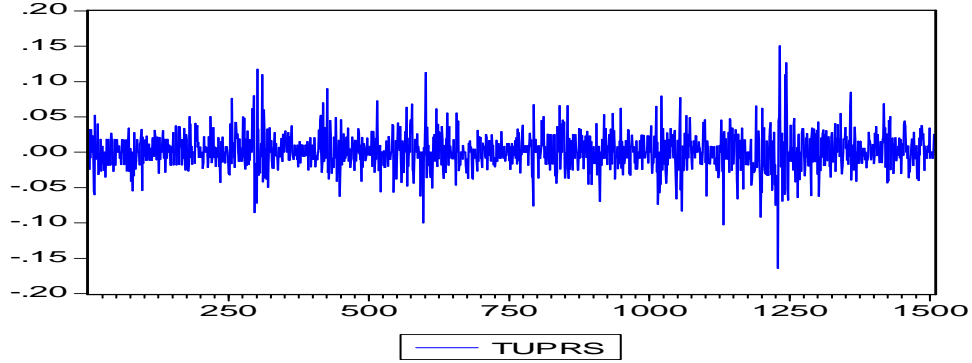
6.6.5. TUPRS Hisse Senedi

TUPRS hisse senedinin getiri histogramı da sola yatık, sivri ve kalın kuyruklu bir yapıdadır.



Şekil 7 : TUPRS Hisse Senedinin Histogramı ve Tanımsal İstatistik Değerleri

TUPRS hisse senedinin günlük getiri grafiği, hisse senedinin oldukça oynak bir getiri yapısına sahip olduğunu göstermektedir.



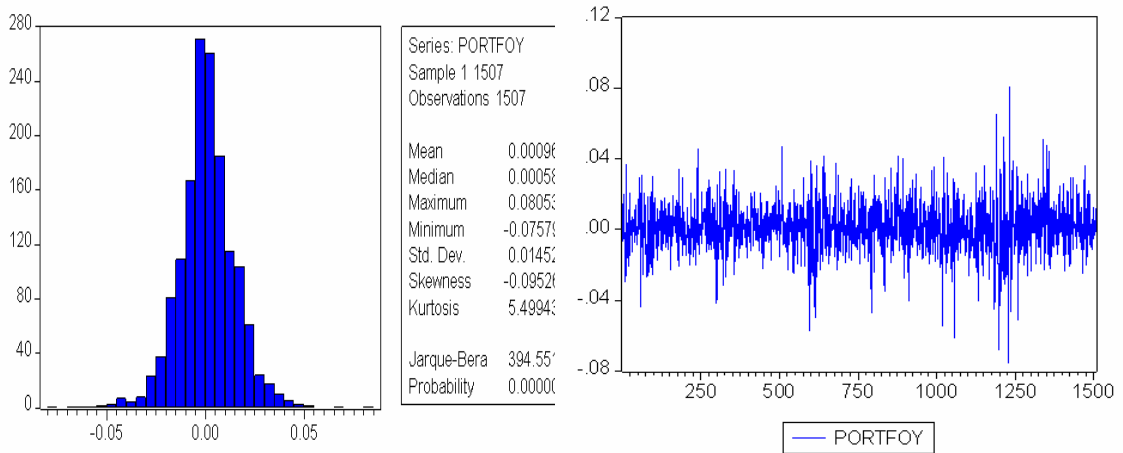
Grafik 5 : TUPRS Hisse Senedinin Günlük Getiri Grafiği

6.7. Seçilen Portföy İçin Getiri Hesaplaması

Uygulamada portföydeki hisse senetlerine eşit ağırlıkta yatırım yapıldığı varsayılmıştır. Bu durumda her bir hisse senedine %20 ağırlık verilerek portföy getirisi günlük olarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$r_p = w_1 * r_1 + w_2 * r_2 + \dots + w_n * r_n$$

Hisse senedi getirilerinin doğrusal kombinasyonundan oluşan portföy histogramı, tanımlayıcı istatistikleri ve günlük getiri grafiği Şekil 7`de yer almaktadır.



Şekil 8 : Seçilen Portföyün Getiri Histogramı, Tanımlayıcı İstatistikleri ve Günlük Getiri Grafiği

Portföy getirilerinin tanımsal istatistikleri incelendiğinde, portföyün normal dağılıma uymadığı, sola çarpık ve kalın kuyruklu (fat-tails) olduğu sonucuna varılmıştır. Her ne kadar normal dağılım göstermese de RMD hesaplamalarında portföyün normal dağıldığı varsayımı yapılmıştır.

6.8. Seçilen Portföy İçin Riske Maruz Değer Hesaplamaları

Riske Maruz Değer hesaplamalarında varyans-kovaryans ve tarihsel simülasyon yöntemi kullanılmıştır. Toplam yatırımın 1,000,000 TL olduğu ve portföydeki hisse senetlerine eşit ağırlıkta yatırım yapıldığı varsayılmıştır. Varyans-Kovaryans yönteminde Riskmetrics'in temel varsayımları dikkate alınmış, volatilité hesaplamaları sabit standart sapma ve EWMA yöntemine göre yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

6.8.1. Varyans-Kovaryans Yöntemi ile Portföy RMD Hesaplaması

Varyans –Kovaryans yönteminde RMD hesaplamaları yukarıda değinildiği gibi aşağıdaki formül yardımı ile yapılmaktadır.

$$RMD = \text{Portföy Değeri} * \sigma * \sqrt{t} * \alpha$$

Portföy volatilitesi bu yöntemdeki en önemli parametre olup, hisse senetlerinin ağırlıkları ve kovaryans matrisleri yardımı ile aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\sigma_p = \sqrt{x * C * x^T}$$

Varyans-kovaryans metodu uygulaması öncelikle sabit standart hesaplamasına göre yapılmıştır. Buna göre, 1507 adetlik logaritmik getiri veri setinden 31/12/2009 itibariyle her bir hisse senedi için standart sapma, hisse senetleri arasındaki kovaryans ve korelasyonlar hesaplanmıştır. Ek 3'de gösterildiği gibi korelasyon matrisleri ve ağırlık matrisleri oluşturulmuş; Excel yardımı ile hesaplama süreci sonucunda portföyün standart sapması

$$\sigma_p = 0,0235$$

olarak hesaplanmıştır.

Standart sapmanın hesaplanmasından sonra parametreler RMD formülüne yerine konularak KOZAA, GARAN, TEBNK, SKBNK ve TUPRS`dan oluşan portföyün bir günlük ve 10 günlük elde tutma süresinde RMD %99 güven düzeyinde aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 8 - Sabit Standart Sapma ile RMD Sonuçları

Portföy RMD	
PV	1,000,000
S. Sapma	0.023501629
Güven Düzeyi	99%
Alpha	2.33
VaR (1 gün)	54,758.79
VaR (10 gün)	173,162.51

Varyans kovaryans yöntemine göre sabit standart sapma ile hesaplanan Riske Maruz Değer 1 günlük elde tutma süresinde 54,758.79 TL ve 10 günlük elde tutma süresinde 173,162.51 TL olarak bulunmuştur. Buna göre 1,000,000 TL değerindeki portföyün 31.12.2009 tarihi itibariyle, %99 güven düzeyinde bir gün içinde maruz kalabileceği maksimum zarar, 54,758.52 TL olacaktır. Başka bir ifade ile bu portföyün zararı bir gün içinde %1 olasılıkla 54,758.52 TL`yi aşabilir. Portföyün 10 gün tutulması durumunda %99 güven düzeyinde karşılaşılabilecek maksimum zarar tutarı 173,162.51 TL`dir.

Sabit standart sapma yöntemi zamana göre değişmemekte ve günün piyasa koşullarını tam olarak yansıtmamaktadır. Bu nedenle volatilitenin daha güncel ve daha doğru hesaplanabilmesi için Riskmetrics yönteminde kullanılan , zamana göre değişken varyans modelleme yöntemi olan Üssel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama`nın (EWMA) tercih edilmesi RMD hesaplamalarının daha doğru sonuçlar vermesini sağlamaktadır. Daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi EWMA yöntemi veri setinde son verilere daha fazla ağırlık vererek volatilitenin daha güncel olmasını sağlamakta ve piyasadaki sert hareketlerin volatilitelere yansımalarını sağlamaktadır.

Uygulamada EWMA yöntemi için λ değeri 0,94 olarak alınmış, veri setinde EWMA formülüne göre günlük standart sapmalar, kovaryanslar ve korelasyonlar elde

edilerek kovaryans ve korelasyon matrisleri oluşturulmuştur. 31/12/2009 tarihi itibariyle oluşturulan kovaryans, korelasyon ve ağırlık matrisler ile portföyün standart sapması

$$\sigma_p = 0,01470$$

olarak hesaplanmıştır.

EWMA volatilitésinin Riske Maruz Değer hesaplamasında kullanılması ile elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 9- EWMA Volatilite Yöntemi ile RMD Sonuçları

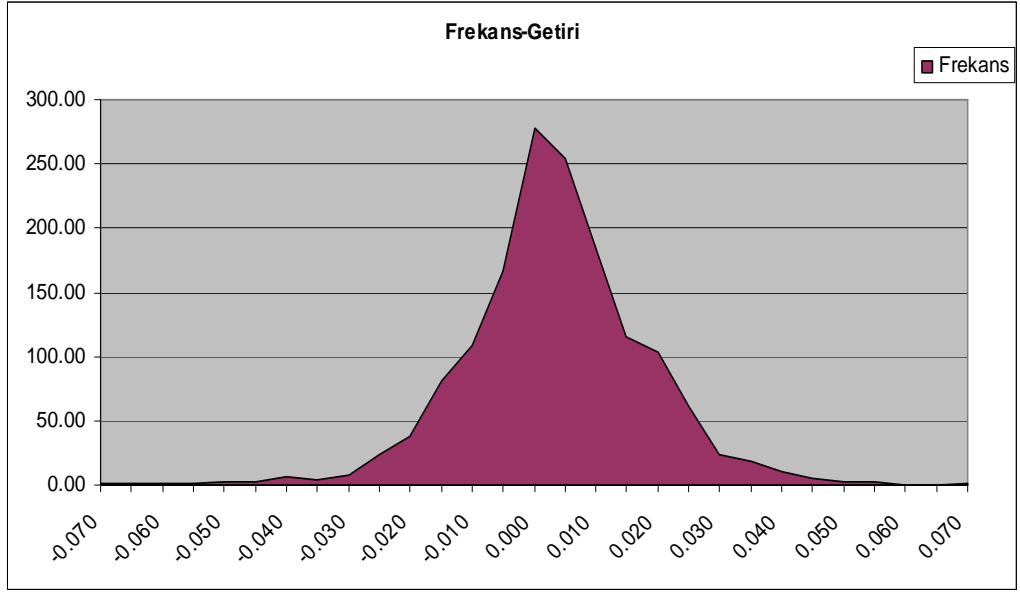
Portföy RMD	
PV	1,000,000
EWMA S.Sapma	0.014703276
Güven Düzeyi	99%
Alpha	2.33
VaR (1 gün)	34,258.63
VaR (10 gün)	108,335.31

Bu sonuçlara göre 31/12/2009 tarihinde elimizde bulunan 1 milyon TL`lik portföyün %99 güven düzeyinde maruz kalabileceği maksimum kayıp 1 günlük zaman diliminde 34,258 TL ve 10 günlük zaman diliminde 108,335 TL olacaktır. Bu zarar tutarlarının aşılma ihtimali %1`dir.

6.8.2. Tarihsel Simülasyon Yöntemi ile RMD Hesaplaması

Tarihsel simülasyon yönteminde, yine hisse senetlerinin 02.01.2004-31.12.2009 tarihleri arasındaki günlük logaritmik getiri veri seti kullanılmıştır. Portföyde eşit ağırlık verilen hisse senedi getirilerinden günlük portföy getirileri hesaplanmıştır.

Günlük portföy getirilerinin elde edilmesinden sonra portföyün -%7 ile %7 arasındaki her bir %0,5 lik getiri aralığı için excelde “FREQUENCY” fonksiyonu ile frekanslar elde edilmiştir. Portföyün frekans tablosu Ek 5` de yer almakta ve frekans-getiri grafiği aşağıda gösterilmektedir.



Grafik 6 : Portföyün Frekans-Getiri Grafiği

Bu frekanslar yine excelde “PERCENTILE” fonksiyonu ile %1 anlamlılık seviyesine denk gelen getiri hesaplanmış ve RMD değeri olarak alınmıştır. Buna ilişkin sonuç tablosu aşağıdaki gibidir.

Tablo 10- Tarihsel Simülasyon Yöntemi ile RMD Sonuçları

Portföy RMD	
PV	1,000,000.00 TL
Güven Düzeyi	99%
Percentile	-0.040049123
VaR (1 gün)	40,049.12 TL
VaR (10 gün)	126,646.45 TL

Tarihsel simülasyon yöntemine göre portföyün RMD’si %99 güven düzeyi için bir günlük elde tutma süresinde 40,049 TL ve 10 günlük elde tutma süresi için 126,646 TL olarak hesaplanmıştır.

6.8.3. RMD Yöntemlerinin Karşılaştırılması

31/12/2009 tarihinde portföyün parametrik yöntem ve tarihi simülasyon yöntemi ile hesaplanan 1 günlük RMD değerleri karşılaştırmalı olarak aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 11- RMD Yöntemleri Karşılaştırma Tablosu

RMD Tarihi	31.12.2009		
Portföy Değeri	1,000,000		
	Parametrik Yöntem		Tarihsel Simülasyon
	Sabit Standart Sapma	EWMA	
Güven Düzeyi	99%	99%	99%
Elde Tutma Süresi	1	1	1
RMD	54,758.79	34,258.63	40,049.12
04.01.2010 tarihli Portföy Kar/Zarar	17,709.39	17,709.39	17,709.39

Tabloda verilen karşılaştırmalı RMD değerleri bir gün sonraki portföy karından büyük gerçekleşmiştir. Bu da 04.01.2010 için hesaplanan RMD değerinin portföyün maruz kalabileceği maksimum kar veya zararı kapsadığını göstermektedir. Parametrik yöntemde EWMA volatilité ile hesaplanan RMD değerinin, diğer iki yöntemdeki RMD değerinden daha düşük çıkması, EWMA ile hesaplanan volatilitelerin daha güncel olmasının bir sonucudur.

6.9. Geriye Dönük Testler

Riske Maruz Değer yöntemlerinin doğruluklarını test etmek için geriye dönük test uygulanmıştır. Bu test, finansal krizin etkilerinin en yüksek şekilde hissedildiği 2008 yılı son çeyreği ile 2009 yılının tamamını kapsamaktadır. Bilindiği gibi kriz dönemlerinde finansal piyasalarda oynaklıklar en yüksek seviyelere çıkmakta ve risklerin doğru olarak hesaplanması güçleşmektedir. Dolayısıyla bu dönemlerde geriye

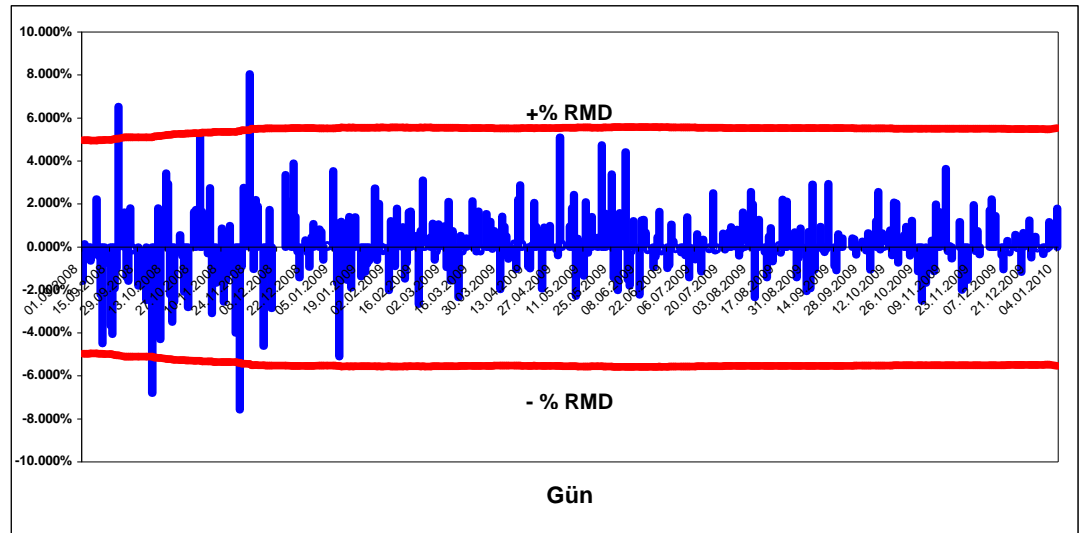
dönük testler yapmak, Riske Maruz Değer'in yüksek oynaklıklarda ne kadar başarılı olduğunu gözlemlemek için iyi bir seçim olabilmektedir.

Uygulamada geriye dönük testler, 01/09/2008-31/12/2009 tarihleri arasında 333 günlük RMD sonuçlarını kapsamaktadır. Günlük RMD hesaplaması excel programında yazılan formülde tarih değerleri değiştirilip, hesaplanan tarih için sabitleme yapılarak RMD dizisi elde edilmiştir. Buna ilişkin her bir yöntem için bir günlük hesaplama örneği Ek 6, Ek 7 ve Ek 8 de yer almaktadır. Günlük olarak gerçekleşen getiriler ile tahmin edilen RMD sonuçlarını gösteren RMD bantları oluşturulmuş, elde edilen sapmalar belirlenmiş ve testler için hipotez testleri kurularak geriye dönük testlerin doğrulukları test edilmiştir. Bu testler sonucunda modeller arasında karşılaştırmalar yapılmıştır.

6.9.1. Varyans-Kovaryans Yöntemi Geriye Dönük Test Sonuçları

6.9.1. Sabit Standart Sapma Yöntemi

Sabit standart sapma modeli ile varyans-kovaryans yöntemine göre hesaplanan RMD değerlerinin portföyün günlük getirileri ile karşılaştırması sonucu elde edilen RMD bantları Şekil 9' da görülmektedir..



Şekil 9 : Portföyün Günlük Getirisi ve Sabit Standart Sapma Yöntemi ile Elde Edilen RMD Bantları

Varyans-Kovaryans yönteminin sabit standart sapma volatilité modeline göre uygulanması, Riske Maruz Değer sonuçlarının birbirine yakın çıkmasına neden olmuştur. Kullanılan veri seti uzun bir dönemi kapsadığından standart sapma çok büyük değişkenlik göstermemektedir.

Şekilde de görüldüğü gibi, Eylül 2008 ile Aralık 2008 arasında tahmin edilen bir günlük RMD ile gerçekleşen portföy getirileri arasında 5 sapma gerçekleşmiş olduğu tespit edilmiş ve bu saptamalardan yola çıkarak geriye dönük testin istatistiksel anlamlılığı aşağıdaki hipotezler ile test edilmiştir.

Ho : Standart Sapma Volatilité Yöntemi ile uygulanan RMD Modeli geçerlidir.

H1 : Standart Sapma Volatilité Yöntemi ile uygulanan RMD Modeli geçersizdir.

Hipotez testi için gerekli hesaplamalar aşağıdaki Tablo 6.8. de yer almaktadır.

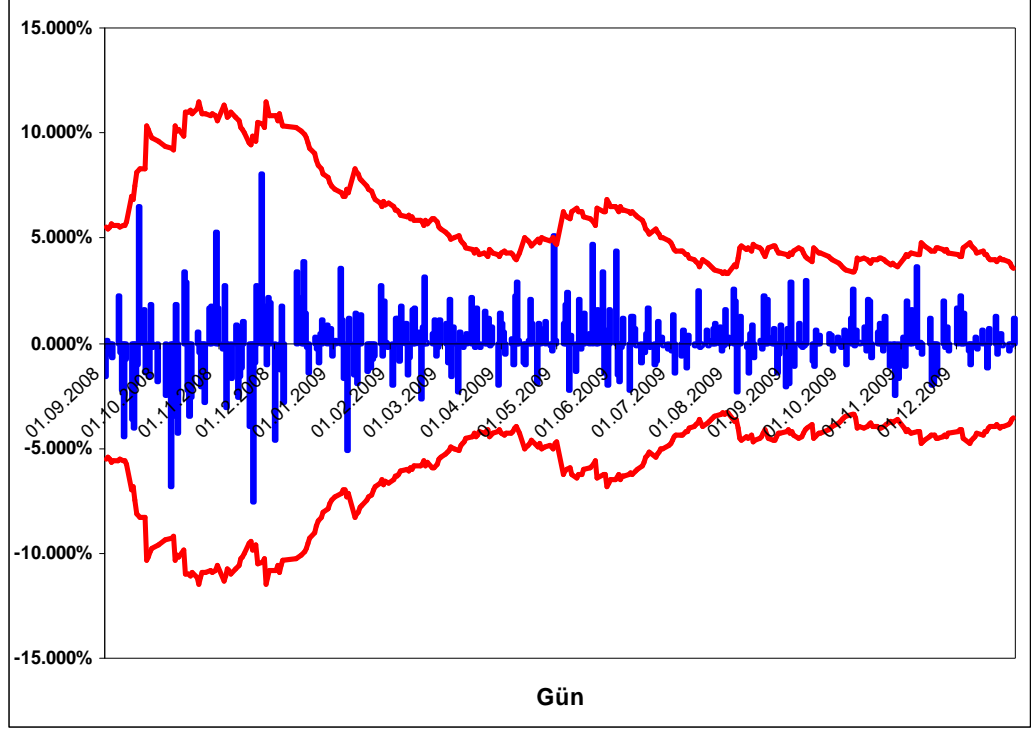
Tablo 12-Standart Sapma Modeli ile Geriye Dönük Hipotez Testi Sonuçları

Sapma Sayısı	x	5
Veri Sayısı	n	333
Anlamlılık düzeyi	p	1%
p-q		99%
z istatistiği		3.165978091
%1 için z istatistiği		2.326347
Sonuç	$z > z_1$	Ho red edilir.

Hipotez testi için yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen z istatistiğinin normal dağılımda %1 olasılığa gelen istatistik değeri olan %2,33`den daha büyük olması nedeniyle Ho hipotezi rededilmekte ve modelin geçersiz olduğu sonucuna varılmaktadır.

6.9.1.2. EWMA Yöntemi

Üssel hareketli ağırlıklı ortalama volatilité yönteminin varyans-kovaryans riske maruz değér hesaplamalarında kullanılması ile 333 gün için elde edilen RMD bantları ve portföy getirileri grafiği Şekil 10`da yer almaktadır.



Şekil 10 : Portföyün Günlük Getirisi ve EWMA Yöntemi ile Elde RMD Bantları

EWMA volatilité tahmin yöntemi bir veri setinde son dönemdeki hareketlere daha fazla ağırlık verdiği için sürekli değişmekte ve hareketli bir volatilité elde edilmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla bu yöntemle elde edilen RMD değérleri de son dönemdeki aşırı oynaklıkları veya volatilité düşüşlerini yansıtarak daha güncel risk hesaplamalarına imkan vermektedir. Şekil 10 da görüldüğü gibi EWMA yöntemi ile hesaplanan RMD değérleri portföy getirisindeki aşırı oynaklıkları kapsamaktadır. İncelenen dönem içinde sadece 29.04.2009 tarihinde tahmin edilen RMD değeri gerçekleşen portföy getirisini aşarak bir sapma gerçekleşmiştir.

Bu yöntemin geriye dönük testinin hipotez sonuçlarına göre EWMA yöntemi ile varyans-kovaryans RMD hesaplamaları geçerli bir yöntem olarak kullanılabilir. Buna ilişkin hipotez sonuçları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Ho : EWMA Volatilite Yöntemi ile uygulanan RMD Modeli geçerlidir.

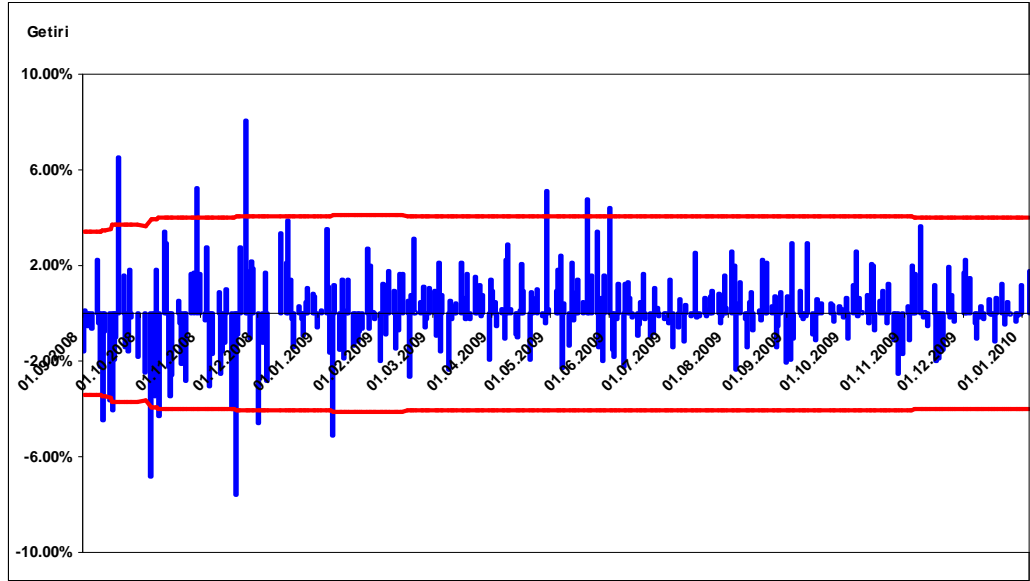
H1 : EWMA Volatilite Yöntemi ile uygulanan RMD Modeli geçersizdir.

Tablo 13- EWMA Modeli ile Geriye Dönük Hipotez Testi Sonuçları

Sapma Sayısı	x	1
Veri Sayısı	n	333
Anlamlılık düzeyi	p	1%
p-q		99%
z istatistiği		-0.834021909
%1 için z istatistiği		2.326347
Sonuç	$z < z_1$	Ho kabul

6.9.2. Tarihsel Simülasyon Yöntemi Geriye Dönük Test sonuçları

Tarihsel simülasyon yöntemi ile elde edilen RMD değerlerinin geriye dönük testleri için oluşturulan RMD bantları Şekil 11` de gösterilmektedir. Buna göre tarihsel simülasyon yönteminde RMD değerlerinin gerçekleşen portföy getirilerinden sapma sayısının yüksek seviyede gerçekleştiği görülmüştür. 01.09.2008 ve 31.12.2009 tarihleri arasında 333 gün için yapılan geriye dönük testlerde 13 günde tahmin edilen RMD değerleri portföy getirilerinden sapma göstermiştir. Geriye dönük testlerle elde edilen sapma sayılarının yüksekliği, tarihsel simülasyon yöntemi ile hesaplanacak riske maruz değerlerin güvenilir olmaması sonucunu doğurmaktadır.



Şekil 11 : Portföyün Günlük Getirisi ve Tarihsel Simülasyon Yöntemi ile Elde Edilen RMD Bantları

Tarihsel simülasyon yönteminin güvenilir olmadığı geriye dönük hipotez testleri sonuçlarından da anlaşılabilir. Bunun için kurulan hipotez testi yüksek bir test istatistiği ile red edilmiştir. Bununla ilgili hipotezler ve test sonuç tablosu aşağıda yer almaktadır.

Ho : Tarihsel Simülasyon Yöntemi ile uygulanan RMD Modeli geçerlidir.

H1 : Tarihsel Simülasyon Yöntemi ile uygulanan RMD Modeli geçersizdir.

Tablo 14- Tarihsel Simülasyon Geriye Dönük Hipotez Testi Sonuçları

Sapma Sayısı	x	13
Veri Sayısı	n	333
Anlamlılık düzeyi	p	1%
p-q		99%
z istatistiği		11.16597809
%1 için z istatistiği		2.326347
Sonuç	$z > z_1$	Ho red

6.9.3. Geriye Dönük Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

Geriye dönük RMD hesaplamaları yapılarak gerçekleşen portföy getiri karşılaştırması sonucunda elde edilen sapmalar ile yapılan test sonuçlarına göre sadece EWMA volatilité tahmin yönteminin uygulandığı varyans kovaryans metodu Riske Maruz Değer hesaplamalarında güvenilir sonuçlar verebilir. Diğer iki metodda ise gerçekleşen sapma sayılarının yüksekliği, modellerin portföy risklerini tahmin etmede başarısız olabileceği sonucunu vermektedir.

Geriye dönük testlerin model bazında karşılaştırması aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Tablo 15- Geriye Dönük Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

	İncelenen Gün sayısı	Sapma Sayısı	Anlamlılık Seviyesi	Geçerlilik
Sabit Standart Sapma	333	5	1%	Model güvenilirmez
EWMA	333	1	1%	Model güvenilir
Tarihsel Simülasyon	333	13	1%	Model Güvenilmez

7. SONUÇ

Son yıllarda küreselleşme, finansal kurumlar arasında rekabetin artmasına neden olmuş ve bilgi teknolojileri gelişiminin yardımıyla finansal piyasalarda çok çeşitli yeni ürünlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Böyle bir ortamda karmaşık finansal ürünlerin kurum bünyelerinde tutulması, risk faktörlerinde ciddi artışlar meydana gelmesini sağlamıştır. Finansal piyasalardaki etkileşimin de artması, piyasa koşullarında hızlı değişim ve fiyatlardaki aşırı oynaklıklar dünyadaki bütün finansal kurumları risklere açık hale getirerek, risk yönetimini daha yakından incelenmesini sağlamıştır.

Dünyada risk yönetim sistemi eksikliklerinden kaynaklanan mali skandallar ve krizler, piyasalardaki istikrarı bozmakta ve ekonomik gelişmeyi sekteye uğratmaktadır. Bu nedenle 1970`li yıllarda üzerinde durulmaya başlanan risk yönetimi, finansal kurumlardaki risk yönetim başarısızlıklarının da etkisi ile son 30 yılda büyük dönüşüm sağlamıştır. Günümüzde düzenleyici ve denetleyici otoriteler de bu konuda belirli standartlar oluşturmuş ve bu standartları bütün dünyada uygulama aşamasına gelmiştir.

Finansal piyasalar sürekli gelişme kaydederek, karmaşıklaşan bir yapı ile uluslararası zeminde güven, istikrar ve şeffaflık arayışı içinde olmaktadır. Bu bağlamda finansal sektör kurumları risk yönetimi çerçevesinde riskleri tanımakta, gözetimin etkinliğini artırmakta ve doğru bilgi transferini sağlayarak içsel olarak piyasa disiplini oluşturmaya devam etmektedir. Bunun için kurumlar, etkin risk yönetimi için maruz kaldıkları riskleri tanımlamakta, risk yönetim sistemlerini kurmakta ve bu sistemlerin çıktılarının karar alma mekanizmalarında kullanılmasını yaygınlaştırmaktadır.

Son dönemlerde, finansal piyasalarda spekülasyon olarak risk alma iştahındaki artışlar, piyasa risklerinin oldukça yükselmesine neden olmaktadır. Bu nedenle piyasalarda aktif olan kurumlar için piyasa risklerinin doğru bir şekilde tahmin edilmesi ve optimum düzeyde tutulması her geçen dönem önem kazanmaktadır.

Finansal kurumlarda uzun bir dönem boyunca senaryo analizleri, gap analizleri ve duyarlılık analizleri gibi çok farklı risk ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. 1994 yılında Riskmetrics tarafından sunulan Riske Maruz Değer, piyasa risklerinin ölçümü açısından yeni bir yaklaşım getirmiştir. Riske Maruz Değer global ölçekte yaygın

olarak kullanılan, istatistiğe dayanan ve karmaşık bir yapıda olan bir yöntemdir. Günümüzde Riske Maruz Değer finansal kurumlar tarafından raporlama, optimum sermaye kullanımı, piyasa riskinin değerlendirilmesi ile pozisyon kararları, sermaye yeterlilik seviyelerinin belirlenmesi gibi amaçlarla kullanılmaktadır.

Riske Maruz Değer hesaplanması sürecinde çok farklı yöntemler kullanılabilir. RMD yönteminin seçimi finansal varlıkların ve piyasaların özelliklerine göre değişmektedir. İçinde tahvil, hisse senedi bulunan portföyler için varyans-kovaryans yöntemi uygun olurken; içinde opsiyon ve diğer türev enstrümanların bulunduğu portföyler için simülasyona dayalı yöntemlerin kullanılması önerilmektedir.

Bu çalışmada, hisse senetlerinden oluşan bir portföy için farklı volatiliteler tahminlerinin yapıldığı varyans-kovaryans ve tarihsel simülasyon metodu ile hesaplanmış Riske Maruz Değer sonuçları incelenmiş ve geriye dönük testler ile RMD yöntemlerinin doğrulukları test edilmiştir. Buna göre, son verilere daha fazla ağırlık veren EWMA volatiliteler tahmin yönteminin kullanıldığı varyans-kovaryans metodu, incelenen dönem boyunca getirileri kapsamış ve daha düşük sapma sayısı kaydetmiştir. Tarihsel simülasyon ve sabit standart sapmalı varyans-kovaryans yönteminde çok fazla sapma tespit edilmiştir. Bu nedenle EWMA volatiliteler tahmin yönteminin kullanıldığı varyans-kovaryans metodunun, geriye doğru testler ile sürekli test edilmesi durumunda, incelenen dönem ve veri seti itibarıyla hisse senedi portföyleri için gelecek dönemde belirli bir olasılıkla ne kadar zarar edilebileceğini gösteren Riske Maruz Değer hesaplamalarında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Genel olarak, Riske Maruz Değer hesaplamaları, finansal zaman serilerinin normal dağılım göstermemesine rağmen, normal dağılım varsayımı altında yapılmaktadır. Bu nedenle çoğu zaman sonuçlar, serilerin basıklık ve çarpıklık ölçülerine bağlı olarak doğru elde edilememektedir. Volatiliteler tahminleri de zamana göre değişkenlik gösterdiğinden, zamana göre sabit volatiliteler tahminleri ile yapılacak hesaplamalar gerçeği yansıtmayacaktır.

Riske Maruz Değer çok farklı ölçüm mekanizmalarına sahip olması nedeniyle, farklı kurumlar için farklı ölçüm sonuçlarını doğurmaktadır. Bu nedenle Riske Maruz Değer sonuçlarını irdelerken, kurum bazında ihtiyatla yaklaşmak gerekmektedir. Bu sonuçların karar alma süreçlerinde belirli bir çarpım faktörü ile değerlendirilmesi kötü sonuçların doğmasını engelleyebilecektir.

Yakın zamanda gerçekleşen krizler, risk yönetim sistemlerinin henüz uygun bir şekilde oturtulmadığını ve dolayısı ile risk tahminlerinin doğru bir şekilde yapılamadığını göstermektedir. Gelecek dönemlerde yapılacak çalışmalar, risk yönetim sistemlerinin daha sağlıklı sonuçlar vermesine ve bu konuda standartların oluşturulmasına dönük olacaktır. Bu aşamaya gelinmesi durumunda, portföy yönetim süreçlerinde etkin risk yönetim sistemlerinin kullanımının artması, istikrarlı, şeffaf ve gelişen piyasa şartlarının oluşmasını sağlayacaktır.

EKLER

EK 1 İMKB-30 Hisse senetlerinin ADF Testi E-Views Çıktıları-1

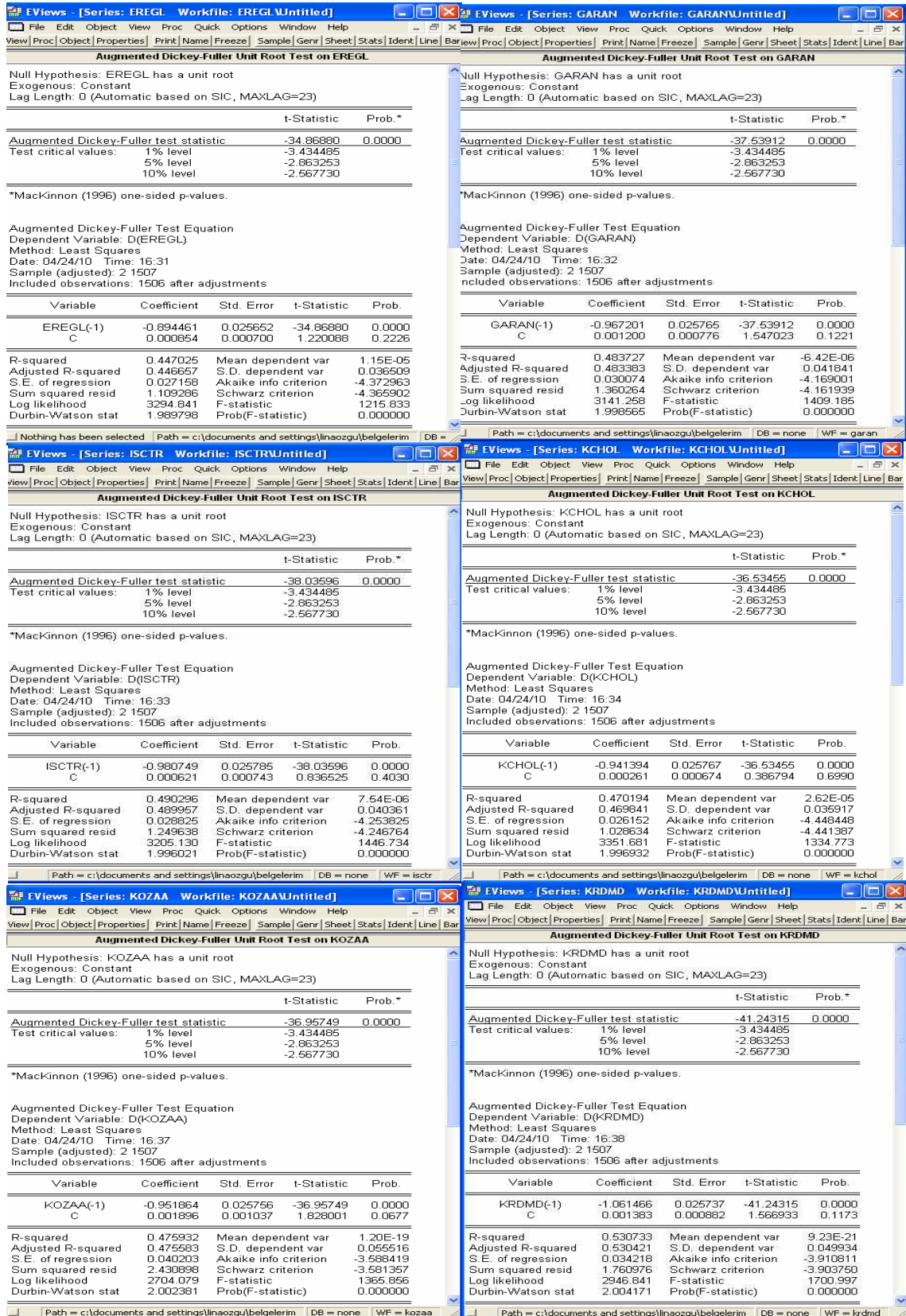
The image displays six EViews windows, each showing the results of an Augmented Dickey-Fuller (ADF) unit root test for a different stock. The windows are arranged in a grid. Each window contains the following information:

- Null Hypothesis:** The stock has a unit root.
- Exogenous:** Constant.
- Lag Length:** 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=23).
- Test Statistics:** ADF test statistic, 1% level, 5% level, and 10% level critical values.
- MacKinnon (1996) one-sided p-values.**
- Augmented Dickey-Fuller Test Equation:** Dependent Variable, Method (Least Squares), Date, Sample (adjusted), and Included observations.
- Regression Coefficients:** A table with columns for Variable, Coefficient, Std. Error, t-Statistic, and Prob.
- Diagnostic Statistics:** R-squared, Adjusted R-squared, S.E. of regression, Sum squared resid, Log likelihood, Durbin-Watson stat, Mean dependent var, S.D. dependent var, Akaike info criterion, Schwarz criterion, F-statistic, and Prob(F-statistic).

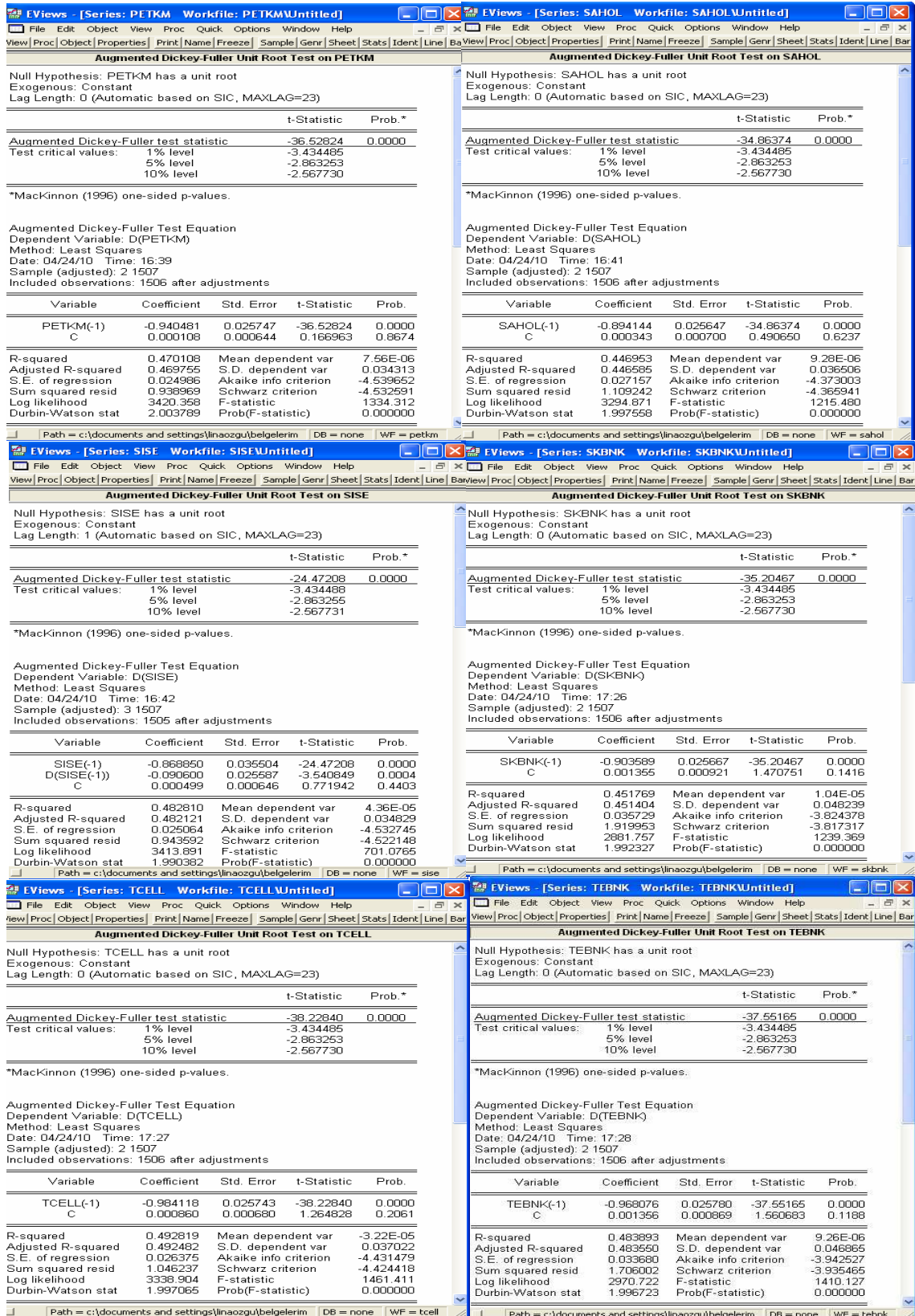
The results for each stock are summarized below:

Stock	ADF Test Statistic	1% Level	5% Level	10% Level	p-value
AEFES	-30.44699	-3.434488	-2.863255	-2.567731	0.0000
RAKBNK	-36.93863	-3.434485	-2.863253	-2.567730	0.0000
AKGRT	-35.92047	-3.434486	-2.863253	-2.567730	0.0000
ARCLK	-35.61634	-3.434485	-2.863253	-2.567730	0.0000
DOHOL	-39.52153	-3.434485	-2.863253	-2.567730	0.0000
ENKAI	-35.89806	-3.434485	-2.863253	-2.567730	0.0000

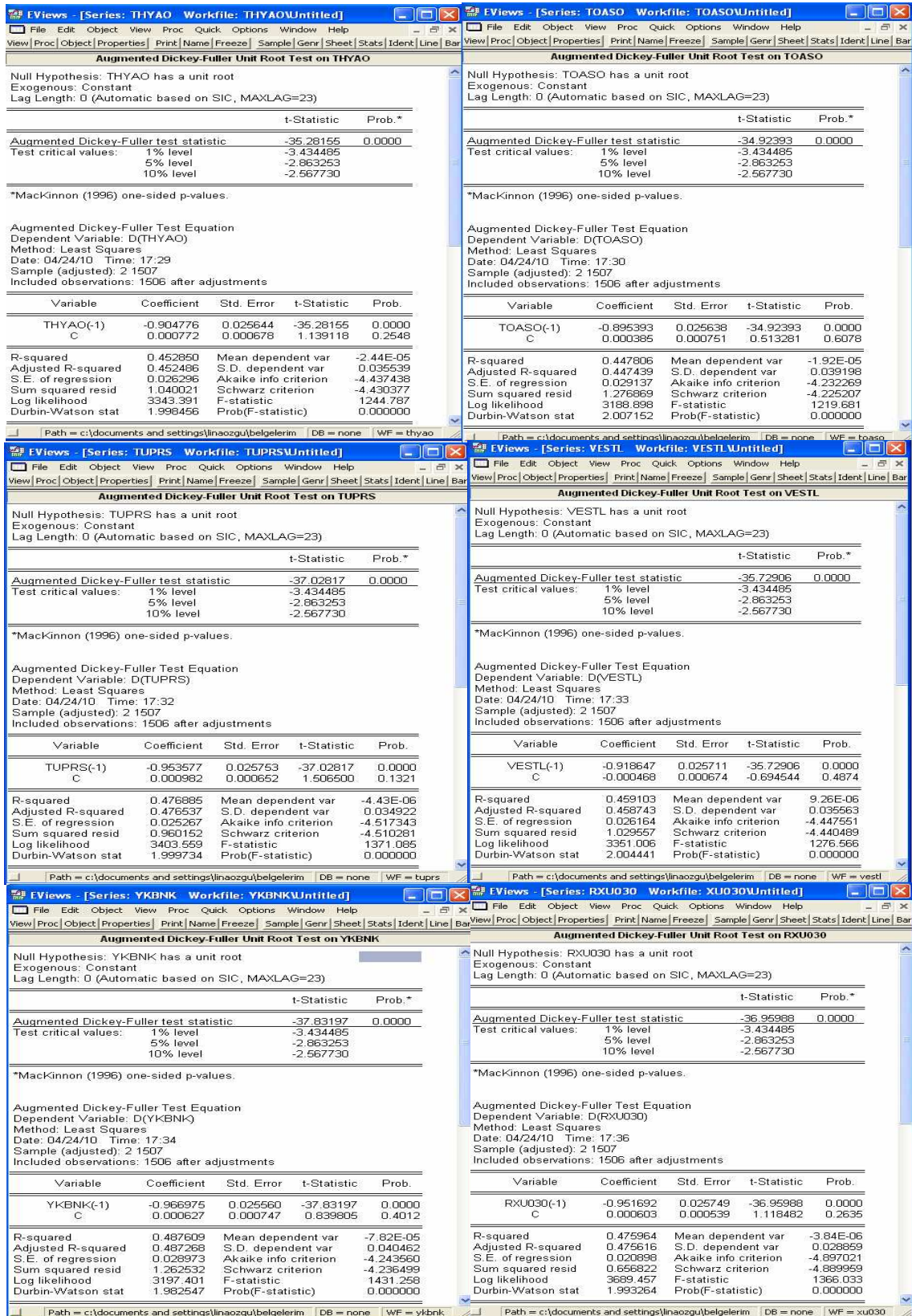
EK 1 İMKB-30 Hisse senetlerinin ADF Testi E-Views Çıktıları-2



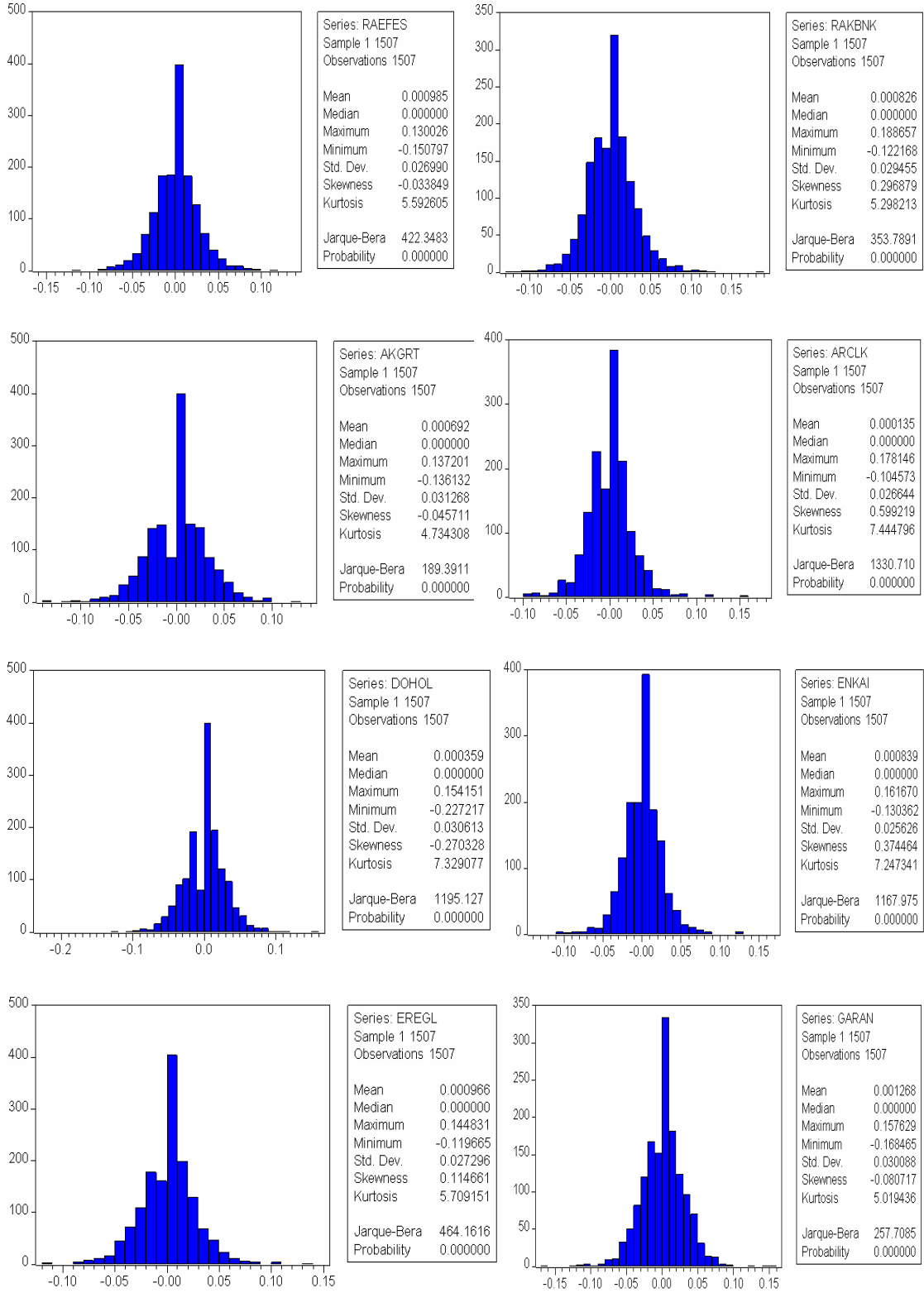
EK 1 İMKB-30 Hisse senetlerinin ADF Testi E-Views Çıktıları-3



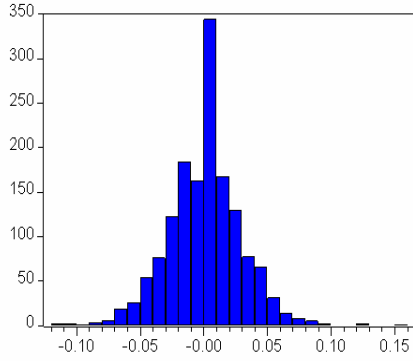
EK 1 İMKB-30 Hisse senetlerinin ADF Testi E-Views Çıktıları-4



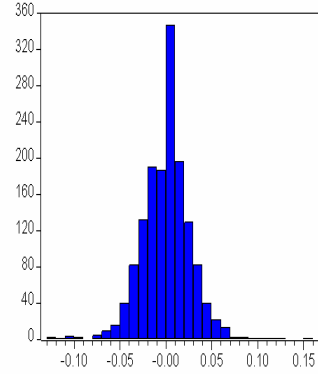
EK 2 İMKB-30 Hisse Senetlerinin Histogramları ve Tanımlayıcı İstatistikleri-1



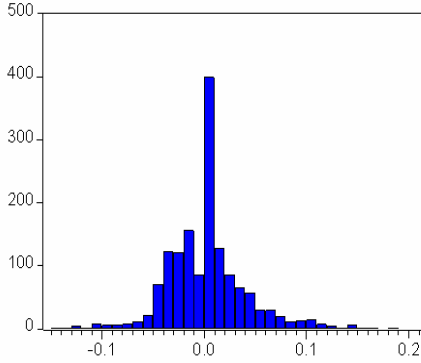
EK 2 İMKB-30 Hisse Senetlerinin Histogramları ve Tanımlayıcı İstatistikleri-2



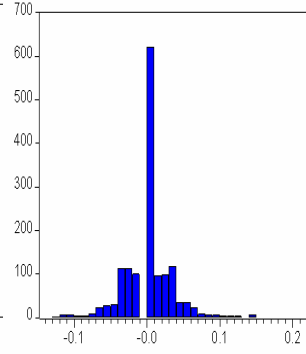
Series:	ISCTR
Sample 1	1507
Observations	1507
Mean	0.000641
Median	0.000000
Maximum	0.159808
Minimum	-0.115171
Std. Dev.	0.028813
Skewness	0.113029
Kurtosis	4.492854
Jarque-Bera	143.1472
Probability	0.000000



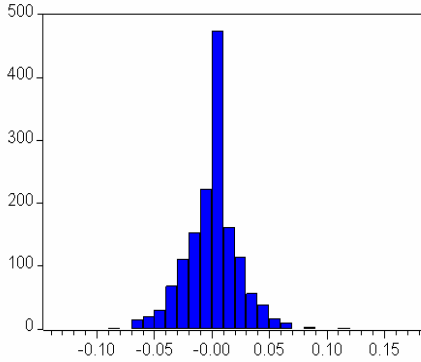
Series:	KCHOL
Sample 1	1507
Observations	1507
Mean	0.000280
Median	0.000000
Maximum	0.157186
Minimum	-0.127101
Std. Dev.	0.026180
Skewness	0.029518
Kurtosis	5.646290
Jarque-Bera	439.9396
Probability	0.000000



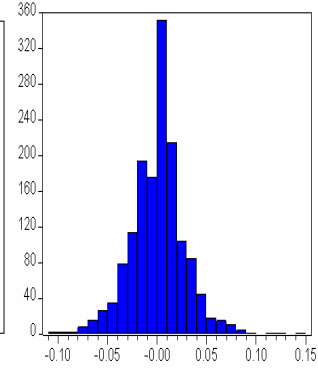
Series:	KOZAA
Sample 1	1507
Observations	1507
Mean	0.001991
Median	0.000000
Maximum	0.205852
Minimum	-0.146982
Std. Dev.	0.040223
Skewness	0.742192
Kurtosis	6.050177
Jarque-Bera	722.5424
Probability	0.000000



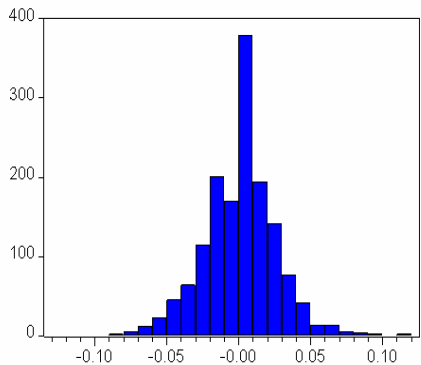
Series:	KRDM
Sample 1	1507
Observations	1507
Mean	0.001302
Median	0.000000
Maximum	0.211309
Minimum	-0.130053
Std. Dev.	0.034260
Skewness	0.492244
Kurtosis	6.734095
Jarque-Bera	936.3924
Probability	0.000000



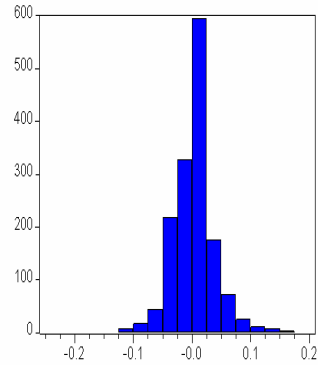
Series:	PETKM
Sample 1	1507
Observations	1507
Mean	0.000125
Median	0.000000
Maximum	0.176456
Minimum	-0.131192
Std. Dev.	0.025018
Skewness	0.380921
Kurtosis	7.152562
Jarque-Bera	1119.209
Probability	0.000000



Series:	SAHOL
Sample 1	1507
Observations	1507
Mean	0.000391
Median	0.000000
Maximum	0.144874
Minimum	-0.103900
Std. Dev.	0.027294
Skewness	0.128200
Kurtosis	4.578304
Jarque-Bera	160.5332
Probability	0.000000

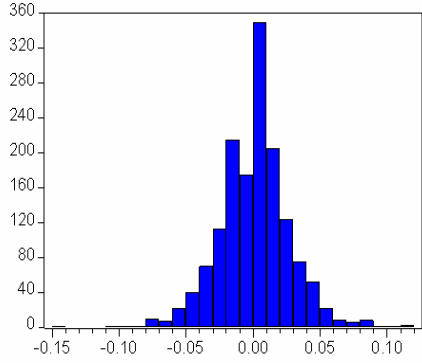


Series:	SISE
Sample 1	1507
Observations	1507
Mean	0.000589
Median	0.000000
Maximum	0.119665
Minimum	-0.121078
Std. Dev.	0.025266
Skewness	0.051752
Kurtosis	4.385115
Jarque-Bera	121.1413
Probability	0.000000

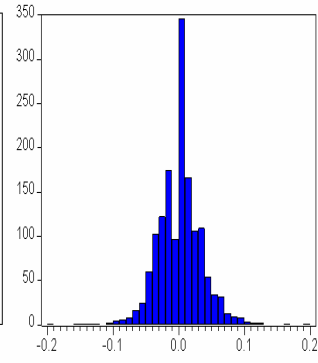


Series:	SKBNK
Sample 1	1507
Observations	1507
Mean	0.001498
Median	0.000000
Maximum	0.177926
Minimum	-0.225512
Std. Dev.	0.035872
Skewness	0.387416
Kurtosis	6.814908
Jarque-Bera	951.5381
Probability	0.000000

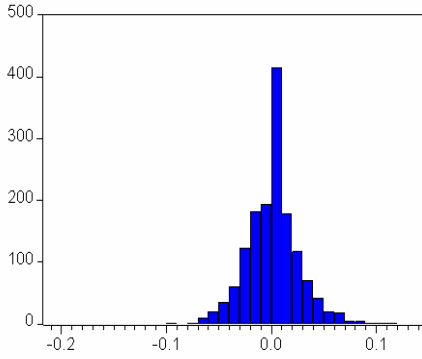
EK 2 İMKB-30 Hisse Senetlerinin Histogramları ve Tanımlayıcı İstatistikleri-3



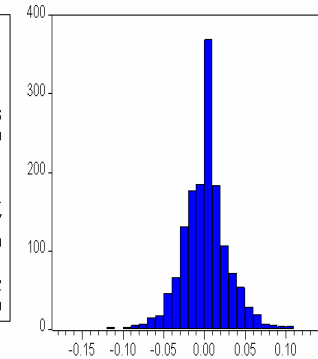
Series: TCELL	
Sample 1 1507	Observations 1507
Mean	0.000912
Median	0.000000
Maximum	0.118494
Minimum	-0.149351
Std. Dev.	0.026402
Skewness	0.084234
Kurtosis	4.865191
Jarque-Bera	220.2304
Probability	0.000000



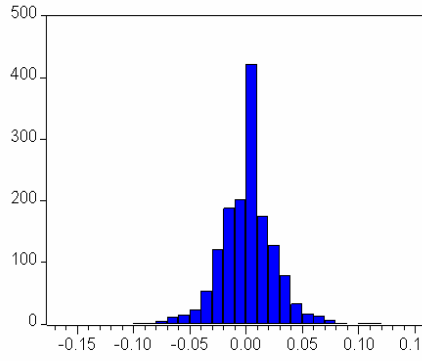
Series: TEBNK	
Sample 1 1507	Observations 1507
Mean	0.001419
Median	0.000000
Maximum	0.191891
Minimum	-0.194156
Std. Dev.	0.033662
Skewness	0.126149
Kurtosis	5.697269
Jarque-Bera	460.8225
Probability	0.000000



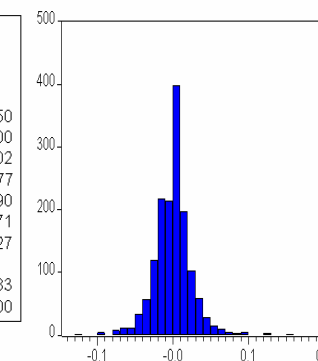
Series: THYAO	
Sample 1 1507	Observations 1507
Mean	0.000886
Median	0.000000
Maximum	0.132791
Minimum	-0.200671
Std. Dev.	0.026424
Skewness	-0.212677
Kurtosis	8.458909
Jarque-Bera	1882.532
Probability	0.000000



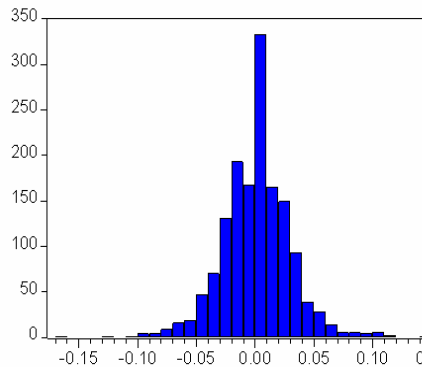
Series: TOASO	
Sample 1 1507	Observations 1507
Mean	0.000449
Median	0.000000
Maximum	0.130053
Minimum	-0.173511
Std. Dev.	0.029285
Skewness	-0.197110
Kurtosis	6.279140
Jarque-Bera	684.9421
Probability	0.000000



Series: TUPRS	
Sample 1 1507	Observations 1507
Mean	0.001050
Median	0.000000
Maximum	0.150502
Minimum	-0.164177
Std. Dev.	0.025290
Skewness	0.157671
Kurtosis	6.841127
Jarque-Bera	932.6883
Probability	0.000000



Series: VESTL	
Sample 1 1507	Observations 1507
Mean	-0.000494
Median	0.000000
Maximum	0.196710
Minimum	-0.139262
Std. Dev.	0.026242
Skewness	0.549697
Kurtosis	9.497206
Jarque-Bera	2726.562
Probability	0.000000



Series: YKBNK	
Sample 1 1507	Observations 1507
Mean	0.000750
Median	0.000000
Maximum	0.148745
Minimum	-0.160682
Std. Dev.	0.029220
Skewness	0.094770
Kurtosis	5.310187
Jarque-Bera	337.3726
Probability	0.000000

EK 3 Sabit Standart Sapma Volatilite Yöntemi ile RMD Hesaplamasında Kullanılan Ağırlık ve Korelasyon Matrisleri

Microsoft Excel - XU100-son.xls													
File Edit View Insert Format Tools Data Window Help													
D27 fx													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Date	31/12/2009				w'							
2						kozaa	garan	tebnk	skbnk	tuprs			
3		Weights	S.Dev			0.008045	0.006018	0.006736	0.007174	0.005058			
4	KOZAA	0.20	0.040223045		w								
5	GARAN	0.20	0.030087996		kozaa	0.008045		Korelasyon Matrisi					
6	TEBNK	0.20	0.033682277		garan	0.006018		kozaa	garan	tebnk	skbnk	tuprs	
7	SKBNK	0.20	0.035872426		tebnk	0.006736		kozaa	1	0.345647	0.324188	0.264256	0.261177
8	TUPRS	0.20	0.025289799		skbnk	0.007174		garan	0.345647	1	0.540899	0.49869	0.492953
9					tuprs	0.005058		tebnk	0.324188	0.540899	1	0.421449	0.366341
10	Portfolio	1.00						skbnk	0.264256	0.49869	0.421449	1	0.35797
11								tuprs	0.261177	0.492953	0.366341	0.35797	1
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
32													
33													

Portfoy RMD	
PV	1,000,000
S. Sapma	0.023501629
Güven Düzeyi	99%
Alpha	2.33
VaR (1 day)	54,758.79
VaR (10 day)	173,162.51

EK 4 EWMA Volatilite Yöntemi ile RMD Hesaplamasında Kullanılan Ağırlık ve Korelasyon Matrisleri

Microsoft Excel - XU100-son											
File Edit View Insert Format Tools Data Window Help											
Office Live'a git Aç Kaydet											
015 fx											
J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	Date	31.12.2009									
2		Weights	Ewma								
3											
4	KOZAA	0.20	0.013362								
5	GARAN	0.20	0.025094								
6	TEBNK	0.20	0.019568								
7	SKBNK	0.20	0.031926								
8	TUPRS	0.20	0.024178								
9											
15											
16	Portföy RMD										
17	PV	1,000,000									
18	EWMA S.Sapma	0.014703276									
19	Güven Düzeyi	99%									
20	Alpha	2.33									
21	VaR (1 day)	34,258.63									
22	VaR (10 day)	108,335.31									
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											

EK 5 Tarihsel Simülasyon Yönteminde Kullanılan Portföy Getiri Frekansları

		Return	Frekans
		-0.070	1.00
		-0.065	1.00
		-0.060	1.00
		-0.055	1.00
Portföy RMD		-0.050	2.00
		-0.045	3.00
PV	1,000,000.00 TL	-0.040	7.00
Güven Düzeyi	99%	-0.035	4.00
Percentile	-0.040049123	-0.030	8.00
VaR (1 day)	40,049.12 TL	-0.025	23.00
VaR (10 day)	126,646.45 TL	-0.020	38.00
		-0.015	81.00
		-0.010	109.00
		-0.005	167.00
		0.000	278.00
		0.005	254.00
		0.010	185.00
		0.015	115.00
		0.020	104.00
		0.025	61.00
		0.030	24.00
		0.035	18.00
		0.040	10.00
		0.045	5.00
		0.050	3.00
		0.055	2.00
		0.060	0.00
		0.065	0.00
		0.070	1.00

EK 6 Sabit Standart Sapma Volatilite Yöntemi için Geriye Dönük Test Hesaplama Örneği

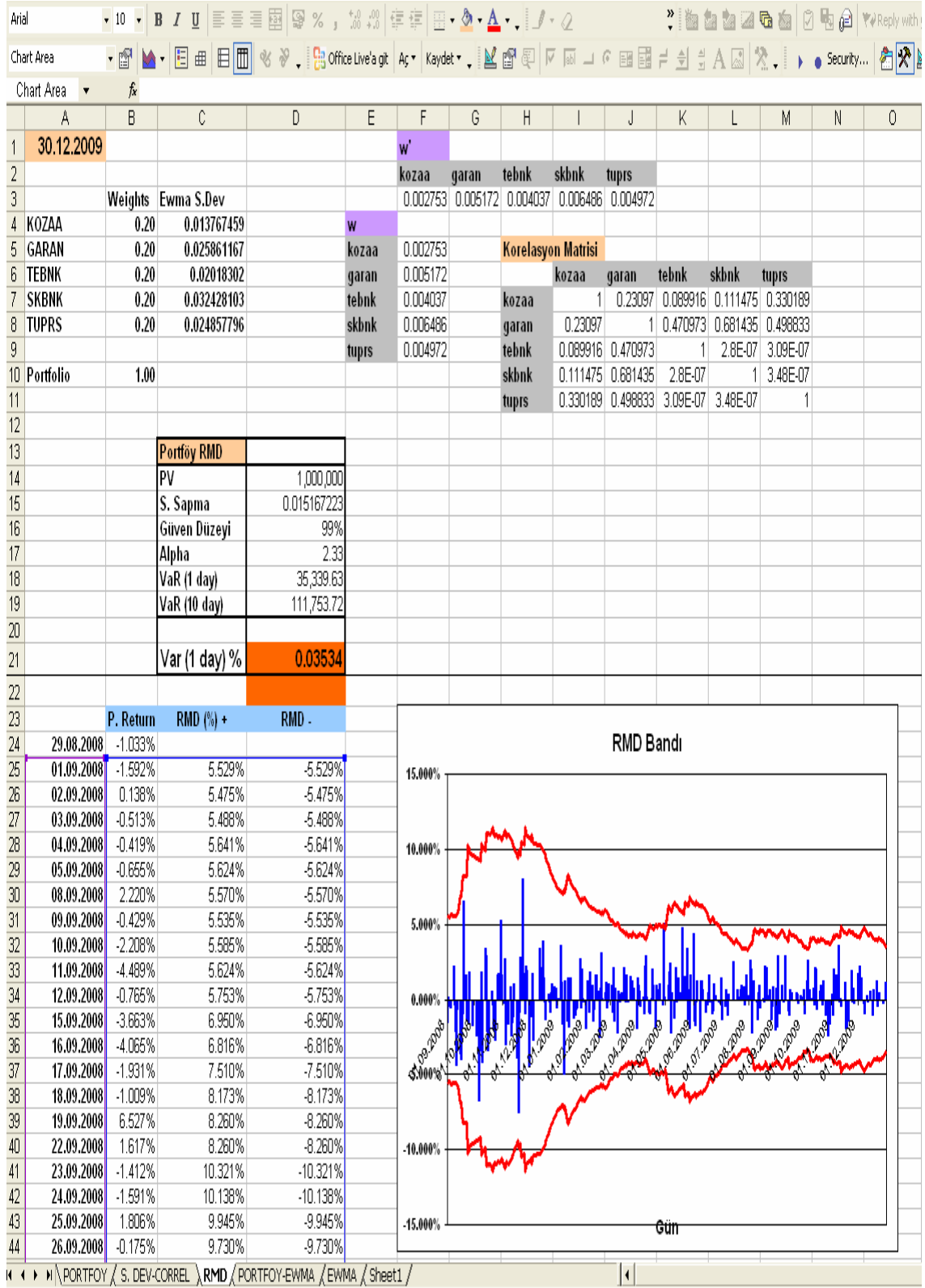
D9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	18.12.2008					w'									
2						kozaa	garan	tebnk	skbnk	tuprs					
3		Weights	S.Dev			0.00817	0.006083	0.00684	0.007439	0.005154					
4	KOZAA	0.20	0.040848854	w											
5	GARAN	0.20	0.030413528	kozaa		0.00817									
6	TEBNK	0.20	0.034198303	garan		0.006083									
7	SKBNK	0.20	0.037192575	tebnk		0.00684									
8	TUPRS	0.20	0.025769297	skbnk		0.007439									
9				tuprs		0.005154									
10	Portfolio	1.00													
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40															
41															
42															
43															
44															

Portföy RMD	
PV	1,000,000
S. Sapma	0.02375023
Güven Düzeyi	99%
Alpha	2.33
VaR (1 day)	55,338.04
VaR (10 day)	174,994.24
VaR (1 day) %	0.05534

P. Return	RMD (%) +	RMD -
29.08.2008	-1.033%	-4.963%
01.09.2008	-1.592%	-4.963%
02.09.2008	0.138%	-4.963%
03.09.2008	-0.513%	-4.963%
04.09.2008	-0.419%	-4.961%
05.09.2008	-0.655%	-4.959%
08.09.2008	2.220%	-4.958%
09.09.2008	-0.429%	-4.962%
10.09.2008	-2.208%	-4.960%
11.09.2008	-4.489%	-4.964%
12.09.2008	-0.765%	-4.987%
15.09.2008	-3.663%	-4.985%
16.09.2008	-4.065%	5.003%
17.09.2008	-1.931%	5.023%
18.09.2008	-1.009%	5.034%
19.09.2008	6.527%	5.035%
22.09.2008	1.617%	5.097%
23.09.2008	-1.412%	5.095%
24.09.2008	-1.591%	5.096%
25.09.2008	1.806%	5.096%
26.09.2008	-0.175%	5.099%

RMD Bandı

EK 7 EWMA Volatilite Yöntemi için Geriye Dönük Test Hesaplama Örneği



EK 7 Tarihsel Simülasyon Yöntemi için Geriye Dönük Test Hesaplama Örneği

		Portföy RMD			
	PV	1,000,000.00 TL			
	Güven Düzeyi	99%			
	Percentile	-0.040049123			
	VaR (1 day)	40,049.12 TL			
	VaR (10 day)	126,646.45 TL			
	RMD %	-4.00%			
		% RMD (-)	% RMD (+)	Getiri	
	01.09.2008	-3.40%	3.40%	-1.59%	
	02.09.2008	-3.40%	3.40%	0.14%	
	03.09.2008	-3.40%	3.40%	-0.51%	
	04.09.2008	-3.40%	3.40%	-0.42%	
	05.09.2008	-3.40%	3.40%	-0.65%	
	08.09.2008	-3.40%	3.40%	2.22%	1183
	09.09.2008	-3.39%	3.39%	-0.43%	1184
	10.09.2008	-3.39%	3.39%	-2.21%	1185
	11.09.2008	-3.47%	3.47%	-4.49%	1186
	12.09.2008	-3.47%	3.47%	-0.77%	1187
	15.09.2008	-3.55%	3.55%	-3.66%	1188
	16.09.2008	-3.70%	3.70%	-4.06%	1189
	17.09.2008	-3.70%	3.70%	-1.93%	1190
	18.09.2008	-3.70%	3.70%	-1.01%	1191
	19.09.2008	-3.70%	3.70%	6.53%	1192
	22.09.2008	-3.69%	3.69%	1.62%	1193
	23.09.2008	-3.69%	3.69%	-1.41%	1194
	24.09.2008	-3.69%	3.69%	-1.59%	1195
	25.09.2008	-3.68%	3.68%	1.81%	1196
	26.09.2008	-3.68%	3.68%	-0.17%	1197
	29.09.2008	-3.68%	3.68%	-1.80%	1198
	03.10.2008	-3.67%	3.67%	-2.47%	1199

KAYNAKÇA

Alkin, Emre, Tuğrul Savaş ve Vedat Akman. **Bankalarda Risk Yönetimine Giriş**. İstanbul: Çetin Matbaacılık, 2001.

Aydın, Aydan. “Sermaye Yeterliliği ve VaR: Value At Risk”, Türkiye Bankalar Birliği Bankacılık ve Araştırma Grubu. www.tbb.org.tr/turkce/arastirmalar/sermaye_var.doc, (15 Aralık 2010).

Bank For International Settlements. “Revisions to the Basel II Market Risk Framework”. July 2009. <http://www.bis.org/publ/bcbs158.pdf?noframes=1> , (20 Aralık 2009)

BDDK. “Bankacılık Sektörü Basel II İlerleme Raporu”. http://www.bddk.org.tr/websitesi/turkce/Basel-II/6399IlerlemeRaporu_May%C4%B1s09.pdf , (10/12/2009).

BDDK. “Risk Ölçüm Modelleri ile Piyasa Riskinin Hesaplanması ve Risk Ölçüm Modellerinin Değerlendirilmesi”. 2006. http://www.bddk.org.tr/WebSitesi/turkce/Mevzuat/Bankacilik_Kanununa_Iliskin_Duzenlemeler/1659Risk_olcum_Modelleri_De_g_Tebliğler_03112006.pdf, (20 aralık 2009).

BIS. “Supervisory Framework For The Use Of “Backtesting” In Conjunction with The Internal Models Approach To Market Risk Capital Requirements”. January 1996. <http://www.bis.org/publ/bcbsc223.pdf> , (01/03/2010).

BIS. “Basel Committee on Banking and Supervision; History of Basel Committee and Its Membership”. 2007. <http://www.bis.org/bcbs/history.pdf> (10 Kasım 2009).

Bolak, Mehmet. **Sermaye Piyasası, Menkul Kıymetler ve Portföy Analizi**. 4. Baskı. İstanbul: Beta, 2001.

Bolgün, K. Evren ve M. Barış Akçay. **Risk Yönetimi: Gelişmekte Olan Türk Finans Piyasasında Entegre Risk Ölçüm ve Yönetim Uygulamaları**. 2. Baskı. İstanbul: Scala Yayıncılık, 2005.

Candan, Hasan ve Dr. Alper Özün. **Bankalarda Risk Yönetimi ve Basel II**. 1. Baskı, İstanbul : Türkiye İş Bankası Yayınları, 2006.

Ceylan, Ali ve Turhan Korkmaz. **Borsada Uygulamalı Portföy Yönetimi**. 3. Baskı. Bursa: Ekin Kitabevi, 1998.

Dowd, Kevin. **An Introduction Market Risk Measurement**. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd, 2002.

Dowd, Kewin. **Beyond Value At Risk : The new Science of Risk Management**. 1. Ed. Chichester : John Wiley & Sons Ltd., 1998.

Duman Mustafa. “Bankacılık Sektöründe Finansal Riskin Ölçülmesi ve Gözetiminde Yeni Bir Yaklaşım: Value At Risk Metodolojisi”. **Bankacılar Dergisi**. No:32, Mart 2000, s.28.

Engle, Robert. “GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics”. Journal of Economic Perspectives, Fall 2001, Vol.15, Number 4, [http://www.stat.wharton.upenn.edu/~steele/Courses/434/434Context/GARCH/garch101\(ENGLE\).pdf](http://www.stat.wharton.upenn.edu/~steele/Courses/434/434Context/GARCH/garch101(ENGLE).pdf), (15/12/2009).

Gökgöz, Elif. **Riske Maruz Değer (VaR) ve Portföy Optimizasyonu**. Ankara: Sermaye Piyasası Kurulu Yayın No.190, 2006.

Gregoriou, Greg N. **Stock Market Volatility**. First Edition: Chapman Hall, 2009

Haugen ,Robert A.. **Modern Investment Theory**. 4 th Edition. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

Jorion, Philippe. **Value at Risk: A New Benchmark For Controlling Risk**. 2nd Ed.. New York: Mc Graw Hill Inc., 2000.

JP Morgan, “**Risk Metrics : Technical Document**”, 4th ed., New York, 1996

Karan, Mehmet Baha. **Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi**. 1. Baskı. Ankara: Gazi, 2004.

Linsmeier, Thomas J. ve Neil D. Pearson. “Risk Measurement: An Introduction To Value At Risk”. <http://www.exinfm.com/training/pdffiles/valueatrisk.pdf> , (15/01/2010).

Manganelli, Simon and Robert F. Engle. “Value at Risk Model in Finance”. European Central Bank, Working Paper Series No:75, 2001
http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=356220## , (05/01/2010).

Markowitz, Harry. “Portföy Seçimi”. **Journal of Finance**, Vol. 7, 1952, <http://www.jstor.org/pss/2975974> , (10/02/2010).

Mazıbaşı, Murat. “İMKB Piyasalarında Volatilitenin Modellenmesi ve Öngörülmesi: Asimetrik GARCH Modelleri ile Bir Uygulama”. BDDK. <http://www.ekonometridernei.org/bildiriler/o16cs.pdf>, (01/12/2009).

Mina, Jorge and Jerry Yi Xiao. **Return to Riskmetrics : The Evolution of a Standard**. New York : Riskmetrics Group, 2001.

Murphy, David. **Understanding Risk: The Theory and Practice Financial Risk Management. First Edition**. Boca Raton: Chapman & Hall/ CRC, 2008.

Rasmussen, Mikkel. **Quantitative Portfolio Optimisation, Asset Allocation and Risk Management**. First Edition. New York : Palgrave Mcmillan, 2003.

Riskmetrics Group. “**Risk Management : A Practical Guide**”. 1st ed., New York, 1999.

Schroek, Gerhard. **Risk Management and Value Creation**. First Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2002.

Sevil, Güven. **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitésinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları**. Yayın No: 1323. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, 2001.

Sermaye Piyasası Kurulu. Menkul Kıymet Yatırım Fonlarının Risk Yönetim Sistemlerine İlişkin İlkeler Duyurusu. 2007, <http://www.spk.gov.tr/indexpage.aspx?pageid=180> , (12 Kasım 2009).

Simons, Katerina, “Value at Risk: New Approaches to Risk Management”, New England Economic Review, 1996, <http://www.dartmouth.edu/~ksimons/Value%20at%20Risk%20-%20New%20Approach.pdf> , (25/12/2009).

Tapiero Charles. **Risk and Financial Management: Mathematical and Computational Methods**. Second Edition. West Sussex : John Wiley & Sons Ltd., 2004.