

**T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
FİNANSMAN PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**RİSKE MARUZ DEĞER YAKLAŞIMIYLA
PORTFÖY RİSKİNİN BELİRLENMESİ:
VADELİ İŞLEMLER PİYASASI ÜZERİNE BİR
UYGULAMA**

Sami ERTUGRUL

**Danışman
Doç. Dr. Erhan DEMİRELİ**

İZMİR - 2013



NON-THESIS MASTER'S TERM PROJECT APPROVAL FORM

As the supervisor of the term project entitled "**Foreign Trade Financing and the Situation Analysis for Turkey: An Application in İzmir**" which is prepared by Turan Rıdvan YAŞDAL who is a student at Department of Business Administration (English) Accounting and Finance Non-Thesis Master's Program has been read by me and approved as a successful Non-Thesis Master's Project in terms of scope and quality.

This approved Non-thesis Master's
Term Project is;

- ☐ A comprehensive compilation
☐ A critical report
☒ A practical project
☐ An experimental study

Assoc. Prof. Dr. Banu Esra ASLANERTİK
Supervisor

Prof. Dr. Utku UTKULU
Director

İZMİR-2013

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **“Riske Maruz Değer Yaklaşımıyla Portföy Riskinin Belirlenmesi: Vadeli İşlemler Piyasası Üzerine Bir Uygulama”** adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

....../....../.....

Sami ERTUGRUL

İmza

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Riske Maruz Değer Yaklaşımıyla Portföy Riskinin Belirlenmesi:

Vadeli İşlemler Piyasası Üzerine Bir Uygulama

Sami ERTUGRUL

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Finansman Programı

1990'lı yıllardan günümüze kadar uzanan küreselleşme süreci ile finans sisteminin riskleri çeşitlilik kazanmış, boyutları artmış ve bu durumun neticesinde faal olan tüm firmalar etkilenmiştir. Yaşanan başarısızlıklar sebebiyle korunma amaçlı yapılandırılmış finansal ürünlerin yanında riskin ölçüm yöntemleri de ilgi görmüştür. Son küresel krizle birlikte risk analizine ve yönetimine duyulan gereksinim daha iyi anlaşılmıştır.

Risk yönetiminde devrim niteliğinde olan Riske Maruz Değer (RMD) yöntemi, bugün en önemli finansal risk ölçüm yöntemlerinin başındadır. RMD; belirli bir zaman boyutunda, belirli güven düzeyinde beklenen maksimum kayıp olarak tanımlanmaktadır. Yöntem; toplam riski sadece bir değer ile özetlemektedir. RMD yöntemlerinin literatürde yer alan parametrik ve simülasyon yöntemleri başlıklarının dışında volatilitenin öngörümlemesi ile ilgilenen varyans tahmin modelleri de artık gündemde yer almaktadır. RMD'de varyans modellerinin kullanılması gerçek risk boyutunu belirlemede en etkili yöntem olduğu vurgulanmaktadır. Ancak etkin risk yönetimi için ölçümün yanında riskten korunmak için finansal araçlar da kullanılmak zorundadır. Şu anda Türkiye'de risk yönetiminde önemli yeri olan türev araçlardan biri olan vadeli işlem sözleşmeleri üzerine Riske Maruz Değer yöntemi, çalışmada asıl konuyu teşkil etmektedir.

Bu kapsamda tek yetkilendirilmiş borsa olan VOBAS'da etkin olarak işlem gören sözleşmelerin üzerinden portföy oluşturmuş ve çeşitli metotlarla

hesaplanan RMD sonuçları incelenmiştir. RMD yöntemlerinin sonuçlarının başarısı geriye dönük testler ile karşılaştırılmış ve bu durumun sonucunda Türkiye piyasasında en geçerli RMD metotunun GARCH(1,1) metodu olduğu tespit edilmiş ve kullanılması önerilmiştir. Konuya özen gösterilmesi sebebiyle, finansal riskler, sözleşmelerin taşıdığı risk çeşitleri, risk yönetim metotları hem teorik hem de uygulamalı olarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Finansal Risk Yönetimi, Riske Maruz Değer, Volatilite, Geriye Dönük Test

ABSTRACT
Master's Thesis
Measuring Portfolio Risk by Value at Risk Approach:
An Application into Futures Markets
Sami ERTUGRUL

Dokuz Eylül University
Graduate School of Social Sciences
Department of Business Administration
Finance Program

Risk of financial systems have gained variety, have expanded their dimensions and therefore; the whole active firms are influenced by the globalisation process, which started about 1990s and continues up to the present days. Due to the unsuccessful experiences, not only the financial products configured to hedging but also the methods of risk measurement have gained a reputation. Thanks to the global financial crisis, the need for risk assessment and its management is understood better.

Today, the revolutionary method of Value at Risk (VaR) is the heading approach in the world of risk assessment. VaR is the expected maximum loss in a certain time interval and in a specific confidence level. Moreover, the method summarizes the total risk only as a value. In the literature, parametric and simulation methods have been applicated. Due to its current agendas, in addition to these methods, the estimation models of variance are also implemented. In VaR, using the estimation models of variance is emphasized as the most influential method at determining the size of the real risk. Nevertheless, both assessment of risk and financial intruments have to be utilized as an reinforcement so as to hedge for an effective risk management. Currently, the methods of VaR, which is one the prominent derivatives, on forward contracts is the main issue of the study.

In this context, portfolios are created by active contracts of Turkish Derivatives Exchange (TURKDEX), the only authorized stock market, and the

results of VaR calculated by using diverse methods have been examined. The success of the results of VaR methods was compared with backtesting and as a result of this, the most valid method in Turkish Market is identified as GARCH(1,1) method and is recommended. Because of its reputation, financial risks, the various risks of contracts and risk management methods have been carefully vetted not only the theoretically but also practically.

Keywords: Financial Risk Management, Value at Risk, Market Volatility, Backtesting.

**RİSKE MARUZ DEĞER YAKLAŞIMIYLA PORTFÖY RİSKİNİN
BELİRLENMESİ:
VADELİ İŞLEMLER PİYASASI ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xiv
TABLolar LİSTESİ	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ	xvi
EKLER LİSTESİ	xvii
GİRİŞ	1

**BİRİNCİ BÖLÜM
RİSK VE RİSK YÖNTEMİ**

1.1. RİSK VE RİSK KAVRAMI	3
1.1.1 Riskin Önemi ve Risk Yönetiminin Amacı	5
1.1.2. Modern Risk Yönetiminin Tarihçesi	6
1.1.3. Risk Türleri	9
1.1.3.1. Sistematik Risk	10
1.1.3.1.1. Enflasyon Riski	11
1.1.3.1.2. Piyasa Riski	11
1.1.3.1.2.1. Faiz Oranı Riski	12
1.1.3.1.2.2. Kur Riski	13
1.1.3.1.2.3. Fiyat Riski	13
1.1.3.1.3. Politik Risk	13
1.1.3.2. Sistematik Olmayan Risk	14

1.1.3.2.1. Finansal Risk	14
1.1.3.2.2. İş veya Endüstri Riski	15
1.1.3.2.3. Yönetim Riski	16
1.1.3.2.4. Faaliyet Riski	16
1.1.3.3. Operasyonel Risk	16
1.1.3.4. Vadeli Piyasalara İlişkin Riskler	17
1.1.3.4.1. Baz Riski	17
1.1.3.4.2. Likidite Riski	18
1.1.3.4.3. Taraf Bulamama Risk	18
1.1.3.4.4. Pozisyon Riski	18
1.1.3.4.5. Takas Riski	18
1.1.3.4.6. Yasal Risk	19
1.1.4. Risk Yönetimi Süreci	20
1.1.4.1. Risklerin Tanımlanması	20
1.1.4.2. Risklerin Ölçümü	21
1.1.4.3. Risk Politikaları ve Uygulama Usullerinin Oluşturulması	21
1.1.4.4. Risklerin Analizi, İzlenmesi ve Raporlanması	22
1.1.4.5. Risklerin Araştırılması, Doğrulaması ve Denetimi	23
1.2. RİSK YÖNETİMİNDE YÖNTEMLER	23
1.2.1. Aktif / Pasif Yönetimi	24
1.2.1.1. Boşluk (GAP) Analizi	24
1.2.1.2. Süre (Durasyon) Analizi	25
1.2.2. Portföy Teorileri	27
1.2.3. Türev Ürünlerle Risk Yönetimi	31
1.2.3.1. Korunma Oranı	37
1.2.3.2. Fiyatlama Modelleri	40
1.2.4. Risk Ayarlı Sermaye Getirisi (RAROC)	41
1.2.5. Senaryo Analizi	43
1.2.6. Riske Maruz Değer Yaklaşımı	43
1.2.7. Risk Yönetiminde Eğilim	43

İKİNCİ BÖLÜM
FİNANSAL ZAMAN SERİLERİNİN TEMEL ÖZELLİKLERİ
VE RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİ

2.1. RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİ	45
2.2. RİSK ÖLÇÜMÜ İLE İLGİLİ İSTATİSTİKSEL VE EKONOMETRİK KAVRAMLAR	45
2.2.1. Tanımlayıcı İstatistikler	45
2.2.1.1. Zaman Serisi	45
2.2.1.2. Elde Tutma Süresi	46
2.2.1.3. Örneklem Periyodu	47
2.2.1.4. Güven Aralığı	48
2.2.1.5. Baz Alınan Para Birimi	49
2.2.2. Olasılık Dağılımları	49
2.2.2.1. Normal Dağılım	50
2.2.2.2. Student- t Dağılımı	53
2.2.2.3. Çarpık (Skewed) Student- t Dağılımı	53
2.2.2.4. Genelleştirilmiş Hata Dağılımı	54
2.2.3. Zaman Serilerinde Durağanlık	54
2.2.4. Volatilite Tahmin Modelleri	57
2.2.4.1. Tarihi Volatilite Tahmin Modeli	58
2.2.4.2. Öngörülen (Zımnı) Volatilite Tahmin Modeli	59
2.2.4.3. Otoregresif (AR), Hareketli Ortalama (MA), Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA) ve Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama (ARIMA) Yapıları	60
2.2.4.4. Koşullu Değişen Varyansa Dayalı Volatilite modelleri	62
2.2.4.4.1. Üssel Olarak Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama (EWMA) Modeli	63
2.2.4.4.2. Otoregressif Koşullu Değişen Varyans Tahmin Modelleri.....	64
2.2.4.4.2.1. ARCH Modeli	66
2.2.4.4.2.2. GARCH Modeli	68
2.2.4.4.2.3. Diğer Türev Modeller	70
2.2.4.4.2.3.1. EGARCH Modeli	71

2.2.4.4.2.3.2. GJR-GARCH	71
2.2.4.4.2.3.3. GARCH-M	72
2.2.4.5. Stokastik Volatilite Tahmin Modeli	73
2.2.4.6. Volatilite Tahmin Modellerinin Birlikte Değerlendirilmesi	74
2.3. RİSK YÖNETİMİNDE RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİ	75
2.3.1. Riske Maruz Değerin Kullanım Alanları ve Kısıtları	77
2.3.2. Riske Maruz Değerin Tarihsel Gelişimi	79
2.3.3. Riske Maruz Değer Yöntemleri	80
2.3.3.1. Parametrik Yöntemler	81
2.3.3.1.1. Varyans Kovaryans Yöntemi (Delta-Normal)	81
2.3.3.1.2. Delta-Gamma Yöntemi	85
2.3.3.2. Simülasyona Dayalı Yöntemler	86
2.3.3.2.1. Tarihsel Simülasyon Yöntemi	86
2.3.3.2.2. Monte Carlo Simülasyon Yöntemi	90
2.3.3.3. Volatilite Tahmin Modelleri İle Yöntemler	93
2.3.3.4. RMD Hesaplama Yöntemlerinin Birlikte Değerlendirilmesi	93
2.3.4. Stres Testleri	95
2.4. RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMLERİNİN PERFORMANSININ ÖLÇÜLMESİ	98
2.4.1. Geriye Dönük Testler (Backtesting)	98
2.4.2. Sonuçlar	100

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİNİN VADELİ İŞLEM SÖZLEŞMELERİ ÜZERİNE UYGULAMASI

3.1. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ VE AMACI	101
3.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI	101
3.3. ARAŞTIRMANIN KISITLARI	102
3.4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMLERİ	103
3.4.1. Varyans-Kovaryans Yöntemi ile RMD Hesaplanması	103
3.4.2. Tarihsel Simülasyon Yöntemi ile RMD Hesaplanması	104
3.4.3. Monte Carlo Simülasyon Yöntemi ile RMD Hesaplanması	106

3.4.4. Koşullu Değişen Varyansı Dikkate Alan Modeller ile RMD Hesaplanması	109
3.5. GERİYE DÖNÜK TEST	114
SONUÇ	119
KAYNAKÇA	123
EKLER	

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ADF	Augmented Dickey Fuller (Genişletilmiş Dickey Fuller Testi)
AR	Otoregressif
ARCH	Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
ARIMA	Autoregressive Integrated Moving Average (Otoregressif Bütünleşik Hareketli Ortalama)
ARMA	Autoregressive Moving Average (Otoregressif Hareketli Ortalama)
BDDK	Bankacılık Denetleme ve Düzenleme Kurumu
BIS	Bank for International Settlements
bkz.	Bakınız
EGARCH	Üstel (Exponential) GARCH
EWMA	Exponentially Weighted Moving Average
GARCH	Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
İMKB	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
İMKB-30	İMKB’de en yüksek işlem hacmiyle işlem gören ilk 30 hisse senedinin bağlı bulunduğu endeks
MA	Moving Average (Hareketli Ortalama)
MCS	Monte Carlo Simülasyonu
RMD	Riske Maruz Değer
s.	Sayfa Numarası
TCMB	Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TL	Türk Lirası
USD	Amerikan Doları
VaR	Value at Risk (Riske Maruz Değer)
Vb	Ve benzeri
VOB	Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası
VOBAŞ	Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası Anonim Şirketi

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Türev Ürünlerin Temel Özellikleri	s. 34
Tablo 2: Geriye Dönük Test Kriterleri	s. 99
Tablo 3: Portföy İçeriği	s. 102
Tablo 4: Getiri Serilerine İlişkin İstatistiksel Özellikler	s. 102
Tablo 5: Varyans-Kovaryans Yöntemi Değerleri	s. 104
Tablo 6: Tarihsel Simülasyon Yöntemi Değerleri	s. 105
Tablo 7: Monte Carlo Simülasyonu Yöntemi Değerleri	s. 106
Tablo 8: Monte Carlo Simülasyonu Sonuçları	s. 107
Tablo 9: ADF Testi İstatistikleri	s. 111
Tablo 10: ARCH-LM Test İstatistikleri	s. 112
Tablo 11: ARCH Modellerine Ait Bilgi Kriterleri	s. 113

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Olasılık Dağılımlarına Göre Yatırım Riskinin Değerlendirilmesi	s. 5
Şekil 2: Fiyat- Verim Eğrisinin Konveks Şekli	s. 26
Şekil 3: Türev Ürünlerin Sınıflandırılması	s. 32
Şekil 4: Dağılım Yapıları	s. 51
Şekil 5: Standart Sapma Gösterimli Olasılık (Normal) Dağılımı	s. 51
Şekil 6: Lognormal Dağılım	s. 52
Şekil 7: % a Güven Düzeyinde, Portföyün Kaybedebileceği Maksimum Değer	s. 76
Şekil 8: Portföy Dağılımının Histogram ve İstatistik Değerleri	s. 110
Şekil 9: Varyans-Kovaryans Yöntemi ile %99 Güven Aralığında Geriye Dönük Test Grafiği	s. 115
Şekil 10: Tarihsel Simülasyon Yöntemi ile %99 Güven Aralığında Geriye Dönük Test Grafiği	s. 116
Şekil 11: Monte Carlo Simülasyonu Yöntemi ile %99 Güven Aralığında Geriye Dönük Test Grafiği	s. 116
Şekil 12: GARCH(1,1) Volatilite Modeli ile %99 Güven Aralığında Geriye Dönük Test Grafiği	s. 117

EKLER LİSTESİ

EK 1: VOB Vadeli İşlem Sözleşmeleri Fiyatları	ek s. 1
EK 2 : Portföye Konu Olan Sözleşmelerin Özellikleri	ek s. 5
EK 2.1.: "VOB-İMKB30" Vadeli İşlem Sözleşmesi	ek s. 5
EK 2.2.: "VOB-TLDOLAR" Vadeli İşlem Sözleşmesi	ek s. 6
EK 2.3.: "VOB-Dolar/Ons Altın" Vadeli İşlem Sözleşmesi	ek s. 7
EK 2.4.: VOBAŞ Vadeli İşlem Sözleşmelerinin Getiri Serilerinin Histogram ve İstatistik Değerleri	ek s. 8
EK 3: Koşullu Değişen Varyans Tahmin Modelleri Parametreleri	ek.s. 9
EK 4: GARCH(1,1) Varyans Serisi	ek s. 11
EK 5: Geriye Dönük Test Sonuçları	ek s. 13
EK 5.1.: Varyans-Kovaryans Yönteminin Geriye Dönük Test Sonuçları	ek s. 13
EK 5.2.: Tarihsel Simülasyon Yönteminin Geriye Dönük Test Sonuçları	ek s. 16
EK 5.3.: Monte Carlo Simülasyon Yönteminin Geriye Dönük Test Sonuçları	ek s. 19
EK 5.4.: GARCH(1,1) Volatilite Modelinin Geriye Dönük Test Sonuçları	ek s. 22

GİRİŞ

Finansal kurumlar başta olmak üzere tüm işletmeler ve bireyler için eldeki varlıkların değerinde meydana gelebilecek kaybın ne olacağının doğru tahmin edilmesinin, büyük önemi vardır. Günümüzdeki karmaşık olan finansal sistemde, istikrarın sürdürülmesi için etkin bir risk yönetimi uygulaması gerekmekte, aksi halde başarısızlıklar ortaya çıkmaktadır. Son olarak 2008’de yaşanan ve şu anda da etkileri görülen küresel finans krizi, gerek finansal kurumlara gerekse reel sektörde faaliyet gösteren firmalara risk yönetiminin ne kadar önemli bir unsur olduğunu bir kez daha göstermiş bulunmaktadır. Ayrıca finansal krizlerin sıklığının artması da işletmecileri bu konuda önlem almaya ve yeni yöntem geliştirme arayışına teşvik etmiştir. Bu nedenle işletmeler risklerini tanımlamak, ölçmek, kontrol etmek ve güncellemek konusunda çalışmalarını yoğunlaştırmış ve daima etkin bir risk yönetim sistemi arayışı içinde olmuşlardır.

Akademik olarak, Riske Maruz Değer kavramının, 1990’lı yılların başında finansal skandallar sonrasında ortaya çıktığını ve her krizle geliştiğini söylemek yanlış olmayacaktır. Bugün ise Riske Maruz Değer yöntemi, riskin hesaplanmasında yaygın olarak kullanılan bir yöntem olarak ortaya çıkmayı başarmıştır. Yöntemin birçok incelemesi yapılmıştır, ancak literatürde yapılan çalışmalarda; çalışmaların türev araçlar üzerine yapılmadığı, sadece temel yöntemlerin kullanıldığı ve geriye dönük test uygulamalarının yapılmadığı görülmüştür. Bunun için bu yapılan çalışmanın daha önce yapılan çalışmalardan farklılığı ortaya konularak, 4 Şubat 2005’den beri faaliyet gösteren ilk özel borsa olan Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası’nda riskten korunma amaçlı olarak kullanılan vadeli işlem sözleşmelerinin Riske Maruz Değer analizinin geçerliliğinin test edilmesi kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. RMD hesaplamalarında Varyans-Kovaryans yöntemi, Tarihsel Simülasyon, Monte Carlo Simülasyonu ve Koşullu Değişen Varyansa Dayalı Volatilite Modelleri kullanılmıştır.

Riske Maruz Değer yöntemi kısaca, belirli olasılıklar altında, belli bir dönem içinde belli bir yatırım portföyünün değerinde ortaya çıkabilecek, parasal değer bazında maksimum zararları ölçen bir sistemdir. Bu yöntemin yaygın olarak

kullanılmasının en önemli sebebi her türlü finansal araç için kolay ve hızlı bir şekilde tek bir tutar ile özetleyebilmesidir. Bu tutar alınacak kararlarda yardımcı olmaktadır.

Çalışma, belirtilen amaca uygun olarak üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde; risk kavramına, risk yönetiminin amacına, tarihsel gelişimine, karşılaşılan risk türlerine ve risk yönetim sürecine yer verilmiştir. Finansal risk yönetiminde Riske Maruz Değer yönteminin yerini görebilmek için yer tutmuş önemli yöntemlerin teorik açıklamalarına da yer verilmiştir.

İkinci bölümde; RMD yönteminin etraflıca anlaşılabilmesi için kullanımına ilişkin ilgili istatistiksel ve ekonometrik kavramlara, Riske Maruz Değerin kullanım alanlarına, kısıtlarına, tarihçesine ve çeşitli şekilde olan hesaplama yöntemlerine değinilmiştir. Bununla birlikte Riske Maruz Değer'in tamamlayıcı süreçleri ve çalışmanın konusuna ilişkin detaylı bir literatür taraması da incelenmiştir.

Son bölümde ise çalışmanın amacına dair uygulamaya yer verilmiştir. Bu süreçte önce; VOB genelgesine dayandırılmış, yakın tarihte piyasaya uygun şekilde ağırlıklandırılmış İMKB endeksi, dolar ve altın vadeli sözleşmelerinden oluşturulmuş varsayımsal portföyün volatilitesi analiz edilmiş, daha sonra portföyün finansal risk pozisyonunu belirlemek için çeşitli RMD hesaplama yöntemleri ile RMD'leri hesaplanmış ve son olarak da geriye dönük test (Backtesting) uygulanmıştır. Böylece karşılaştırılmalı olarak kullanılan yöntemlerin doğruluğu test edilerek amaca ulaşmaya çalışılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

RİSK VE RİSK YÖNTEMİ

1.1. RİSK VE RİSK KAVRAMI

Risk ölçüm tekniği olan Riske Maruz Değer (RMD) yöntemi ile ilgili açıklamalara geçmeden önce risk kavramının ve RMD yönteminin risk yönetimindeki yerinin anlaşılması gerekmektedir. Dolayısıyla bu bölümde önce risk kavramı ve türlerinin yanı sıra risk yönetimi üzerinde durulmuştur.

Riskin kelime anlamı Türk Dil Kurumu'na göre; bir kayba, zarara veya bir tehlikeye yol açabilecek bir olayın ortaya çıkma olasılığıdır. Finansal anlamı ise, beklenen değer ile gerçekleşen değer arasındaki olumlu veya olumsuz farktır. Burada dikkat edilmesi gereken husus, bu sapmanın her zaman olumsuz olması gerekmediği, olumlu yönde sapmaların da risk kavramını temsil ettiği.

Gelecekteki olaylar ile ilgili bir belirsizliğin var olduğu görülmektedir. Bu nedenle finans literatüründe risk ile birlikte kullanılan bir diğer kavram da belirsizliktir. Riskin nispeten ölçülebilir ve yönetilebilir olmasından dolayı finansal piyasalarda endişelenen risk değil, belirsizlik olmaktadır. Belirsizlik, beklenen sonuçlara ilişkin olasılık değerlerinin tahmin edilememesi durumudur. Elde edilmesi beklenen kazançlar çoğu zaman belirsizlik altındadır ve çoğu finansal kararlar belirsizlik koşulları altında alınmaktadır. Ayrıca belirsizlik riskin kaynağıdır. Risk alındığında belirsizlik de artmakta, diğer yandan belirsizlik arttıkça risk de artmaktadır. İstatistiki anlamda elde edilecek olası sonuçların dağılımı ne kadar geniş ise belirsizlik de o derece fazla olmaktadır.

Risk ve belirsizlik kavramları gelecekteki sonuçların kesin bir şekilde bilinemeyeceği durumlarını anlatır. Objektif ve subjektif olasılık açısından farklılık göstermektedir. Geleceğin belirsizliğine karşın olasılık tahmini subjektif olarak yapılıyorsa belirsizlikten, objektif olarak yapılıyorsa riskten söz ediliyor demektir.

Örneğin, bir bölgede petrol arayan bir şirketin petrol bulma şansı, belirsizlik kavramıyla ifade edilmektedir. Buna karşın, aynı bölgede birçok araştırma yapmış ve elinde bölgeyle ilgili geçmiş veriler olan bir şirketin petrol bulma olasılığı ise, risk kavramıyla ifade edilmektedir (Ceylan ve Korkmaz, 1998: 32).

Öte yandan, subjektif olasılıkların yardımı ile belirsizlik riske dönüşebilmektedir. Subjektif olasılıklar bu dönüşümü tam olarak sağlamasa bile, objektife karşı tercih edilmelerinde oldukça geçerli sebepler vardır. Bu sebepler karar vericinin tecrübesi, eğitimi, değer yargıları, kişiliği ve alışkanlıklarıdır (Ege, 2006: 8). Dolayısıyla bu tahminlere dayanarak subjektif de olsa bir olasılık dağılımı oluşturabilmektedir.

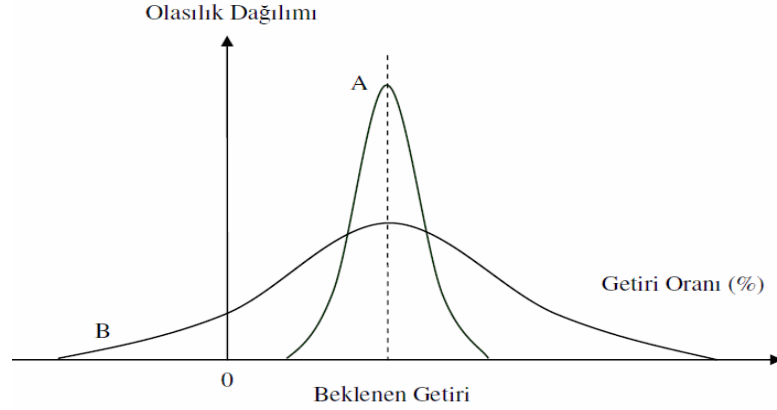
Olasılık kavramı da risk kavramıyla ilişkili bir kavramdır. Olasılık, kısaca bir olayın meydana gelme, ortaya çıkma ihtimalini ifade etmektedir ve “0” ile “1” arasında değişmektedir. Olasılık “0” ise o olay gerçekleşmeyecektir. Öte yandan olasılık “1”e ne kadar yaklaşırsa olayın gerçekleşme ihtimali de o kadar yüksek olacak, nihayet “1” olursa olay gerçekleşecektir. Olasılık dağılımı ise, bir olay için söz konusu her sonucun gerçekleşme olasılığının ayrı ayrı belirlenmesidir. Bu olasılık dağılımında olasılıklar toplamı “1”e eşit olacaktır. Beklenen getiri ise, olası gerçekleşmelerin ağırlıklı ortalaması olmaktadır (Ege, 2006: 6).

Yatırımcı, yatırımından fayda sağlamayı beklerken aynı zamanda risk almayı da göze almış olmaktadır. Finansal yatırımların değerlendirilmesinde kazanç beklenen değerle, risk ise varyans ile (veya standart sapmayla) ölçülmektedir. Varyans, beklenen getiri değerlerinden sapmaların karelerini gösterirken; standart sapma getirilerin sapmalarını göstermektedir. Bu nedenle risk, getirinin standart sapması ile ölçülmektedir. Varyans veya standart sapma volatilité olarak da anılır. Yapılacak çıkarsamalarda büyük kolaylık sağlar.

Hisse senedinin riski, başka bir ifade ile olası getirilerin değişkenliği ne kadar yüksek ise, hisse senedinin beklenen getirisi de o kadar yüksek olmalıdır. Örneğin, bir menkul kıymetin gerçekleşen getirisi, beklenen getiriden ne kadar büyük farklılık gösteriyorsa, söz konusu menkul kıymetin riskinin o kadar fazla olduğu söylenebilir.

Eğer yapılan yatırım hiçbir risk taşımıyorsa, yani tam belirlilik durumundaysa, o zaman yatırımın dönem sonunda sağlayacağı getiri önceden kesin olarak bellidir. Başka bir deyişle, risksiz yatırımın muhtemel tek bir getirisi olup, bu getirinin gerçekleşme olasılığı %100’dir (Naghiyev, 2008: 30).

Şekil 1: Olasılık Dağılımlarına Göre Yatırım Riskinin Değerlendirilmesi



Kaynak: Eugene ve Phillip, 2004: 33

Aslında yatırımcılar, bilgili bir şekilde menkul kıymetin türüne göre kazanç beklemektedirler. Eğer hisse senedine yatırım düşünülüyorsa, yüksek kazanç yanında yüksek kayıp riski de üstlenilmiş olunur. Genellikle yatırımcılar getirisi ve fiyatı istikrarlı olan menkul kıymetlere yatırım yaparak risklerini minimize etmek istemektedirler (Amling, 1978: 622). Bununla birlikte, devlet tahvili riski en az menkul kıymet kabul edildiğinden, beklenen getiri risksiz faiz oranı olarak kabul edilmektedir.

Risk tanımını ekonomik fayda ile ilişkilendirerek yapmak, belirli bir risk seviyesinde en yüksek kar elde etme amaçlarıyla uyumlu bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımın temeli, Harry Markowitz'in Portföy Teorisi'ne dayanmaktadır. Markowitz, çalışmasında rasyonel bir yatırımcının belirli bir risk seviyesinde en yüksek getiriye sahip olan yatırımı tercih edeceğini belirtmiştir. Daha doğrusu, $\text{Getiri} / \text{Risk} = \text{Değer}$ olarak ifade edilmekte ve yatırımcı en yüksek değer kazanımlı yatırıma karar vermektedir.

1.1.1 Riskin Önemi ve Risk Yönetiminin Amacı

Firmalar yatırım yapmaktan vazgeçerek riski yok edebilir. Böylece yatırım yapılmazsa kaybetme olasılığı sıfır olur, fakat firma bu hareketle kar etme ve gelişme olanağını da yok etmiş olur. İlerleme için girişim gereklidir, girişimci de riski göze alarak ve tanıyarak başarıya ulaşır.

Risk yönetiminin başlıca amacı, riski teşhis ederek tam olarak hangi risklere maruz kaldığını ve bu risklerin nereden ve ne zaman kaynaklandığını anlamak ve buna göre riski ölçülebilir hale getirerek, kontrol altına tutmaktır (Özmeriç, 2006: 3). Riski tanımak ve ölçmek mevcut durumu değiştirmeyebilir, fakat yatırım ile ilgili alınan kararları etkilemektedir.

Dinamik piyasa katılımcıları her geçen gün daha büyük risklerle karşı karşıya kalmaktadırlar. Finansal riskler, her an izlenmesi, kontrol edilmesi ve etkilerinin ölçülmesini gerektiren türde risklerdir (Çağdaş ve Gürsoy, 2003: 55). Kurumlar açısından finansal istikrarı sürdürebilmek için, etkin risk yönetiminin önemi daha da belirginleşmektedir.

Kurumlar, faaliyetlerinin kesintisiz devam etmesi, sürprizlerin en aza indirgenmesi, kayıpların maliyetlerinin azaltılması, etkin kaynak dağıtımı için risk yönetimine gereksinim duymaktadırlar (TÜSİAD, 2008: 12).

1.1.2. Modern Risk Yönetiminin Tarihçesi

Modern risk teorisinin başlangıcı için 1909 yılında İsveçli Lundberg'in Uluslararası Sigorta Matematikçileri Kongresi'nde risk sürecinin ilk modelini sunuşuna kadar gidilebilir. 20 yıl kadar sonra da Harold Crame bu modeli modern olasılık teorisine dayandırarak geliştirmiştir (Bulut, 2009: 63).

Risk yönetiminin uygulanabilir olarak ortaya çıkışı 1955–1964 yılları arasında olmuştur. Bu dönemden önce risk yönetimi sigorta satın alma kavramı altında yer almıştır. İşletmelerdeki risk yöneticileri sigorta satın alma ve sigorta takibi işleriyle uğraşmaktaymışlar. İşletmelerin büyümesi ve işlerin karmaşıklaşması ile sigorta satın alma işlemi daha karmaşık hale gelmiş ve sigortacılığın yeterli olmadığı anlaşılmıştır (Bulut, 2009: 63). İlk olarak, Harvard Business Review'da Russell Gallagher tarafından yayınlanan "Risk Yönetimi: Maliyet Kontrollerinin Yeni Bir Aşaması" isimli çalışmada, kurumun yürüttüğü faaliyetlere ilişkin riski yönetmede sorumlu bir kişinin olması gerektiği, risk yöneticisi kavramıyla ifade edilmiştir (Adakale, 2009: 38).

1970'li yıllarda ortaya çıkan gelişmeler risk yönetimini vazgeçilmez hale getirmiştir. O dönemlerde ülkeler, ticaret hacmini arttırmayı amaçladıkları için

sürekli gümrük indirimlerine gitmiş ve para birimlerini devaüle etmişler. Bu durum 1970’lerde iki kere yaşanan petrol krizine kadar sürdürülmüştür. Bunun üzerine petrol krizleriyle beraber dünyada durgunluk ve hiper enflasyon süreci yaşanmaya başlanmıştı. Avrupa ülkelerinin sabit kur sistemini terk etmeleri ile birlikte döviz kurları ve faiz oranlarındaki dalgalanmaların feci sonuçları meydana gelmiştir ve bu sonuçlarla artık Bretton Woods döneminin artık sona erildiği kabul edilir. Bretton Woods sisteminin çökmesi sonucu ile kur, faiz ve fiyatlarda yaşanan dalgalanmalardan korunmak amacıyla yeni finansal ürünler ortaya çıkmaya başlanmıştır.

O dönemde bankalar istenildiğinde yeni fon sağlama kabiliyetlerine göre değerlendirilmeye başlanmıştı. Ancak likiditenin tamamının değişmesi, faiz oranlarının yüksek olduğu ve sık değiştiği bir döneme rastlaması, bankaların faiz riskini arttırmıştır. Banka aktiflerinin getirisi sabit kalırken, faiz oranlarının artması sonucu fon maliyetlerinin yükselmesiyle de bankalar zarara uğramaya başlamışlardır. Bankaların bu durumu önlemek için aldıkları ilk önlem verilen kredilere değişken faiz oranları uygulamak yönünde olmuştur. Bu da risk yönetimi kavramının gelişmesi yönünde çok önemli bir adım olmuştur. Diğer taraftan, faiz oranı riskinin kredi müşterilerine aktarılması, kredi riskini gündeme getirmiştir. 1970’li yıllarda başlayan döviz kurları dalgalanmaları etkisiyle likidite ve faiz oranı riskinin yanı sıra bankaların uğraşması gereken yeni bir risk olarak kur riski ortaya çıkmıştır. Riskler çoğaldıkça risk yönetimini bir bütün olarak ele alma gereği ortaya çıkmıştır (Kılınç, 1991: 51).

1980 yılından itibaren dünya ekonomisinde küreselleşme süreci ciddileşmiştir. Dünyadaki bütün piyasalar, sermayenin serbest dolaşımındaki engelleri aşamalı olarak ortadan kaldırarak, daha esnek ve geçişli bir piyasa şekline dönüşmüşler. Küreselleşmenin sonucunda, yatırımcılar dünyanın herhangi bir yerinde çıkan sorunlardan etkilenmiş ve finans sektöründe rekabetin etkisi daha da artmıştı. Bankacılık sektöründe artan rekabetin neticesinde finansal ürünlerde artış gerçekleşmiş ve bu ürünler daha karmaşık bir hal almıştı. Bankalar, daha karmaşık finans kuruluşları haline gelmişti.

Karmaşık ve değişken işlemlerin ortaya çıkması, piyasalarda belirsizliği artırırken piyasa katılımcıları, eskisinden daha büyük mali risklerle karşı karşıya

kalmışlardır. Özellikle 1990'lı yıllarda bu şekilde ortaya çıkan sorunlar nedeniyle birçok mali skandal yaşanmıştır.

Bankaların kendi risk algılamaları ve yönetme isteklerine ek olarak, asgari düzeyde uymak durumunda oldukları ve risk yönetimini daha güçlendirecek nitelikteki ihtiyati düzenlemeler getirilmiştir. Bunun için 1988'de yayımlanan Basel Uyum (Basel Accord) bir başlangıç olmuştur. Bu gelişme karşısında, finansal risklerin etkin yönetimini sağlamak için güvenilir ölçü ve yöntemlerin uygulanması kesin bir zorunluluk haline dönüşmüştü. 1990'lı yıllarda portföy tekniklerinin ilerlemesiyle sayısal olarak RMD hesaplamaları yapılabilir halde idi.

1995 yılında Londra'daki en eski yatırım bankası Barings Brothers Bank'ın başarısızlığı sonrası çökmesi, yasal otoritelerin gözünde risk yönetiminin önemini artırdı. Bu çalışmalar sonucunda 1997 yılında Basel Komitesi, "Etkin Bankacılık Denetim ve Gözetiminin Temel Prensipleri"ni yayınladı. Buna ilave olarak 1997'nin Şubat ayında Uluslararası Finans Enstitüsü özel sektörün bakış açısından mali holdinglerin gözetim ve denetimi ile ilgili raporunu yayınladı (Kahraman, 2000: 46). Bu gelişmeler sonucunda ortaya çıkan ve yaygın iletişim ağı ile birbirine bağlı hale gelen yeni finans sistemindeki risklerin ne derece önemli olabileceği Güneydoğu Asya'da ve Rusya'da ortaya çıkan krizlerin gelişmekte olan ülkelere de sıçrayarak tüm dünyayı etkilemesi ile daha iyi anlaşılmaya başlanmıştır.

"Riske Maruz Değer-RMD, Value at Risk-VaR" modeli, yeni risk ölçüm metotları içinde en çok kabul görmüş yöntem olmuştur. RMD, finansal piyasalarda belli bir güven aralığında, belli bir dönem içinde meydana gelebilecek en yüksek zararı geleceğe dönük bir bakışla ifade eden bir yöntemdir.

Özellikle sermaye yeterliliğini belirlemek için, piyasa riskini ölçmede bu modelin kullanılması birçok ülke ve finansal kurumda bir zorunluluk haline gelmiştir (Taş ve Tiftikçi, 2005: 4). Risk yönetimi Türkiye'de 2000'li yıllarda kayda değer gelişme sağlayabilmiştir. BDDK'nın kurulması; sektörde etkin denetim ve gözetimini arttırması yanında risk yönetimi güdüsünün gelişmesini sağlamış ve son zamanlardaki Türk bankalarının sağlamlılığı bunların neticeleriyle pekiştirmiştir.

Zamanla, bankaların kredi faaliyetlerinin yanı sıra alım-satım işlemlerinin hacminin artması, piyasa risklerini gündeme getirmiş ve bu konuda düzenlemeler yapılmıştır. Ayrıca operasyonel risklerin belirlenmesi, daha duyarlı kredi ve piyasa

riski ölçümü, tutarlı sermaye yeterliliği hesaplamaları, etkin risk yönetimi ve piyasa disiplini sağlama amacıyla 2005’de yeni bir düzenleme hazırlanmış ve Basel II olarak Dünya’da 2007’de uygulamaya başlatılmıştır (Yücelsin, 2007: 6). Türkiye’de ise uygulanması geçiş sürecindedir.

Korunma (hedging) amaçlı yatırım araçlarının çeşitliliği, türev araçlarda olduğu gibi, diğer yatırım araçlarını da gelişmeye yöneltmiştir. Ancak finansal ürünler birbirinden bağımsız olmadığından, fiyatlarının birlikte hareketleri piyasaların risk algılamasını zorlaştırmıştır. Türev ürünler kaldıraç etkisine sahip olduklarından spekülatif amaçlı kullanıldığında ya da riskin iyi yönetilmediğinde büyük boyutlarda zararların realize olmalarına neden olmaktadır. Bunun en güncel ve büyük örneği 2008 küresel finans krizidir.

Son yıllarda finansal iktisat, finansal istatistik ve finansal ekonometri gibi alanların ortak çalışmalarının ortaya çıkması riskin öneminin bir göstergesidir. Günümüzde, finansal risk konusu nitelik ve nicelik açısından çok sayıda bilimsel modellerle ve ileri teknik bilgisayar programlarıyla analiz edildiğinden, daha çok finans mühendisliği alanının bir konusu haline gelmiştir.

Gelecekte ise, Basel II standartlarının 2008 yılında yaşanan finansal krizi meydana getiren bazı unsurlar açısından yetersiz kalmasının anlaşılması nedeniyle, Basel III olarak adlandırılan düzenleme getirilecektir. Basel III önerisinin amacı; Bankacılık sektörünün kaynağı ne olursa olsun finansal ve ekonomik daralmadan meydana gelebilecek şokları emebilme yeteneğine sahip olması, risk yönetimi ve denetimini geliştirmek, bankaların şeffaflığını güçlendirmektir. Basel III ile Basel II arasında bir kıyaslama yapılırsa, Basel III standardının sistematik riske (sosyal, politik ve ekonomik dalgalanma riski) karşı daha fazla tedbir önerdiği görülmektedir. Yeni düzenlemenin küresel ekonomiye olumsuz etkilerini sınırlandırmak amacıyla uzun bir geçiş süreci öngörülmüştür.

1.1.3. Risk Türleri

Maruz kalınan risk faktörlerinin çok sayıda olması, bu faktörlerin sınıflandırılmasını zorlaştırmakta ve üzerinde anlaşmaya varılmış genel bir risk

sınıflandırılması bulunmamaktadır (Bolak, 2004: 4). Buna rağmen bu çalışmada ilgili risk faktörleri kapsamlı bir şekilde sınıflandırılmaya çalışılmıştır.

Risklerin bir kısmını engellemek mümkündür ancak bir kısmını engellemek mümkün değildir. İşletmelerin ve yatırımcıların karşılaştığı riskler; sistematik ve sistematik olmayan riskler olarak iki ana gruba ayrılmaktadır.

Sistematik risk çeşitlendirme yolu ile giderilemeyen, azaltılamayan risk olmasına karşın, sistematik olmayan risk, çeşitlendirme ile azaltılabilen, giderilebilen risk türüdür. Açıkçası bir finansal varlığın riski, sistematik ve sistematik olmayan risklerin toplamına eşittir.

1.1.3.1. Sistematik Risk

Meydana gelen ekonomik, politik ve sosyal nedenlerle pazarda oluşan değişimlerin sonucunda finansal varlıklar üzerindeki etkiler getirileri aynı yönde etkilediği için, yatırımcı tarafından yapılan çeşitlendirme sonucu giderilemeyen risk türü olarak sistematik riskler ortaya çıkmaktadır.

Bir menkul kıymet söz konusuysa, portföyün çeşitlendirmeyele yok edilemeyen riski (toplam sistematik riski) beta katsayısı (β) ile ölçülebilir. Beta, bir menkul kıymetin piyasa portföyü karşısındaki duyarlılığını ortaya koyan nisbi bir risk göstergesidir (Dağlı, 2000: 375).

$$\beta = \frac{\text{İlgili Menkul Kıymetin Getisinin Piyasa İle Kovaryansı}}{\text{Piyasa Getisinin Varyansı}} \quad (1)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

Bir menkul kıymetin β 'sının 1 olması, piyasayla eşit oranda risk taşıdığını gösterir. 1'den yüksek olması, menkul kıymetin fiyatının piyasadan daha fazla yükseleceğini ya da düşeceğini, 1'den düşük olması, menkul kıymetin fiyatının piyasadan daha az yükseleceğini ya da düşeceğini gösterir (Bolak, 2004: 27). β katsayısının 0 olması, menkul kıymetin piyasa riskiyle bir bağının olmadığını ve menkul kıymet getirisinin risksiz faize eşit olacağını gösterebilmektedir (Bolak, 2004: 262). Negatif olmasında ise piyasa ile ters yönde ilişkisinin olduğunu gösterir.

Sistematik riskler; enflasyon riski, piyasa riski ve politik riskten oluşmaktadır.

1.1.3.1.1. Enflasyon Riski

Enflasyon riski; paranın satın alma gücünün azalmasına bağılı olarak menkul kıymetlerden elde edilen getirilerin azalması durumudur. Nominal getiri (menkul kıymetin üzerindeki getiri), paranın satın alma gücündeki düşmeleri hesaba katmadan elde edilen getiridir. Enflasyonun yüksek olduğu durumlarda yatırımlardan elde edilen getirilerde reel olarak kayıplar yaşanmaktadır. Çünkü bu getiriler para ile ölçülmektedir. Bu anlamda enflasyon riski, yatırım yapılan finansal varlıktan elde edilecek reel getiri üzerinde etkili olmaktadır.

Özellikle yatırımcısına sabit getiri sağlayan finansal varlık yatırımlarında getiri kaybı oldukça yüksek olmaktadır. Örneğin enflasyonun arttığı dönemlerde tahvillere yatırım yapan yatırımcının satın alma gücü düşmektedir.

1.1.3.1.2. Piyasa Riski

Finansal piyasalardaki dalgalanmalar sonucunda faiz, kur ve hisse senedi fiyat değışiklikleri oluşmaktadır. Piyasa riski, fiyat değışiklikleri yüzünden kayıpların olma olasılığı olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir bakış açısıyla ise; portföyün piyasa değerin belirsizliğe karşı korunmasız olmasıdır (Holton, 2003: 22).

Genel anlamda piyasa riski denildiğinde ise, mevcut bir varlık veya yükümlülüğün ileriki bir tarihteki piyasa değerin belirsizliği olarak tanımlanabilmektedir. Bu bakımdan piyasa riski finansal sektörde karşılaşılan en kapsamlı risktir (Aloğlu, 2005: 39).

Her türlü riskten en fazla etkilenen portföyden kaynaklanan piyasa riski sık sık ölçülmelidir. Çünkü vadeli işlem piyasalarının risk yönetimi açısından etkin olabileceği risk grubu piyasa riskidir.

Piyasa riski, yaygın olarak Riske Maruz Değer yöntemi ile ölçülmekle birlikte limitleme, GAP Analizi gibi birçok yöntem ile yönetilmektedir. Ancak vadeli işlem piyasası üzerine Riske Maruz Değer hesaplaması; bu çalışmanın ana konusunu oluşturduğu için diğer yaklaşımlara yoğunlaşmadan ilerleyen bölümlerde ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Piyasa riski faiz, kur ve fiyat riski olarak ayrıştırılmaktadır.

Risk algılaması sıralamasında en yüksek döviz kuru, en düşük faiz oranı riski gelmektedir.

1.1.3.1.2.1. Faiz Oranı Riski

Faiz oranı riski, faiz oranının yükselme veya düşme olasılığını ifade eden bir kavramdır. Bir finansal varlığın faiz fiyatındaki değişmelere bağlı verim değişikliği, faiz oranı riskini oluşturmaktadır.

Faiz oranlarındaki değişme varlıkları, borçları, bilanço dışı araçların esas değerlerini de etkiler. Çünkü faiz oranları değişince, gelecekteki nakit akışlarının bugünkü değeri de değişmektedir (BIS, 2001: 5).

Hisse senedi ve tahvil gibi finansal araçların bugünkü değeri, gelecekte sağlayacakları nakit girişlerinin belli bir iskonto oranıyla iskontolanması yoluyla belirlendiği ve iskonto oranı da faiz oranına göre belirlendiği için piyasa faiz oranlarındaki artış iskonto oranlarında artışa, o da finansal varlığın fiyatının dolayısıyla getirisinin düşmesine neden olacaktır (Sevinç, 2007: 8). Örneğin, fonların tamamını sabit faizli bir hazine bonosuna bağladığı düşünülürse, böyle bir durumda faiz oranlarının artması halinde, firmanın elindeki bonoların değeri düşecek ve firma ciddi zararlarla karşılaşabilecektir.

Faiz oranı riskini ölçmede kullanılan en yaygın metotlardan biri durasyon analizidir. Faiz oranı riskini ölçmek için aktiflerin durasyon katsayısı ve pasiflerin durasyon katsayısı karşılaştırılıp faiz oranı değişimlerinin net kara ve özkaynaklara olan etkileri ölçülmeye çalışılmaktadır. Faiz riski yönetimi için faize hassas aktiflerin durasyon katsayısını, faize hassas pasiflerin durasyon katsayısına eşitlemesi amaçlanmaktadır (Şişman, 2001: 24). Bir diğer metot; Gap (vadelerin uyumsuzluğu ve açık vade pozisyonu) analizidir. Ayrıca simülasyon ve parametrik yöntemler de kullanılmaktadır.

Bankalar diğer sektörlerden farklı olarak aktif ve pasif tarafıyla ürün yaratan sektör olduğu için en çok onları ilgilendirir. Faiz riski bankaların bilanço içi ve dışı ekonomik değerini etkilediği gibi gelirlerini de etkileyebilme gücündedir. Bankacılıkta bu risk iyi yönetildiği sürece karlılığın önemli bir unsurudur. Faiz oranını ihtiyatlı

sınırlar dâhilinde tutmaya çalışan etkili bir risk yönetimi bankaların güvenliği ve sağlamlığı açısından oldukça önemlidir.

1.1.3.1.2.2. Kur Riski

Döviz kuru riski, ülke parasının diğer yabancı paralar karşısında değer yitirmesi veya kurunun döviz pozisyonunda mevcut yabancı paraların birbirleri arasındaki değerlerinde (parite) meydana gelen değişimler sonucunda uğranılacak zarar olarak tanımlanabilmektedir (Mandacı, 2003: 71)

Bankaların yanı sıra, ihracatçı ve ithalatçı firmalar yaptıkları spot ve kontratlı satışlarda döviz kuru risklerini dikkate almak zorundadırlar. Örneğin, bir hammadde veya ara ürün ithal eden bir üretici Türk Lirası'nı peşin ödeyerek, nihai ürünleri için de döviz bazında vadeli bir ihracat anlaşması yaparsa, böyle bir durumda kurdaki aşağıya doğru bir gidiş firmayı zarara uğratmış olacaktır.

1.1.3.1.2.3. Fiyat Riski

Piyasa riskinden kaynaklanan fiyat değişimleri, yatırımcıların kontrolü dışındadırlar. Fiyatlardaki ani dalgalanmalar, firmaların hedeflerinden uzaklaşmalarına neden olmaktadır. Bu durum, özellikle volatilitenin yoğun olduğu sektörlerde çok daha belirgin olarak etkisini göstermektedir. Korunma amaçlı işlemler, bu gibi risklerin doğuracağı olumsuz sonuçları ortadan kaldırmaktadır. Örneğin bir satıcı için arzın artmasıyla birlikte fiyatlar düşerek ya da bir üretici için üretmiş olduğu ürünün maliyetini etkileyen işçi ücretleri, enerji fiyatları veya hammadde fiyatlarının artması ilgili firmalar doğrudan etkilenecektir.

1.1.3.1.3. Politik Risk

Politik risk; bir ülkedeki, siyasi ve ekonomik gelişmeler sonucu işletmelerin kararları, faaliyetleri ve ürün fiyatları üzerindeki etkisidir. Ulusal ve uluslararası siyasi gelişmelerin bir yansıması olarak çıkabilmektedir (Francis, 1986: 210).

Yatırımcı kontrolünde olmamasından dolayı ülke içi veya ülkeler arasındaki siyasi gelişmeler sistematik risk içerisinde yer alır. Politik risk; ekonomik bir etkiye dayanmadan, pazarda siyasal istikrar değişimlerinin sonucu yatırımcı beklentilerini etkiler. Yatırımcı beklentilerinin değişmesiyle de pazardaki finansal varlıkların fiyatları ve getirileri etkilenir (Sevinç, 2007: 9).

Reel sektörde faaliyet gösteren firmalar, sürekli değişen yasal mevzuat, çevre koruma kanunu çevresinde oluşturulan çeşitli düzenlemeler, iş kanunlarında yapılan değişiklikler ve vergi kanunlarında getirilen değişikliklerle karşı karşıyadırlar. Bu düzenlemelerden kaynaklanan riskler, regülasyon (düzenleme) riski olarak daha belirgin olarak ifade edilebilmektedir (Kayahan/EUI-2005, 2007: 21).

1.1.3.2. Sistematik Olmayan Risk

Sistematik olmayan risk; işletmelerin veya bulundukları sektörlerin dinamiklerinden kaynaklanan kurumsal veya bireysel risklerden oluşmaktadır. Sistematik olmayan riskler; finansal risk, yönetim riski, endüstri riski, faaliyet riskinden oluşmaktadır. Bu riskler kaynaklarda “Özel Riskler” veya “Kontrol Edilebilen Riskler” olarak da tanımlanmaktadır. Bu tür riskler, riskler arasındaki korelasyonu dikkate alarak, portföye farklı çeşitte menkul kıymetlerin alınması veya portföydeki pay senetlerinin revizyonu ile azaltılabilmektedir.

Davalar, grevler, yönetim hataları vb. şirket gelirinde sistematik olmayan değişmelere yol açabilir. Menkul kıymet fiyat hareketlerinin sistematik olmayan riskini alfa katsayısı göstermektedir.

1.1.3.2.1. Finansal Risk

Finansal risk; işletmenin finansal yapılarından doğan yükümlülüklerini yerine getirememesi olasılığıdır. Daha detaylı bir tanımla, işletme gelirlerinin borçlanma sonucu sürekliliğini kaybetmesi ve başta ekonomik olmak üzere, çevresel koşullarda özel ya da genel bir değişikliğe ayak uyduramayarak, faiz ve kar payı ödemelerini gerçekleştirecek gelir düzeyinin altına düşmesi tehlikesidir (Usta, 2005: 233). Bankalar açısından ise kredi riski olarak tanımlanıp, vadesinde veya vadesinden

sonra karşı tarafın yükümlülüğünü tam olarak karşılayamaması durumunda oluşan risktir. Kredi alan, piyasa ile önemli bağlantısı olan bir grubun taşıdığı önemli büyüklükteki riskler finansal sektörde zincirleme sorunlar yaratabilmektedir (Dayan, 2006: 82).

Finansal risk, faaliyet karındaki bir birimlik değişimin net kar üzerinde yarattığı etkiyi gösteren finansal kaldıraç derecesi ile ölçülmektedir. Eğer bir firma borçlanma yoluyla finansman sağladıysa, faiz giderinden dolayı dönem faaliyet karından kalan miktarda azalma olacaktır. Borçların karlılığı ne ölçüde etkilediğini ortaya koymak için yapılan analizdir (Sevinç, 2007: 11). Firma aktif karlılığını borçlanma maliyetinin üzerinde tutabiliyorsa, o zaman firma kaldıraçın pozitif etkisinden yararlanıyordur. Bu durum da firmanın öz sermaye karlılığını ve firma değerini arttırıyordur. Artan firma değerine paralel olarak da hisse senedi getirisi olumlu yönde değişim gösterecektir. Bu da “fiyat değişkenliği” ile ilişkilidir (Kayacan ve Gürbüz, 2001: 4).

Bu risk grubu, genel olarak ödemeye ilişkin riskler olarak kabul edilirse, işletmenin ödeme yapmaktan kaçınması “ticari risk”, ödeme yapmak istemesine rağmen, ülkesindeki konvertibl döviz yetersizliği gibi nedenlerle transfer yapılamaması “transfer riski”dir (Kayahan, 2007: 22).

1.1.3.2.2. İş veya Endüstri Riski

Aynı sektörde faaliyet gösteren tüm firmaların olumsuz etkilendiği ekonomik, sosyal ve davranışsal değişimler endüstri riskini oluşturur. Sektör riskini doğuran veya arttıran bu faktörlere örnek olarak, tüketici zevklerindeki değişimler, şiddetlenen dış rekabet, hammadde sağlanmasındaki güçlükler, teknolojik gelişmeler olarak gösterilebilir. Sektör riskini doğuran bu değişimler firmanın hisse senedi fiyatlarında dalgalanmalara neden olmakla ve yatırımcının sermaye ya da getiri kaybına yol açarak finansal varlıkların değerini olumsuz yönde etkilemektedir (Yörük, 2000: 22).

1.1.3.2.3. Yönetim Riski

Yönetim riski, işletme yönetiminden kaynaklanan risktir. Yöneticilerin aldıkları hatalı kararlar, bu kararların uygulanmasındaki yanlışlıklar, işletmenin finansal yapısını ve özellikle kârını olumsuz yönde etkilemektedir (Taner ve Akaya, 2004: 195) Örneğin yönetim hataları sonucu, firmanın satışları ve karı azalabileceği gibi, iflasa da neden olabilir.

Firma yönetiminin asıl görevi, firmanın değerini arttırıcı yönde kararlar almak ve bunları hayata geçirmek için çalışmalar yapmaktır. Bunları yaparken faaliyet kararı, yatırım kararı, finansman kararı ve kar payı dağıtım kararı gibi önemli kararları vermesi gerekir. Yönetimin hataları, faaliyet sonuçlarına yansıtacağından faaliyetlerin verimliliğini ölçmek suretiyle yönetim riski konusunda fikir edinebilir.

1.1.3.2.4. Faaliyet Riski

Faaliyet riski firmanın aktiflerinin oluşumu ile ilgilidir. Toplam aktifleri içinde sabit aktiflerin payı büyük olan bir firmada sabit giderleri de yüksek olacağından faaliyet riski de yüksektir. Sabit giderlerin yüksekliği, firmanın başabaş noktasını yükseltmekte, ayrıca üretimin ve satışların düşük olduğu zamanlarda da sabit giderlerin karşılanması zorunluluğunun bulunması satışlardaki dalgalanmalar karşısında net kardaki dalgalanmaların da büyük olmasına yol açmaktadır. Bu durum özellikle hisse senedi getirilerinde önemli bir risk unsuru sayılmaktadır (Yörük, 2000: 21). Faaliyet gelirlerinin azalması bu giderlerin karşılanmasını güçleştirebileceği için ölçeğin zamanında küçültülememesi durumunda önemli zararlara yol açabilmektedir.

1.1.3.3. Operasyonel Risk

Risk unsurlarının hem sistematik ve hem de sistematik olmayan risk türlerine giren tek risk türü operasyonel risktir. BIS'in tanımına göre, operasyonel risk, "firma içi süreçler, kişiler, sistemler veya dışsal olaylar nedeniyle olan başarısızlıklar veya yetersizlikler sonucunda oluşan dolaylı veya dolaysız kayıplardır" (BIS, 2001: 6).

Operasyonel risklerin genel olarak personelden, bilgi sistemlerinden, finansal kuruluşla ilgisi olmayan üçüncü şahıslardan ve süreçlerden kaynaklanmak üzere dört türü vardır. Operasyonel riskle ilgili zarar potansiyelinin tahmini ve zararın gerçekleşme olasılığının tespiti güç olduğundan bu risk türünün tamamı sayısallaştırılamamaktadır.

Yönetim kurulu ve üst yönetim faaliyetlerin desteklenmesinde ve sistemin geliştirilmesinde uygun finansal kaynağın ve personelin seçildiğinden emin olunmalıdır (Dayan, 2006: 94).

Operasyonel risk aynı zamanda kredi riskinin nedeni ve tetikleyicisi de olabilir. Bir kredi verme işleminde, personelin prosedüre uygun olmayan bir krediyi onaylaması halinde oluşan kayıp operasyonel risk olarak değerlendirilmektedir (Özmeriç, 2006: 18).

1.1.3.4. Vadeli Piyasalara İlişkin Riskler

Çalışmanın konusu gereği vadeli piyasalara özgü riskler de incelenmiştir.

1.1.3.4.1. Baz Riski

Baz, spot fiyat ile vadeli fiyat arasındaki farktır. Bu değer pozitif veya negatif olabilir. Baz risk, spot fiyatlarla vadeli fiyatların bire bir aynı paralellikte hareket etmeme riskidir. Baz risk hesaplanırken en yakın vadedeki vadeli fiyat dikkate alınır.

Baz risk, vadeli işlem piyasalarında riskten korunmak amacıyla işlem yapanların riskten korunmanın etkinliğinin tespiti açısından önemlidir (Karapınar, 2007: 501). Eğer, riske maruz kalınan spot kıymet ile vadeli sözleşmelerine konu olan kıymet aynı değilse, spot kıymetin ne zaman alınıp satılacağı belli değilse ve riskten korunma pozisyonunun vadeli sözleşmesinin vadesinden önce kapatılması gerekiyorsa yatırımcılar baz riskine maruz kalmaktadır (Ugan, 2008: 51).

1.1.3.4.2. Likidite Riski

Türev araçlara ilişkin temelde iki tür likidite riski vardır; bu riskler piyasa likidite riski ve fonlama riski olarak adlandırılmaktadır. Piyasa likidite riski; bir pozisyonun, likidite edilemeyerek veya ters işlem ile netleştirilemeyerek korunamama riskidir. Fonlama riski ise firmanın ödeme yükümlülüklerini veya teminat çağrılarını, fon giriş ve çıkışlarının zamanlamasını ayarlayamamasından dolayı yerine getirememesi riskidir (Akalin, 1999: 5).

Korunmak için, limitler saptanırken pazarın likiditesi, finansal derinliği ve büyüklüğünü dikkate almalıdır. Buna göre bir kılavuz oluşturmalıdır (Basel Committee, 1994: 13).

1.1.3.4.3. Taraf Bulamama Risk

Bir aracı kuruma başvurulduğunda ihtiyaç duyulan zamanda istenen işlem için taraf bulanamayabilir. Ancak emir taraf buluncaya kadar da bekleyebilir. İşte bu bekleme süresi de riski artırıcı bir etkene neden olmaktadır.

1.1.3.4.4. Pozisyon Riski

Pozisyon riski; sözleşmeye konu varlığın pozisyon durumuna bağlı olarak söz konusu varlığın fiyatlarındaki uyumsuz hareketler nedeniyle veya amaca uygun olmayan, yetersiz veya yanlış araçla pozisyon tutulmasıyla maruz kalınabilecek zarar olasılığı olarak tanımlanmaktadır.

1.1.3.4.5. Takas Riski

Takas riski; menkul kıymetlerin vadeli olarak satın alınması veya satılması durumunda önceden öngörülemeyen nedenler ile taraflardan birinin yükümlülüğünü zamanında (teslim tarihinde) yerine getirememesinden kaynaklanan risktir (Özmeriç, 2006: 15).

Vadeli işlemlerde karşı taraf riskini organize piyasada ve tezgâh üstü piyasada (OTC – Over the counter) işlem gören araçlar olarak ayrı ayrı değerlendirmek gerekir. Organize borsalar ve takas kurumları kredi riskini azaltırken, tezgâh üstü piyasalarda kredi riski önemli bir risk olarak varlığını sürdürmektedir (Dayan, 2006: 69). Bu durum sözleşmenin taraflarından birinin yükümlülüğünü yerine getirememesi halinde ortaya çıkabileceği gibi, ödeme işlemine aracılık eden kurumların sorumluluklarını yerine getirememesi halinde de söz konusu olabilmektedir.

Ayrıca bu sorun türev ürünlerin takas merkezi karşısında teminatlandırılmaları sırasında da yaşanabilmektedir. Uluslararası platformda aracılar net teminatlandırmayı tercih ederler. Çünkü bu durumda müşterilerinden brüt esasına dayalı olarak teminat alan aracı kuruluş, takas kurumuna net esasına göre teminat yatırarak bir miktar nakdi başka şekilde kullanma ve nemalanma imkânı bulmaktadır (Kayacan ve Gürbüz, 2001: 4).

1.1.3.4.6. Yasal Risk

Yasal risk; mahkemelerin, düzenleyici otoritelerin veya yetkili herhangi bir kamu kurumunun aldığı bir karardan dolayı türev araç sözleşmesinin tamamen veya kısmen uygulanamaması sonucunda zarara uğrama riskidir. “Düzenleme riski” olarak da adlandırılmaktadır. Yasal risk, iki nedenden dolayı ortaya çıkmaktadır. Dokümantasyon riski olarak ifade edilebilecek risk türü, özellikle borsalar tarafından hazırlanmamış standart olmayan sözleşmelerin, iyi kaleme alınamaması nedeniyle, açık olmayan ifadeler içermesi, sözleşmenin hukuken geçerli olması için gerekli şartların sözleşmede yer almaması gibi sebeplerden doğar. Diğer nedeni ise, sözleşmenin mevcut mevzuat hükümlerine aykırı olması veya sözleşme taraflarının hukuki ehliyetinin bulunmamasından kaynaklanır (Akalin, 1999: 6). Yasal risk elektronik ortamda da söz konusu olabilir.

Yasal riskler genellikle kuruluşların üst yönetim ve yönetim kurulu tarafından onaylanmış hukuk danışmanları (genellikle risk yönetiminde çalışanlara danışmanlık yapanlar) tarafından sınırlanmaktadır (Basel Committee, 1994: 16).

Finansal sisteme yönelik yasal düzenlemelerin sık sık değişmesi, sistemdeki belirsizliği arttırmaktadır. Türev sözleşmelere girmeden önce türev araçlarla ilgili düzenlemeleri, vergi yasaları ve kamu açıklamaları hakkında bilgi sahibi olmalıdır.

1.1.4. Risk Yönetimi Süreci

Risk yönetimi; “Maruz kalınan veya kalınabilecek risklerin tanımlanması, tespit edilen risklerin şiddetinin ve sıklığının ölçülmesi, risk politikaları ve uygulama usullerinin oluşturulması ve uygulanması, uygun nitelikte risk yönetimi ürünleri kullanılarak bertaraf edilmesi, etkisinin izlenerek, yeni yöntem ve stratejilerin geliştirilmesiyle birlikte risklerin dinamik olarak yönetilmesi” olarak tanımlanabilmektedir.

Risk yönetiminin felsefesi, riski yöneterek getiriyi maksimum, sermayeyi optimum düzeyde kullanmaktır. Maruz kalınan kayba bağlı belirsizliğin olumsuz etkisini minimize eden performans faaliyeti olarak da tarif edilebilmektedir (Schmit; Roth, 1990: 457).

Risk yönetiminin bir diğer amacı, piyasaların yaşadığı olağanüstü durumlarda karşı karşıya kalabileceği zarar büyüklüğünü önceden ölçebilmek ve olağanüstü durumlara hazırlıklı olmaktır (Babuşcu, 2005: 16).

Dünya belirsizliklerle doludur ve geleceği tam olarak tahmin etmek mümkün olamamaktadır. Ancak riskler tamamen yok edilemese de yönetilebilmektedir. Kuşkusuz, risk yönetimi ile önlemek zararları ödemekten daha ekonomiktir.

1.1.4.1. Risklerin Tanımlanması

Risk yönetimi süreci, risklerin tanımlanması ile başlar. Bu aşamada risklerin özellikleri de tanımlanır. Farkında olunmayan veya özellikleri bilinmeyen riski yönetebilmek güçtür.

Risklerin tanımlanmasında, deneyimlere bağlı çıkarımlar, akış diyagramları, beyin fırtınaları, sistem analizleri, senaryo analizleri kullanılmaktadır (TÜSİAD, 2008: 37).

Risklerin türlerinin tanımlanması risk yönetiminin görevini de etkileyecektir. Risk kaynakları çeşitli olabilmektedir. Risk faktörlerinin kaynağı sosyal, politik, finansal, operasyonel veya ekonomik gibi çok çeşitli olabilir. Bu çalışmanın konusu finansal etkileri kapsamaktadır.

1.1.4.2. Risklerin Ölçümü

Risklerin ölçümü, tanımlanan risklerin sayısallaştırılması ve ölçülebilir hale getirilmesi aşamasıdır. Risk kavramının en önemli niteliklerinden birisi, beklenilenden farklı bir sonuç ile karşılaşma ihtimali ise, diğeri de bu farklılığın değer olarak büyüklüğüdür (Uğuz, 1990: 115). Riskin sıklığı da büyüklüğü kadar önemlidir. Riskin büyüklüğü bizlere karşılaşması muhtemel risk seviyesini verirken riskin sıklığı konu riskin hangi sıklıklarda yaşanabileceğini anlatmaktadır.

Maruz kalınan risklerin tutarlı bir şekilde değerlendirilmesi ve yönetilme imkânına sahip olunması için, riskin değişik boyutları arasında bir kıyas imkanı yaratacak ve risk kavramının performans ölçümü ve öz kaynak temin kararlarında bir unsur haline getirecek bir risk ölçüm metodolojisi geliştirilir (Babuşcu, 2005: 13). Risk ölçüm teknikleri olarak, birçok şirket giderek karmaşık hale gelen birçok istatistiksel ve ekonometrik teknikler kullanmaktadırlar (Riske Maruz Değer yöntemi, stres testleri vb.).

1.1.4.3. Risk Politikaları ve Uygulama Usullerinin Oluşturulması

Risk yönetimi anlayışı günümüzde finansal sistemin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Risk yönetimi politikaları iki şekilde değerlendirilebilmektedir. Bunlardan biri oluşabilecek risklerin sebeplerini ortadan kaldıracı politikaların izlendiği aktif risk yönetimi, diğeri de oluşan risklerin etkilerini karşılamayı hedefleyen pasif risk yönetimi şeklinde oluşmaktadır. Risk yönetimi, modern kurumlar için elzem becerilerden birisidir. Karşı karşıya kaldıkları riskleri göz önüne almayarak hareket eden işletmeler ile etkin ve etkili bir risk yönetimi politikasına sahip işletmeler arasında, risk sürecini başarılı ve başarısız geçirme bakımından keskin ayrımlar bulunmaktadır (Kaval, 2000: 35).

Risk politikaları ve uygulama usullerinin oluşturulması aşamasında, finansal kuruluşun yönetim kurulunca oluşturulan yazılı politikalar, üst yönetim tarafından uygulamaya konur. Çalışanlar bu konuda bilgilendirilir (Dayan, 2006: 32).

1.1.4.4. Risklerin Analizi, İzlenmesi ve Raporlanması

Tespit edilen risklerin risk politikaları ve uygulama usullerine uygun belirli tekniklerle analiz edilmesi ve nedenlerinin belirlenmesi aşamasıdır. Risk izlenmesi aşamasında; kuruluşun maruz kaldığı riskler belirli periyotta izlenmektedir. Bu süreçte veriler derlenmekte, bilgiye dönüştürülmekte ve analiz edilmektedir.

Risk analizi; belirlenen riskler hakkında tedbir alınıp alınmayacağına ve alınacak ise fayda / maliyet dengesi açısından en uygun olan tedbirin seçilmesine yardımcı olmaktadır (Saka, 2010: 20). Ardından uygulama planları hazırlanmaktadır. Temel risk yönetim stratejileri aşağıdaki şekilde ifade edilebilmektedir; (Saka, 2010: 21)

- *Riskin Kabulü:* Söz konusu riskle ilgili herhangi bir tedbir uygulanmadan, mevcut seviyesinin kabul edilmesidir.
- *Riskten Kaçınma:* Herhangi bir önlem almadan, söz konusu riske sebep olan faaliyetin durdurulması ve/veya süreçlerin ortadan kaldırılması riskten kaçınma olarak adlandırılır.
- *Riskin Azaltılması:* Risk oluşturan bir olayın gerçekleşme ihtimalinin ve/veya oluşturacağı etkinin azaltılmasıdır (Punter, 2003: 28). Riski azaltmak için kullanılan başlıca teknik riskin dağıtılmasıdır.
- *Riskin Transferi:* Riskin bir bölümünün veya tümünün üçüncü taraflara aktarılmasıdır. Sigortanın dışında günümüzde yaygın olarak kullanılan bir diğer risk transfer aracı ise türev ürünlerdir. Futures, forward, swap ve opsiyonlar bu ürünler arasında kullanımı en yaygın olan ürünlerdir (Lam, 2003: 95).

Tabii ki analiz sonucunda, şartlar uygunsa riskin azaltılması veya transferi tercih edilmesi gerekir. Kurumun risk kültürüne ve riske bakış açısına göre maruz kalınan riskin olumsuz etkileri engellenmeye çalışılır. Risk azaltılma çalışmalarında, yöntemin uygulanabilir olmasına, ihtiyaçları karşılamasına ve maliyete dikkat

edilmesi gerekmektedir. Tüm bu çalışmalar neticesinde bir risk raporu oluşturulur. Bu raporun, zamanlaması ve kime iletileceğinin tespiti çok önemlidir. Düzenli, sürekli ve tutarlı raporlama ile tüm risklerin izlenmesi sağlanmalıdır (Dayan, 2006: 33).

1.1.4.5. Risklerin Araştırılması, Doğrulaması ve Denetimi

Sözkonusu raporlama çalışmalarının sonucunda izlenen riskler daha sonra yeniden gözden geçirilir. Riskten korunmuş olunabilir veya yeni riskler tanımlanabilir. Böylelikle analizlerin, mevcut risk yönetim politikaları ile uygun olup olmadığı anlaşılabilir. Sonuçlar hedeflerden farklı çıkmışsa, riskleri azaltmak amacı ile süreçlerin ve kullanılan analiz tekniklerinin yeniden değerlendirilmesi gerekebilir.

1.2. RİSK YÖNETİMİNDE YÖNTEMLER

Risk yönetimi uygulanırken kullanılan yöntemler riskin çeşidine göre, riski teşkil eden verilerin istatistiksel dağılım türüne göre veya riski meydana getiren kaynağın piyasada alınıp satılabilme özelliğine göre farklı yollarla uygulanmaktadır. Risk yönetimindeki yöntemler yazında altı ana başlık altında incelenmektedir. Bunlar;

- Aktif / Pasif yönetimi,
- Portföy teorileri,
- Türev modellerle risk yönetimi,
- Riske ayarlı sermaye getirisi yöntemi,
- Senaryo analizi,
- Riske maruz değer yaklaşımı'dır.

Amaçları finansal riskleri ölçmek, izlemek ve kontrol etmektir. Günümüzde risk yönetimi gelişimini oldukça hızlı bir ivme ile sürdürmüştür. Hızla gelişen ve yenilenen teknoloji sayesinde kontroller daha sık yapılmakta, ölçümler daha hassas yapılarak yeni araçlar ve sistemler geliştirilmektedir. Piyasa risklerinin limitlenmesi uygulamaları ile daha etkin denetim sağlanarak finansal skandalların ortaya çıkma olasılıkları azaltılmıştır (Turan, 2006: 2).

Özellikle RMD olarak adlandırılan yöntem hemen hemen türev ürünler üzerine işlem yapan her büyük işletme tarafından senaryo analizi desteği ile kullanılmaktadır. Riski ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalarda, yöntemin uygulanabilir olmasına, ihtiyaçları karşılamasına ve maliyete dikkat edilmesi gerekmektedir.

1.2.1. Aktif / Pasif Yönetimi

Aktif pasif yönetimi, sadece negatif etkilere ilişkin, olayları önleyici değil, olaylar olduktan sonra müdahale eden (reaktif) ve maliyet tabanlı olarak görülmektedir. Boşluk (Gap) Analizi, Süre (Duration) Analizi olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu yöntemlerin temel dayanağı, piyasadaki değişikliklerin gelirleri nasıl etkileyeceği üzerinedir. Genellikle faiz riski, kur riski gibi risklerin hesaplanmasında kullanılırlar. Aktif pasif yönetimi ile piyasa riskinin ölçümü ve sermayeyi daha esnek yönetme çabaları, bugünkü risk yönetimi kültürünün ilk adımlarını oluşturmuştur.

1.2.1.1. Boşluk (GAP) Analizi

GAP analizi, faiz oranı değiştiğinde, bankanın aktif getirisi ile pasif maliyetindeki değişimin yön ve hızını, genel bilanço uyumsuzluğunu gösterir. Burada önemli olan nokta, aktif ve pasif kalemleri arasındaki farktır. Bu yöntem eksikleri olmasına rağmen finansal kurumlara uygulamada kolaylık sağlamaktadır, bankalar tarafından sıkça kullanılmaktadır.

Bankaların genel faiz oranı değişikliği karşısında karşı karşıya kaldığı riskler; değişken faizli işlemler ve sabit faizli işlemler riski olarak ikiye ayrılabilir. Birincisi; sabit faizli aktifler ile sabit faizli pasiflerin miktarları arasındaki farkı ifade eden sabit oranlı gap'tır. Burada faizler sabit olduğu için aktif ve pasifte yer alan kalemler piyasa faiz oranı değişikliklerinden etkilenmez. Yani sabit faizli işlemlerde faiz esnekliği 0'dır (Kaval, 2000: 92). Eğer aktifteki sabit faizli kalemler pasifteki sabit faizli kalemlerden fazla ise aktif pozisyon fazlası (pozitif gap) var demektir. Böyle bir durumda piyasa faiz oranlarının yükselmesi durumunda aktif kalemdeki faiz oranı

değişmeyeceği için faiz geliri kaybı oluşur (Özmeriç, 2006: 63). Negatif boşluğa sahip olan bir bankanın ise piyasa faiz oranları azaldığında net faiz gelirleri artacak tersi durumda azalacaktır. Sıfır gap durumunda olan bir banka ise bir pozisyon açığı veya fazlası (gap) yoktur. Bankanın faiz oranlarındaki değişimlerden etkilenmeyeceği düşünülecektir.

İkinci durumda ise gap, belirli bir dönemde faize karşı duyarlı (değişken) aktifler ile faize karşı duyarlı pasiflerin miktarları arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır (Özmeriç, 2006: 63). Piyasa faiz oranı değiştiğinde kalemlerin fiyatları ve oranları da değişmektedir. Ancak bu değişim piyasa faiz oranlarında meydana gelen değişim ölçüsünde olmayabilir. Piyasa faiz oranındaki bu değişikliğin aktif ve pasif kalemlere ne kadar yansıtacağı faiz duyarlılığına bağlıdır. Bir bankanın faiz duyarlılığı, faize duyarlı aktiflerinin faize duyarlı pasiflerine oranı ile ölçülür. Faiz duyarlılığı 1 ise; faize duyarlı aktifler ile faize duyarlı pasifler eşit demektir. Bu durumda gap 0'dır.

Faize duyarlı aktiflerin (krediler gibi) miktarı faize duyarlı pasiflerin (mevduat gibi) miktarından fazla ise pozitif gap (faiz duyarlılığı 1'den büyük), tersi durumda ise negatif gap (faiz duyarlılığı 1'den küçük) söz konusudur. Pozitif bir aralık değerine sahip olan bir bankanın net faiz gelirleri piyasa faiz oranları yükseldiğinde artacak, tersi durumda ise azalacaktır. Negatif gap'a sahip olan bir banka ise piyasa faiz oranlarının yükselmesi durumunda faiz geliri kaybına uğrayacak, düştüğü durumlarda ise daha fazla faiz geliri elde edebilecektir (Yavuz, 2002: 26). Gap analizinde, dönemsel ve kümülatif Gap sonuçları hesaplanmaktadır, böylece genel bilanço uyumsuzluğu konusunda bir tablo oluşturmaktadır.

Türev ürünlerin dikkate alınamaması analizin bir dezavantajıdır. Ancak faiz ve kura yönelik tahmin ve simülasyon modellerinin kullanılması ile Gap analizlerine dinamik bir yapı kazandırılmıştır. Gap analizleri üst yönetimin karar alma sürecinde önemli bir araç olma özelliğini sürdürmektedir (Bolgün ve Akçay, 2005: 176).

1.2.1.2. Süre (Durasyon) Analizi

Süre analizi; faiz oranı riskinin ölçülmesinde finansal kurumlar tarafından kullanılan diğer başka bir yöntemdir. Faiz riski dışındaki riskleri ihmal etmesi

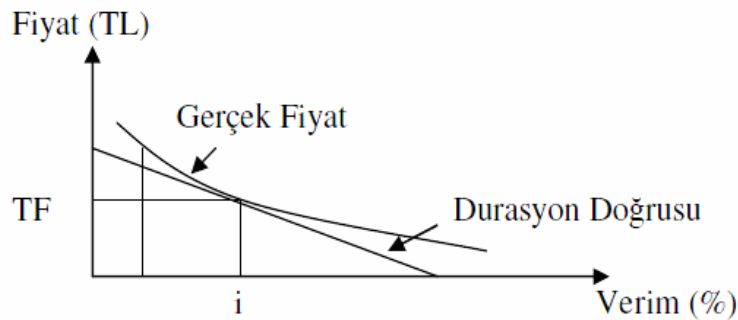
nedeniyle boşluk analizinde olduğu gibi süre analizinin de kısıtlı bir kapsamı vardır. Ancak GAP analizindeki defter değerinin (net gelirin) aksine aktif ya da pasiflerin piyasa değerini ön plana çıkarması, onu daha kullanışlı kılmaktadır.

Durasyon, aktif ve pasifin beklenen nakit akımlarının bugünkü değerlerinin, bu nakit akımlarının elde edildikleri zamana göre ağırlıklandırılmasıyla bulunan değer piyasa değerine bölünmesiyle elde edilen, aktif veya pasifin vadeye kalan ortalama süresini gösteren ölçüdür. Ağırlıklandırmada ağırlıklar, nakit akımlarının doğduğu dönemlerden uzaklaştıkça artmaktadır.

Durasyon, volatilitenin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Tahvildeki fiyat değişikliğinin ne kadar olacağını göstermektedir. Diğer faktörler sabit kalmak şartıyla, bir tahvilin vadesi ne kadar uzun ise durasyonu da o ölçüde büyük hesaplanmaktadır. Durasyonu büyük olan tahvilin riski de büyük olmaktadır (Özmeriç, 2006: 66). Durasyon analizi, ilk olarak bono piyasalarının analizinde kullanılmış, daha sonra banka bilançolarının analizinde yer bulmuştur.

Faiz oranlarındaki değişimin bir defalık ve ani olduğu, faiz oranlarındaki artışın tüm vadelerde aynı oranda arttığı varsayılmaktadır. Oysa faiz oranları her zaman dikey doğru şeklinde olmadığı gibi aynı anda artıp azalmamaktadır (Bolgün ve Akçay, 2005: 184). Tahvil fiyatı ile tahvil verimi arasındaki ilişki doğrusal değil konvektir. Bu hata durumu faiz oranı değişikliğinin tahvil fiyatına her zaman aynı şekilde yansımadağını gösterir.

Şekil 2: Fiyat- Verim Eğrisinin Konveks Şekli



Kaynak: Soydan; 1999: 45

i noktası durasyon kullanılarak hesaplanan tahvil fiyatını göstermektedir. Verim azaldığı zaman tahmini fiyat değişimi gerçek fiyat değişiminden daha küçük hesaplanmakta ve tahvilin fiyatı düşük tahmin edilmektedir. Verim arttığı zaman ise,

tahmini fiyat değişimi gerçek fiyat değişiminden daha büyük hesaplanmakta ve tahvil fiyatı düşük tahmin edilmektedir. Fark, durasyona bağlı fiyat tahminindeki hatayı verir (zmeri, 2006: 67). Bu nedenle yeterince hassas bir ölçüm yapılamamaktadır. Bu eksiklik, konveksite (dış bükeylik) etkisinin analize katılması ile giderilebilir.

1.2.2. Portföy Teorileri

Belirli bir getiriyi sağlamada toplam riski düşürmek amacıyla yapılan çeşitlendirmede iki teori vardır. Bunlardan birisi; varlıklar arasındaki ilişkiyi gözetmeden tesadüfi olarak seçilen menkul kıymetlerin portföye dahil edilmesi temeline dayalı Geleneksel Portföy Teorisi'dir. Portf içindeki varlık sayısının artırılması ile toplam riskin azaltılabileceği görüşüne dayanmaktadır. Ancak çeşitlendirmenin faydası doğru orantılı değildir. Çeşitli çalışmalarda iyi çeşitlendirilmiş bir portföyün 5 ile 20 arasında menkul kıymet içermesi gerektiği sonuçları ortaya konmuştur. Açıkçası, basit çeşitlendirme yöntemi ile sadece sistematik olmayan risk giderilebilmektedir. Menkul kıymet sayısı arttıkça portföyün toplam riski sistematik risk seviyesine yaklaşmış olmaktadır.

Bir diğeri ise; 1952 yılında H. Markowitz tarafından yayınlanan çalışmada ortaya çıkan ve varlıklar arasındaki ilişkileri göz önüne alarak portf oluşturmaya dayalı olan Modern Portföy Teorisi'dir (Ortalama-Varyans Modeli). Portföy teorisini, yöneylem araştırması ve matematik gibi farklı alanların konularını birleştirerek geliştiren Markowitz, portf yatırımlarında varlıklar arasındaki korelasyon faktörünü dikkate almış ve bu alanda kendisinden sonra kaydedilecek gelişmeler için de temel bir referans kaynağı olmuştur.

Korelasyon katsayısı; birden fazla değişken arasında bağlantı olup olmadığını ve eğer bağlantı varsa bu bağlantının yönünü ve gücünü gösteren değerdir. Eğer portf varlıklarının getirileri arasındaki pozitif korelasyon yüksek ise, risk artmakta, düşük ise risk azalmaktadır. Risklerin birbirleri ile ilişkilendirilmediği bir durumda, söz konusu riskin olası toplam etkisini tam olarak hesaplayabilmek mümkün değildir (Saka, 2010: 7).

Örneğin iki risk faktörü arasında negatif bir korelasyon varsa; kısmen veya tamamen birbirini telafi edeceğinden portföyde çok fazla kar veya zarar oluşmayacaktır. Ancak pozitif bir korelasyon varsa, bu durumda zarar ya da kar artacaktır.

Bu Ortalama-Varyans Modeli'ne göre varlıklar arasındaki getiri ilişkileri (korelasyon katsayıları) incelenerek tam pozitif ilişki içinde olmayan varlıkların yani aralarındaki korelasyon katsayısı 1'den küçük olan varlıkların portföye dahil edilmesi ile birlikte portföyün getirisini düşürmeden riskin azaltılabileceği gösterilmiştir (Markowitz, 1952: 89).

Yatırımcıların amacının fayda maksimizasyonunu sağlamak olduğunu ve belli bir risk düzeyinde yüksek getiri sağlayan varlığı düşük getiri sağlayan varlığa veya aynı getiri seviyesinde düşük riski olan varlığı yüksek riski olan varlığa tercih edeceklerini ortaya koymuştur (Konuralp, 2005: 315).

Ortalama-Varyans Modelindeki gibi tek tek menkul kıymetlerin risklerini ölçmek yerine, işlem yükünü azaltmak için 1963 yılında W. Sharpe Tek Endeks Modeli ile pazarın toplam riskini ölçmeyi önermiştir (Kıyılar ve Eroğlu, 2004: 3). Ardından 1964 yılında Sharpe, 1965 yılında Linter ve 1966 yılında Mossin tarafından yapılan çalışmaların sonucunda Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli (SVFM) geliştirilmiştir. SVFM, Ortalama-Varyans Modeline bağlı Sermaye Pazarı Teorisi'nin üzerine kurulmuştur (Farell, 1997: 54). Sermaye Pazarı Teorisi de, Markowitz'in Modern Portföy Teorisi üzerine kuruludur.

SVFM'nin bir diğer önemli özelliği de, yalnız portföy için değil, aynı zamanda tek bir menkul kıymete de uygulanma olanağının olmasıydı. Faiz oranı üzerinden borç alma ve borç verme olanağının yanı sıra açığa satış yapabilmeye imkân tanınmaktaydı. Ancak, menkul kıymet getirilerinde birden fazla risk olduğu görüşünün ortaya atılmasıyla, menkul kıymet getirilerindeki değişimin sadece pazar portföyündeki değişimlerle açıklamasında bir takım eksiklikler olduğu görüşü ortaya çıkmıştır. Bu eksikliklerin giderilmesi için, getirilerin tek faktörün değil, birden fazla faktörün doğrusal bir fonksiyonu olduğunu belirten Çoklu İndeks Modelleri geliştirilmiştir (Elton ve Gruber, 1997: 1754).

Genel olarak Çoklu İndeks Modellerde faiz, enflasyon, büyüme oranları, sanayi endeksleri gibi makro ekonomik değişkenler menkul kıymet getirilerini

etkileyen faktörler olarak kabul edilmektedir. Bunun üzerine spesifik bir, Çoklu İndeks Modeli olan Arbitraj Fiyatlama Modeli; 1976 yılında Stephen Ross tarafından yeni bir yaklaşımla geliştirilmiştir (Elton ve diğerleri, 2003: 364). Arbitraj Fiyatlama Modeli, Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli'nin varsayımlarına göre daha az sayıda varsayımda bulunmaktadır (Farell, 1997: 91).

Arbitrajın davranışı bir varlığın tek fiyatı olduğunu varsaymaktadır, daima kısa bir sürede piyasa dengesi kurulmuş olacaktır. Arbitraj Fiyatlama Modeli, Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli'nin ortalama varyansa dayanan yapısı, risk faktörleri ve bu faktörlerin primleri ile değiştirilmektedir. Böylece, modeli uygulamak için piyasa portföyüne olan ihtiyaç da ortadan kalkmış olmaktadır (Korkmaz, 1994: 538).

Bir portföyün beklenen getirisi, portföyde yer alan menkul kıymetlerin beklenen getirilerinin ağırlıklı ortalamalarına eşittir. Buna göre portföy getirisi şu şekilde hesaplanmaktadır;

$$E_{(R)} = (w_1 * E_{(\bar{X}_1)}) + (w_2 * E_{(\bar{X}_2)}) \quad (2)$$

$E_{(R)}$ = Portföyün beklenen getirisi,

w_1 = Birinci hissenin portföydeki ağırlığı,

w_2 = İkinci hissenin portföydeki ağırlığı,

$E_{(\bar{X}_1)}$ = Birinci hissenin beklenen getirisi,

$E_{(\bar{X}_2)}$ = İkinci hissenin beklenen getirisi.

Portföyün riski, portföydeki menkul kıymetlerin getirileri arasındaki ilişkinin yönüne bağlı olduğu için portföydeki menkul kıymetlerin ağırlıklarının riskleriyle çarpımlarının toplamı şeklinde hesaplanmaz. Dolayısıyla portföy riski hesaplanmasında menkul kıymetler arasındaki ilişkinin yönünü gösteren kovaryans değerinin risk hesaplamasına dahil edilmesi gerekmektedir.

Kovaryans çift rassal değişkenin arasındaki ilişkinin yönünü gösterir ve eğer kovaryans değeri pozitifse rassal değişkenler arasında aynı yönlü bir ilişki, eğer kovaryans değeri negatifse rassal değişkenler arasında ters yönlü bir ilişki vardır. Kovaryans katsayısının sıfır veya sıfıra yakın bir değer alması durumunda ise, ilgili menkul kıymetler arasında doğrusal bir ilişkinin olmadığı varsayılmaktadır. Kovaryans katsayısı RMD hesaplamalarında da kullanılmaktadır. Buna göre iki menkul kıymet arasındaki kovaryans şu şekilde hesaplanmaktadır;

$$\text{cov}(r_i, r_k) = \frac{\sum_{j=1}^N (r_{ij} - \bar{r}_i)(r_{kj} - \bar{r}_k)}{N} \quad (3)$$

$\text{cov}(r_i, r_k)$ = i menkul kıymeti ile k menkul kıymetinin getirileri arasındaki kovaryans değeri

r_{ij} = i menkul kıymetinin j dönemindeki getirisi

$\bar{r}_i$ = i menkul kıymetinin ortalama getirisi

r_{kj} = k menkul kıymetinin j dönemindeki getirisi

$\bar{r}_k$ = k menkul kıymetinin ortalama getirisi

N = Gözlem sayısıdır.

Portföyün riski;

$$\sigma_p^2 = [(w_1)^2(\sigma_1)^2] + [(w_2)^2(\sigma_2)^2] + [2(w_1)(\sigma_1)(w_2)(\sigma_2)\text{Cov}_{1,2}] \quad (4)$$

σ_p^2 = Portföyün varyansı,

σ_1 = Birinci hissenin standart sapması,

σ_2 = İkinci hissenin standart sapması,

w_1 = Birinci hissenin portföydeki ağırlığı,

w_2 = İkinci hissenin portföydeki ağırlığı,

$\text{Cov}_{1,2}$ = İki hisse arasındaki kovaryans katsayısıdır.

Varyansın karekökü standart sapma olduğu için $\sqrt{\sigma_p^2} = \sigma_p$ olur. Bu da portföyün riski anlamına gelmektedir.

Arbitraj Fiyatlama Modeli çok faktörlü bir finansal varlık fiyatlama modeli olarak, faktörlerin tüm finansal varlıkları etkileyen faktörler olduğu vurgulanmalıdır. Arbitraj Fiyatlama Modeli aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$E(R_i) = R_f + \beta_{i1}(F_1 - R_f) + \beta_{i2}(F_2 - R_f) + \dots + \beta_{im}(F_m - R_f) \quad (5)$$

M: faktör sayısı

$E(R_i)$: i finansal varlığının gerekli getiri oranı

R_f : risksiz faiz oranı ("0"betalı portföy getiri oranı)

β_{ij} : i finansal varlığının j faktörüne olan duyarlılığı

F_j : j numaralı faktör getiri oranı (dönemlik değişim oranı)

$(F_j - R_f)$: j nolu faktör risk primi

Bu yöntemler gösterdikleri gelişime rağmen, eksiklerini tamamlayan daha etkili yeni yöntemler geliştirilmiştir. Sonraki bölümde uygulamanın vadeli işlemler üzerine olması nedeniyle türev ürünlerle ilgili açıklamalarda bulunulmuştur.

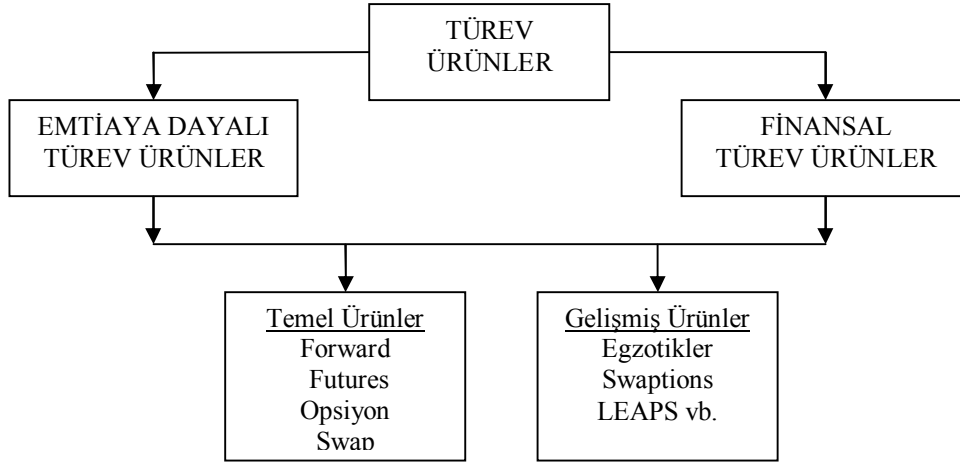
1.2.3. Türev Ürünlerle Risk Yönetimi

Finansal piyasalar, gerçekleştirilen alım satım işlemi sonucunda el değiştiren kıymetlerin vadesine bağlı olarak spot ve vadeli piyasalar olarak ikiye ayrılmaktadır. Spot piyasalar, mal ve hizmetlerin alınıp satıldığı, para ve mal takasının aynı anda veya birkaç gün içinde gerçekleştiği piyasalardır. Vadeli piyasalar ise, ilerideki bir tarihte teslimatı veya nakit uzlaşması yapılmak üzere vadeli işlem sözleşmesine konu ürünün, bugünden alım satımının yapıldığı piyasalardır.

Vadeli piyasalarda işlem gören ürünlere türev ürünler (araçlar) denilmektedir. Türev araçlar, dayanak olarak bir emtia ya da finansal değer üzerinden türetilen ve fiyat bağı olan sözleşmelerdir. Günümüzde içerik olarak altın, petrol, bakır, pamuk, buğday, et gibi çok çeşitli emtialar üzerine ve hisse senedi, endeks, döviz, faiz oranı gibi finansal ürünler üzerine düzenlenmektedir. Bununla birlikte hava tahmin raporlarına kadar uzanan boyutta her geçen gün yeni türde sözleşmeler piyasaya sürülmektedir.

Emtiaya dayalı türev işlemleri, oldukça uzun bir geçmişe sahip olmakla birlikte, günümüzde emtiaya dayalı ürünler, finansal ürünlere göre daha az işlem görmektedir (Çiftçi ve Yıldız, 2010: 21). Türev ürünlere ilişkin yapılan sınıflandırma, Şekil 3’de yer almaktadır.

Şekil 3: Türev Ürünlerin Sınıflandırılması



Kaynak: Vashishtha ve Kumar, 2010: 18

Şekil 3’deki sınıflandırmada görüldüğü üzere, günümüzde türev piyasalar oldukça geniş bir ürün çeşitliliğine ulaşmıştır. Türkiye’de vadeli piyasanın temel ürünleri olan forward, swap ve opsiyon işlemleri kendi adlarıyla ifade edilirken; futures işlemler yerine “vadeli işlemler” ifadesinin kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada da yaygın olarak kullanıldığı gibi “vadeli işlemler” ifadesi ile de futures işlemler kastedilecektir. Bu dört ürün de vadeli işlem özelliği taşımaktadır.

Türev piyasalarda işlem gören sözleşmeler spot piyasa işlemlerine göre daha karmaşıktır. Forward, vadeli, swap ürünleri doğrusal matematiğe dayandığı için daha basit ve anlaşılırdır. Bunun yanında opsiyonlar ve kredi türevleri doğrusal olmayan olasılık teorisine dayanmaktadır. Karma (hybrid) ürünler ise; birden fazla geleneksel ya da türev ürün birleşimi ile oluşmaktadır (Bolgün ve Akçay, 2005: 219). Bu piyasalar, profesyonel yatırımcıların daha fazla yöneldikleri piyasalardır. Bununla beraber, türev ürünler organize borsalarda olduğu gibi organize olmayan tezgah üstü piyasalarda da işlem görebilirler.

Forward sözleşmeleri, iki tarafın üzerinde anlaştığı, standartları önceden belli olmayan bir malın veya finansal aracın, karşılıklı olarak belirlenen şartlarda ileri bir tarihte alım ya da satımının yapılmasını sağlayan sözleşme türüdür. Forward sözleşmeleri çoğu zaman döviz kuru riskinden korunmak amacıyla kullanılmaktadır. Forward sözleşmeler, organize piyasalarda işlem görmemektedir ve bu nedenle teminat yükümlülüğü yoktur. Tezgâh üstü piyasalarda işlem görmesi dolayısıyla

yeterince likit değildir ve sözleşmenin karşı tarafıyla ilgili olarak yükümlülüğün yerine getirilememe riski vardır.

Vadeli işlem sözleşmeleri, standart miktar ve kalitede bir varlığı önceden üzerinde anlaşılan bir fiyattan ileri bir tarihte alma ya da satmaya ilişkin yasal bir sözleşmedir. Forward sözleşmesine benzemektedir, ancak temel farklılık olarak organize borsalarda işlem görmektedir.

Tezgah üstü piyasalarda karşılaşılan güven eksikliği ve sorunlar nedeniyle organize borsalarda piyasaya sunulan sözleşmelerde vade, sözleşme büyüklüğü, alınacak teminatlar, fiyat adımları gibi işlem kriterleri ilgili borsalar tarafından belirlenerek standartlaştırılmıştır. Organize borsalarda standartlaştırma, varlığın alım satımını kolaylaştırdığı için piyasayı likit kılar. Vadeli piyasalarda taraflar, işlemlerini birbirine karşı değil, borsa takas merkezi garantisi ile gerçekleştirirler. Taraflar ürün veya karşı taraf araştırması yapmak zorunda kalmazlar. Dolayısıyla taraflardan birinin ödeme güçlüğüne düşmesi ve yükümlülüklerini yerine getirmemesi diğer tarafa zarar vermez. Bu nedenle kredi riski yoktur. Bu sebeplerle daha geniş kesime ulaşılmakta ve güvence sağlanmaktadır.

Forward işlemlerde vade sonuna kadar, alıcı ve satıcı arasında herhangi bir nakit transferi olmamasına karşın, vadeli işlemlerinde vade sonuna veya pozisyonun kapatıldığı tarihe kadar takas merkezi tarafından tesis edilen teminat oranları çerçevesinde, günlük nakit uzlaşması vardır. Tarafların sorumluluklarını yerine getirebilmeleri için anlaşmadan doğan kar/ zarar günlük olarak hesaplanmaktadır.

Vadeli sözleşmelerinin vadesinden önce el değiştirebilmesi mümkün olduğu için, organize borsalarda standartlaştırılmış şartlar çerçevesinde ikincil piyasası bulunmaktadır. Bunun yanında vadeli işlem sözleşmelerinin maksimum fiyat değişimi için günlük olarak belirlenmiş sınırlar vardır. Sözleşme bu sınıra ulaşmışsa, bu sınırın ötesindeki bir başka işleme izin verilmemektedir. Böylece aşırı fiyat artışı engellenmiş olur.

Opsiyon sözleşmeleri, alıcı tarafa, sözleşmeye dayanak oluşturan varlığı, önceden belirlenmiş bir tarihte ve kararlaştırılmış bir fiyata alma veya satma hakkı veren, ancak bu konuda herhangi bir mecburiyet yüklemeyen finansal anlaşmadır. Bu sözleşmelerde, *opsiyon primi* olarak adlandırılan bir bedel ile risk düzeyi önceden sınırlandırılmış olur. Bu bedel opsiyonun kullanılıp kullanılmayacağına bağlı

olmaksızın ödenmektedir. Opsiyon sözleşmeleri, hem organize borsalarda hem de tezgâhüstü piyasalarda işlem görebilmektedir. Opsiyon sözleşmeleri, yapısı itibarıyla sigortaya benzetilmektedir. Bir vadeli işlem sözleşmesinde, taraflar sözleşmeden doğan yükümlülüklerini yerine getirme mecburiyetinde iken, bir opsiyon sözleşmesinde opsiyon alıcısının cayma hakkı saklıdır.

Swap (takas) sözleşmeleri, tarafların önceden yapılmış temelde yatan sözleşmelere bağlı olarak aldığı yükümlülüklerin takasını sağlayan ya da gelecekteki belirli bir zaman periyodu boyunca tarafların nakit akışları dizgisinin takasını sağlayan sözleşme olarak ifade edilebilir (Vashishtha ve Kumar, 2010: 20). En çok kullanılan ‘takas’ sözleşmeleri faiz oranları, döviz kurları, ve mal fiyatları üzerinden yapılanlardır. Swap sözleşmeleri, belirli bir şekil şartına tabi olmamaktadır. Genellikle swap işlemleri tek bir vadede geri ödenebilen ana para miktarlarını içerir.

Tablo 1: Türev Ürünlerin Temel Özellikleri

Temel Özellikler	Forward	Vadeli	Opsiyon	Swap
1.Riskten Korunma Aracı	Evet	Evet	Evet	Evet
2.Standart Sözleşmeler	Hayır	Evet	Evet	Hayır
3.İşlem Görme Yeri	Genellikle OTC	Genellikle Borsa	Her ikisinde de	Genellikle OTC
4.Teslim Yükümlülüğü	Şart	Nadiren	Hak kullanılırsa	Yok
5.Teminat Zorunluluğu	Yok	Var	Satıcı İçin Var	Yok
6.Vadeye Kadar Nakit Akışı	Yok	Var	Satıcı İçin Var	Yok
7.Kredi Riski	Var	Yok	Satıcı İçin Var	Yok
8.Kaldıraç Etkisi	Yok	Var	Var	Yok
9.Hak ve Zorunlulukların Birbirinden Ayrı Olması	Hayır	Hayır	Evet	Hayır

Kaynak: Dönmez ve diğerleri, 2002: 8

Türev sözleşmelerin alım-satımı uzun bir geçmişe sahiptir. Yazında ilk sözleşme, Milet'li filozof Thales'in kışın, bahardaki zeytin hasatı için yağhaneler ile yaptığı pazarlık üzerinedir (Yalçın, 2000: 5). İlk vadeli sözleşmesine öncü olan ise, 17. yüzyılda Japonya’da "Pirinç biletleri" adıyla yapılan sözleşmelerdir. İlk düzenli vadeli işlemler borsası Chicago’da 1848 yılında kurulmuştur (Jacop ve Pettit, 1988: 540).

Daha sonra Bretton Woods sisteminin terk edilmesiyle birlikte, döviz ve faiz oranlarında meydana gelen dalgalanmalar sonucu oluşan riskten korunmak amacıyla, vadeli işlem sözleşmelerinin geliştirilmesi yeni bir dönemi başlatmıştır (Berk, 2002: 336).

Türkiye’de ilk türev ürün kullanımı dışa açılma sürecinin yaşandığı 1980’lerdedir. Bu dönemde kullanılan ancak yeterli seviyeye ulaşamayan sözleşme tipi, vadeli döviz forward kontratıdır. Bu araçların bankalardan önce “Tahtakale” ve “Kapalıçarşı”da kullanıldığı bilinmektedir (Akçay ve Bolgün, 2005: 234).

1992 yılında İzmir Vadeli İşlem Borsası’nın kurulma girişimi Sermaye Piyasası Kurulu tarafından gündeme getirilmiştir. Ancak ilk borsa, 2001 yılında dalgalı döviz kuru sistemine geçilmesinin ardından İMKB bünyesinde Vadeli İşlemler Piyasası Müdürlüğü olarak açılabilmiştir. Bu durumun üzerine verimlilik için bu alanda ihtisaslaşan bir borsa düşünülmüştür. Sermaye Piyasası Kanunu’nun 40. maddesi uyarınca 2001/3025 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile 4 Temmuz 2002 tarihinde Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası Anonim Şirketi kurulmuştur. 5 Temmuz 2004 tarihinde de Sermaye Piyasası Kurulu VOBAS’a faaliyet izni vermiştir. Böylelikle 4 Şubat 2005 tarihinde VOB faaliyete geçmiştir (Büyükcebeci, 2006: 28). 2013 yılı başında ise İstanbul’un Finans Merkezi olması amacıyla VOB Organizasyonunun, İstanbul’a taşınması için ciddi girişim ve kararlar alınmıştır.

VOBAS’ın kurulması ile vadeli işlemlerin risk yönetiminde kullanımı artış göstermiş ve türev ürünler içerisinde önem kazanmıştır. Türev araçlar ve piyasalar finansal sistemin işleyişini kolaylaştırıcı nitelikte olduklarından hızla yaygınlaşmışlardır. VOBAS’ın artan işlem hacmi, bunun en önemli kanıtı olmuştur.

Vadeli işlemler kullanıcıları olarak arbitraj yapanlar, riskten korunmak isteyenler, spekülâtörler sayılmaktadır. Vadeli işlem sözleşmelerinin; arbitraj, spekülâtif amaçlı yatırım, geleceğe yönelik fiyat keşfi ve risk yönetimi olmak üzere önemli fonksiyonları vardır. Risk yönetimi amacı ile kullanılmasına Riskten Korunma (Hedging) adı verilmektedir. Riskten korunma amacı güdenler yani hedgerlar, riski bertaraf etmek veya azaltmak amacıyla vadeli işlemleri etkin şekilde kullanılmaktadırlar. Bunun yanında spekülâtörler ise, maruz kalınan riskin yönünü değiştirerek avantaj elde etmeye çalışmaktadırlar.

Arbitraj amaçlı kullanımda; aynı anda, aynı gelecek sözleşmelerinin işlem gördüğü piyasalar arasındaki fiyat farklarından veya spot piyasa ile vadeli piyasa arasındaki fiyat farklılıklarından faydalanarak kısa süreli kâr elde edilebilmektedir. Fiyat ilişkilerinin bozulduğu dönemlerde ise fiyatı düşen bir varlığı alarak, bunu yükselen piyasalarda satabilme imkânı ile gerçekleştirilebilir. Aynı anda bir piyasada alım, diğer piyasada da satım yapılırsa açık pozisyon oluşmamakta ve böylece herhangi bir risk alınmamaktadır. Arbitraj işlemi ile zamanla fiyat sapmaları yok edilerek, spot ve vadeli fiyat ilişkisinin olması gereken seviyede oluşması sağlanmakta ve piyasaların öngörülebilirliğini artırmaktadır.

Bunun yanında vadeli işlem piyasalarında konu olan sözleşmenin belirlenen fiyatı, ileri bir tarihte teslim yükümlülüğü nedeniyle de o sözleşmenin dayanak varlığının vade sonunda spot piyasada beklenen fiyatını yansıtmaktadır. Vadeli işlem piyasaları vadeli işlemlerin bu özelliği sayesinde bir ürünün gelecekteki fiyatı hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir (Kaya, 2010: 47). Bu söz konusu fiyat oluşumuna bağlı olarak, spot piyasada herhangi bir ürüne ait pozisyonu olup, fiyat riskinden korunmak isteyenler, gelecekteki fiyatı sabitlemek amacıyla vadeli işlemler yapmaktadırlar. Örneğin döviz borcu olan ya da üretim planlaması yapan işletmeler kaynaklarını daha risksiz bir şekilde gerçekleştirebilmektedirler.

Diğer yandan vadeli işlemlerde kar elde edebilmek için spekülatif olarak hareket edilebilmektedir. Kaldıraç etkisi sayesinde az bir maliyet (teminat) ile çok daha fazla şekilde (8 katından 400 katına) işlem yapma imkânı sunulmaktadır. Spekülatör işlemleri sonucunda, piyasada sert hareketler meydana gelebilirken, piyasadaki dalgalanmada azaltıcı bir etkisi de olabilmektedir. Spekülatif işlemler vadeli işlem piyasalarının derinlik kazanmasına katkıda bulunup piyasanın daha likit olmasına yardımcı olmaktadır.

Spekülatif yatırım kararları genellikle temel veya teknik analize dayanılarak kısa süreli alınmaktadır. Türev araçlarda işlemlerin kaldıraç etkisi taşımaları, riskin olasılığını / boyutunu arttırmakta ve kazanç/kaybın oluşma süresini kısaltmaktadır.

Türev ürünler riskli olmaları ile ünlüdür ve yeterince bilgili uzman kişiler tarafından kullanılmalıdır. Türev ürünlerin spekülatif amaçlı aşırı şekilde veya yanlış kullanılmaları piyasalar için olumsuzluk yaratabilmektedir. Bugüne kadar büyük zararlar ile sonuçlanan pek çok olay mevcuttur. Akılda kalan şirket iflaslarının yanı

sıra etkisinin hala hissedildiği küresel finans krizi ileri türev araçlar sebebiyle çıkmıştır. Ancak türev araç derken, kullanımı kastedilmektedir. Bu zararların ortaya çıkma nedeni olarak; düzenleme eksikliği, etkili bir iç kontrol sisteminin ve entegre risk yönetiminin olmaması nedeniyle aşırı yüksek boyutlu işlemler ve devamında takip eden piyasadaki büyük hareketler ile zarar pozisyonuna düşme gösterilebilir.

Türev ürünlerde yaşanan bu olumsuzluklara rağmen, bu araçlar finansal açıdan vazgeçilemeyecek araçlardır. Türev ürünler, spekülatif amaç dışında asıl amacı olan riskten korunma amacı doğrultusunda kullanılmaktadır. Risk yöneticisi, maruz kaldığı riski azaltmak için vadeli işlemler piyasasında spot piyasada almış olduğu pozisyonun aksi yönünde bir pozisyon veya bütüncül sentetik pozisyonlar almalıdır. Korunma oranı, hedging mekanizmasının özünü oluşturmaktadır.

1.2.3.1. Korunma Oranı

Riskten korunmak isteyen yatırımcılar, bir sermaye piyasası aracı, döviz, kıymetli maden veya malı kullanan, bunlarda pozisyon tutan veya gelecekte teslimatını bekleyen, ancak ilgili ürünün fiyatında gelecekte meydana gelebilecek olumsuz değişimlerden korunmak isteyen kişi veya kurumlardır (Dönmez ve diğerleri, 2002: 9).

Alım, satım veya sahip olunan pozisyonlardan kaynaklanan fiyat değişim riskine karşı korunma amacıyla bilinçli olarak yapılan işlemler, korunma amaçlı işlemlerdir. Eğer bir taraf için gelecekte fiyatların artması (düşmesi) risk oluşturuyorsa, vadeli işlemler borsasında uzun (kısa) pozisyon olarak ilgili ürünün fiyat artışı riskine karşı korunma sağlanabilmektedir. Böylece yatırımcı maliyetini tam olarak sabitleyebilirse, fiyat değişimlerinden etkilenmemiş olmaktadır. Bunun için “Riskten Korunma Oranı”, karşı karşıya kalınan fiyat riskini, vadeli işlemler piyasasında korunma amacıyla alınacak ya da satılacak kaç adet sözleşme ile ortadan kaldırılabileceğini belirlemeye yardımcı olmaktadır. Ama öncelikle ilgili kavramların anlaşılması gerekmektedir.

Bir vadeli işlem sözleşmesini satın alarak, uzun pozisyon tutan taraf, dayanak varlığı, vade sonunda, belirli bir fiyat, miktar ve şartlarda almayı ya da nakdi uzlaşmayı kabul etmekte; satıcı taraf, yani kısa pozisyon sahibi ise aynı varlığı aynı tarihte ve aynı fiyattan satmayı veya nakdi uzlaşmayı kabul etmektedir.

Vadeli işlem sözleşmesine konu olan ürün ile yatırımcının riskten korunmayı amaçladığı ürün aynı değilse, çapraz korunma (ürünler arası yayılma) söz konusu olmaktadır. Ürünler arası yayılma pozisyonu, birbiri ile yüksek korelasyona sahip farklı ürünler üzerine düzenlenmiş vadeli işlem sözleşmelerinin birinde uzun diğerinde kısa pozisyon alınması demektir. Burada ayrıca spot piyasadaki pozisyon miktarı ile vadeli piyasadaki pozisyon miktarı farklılıkları olabilmektedir. Bunun dışına korunma; aynı dayanak varlığına dayalı, farklı vadelerden birinde uzun diğerinde kısa pozisyon alındığında da takvimsel yayılma pozisyonu ile sağlanabilmektedir. Ayrıca dinamik hedging stratejileri de mevcuttur.

Vadeli işlem sözleşmesinde uzun ya da kısa pozisyona sahip kişi, açık pozisyonda olmaktadır. Piyasanın açık pozisyon durumu, seans içinde yeni pozisyon alma ve pozisyon kapatma işlemleri netleştirildikten sonra, vadeli işlem sözleşme yükümlülükleri hala devam eden katılımcıların tuttukları açık pozisyon sayısını gösterir. Açık pozisyon sayısı, piyasadaki uzun veya kısa pozisyon sayısına eşittir (Mosele, 2006: 35).

Genellikle piyasada en yüksek açık pozisyon sayısı en yakın vadeli sözleşmede ortaya çıkar. Bunun en önemli nedeni, uzun vadede kendini çok daha yoğun olarak hissettiren belirsizliğin, kısa vadede daha azalmaya başlaması ve bunun sonucunda işlem hacminin artış göstermesidir (Yılmaz, 2002: 74).

Açık pozisyonunu kapatarak vadeden önce piyasadan çekilmek isteyen yatırımcılar, herhangi bir vadeli işlem sözleşmesinde fiyatın belli bir zaman diliminde bir fiyattan ters işlem ile pozisyonlarını kapatabilirler. Yani kısa pozisyon sahibi iseler aynı sözleşmede alım, uzun pozisyon sahibi iseler aynı sözleşmede satım yaparak sahip oldukları pozisyonu kapatabilmektedirler.

Vadeli işlem sözleşmelerinde “Uzlaşma Fiyatı” ise, sözleşme bazında belirlenen ve hesap bazında günlük kâr/zarar ve teminat yükümlülüklerinin hesaplanmasında kullanılan fiyat olmaktadır (Dönmez ve diğerleri, 2002: 6).

Vadeli işlem sözleşmelerinde pozisyon alındığı andaki fiyat veya bir önceki uzlaşma fiyatı ile cari uzlaşma fiyatı arasındaki fark, açık pozisyon sahiplerinin hesaplarına yansıtılırken kullanılan gün sonu uzlaşma fiyatı kapanış fiyatından farklı bir şekilde hesaplanmaktadır. Kapanış fiyatı son işlem fiyatı olması nedeniyle manipülatif hareketlere daha açık bir fiyattır, vadeli piyasada ise pozisyonların kar

veya zararlarının hesaplanmasında genellikle borsa tarafından tanımlanan süre zarfında gerçekleşen işlemlerin ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Ancak vade sonunda takasa konu olacak son uzlaşma fiyatını belirlemek için çoğunlukla sözleşmenin peşin fiyatına bakılarak günlük uzlaşma fiyatlarından farklı çeşitli yöntemler kullanılmaktadır.

Fiziki teslimi olan vadeli işlem sözleşmeleri, vadesine kadar ters işlem yapılarak ortadan kaldırılmadıkça, vade sonunda teslim yükümlülüğü doğurur. Takas merkezi, sözleşmenin vadesi geldiğinde teslim yükümlülüğü olan takas üyeleri ile tesellüm yükümlülüğü olan takas üyelerini eşleştirir (Tütüncübaşı, 2006: 89). Eğer spot varlığa karşı vadeli piyasada korunma sağlanacaksa; vadeli işlem sözleşmesinde kaldıraç etkisiyle, kâr ve zarar başlangıç teminatından yüksek olabilmektedir. Zarar sonucu teminat çağrısına uyulmazsa, korunma pozisyon kapatılmaktadır.

Korunma oranı, vadeli işlem sözleşmesinden elde edilecek kâr veya zarar, spot piyasada elde edilecek kâr veya zararı ortadan kaldırmakta kullanılmaktadır. Açıkçası, vadeli işlem sözleşmelerinde spot pozisyonları hedge etmek için gerekli olan sözleşme sayısına “korunma (hedge) oranı” adı verilmektedir. Yani, anlam olarak bir birim spot piyasa pozisyonu için kaç birim vadeli işlem pozisyonu alınması gerektiği bu oranla belirlenmektedir.

En uygun korunma oranını ve gelecek sözleşme sayısını bulmanın amacı, cari ve gelecek varlıklar arasındaki birbiriyle bağlantılı fiyat değişikliklerini tümüyle giderecek korunma pozisyonunu elde etmektir. İyi bir korunma pozisyonu oluşturabilmenin en önemli koşulu, korunma yapılacak varlığın fiyat hareketleri ile çok yakından bağlantılı gelecek işlem sözleşmesi bulabilmektir. Bununla birlikte, uygulamada en mükemmel korunma pozisyonu kurmak her zaman olası değildir (Chambers, 1998: 160).

Vadeli işlemler piyasasında korunma amacıyla alınacak veya satılacak sözleşme sayısının belirlenmesinde aşağıdaki basit korunma oranı formülü kullanılır:

$$h = \frac{\Delta P^s}{\Delta P^f} \quad (6)$$

Δ = Değerdeki Değişim

P^s = Mevcut Varlığın Değeri

P^f = Gelecek Sözleşmesinin Değeri

h = Korunma Oranı

Temel kural spot fiyatlardaki değişkenlik artıyor iken, vadeli fiyatlardaki değişkenlik de artıyor ise korunma mümkündür. Örneğin, bir vadeli sözleşmesinin fiyatı 1 adım artarken, %10 faizli 2010 yıl vadeli tahvilin ortalama fiyatı 1.1 adım yükseliyorsa, korunma oranı $1.1/1 = 1.1$ olacaktır.

Spot fiyatlar ile vadeli fiyatların değişimi arasındaki ilişki korelasyon katsayısının ve korunma oranının hesaplanması sayesinde açıklanabilir. Yüksek korelasyon genellikle düşük bir baz riski olduğunu ifade eder. Spot fiyatlardaki fark ΔS , vadeli fiyatlardaki fark ΔF ve vadeli ile spot fiyatlar arasındaki korelasyon katsayısı ρ , 1'e yakın ise optimal korunma oranı şu şekilde saptanabilir:

$$h = \rho * [\sigma (\Delta S) / \sigma (\Delta F)] \quad (7)$$

Formülde σ standart sapma olup, bu oran aynı zamanda minimum varyans korunma oranıdır. Sözleşme sayısının bu yolla belirlenmesi sonucunda ise optimal korunma, başka bir deyişle tümüyle risksiz korunma gerçekleştirilmektedir. Ancak uygulamada bir korunma işleminin optimal olmasını engelleyen ve baz riski yaratan iki unsur bulunmaktadır. Bunlardan ilki korunmanın vadesi ile piyasadaki vadeli sözleşmenin birbirine uymamasından kaynaklanır. İkinci unsur ise vade tarihleri tümüyle uysa bile korunma sağlanacak ürün üzerine uygun bir sözleşmenin olmaması durumudur. Bu durumda çapraz hedge yapılmaktadır (Ersan, 1998: 73).

Korunma için gerekli olan vadeli işlem sözleşme sayısı ise aşağıdaki gibi olmaktadır;

$$\text{Sözleşme sayısı} = \frac{\text{Mevcut pozisyonun nominal değeri}}{\text{Vadeli işlem pozisyonunun nominal değeri}} \times h \quad (8)$$

1.2.3.2. Fiyatlama Modelleri

Vadeli işlem sözleşme fiyatlamalarında temel olarak taşıma maliyeti modeli ve baz beklentisi kullanılmaktadır.

Spot varlığın vadesine kadar taşınması için üstlenilen maliyete “taşıma maliyeti” denir. Her maliyet unsurunun kendine has özellikleri olduğu göz önüne alınması gerekmektedir. Vadeli işlem sözleşmelerinde pozisyona girilirken yatırılan başlangıç teminatı taşıma maliyeti içerisinde yer almamaktadır.

Vadeli İşlem Fiyatı = Spot Fiyat + Taşıma Maliyeti [Finansman maliyeti (zaman değeri ile) + depo + sigorta + navlun] - Temettü vb. getiriler (9)

Baz beklentisinde ise Contango ve Backwardation teorileri kapsamında kısa ve uzun korunmanın hangi durumlarda uygun olduğu ortaya konulmuştur. Normal piyasayı tanımlayan Contango'da vadeli-spot farkı taşıma maliyeti nedeniyle yüksektir, baz riski negatiftir ve kısa pozisyon alınması uygundur. Backwardation'da ise durum tam tersidir ve uzun pozisyon alınabilmektedir.

Opsiyon fiyatlamaları için ise Binomial fiyatlama modeli ile Black-Scholes fiyatlama modeli kullanılmaktadır. Black-Scholes modeli, hisse senedi fiyatlarının karakterini sürekli zamanlı ve sürekli değişkenli rastsal bir süreç olarak tarif eden olasılık dağılımlarını da kullanarak diferansiyel denklemler oluşturan bir modeldir (Gözcü, 2008: 139). Binomial Model, belli bir zamanda bir sonraki dönemde hisse senedi fiyatının belirli bir tutarda artacağı veya azalacağı varsayımına göre yatırımcıların kararlarına yön veren bir modeldir (Gök, 2009: 56). Monte Carlo Simülasyon modelleri kullanılarak opsiyon sözleşmesi fiyatları belirlenmektedir.

Özellikle opsiyonların fiyatlanmasında kullanılan, Black-Scholes gibi modeller menkul kıymetlerin volatilitelerini doğrudan açıklayamamaktadırlar. Bu modeller öngörülen volatiliteler ile uygulanılmaktadırlar. Yatırımcılar tarafından bir opsiyon sözleşmesinin fiyatının pahalılığının ya da ucuzluğunun belirlenmesinin yanında pozisyon riskini yönetmek için de kullanılmaktadırlar. Bu fiyatlama modellerdeki varsayımların çoğunun gerçek yaşamla bir ilgisi yoktur. Opsiyonların çalışmanın konusu olmaması dolayısı ile varsayımlarına ve hesaplanışlarına değinilmemiştir. Günümüzde risk yöneticileri, türev ürünleri kullanmalarıyla birlikte, RMD yöntemini de uygulamaya başlamışlardır.

1.2.4. Risk Ayarlı Sermaye Getirisi (RAROC)

RAROC (Risk Adjusted Return on Capital), 1970'lerin sonlarında Bankers Trust tarafından geliştirilmiş ve Dünya'da kabul görmüş bir sistemdir. Bu yöntemin amacı, bankada farklı iş birimlerinin performansını karşılaştırmak için ortak bir ölçü yaratmaktır. Bu çalışma işlem bazında, ürün bazında, müşteri bazında, iş birimleri

bazında hatta kar merkezleri bazında yapılabilmektedir (Bolgün ve Akçay, 2005: 403).

Bankacılıkta maruz kalınan risklerden ötürü bankaların beklenen ve beklenmeyen kayıp olasılıkları bulunmaktadır. Beklenen kayıplar için bankalar karşılık ayırırlar. Böylece mali yapılarını gelecekte yaşayabilecekleri kayıplara karşı korumuş olurlar. Fakat kredi veya piyasa riski gibi beklenmeyen kayıplar için risk sermayesi denilen bir sermaye ayrılması gerekmektedir. Piyasa riski için bu tutar RMD ölçümü ile de hesaplanabilir.

Her faaliyet aynı sermaye oranına ihtiyaç duymamaktadır. Objektif olarak sermayenin verimli şekilde ağırlıklandırılması avantaj yaratmaktadır. Farklı piyasalarda faaliyet gösteren iş kollarının üstlendikleri riskler de farklı düzeydedir. Etkin risk yönetiminin amaçlarından biri, sermayenin işkolları veya kar merkezleri arasında optimum dağıtılmasının sağlanmasıdır. RAROC, getirileri maksimize etmek amacıyla maruz kalınabilecek risklere karşı performansı ayarlayan bir yöntemdir.

RAROC'un hesaplanmasında getiri rakamı yerine "net kar" kullanılmaktadır. Tahsis edilen sermayenin, risksiz getirili ürüne örneğin bonoya yatırılmış olduğu düşünüldüğünde, elde edilecek getirinin mevcut kardan düşülmesi yoluyla yapılan risk düzeltmesi sonucu RAROC'a ulaşılabilecektir. Burada önemli olan konu, kullanılan getiri rakamından riskle ilgili bir indirimin yapılmasıdır. İndirim miktarı, eşik oran yardımıyla bulunur.

$$\text{Eşik Oran (k)} = \text{Risksiz Getiri Oranı} + \text{Risk Primi} \quad (10)$$

Risk primi, net olmamakla birlikte, banka ortağının risksiz getiri oranının üzerindeki getiri beklentisidir.

$$RAROC = \frac{\text{Net Kar} - (\text{Özkaynak} \times k)}{\text{Özkaynak}} \quad (11)$$

RAROC ortak bir ölçüm yaklaşımı ile gerekli sonuçları verdiği için banka yönetimi ile çeşitli çıkar çevrelerinin (Borç verenler, mudiler, düzenleyici kurum, derecelendirme kuruluşları) aralarındaki ilişkiyi güçlendirmekte ve tarafları tatmin etmektedir (Crouhy ve diğerleri, 2000: 569).

1.2.5. Senaryo Analizi

Senaryo analizi; maruz kalınan kayıp ve kazançların durumunun araştırılması ve buna bağlı olarak senaryoların kurulmasıdır. Pek çok risk çeşidine uygulanabilmektedir (Fidan, 2005: 8). Bir senaryo seçilip, belirlenen değişkenlerin nakit akışını ve finansal değerleri değiştireceği varsayılır ve sonuçlar bunlara göre analiz edilir. Geliştirilen her senaryo için ortaya çıkma olasılıkları ve etki değerleri varsayılarak, risklerin olası büyüklükleri belirlenmeye çalışılır. Bu da duyarlılık analizlerine bir temel oluşturmaktır.

Senaryo analizlerinde olasılıkların oluşturulması ve değerlendirilmesinde bireysel yetenekler ön plana çıkmaktadır. Ölçüm yapan kişinin oluşturduğu senaryonun gerçeklik düzeyi, sonucu etkilemektedir. İyimser, normal ve kötümser senaryolar analizlerin bütünlüğü açısından önemlidir.

Senaryo analizi ile skor kart yönteminin bazı benzerlikleri vardır. Her iki yöntem de risk profillerindeki değişimlere duyarlıdır ve operasyonel risk değerlendirmesinde uzman görüşünden faydalanmaktadır (Türkiye Bankalar Birliği, 2004: 48). Ayrıca istatistiksel analize göre verinin elde edilebilmesi zorluğu yoktur.

1.2.6. Riske Maruz Değer Yaklaşımı

Riske Maruz Değer yaklaşımı çalışmanın konusu gereği “2.2” nolu başlıkta ayrıntılı olarak incelenmiştir.

1.2.7. Risk Yönetiminde Eğilim

Kurumlar çeşitli risklerin çeşitlendirilip bir arada değerlendirerek ölçülenmesinden sağlanan faydaların farkına varmışlardır. Örneğin, piyasa risklerinin etkileri kısa zaman içinde görülürken, kredi risklerinin etkileri daha uzun zamanlarda görülmektedir. Maruz kaldıkları risklerin tümünü ölçebilmek için güvenilir ve bütünlük içinde uygulanabilen; yapıları, faaliyet alanları ve iş akışlarıyla uyumlu risk yönetimini ele almışlardır. Bütün riskleri bir portföy halinde yönetmek için entegre risk sistemleri geliştirmişlerdir.

Basel düzenlemeleri, bankacılık sektöründe değişik risk tiplerini entegre eden ve risk yönetimine bütüncül bir anlayış getiren bilgi teknolojilerine ihtiyacı ortaya koysa da, kurumlar taktik ve stratejik kararların sağlığı için kendi yapılarına uygun riskleri daha hassas ölçülebilen gelişmiş yaklaşımları bir bütün içinde kullanmayı tercih etmektedirler. Buna yönelik olarak sonuçları sermaye cinsinden veren OpVaR, EaR (Earnings at Risk) testleri geliştirilerek entegre risk yönetimi anlayışı yaygınlaşmıştır.

Kurumların kredi, piyasa, operasyonel ve diğer risklerinin yönetimini bir arada gerçekleştiren entegre risk yönetim sistemi, iç kontrol mekanizmalarına verilen önemin arttırması şeklinde değerlendirilebilir. Ancak, bu ağırlık; uzman personel, gerekli program ve veri sisteminin kurulması nedeniyle firma için ciddi maliyetler getirmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

FİNANSAL ZAMAN SERİLERİNİN TEMEL ÖZELLİKLERİ

VE RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİ

Bu bölümde, Riske Maruz Değer (RMD) kavramı ve ilgili kavramları, göz önünde bulundurulması gereken parametreleri, hesaplama yöntemleri, her bir yöntemin avantaj ve dezavantajları, stres testi ve sağlama (backtesting) konularında bilgi verilmiştir. Ayrıca Riske Maruz Değer yöntemlerinin karşılaştırılmasına ilişkin literatürdeki çalışmalar ortaya konmuştur.

2.1. RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİ

İstatistik ve ekonometri bilimleri, sağlanan ilerlemelerle büyük bir gelişme göstermiştir. Artık uzun süreli ve maliyetli çalışmalar sonucu gerçekleştirilen analizler kısa sürede tamamlanabilmektedir. Bununla birlikte uygulamaya dair kavramlarda da ilerlemeler kaydedilmiş ve bu kavramlar basitleşmiştir.

2.2. RİSK ÖLÇÜMÜ İLE İLGİLİ İSTATİSTİKSEL VE EKONOMETRİK KAVRAMLAR

RMD yönteminin daha iyi anlaşılabilmesi için, öncelikle kullanılan kavramların açıklanması gerekmektedir.

2.2.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Önceki bölümlerde anlatılan kavramlar üzerinde tekrar durulmamış ve gerekli düzeyde anlatılmıştır.

2.2.1.1. Zaman Serisi

Finansal zaman serileri, ekonometrinin geniş bir alt konusudur. Bir zaman serisi bir değişkenin değişik zamanlarda gözlenen değerler takımıdır. Bu veriler hisse

senedi fiyatları gibi günlük, Merkez Bankasının yayınladığı para arzı gibi haftalık, ÜFE gibi aylık, hükümet bütçeleri gibi yıllık, imalat sanayi anketleri gibi beş yıllık aralarla düzenli olarak toplanabilmektedir (Gujarati, 2006: 23).

Finansal zaman serilerinin temel istatistik özellikleri; geniş dağılımlara (fat-tails, leptokurtosis) sahip olmaları, volatilitenin zaman içerisinde değişimi (Heteroskedasticity), getiri volatilitenin zaman içerisinde otokorelasyon göstermesi, yüksek volatilité dönemlerinde asimetrik özelliğinin ortaya çıkması olarak sıralanabilir (Çifter, 2004: 1).

Bir zaman serisinin geçmişte gösterdiği seyri ortaya çıkarmak gelecek hakkında tahminler yapmak için gereklidir. Getiri veya fiyat değişimine ait zaman serisinin oluşturulmasında üç temel yöntem vardır.

- **Mutlak fiyat veya getiri değişim serisi;** herhangi bir tarihteki fiyat veya getiri seviyesi ile bir önceki tarihteki fiyat veya getiri seviyesi arasındaki, mutlak farkların para birimi cinsinden veya yüzdesel olarak ifade edildiği zaman serileridir.

$$X_{t_1-t_0}, X_{t_2-t_1}, X_{t_3-t_2}, \dots, X_{t_n-t_{n-1}}$$

- **Nispi fiyat veya getiri değişim serisi;** herhangi bir tarihteki fiyat veya getiri seviyesi ile bir önceki tarihteki fiyat veya getiri seviyesi arasındaki mutlak farkların, bir önceki fiyat veya getiri seviyesine oranı olarak ifade edildiği zaman serileridir.

$$\frac{X_{t_1-t_0}}{X_{t_0}}, \frac{X_{t_2-t_1}}{X_{t_1}}, \frac{X_{t_3-t_2}}{X_{t_2}}, \dots, \frac{X_{t_n-t_{n-1}}}{X_{t_{n-1}}}$$

- **Logaritmik fiyat veya getiri değişim serisi;** herhangi bir tarihteki fiyat veya getiri seviyesinin bir önceki tarihteki fiyat veya getiri seviyesine olan oranının doğal logaritmasının alınması suretiyle oluşturulan zaman serileridir. Finansal piyasalarda log-normal dağılım yaygın kullanılmaktadır.

$$\ln \frac{X_{t_1-t_0}}{X_{t_0}}, \ln \frac{X_{t_2-t_1}}{X_{t_1}}, \ln \frac{X_{t_3-t_2}}{X_{t_2}}, \dots, \ln \frac{X_{t_n-t_{n-1}}}{X_{t_{n-1}}}$$

2.2.1.2. Elde Tutma Süresi

Elde bulundurulmuş finansal varlık veya portföyün nakde dönüştürülmesine yani likidite edilmesine kadar geçecek olan gün sayısıdır. Risk ile arasında doğru

orantı vardır (Özmeriç, 2006: 69). Sürenin artmasıyla, geleceğe yönelik değişkenlik de yükselmektedir.

Elde tutma süreleri bir gün olabildiği gibi, bir ay, üç ay veya bir yıl gibi süreler de olabilir. Elde tutma süresi, ilgili finansal varlığın likiditesine göre değişebilmektedir. Çoğu kuruluş, elde tutma süresini bir gün olarak almaktadır. Çünkü elde tutulan varlıklar genellikle çok likit varlıklar olduğu için, elde tutma süresi ile portföyün tasfiye edilebileceği süre uyumlu olmaktadır (Duman, 2000: 24).

Piyasa düzenleyicileri ise, olumsuz piyasa koşullarında likiditenin düşeceği ve alım-satım faaliyetlerinin zorlaşacağını düşünerek, daha uzun bir elde tutma süresini tercih etmektedirler. Basel Komitesi, bankalar için RMD hesabında 10 iş günü veya iki hafta kullanılmasını istemektedir (Ege, 2006: 62). BDDK da Kasım 2006'da 26335 sayılı resmi gazetede yayımladığı tebliğe göre; bankaların en az 10 iş günü üzerinden elde tutma süresini almalarını öngörmektedir. Normal piyasa koşullarında, birçok pozisyon daha kısa bir sürede likidite edilebildiğinden, 10 günlük elde tutma süresi tutucu olmakla eleştirilmektedir (Altun, 2008: 20).

Elde tutma süresi, RMD hesaplamalarına yansıtılırken, zamanın karekökü ile ilişkilendirilir ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Akçay ve Bolgün, 2005: 393):

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

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

$$252 \text{ günlük elde tutma süresi} = \sqrt{252} = 15,87451$$

Riskin, zamanın karekökü ile ölçeklendirilmesi, rassal yürüyüş modelinin de temeli olan “Brownian” harekete dayanmaktadır. Brownian hareketi izleyen bir rastsal parçacığın aldığı mesafe, zaman biriminin karekökü kadar artış gösterir (Akan ve diğerleri, 2003: 31).

2.2.1.3. Örneklem Periyodu

Fiyat değişimlerinin gözleneceği ve buna dayanarak volatilité ve korelasyonların hesaplanacağı gözlem periyodudur. Örneklem periyodunun seçimi kuruluşların amaçlarıyla yakından ilgilidir. Eğer risk ölçüm modelinin fiyatlardaki değişimlere duyarlı olması isteniyorsa kısa bir dönem seçilebilir (Ege, 2006: 68).

Seçilen gözlem periyodunun uzunluğu hesaplanan RMD rakamlarında büyük değişiklikler göstereceğinden Basel Komitesi'nin belirlediği örnekleme periyodu bir yıl, yani 252 iş günüdür. J. P. Morgan ise RiskMetrics'de 250 iş gününü örnekleme periyodu olarak kabul etmiştir. Daha uzun dönemli veri setini hesaplamalarda kullanmak, RMD hesaplanmasını daha gerçekçi kılacaktır. Ayrıca, tarihi fiyat hareketlerinin kaydedildiği veri setleri de düzenli olarak yenilenmelidir.

2.2.1.4. Güven Aralığı

RMD hesaplamalarının güvenilirliğini veren parametredir. Güven aralığı ne kadar yüksek ise, ortaya çıkan RMD de o kadar yüksek olmaktadır. Basel Komitesi tarafından % 99 güven düzeyinde ve tek taraflı güven aralığının kullanılması istenmektedir. BDDK da % 99 güven düzeyiyle risk ölçülmesini benimsemiştir. J.P. Morgan RiskMetrics hesaplamalarında % 95 güven düzeyini kullanmaktadır.

Standart sapma için kullanılacak katsayı farklı güven aralıklarında farklı değerler almaktadır. Normal dağılıma sahip bir rastsal değişkenin beklenen değeri μ ve varyansı σ^2 olmaktadır. Her farklı μ ve σ değeri için bir standart normal dağılım tablo değeri (Z) hesaplanır, güven aralıklarının katsayıları tabloya bakılarak bulunabilir. Bu değer $Z = (x - \mu) / \sigma$ formülü ile hesaplanır. Z değeri (standart normal dağılım tablo değeri), % 95 güven aralığında 1,645; % 99 güven aralığında 2,326 bulunur.

RMD hesaplamalarında tek taraflı güven aralığı kullanılmaktadır. Çünkü RMD sadece negatif tarafla ilgilendir, sıfırdan küçük tarafı kullanılacağından aslında katsayılar negatif olacaktır. % 95 güven seviyesinde RMD hesaplanmak istendiğinde, bunun anlamı; dağılımın sol kuyruğunun % 5 olduğudur. Mesela 1,645 değeri, %5 olasılıkla zararın RMD'den fazla olacağını gösterir. Böylece, %95 güven aralığı ortalama beklentiden 1,645 standart sapma uzaklıkta olacak demektir.

Buna ek olarak RMD hesaplamalarında, geçmiş volatilitenin gelecek volatilitesi için bir rehber olduğuna inanılır, ancak volatilitenin sürekli değişmez kalacağı varsayılmamalıdır. Bu gibi geçmiş verilerle ilişkilendirme yapıldığında sistemin geçerliliği söz konusu olunca yüksek güven düzeyinde RMD'yi doğrulamaktan kaçınmak gereklidir (Dowd, 2000: 52).

2.2.1.5. Baz Alınan Para Birimi

RMD hesaplamalarında bir para biriminin baz alınması gereklidir. Bu baz alınan para birimi herhangi bir para cinsi olabilmektedir. Fakat farklı olan para birimiyle ifade edilen finansal verilerin baz alınan para birimine çevrilmesi gereklidir. RMD hesaplanırken baz alınan para birimi, genellikle şirketin faaliyetlerinin raporlandığı para birimi olmaktadır (Ege, 2006: 68).

2.2.2. Olasılık Dağılımları

Olasılık dağılımları, herhangi bir olayın ortaya çıkma sıklığını veya ortaya çıkma olasılığını ortaya koyan istatistiksel modellerdir. Volatilite analizlerine geçmeden önce, dağılımlar incelenmelidir. Çünkü risk ölçümleri yapılırken, getiri değişimlerinin göstermiş olduğu dağılım yapıları tahminlerin daha doğru yapılabilmesine imkan verecektir. Olasılık dağılımları içerisinde en çok karşılaşılan “Normal Dağılım”dır.

Finansal ekonometri yazınında, dağılımların incelenmesi ve analiz kapsamında doğru dağılımın kullanılması çok önemlidir. Bu durumda finansal serilere ilişkin gerçekleştirilen analizlerde normal dağılımın esas alınması yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir (Adakale, 2009: 87).

Riske Maruz Değer hesaplamasında, daha gerçekçi değerler elde etmek ve öngörülenden daha fazla risk aşımı yaşamamak için, portföy getirisini oluşturan risk faktörlerinin dağılımına en çok uyan dağılım tespit edilmelidir. Tutarlı sonuçlar elde edebilmek için normal dağılım dışında diğer dağılımların da incelenmesi gerekmektedir. Üstel dağılım, gamma, beta, geometrik ve poisson vb. dağılımlar çok fazla olabileceği gibi RMD hesaplamalarında en sık olarak kullanılanları normal, student-*t* dağılımı ve genelleştirilmiş hata dağılımı (Generalized Error Distribution – GED)’dir.

2.2.2.1. Normal Dağılım

Normal dağılım simetrik bir dağılımdır. Normal dağılım literatürde Gaussian dağılım olarak da adlandırılmaktadır. Dağılım türü Merkezi Limit Teoreminden hareketle oluşturulmuştur. Laplace, gözlem sayısı arttıkça her dağılımın normal dağılıma yakınsandığını merkezi limit teorisi ile ispatlamıştır (Bolgün ve Akçay, 2005: 150) Merkezi Limit Teoremi, değişkenlerinin toplamının sabit bir varyansı varsa, değerlerin normal dağılım şeklinde dağıldığı kuralına dayanmaktadır. Fiyat farklarının (getiri) dağılımı normale yakınsadıkça zaman serisinin rassallığı ve piyasanın etkinliği de artış göstermektedir.

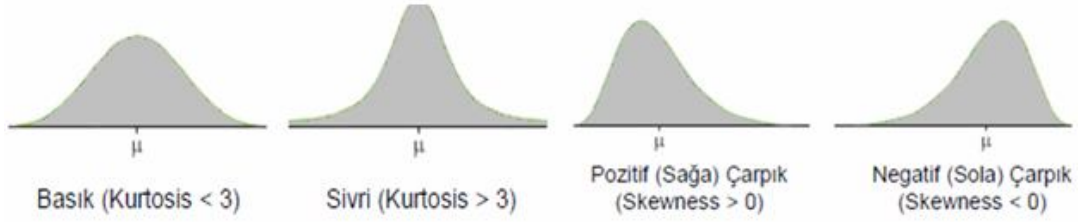
Bir dağılımın normal dağılım göstermesi, bağımsız tesâdüfî değerlerin ortalama limitler etrafında olduğu anlamına gelir. Bununla birlikte, ortalamada doruğa çıkan, uçlara doğru gittikçe azalan bir olasılık yoğunluk fonksiyonunu gösteren ve bir çana benzeyen dağılımdır.

Burada, temel olgu, X_i 'nin dağılımı ne olursa olsun (σ^2 sonlu olmak koşuluyla) toplamdaki n büyüdükçe, Z 'nin dağılımının standart normal dağılıma yakınsandığıdır (Newbold, 2000: 225).

Normal dağılımda standart sapma 1, ortalama 0 iken, çarpıklık 0, basıklık 3'tür. Bununla beraber normal dağılım varsayımına paralel olarak, portföyde yer alan varlıkların standart sapmasının durağan olduğu kabul edilecektir.

Çarpıklık ve basıklık değerleri seri dağılımının simetrik ve kuyruk yapıları hakkında önemli bilgiler vermektedir. Dağılımın simetrik olup olmadığı "Skewness (Çarpıklık)" katsayısı ile anlaşılmaktadır. Normal dağılımda Skewness=0 olur. Skewness>0 ise sağa çarpık, Skewness<0 ise sola çarpık bir dağılım söz konusudur. Dağılımın şeklini belirleyen diğer ölçüt "Kurtosis (Basıklık)"tır. Bu ölçüt, risk yöneticilerine olağan üstü kayıplarla karşılaşma olasılığı ile ilgili bilgi verir. Normal dağılımda Kurtosis=3 olur. Eğer Kurtosis>3 ise sivri bir dağılım, Kurtosis<3 ise basık bir dağılım söz konusudur (Adakale, 2009: 84).

Şekil 4: Dağılım Yapıları



Dağılımın basık olması, kuyruk bölgede yer alan uç değerlerin çok fazla olduğunu gösterir. Volatilitenin çok yüksek olduğu piyasalarda sıkça karşılaşılabilecek bu duruma “şişman kuyruk” denir ve RMD hesaplamalarında sorun yaratır. Bu sorunu gidermek için stres testleri kullanılmaktadır.

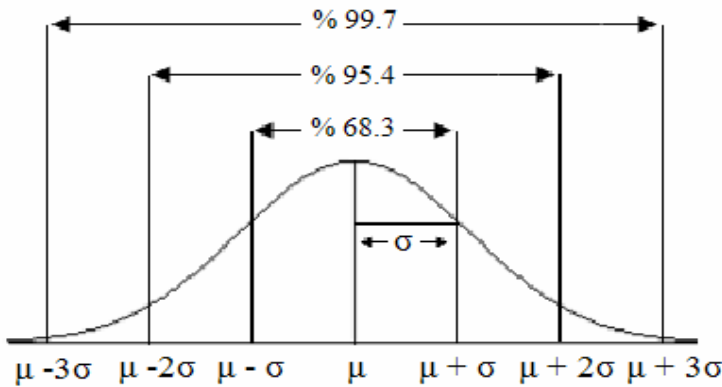
Dağılımın normal dağılıma uyup uymadığı Jarque Bera testi ile araştırılabilir. Jarque Bera, χ^2 tablosu ile karşılaştırılır, hesaplanan değer tablo değerinden küçük ise H_0 , büyük ise H_1 hipotezi kabul edilir. Jarque Bera testi “olasılık değeri” için sonuç sıfırdan büyüdükçe normallikten uzaklaşmaktadır.

H_0 : Dağılım normal dağılıma uymaz.

H_1 : Dağılım normal dağılıma uyar.

Aslında bir dağılımın normal dağılım gösterip göstermediği histogram grafiklerinden de anlaşılabilmektedir. Normal dağılım eğrisinin (Çan Eğrisi) altında kalan alan, olasılığı gösterir ve toplamı %100’e eşittir. Ortalamadan 1 standart sapma sağa ve sola gidildiğinde, toplam olasılığın %68,3’ü, 2 standart sapma gidildiğinde %95,5’i, 3 standart sapma gidildiğinde %99,7’si kapsanmış olur.

Şekil 5: Standart Sapma Gösterimli Olasılık (Normal) Dağılımı

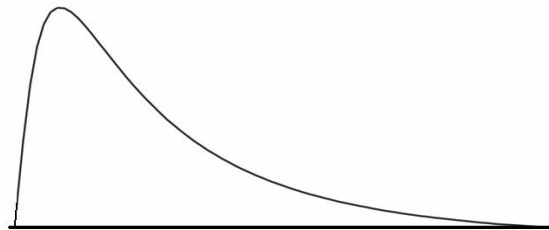


Dolayısıyla 2 standart sapmalı RMD hesaplandığında, tahminin güvenilirlik derecesi %95,4 , buna karşılık Riske Maruz Değer'in hesaplanan RMD miktarını aşma olasılığı %4,6 olur. %4,6 olasılık sağ ve sol olmak üzere ikiye bölündüğünde; %2,3 bulunur. Sağ taraftaki değişimler pozitif etki olduğundan (örneğin kur artış riski), hesaplanacak riske maruz değer tek taraflı güven düzeyi $95,4 + 2,3 = 97,7$ olur. Farklı güven düzeyleri için standart sapma değerleri ('z' değerleri) Microsoft Excel programı NORMSTERS fonksiyonu ile bulunabilmektedir.

Çoğu finansal varlığın getiri dağılımlarında kalın kuyruk tanımı ile ifade edilen getiri dağılımının kuyruk kısmındaki olasılığın normalden yüksek olması durumu söz konusudur (Altun, 2008: 30). Normal dağılım varsayımı yapıldığından portföyün RMD'si, sağa çarpık dağılım sebebiyle normal dağılıma göre kuyruk olasılıkları daha düşük olacağından, daha yüksek yani daha riskli hesaplanmaktadır. Sola çarpık dağılım söz konusu olduğunda ise normal dağılıma göre kuyruk olasılıkları daha yüksek olacağından RMD daha düşük yani daha az riskli hesaplanmaktadır (Altun, 2008: 31).

Başka bir normal dağılım tipi ise; teorik olarak normal dağılımın kullanılmadığı zaman (örneğin fiyatların negatife dönmemesi nedeniyle) uygulanan, lognormal dağılımdır. Standart normal dağılımın aksine lognormal dağılımda negatif değerler kullanılamamaktadır, tek kuyrukludur. Bundan dolayı sıfıra yakın minimum pozitif değere yakın kur ve faiz oranlarının modellenmesinde kullanılması uygun olabilmektedir. Lognormal dağılımlar genellikle etki dağılımlarının simülasyonunda, özellikle de olayın sonucunda herhangi bir pozitif kazanç olmayan sorumluluk ve maddi kayıpların etkisinin simülasyonunda kullanılmaktadır (Marshall, 2001: 232).

Şekil 6: Lognormal Dağılım



2.2.2.2. Student- t Dağılımı

Önerilen diğer bir dağılım türü, Student- t dağılımıdır. Bu dağılım normal dağılıma benzemektedir, simetrik bir dağılımdır ve olabilirliğin hesaplanması üzerine kurulmuştur. Student- t dağılımında, örneklemin standart sapması bilinmez.

Zaman serilerinin şişman kuyruk özelliğine sahip olması Student- t dağılımının oluşumuna sebep olmuştur. Bu dağılım da normal dağılımdan daha fazla şişman kuyruk durumu vardır. Bunun anlamı, Student- t 'nin yoğunluk fonksiyonunun, normal dağılımdan daha yayvan olduğudur. Bu durum daha büyük bir varyansla kendisini gösterecektir (Newbold, 2000: 312). Yayvanlığın temel nedeni ise, ana kütle standart sapması yerine örneklemin standart sapmasının geçirilmesi sonucu oluşan belirsizliktir.

Student- t dağılımının serbestlik derecesi (bağımsız veri sayısı) arttıkça, dağılım normal dağılıma yakınlaşacaktır. Araştırmalar aylık ve haftalık verilerin açıklanmasında bu dağılımı yeterli görürken, menkul kıymet getirilerinin süresi olarak ölçülen artışlar dağılımı normal dağılıma yaklaştırmaktadır. Popüler olarak güven aralığı veya hipotez sınamasında, yani çıkarımsal istatistik analizlerde, uygulanmaktadır. Bollerslev, Student- t dağılımının GARCH modellerinde kullanılmasını önermiştir (Çifter, 2004: 4).

Sonuç olarak risk faktörlerinin dağılımının normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmişse, normal dağılım yerine nispeten daha şişman kuyruklu bir dağılım olan student- t dağılımı tercih edilebilir.

2.2.2.3. Çarpık (Skewed) Student- t Dağılımı

Çarpıklık ve basıklık değerleri finansal uygulamalarda birçok yönden öneme sahiptir. Student- t dağılımı simetrik bir dağılım olduğundan asimetrik yapıyı göz ardı etmektedir. Bu boşluğu doldurmak üzere Hansen (1994) tarafından asimetrik yapıyı da dikkate alan Skewed Student- t dağılımı geliştirilmiştir (Demireli, 2010: 143). Daha sonra Fernandez ve Steel (1998) tarafından geliştirilen Skewed Student- t dağılımı Lambert ve Laurent (2001) tarafından GARCH modellerine uygulanmıştır.

Dağılımın en önemli özelliği, asimetri ve şişman kuyruk yapılarının birlikte dikkate alınmasıdır (Adakale, 2009: 90).

2.2.2.4. Genelleştirilmiş Hata Dağılımı

Özellikle spekülatif hareketlerin olduğu durumlarda şişman kuyruk sorunu Student-*t* dağılımı ile çözümlenemeyebilmektedir. Genelleştirilmiş Hata Dağılımı (Generalized Error Distribution-GED), Nelson (1991) tarafından geliştirilmiştir. Nelson, EGARCH modelinin GED özelliğini gösterdiğini varsaymaktadır.

2.2.3. Zaman Serilerinde Durağanlık

Zaman serileri çalışmalarının büyük bir çoğunluğu belirsiz bir gelecek hakkında doğru kestirimler yapmaya yöneliktir ve gerçekleştirilen analizler, ancak durağanlık kriterinin sağlanmasıyla tutarlı sonuçlar verebilir. Bu yüzden ele alınan zaman serilerinin model kurma ve öngörüleme aşamasına geçmeden önce durağanlık yapısına bakılır (Adakale, 2009: 92). Eğer süreç durağan değilse, kestirimler sadece ele alınan tahmin dönemi için geçerli olacaktır. Bir zaman serisinde, verilen bir şoka karşı, şokların etkisinin geçici olması gereklidir ki, şokların etkisi kalıcı ise, geçen dönemin trendi devam eder ve seri ortalama değerine geri dönemez. Eğer zaman serisi durağanlık özelliğine sahip değilse yanlış model belirlenebilmektedir. Bu ise, tahminlerin yanlış olmasına sebebiyet vermektedir.

Zaman serisi verilerinin zamandan bağımsız olarak belli bir ortalama etrafında dağılma gösterdiği veya varyansının zamana bağlı olarak değişmediği durumlar, zaman serisinin durağan bir seri olduğunu gösterir.

Birçok ekonometrik analizde ele alınan iki serinin de güçlü genel eğilimler (trend) taşıması nedeniyle değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olmasa dahi yüksek bir R^2 bulunmaktadır. Gözlenen yüksek R^2 , iki değişken arasındaki gerçek ilişkiden ziyade bu eğilimden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle regresyonun gerçek bir ilişkiyi mi yoksa sahte bir ilişkiyi mi ifade ettiği, zaman serilerinin durağan olup olmamasıyla yakından ilgilidir (Gujarati, 2006: 709).

Literatürde durağanlıktan kasıt; zayıf durağanlık olup, zamandan etkilenmeyen ortalaması, varyansı ve kovaryansı sabit olan serilere zayıf durağan seriler adı verilir. Kovaryans durağanlık veya ikinci mertebeden durağanlık adı da verilmektedir (Bozkurt, 2007: 27).

Bununla birlikte, zayıf durağanlık yanında güçlü ve kesin durağanlık kavramları da vardır. Güçlü durağanlıkta sonlu ortalama ve varyansa gerek yoktur. Serinin bileşik olasılık dağılımı da biliniyorsa güçlü durağanlık söz konusudur. Zayıf durağanlık güçlü durağanlığa göre daha kısıtlı şartlar taşımaktadır. Bunların yanı sıra serinin bileşik dağılımının normal olması durumu kesin durağanlık olarak adlandırılmaktadır (Kutlar, 2000: 17).

Finansal zaman serileri genellikle konjonktürel, arızı ve mevsimsel etkilerden dolayı durağan değildir ve zaman serilerinin uygun bir modele oturtulabilmesi için serilerin önce çeşitli yöntemlerle durağan hale getirilmesi gerekmektedir.

Bu aşamada bahsedilmesi gereken önemli bir ayrım da deterministik ve stokastik süreç farkıdır. Zaman serisine yapılacak doğrusal trend ilavesi ile yani trendsizleştirme sonucunda eğer seri durağan hale geliyorsa, bu zaman serisi deterministik bir trende sahip olmaktadır. Ancak eğer trendsizleştirme zaman serisini durağan hale getirmiyorsa bu durumda fark alınarak zaman serisi durağan hale getirileceğinden stokastik bir trend geçerli olmaktadır (Enders, 1995: 155).

Seride ilk farkların alınması ile durağanlık sağlanmışsa buna birinci dereceden bütünleşik (durağan olmayan) seri denilmektedir. Seride ilk farkların alınmasıyla durağanlık sağlanamamışsa, ikinci farkların alınması yoluna gidilir. İkinci farkların alınmasıyla da durağanlık sağlanamadıysa üçüncü, dördüncü gibi farklar alınarak seride durağanlık sağlanmaya çalışılır. ‘d’ kadar farkın alınması ile durağanlık sağlanıyorsa serinin ‘d.’ dereceden bütünleşik olduğu söylenir ve $I(d)$ şeklinde gösterimi yapılabilir (Sevinç, 2007: 75).

Değişik yöntemler olmakla birlikte, durağanlık için kullanılan en yaygın en geçerli yöntem “birim kök” testleri olmaktadır. Birim kök testlerinde serinin birim kök içerip içermediğine bakılır. Seri birim kök içerirse, durağan değildir. Birim kök araştırması için de pek çok farklı testler uygulanabilmektedir. Bir zaman serisinin birim köke sahip olup olmadığının tespiti için kullanılan yöntemlerden biri de Dickey ve Fuller tarafından geliştirilmiş olan Dickey-Fuller testidir (Yürekli; Çevik, 2005:

47). Bu testin ilk ortaya çıkışı, 1979'da Journal of American Statistical Association adlı dergide yayımlanan çalışmayla olmuştur. Ayrıca Phillips-Perron ve KPSS birim kök testleri de vardır.

Daha sonra, Dickey ve Fuller, ilk kurdukları birim kök testi modelin hata terimlerinin arasında otokorelasyon olmadığı varsayımına dayanmasından dolayı hata terimlerinin otokorelasyonlu olması durumunda, bunların modellenenbilmelerine imkan vermemesi nedeniyle, Dickey-Fuller otokorelasyonu kaldırmaya yetecek, bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerini, bağımsız değişken olarak modele dahil eden yeni bir test geliştirmiştir. Bu test Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testidir (Sevinç, 2007: 80).

Dickey-Fuller testleri sadece birinci dereceden bir AR sürecini baz almaktadır. Ancak hata teriminin beyaz gürültü özelliği gösterebilmesi için daha yüksek dereceden AR modellerine ihtiyaç olabilir. Bu eksiklik, ADF testlerinde daha yüksek dereceden AR süreçlerine yer verilerek giderilmeye çalışılmıştır.

ADF birim kök testinin uygulanabilmesi için hata payındaki otokorelasyonun ortadan kaldırılması otokorelasyonun doğru derecesinin belirlenmesine bağlıdır. Uygulamalarda otoregresif gecikme uzunluğu önceden bilinmediği için modelde yer alması gereken gecikme sayısı (p) farklı stratejiler yürütülerek araştırmacı tarafından belirlenmektedir. Çünkü modele yanlış gecikme dahil edilmesi, yapılacak testin gücünü azaltır. Ayrıca seçilecek gecikme, olması gerekenden büyük seçilirse tahminler eğilimli olacaktır. Seçilecek gecikme sayısı doğrudan örneklem hacmi ile ilişkili olacaktır. Sınırlı gecikme sayısının belirlenmesi için Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Bilgi Kriteri (SIC) ve genelden özele yaklaşımı en çok kullanılan stratejiler olarak bilinmektedir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2007: 323). Kriter değerlerini minimum kılan "p" değeri uygun gecikme sayısı olarak belirlenmektedir.

Bunlardan dışında; Akaike Final Prediction Error (FPE), Bayesian Information Criterion (BIC), Hannan – Quinn Criterion (HQ), Campel – Perron kriterleri mevcuttur.

ADF testi δ 'in negatifliğini test etmektedir. Bir zaman serisinin oluşum sürecinde bir birim kökün varlığı hakkında karar verebilmek için kurulacak hipotez aşağıdaki gibidir; Burada $\phi = 1$ olduğunda $\delta = 0$ olmaktadır.

$H_0 : \delta = 0$ ($\varphi = 1$) eğer $\tau_\delta > \tau$ ise seri durağan değil,
 $H_1 : \delta \neq 0$ ($\varphi < 1$) eğer $\tau_\delta < \tau$ ise seri durağandır.

Dickey-Fuller testinde olduğu gibi sıfır hipotezi serinin durağan olmadığı varsayımına dayanırken buna karşılık alternatif hipotez, serinin durağan olduğu düşüncesini ifade etmektedir. Hipotez $\varphi = 1$ ile birim kökün var olduğunu ifade eder (Ege, 2006: 132; Şimşek, 2003: 48; Okur ve Çağıl, 2005: 357). Burada τ veri bir anlamlılık düzeyinde Dickey-Fuller τ (tau) tablosundan elde edilen kritik değerdir. Birim kökün olduğu hipotezde geleneksel yolla hesaplanan t istatistiği kullanılamayacağından bunun yerine Dickey-Fuller'in oluşturduğu τ (tau) istatistiği kullanılmaktadır. Çünkü H_0 hipotezi altında; t istatistiklerinin tutarlı olabilmesi için serilerin durağan olması gerekmektedir. Kritik değerler Dickey-Fuller tarafından Monte Carlo benzetimleriyle tablolastırılmıştır (Gök, 2009: 106).

Eğer, hesaplanan τ Dickey-Fuller test istatistiğinin mutlak değeri $|\tau|$, MacKinnon kritik eşik değerlerinin mutlak değerinden küçükse $H_0 : \delta = 0$ hipotezi kabul edilir ve incelenen zaman serisinin durağan olmadığı kabul edilir. Eğer bu durumun tam tersi bir sonuç çıkarsa H_0 hipotezi reddedilir ve zaman serisinin durağan olduğu sonucuna varılır (Yıldırım, 2003: 6). Başka bir ifadeyle durağan olan bir zaman serisi için t_δ değeri büyük miktarda negatif olmalıdır. Serilerin durağanlığının test edilmesi ve durağan değilse farkları alınarak durağan hale getirildikten sonra modelin tahmin edilmesi gerekmektedir.

2.2.4. Volatilite Tahmin Modelleri

Zaman serilerinin oluşumunda belli bir aralığa göre dizilerek bir araya getirilen gözlem değerleri birbirine bağımlıdır. İç bağıllık olarak ifade edilen bu özellik, bir zaman serisini bağımsız gözlem değerlerinden oluşan serilerden ayıran önemli bir özelliktir. Bu özellik sayesinde, bir zaman serisinin geçmiş ve bugünkü değerine bakılarak geleceği öngörme imkânı elde edilebilmektedir (Bircan ve Karagöz, 2003: 50).

Volatilite tahminleri risk yönetiminde hayati öneme sahiptir. Piyasa koşullarına uygun volatilite hesaplama yöntemi ve RMD modellerinin seçimi sağlıklı bir risk yönetimi için ön şarttır. Hesaplanan volatilite yüksek değerli ise, riski yüksek

olacaktır ve varlıklar büyük risk taşımalarının yanı sıra, büyük de getiriler de elde edebilmektedirler. Ancak, Riske Maruz Değer hesaplamalarında sadece kayıplar dikkate alınmakta ve volatilité de bu amaçla kullanılmaktadır.

Geçmişteki volatilité hesaplanmasında sorun yaşanmazken gelecekteki volatilitenin tahmin edilmesi önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Portföy volatilitesi (riski), sadece varlıkların standart sapmalarına göre değil, varlıklar arasındaki kovaryans ilişkisine de bağlı olmaktadır (Sevil, 2001: 54).

Gelecekteki değişimleri tahmin edebilmek için kullanılmak üzere farklı modeller geliştirilmiştir. Uygulamada volatilité tahminlerinin hesaplanması için, tarihi (parametrik), öngörülen (zımnî) yaklaşımlar ve ARCH, GARCH gibi otoregresif modeller kullanılmaktadır. Alternatif olarak stokastik volatilité tahmininin yapıldığı da bilinmektedir.

Literatürde genellikle hesaplamalarda varyans sabit kabul edilmiştir, ancak günümüz piyasa koşullarında varyansın sabit kabul edilmesi çok gerçekçi bir yaklaşım da değildir. Otoregresif modellerin (ARCH vb.) en önemli farklılığı; varyansın sabit olmadığını kabul etmeleri ve böylelikle daha az sapmalı sonuçlara ulaşabilmeleridir.

2.2.4.1. Tarihi Volatilité Tahmin Modeli

Tarihi volatilité, tahminlerini yaparken, cari bilgilerini kullanmadan menkul kıymetlerin ortalama etrafındaki getiri değişkenliğini ölçen istatistiksel bir ölçüdür (Giannopoulos, 2000: 42). Belli bir dönem aralığında gerçekleşmiş varlık fiyatlarının, ortalamadan sapması bulunarak değişkenlik hesaplanmaktadır. Hesaplama dönemleri içinde volatilitenin sabit olduğu varsayımı dışında herhangi bir varsayım içermemektedir. Bu nedenle geleceğin tahmininde eski verilere bağlı kalınacağı için, hatalı sonuçlar verebilmektedir. Tarihi volatilité serinin nasıl dağıldığı ile ilgilenmemektedir. Kullanımı ve anlaşılması en kolay metotlardan birisidir.

Tarihi volatilité geçmiş verilerin geriye dönük bir şekilde analizinde daha çok kullanılmaktadır. Finansal varlık fiyatı ile ilgili zaman serileri (günlük, haftalık, aylık) dikkate alınarak uygulanmakta ve bu dönemin bütün unsurları eşit ağırlıkta

hesaplamaya alınmaktadır. Bu analizler sonucu elde edilen sonuçlar, değişik finansal enstrümanlar arasında getiri, standart sapma ve vadeler açısından karşılaştırılarak değerlendirmeler yapılmaktadır (Giannopoulos, 2000: 42).

2.2.4.2. Öngörülen (Zımni) Volatilite Tahmin Modeli

Tarihi volatilite hesaplama yöntemi büyük ölçüde tarihsel verilerle yaşanan andaki volatiliteyi tahmine yönelikken, zımni volatilite geleceğe ilişkin volatilite beklentilerinin cari piyasa fiyatlarının analizi ile ortaya konulması esasına dayanmaktadır.

Öngörülen volatilite, ilgili varlığın gelecekteki fiyat hareketlerinin piyasa tahminlerini gösterir. Yüksek öngörülen volatilite de piyasa, ilgili varlık fiyatındaki volatilitenin devam edeceğini beklemektedir. Buna karşın düşük volatilite de piyasa, çok daha ılımlı bir fiyat hareketi beklemektedir. Opsiyon fiyatlamasında kullanılan bir metottur. Cari opsiyon fiyatlarının analizi ile hesaplanan ‘zımni volatilite’ piyasa aktörlerinin opsiyona konu varlığın fiyatı ile ilgili geleceğe dair volatilite beklentilerini yansıtır. Özellikle farklı opsiyon kontratları karşılaştırıldığında daha yararlı sonuçlar vermektedir. Yatırımcılar tarafından bir opsiyon kontratının pahalılığının ya da ucuzluğunun belirlenmesi, öngörülen volatiliteye bağlıdır. Bunun yanında, öngörülen volatilite, zararda opsiyonlar için başa baş opsiyonlara göre daha yüksek çıkmaktadır (Kayahan, 2007: 92).

Öngörülen volatilite hesaplamaları sırasında kullanılan bazı parametrelerin bilinmesi, yapılacak tahminlerin anlamlılığını artırmaktadır. Delta, opsiyonun dayanak varlığın fiyatının bir birim değişmesi sonucunda, opsiyon priminin ne kadar artacağını ya da azalacağını gösterir. Bir opsiyonun deltası, dayanak varlık fiyatındaki değişimlere göre farklılık gösterdiği gibi, zamandaki değişime göre de farklılıklar gösterebilir. Örneğin vadesine 1 yıl kalan bir varlıkla vadesine 3 ay kalmış bir varlığın deltaları farklıdır. Vade uzadıkça alım opsiyonunun deltası artar, satım opsiyonunun deltası ise azalır. Gamma, opsiyona dayanak olan varlığın veya ekonomik göstergenin fiyatındaki bir birim değişiklikle, opsiyon deltasında kaç birim değişikliğin olabileceğini gösterir. Vega, dayanak varlık fiyatının dalgalanmasının %1’lik değişimi sonunda, opsiyon priminin ne kadar değişebileceğini gösterir. Theta,

vade sonuna bir gün daha yaklaşıldıkça, opsiyonun fiyatının ne kadar azalacağını ölçer. Rho ise, faiz oranının %1’lik değişmesi sonucunda, opsiyonun priminde ne kadar değişiklik olacağını gösterir (Kayahan, 2007: 92).

2.2.4.3. Otoregresif (AR), Hareketli Ortalama (MA), Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA) ve Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama (ARIMA) Yapıları

Açıkçası, finansal zaman serilerinin asıl analiz aracı koşullu değişen varyansa dayalı volatilité modelleridir. Ancak koşullu değişen varyansa dayalı volatilité modellerinin yapısını anlayabilmek için ilk olarak, otoregresif (autoregressive) ve hareketli ortalama (moving average) yapıları incelenmelidir. Yapıların incelenmesi, bu modellerin temel özellikleri hakkında önemli bilgiler verecektir.

Zaman serileriyle yapılan analizlerde durağanlık istatistiksel bir dengeyi ifade etmektedir. Çünkü gözlem değerleri sabit bir ortalama etrafında değişim göstermektedir. Uygulamada zaman serilerinin modellenmesinde kullanılan durağan süreçler; AR (otoregresif), MA (hareketli ortalama) ve ARMA (otoregresif hareketli ortalama) süreçleridir. Durağan olmayan bir zaman serisinde ise durağanlığı sağlamak için serinin uygun mertebe farkları alınmaktadır. Bu tür serileri modellemek için kullanılan süreç ise ARIMA (otoregresif entegre hareketli ortalama) olarak adlandırılmaktadır. Modellerde (p) otoregresif kısmın derecesi, (q) ise hareketli ortalama kısmının derecesi olarak gösterilir.

Genellikle finansal süreçlerde cari dönemde gerçekleşen olayın sebebi yalnızca bir dönem önceye ait değildir ve oluşum sürecinin başlangıcı tam olarak bilinemez. Bu yüzden p . dereceden AR sürecinin tanımlanmasına gereksinim duyulmaktadır. $AR(p)$ süreci, Y_t gibi bir zaman serisinin herhangi bir dönemdeki gözlem değerini, önceki belirli sayıda geçmiş dönemin gözlem değerine bağlı olarak açıklar. Yani, $AR(p)$ süreci, y ’nin kendi geçmiş değerlerinden etkilendiğini göstermektedir. $AR(p)$ modeli şu şekilde gösterilmektedir:

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-i} + \epsilon_t \quad (12)$$

$\phi_1, \dots, \phi_p$ modelin parametrelerini; c sabit terimi; ε_t ise hata terimini simgeler. Modelin durağan olması için parametreler üzerinde kısıtlamaya gidilmelidir. Örneğin $|\phi_1| > 1$ durumunun geçerli olduğu bir AR(1) modeli durağan değildir.

Hareketli ortalama modeli MA(q) ise, Y_t gibi zaman serisinin herhangi bir dönemindeki gözlem değerini, cari ve geçmiş dönem hata terimine bağlı olarak açıklar (Özmen, 1986: 33). Hareketli ortalama süreci otoregresif süreçten farklı olarak bağımlı değişkenin değil, hata teriminin gecikmeli değerleriyle ilgilenir. Eğer bir serinin gecikmeli hata terimi, şimdiki hata terimini etkiliyorsa, bu tür zaman serileri Hareketli Ortalama (MA) süreci olarak tanımlanabilmektedir. MA sürecinin kullanılmaya başlanması trend durağanlık kavramının testinin daha güçlü yapılmasına imkan vermektedir. MA(q) ifadesi, q . dereceden bir hareketli ortalama modelini ifade eder.

$$X_t = \varepsilon_t + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} \quad (13)$$

$\theta_1, \dots, \theta_q$ modelin parametreleridir $\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-n} \dots$ modelin hata terimleridir. Buradaki hata terimleri ifadesi, korelasyonsuz bir rassal değişkendir ve hisse senedi piyasası örneği dikkate alınırsa, şirketin finansmanı hakkında yeni bilgiler, ürünlerin beğenisindeki düşüşler, rakiplerin güçlenmesi, üst yönetime ve firmaya ilişkin skandalların yaşanması gibi hisse senedi fiyatlarını değiştirebilecek etkileri içermektedir. Ancak tüm bu değişimlerin etkisi bir günde tamamlanmak yerine, birkaç gün veya dönem içine yayılabilmektedir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005: 140).

Buraya kadar zaman serilerinin iki önemli yapısı; AR(p) ve MA(q) süreçleri tanımlanmıştır. Fakat uygulamalı çalışmalarda bu iki önemli yapı genellikle birlikte ele alınmaktadır. Bazı zaman serileri, sadece otoregresif veya sadece hareketli ortalama süreci ile modellenemez, zaman serisi her iki süreci birlikte gösterebilir. Diğer bir anlatımla, zaman serisi modelinde, AR ve MA süreçleri birlikte ele alınarak ARMA (p,q) yapısı elde edilmiş olur ve şeklinde gösterilir.

$$X_t = \varepsilon_t + \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} \quad (14)$$

ARMA(p,q) şeklinde bir model kurulduğunda, önce “p” ve “q” değerlerinin kaç olacağına karar verilir, yani kaç adet gecikmeli değişken kullanılacağı önemlidir. Genellikle “p” ve “q”nun küçük seçilmesi tavsiye edilir.

Durağan olmayan, ancak fark alma işlemi sonucunda durağanlık şartını sağlayan serilerde kullanılan modellere "durağan olmayan doğrusal stokastik modeller" denir. Otoregressif Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARIMA) modelleri olarak da ifade edilen bu modeller, belirli sayıda farkı alınmış serilere uygulanan AR ve MA modellerinin bileşimidir. Bu modelin gösterimi, AR modelinin derecesi “p”, MA modelinin derecesi “q” ve serisinde “d” kez farkı alınmış olursa, model (p,d,q) dereceden ARIMA (p, d, q) şeklinde gösterilir. Örneğin (0,1,2) olarak gösterilen bir modelde otoregresif parametre sayısının 0, hareketli ortalama sayısının 1 olduğunu ve serinin 2. dereceden farkının alındığı söylenebilmektedir.

2.2.4.4. Koşullu Değişen Varyansa Dayalı Volatilite modelleri

Piyasa fiyatlarındaki tarihsel veriler incelendiğinde standart sapmanın dolayısıyla volatilitenin zaman içinde değiştiği (heteroskedasticity) gözlemlenmektedir. Bu durumda sabit volatilite varsayımı ile yapılacak hesaplamalar gerçek riski ortaya koymayacağından volatilite değişkenliğini hesaba katan yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur. Gösterildiği gibi önceki durumlar, volatilitayı yakalamayı denemesine rağmen modellerin değişen varyans özelliğini dikkate aldığını söyleyebilmek mümkün değildir. Ortalama varyansın aksine, değişen varyans; bir zaman serisine bağlıdır (koşulludur).

Finansal zaman serileri üç temel özelliğe sahiptir. Bunlar; aşırı basıklık (kuyrukta kalın dağılım), volatilite kümelenmesi (finansal varlıkların fiyatlarındaki büyük miktartlı değişimleri büyük miktartlı, küçük miktartlı değişimleri de yine küçük miktartlı değişimlerin takip etmesi) ve kaldıraç etkisidir (negatif şokların volatilitayı, pozitif şoklardan daha fazla artırdığını ileri sürer). Finansal zaman serileri bu özelliklerden bir veya daha fazlasına sahipse, regresyon modelinde varyansın sabit olması varsayımı, geçerli olmamaktadır (Özden, 2008: 340).

Literatür incelendiğinde finansal zaman serilerinin volatilitésinin araştırılması ve tahmin edilebilmesi için birçok ekonometrik model geliştirildiği görülmüştür. Bu yöntemler; EWMA, ARCH, GARCH ve türevi yöntemlerdir.

2.2.4.4.1. Üssel Olarak Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama (EWMA) Modeli

Üssel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama yöntemi, varlık getirilerinin simetrik ve bağımsız olarak dağıldığına ve zamana bağlı olarak değişiklik gösteren volatilité varsayımına dayanmaktadır. EWMA yöntemi Hendricks tarafından ortaya konmuştur. J.P. Morgan tarafından geliştirilmiş RiskMetrics VaR modelinde volatilité tahmini için kullanılan popüler bir tekniktir.

Bu yöntemde volatilitenin hesaplanacağı dönem değerlerine daha fazla ağırlık verilebilmektedir. Üssel ağırlıklı hareketli ortalamalar kullanılmaktadır. t zamanındaki tahmini varyans, geçmiş değerlerin λ (lamda) ağırlıklı ortalamasıdır. Hesaplama formülü Hull tarafından şu biçimde oluşturulmuştur.

$$EWMA = \sigma_t^2 = (1 - \lambda)\varepsilon_{t-1}^2 + \lambda\sigma_{t-1}^2 \quad (15)$$

Bu formülde, t gün için volatilité tahmini σ_{t-1} ve ε_{t-1} 'e (piyasa değeri üzerindeki son değişiklikler) göre yapılır. λ ise; 0 ile 1 arasında sabit bir değerdir. Lambda değerinin 1'e yaklaşması, tarihi volatilitéye ağırlık verildiğini gösterir. Yani güncel gelişmelere ya da piyasa hareketlerine daha zayıf tepki verileceği anlamına gelir. Düşük lambdada ise, hızlı bir şekilde ortadan kalkan yüksek volatilité reaksiyonunun söz konusu olacağı anlaşılmaktadır (Bolgün ve Akçay, 2005: 330).

Meydana gelebilecek ani şoklara karşı, volatilitenin hesaplanmasında bu şoku hemen yansıtması ve ardından üstel azalan ağırlıklarla şokun etkisini hızla düşürmesi EWMA'nın ana fonksiyonu olmaktadır.

Örneğin: $\lambda=0,9$ ise son güne ait gözlem 0,1 oranında ağırlığa tabi tutulurken, üç gün öncesine ait gözlem $(1 - \lambda)\lambda^3 (=0,0729)$, yirmi gün öncesine ait gözlem ise $(1 - \lambda)\lambda^{20} (=0,01215)$ ile ağırlıklandırılacaktır. Dolayısıyla EWMA hesaplamasında son dönem verilerin ağırlığı daha yüksektir. Bu da Türkiye gibi volatilitesi yüksek olan ve rejim değişikliklerinin sıkça yaşandığı ülkelerde yakın dönemdeki verilere ağırlık verilmesinin önemli olduğunu desteklemektedir.

EWMA modeli kullanılırken dikkat edilmesi gereken nokta, modele dahil edilecek sabit lambda sayısının değerin belirlenmesidir. λ katsayısı, RiskMetrics'in günlük değerlere göre volatilité tahminin de 0,94, aylık volatilité tahmininde ise, 0,97 olarak alınmaktadır (Jorion, 2005: 361). Kısa vadeli tahminlerde düşük λ katsayısı; uzun vadeli tahminlerde ise yüksek λ katsayısı kullanılması daha uygun olur.

Bununla birlikte J.P. Morgan bazı ülkelere yönelik optimum katsayılar önermiştir. Örnek olarak ülkerin λ katsayıları; Arjantin için "0,972", Meksika için "0,89" ve Türkiye için "0,970"dir (Bolgün ve Akçay, 2005: 330).

2.2.4.4.2. Otoregressif Koşullu Değişen Varyans Tahmin Modelleri

Hisse senedi fiyatları, döviz kurları, faiz oranları vb. finansal zaman serileriyle kestirimler yapan araştırmacılar, bu değişkenleri kestirim yeteneklerinin bir dönemden ötekine değiştiğini gözlemlemişlerdir. Tahmin hataları bazı dönemlerde küçük, bazı dönemlerde görece büyük olmakta, sonra yine küçülmektedir. Bu değişkenlik; söylentilere, siyasal karışıklıklara, kamu para ve maliye politikalarına değişmeye, daha kim bilir nelere karşı duyarlı olan finans piyasalarındaki dalgalanmalardan doğmuş olabilir. Bu da tahmin hataları varyansının sabit değil, dönemden döneme değişir olduğunun, yani tahmin hataları varyansının bir tür ardışık bağımlılığı olduğunun göstergesidir (Gujarati, 2006: 437). Bundan dolayı zaman içinde değişen volatilitenin tahmin edilebilmesi için 1980'li ve 90'lı yıllarda Engle, Borslev ve Nelson tarafından bazı açılımlar olmuştur.

Bu amaç doğrultusunda, Engle (1982) ARCH'ı geliştirilmiş ve bu model de Bollerslev (1986) tarafından geliştirilerek, Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH) modeli olarak adlandırılmıştır.

ARCH (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) modelleri, koşulsuz sabit varyansa değil, geçmişe bağlı olarak değişen varyansa sahip olup, sıfır ortalamaya sahip olan serisel olarak korelasyonsuz süreçlerdir (Engle, 1982: 987).

ARCH modelleri, modelin koşullu değişen varyans bölümünün doğrusal olmaması nedeniyle "doğrusal olmayan modeller" olarak da bilinmektedir. Doğrusal olmayan zaman serileri teknikleri, finansal serilerin gösterdikleri tipik zaman serisi

özelliklerini daha iyi kestirebildikleri için tercih edilmektedirler. Bu modellerin amacı elde edilen varyansların volatilité yerine kullanılmasıdır.

ARCH modelinin önemli sorunu, belirleme aşamasında modele dâhil edilecek gecikme sayısını belirlemedir. Bu sayısının fazla olması, tahmin edilecek parametre sayısını arttırken, parametrelerinin negatif olmama kısıtında da sorun yaratır.

GARCH modeli ARCH modelinin bir alternatifi değil, eksikliklerini gideren ayrı bir modeldir. GARCH modelinin, ARCH modelinden temel farkı, koşullu değişen varyansın gecikmeli değerinin yeni bir değişken olarak modele dahil edilmesidir. Bu şekilde daha esnek bir gecikme yapısına ve daha uzun dönem bilgisine izin verilmektedir. Bu durumda GARCH (p,q) modelinde “p”, GARCH terimindeki gecikmeleri; “q” ise ARCH terimindeki gecikmeleri ifade etmektedir. GARCH(1,0) birinci derecede ARCH Modeli olmaktadır.

Ancak standart GARCH modellerinin eksikliği de bulunmaktadır. Örneğin GARCH modelleri simetrik koşullu değişen varyans varsayımı ile hareket etmektedir. Oysa bu varsayımın doğru olmadığı ve volatilitenin şoklara karşı asimetrik olarak cevap verdiği iddia edilmektedir (Nelson, 1990: 318). İlk olarak, EGARCH modeli, (1991) tüm parametre kümelerin koşullu değişen varyanstaki pozitifliği sağlamasına ve volatilitedeki asimetrik etkiyi elde edilmesine imkan tanımıştır.

Tüm bu gelişmeler, her bir modelin kendine özgü varsayımları, kısıtları ve diğer modellere göre üstün yönleri bulunduğunu göstermektedir. Buna paralel olarak da zamanla modellerin teorik uzantıları da türetilmiştir. Bu yöntemlerin başlıcaları; GARCH, EGARCH, GJR-GARCH, GARCH-M Modeli, IGARCH Modeli ve APARCH Modelidir.

Bu çalışmada ağırlıklı olarak ARCH ve GARCH Modelleri kullanılmış olup diğer bazı modeller kısaca tanıtılmıştır. ARCH ve GARCH olarak bilinen varyansın sabit kalmadığını kabul eden ekonometrik tahmin modelleri, günümüzde finans sektöründe geniş bir şekilde kendilerine uygulama alanı bulmuşlardır.

2.2.4.4.2.1. ARCH Modeli

ARCH ekonometrik olarak, hata teriminin varyansında meydana gelen ardışık bağımlılık (otokorelasyon) olarak tanımlanabilmektedir. ARCH; otoregresif koşullu değişen varyansı ifade etmektedir. Otoregresif kelimesi, volatilitenin her zaman periyodu için önceki periyotlardaki volatilitelere bağlı olduğunu belirtir. Otoregresif yapı volatilité kümelemelerine izin vermektedir. Koşullu Değişen Varyans ise varyansın değiştiğini ifade etmektedir.

ARCH(p) modeli, finansal getirilerin t zamanındaki varyansını $V(\varepsilon_t)$ bir sabit terimin ağırlıklı ortalaması, bir önceki dönemin tahmini ve bir önceki dönemin standart hatasının karesine bakarak hesaplar.

Hata terimi ε 'nın t dönemindeki varyansı (ε_t) , (t-1) dönemindeki hata terimi karesine, yani ε_{t-1}^2 'e bağlı ise bu durum ARCH(1) süreci olarak gösterilir. Gecikme düzeyi 2 dönem olursa ARCH(2) süreci ortaya çıkar. ARCH(p) modelinin varyans eşitliği ise aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 \quad (16)$$

Hata terimlerinin gecikmeli değerlerinin karesi olan ε_{t-i}^2 'in gerçekleşen değerlerine bağlı olarak hesaplanmaktadır. ε_{t-i}^2 'in gerçekleşen değerleri 1'den yüksek ise, t dönemindeki varyans yüksek olacaktır.

Daha da önemlisi, tahmin edilen parametrelerin artması, bu parametre değerlerinin negatif çıkması olasılığını arttırarak, varyansın negatif değer almasına neden olabilmektedir. α parametrelerinin toplamalarının 1'den büyük olması durumunda süreç sonsuz bir varyansa sahip olacaktır. Bu nedenle ARCH Modelinde $\alpha_i > 0$ ve α toplamalarının 1'e eşit olması kısıtlamaları bulunmaktadır (Işığışık, 1999: 4). Bu kısıt sürecin kararlılığının sağlanması için gereklidir. Hata varyansında ardışık bağımlılık yoksa, $H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_p = 0$ olur.

ARCH modeli, negatif fiyat hareketlerini dikkate almaması ve finansal varlıklarda zaman içerisinde getirinin yanı sıra zarar da söz konusu olabilmesi ARCH modelinin uygulamada karşılaşılan zayıf noktalarıdır.

ARCH Etkisi

ARCH yöntemi; "p" dönemin varyansının bir fonksiyonudur. "p" dönem geriye kadar yaşanan bir finansal şokun bu dönemin varyansını artırıcı etkisi

bulunmaktadır (Bolgün ve Akçay, 2005: 334). ARCH modelinin kullanılabilmesi için zaman serisi verilerinde, ARCH etkilerinin mevcut olması gereklidir (Bolgün ve Akçay, 2005: 350). Buna göre öncelikle kurulan ana modelin hatalarının değişen varyansa sahip olup olmadığının test edilmesi gerekmektedir.

Değişen varyansın özel bir şekli olan ARCH etkilerinin araştırılmasının nedeni, birçok finansal zaman serilerinde gözlemlenen ve ihmal edilmesi halinde tahminlerin etkinliğinin azalmasına neden olan cari hata terimi ile yakın geçmişe ait hata terimlerinin daha önceki dönemlere ait hata terimlerinden daha çok birbiri ile ilişkili olması durumunun dikkate alınması gereğidir (Mazıbaşı, 2005: 11). Çünkü yakın geçmişte yaşanan olayların etkisi, uzak geçmişe göre daha fazla olmaktadır.

Getirilerde ARCH etkisinin görülmesi getirileri belirleyen eşitliğin içinde hataların varyansının da yer alacağını göstermektedir. ARCH LM testi olarak da bilinen test, zaman serilerinde otoregresif koşullu değişen varyans (ARCH) etkilerinin bulunup bulunmadığının belirlenmesine yönelik olarak en küçük kareler artık değerini kullanan özel bir Lagrange Çarpanı testidir ve modelin kurucusu olan Engle (1982) tarafından geliştirilmiştir.

LM testi için kurulacak hipotezde ARCH etkisinin varlığının tespiti hataların beyaz gürültü sürecine sahip olduğunu ifade eden boş hipoteze karşı, ARCH etkisine sahip hataların varlığını gösteren alternatif hipotez test edilir (Gök, 2009: 119).

$$H_0; a_1 = a_2 = a_3 = \dots = a_q = 0 \quad \text{ARCH etkisi yok.}$$

$$H_1; \text{ en az bir } a_i > 0 \quad (i = 1, 2, 3, \dots, q) \quad \text{ARCH etkisi var.}$$

Bütün a değerlerinin $(a_1, \dots, a_q)$ sıfıra eşit olduğu dolayısıyla, hata terimleri arasında korelasyon ilişkisinin bulunmadığını gösteren sıfır hipotezi, ARCH etkisinin bulunmadığını göstermektedir. Hesaplanan varyansın 0'a eşit olması durumunda ise "sabit varyans"ın (homoscedasticity) varlığı ortaya çıkmaktadır. Bütün a değerleri sıfırdan farklı ise, H_0 hipotezi reddedilir ve ARCH etkisinin bulunduğu dolayısıyla farklı varyansın (heteroskedasticity) olduğu sonucuna ulaşılır (Molva, 2008: 52).

LM istatistiği "q" serbestlik dereceli χ^2_q dağılımına sahiptir (Gökçe, 2001: 39). Dolayısıyla yardımcı varyans denkleminde elde edilen belirlilik katsayısı (R^2) ile veri sayısından (n) q serbestlik derecesi çıkarılarak elde edilen değerin çarpımı ile elde edilen LM test istatistik değeri ($LM = (n-q)R^2$) yine q serbestlik derecesinde ve ilgili güven düzeyinde Ki-Kare ($\chi^2_{a,q}$) tablo değeriyle karşılaştırılır. LM test istatistik

değerinin tablo değerinden büyük çıkması H_0 hipotezinin reddedilmesi anlamına gelmektedir (Sevinç, 2007: 90). Yani ARCH etkisinin varlığı söz konusu olduğunu ve varyansın modellenenebilmesi için koşullu değişen varyansa dayalı volatilité modellerinin kullanılabilmektedir.

ARCH etkisi hata karelerinin arasında otokorelasyon olması ile ortaya çıktığı için ARCH etkisinin belirlenmesinde ARCH LM testinin yanı sıra hata karelerinin otokorelasyon katsayılarını gösteren hata karelerinin korelogramına da bakılabilmektedir. Hata karelerinin korelogramında verilen Q test istatistiğini, ilgili güven düzeyinde ve serbestlik derecesinde tablo değeriyle karşılaştırarak veya hata karelerinin korelogramında yer alan olasılık değerlerini (p-değeri), anlamlılık düzeyi ile karşılaştırarak da ARCH etkisinin olup olmadığına ilişkin bir karara varılabilir. Olasılık değerleri belirlenen anlamlılık düzeyinden küçükse, o zaman hatalarda ARCH etkisi yok diyen H_0 hipotezi red edilir. Eğer büyükse, beyaz gürültü süreci söz konusudur ve sıfır hipotezi kabul edilir (Engle, 2001: 163).

2.2.4.4.2.2. GARCH Modeli

ARCH modeli tahmin edilirken varyans denkleminde doğrusal gecikme yapısındaki bellek uzunluğunun nisbi olması ve nisbi olarak uzun gecikmeler seçilmesi nedeniyle varyans denklemindeki parametrelere konulan toplam olarak negatif olamama kısıtı ihlal edilmektedir. Bu kısıtların sağlanmaması ve negatif varyanslı parametre tahminlerine ulaşılması sakıncasını gidermek amacıyla, ARCH modelleri genişletilerek hem daha fazla geçmiş bilgilere dayanan hem de daha esnek bir gecikme yapısına sahip olan Genelleştirilmiş ARCH (GARCH) modeli geliştirilmiştir (Bildirici ve diğerleri, 2007).

GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic) modeli, koşullu değişen varyansın hata teriminin gecikmeli değerlerine ilave olarak, kendi gecikmeli değerlerine de bağlı olduğu volatilité modelidir. Yani hata terimlerinin varyansı hem kendi geçmiş değerlerinden hem de koşullu değişen varyans değerlerinden etkilenmektedir. Varyans'ın geçmiş değerleri cari değerin belirlenmesinde rol oynuyor ise (içsel değişme gösteriyor ise); GARCH modeli, ARCH modeline göre daha etkin sonuçlar vermektedir (Jorion, 2005: 358). GARCH

modelleri özellikle sivri (leptocurtic) ve şişman kuyruk dağılımlarını açıklamada kullanabilmektedir.

GARCH(p,q) modeli, değişen varyanslılığın hesaplanmasında hareketli ortalama ve otoregresif modelleri içermektedir. p sayısı ARCH modelindeki gibi gecikmeli hata karelerinin uzunluğunu, q ise koşullu varyansın gecikme uzunluğunu vermektedir. Yani, parantez içerisindeki (p,q) notasyonunda ilk rakam kaç tane otoregresif gecikme terimi kullanıldığını, ikinci rakam ise değişkenlerin hareketli ortalamalarında kaç tane gecikme terimi kullanıldığını belirtir.

GARCH modeli, hata terimlerinin sadece büyüklüğünün koşullu değişen varyansı belirlediğini, negatif ya da pozitif olmasının önemli olmadığını varsaymaktadır. GARCH hesaplamalarına ilişkin değerlendirmelerde dikkate alınması gereken simgeler şu şekilde açıklanabilir. α değeri, piyasalarda yaşanan değişimin, α değeri kadar finansal varlıkta da değişime neden olması beklenir. β değeri ise, değişimin varyans üzerindeki etkisini göstermektedir. GARCH modelinin varyans eşitliği aşağıda gösterilmiştir.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \sigma_{t-q}^2 \quad (17)$$

Tanımlanmasında kullanılan σ_t^2 , koşullu değişen varyansı göstermektedir. α önceki gün getirilerinin ağırlıklandırılmasında (ε_{t-1}^2) ve β ise, σ_{t-1}^2 'in ağırlıklandırılmasında kullanılmaktadır.

Modelin geçerli olabilmesi için denklem varyans sabiti α_0 ile standart model parametreleri α_i ve β_j 'nin pozitif olmaları gerekmektedir. GARCH(p,q) modelinde koşulların sağlanması, seri durağanlığının sağlanması kadar önemlidir.

$$\begin{aligned} p &> 0, \quad q \geq 0 \\ \alpha_0 &> 0, \quad \alpha_i \geq 0 \quad i = 0, 1, 2, \dots, p \\ \beta_j &\geq 0 \quad j = 0, 1, 2, \dots, q \end{aligned}$$

α ve β parametrelerinin toplamı serideki herhangi bir fiyat değişiminin geleceğe ilişkin volatilité tahminini etkileme süresini belirlemektedir. Sabit bir GARCH hesaplaması için $\alpha + \beta < 1$ olması gerekir, aksi takdirde, varyans sabiti α_0 negatif olacaktır (Hull, 2000: 373). α ve β katsayıları toplamının 1'den küçük ancak 1'e yakın olması, getiri volatilitésinin yüksek ve aynı zamanda süreklilik arz etmesi anlamına gelmektedir (Çatalbaş, 2008: 73).

Dikkat edilirse $p=q=0$ alınırsa ε_t , basit beyaz gürültü sürecine eşit olacaktır. β 'nın değeri sıfıra eşit olduğunda ise, GARCH(p,q) modeli ARCH(q) modeli ile eşdeğer olacaktır. GARCH(p,q) modeli, tek değişkenli ARMA modeli olarak da görülebilir.

GARCH sıralamasının modellenmesinin zorlukları hem “p” hem “q” hem de süreçte ne kadar volatilité hafızası olduğuna bağlıdır. Parametrelerin yüksek değerleri daha uzun volatilité hafızasına yol açmaktadır. Dolayısıyla modellemeyi güçleştirmektedir (Pilavcı, 2007: 76). Modeldeki “p” ve “q” gecikme uzunlukları AIC ve SIC kriterleri kullanılarak belirlenebilmektedir.

Engle'in koşullu değişen varyansın tespitinde kullandığı ARCH testinde verilen LM testi, GARCH modelinde de bazı küçük değişikliklerle benzerlikler gösterir. GARCH için LM testi;

$$H_0; a_1 = a_2 = a_3 = \dots = a_p = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_q = 0 \quad \text{GARCH etkisi yok.}$$

H_1 ; en az bir $a_i > 0$, $\beta_j > 0$ ($i = 1, 2, 3, \dots, p$ ve $j = 1, 2, 3, \dots, q$) GARCH etkisi var. olmak üzere LM testinin serbestlik derecesinin $p + q$ olduğu görülmektedir.

GARCH modeli, seride asimetriyi yakalayama dikkate almamaktadır. Özellikle hisse senedi fiyatlama ve finansal getirilerin modellenmesi çalışmalarında asimetric etkilere izin veren türev modellere ihtiyaç duyulmaktadır.

2.2.4.4.2.3. Diğer Türev Modeller

Temel iki yöntem olan ARCH ve GARCH'daki koşullu değişen varyans modellerine, ilgili birkaç parametrenin dâhil edilmesi ile çeşitli modeller geliştirilmiştir. Asimetrik yapıyı dikkate alan EGARCH (Üstel GARCH), yine asimetrik etkiyi açıklamaya çalışan GJR-GARCH, risk primini ekleyen GARCH-M, koşullu değişen varyansın birim kök içermesi durumunu dikkate alan IGARCH (Entegre (Integrated) GARCH) vb. gibi çok sayıda model ortaya çıkarılmıştır. Bunlar arasında en çok bilinenleri EGARCH, GJR-GARCH modelleridir. Bu modellerin durağanlık koşullarında bir değişiklik olmamaktadır.

2.2.4.4.2.3.1. EGARCH Modeli

GARCH modellerinin en önemli kısıtlarından birisi de pozitif ve negatif volatilité şoklarına simetrik tepki vermesidir. Oysaki finansal zaman serileri asimetrik bir yapı sergilemektedirler, kaldıraç etkisi söz konusudur.

Nelson (1991) tarafından geliştirilen EGARCH (Üstel Garch- Exponential *GARCH*) modeli, pozitif ve negatif şokların volatilitéye asimetrik bir katkıda bulunup bulunmadığını inceleme imkanı tanımaktadır.

Bu asimetriklik, varlık fiyatlarındaki beklenmeyen düşüşlerin volatilitéyi beklenenden fazla arttırması ve kötü haberlerin volatilitéyi iyi haberlerden daha fazla yükseltmesidir (Çifter, 2004: 5)

EGARCH modelinde koşullu değişen varyansın doğal logaritması kendi gecikmeli değerlerine ve gecikmeli hata terimi karesi yerine standartlaştırılmış hata terimine koşulludur. Aynı zamanda koşullu değişen varyans, gecikmeli hata terimlerinin hem büyüklüğüne hem de işaretine bağlıdır.

$$\ln \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \left[\frac{\varepsilon_t}{\sigma_{t-i}} \right] + \sum_{i=1}^q \alpha_i \left[\frac{|\varepsilon_t|}{|\sigma_{t-i}|} - \mu \right] + \sum_{j=1}^q \beta_j \ln \sigma_{t-j}^2 \quad (18)$$

GARCH modelinde, logaritmik dönüşümler nedeniyle negatif varyansın elde edilme olasılığı yoktur. Yani tüm parametre kümelerinde koşullu değişen varyanstaki pozitifliği sağlamaktadır. Bu özellik GARCH'a göre üstün tarafı oluşturmaktadır. Bunun sonucu olarak ARCH ve GARCH modellerindeki parametrelerin 0'dan büyük olma koşulu (α_i ve β_j parametrelerinde sınırlamalar) gerekmemektedir.

2.2.4.4.2.3.2. GJR-GARCH

Başka bir model olan GJR-GARCH; Standart GARCH iskeletini ve kukla değişkenleri kullanarak asimetrik etkiyi ölçmek amacıyla Glosten, Jagannathan ve Runkle (1993) tarafından önerilmiştir. Bu asimetrik volatilitéye bazı kaynaklarda Eşikli GARCH (TGARCH) olarak da atıfta bulunmaktadır (Sarı, 2009: 60).

Bu model yardımıyla, negatif ve pozitif bilgi akışının etkileri incelenebilmektedir. Modelin parametrelerinden $\gamma > 0$ durumunda, kaldıraç etkisinin

mevcut olduğunu ve kötü haberlerin volatilitiyi artırdığı ifade edilebilmektedir (Saltoğlu, 2003: 30).

Modelin koşullu değişen varyans denklemi aşağıdaki gibidir.

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \gamma u_{t-1}^2 d_{t-1} + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (19)$$

α_i ve β_j sürekli değişkenlerin katsayılarını, γ kukla değişkenlerin katsayılarını ifade etmektedir. Kukla değişkenler temsil ettikleri dönemde 1, diğer dönemlerde sıfır değerlerini alan değişkenlerdir, sadece bu iki değeri alabilirler. Varyans denkleminde yer alan ve piyasalarda negatif getiri beklentilerini gösteren kukla değişken (d_t), $\varepsilon_t < 0$ değerini aldığı anda $d_t = 1$, diğer durumlarda ise $d_t = 0$ değerini almaktadır. Bu nedenle asimetri parametresi γ , $d_t = 1$ değerini aldığı anda anlamlı olmaktadır. İyi haberlerin $\varepsilon_t > 0$ koşullu değişen varyans üzerindeki etkisi α olarak ve kötü haberlerin $\varepsilon_t < 0$ koşullu değişen varyans üzerindeki etkisi $(\alpha + \gamma)$ olarak gösterilmektedir.

Modele kukla değişkenler eklenirken, yorumlamaları düzgün yapmak için kukla değişken tuzağına düşmemek gerekir. Kukla değişken tuzağı modelde sabit terim varken fazladan kukla değişken eklendiğinde ortaya çıkmaktadır.

2.2.4.4.2.3.3. GARCH-M

Literatürde yer alan çalışmalarda, menkul kıymetin volatilitésinin ortalama denkleminde eklenmesi ile modelin öngörü gücünün artacağı belirtilmiştir. Bunun üzerine Engle ve Bollerslev (1986) tarafından GARCH-M (GARCH-in-Mean) (Ortalamada Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) modeli geliştirilmiştir (Üçüncü, 2010: 55).

Portföy teorisinde öne sürüldüğü gibi, yatırımcıların yüksek volatilité karşısında yüksek getiri talep edecek olmaları, volatilitenin, getiriyi belirleyen bir değişken olduğunu göstermiştir. GARCH-M modelinde, koşullu getiri denklemi, volatilitenin bir fonksiyonu olarak yazılarak, yatırımcı davranışına ilişkin bu özellik de modele dâhil edilmiş olmaktadır (Ergül, 2008: 85).

Riskten kaçınan yatırımcıların hareket noktası, riskli varlıkları elde tutmanın karşılığında bir telafi istemeleridir. Bir finansal varlığın risksiz olması, getirilerin

varyansı tarafından ölçülmektedir. Risk primi ise getirilerin koşullu değişen varyansının artan bir fonksiyonudur (Haris; Sollis, 2003: 232).

Varlık getilerinin koşullu değişen varyansı, koşullu ortalama modelinde bir açıklayıcı değişken olarak yer almaktadır. Yani, serinin ortalaması kendisinin koşullu değişen varyansına bağlıdır (Kökçen, 2010: 45).

$$\gamma_t = \mu + \delta_{\sigma_{t-1}} + \varepsilon_t \quad (20)$$

Bu modelde γ parametresi, risk primi parametresidir. γ 'nın pozitif olması, getirinin kendi geçmiş volatilitesiyle pozitif ilişkili olduğunu ifade etmektedir. Bununla beraber, koşullu değişen varyansı yükselişini gösteren artan risk, ortalama getiride yükselişe neden olmaktadır.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_j \sigma_{t-1}^2 \quad (21)$$

Koşullu değişen varyans denkleminde yine parametrelerin pozitif olması ve toplamının bir olması koşulu sağlanmalıdır.

2.2.4.5. Stokastik Volatilite Tahmin Modeli

ARCH modellerine alternatif olarak kullanılan Stokastik Volatilite Modeli ilk defa Taylor'un (1980, 1982) çalışmaları ile literatüre girmiştir. SVM, volatilitenin sürecinin gözlenemeyen bir değişken olduğu varsayımı altında ortaya çıkmıştır (Yalçın, 2008: 47).

SVM'de volatilitenin, bazı stokastik fark denklemlerine veya bazı kesikli rasgele süreçlere göre değişmektedir. Örneğin volatilitenin modellenmesinde kullanılan GARCH modeli koşullu değişen varyansı gözlenebilir bir fonksiyon şeklinde direkt olarak modellemekle, SV modelleri varyansı gözlenemeyen bir değişken olarak stokastik yapıda modellemektedir.

SV modelleri finans alanında en çok opsiyon fiyatlandırma uygulamalarında kullanılmaktadır. Stokastik volatilitenin bilinmeyen volatilitenin zaman içinde stokastik olarak değiştiğini varsaymaktadır. Ayrıca SV modellerinin bir diğer avantajı modelin özelliklerinin kolay ve genel olmasıdır. SV modelinde de EGARCH modelinde olduğu gibi koşullu değişen varyansın pozitif tanımlı olmasını sağlamak amacıyla varyans logaritmik olarak kullanılmaktadır (Yalçın, 2008: 47). Bu modellerin en çok uygulananı sayısal yöntemlerden Monte Carlo Simülasyonu'dur.

Bu yöntem getiri dağılımlarına bağlı olarak tahminlerde bulunmaktadır (Cox ve diğerleri, 1979: 240). Ayrıca SVM, Koopman ve Unspensky tarafından ortalama SVM olarak genişletilmiştir.

Genel olarak stokastik volatilité olarak adlandırılan bu volatilitenin hesaplanma yöntemleri sadece bu modeller ile sınırlı olmayıp çeşitli varsayımlar altında oldukça karmaşık bir yapı göstermektedir (Heston ve Nandi, 2000: 585).

$$y_t = d\sigma^2 \exp(a_t) + \sigma \exp(0.5a_t)\varepsilon_t \quad (22)$$

Burada d risk primi katsayısıdır ve ortalamadaki volatilitenin ölçüsüdür. Bununla birlikte d parametresi, getiri ile volatilité arasındaki ilişkiyi ve aynı zamanda volatilitédeki geri besleme etkisini ölçmektedir (Yalçın, 2007: 361). a bir reel sayı olmak üzere, exp(a) yazıldığında sonuç olarak e^a yani e'nin a üsteline ait olan değer ifade edilmiş olmaktadır. exp(2) = e^2

2.2.4.6. Volatilité Tahmin Modellerinin Birlikte Değerlendirilmesi

ARMA yapısı ortalama ve varyansta doğrusal model olarak tanımlanırken, GARCH modeli ortalama ve varyansta doğrusal olmayan model olarak tanımlanmaktadır. ARIMA ile karşılaştırılmasında ise; GARCH(p,q) modeli, ARIMA(p,d,q) modelinin aksine kurulan regresyon modelinin hatalarının karelerinde otokorelasyon olduğunu ve dolayısıyla hataların sabit varyansa sahip olmadığını yani hatalarda değişen varyans olduğu varsayımından hareket ederek tahmin modeli kurmaktadır. Dolayısıyla uzun süreli tahminlerde hata terimlerinin varyansının sabit olmadığını varsayan GARCH modeli kullanılmalıdır.

GARCH eşitliğinde sabit terim 0 olursa, EWMA eşitliği, GARCH eşitliğinin özel bir durumu olur. GARCH(1,1) modeli üssel olarak ağırlıklandırılmış hareketli ortalama modeli ile benzerlik arz eder. Bu iki modelin koşullu değişen varyans denklemleri alt alta yazılırsa, benzerlik daha açık şekilde görülebilir.

$$EWMA = \sigma_{t+1}^2 = (1 - \lambda)\varepsilon_t^2 + \lambda\sigma_t^2 \quad (23)$$

$$GARCH(1,1) = \sigma_{t+1}^2 = a_0 + \alpha_1\varepsilon_t^2 + \beta_1\sigma_t^2 \quad (24)$$

Görüldüğü üzere, EWMA hesaplamalarında kullanılan Lambda katsayısı, GARCH hesaplamalarında β değerini gösterir ve α katsayısı $(1 - \lambda)$ 'ya karşılık

gelmektedir (Hull, 2000: 372). Ancak GARCH'da β ve α parametrelerinin 1'e eşit olma mecburiyeti bulunmamaktayken EWMA'da bu önemli kısıt mevcuttur.

Volatilite tahmin modelleri arasında ortalama seviyeye yaklaşma eğilimi açısından bir karşılaştırma yapıldığında; GARCH yönteminde, ortalama etrafında birleşme olurken, EWMA yönteminde olmamaktadır. Bu nedenle GARCH yöntemi teorik olarak EWMA yöntemine göre daha uygundur.

Benzetme açısından; ARCH AR'nin tahmin yapısı ise, GARCH ARMA'nin tahmin yapısındadır denilebilir. Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, koşullu değişen varyansın dinamiklerini yakalayabilmesi için yüksek bir ARCH derecesi seçilmelidir. Bu seçim büyük miktarlarda parametre çıkarımına gerek duyulması demektir. GARCH (p,q) modeli sonsuz bir ARCH (q) düzeneği üzerine kuruludur ve tahmin edilecek parametre sayısını doğrusal olmayan kısıtlamalar getirerek makul düzeylere indirmektedir (Bollerslev, 1986: 307).

GARCH modeli, varyansın geçmiş dönemdeki değerleri, cari dönemdeki değerin belirlenmesinde rol oynadığı durumlarda ARCH modeli yerine tercih edilebilir. Aynı zamanda ARCH modelinde gecikme yapısının uzun olması durumunda, GARCH modelleri kullanılarak gecikme yapısı kısaltılabilir (London, 2005: 334).

ARCH ve GARCH modelleri karşılaştırıldığında; kısa vadeli tahminlerde benzer sonuçlar vermekteyken, uzun vadeli tahminlerde iki modelin çok farklı sonuçlar verebileceği görülebilmektedir (Jorion, 2005: 362).

ARCH tipi modellerde varyans, geçmiş gözlemlerin veya geçmiş varyansların bir fonksiyonu olarak tanımlanırken, Stokastik Volatilite (SV) modelleri varyansı gözlenemeyen bir değişken olarak stokastik yapıda modelleyerek ARCH modellerinden farklılaşmaktadır. ARCH modelleri varyans yapısında herhangi bir stokastik terime izin vermemektedir. Başka bir ifadeyle geçmiş gözlemler verildiğinde volatiliteler deterministiktir.

2.3. RİSK YÖNETİMİNDE RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİ

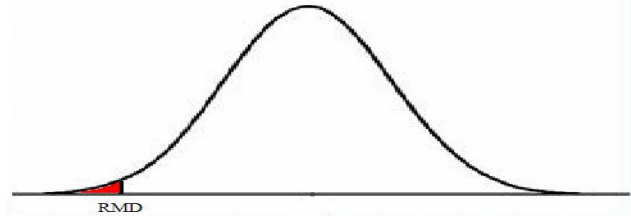
Riske Maruz Değer (RMD) kavramının genel kabul görmüş tanımı, “sabit bir portföyün, belirli bir zaman aralığı içerisinde muhtelif yöntemlerle tahmin edilen en yüksek değer kaybı” şeklindedir (Jorion, 2000: 2).

Riske Maruz Değer (RMD) yöntemi ise, belirli olasılıklar altında, belli bir dönem içinde belli bir yatırım portföyünün değerinde ortaya çıkabilecek, parasal değer bazında maksimum zararları ölçen bir sistemdir. RMD, sadece risk altındaki maksimum tutarı (sınırı) göstermekte, tam olarak gerçekleşecek kar/zarar boyutunu vermemektedir. Literatürde Value at Risk (VaR) olarak da kullanılmaktadır.

Riske Maruz Değer yöntemi, bilişim teknolojilerinin gelişimi sayesinde risk analizini bir adım öteye taşıyan bir yöntemdir. Bankaların en yoğun olarak maruz kaldıkları risk piyasa riskidir. Piyasa riskini ölçmede kullanılan en etkin yöntem RMD yöntemidir. Anlaşılması kolay bir yöntemdir. Piyasa oranlarındaki olası değişimleri ve riskler arası faktörlerin korelasyonlarını dikkate aldığından her bir risk faktörünün ve tüm portföy risk hesabının yapılabilmesine olanak tanımakta ve risk durumunu tek bir değer olarak ifade etmesi anlaşılabilirliğini arttırmaktadır. Yorumlaması basittir. Üstelik ilk geliştirilme amacı olan piyasa riskinin ölçülmesi dışında da kredi, likidite, operasyonel risklerini de içine alacak şekilde geliştirilmektedir.

Riske Maruz Değer asıl olarak portföyün kaybedeceği değerle ilgili olduğu için olasılık dağılımının negatif yönünde (sol kuyrukta) kalan kısım ile ilgilenmektedir. Yani belli bir zaman aralığındaki kazanç ve kayıpların dağılımı için α güven düzeyi seçilmişse, RMD bu dağılımın ucundaki $(1-\alpha)$ 'ya denk gelmektedir (Sevinç, 2007: 58).

Şekil 7: % α Güven Düzeyinde, Portföyün Kaybedebileceği Maksimum Değer



Dağılım eğrisinin kuyruk bölümünü gösteren $1-\alpha$, firmalar için (% 1 gibi) çok düşük olasılıklı olayları ifade eder. Ancak firmalar finansal dalgalanmaların çoğuna hazır olmakla birlikte piyasalarda şiddetli finansal şoklar yaşanabilmektedir.

RMD normal piyasa şartları dışındaki en kötü olası durumları içermemektedir. Bu durumlar için stres testleri RMD yönteminin tamamlayıcısı olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle RMD uygulamaları içerisinde çeşitli stres

testleri hesaplanmakta ve yaşanabilecek olası koşulların boyutları tahmin edilmeye çalışılmaktadır.

RMD yönteminde, portföyü oluşturan varlıklar arasındaki korelasyon dikkate alınabildiği gibi, birden çok risk faktörünün portföy değeri üzerindeki etkisini aynı anda görmek de mümkün olmaktadır (Jorion, 2000: 22). Riske Maruz Değer uygulamalarında kullanılan parametreler; elde tutma süresi, örnekleme periyodu, güven aralığının belirlenmesi, risk faktörleri arasındaki korelasyon, volatilité (standart sapma) ve baz alınan para birimidir. Bu parametreler çalışmada detaylı bir şekilde işlenmiştir.

Öte yandan, RMD yöntemleri her koşulda geçerli olamayan varsayımlar üzerine kurulduğundan, her zaman güvenilmeyebilir. RMD modelinin varsayımlarının sapmalı sonuçlara yol açabilmesi, onları kullananlar ile de ilgilidir. RMD hesaplamasının volatilité modelleri ile kullanımı, ileri tecrübe ve bilgi gerektirmesi nedenleriyle de kullanıcılar açısından dezavantaj oluşturmaktadır.

RMD yönetiminin tercih nedeni; tek finansal araç seviyesinden, makro portföy seviyesine kadar çeşitli seviyelerde işleyebiliyor olmasındandır. Gelişmiş ülkelerdeki hemen hemen bütün önemli finansal kurumlarda RMD, risk ölçümünde vazgeçilmez bir yöntem olmuştur. Özellikle sermaye yeterliliğini belirlemek için ve risklerin kamuya açıklanması gerekliliği nedeniyle RMD modelinin kullanılması birçok ülkede yasal düzenleyiciler tarafından bir zorunluluk haline gelmiştir.

2.3.1. Riske Maruz Değerin Kullanım Alanları ve Kısıtları

RMD yöntemi risk limitlerinin belirlenmesi, sermaye yeterliliği uygulamaları, kaynakların şirket içinde kullanım yerlerinin belirlenmesi, performans ölçümü, risk raporlanması ve kamu aydınlatma aracı gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Günümüzde artık finansal kurumların dışında da çoğu işletme, risk ölçümünde RMD yöntemini kullanmaktadır. Örneğin, çok uluslu işletmeler çeşitli para birimlerinden nakit giriş ve çıkışları olması sebebiyle kur değişikliklerinden etkilenmektedir. RMD metodu ile bulunan maksimum kayıp, kurumlara fikir vermekte, böylece yasal yükümlüklerine ek olarak da riskliliklerini kendileri ayarlayıp, kontrol edebilmektedirler.

RMD, bir kuruluşun ihtiyaç duyduğu sermaye miktarının belirlenmesinde, gerekse limitli sermaye kaynaklarının nerelere aktarılacağına karar verilmesinde kullanılır. İşletmenin toplam riski bölümlere ayrılarak incelendiğinde RMD bazı durumlarda toplam riske katkısı çok az olan pozisyonların risk yönetimi açısından kapatılmaması kararına yardımcı olabilmekteyken, risk-getiri bazında; RMD ölçümleri işlemleri gerçekleştirenler kar maksimizasyonu için gerekli teşviğin verilmesini sağlayabilmektedir.

Yeni yatırım kararları almadan önce ise karşılaştırmak için performans ölçümünde kullanılabilir. Riski yüksek olan bir işletmenin performansının iyi olduğunu söylemek pek gerçekçi olmayacaktır. Bu sebeple RMD yardımıyla ölçülen risk, yatırım kararlarında etkili bir faktördür.

Denetleme ve kamuyu aydınlatma aracı olarak yasal düzenleyiciler ve derecelendirme kuruluşları tarafından kullanılmaktadır. RMD yöntemini kullanarak işletmelerin karşı karşıya kaldığı riski halka ve müşterilerine açıklama işlevini yerine getirmektedirler. Tüm Dünya’da sermaye karşılığı ayırma zorunluluğunun RMD ile ölçülmesinin dışında, ABD’de halka açık şirketlerin türev piyasalardaki işlemleri ile ilgili RMD ölçümlerini halka duyurma zorunluluğu bulunmaktadır. Örneğin, ABD’nin önde gelen finansal kuruluşlarından olan J.P. Morgan’ın, üst düzey yöneticileri, her gün saat 16:15’te RMD ölçümünü alarak, normal piyasa şartlarında, belli bir güven düzeyinde ve belli bir olasılık altında kaybedebilecekleri tutarı veya piyasa riskini görmektedirler (Naghiyev, 2008: 83). Ayrıca kurum risklerinin hızlı bir şekilde açıklanmasında teknik bilgiye ihtiyaç duymadan raporlama amaçlı kullanılmaktadır. Teminat oranları da genel olarak Riske Maruz Değer yaklaşımı kullanılarak bulunmaktadır. Dolayısıyla, RMD modelleri anlaşılmasının ve uygulanmasının önemi, bir tahmin modellemesinin çok ötesine gidebilmektedir.

RMD yönteminin de bazı eksiklikleri ve uygulama sorunları bulunmaktadır. En kötü zararın ne olabileceğini vermemesi, dönem boyunca pozisyonların değişmediğinin varsayılması, kullanılan geçmiş dönemdeki verilerin gelecekteki gelişmeleri temsil etme gücünün zayıf olabilmesi yöntemin kısıtları arasında sayılmaktadır. Ayrıca RMD, uç piyasa koşullarındaki risklerin nasıl ölçülebileceği konusunda zayıf kalmakta, fakat bilinçli tahminlerle oluşturulan senaryolar ile dengesiz piyasaları kolaylıkla tanımlayabilmektedir.

2.3.2. Riske Maruz Değerin Tarihsel Gelişimi

80'lerde ve 90'larda yaşanan finansal başarısızlıklardan sonra, piyasalarda bütüncül ve hassas risk yönetim tekniklerine ve düzenlemelere ihtiyaç doğmuştur ve ilgili çalışmalar yürütülmüştür.

1993 yılında, Basel Komitesi bankaların sermaye yeterliliğinin hesaplanmasında, kredi riskinin yanında piyasa riskinin de hesaba katılması gerekliliği sonucunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte G-30 grubunun çalışma gruplarından biri tarafından 1993 yılı Temmuz ayında yayınlanan vadeli işlemlere konu araçların risklerini ölçmede kullanılacak yöntemler raporunda (Derivatives: Practices and Principles), risk ölçümünde Riske Maruz Değerin kullanılması konusunda tavsiyede bulunulmuştur (Jorion, 2002: 43). Bu raporu, kuruluşlar tarafından yayınlanmış pek çok rapor izlemiştir.

Bu gelişmelerin üzerine; J.P. Morgan, piyasalarda standart oluşturmak amacıyla harekete geçerek, risk yönetiminde bir devrim başlatan RiskMetrics modelini ve gerekli veri setini, 1994'de yayınlamıştır. RMD yönteminin kullanımında büyük bir hız ve kolaylık sağlanmıştır. Riske Maruz Değer kavramı ve hesaplamalarıyla ilgili çalışmalar yıllar geçtikçe önem kazanmıştır.

Basel Uyumu uyarınca, kredi riski gibi spesifik riskler için getirilen sermaye yeterliliği zorunluluğu kredi riskini minimize etse de, piyasa risklerinden kurtulmak için Avrupa Birliği tarafından (1996), benzer bir yaklaşım olan CAD (Capital Adequacy Directive) yürürlüğe konulmuş ve bankaların risk yönetim merkezleri kurmaları ve günlük risk takibi zorunlu hale getirilmiştir (Saber, 1995: 34).

1996 yılında ilk olarak üstel ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi ortaya konmuş ve varyans modellemesinde kullanılan GARCH yöntemlerinin Riske Maruz Değer için temellerini ortaya atılmıştır. Jordan ve Mackay, normallik varsayımı altında hesaplaması oldukça kolay olan varyans-kovaryans modelini ortaya koyarken (Çelik, 2009: 3), Zangari Delta-normal modelin lineer olmayan varlıkları da çalıştırabilen bir modele dönüştürülmüş hali olarak, Delta-gama modelini üretmiştir (Bostancı, 2006: 13). Holton (1998), bu varsayımı ortadan kaldırarak Tarihsel simülasyon ve Monte Carlo simülasyon yöntemlerini önermiştir (Çelik, 2009: 3). Bununla birlikte, Jackson, Maude ve Perroudin getirilerin normal dağılıma sahip

olmaması halinde simülasyon yöntemlerinin parametrik yöntemlerden daha doğru sonuçlar verdiğini kanıtlamışlardır. Bunun ardından RMD yasal düzenleyicilerin düzenlemelerinin etkisi ile uluslararası standartlarda kabul ve kullanım bulmuş, finansal kurumlar ve mali olmayan şirketler tarafından da uygulanır hale gelmiştir.

RMD yöntemleri yaygınlaştıkça, geliştirilmeye daha da açık hale gelmiştir. Risk ölçümünde ortaya çıkan her yeni yöntem kendinden önceki yöntemlerin eksik ya da zayıf yönlerinden hareket edilerek geliştirilmiştir. Her seferinde yaşanan geçmiş deneyimler ve finansal başarısızlıklar, kurumsal yatırımcılara ve risk ölçümü konusunda akademik çalışma yapanlara, mevcut risk ölçüm yöntemlerinin yetersiz kaldığını göstermiştir. Bu durumun üzerine 2000 yılında Longin, en uç ve çok az rastlanır değerlerin etki derecesini büyüklük olarak hesaba katmadığı için uç değerler yöntemiyle Riske Maruz Değer hesaplama yöntemi önermiştir.

Türkiye’de gelişimi ise 2000 yılında yaşanan bankacılık krizinden sonra olmuştur. Bankaların faaliyetlerini denetleme ve düzenlemeden sorumlu olan BDDK tarafından, 10 Şubat 2001’de yayınlanan “Bankalarda Sermaye Yeterliliğinin Ölçülmesine ve Değerlendirilmesine İlişkin Yönetmelik” te yöntemin kullanımına ilişkin ayrıntılı açıklamalar yapılmıştır. Ayrıca 2002 yılında bankalarda risk yönetimi sistemlerinin oluşturulması zorunlu hale getirilmiştir ve risklerin yönetimi konusunda Riske Maruz Değer yöntemi önerilmiştir.

2.3.3. Riske Maruz Değer Yöntemleri

Riske Maruz Değeri hesaplamak için çeşitli yöntemler mevcuttur. Her yöntemin kendine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır, Riske Maruz Değeri hesaplamak için kullanılacak en uygun yöntemin seçimi; amaca ve portföyü oluşturan finansal varlıkların özelliklerine bağlıdır.

RMD yöntemlerinden hangisinin uygulanacağına, aşağıdaki iki soruya verilecek cevaba göre karar verilecektir (Bolgün ve Akçay, 2005: 396).

- Portföy getirilerinin dağılımı, normal dağılıma uymakta mıdır?
- Portföyün getirisi, portföyü oluşturan finansal varlıkların getirileri ile doğrusal bağımlı mıdır (doğrusal mı değişmektedir)?

Yukarıdaki iki sorunun cevabına göre RMD hesaplama yöntemleri; parametrik yöntemler, simülasyona dayalı yöntemler ve koşullu değişen varyansa dayalı volatilité tahmin modelleri olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

Parametrik yöntemler, varlık getirilerinin dağılımın belirlenmesiyle başlamaktadır. Dağılım parametreleri belirlenmekte ve son olarak da Riske Maruz Değer hesaplanmaktadır. Simülasyona dayalı yöntemlerde ise, herhangi bir dağılım varsayımına ihtiyaç duyulmamakta, ancak güvenilir hesaplamalar için yazılımlar yardımıyla çok miktarda veri kullanılmaktadır. Volatilité tahmin modelleri yöntemlerde ise bunların yanı sıra daha uzman personele ve gelişmiş yazılımlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu kapsamda ilk olarak RMD yöntemlerine yer verilmiş ve ardından olağandışı piyasa koşullarında gerçekleştirilmesi gereken risk analizleri kapsamında stres testleri açıklanmıştır.

2.3.3.1. Parametrik Yöntemler

Varyans-Kovaryans metodu portföy getirilerinin, portföyü oluşturan yatırımların getirilerinin doğrusal bir fonksiyonu olup olmasına göre Delta-Normal veya Delta-Gamma yaklaşımlarına ayrılmaktadır.

Riske Maruz Değer hesaplamasında en kritik noktalardan birisi portföy getiri varyansını hesaplamaktır. Parametrik yöntemin verilerin normal dağılıma uyduğu varsayımı altında, portföy getiri varyansının sabit (durağan) yani zamandan bağımsız olduğu kabul edilmektedir.

2.3.3.1.1. Varyans Kovaryans Yöntemi (Delta-Normal)

Varyans-Kovaryans yöntemi, literatürde Delta-Gamma yöntemi önemsenmediği için “Parametrik Yöntem” olarak da adlandırılmaktadır. Bu yöntemde, geçmiş verilerden elde edilen değişimlerin (fiyat ve oranların) volatilité ve korelasyonları kullanılarak gelecekteki risk faktörlerinin davranışları hesaplanmaktadır.

Bu yöntem, ele alınan değişkenlerin normal dağılıma sahip olduğunu varsaymaktadır. Normal dağılıma sahip değişkenlerin toplamı da normal dağılıma sahip olduğundan portföyün getirisi de normal dağılıma sahip olacaktır (Özmeriç, 2006: 70). Bunun için, varlık getirilerine ilişkin basıklık ve çarpıklık değerlerine göre normal dağılım özelliği araştırılır. Bununla birlikte, dağılımların normal olduğunun varsayılması nedeniyle, finansal getirilerin dağılımında şok dalgalanmalar gibi uç veya beklenmeyen durumların yaşanması konusunda eksiklikleri vardır.

Yöntemin diğer bir varsayımı da portföy getirisinin risk faktörlerindeki değişimlere doğrusal olarak bağlı olmasıdır. Bu varsayımı sağlayan portföyler, tahvil bono portföyleri, hisse senetleri, spot veya forward ürün pozisyonları içeren portföylerdir. İçeriğinde opsiyonlar, faize dayalı kompleks yapıli türev ürünler ve ipoteğe dayalı finansal varlıkların bulunduğu doğrusal olmayan finansal varlıkların riskini ölçmede yetersiz kalmaktadır (Aydın, 2000: 9).

Volatilité ve korelasyonların zaman içinde değişmediğı varsayımı da yöntemin başka bir eksik noktasıdır. Çünkü bilindiğı üzere finansal veriler zaman içinde değişmektedir. Bu durumda normal dağılıma dayalı olarak bulunan RMD değeri gerçek değerinden daha düşük hesaplanmış olmaktadır.

Hesaplama sürecinde, ortalama ve varyans, başlangıçta bilinmediğı için, tahminlerinde tarihi verilerden oluşan bir örnek kullanılmakta ve bu örneğe dayalı olarak tahmini ortalama ve varyans belirlenmektedir. Dolayısıyla hesaplamalarda tahmin hatasının oluşma olasılığı da artmaktadır (Kayahan, 2007: 190).

Varyans-Kovaryans yönteminin uygulanması kolaydır. Tek varlık yatırımlarında riske maruz değeri, aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanabilmektedir.

$$RMD = P \times \alpha \times \sigma \times \sqrt{t} \quad (25)$$

P = Portföyün bugünkü değeri

α = Güven düzeyi katsayısı

σ = Getiri Volatilitesi

t = Elde tutma süresi

Volatilité hesaplamasında verilerin standart sapması kullanılmaktadır. Tek varlık nedeniyle korelasyon sıfır varsayılmaktadır. Güven aralığı ve/veya elde tutma süresinin daha düşük alınması, RMD rakamını da düşürmektedir, yüksek alınmasında da RMD daha yüksek çıkacaktır.

Oluşturulacak portföyde iki varlık içermesi ya da iki farklı risk faktörüne maruz kalması durumunda ise varlıkların getirileri ya da risk faktörleri arasındaki korelasyonun da dikkate alınması gerekmektedir. İki varlıktan oluşan bir portföyün RMD sayısını varlıkların portföy içindeki ağırlıkları, varlıkların getirilerinin standart sapmaları ve varlıklar arasındaki korelasyon değerleri etkileyecektir. RMD hesaplanmadan önce, oluşan portföyün riski (standart sapması) şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\sigma_p = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + 2\rho_{1,2} w_1 w_2 \sigma_1 \sigma_2 + w_2^2 \sigma_2^2} \quad (26)$$

w = Varlıkların portföy içinde ağırlığı

σ^2 = Varlıkların varyansı

σ = Varlıkların standart sapması

ρ = Varlıkların korelasyon katsayısı

Varyans Kovaryans yöntemiyle Riske Maruz Değerin hesaplanması aşağıdaki süreç takip edilerek yapılabilmektedir;

- RMD'si hesaplanacak portföyün ve risk faktörlerinin belirlenmesi,
- Risk faktörlerine ilişkin tarihsel verilerin toplanması,
- Risk faktörlerindeki günlük getiri değişimlerinin hesaplanması,
- Portföyün pozisyonlarının belirlenmesi,
- Getiri değişimlerinden volatilitenin hesaplanması,
- Varyans kovaryans ve korelasyon katsayıları matrisinin hesaplanması,
- Kovaryans matrisi, risk matrisi ve transpozisi ile çarpılarak portföyün RMD'nin belirlenmesi ve
- Seçilen güven düzeyi ve elde tutma süresi için parametrik RMD'nin bulunmasıdır.

Portföyde birden fazla yatırım aracı bulunursa her bir risk faktörü için bulunan varyanslar ve korelasyonlar kullanılarak portföy standart sapması bulunur ve RMD formülünde yerine konularak değer hesaplanır. İkiden fazla varlıklı yatırımlarda ise karmaşık ve uzun işlemler nedeniyle en iyi yöntem RMD'nin matrisler vasıtasıyla bulunmasıdır. Üç temel matris oluşturulmaktadır. Bu üç temel matris; pozisyon matrisi, korelasyon matrisi ve risk matrisidir (Ege, 2006: 83).

Korelasyon matrisi, portföyde yer alan tüm varlıkların birbirleri ile olan korelasyonunu gösterir. Korelasyon matrisinin büyüklüğü varlık sayısına bağlıdır. Eğer 3 varlıktan oluşan bir portföy söz konusu ise matris “3x3” büyüklüğünde olacaktır. Burada korelasyon matrisinin simetrik olması nedeniyle, x varlığının y varlığı ile y varlığının x varlığı ile olan korelasyonu birbirine eşittir (Ege, 2006: 84). Korelasyonlar dikkate alınarak, varlık sayısı arttırıldığında Riske Maruz Değer tutarı da düşebilecektir.

$$C = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \cdots & \rho_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (27)$$

Ağırlık (pozisyon) matrisinin oluşturulmasında, portföydeki varlıkların ağırlıkları kullanılmaktadır. Varlık sayısı 3 olan portföyün ağırlık matrisi 1x3 matris şeklinde olmaktadır. Risk matrisinin hesaplanmasında volatiliteler dikkate alınır.

$$\vec{V} = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \vdots \\ \sigma_n \end{bmatrix} \quad (28)$$

Son olarak portföyün Riske Maruz değeri bulunabilmesi için risk matrisi, korelasyon matrisi ve risk matrisinin transpozesiyle çarpılır.

$$RMD = \begin{bmatrix} V_1 & V_2 & \cdots & V_n \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \cdots & \rho_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{m1} & \cdots & \cdots & \rho_{mn} \end{pmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_n \end{bmatrix} \quad (29)$$

Eğer pozisyon sayısı çok büyük ise, örneğin büyük bir finansal kuruluşun verdiği binlerce kredinin sınıflandırılabilmesi bu yöntemle problem teşkil etmektedir (Benninga ve Zvi, 1998: 2).

2.3.3.1.2. Delta-Gamma Yöntemi

Lineerlik varsayımı nedeniyle Delta-Normal modeli, gamma ve konveksiteye sahip portföylerde başarılı sonuçlar vermemektedir. Bu durumda parametrik yaklaşımın geliştirilmesi ile opsiyonlar gibi fiyatları sadece doğrusal değişimlere bağlı olmayan ürünlerin de riskini ölçmek için Delta-Gamma yaklaşımı ortaya çıkmıştır. Delta-Normal yöntemi sadece deltayı dikkate almaktayken, bu yöntem deltayı ve opsiyon sözleşmelerinde spot oranlardaki değişimlerin doğrusal olmayan etkilerini hesaplayan “gamma”yı da hesaplamada kullanmaktadır.

Delta-Normal değerlendirme yönteminde, risk faktörlerinin değişimlerinin normal dağıldığı varsayımının aksine; Delta-Gamma yöntemi, modele ikinci dereceden hassasiyetleri dahil ederek bu eksikliği ortadan kaldırmakta, parabolik (kuadratik) varsayımı kabul etmektedir. Bu yöntemin uygulanması, yüksek seviyede matematik gerektirmektedir (Alkin ve Savaş 2002, 113).

Bu yaklaşımdaki gamma, opsiyon değerinin ölçmede kullanılan parametrelerden biridir. Delta oranı, söz konusu olan bir finansal varlığın değerinde meydana yüzde değişikliğin, fiyatı yüzde kaç oranında etkileyeceğini göstermektedir. Gamma oranı, delta oranındaki değişimlere karşı opsiyon fiyatının değişimini ölçmektedir. Birimin değerinde meydana gelen değişikliklere portföyün ikinci dereceden kısmi türev ile hassasiyetini ölçmektedir. Konveksite ise; verim eğrisinde meydana gelen paralel kaymalara, portföyün ikinci dereceden hassasiyetini ölçer.

Gamma etkisi nedeniyle, opsiyon içeren portföylerin olasılık dağılımları da normal dağılıma oranla eğik olmaktadır. Gamma değerinin, pozitif olması durumunda, portföyün değer değişimlerini veren olasılık dağılımı sağa çarpık; aksi durumda ise sola çarpık olacaktır (Hull, 2000: 356). Böylece normal dağılım varsayımını ortadan kaldırıp, dağılımın çarpıklığı da hesaplanmış olmaktadır.

Opsiyon içeren bir portföyün getiri dağılımının sağa çarpık olması durumunda, sol kuyrukta kalan olasılık normal dağılıma göre daha az olmaktadır. Bu nedenle, normal dağılım varsayımı yapıldığında, portföy riski olması gerektiğinden fazla ölçülmüş olur. Portföy getirilerinin dağılımının sola çarpık olması durumunda ise, sol kuyrukta kalan olasılık normal dağılıma oranla daha fazla olacağı için,

normal dağılım varsayımı yapıldığında portföy riski olması gerekenden az ölçülmektedir (Fidan, 2005: 32).

Delta-Gamma yöntemi, non-lineerlik varsayımli bir yöntem olduğundan, çalışmanın konusunun dışındadır. Bu nedenle yöntemin hesaplanışına girilmeyecektir. Ancak bilinmelidir ki, formülünde; portföy getirisinin değişimi, risk faktörlerinin hem doğrusal olmayan, hem de ikinci dereceden değişimlerini içerecek şekilde ifade edilmiştir. Dolayısıyla bu eşitlikte iki farklı istatistiksel dağılım söz konusudur.

Ayrıca, Delta-Gamma yöntemi, ihtiyaç duyulan veri miktarının geometrik olarak artmasından dolayı riskin birçok kaynağının Riske Maruz Değer hesaplanmasında pratik çözümler sunmamaktadır. Bu tür portföyler için RMD hesaplanmasında Monte Carlo Simülasyonu yönteminin kullanılması daha uygundur (Jorion, 2000: 214).

2.3.3.2. Simülasyona Dayalı Yöntemler

Opsiyon gibi doğrusal olmayan türev ürün içeren portföylerin getirileri en etkili şekilde simülasyon modelleri ile hesaplanabilmektedir (Bolgün, 2004: 56). “Tarihsel Simülasyon Yöntemi” ve “Monte Carlo Simülasyon Yöntemi” olarak ikiye ayrılmaktadır.

2.3.3.2.1. Tarihsel Simülasyon Yöntemi

Tarihsel Simülasyon yöntemi, belirlenen geçmiş tarih boyunca piyasa faktörlerinde görülen değişimlerin gelecekte portföy değerine etkisini belirlemekte kullanılan bir yöntemdir (Özmeriç, 2006: 75). Bu yaklaşımda finansal varlık ya da portföyün getiri dağılımı hakkında herhangi bir varsayım yapılmamakta, tarihin tekrar edileceği varsayılmaktadır. Dolayısıyla şişman kuyruk durumu da dikkate alınmış olmaktadır. Normal dağılım varsayımı yapılmamakta ve tahmin edilmesi gereken standart sapma ve korelasyon gibi parametreler bulunmamaktadır. Bu durum parametrelerin yanlış tahmin edilmesi riskini de ortadan kaldırılmakta ve böylece modelden kaynaklanan hata olasılığını azalmaktadır.

RMD hesaplamasında kavramsal olarak en basit yaklaşım TS yöntemidir. Yöntemde, risk hesaplamasında varsayımlara dayalı senaryo üretmek yerine, geçmiş piyasa verilerine dayalı hareket edilmektedir. Bu yüzden tahminlerin tamamen seçilen zaman dilimine bağlı olması nedeniyle eleştirilmektedir.

Felsefesinde; bugünkü portföy, geçmiş t gün önce olsaydı portföyün kazancının nasıl olabileceğinin hesaplanması yer almaktadır. Bu yöntem ayrıca risk faktörlerindeki değişimlere portföyün gösterdiği doğrusal olmayan tepkileri de dikkate alabilmekte, dolayısıyla doğrusal olmayan portföyler için kolaylıkla uygulanabilmektedir. Uygulamada tarihsel verilerdeki mutlak artış kullanılabileceği gibi yüzde değişimler de kullanılabilmektedir.

TS yönteminin hesaplama süreci şu aşamalardan oluşmaktadır:

- Piyasa riski hesaplanacak portföyün ve risk faktörlerinin belirlenmesi,
- Risk faktörlerine ilişkin tarihi verilerin toplanması,
- Varsayımsal kar veya zararı elde etmek için piyasa etkenlerinin günlük değişimlerin hesaplanması,
- Portföyü değerlendirme fonksiyonlarının belirlenmesi,
- TS değerlerinin portföy değerlendirme fonksiyonlarında kullanımı,
- Kar/zarar dağılımının hesaplanması ve sıralanması,
- Seçilen güven düzeyinde tarihsel RMD hesaplanması.

TS yöntemi, Monte Carlo modeli gibi bir simülasyon metodu değildir, ancak risk faktörlerinde oluşabilecek değişimlerin simüle edilmesi yoluyla portföy yeniden değerlendirilmektedir. Yani, portföyün muhtemel kar veya zararlarının dağılımı, risk faktörlerinin geçmiş dönemlerde gerçekleşmiş olan değişimlerinin mevcut portföye uygulanması suretiyle hesaplanmaktadır. Böylelikle risk faktörlerinin bir gün sonraki beklenen değerlerine ait belirli bir sayıda rastsal simülasyonlar yapılarak seçilen dağılım şeklinde uygun bir dağılım oluşturulur (Bolgün, 2002: 10).

Varlıkların geçmişte aldıkları gerçek değerlerin kullanılmasına karşın, piyasa fiyatlarına göre elde edilmiş olan kar veya zararların varsayımsal (hipotetik) olmasının nedeni; mevcut portföyün geçmiş dönem boyunca aslında elde bulundurulmamış olmasıdır (Uysal, 1999: 11).

Elde tutulan portföy bileşimi belli bir tarih itibarıyla sabitlenerek, tarihi fiyat değişimleri mevcut portföye uygulanır (Bolgün ve Akçay, 2005: 405). Seçilen ilgili

periyot, senaryonun amacına yönelik özel bir dönem (bilinçli tahminlerin bir karışımı) ya da mevcut piyasayı en iyi yansıttığı varsayılan dönem olabilir (Bolgün ve Akçay, 2005: 406). Yöntemde örnek büyüklüğü önem taşımaktadır. Küçük örneklerle çalışıldığında anlamlı bir sonuç bulmak zorlaşmaktadır. Basel Komitesi RMD hesaplamalarında en az bir yıllık veri setinin kullanılması gerektiğini söylemektedir.

Güven düzeyinin %p olduğu durumda portföy getirileri zarardan kara sıralandıktan sonra, T dönemlik veri olduğu düşünülürse, $\%(100-p)$ kadarlık kısmında kayıp beklendiği için $\%(100-p)$ 'lik kısmı RMD olarak seçilir. Örneğin güven düzeyi % 99 ise ve 252 dönemlik veri kullanıldıysa 249. $(252 \times 0,99)$ değeri % 99 güven düzeyi için en yüksek kayıp olarak yani Riske Maruz Değer olarak belirlenir.

Simülasyonda portföyü değerlendirme fonksiyonu olarak çeşitli yöntemler mevcuttur. Boudoukh, Richardson ve Whitelaw (1998)'un geliştirdiği Hibrid yaklaşım, iki RMD hesaplama yöntemi olan, üstel düzleme yöntemleri ve standart tarihsel benzetim yönteminin birleşiminden oluşmuştur (Boudoukh ve diğerleri, 1997: 2).

Hibrid yönteminin temel varsayımı, geçmiş fiyat hareketlerinin veri olarak alındığı analizlerde, yakın geçmişteki verilerin bir daha gerçekleşme olasılığının, uzak geçmişteki verilerin gerçekleşme olasılığından daha büyük olmasıdır. Bu sebeple yöntemde geçmiş veriler ağırlıklandırılma yoluna gidilmiştir. Ağırlıklandırma ile üssel olarak ağırlıklandırılmış volatilité modellemesinde olduğu gibi, yakın geçmişin analizdeki etkisi artırılmaya çalışılmıştır.

Dolayısıyla RMD hesaplaması yapılacak güne en yakın olan günlük değişim senaryosundan başlamak üzere, geriye doğru oluşan senaryolara üssel olarak azalan ağırlıklandırma yapılır. Eğer ağırlıklandırma yapılacak katsayı λ ise, geçmişe doğru t. günün senaryosunun ağırlığı, t+1. günün senaryosunun ağırlığının λ katı kadar olacaktır. Buna göre geçmiş ilk günlük senaryonun ağırlığı $\lambda^0 \cdot [(1-\lambda)/(1-\lambda^k)]$, 2. günlük senaryonun ağırlığı $\lambda^1 \cdot [(1-\lambda)/(1-\lambda^k)]$, 3. günlük senaryonun ağırlığı $\lambda^2 \cdot [(1-\lambda)/(1-\lambda^k)]$ ve en son senaryo olan k. günlük senaryonun ağırlığı $\lambda^{k-1} \cdot [(1-\lambda)/(1-\lambda^k)]$ şeklinde olacaktır. Ağırlıklandırmada yer alan $[(1-\lambda)/(1-\lambda^k)]$ ifadesi, ağırlıklar toplamını bir e eşitlenmesini sağlamaktadır (Boudoukh ve diğerleri, 1997: 3).

Diğer bir yaklaşım, Barone-Adesi, Giannopoulos ve Vosper (1999) tarafından oluşturulan Filtreli Tarihsel Simülasyon Yaklaşımıdır (Ege, 2006: 54). Bu yaklaşımın temeli, geçmiş fiyat hareketlerindeki volatilitelerin analize yapacağı muhtemel sapmaların şiddetini azaltma noktasına dayanmaktadır. Getirilerin filtrelenmesi ile tarihi getiriler, tahmin edilen volatiliteler ile standardize edilmektedir. Filtreleme işleminin yapılabilmesi için volatiliteler ve bununla beraber volatiliteler modeli (GARCH gibi) gerekmektedir. Tarihi getiriler, volatilitelerle filtrelenerek ortaya çıkan yeni serileri kullanılmaktadır. Getirilerin gelecekte alabileceği değerler üzerine ise bir varsayım getirmemektedir.

TS yönteminin en temel avantajları; lineer olmayan pozisyonlara kolaylıkla uygulanabilmesi, karmaşık matematik hesaplamalar içermemesi, dağılımlar hakkında herhangi bir varsayımda bulunulmaması, model riski olasılığının çok düşük olmasıdır. Bunun yanında, sadece getiri ve fiyatlar değil, volatilitelerin de simüle edilebilmesidir.

Yöntemin dezavantajlı noktaları ise biraz fazladır.

- Geçmiş verileri baz alması nedeniyle gelecekte yaşanması muhtemel olasılıklar dikkate alınmamaktadır. Dolayısıyla gelecek tahminleri geçmiş gibi olacaktır.
- Geçmişteki fiyat hareketlerinin muhakkak gelecekte de tekrarlanacağı söylenemez. Bunun yanında belki geçmişte hiç olmayan bir fiyat hareketi gelecekte olacaktır ve dolayısıyla yapılan analiz eksik kalacaktır.
- Sadece geçmişte gözlemlenen periyotlardaki değişimler dikkate alınıp, simülasyon döneminden önceki dönemlerde yaşanan volatiliteler hareketleri dikkate alınmamaktadır.
- Bilinçli seçimler ile mevcut durumu yansıtan dönemler yerine rastgele yapılan seçimler tutarlı olmayabilir.
- Geçmişteki aşırı bir değer, RMD tahminlerini aşırı olumsuz hale getirebilir.
- Bazı varlıkların kısa bir geçmişi vardır ya da varlıklara ilişkin geniş veri setinin tamamı elde edilememiş olabilir.
- Elde tutma süresini çok yüksek almak, yöntemin güvenilirliğini azaltabilir.

2.3.3.2.2. Monte Carlo Simülasyon Yöntemi

Monte Carlo Simülasyonu'nun hesaplama biçimi oldukça zahmetli olmasına karşın, en güvenilir sonucu verdiği için diğerlerine göre daha etkin bir yöntem olarak görülmektedir. RMD hesaplanmaları içinde çok zaman gerektiren yöntemdir.

Monte Carlo Simülasyonu'nda rastgele seçilmiş ve birbirinden bağımsız değişkenler geçmişe dönük veriler kullanılarak birbiri ile ilişkili piyasa fiyatları haline dönüştürülmekte ve bu veriler kullanılarak portföyün değer dağılımı belirlenmektedir (Sezgin ve Tüzün, 2001: 4). Bu açıdan normal dağılım kullanma zorunluluğu olmasa da, etkinlik ve tutarlılık açısından genellikle normal ve logaritmik dağılımlar kullanılmaktadır. Ayrıca, yöntemde üretilen binlerce sayıdaki simülasyon değerinin gerçekten rastsal olması son derece önem taşımakta ve üretilen sayılar arasında herhangi bir şekilde bağlantı olması halinde simülasyon anlamsız hale gelebilmektedir. MCS yönteminde seçilen dağılım ile gözlemlenen dağılım farklılık gösterebilecektir.

Bu yöntemde, finansal değişkenler üzerinde çeşitli örneklerin simüle edildiği stokastik bir süreç izlenir. MCS, tarihsel volatilité ve korelasyonları baz alır ve bunların üzerinden değişim senaryoları üretir. Her bir olası durum için portföy yeniden değerlendirilir. Bu sayede olasılık durumlarının her biri için yeniden değerlendirilen portföy grupları elde edilir. Doğru ölçüm sonuçlarına ulaşabilmek üzere her bir finansal varlık için en azından 10.000 adet rastsal sayı türetilmelidir.

MCS yönteminin en büyük yararı doğrusal olmama, ya da normal dağılıma uymama sorunlarını ortaya çıkaran karmaşık durumların modellenmesindeki esnekliğidir. Modelleme doğru yapılırsa, RMD hesaplamalarında en etkili ve güçlü yöntem olarak görülebilir. Esnekliği sebebiyle, söz konusu yöntem, kuyruk dağılımların olduğu durumlarda, volatilitédeki zamana dayalı değişimlerin olduğu durumlarda ve uç senaryolarda fiyat riski, volatilité riski ve doğrusal olmayan getiri dağılımları riski gibi geniş çapta risk çeşitlerini hesaplayabilmektedir (Gökgöz, 2006: 38). Delta-Gamma yöntemi gibi gamma ve dışbükeyliğin (konveksite) bulunduğu karmaşık portföylerde doğru tahminler verebilmektedir.

Yöntemin TS yönteminden farkı, senaryoların geçmiş verilere bağlı olarak üretilmemesi ve yoğun bir teknolojik altyapı gerektirmesidir. Çünkü birçok istatistik

programı yardımı ile rastsal sayı üretmek mümkünken, üretilen rastsal sayılar birbirlerinden bağımsızdır. Oysa menkul kıymetlerin getirileri arasında çoğu zaman korelasyon vardır ve dolayısıyla portföyü oluşturan menkul kıymetlerin volatilitelerinin ve menkul kıymetler arasındaki korelasyon katsayılarının belirlenmesi şarttır. Bu korelasyonu dikkate alan rastsal sayılar, getirilerin kovaryans matrisine Cholesky ayrıştırması veya tekli değer ayrıştırması yoluyla elde edilebilmektedir (Şahin, 2004: 77).

Monte Carlo Simülasyon yöntemine göre, RMD hesaplanma aşamaları şu biçimdedir (Akçay ve Bolgün, 2005: 410).

- RMD hesaplanacak portföyün belirlenmesi ve portföyde bulunan varlıkların piyasa fiyatlarının belirlenmesi,
- Portföyün risk faktörlerinin getiri değişimlerinin hesaplanması,
- Getiri değişimlerinin dağılımının hangi istatistiki dağılıma uyduğunun tespiti,
- Risk faktörlerine ait korelasyon ve kovaryans matrislerinin hesaplanması,
- Belirlenen dağılıma uygun rastsal sayıların üretilmesi,
- Kovaryans matrisinde Cholesky & Singular Value Decomposition matrisinin üretilmesi,
- Transpoze edilmiş Cholesky & Singular Value Decomposition matrisi ile belirlenen dağılıma uygun olarak rassal üretilmiş fiyat serilerinin çarpılması ile geçmişteki risk faktörleri arasındaki ilişkinin yeni üretilen fiyat serilerine yansıtılması,
- Bu fiyat serilerinin portföye uygulanması,
- Kar / Zarar dağılımının belirlenmesi ve sıralama sonucu ilgili güven düzeyinin dışında kalan olasılık değerine karşılık gelen RMD değerinin hesaplanması adımlarından oluşmaktadır. Sözgelimi %99 güven aralığında RMD'si ölçülen portföyün, elde edilen sıralanmış 1000 veriden 10. veri o portföye ait riskini verecektir.

Her bir risk faktörü için belirlenen miktarda (10000 gibi) rastsal değer üretilerek, her menkul kıymet için belirlenen varsayımsal veriler yardımıyla portföyün varsayımsal değeri hesaplanmaktadır. Bu işlem tekrarlanır ve elde edilen RMD değerlerinin ortalaması alınır. Tekrar sayısı 100 ile 10000 arasında değişmektedir.

100.000.000 değerleme yapmak gtr ve zaman almaktadır. Ancak, günümüzde bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle bu sorun biraz hafiflemiştir. Aslında portföy opsiyonlar vb. kompleks enstrümanlar içeriyorsa, tek başına bunun değerlendirilmesi ayrıca bir simülasyon gerektirmektedir. Yani değerlendirme ve risk yönetimi için gerekli simülasyon sayısı astronomik rakamlara ulaşabilir (Gökgöz, 2006: 42).

Rastgele sayılar için öncelikle, standart hata hesaplanır, bununla birlikte korelasyon sıfır değilse ve değerler arasında bir ilişki varsa, bu durumu yansıtan bir ayarlama yapılmalıdır. RMD uygulamacıları arasında kullanılan en popüler yöntem, Cholesky ayrıştırmasıdır (Kayahan, 2007: 203) Cholesky ayrıştırması cebirsel bir matris ayarlama sürecidir. Örneğin; iki varlıktan oluşan bir portföye sahip olunduğu varsayılp, varlıkların birbirlerine karşı korelasyonları 1 kabul edildiğinde; bunun anlamı, birinci varlık artar ise, diğer varlıkta artmalıdır. Korelasyon sıfır olarak belirtildiğinde, her iki varlıkta birbirinden bağımsızdır ve her hangi bir ayarlama yapılmasına gerek yoktur. Sonuçta, korelasyon 0,90 olarak belirtilir ise, birinci varlık düşerken, diğer varlık aynı oranda düşmeyecek. 0,90 olarak etkilenecektir (Kayahan, 2007: 204).

MCS yönteminin diğer yöntemlerde olduğu gibi avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Avantajları için; risk faktörlerinin dağılımıyla ilgili hiçbir varsayım yapmaması, farklı senaryoların düşünülmesine imkan tanınması, piyasalar arası bütünlüğü doğrudan kabul etmesi, doğrusal olmayan, gamma ve konveksite bulunan karmaşık portföyleri hesaplayabilmesi sayılabilmektedir. Ayrıca Tarihsel Simülasyon yönteminde olduğu gibi geçmişe yönelik olarak yeteri kadar veri elde edilememesi sorunu bu yöntemde yoktur. Yöntemin dezavantaj tarafı için ise her durum için ayrı senaryo kurulması gerekliliği, uygulama maliyetinin yüksekliği, uygulamasının bir uzmanlık gerektirdiği ve fazla zaman alması sayılabilir.

Bu yöntemlere dayalı olarak hesaplamaların başarısı, varlıkların aynı dağılımı göstermesine bağlıdır. Aksi takdirde, ani piyasa şoklarında her değişkenin kendine özgü bir olasılığı olacağından, ölçülmesi zorlaşacaktır (Akçay ve Bolgün, 2005: 396).

2.3.3.3. Volatilite Tahmin Modelleri İle Yöntemler

Yukarıda açıklamalarına yer verilen, volatilitiyi sabit olarak kabul eden esaslara dayanan yöntemler, dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde yetersiz kalabilmektedirler. Bununla birlikte volatilitiyi değişken olarak kabul eden ARCH, GARCH ve türev modellerinin volatilite düzeylerinden elde edilen RMD tutarları, daha tutarlı sonuçlar vermektedir.

Riske Maruz Değer tutarları için koşullu değişen varyans modelleri ile hesaplanan volatilite değerleri kullanılır. Bunun için ARCH modelinde $\alpha_0/(1 - \alpha_1 - \dots - \alpha_p)$ formülü ve GARCH modelinde $\alpha_0/(1 - \alpha_1 - \dots - \alpha_p - \beta_1 - \dots - \beta_q)$ formülü ile bulunan varyansların karekökü kullanılmaktadır. Daha sonra volatilite değeri Riske Maruz Değer formülüne konularak sonuca varılmaktadır.

Çalışmanın uygulamasında bu yöntemler kullanılacak olup, uygulama öncesi tüm yöntemleri birlikte değerlendirerek yöntem farklılıklarını benzerliklerini belirginleştirmek faydalı olacaktır.

2.3.3.4. RMD Hesaplama Yöntemlerinin Birlikte Değerlendirilmesi

Genel kabul görmüş RMD hesaplama yöntemlerinin her birinin kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu yöntemlerden bahsederken, yukarıda hangi yöntemin ne gibi güçlü ve ne gibi zayıf taraflarının olduğu konusuna değinmiştik. Bununla birlikte RMD hesaplama yöntemlerinden hangisinin diğerine göre üstünlüğü sorusunun tek cevapla verilmesi zordur. En iyi yöntem seçimi, portföyün kompozisyonuna, kullanıcının amacına uygun olarak en geçerli ve en doğru sonuçlar veren yöntemdir.

Yöntemler arasında uygulanması en kolay yöntem Tarihi Simülasyon yöntemidir. TS yöntemin kolaylığı, geçmiş verilerin elde edilebilme kolaylığına bağlıdır. Bu yöntemde, geçmiş verilere ulaşılabiliriyorsa geriye sadece dönem seçimi ve basit hesaplama işlemi kalmaktadır.

TS yönteminden biraz daha zor olan yöntem varyans kovaryans yöntemidir. Hesaplama hızı ve risk yoğunlukları tespit etme açısından Varyans-Kovaryans yöntemi, diğer modellere göre daha kuvvetli olmakla birlikte, opsiyon gibi lineer

olmayan portföy yapısına olan uygunluğu daha zayıftır. Delta-Gamma ile bu sorun çözülmüş ancak, hız ve kolaylık avantajı kaybolmuştur.

Monte-Carlo Simülasyonu ve Tarihsel Simülasyon Yöntemleri lineer olmayan enstrümanlar üzerindeki RMD'yi hesaplamada başarılıdır. MCS, TS yöntemine göre daha zordur. Ancak Monte Carlo Simülasyonu, TS yöntemine göre daha çok fiyat ihtimalleri yaratıp, daha gerçekçi sonuçlar elde ettiği için, geniş risk gruplarına karşı daha esnektir. Fakat bu avantajlarının yanında bilgisayar yazılımları yardımıyla uygulansa dahi fazla zaman tutmaktadır.

Varyans-Kovaryans metodunda normal dağılım varsayımının getirdiği bir diğer zayıflık, kriz dönemlerinde ortaya çıkabilecek gelişmeler gibi normal olmayan fiyat hareketlerinin ölçümünde yaşanmaktadır. Getirilerdeki sapmaların normalden fazla olması tahminlerde hatalara neden olabilecektir. Bu nedenle özellikle Varyans-Kovaryans metodunda olasılık dağılımının basıklık ve çarpıklığının ölçülmesine ilave olarak, stres testleri ile desteklenmesi önemli bir gereksinimdir. TS yönteminin dağılım varsayımı olmadığı için normal dışı dağılımları modellemede diğer yöntemlere göre daha başarılıdır. Ancak bu yöntem, riskin zaman içindeki değişimine karşı zayıf kalabilmektedir.

Bu nedenle, Tarihsel Simülasyon yöntemi gerçekleşmiş verilerden hareket ettiği için, stres testlerinin kullanımına uygun bir yöntem değildir. Diğer yöntemler olan Varyans-Kovaryans ve Monte Carlo yöntemlerinde ise stres testlerinin kullanımı, kullanılan programlara göre kolay olabilmektedir. Çünkü bu yöntemlerde kullanıcı, tarihi veriler dışındaki bazı verileri kullanabilecektir (Uysal, 1999: 14).

Tüm bunların yanında büyük dalgalanmaları modelleme açısından ve volatilitiyi ele alınan dönem boyunca sabit değil değişken olarak uygulayıp tutarlı sonuçlara ulaşabilmek için, kompleks bir yapıya sahip olmalarına karşın, uzman personel istihdamıyla GARCH ve türev modelleri kullanmak daha mantıklıdır.

Sonuç olarak, eğer uygulama olanağı varsa, tüm RMD hesaplama yöntemlerini uygulamak, analizcilere daha sağlıklı bir değerlendirme yapma imkanı sağlayacaktır. RMD hesaplama yöntemlerinin desteklenmesi için, bir sonraki bölümde anlatılan stres testi gibi tamamlayıcı yöntemler söz konusudur.

2.3.4. Stres Testleri

Piyasa riski ölçümü yapmanın temel amaçlarından biri, herhangi bir kriz ortamında oluşabilecek kaybın büyüklüğünü öngörebilmektir. RMD yöntemleri, olağan durumlarda, beklenmeyen kayıp miktarlarının tahmininde en çok kullanılan modeller olmaktadır. Ancak RMD yöntemlerinin varsayımları nedeniyle beklenmedik ve olağanüstü durumlarda (güven aralığı dışında meydana gelen olaylar) vermiş olduğu kayıp tutarları gerçeği yansıtamamaktadır. Bu olaylardan kasıt gerçekleşme ihtimali düşük ancak zarar boyutu yüksek olabilecek, faiz oranlarında sıçrama, politik kriz, devalüasyon gibi olaylardır. Bu eksiklik karşısında, olağanüstü durumlardaki kazanç ve kayıplara bağlı olarak meydana gelebilecek risklerin hesaplanmasında stres testleri kullanılmaktadır. Stres testi bu nedenle RMD modelinin tamamlayıcısı olarak görülmektedir.

Stres testi, BDDK tarafından bir portföyün maruz kalabileceği beklenmeyen risklere karşı mevcut dayanıklılığını ölçmeye yönelik çeşitli tekniklerin tümü olarak tanımlanmıştır. Stres testlerinin çalışma konusunu oluşturmaması nedeniyle ayrıntısına girilmemiştir.

Stres testi, RMD tutarı aşıldığında (uç değerde) zararın ne kadar büyük olabileceği sorusuna yanıt aramaktadır. Genel olarak finansal verilerin dağılımın basık olması, kuyruk bölgede yer alan uç değerlerin çok fazla olduğunu gösterir. Bu duruma şişman kuyruk (fat tail) denmektedir.

Stres testleri getiri dağılımının kuyruğunu kontrol etmektedir. Stres testleri, düşük olasılıklı olayların araştırmasını yaparak şeffaflığı arttırmakta ve Riske Maruz Değer ile kullanılmasıyla daha anlaşılabilir bir risk tablosu elde edilebilmektedir (Aksel, 2001: 3).

Stres testini uygulamak için standart bir yol ne yazık ki yoktur. Stres testlerinin uygulanması, testi yapan risk yöneticilerinin tecrübeleri ve özellikleri doğrultusunda oluşmaktadır. Alt sınıflandırmaya ilişkin belli başlıklar yapılabilirken, özellikle analiz araçları açısından çok çeşitli yöntemler kullanılabilmektedir. Stres testi sürecinde benimsenecek iki temel yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan ilki olan senaryo analizi, ekonomik senaryolar üzerine kurulur. İkincisi ise mekanik yaklaşımlar olup matrisle dayanmaktadır.

Stres testi ve senaryo analizi kavramları, her ne kadar günlük kullanımda birbirlerinin yerine kullanılıyor olsalar da esas olarak senaryo analizi, stres testinde uygulanan bir yöntemdir (Ergül, 2008: 132). Senaryo analizinde, oluşturulan varsayımsal senaryoların piyasanın işleyişi üzerine ortaya çıkan etkilerini dikkate alınmaktadır. Senaryonun oluşturulması, portföyün değerlendirilmesi ve sonuçların özetlenmesi aşamalarından oluşmaktadır.

Senaryo analizi kullanarak yapılacak stres testinde en önemli unsur uygulanacak senaryonun belirlenmesidir (Ergül, 2008: 132). İki tür senaryo yaklaşımı vardır:

Tarihi senaryo analizi: Geçmişte yaşanan bir krizin tekrar tecrübe ediyormuş gibi zarar boyutunun tespit edildiği testlerdir. Uygulaması, senaryoda kullanılacak verilerin belli olmasından dolayı kolaydır. Ancak, geçmişte yaşanan krizler bugünden farklı koşullarda yaşandıkları için, senaryonun beklentisinden daha farklı bir sonuç yaşanması dezavantaj oluşturmaktadır. Tarihsel senaryoların oluşturulması aşamasında kişisel yargılara ihtiyaç duyulmamaktadır.

Kurgusal senaryo analizi: Mevcut ekonomik koşullarla ve portföyün yapısıyla uyumlu bir kurgusal senaryo üretilerek, oluşabilecek zarar tahmin edilmeye çalışılır. Bu sürecin gerektiği gibi çalışabilmesi için piyasa risk grubu, piyasalardaki gelişmeleri yakından takip etmeli ve doğru analizlerle muhtemel çalkantıları önceden senaryo haline dönüştürebilmelidir (Özmeriç, 2006: 80).

Senaryo seçimini öznel olarak yapmaktansa, istatistiksel olasılık teorisinin tekniklerini kullanmayı öngören yaklaşıma “mekanik yaklaşım” denir. Mekanik yaklaşımlarda çok sayıda farklı olasılık üzerinde yoğunlaşmakta ve portföy üzerindeki etkisi en olumsuz olan olasılık bileşimi tespit edilmektedir (Ege, 2006: 74). Yoğun hesaplamalar gerektirmektedir.

Faktör itme analizi: Her bir aracın veya risk ayrıştırması yapılıyorsa her bir risk etkeninin fiyatının en olumsuz yönde değiştirilmesi ve bu değişimlerin tümünün portföyün değeri üzerindeki birleşik etkisinin tespit edilmesi esasına dayanmaktadır.

Tüm risk faktörlerine yukarı ve aşağı doğru yüksek seviyeli stres uygulanır ve her bir risk faktörünün değişimiyle birlikte portföy değerinin ne şekilde değiştiği hesaplanır. Uygulanan stresler sonucunda en yüksek değer kaybına yol açan stres değerleri birlikte uygulanarak portföyün alabileceği en düşük değer tespit edilir.

Yöntemin en önemli sakıncası risk faktörleri arasındaki korelasyon yapısını dikkate almamasıdır (Ergül, 2008: 134).

Maksimum zarar optimizasyonu: Portföyün tüm risk faktörlerinin ortalama değerleri içinde ortaya çıkan zararlar incelenmektedir. En yüksek değer kaybı optimizasyonu yöntemi de temel olarak faktör itme yöntemiyle aynı olmakla birlikte, risk faktörlerindeki hem yüksek hem de orta seviyeli stres uygulanması durumunda portföyün alacağı değerler analiz kapsamına alınır. Dolayısıyla eğer portföy yapısı, risk faktörlerindeki orta seviyeli değişimlerine karşı daha duyarlıysa en yüksek değer kaybı optimizasyonu yöntemi tercih edilir (Dowd, 2005: 305).

Bugün geline son noktada RMD modelleri ve stres testlerinin birlikte kullanılmasıyla bileşik modeller ortaya çıkmıştır. Bu yöntemler arasından sıklıkla istatistiksel stres testleri başlığı altında incelenen Beklenen Kuyruk Kaybı/ Koşullu Riske Maruz Değer (Expected Short Fall-ES/Conditional VaR-CVaR) ve Uç Değer Teoremine (Extreme Value Theorem) uyan Riske Maruz Değer kullanılmaktadır.

Söz konusu iki yöntem klasik Riske Maruz Değer ölçümlerinin stres altındaki piyasa dönemlerinde ölçüme dâhil edemediği kuyruk bölgelerini de dahil ederek daha tutarlı risk düzeylerini vermektedirler. Bu yüzden klasik RMD yönteminin verdiği kayıp düzeylerini daha tutarlı hale getirmektedirler (Adakale, 2009: 124).

Koşullu Riske Maruz Değer; temel olarak potansiyel kaybın riske maruz değeri aştığı beklenen kayıp olarak tanımlanmaktadır. RMD en kötü durumların en iyisini ölçmekteyken, CVaR, RMD'yi aşan zararların ortalaması olarak bulunur ve her zaman klasik RMD değerinden yüksektir.

Stres testleri, sıradışı olaylar karşısında muhtemel kayıpların boyutu hakkında fikir vermekte ancak, söz konusu olayın gerçekleşme olasılığına yönelik herhangi bir öngöründe bulunamamaktadır (Tuncer, 2006: 70).

Senaryo analizi ile risk faktörlerinin değerindeki volatiliteler ile birlikte korelasyonlar da dikkate alınmaktadır. Mevcut durumdaki korelasyonlarda önemli bir değişikliğin olması portföyün beklenenden daha fazla bir riskle karşılaşması sonucunu doğurabilecektir. Bu nedenle piyasada büyük oynamalar karşısında maruz kalınacak riskin yanında olağan piyasa korelasyonlarının önemli ölçüde değişmesi durumunda maruz kalınacak risklerin de tespit edilmesi gerekmektedir.

Son olarak yaşanan 2008 küresel finans krizinde Avrupa'daki bankalara yapılan stres testleri sonuçlarının olumlu çıkmasına karşın, sonrasında sorun yaşanması kullanımlarında tartışılmalara sebep olmuştur.

2.4. RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMLERİNİN PERFORMANSININ ÖLÇÜLMESİ

Söz konusu risklere duyarlılığı değişen şartların sonuçlarına bağlı olarak sürekli ve açıkça gözlenip, değerlendirilmelidir.

2.4.1. Geriye Dönük Testler (Backtesting)

Geriye dönük test süreci; RMD modelinin doğruluğunu kanıtlayan bir istatistiksel süreçtir. Belirli bir dönem için, hesaplanan RMD değeri ile gerçekleşen zarar değerlerini karşılaştırarak, gerçekleşen zarar değerinin hesaplanan RMD değerini kaç kere aştığının bulunmasına dayanmaktadır. Temel mantığı, hangi modelin en tutarlı risk düzeyini yansıtmış olmasıdır.

Modeller gerçeği yansıtması için tasarlanmaktadır. Gerçekleşen kayıp tutarının hesaplanan RMD rakamından yüksek olması durumunda, yapılan hesaplamaların güvenilirliği zedelenmekte ve bu durum 'sapma' olarak adlandırılmaktadır. Anlamlı olarak değerlendirilmeleri için bu farklılığın belirli sınırlar içerisinde kalması gerekmektedir.

Hangi günlerde gerçekleşen kayıp tutarının, hesaplanan kayıp tutarını aşmış olduğunu belirlenmektedir. Bu sapma sayılarının belirlenmesinin ardından en düşük sapma sayısını veren model belirlenmekte ve seçilen modelin, riski en tutarlı şekilde hesaplayan yöntem olduğuna karar verilmektedir (Bolgün ve Akçay: 2005: 43).

Düzenleyici otoriteler, sermaye düzenlemeleri için RMD yöntemini kullanan bankalardan geriye dönük test istemektedir. Buradaki düzenlemede, bir yıllık bir sürede ve her gün yapılan geriye dönük testler ile belirlenen sapma sayısı, piyasa riski için gerekli sermayenin hesaplanmasında kullanılacak katsayıyı belirlemektedir (Sezgin ve Tüzün, 2001: 6).

Basel II'nin getirdiği önerilere göre, önceki yılın %99 güven düzeyindeki RMD değerleri günlük olarak gerçek kayıplarla karşılaştırılmalıdır. Basel Komitesi, yılda 4 sapmaya kadar tolerans göstermekte ve bu seviyeyi “yeşil bölge” olarak tanımlamaktadır. 5 ile 9 arası sapmalar için “sarı”, 10 ve daha fazlası sapma için “kırmızı” bölge tanımını getirmektedir. Bu kapsamda geriye dönük testin sonuçlara göre, bir yıllık zaman diliminde fazla sapma gösteren modeller kullanılmışsa, tutulması gereken sermaye miktarı sapma sayısı arttıkça, 4 faktöre kadar artmaktadır.

Tablo, sermaye hesaplamalarında kullanılacak sapma sayılarına karşılık gelen çarpım faktörünü göstermektedir. Bu faktörler sermaye yükümlülüğünün hesaplanması için RMD değeri ile çarpılmaktadır (Özmeriç, 2006: 83). Başarısız bir model daha çok sermaye tutma zorunluluğuna yol açmaktadır.

Tablo 2: Geriye Dönük Test Kriterleri

BÖLGE	SAPMA SAYISI	ÇARPIM FAKTÖRÜ
Yeşil	0, 1, 2, 3, 4	3,00
Sarı	5	3,40
	6	3,50
	7	3,65
	8	3,75
	9	3,85
Kırmızı	10 ve daha fazla	4,00

Kaynak: BIS, 2006: 321, <http://www.bis.org/publ/bcbs128.pdf> (25.12.2011)

Kurum bir anlamda bankayı RMD'ni doğru hesaplaması için teşvik etmektedir. Hiçbir banka fazla sermaye bulundurmamak istemeyecektir. Bunun için, Bankaların RMD'ni doğru hesaplayabilecek ve düşük sermaye konulmasını sağlayacak bir yöntemi kullanmaları gereklidir.

Bu tür uygulamada teorik olarak doğru bir modeli reddetmek (Tip 1 ' α ' hatası) veya yanlış bir modeli kabul etmek (Tip 2 ' β ' hatası) olmak üzere iki tür istatistiksel hatayla karşılaşabilmektedir (Seval; Arsoy; Sarıkovanlık, 2001: 8).

Sapma sayısının güven seviyesine bağlı olarak öngörülen sapma sayısından fazla olması her zaman kullanılan modelin doğru ölçüm yapmadığı sonucuna

ulaşmayı gerektirmez. Bazı durumlarda kayıpların, hesaplanan RMD rakamlarında sapma sayısı, sınır olarak gösterilen gün sayısını birkaç gün geçebilir. Bu gibi durumlarda RMD modelinin hemen reddedilmesi anlamsızdır (Jorion, 2002: 36). Geriye dönük test sonucunda elde edilen veriler ve parametreler, volatilité, korelasyon ve diğér risk faktörleri ile birlikte yorumlanarak analiz edilmesi gereklidir.

2.4.2. Sonuçlar

Geriye dönük testlerde bulunan sonuçlara göre, RMD yönteminin tutarlı sonuç verip vermediğı rakamsal olarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Sonuçlar hedeflerden farklı çıkarsa, istisnai durumlar saptanmalı ve modeller yeniden gözden geçirilmelidir. Kurumlar, risk ölçüleri ile ilgili güvenebileceğı limitleri saptamalıdır. Üst yönetim veya ilgili birimler ile paylaşılacak RMD raporları, piyasa risk faktörlerindeki gelişmeleri içeren anlaşılabilir bir yorumla zenginleştirilmelidir. Yöntemlerin varsayımları ve parametrelerin risk ölçüm modelinin sonuçlarına olan etkileri düzenli olarak gözden geçirilmelidir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİNİN VADELİ İŞLEM SÖZLEŞMELERİ ÜZERİNE UYGULAMASI

Önceki bölümlerde, uygulamada ele alınan finansal ürünleri, karşılaştıran riskleri ve bu riskleri sayısal olarak ifade edebilmesi için kullanılan yöntemleri ve bu konuda yapılmış çalışmalar açıklanmaya çalışıldı. Bu çalışmalar, bu bölümde olan RMD hesaplaması üzerine yapılan uygulamanın alt yapısını oluşturmaktadır.

3.1. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ VE AMACI

Tez kapsamında gerçekleştirilen bu sayısal çalışmanın temel amacı, günümüzde risk yönetim uygulamalarında yaygın olarak kullanılan RMD yöntemlerinin uygulamalı olarak incelenmesidir. Hipotetik olarak simüle edilmiş bir bankanın vadeli işlemler portföyü nedeniyle maruz kaldığı piyasa riskini ölçmek ve bu hesaplanan RMD tutarlarının geriye dönük testler ile geçerliliğini bulmaktır.

3.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

VOBAŞ'da işlem gören sözleşmelerden oluşturulmuş portföyün riske maruz değerleri hesaplanmıştır. Yapılan çalışma, geriye dönük testler desteklenerek, daha derinlemesine bir analiz sağlanmıştır. Sonucun daha güncel olması amaçlandığı için 30.12.2011 tarihinden önceki bir yıllık zaman diliminde yer alan verileri bu çalışmanın temel fiyat verileri olarak alınmıştır.

Bu amaçla çalışmada 03.01.2011 – 30.12.2011 tarih aralığında 252 günlük getiri serisi ile Endeks 30, ABD Doları ve Altın (Dolar/Ons) sözleşmelerinden oluşan 100.000 TL'lik hipotetik bir portföy çalışmada anlatılan piyasa riski hesaplama yöntemlerinden RMD yöntemleri ile piyasa riskleri hesaplanmıştır.

Portföy içeriği; VOBAŞ'da işlem gören vadeli işlem sözleşmelerinin işlem hacimlerine göre oluşturulmuştur. Vadeli İşlem Sözleşmelerinin portföydeki varlıkları en güçlü şekilde temsil etmektedir. Endeks 30 ile 100 bir tutulmuştur. Bu nedenle, geriye kalan işlem gören vadeli işlem sözleşmelerinin tam olarak işlerlik

kazanmış olmamasından dolayı analizde inceleme dışı bırakılmıştır. Portföy ağırlıkları mevcut işlem hacmine uygun olarak düzenlenmiştir.

Tablo 3: Portföy İçeriği

PORTFÖY	Tutar (TL)	Ağırlıklar
ENDEKS 30	80,000	0.8
USD	15,000	0.15
ALTIN	5,000	0.05

RMD hesaplamaları için öncelikle uzlaşma fiyatları farkları üzerinden kaldıraçlı olarak getirileri hesaplanmış ve veri seti olarak kullanılmıştır. Veriler seri halinde (bir sözleşme sona erdiğinde aynı sözleşme türünden en yakın olan sözleşmenin bilgileri) ‘vob.org.tr’ web sitesinden elde edilmiştir.

Getiri serilerine ilişkin istatistiksel özellikler Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4: Getiri Serilerine İlişkin İstatistiksel Özellikler

Tanımlayıcı İstatistikler				
	ENDEKS 30	USD	ALTIN	PORTFÖY
Ortalama	-0.012355	0.007491	0.004146	-0.008553
Standart Sapma	0.185693	0.074601	0.135494	0.143972
Basıklık	1.142794	1.641244	3.429162	1.115387
Çarpıklık	-0.348478	0.587448	-0.771926	-0.300090

Tablo 4’e göre analiz döneminde en yüksek volatiliteye sahip sözleşme Endeks 30 olarak görülmektedir. Portföye ait dağılımın basıklık ve çarpıklık değerlerinin çok aşırı farklı çıkmadığı ve bunların sonucunda getirilerin logaritmik dağılımlarının normal dağılımına uymadığı ancak yakın olduğu gözlemlenmiştir.

3.3. ARAŞTIRMANIN KISITLARI

Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası tarafından 08.01.2007 yılında yayımlanan 2007/45 nolu genelgede de belli bir portföy büyüklüğüne sahip kuruluşların RMD

yöntemlerini kullanarak risklerini hesaplamalarının zorunlu olduğu belirtilmiştir. Bu genelgede, RMD hesaplamalarında kullanılacak güvenilirlik seviyesinin % 99, RMD hesaplamasının 1 günlük ve gözlem periyodu için son 252 iş gününe ait verilerin kullanılması gerektiği belirtilmiştir. (www.vob.org.tr/VOBPortalTur/Procedures/45_PTGM_Uyelerin_Pozisyon_Limitleri_degisiklik_2007.pdf) (22.12.2012)

Uygulamada bu genelgeye uygun bir çalışma yürütülmesi benimsenmiştir.

Uygulamada vergi, teminat çağrısı, komisyon ve diğer masraflar dikkate alınmamıştır.

3.4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMLERİ

Çalışmada RMD yöntemlerinden Varyans - Kovaryans yöntemi, simülasyon yöntemleri ve gelişmiş volatilité yöntemleriyle birlikte ele alınmıştır. Sabit varyansı dikkate alan risk analiz yöntemleri, Parametrik yöntem, Tarihsel ve Monte Carlo Simülasyonu yöntemleri iken, koşullu değişen varyanslı risk analiz yöntemi olarak ARCH ve GARCH modelinden hesaplanan parametrelere göre gerçekleştirilmiştir. Seri dağılımının çarpıklık derecesinin düşük çıkması sebebiyle GARCH'ın türev modelleri dikkate alınmamıştır.

Buna ek olarak elde edilen sonuçlar tek başına RMD hesaplama yöntemlerinin performansını saptamak için yeterli olmadığından, Geriye Dönük Test (Backtesting) işlemi uygulanmıştır. Uygulamada yapılacak hesaplama işlemleri için Microsoft Excel 2003 ve EViews 5 programı kullanılmıştır.

3.4.1. Varyans-Kovaryans Yöntemi ile RMD Hesaplanması

Portföy getirilerinin normal dağılım göstermemesine karşın, Varyans-Kovaryans yöntemin özü gereği analiz sürecinde getirilerin normal dağıldığı varsayılmıştır. Volatilité değerlerinde uzlaşma fiyatlarının standart sapması kullanılmıştır.

Tablo 5: Varyans-Kovaryans Yöntemi Değerleri

	KaGe-ENDEKS	KaGe-USD	KaGe-ALTIN
Pozisyon Vektörü	80,000	15,000	5,000
Volatilité Vektörü	0.185693	0.074601	0.135494
Basit Risk Vektörü	14,855.47	1,119.02	677.47

Korelasyon Matrisi	KaGe-ENDEKS	KaGe-USD	KaGe-ALTIN
KaGe-ENDEKS	1	-0.4867806	0.067407551
KaGe-USD	-0.486780555	1	-0.19134815
KaGe-ALTIN	0.067407551	-0.1913481	1

Basit Risk Vektörü	KaGe-ENDEKS	14,855.47
Devriği	KaGe-USD	1,119.02
	KaGe-ALTIN	677.47

Yöntemdeki çarpım sonucu %99 güven aralığı dahilinde 1 günlük Riske Maruz Değer 33,492.85 TL bulunmuştur. Güven aralığı katsayısı ise %99 güven aralığı için normal dağılım tablosundan 2.326347874 olarak belirlenmiştir.

3.4.2. Tarihsel Simülasyon Yöntemi ile RMD Hesaplanması

Tarihsel Simülasyon hesaplaması için elde edilen günlük getiriler pozisyon değerleri ile ağırlıklandırılarak portföy etkisine tabi tutulmuş, portföy getirileri en düşük getiriden en yüksek getiriye doğru sıralanmış ve %99 güven düzeyindeki değer, tarihsel simülasyon değeri olarak seçilmiştir. 252 gözlem değerinde %99 güven aralığının sonuna denk gelen 249. gözlem Riske Maruz Değer kabul edilir. RMD 36,558.23 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 6: Tarihsel Simülasyon Yöntemi Değerleri

Sıra	Tarih	Toplam	Sıra	Tarih	Toplam	Sıra	Tarih	Toplam
252	08.08.11	-52,492.13	194	18.07.11	-9,935.54	58	21.01.11	9,829.31
251	05.08.11	-48,139.66	193	01.12.11	-9,737.47	57	05.01.11	9,861.15
250	10.08.11	-45,640.77	192	01.11.11	-9,370.21	56	29.04.11	9,968.13
249	22.09.11	-36,558.23	191	30.05.11	-9,208.77	55	13.09.11	10,020.97
248	18.08.11	-32,791.10	190	06.07.11	-9,165.52	54	06.06.11	10,256.55
247	04.10.11	-32,624.62	189	21.12.11	-8,948.88	53	28.04.11	10,343.72
246	20.10.11	-30,077.81	188	27.01.11	-8,889.89	52	21.10.11	10,547.04
245	01.03.11	-29,760.98	187	24.10.11	-8,389.96	51	02.05.11	10,661.31
244	21.11.11	-29,137.24	186	14.07.11	-8,384.84	50	28.06.11	10,938.71
243	24.02.11	-28,311.40	185	28.02.11	-8,227.01	49	12.05.11	11,442.45
242	08.12.11	-27,454.16	184	11.07.11	-8,225.26	48	28.09.11	12,101.63
241	13.05.11	-27,336.40	183	01.08.11	-7,803.59	47	07.07.11	12,165.55
240	18.05.11	-26,216.01	182	27.07.11	-7,335.50	46	04.07.11	12,185.94
239	23.09.11	-26,163.88	181	14.11.11	-7,269.74	45	26.12.11	12,205.03
238	04.08.11	-22,666.08	180	07.02.11	-7,105.68	44	10.03.11	12,267.02
237	12.12.11	-22,344.44	179	18.11.11	-7,059.68	43	03.05.11	12,412.24
236	28.01.11	-22,302.71	178	04.05.11	-7,014.99	42	26.01.11	12,451.44
235	14.06.11	-22,239.14	177	06.12.11	-6,884.51	41	14.10.11	12,552.89
234	18.04.11	-21,273.33	176	08.06.11	-6,625.55	40	19.04.11	12,553.61
233	23.11.11	-20,851.00	175	02.03.11	-6,535.32	39	29.09.11	12,615.98
232	03.02.11	-20,181.97	174	08.07.11	-6,499.40	38	03.11.11	12,773.13
231	23.02.11	-19,776.43	173	25.03.11	-6,157.08	37	02.11.11	13,042.69
230	08.04.11	-19,375.67	172	09.06.11	-6,069.92	36	09.03.11	13,380.21
229	19.10.11	-19,076.62	171	21.09.11	-5,985.37	35	11.03.11	13,501.28
228	27.05.11	-18,606.23	170	22.11.11	-5,897.71	34	10.10.11	13,781.67
227	06.05.11	-18,041.97	169	05.10.11	-5,807.20	33	07.06.11	13,870.17
226	28.12.11	-17,707.32	168	13.06.11	-5,690.19	32	21.06.11	13,933.49
225	05.09.11	-16,940.18	....	....	....	31	16.08.11	14,093.83
224	24.11.11	-16,904.50	....	....	....	30	09.08.11	14,261.92
223	31.10.11	-16,763.40	....	....	....	29	15.09.11	14,360.92
222	19.12.11	-16,540.08	84	24.08.11	5,938.59	28	06.09.11	14,420.61
221	17.11.11	-16,104.93	83	15.12.11	5,977.58	27	16.05.11	14,909.27
220	23.03.11	-15,828.64	82	22.03.11	6,074.45	26	07.04.11	14,967.08
219	23.08.11	-15,296.32	81	16.06.11	6,265.47	25	02.09.11	15,088.18
218	14.12.11	-15,124.74	80	21.04.11	6,331.49	24	11.11.11	15,184.21
217	26.10.11	-15,072.12	79	13.07.11	6,558.34	23	08.03.11	16,213.96
216	09.09.11	-14,920.48	78	05.12.11	6,662.73	22	02.12.11	16,282.84
215	11.05.11	-14,919.53	77	04.03.11	6,842.09	21	01.02.11	16,496.42
214	14.01.11	-14,491.89	76	24.06.11	7,068.04	20	24.05.11	17,701.27
213	25.05.11	-14,155.74	75	07.10.11	7,088.89	19	15.08.11	17,969.39
212	30.12.11	-13,723.98	74	11.10.11	7,159.78	18	01.04.11	19,134.65
211	24.01.11	-13,625.00	73	15.04.11	7,163.24	17	28.11.11	19,137.00
210	27.04.11	-13,613.79	72	28.10.11	7,341.93	16	29.08.11	19,407.63
209	10.02.11	-13,446.59	71	12.10.11	7,367.61	15	27.10.11	20,213.73
208	20.01.11	-12,846.24	70	24.03.11	7,409.18	14	25.07.11	20,664.64
207	17.01.11	-12,807.44	69	26.08.11	7,970.88	13	28.07.11	20,967.09
206	14.09.11	-12,781.56	68	13.01.11	8,375.02	12	04.02.11	22,184.87
205	21.02.11	-12,550.12	67	16.09.11	8,410.19	11	03.03.11	23,038.06
204	13.10.11	-12,523.45	66	30.03.11	8,415.35	10	11.08.11	24,319.90
203	10.05.11	-12,432.30	65	01.07.11	8,471.54	9	20.12.11	24,401.00
202	22.07.11	-12,347.44	64	29.12.11	8,496.17	8	25.11.11	24,948.06
201	17.10.11	-12,197.77	63	23.12.11	8,873.14	7	31.05.11	26,049.42
200	07.03.11	-11,964.62	62	16.02.11	9,291.78	6	27.09.11	26,341.81
199	15.06.11	-11,369.39	61	06.04.11	9,323.89	5	19.08.11	26,511.71
198	22.06.11	-11,281.73	60	23.06.11	9,388.85	4	08.09.11	30,136.95
197	10.11.11	-10,795.68	59	18.03.11	9,683.22	3	04.04.11	30,608.20
196	10.01.11	-10,621.34	60	23.06.11	9,388.85	2	30.11.11	37,310.05
195	16.03.11	-10,530.86	59	18.03.11	9,683.22	1	20.09.11	48,479.97

Başka bir ifadeyle; söz konusu portföy %99 güven düzeyinde tüm tarihsel koşulların tekrar etmesi durumunda en fazla 36,558.23 TL kaybedilmektedir.

3.4.3. Monte Carlo Simülasyon Yöntemi ile RMD Hesaplanması

Monte Carlo Simülasyonu için elde edilen rassal sayılar, Microsoft Excel programında, hisse senetleri getirileri korelasyonları dikkate alınarak çok değişkenli normal dağılımdan çekilen 10000 adet sayıdan oluşturulmuştur. Ardından RMD hesaplaması için öncelikle getiri serisi üzerinden kovaryans matrisi ve Cholesky matrisi elde edilmiştir. Daha sonra her bir türetilmiş değer, Cholesky matrisinin devriği ile çarpılmış ve elde edilen değerler portföy etkisine tabi tutulması için portföy unsurları ile ağırlıklandırılarak portföye ilişkin MCS değerleri elde edilmiştir.

%99 güven düzeyinde 10.000 gözlem içerisinde 9900'üncü gözlem MCS yöntemine göre Riske Maruz Değeri olarak seçilmiştir. Ancak Tarihsel Simülasyon yönteminden farklı olarak birkaç simülasyon sonucunun ortalaması alınmıştır. Bu işlem zaman elverişsizliği nedeniyle $m = 10$ kez döngüye sokulabilmektedir.

Tablo 7: Monte Carlo Simülasyonu Yöntemi Değerleri

<u>Kovaryans Matrisi</u>	KaGe-ENDEKS	KaGe-USD	KaGe-ALTIN
KaGe-ENDEKS	0.034345206	-0.006716604	0.001689262
KaGe-USD	-0.006716604	0.005543281	-0.00192647
KaGe-ALTIN	0.001689262	-0.001926473	0.018285658

<u>Cholesky Dönüşüm Matrisi</u>	KaGe-ENDEKS	KaGe-USD	KaGe-ALTIN
KaGe-ENDEKS	0.185324595	0	0
KaGe-USD	-0.036242377	0.065036692	0
KaGe-ALTIN	0.009115151	-0.024541818	0.132666015

<u>Devrik Dönüşüm (Cholesky)</u>	KaGe-ENDEKS	KaGe-USD	KaGe-ALTIN
KaGe-ENDEKS	0.185324595	-0.036242377	0.009115151
KaGe-USD	0	0.065036692	-0.02454182
KaGe-ALTIN	0	0	0.132666015

Tablo 8: Monte Carlo Simülasyonu Sonuçları

Gözlem	1. MCS	2. MCS	3. MCS	4. MCS	5. MCS	6. MCS	7. MCS	8. MCS	9. MCS	10. MCS
10000	-68,264	-63,572	-70,107	-68,601	-76,649	-73,832	-65,952	-70,691	-68,570	-73,059
9999	-62,083	-63,566	-66,269	-65,686	-69,528	-64,697	-65,081	-66,547	-66,034	-72,888
9998	-62,058	-61,758	-62,289	-65,113	-65,220	-62,453	-64,979	-66,315	-64,857	-69,703
9997	-60,803	-60,838	-60,770	-64,102	-65,156	-61,662	-63,780	-63,920	-63,601	-65,499
9996	-60,593	-60,339	-58,901	-62,490	-64,355	-61,545	-62,753	-63,896	-61,595	-62,501
9995	-60,224	-60,124	-56,806	-60,211	-62,854	-60,692	-61,517	-61,175	-60,975	-62,346
9994	-60,004	-58,997	-56,696	-59,539	-60,336	-59,859	-59,102	-59,437	-60,628	-62,234
9993	-59,634	-57,717	-56,534	-57,763	-60,186	-59,523	-58,955	-56,908	-60,227	-59,621
9992	-59,239	-57,409	-56,480	-56,170	-59,792	-59,223	-58,739	-56,593	-58,702	-58,266
9991	-57,305	-56,080	-55,821	-55,967	-59,153	-58,351	-57,921	-56,005	-58,412	-58,041
9990	-57,181	-55,972	-55,145	-55,586	-58,166	-58,191	-57,542	-54,952	-58,119	-57,996
9989	-56,721	-55,493	-54,868	-55,181	-58,091	-56,303	-56,205	-54,770	-58,042	-57,717
9988	-56,400	-55,350	-54,743	-54,960	-58,078	-56,232	-55,709	-54,583	-56,997	-57,363
9987	-55,813	-54,606	-53,986	-54,939	-57,945	-55,919	-55,674	-54,265	-56,410	-56,873
9986	-55,791	-54,412	-53,318	-54,799	-57,809	-55,314	-55,112	-54,079	-55,758	-56,608
9985	-55,203	-54,357	-53,261	-54,676	-57,805	-54,332	-53,617	-54,046	-55,756	-55,460
9984	-55,057	-53,745	-52,743	-54,520	-56,745	-53,890	-53,544	-54,000	-54,945	-54,748
9983	-54,336	-53,713	-52,734	-54,324	-56,150	-53,846	-53,120	-53,914	-54,448	-54,458
9982	-54,185	-53,332	-52,430	-54,164	-55,400	-53,812	-53,008	-53,556	-54,052	-53,975
9981	-54,060	-53,217	-52,222	-53,540	-54,994	-53,764	-52,155	-53,174	-53,493	-53,594
9980	-53,092	-53,135	-52,125	-53,172	-54,779	-52,912	-51,885	-52,934	-53,360	-53,328
9979	-53,087	-53,101	-51,970	-52,768	-54,673	-52,859	-51,582	-52,813	-53,135	-53,279
9978	-53,060	-53,026	-51,441	-52,655	-54,401	-52,824	-50,822	-52,735	-52,761	-53,149
9977	-52,986	-52,602	-51,227	-52,635	-53,820	-52,582	-50,576	-52,186	-52,760	-52,657
9976	-52,348	-52,373	-50,706	-52,525	-53,778	-52,496	-50,567	-52,081	-52,373	-52,491
9975	-52,004	-52,263	-50,599	-51,905	-53,418	-52,341	-50,554	-51,940	-52,265	-52,267
9974	-51,556	-51,916	-50,396	-51,345	-53,360	-51,841	-50,359	-51,935	-52,010	-52,258
9973	-51,280	-51,223	-49,902	-51,215	-53,213	-51,601	-50,257	-51,876	-51,837	-51,711
9972	-51,251	-50,986	-49,795	-50,981	-52,605	-51,458	-50,091	-51,466	-51,460	-50,822
9971	-51,058	-50,234	-49,465	-50,895	-52,562	-51,099	-49,595	-51,314	-51,009	-50,812
9970	-50,979	-50,040	-49,428	-50,547	-51,926	-50,921	-49,497	-51,288	-50,623	-50,477
9969	-49,970	-49,885	-49,400	-50,444	-51,827	-50,838	-49,422	-51,136	-50,412	-50,441
9968	-49,572	-48,899	-49,238	-50,184	-51,807	-50,466	-49,252	-51,005	-49,541	-50,375
9967	-49,369	-48,898	-49,226	-50,139	-51,201	-50,387	-48,832	-50,792	-49,423	-50,270
9966	-49,283	-48,680	-49,145	-50,083	-51,113	-50,376	-48,485	-50,786	-49,393	-49,813
9965	-49,148	-48,593	-49,097	-49,852	-50,964	-50,052	-48,397	-50,778	-48,901	-49,764
9964	-48,968	-48,519	-49,044	-49,284	-50,473	-49,837	-48,158	-50,531	-48,868	-49,741

Tablo 9: Monte Carlo Simülasyonu Sonuçları (Devamı)

9963	-48,767	-48,454	-48,948	-49,059	-50,429	-49,765	-47,882	-50,364	-48,833	-49,725
9962	-48,480	-48,425	-48,877	-48,622	-50,348	-49,591	-47,806	-50,254	-48,739	-49,682
9961	-48,197	-48,398	-48,680	-48,513	-50,223	-49,517	-47,435	-49,869	-48,663	-49,668
9960	-47,644	-48,141	-48,590	-48,480	-50,148	-49,408	-47,228	-49,708	-48,653	-49,603
9959	-47,640	-48,101	-48,366	-48,342	-50,124	-49,220	-47,179	-49,691	-48,284	-49,583
9958	-47,519	-47,968	-48,346	-48,322	-49,785	-49,209	-47,112	-49,396	-48,279	-49,577
9957	-47,433	-47,932	-48,309	-48,083	-49,575	-49,148	-47,092	-49,211	-48,276	-49,248
9956	-47,387	-47,852	-48,253	-47,797	-49,167	-49,131	-47,057	-49,209	-48,141	-48,713
9955	-47,247	-47,546	-48,209	-47,758	-48,906	-49,114	-46,885	-49,163	-47,831	-48,601
9954	-47,175	-47,526	-48,170	-47,640	-48,600	-48,854	-46,693	-49,047	-47,820	-48,570
9953	-46,865	-47,354	-48,019	-47,510	-48,520	-48,624	-46,441	-48,536	-47,581	-48,516
9952	-46,673	-47,182	-47,960	-47,494	-48,433	-48,607	-46,195	-48,440	-47,517	-48,197
9951	-46,522	-47,144	-47,512	-47,389	-48,398	-48,238	-46,179	-48,333	-47,358	-48,195
9950	-46,089	-47,116	-47,263	-47,292	-48,359	-48,060	-46,144	-48,211	-47,116	-48,176
9949	-46,070	-46,841	-47,205	-47,283	-47,963	-47,968	-46,134	-48,040	-47,086	-48,007
9948	-45,935	-46,699	-46,834	-47,013	-47,766	-47,953	-46,110	-48,035	-47,031	-47,967
9947	-45,695	-46,542	-46,816	-46,946	-46,780	-47,763	-46,046	-48,029	-46,950	-47,631
9946	-45,663	-46,541	-46,692	-46,728	-46,750	-47,694	-45,997	-47,757	-46,844	-47,594
9945	-45,553	-46,489	-46,535	-46,705	-46,626	-47,517	-45,977	-47,708	-46,814	-47,518
9944	-45,425	-46,395	-46,470	-46,491	-46,472	-47,349	-45,880	-47,582	-46,809	-47,505
9943	-45,402	-46,327	-45,932	-46,413	-46,397	-47,304	-45,791	-47,481	-46,628	-47,375
9942	-45,375	-46,104	-45,912	-46,303	-46,289	-47,072	-45,224	-47,340	-46,598	-47,230
9941	-45,369	-45,781	-45,864	-45,804	-46,216	-47,072	-45,166	-47,284	-46,548	-47,076
9940	-45,105	-45,703	-45,643	-45,752	-46,081	-46,968	-45,097	-47,140	-46,432	-47,019
9939	-44,935	-45,697	-45,597	-45,440	-46,028	-46,929	-44,996	-46,918	-46,424	-46,983
9938	-44,914	-45,696	-45,431	-45,422	-45,993	-46,906	-44,990	-46,896	-46,338	-46,796
9937	-44,782	-45,304	-45,309	-45,395	-45,872	-46,821	-44,841	-46,803	-46,153	-46,777
9936	-44,722	-45,280	-45,257	-45,331	-45,858	-46,707	-44,787	-46,579	-46,012	-46,685
9935	-44,681	-45,181	-45,234	-45,276	-45,715	-46,598	-44,427	-46,541	-45,742	-46,515
9934	-44,267	-45,116	-45,215	-45,081	-45,697	-46,401	-44,305	-46,344	-45,673	-46,216
9933	-44,255	-44,943	-45,145	-45,037	-45,608	-46,398	-44,186	-46,114	-45,584	-46,052
9932	-43,952	-44,941	-45,030	-45,028	-45,548	-46,333	-44,045	-45,899	-45,577	-45,957
9931	-43,778	-44,466	-44,853	-44,929	-45,537	-45,900	-44,013	-45,703	-45,544	-45,779
9930	-43,726	-44,351	-44,794	-44,847	-45,533	-45,709	-43,976	-45,666	-45,506	-45,731
9929	-43,641	-44,333	-44,789	-44,576	-45,531	-45,709	-43,885	-45,645	-45,362	-45,537
9928	-43,595	-44,290	-44,780	-44,421	-45,520	-45,635	-43,701	-45,464	-45,313	-45,498
9927	-43,578	-44,209	-44,769	-44,403	-45,503	-45,544	-43,660	-45,421	-44,966	-45,478
9926	-43,538	-44,205	-44,678	-44,327	-45,115	-45,457	-43,627	-45,347	-44,897	-45,348
9925	-43,438	-44,064	-44,678	-44,295	-44,999	-45,127	-43,568	-45,197	-44,747	-45,132

Tablo 10: Monte Carlo Simülasyonu Sonuçları (Devamı)

9924	-43,424	-44,052	-44,586	-44,279	-44,996	-45,088	-43,403	-45,158	-44,740	-45,125
9923	-43,318	-44,037	-44,308	-44,218	-44,616	-45,072	-43,398	-45,139	-44,651	-45,122
9922	-43,194	-44,019	-44,218	-44,208	-44,583	-44,963	-43,330	-45,126	-44,648	-44,996
9921	-43,180	-43,992	-44,111	-44,145	-44,488	-44,938	-43,258	-45,097	-44,563	-44,908
9920	-43,124	-43,987	-44,055	-44,058	-44,377	-44,921	-43,241	-45,090	-44,401	-44,843
9919	-43,099	-43,937	-43,974	-43,809	-44,270	-44,835	-43,210	-45,051	-44,361	-44,802
9918	-43,060	-43,935	-43,787	-43,449	-44,103	-44,795	-43,204	-44,816	-44,280	-44,761
9917	-43,023	-43,870	-43,737	-43,441	-44,088	-44,605	-43,023	-44,718	-43,996	-44,659
9916	-42,962	-43,781	-43,667	-43,424	-44,077	-44,564	-42,991	-44,627	-43,851	-44,655
9915	-42,954	-43,683	-43,455	-43,385	-44,016	-44,555	-42,939	-44,564	-43,835	-44,589
9914	-42,896	-43,661	-43,382	-43,359	-43,886	-44,408	-42,903	-44,463	-43,786	-44,517
9913	-42,513	-43,395	-43,297	-43,217	-43,844	-44,400	-42,818	-44,191	-43,717	-44,515
9912	-42,484	-43,365	-43,127	-43,213	-43,808	-44,248	-42,768	-44,179	-43,707	-44,500
9911	-42,442	-43,213	-43,062	-43,196	-43,763	-44,201	-42,742	-44,084	-43,701	-44,338
9910	-42,430	-43,210	-43,017	-43,024	-43,728	-44,099	-42,716	-43,987	-43,679	-44,275
9909	-42,385	-43,156	-42,942	-43,009	-43,282	-43,721	-42,696	-43,983	-43,645	-44,269
9908	-42,299	-43,141	-42,619	-42,985	-43,102	-43,718	-42,685	-43,954	-43,642	-44,227
9907	-42,157	-43,120	-42,541	-42,939	-43,070	-43,624	-42,680	-43,829	-43,619	-44,174
9906	-42,122	-43,094	-42,447	-42,892	-42,883	-43,522	-42,635	-43,788	-43,362	-44,166
9905	-42,069	-43,068	-42,410	-42,869	-42,870	-43,450	-42,548	-43,711	-43,281	-44,043
9904	-42,010	-42,965	-42,339	-42,801	-42,830	-43,385	-42,454	-43,629	-43,153	-43,869
9903	-42,002	-42,927	-42,293	-42,783	-42,657	-43,256	-42,450	-43,570	-43,143	-43,818
9902	-41,854	-42,834	-42,161	-42,673	-42,602	-43,216	-42,242	-43,570	-43,124	-43,765
9901	-41,840	-42,770	-42,136	-42,615	-42,544	-43,167	-42,198	-43,502	-43,092	-43,744
9900	-41,811	-42,677	-42,081	-42,520	-42,510	-43,167	-42,128	-43,452	-43,076	-43,682
9899	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....

Yapılan 10 adet Monte Carlo Simülasyonunun ortalamasına göre Riske Maruz Değeri 42,710.24 TL bulunmuştur.

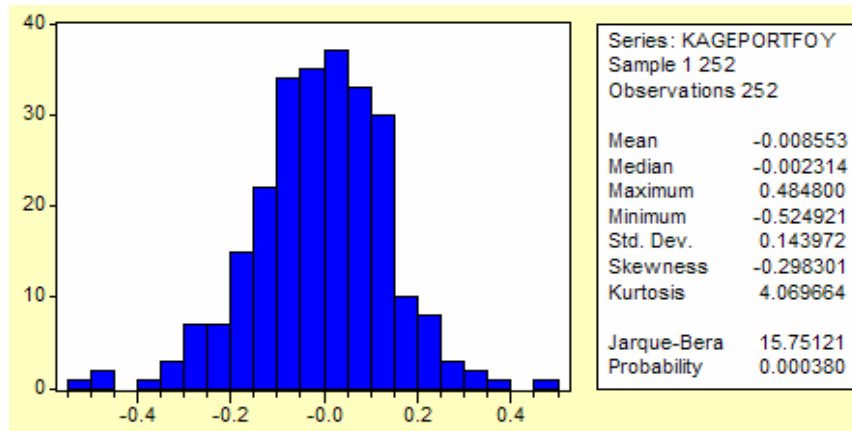
3.4.4. Koşullu Değişen Varyansı Dikkate Alan Modeller ile RMD Hesaplanması

Literatürde genellikle hesaplamalarda varyans sabit kabul edilmiştir, ancak günümüz piyasa koşullarında varyansın sabit kabul edilmesi gerçekçi bir yaklaşım görülmemektedir. Geleneksel zaman serisi tahmin yöntemlerinin varsayımlarının

aksine hataların sabit varyanslı olmadığını söyleyen temel modeller olarak görülen ARCH(p) ve GARCH(p,q) tahmin modeli kullanılmıştır.

İlk olarak, vadeli işlem sözleşmelerinin logaritmik getiri değişimlerinin dağılımının normal dağılıma uyup uymadığına ilişkin analizde; dağılım histogramından ve istatistik değerlerinden yola çıkılarak yapılmış olan tespitler doğrultusunda, aşağıdaki frekans dağılım (histogram) grafiğinden de dağılımların çan eğrisine benzediği kolaylıkla görülebilmektedir.

Şekil 8: Portföy Dağılımının Histogram ve İstatistik Değerleri



Jarque Bera testinde ise, χ^2 tablosu ile karşılaştırılır, hesaplanan değer tablo değerinden küçük ise H_0 , büyük ise H_1 hipotezi kabul edilir. Jarque Bera testi “olasılık değeri” için sonuç sıfırdan büyüdükçe normallikten uzaklaşmaktadır.

H_0 : Dağılım normal dağılıma uymaz.

H_1 : Dağılım normal dağılıma uyar.

Jarque Bera testi yapılmış ve Jarque Bera değerinin (15.75) %99 güven düzeyinde χ^2 tablosu değerinden (6.635) büyük olması ve olasılık değerinin sıfıra yakın (0.000380) olması sebebiyle normal dağılıma yakın olduğu tespit edilmiştir.

Koşullu Değişen Varyansa Dayalı Volatilite modellerine geçmeden önce, çalışmada kullanılan veri seti zaman serisi olduğundan ele alındıkları dönem içerisinde durağan olup olmadıklarının incelenmesi gerekmektedir. Kullanılan zaman serilerinin durağan olup olmadıklarının test edilmesinde yaygın olarak kullanılan Augmented Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi kullanılmıştır. Testte sıfır hipotezi, seriler durağan değildir (birim kök vardır), alternatif hipotez ise, seriler durağandır olarak kurulur.

Tablo 11: ADF Testi İstatistikleri

Null Hypothesis: KAGEPORTFOY has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=15)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-15.90978	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.456302	
5% level	-2.872857	
10% level	-2.572875	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Tablo 9’da görüldüğü gibi, E-Views paket programında verilen ADF test istatistiklerinde; mutlak değer olarak %1 MacKinnon kritik tablo değerinden yüksek çıkmış ve olasılık değeri sıfır bulunmuştur. Serinin durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

ARCH modellerinin öngörülünebilmesi için öncelikle ARCH etkisinin varlığı araştırılmalıdır. Bu amaçla getiri serisinin ARCH etkisi taşıyıp taşımadığını belirlemede ARCH-LM testinden yararlanılmıştır.

ARCH-LM test istatistiği, m gecikme sayısı serbestlik derecesinde χ^2 dağılımına sahiptir. Dolayısıyla yardımcı koşullu değişen varyans denkleminde elde edilen belirlilik katsayısı (R^2) ile veri sayısından (n) q serbestlik derecesi çıkarılarak elde edilen değerin çarpımı ile elde edilen LM test istatistik değeri ($LM=(n-q)R^2$) yine q serbestlik derecesinde ve ilgili güven düzeyinde Ki-Kare ($\chi^2_{a,q}$) tablo değeriyle karşılaştırılır. T gözlem sayısı ve R^2 modelin determinasyon katsayısı olmak üzere $T \cdot R^2$ şeklinde elde edilen test değeri ifade edilmektedir.

$H_0; a_1 = a_2 = a_3 = \dots = a_q = 0$ ARCH etkisi yok.

$H_1; \text{en az bir } a_i > 0 \text{ (} i = 1, 2, 3, \dots, q \text{)} \text{ ARCH etkisi var.}$

Buna göre, $T \cdot R^2 < \chi^2$ ise, H_1 hipotezi reddedilir ve ARCH etkisinin olmadığına karar verilir. Aksine $T \cdot R^2 > \chi^2$ ise, H_1 hipotezi kabul edilir ve ARCH etkisinin olduğuna karar verilir. ARCH-LM testine ilişkin sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 12: ARCH-LM Test İstatistikleri

ARCH Testi	Seriye Ait Değerler	X2 Değerleri	Olasılık Değerleri
LM(1)	7.430792	3.841	0.006412
LM(2)	16.31447	5.991	0.000287
LM(4)	24.52379	9.488	0.000063
LM(12)	30.45465	21.026	0.002384

ARCH-LM testleri sonucunda tüm uzunluklarda % 1 anlamlılık düzeyinde H_0 hipotezi red edilerek, en küçük karelere göre belirlenmiş sadece sabit terimden oluşan regresyon modelinin hatalarının değişen varyansa sahip olduğu görülmektedir. Örneğin LM(1)'de $T \cdot R^2(7.43) > \chi^2(6.63)$ olduğundan alternatif hipotez kabul edilmekte ve ARCH etkisinin olduğu sonucuna varılmaktadır.

Uygun model seçimi yapılırken; basıklık ve kalın kuyruk özellikleri nedeniyle her bir model için hata terimlerinin koşullu dağılımında normal dağılımın yanında Student- t ve GED dağılımları da kullanılmak istenmiştir. Bu amaçla üç dağılım ile ARCH(p) [p=1,2,3,4,...] ve GARCH(p,q) [p=1,2,3 ve q=1,2,3] modellemeleri tek tek incelenmiştir.

Aşağıdaki kendi kısıtlarını sağlayan modeller ile AIC (minimum), SIC (minimum) ve Log likelihood (maksimum) kriterleri incelenerek en uygun model belirlenmiştir.

Tablo 13: ARCH Modellerine Ait Bilgi Kriterleri

ARCH				GARCH			
<u>Kriterler</u>	Log Likelihood	Akaike IC	Schwarz IC	<u>Kriterler</u>	Log Likelihood	Akaike IC	Schwarz IC
arch1ged	135.8378	-1.04633	-0.99030	garch11ged	141.5816	-1.08398	-1.01395
arch1normal	133.8711	-1.03866	-0.99664	garch11normal	140.9166	-1.08663	-1.03061
arch1student	136.1256	-1.04861	-0.99259	garch11student	141.9345	-1.08678	-1.01675
arch2ged	138.5045	-1.05956	-0.98953	garch12ged	141.6273	-1.07640	-0.99237
arch2normal	137.4196	-1.05888	-1.00286	garch12normal	141.0547	-1.07980	-1.00977
arch2student	138.7920	-1.06184	-0.99181	garch12student	141.9346	-1.07884	-0.99481
arch3ged	140.2587	-1.06554	-0.98151				
arch3normal	139.3858	-1.06655	-0.99652				
arch3student	140.5737	-1.06804	-0.98401				

İncelenen başarılı ARCH modelleri arasında student- t dağılımı üzerine kurulmuş GARCH(1,1) modeli en uygun model olarak görülmüştür.

En iyi modelin belirlenmesinden sonra, belirlenen en iyi modelin uygun model olduğuna karar vermek için modelin hatalarının ARCH etkisinden kurtulup kurtulmadığının, başka bir deyişle hata karelerinin arasında otokorelasyon olup olmadığının araştırılması gerekmektedir. Bu nedenle belirlenen modele tekrar ARCH-LM testi uygulanmış, ARCH etkisinin ortadan kalkıp kalkmadığı incelenmiştir. Bunun sonucunda GARCH(1,1) modelinde % 1 anlamlılık düzeyinde 0.252058 olasılık değeri ile H_0 hipotezi kabul edilerek, $T \cdot R^2$ (1.311859) < χ^2 (3.841) olduğundan alternatif hipotez reddedilmekte ve ARCH etkisinin kalmadığı sonucuna varılmaktadır.

Fiyatların varyansı modellendikten sonra bir sonraki gün için varyans tahmin edilmiştir. Bunun için GARCH modelinden elde edilen günlük varyans değerleri Riske Maruz Değer için kullanılmıştır. Burada Riske Maruz Değer analizinde kullanılan özel istatistiki hesaplama değerleri şu şekildedir:

$$\begin{aligned}\alpha_0 &= C && : 0.001851 \\ \alpha_1 &= RESID(-1)^2 && : 0.103037 \\ \beta_1 &= GARCH(-1) && : 0.809690\end{aligned}$$

$$GARCH\ Volatilite = \sqrt{\frac{\alpha_0}{1 - \alpha_1 - \beta_1}} = \sqrt{\frac{0.001851}{1 - 0.103037 - 0.809690}} = 0.14563416$$

Ertesi gün için Riske Maruz Değer;

$$VaR = P \times \alpha \times \sigma \times \sqrt{t}$$

P = Portföyün bugünkü değeri

α = Güven düzeyi katsayısı

σ = Getiri Volatilitesi

t = Elde tutma süresi

$$VaR = 100000 \times 2.326347874 \times 0.14563416 \times \sqrt{1}$$

$$VaR = 33,879.57\ TL\ bulunmuştur.$$

GARCH modeli parametreleri ile EViews 5 Programında günlük olarak GARCH varyans serisi yaratılmıştır. Daha sonra %99 güven düzeyinde ve günlük volatiliteleri kullanarak, TL cinsinden günlük Riske Maruz Değerlerine ulaşılmıştır. Yöntemlerin portföy getirisi karşısında hesapladıkları Riske Maruz Değerlerin başarı ölçütü backtestingleri ile sınanmıştır. Bu süreçte tüm yöntemlerin RMD sonuçları daha detaylı olarak incelenmiştir.

3.5. GERİYE DÖNÜK TEST

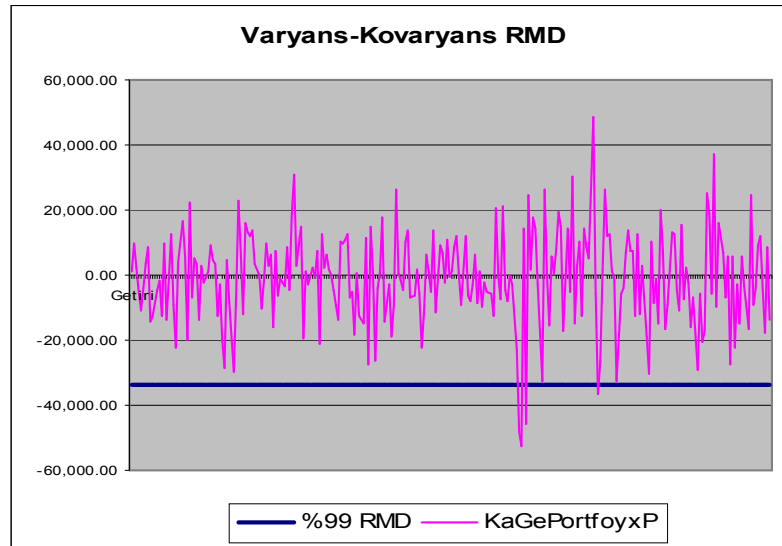
Geriye dönük test (backtesting) süreci; RMD yöntemlerinin doğruluğunu kanıtlayan bir istatistiksel süreçtir. Bu işlemde tahmin edilen yöntemlerde geleceğe dönük öngörüler gerçekleşen getiriler ile karşılaştırılarak yöntemlerin öngörü performansları değerlendirilmiştir. Burada Hesaplanan RMD rakamlarının gerçekleşen kayıptan büyük olması arzu edilmektedir.

Geriye dönük testlerde yöntemlerin isabet yüzdesi ölçümü aracılığı ile en tutarlı şekilde hesaplayabilen RMD yönteminin seçilip, kullanılması amacı güdülmektedir. Portföyün %99 güven aralığındaki 252 günde istenen sapma sayısı 3 gündür.

Sabit varyanslı yöntemlerde önceki günlerden hesaplanan RMD'in sabit olması nedeniyle ortalama olarak öngörülmektedir. Koşullu değişen varyansı dikkate alan seçtiğimiz GARCH(1,1) modeli RMD'yi günlük olarak öngörmüştür. Çalışmada geriye dönük testlerin sonuçları gün bazında Ek 5'de, grafik olarak da aşağıda verilmiştir.

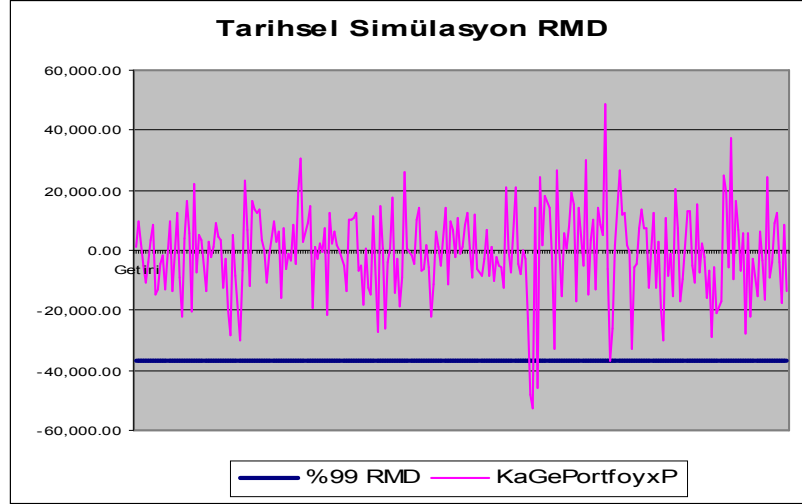
Varyans-Kovaryans yönteminde sapma sayısı "05.08.11", "08.08.11", "10.08.11", "22.09.11" tarihlerinde olmak üzere 4 adet olarak gözlemlenmiştir. Burada Varyans- Kovaryans yönteminin diğer yöntemlere göre daha çok sapma kaydettiği görülmektedir. %99 güven düzeyinde tutarlı bir sonuç elde edememiştir.

Şekil 9: Varyans-Kovaryans Yöntemi ile %99 Güven Aralığında Geriye Dönük Test Grafiği



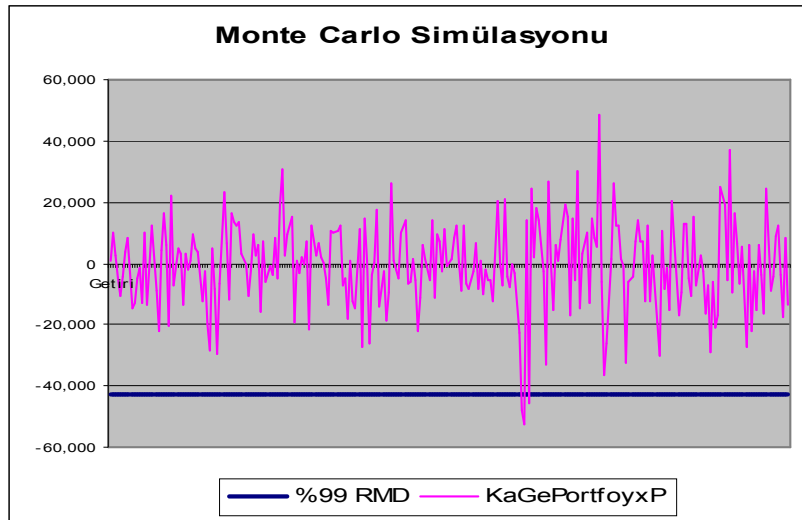
Tarihsel Simülasyon yönteminde sapma sayısı "05.08.11", "08.08.11", "10.08.11", "22.09.11" tarihlerinde olmak üzere 4 adet olarak gözlemlenmiştir. Ancak "22.09.11" tarihinde RMD ile gerçekleşen kayıp (-36,558.23 TL) kuruş olarak dahi aynı çıkmıştır. RMD'den küçük çıkmaması sapma olarak değerlendirilmiştir.

Şekil 10: Tarihsel Simülasyon Yöntemi ile %99 Güven Aralığında Geriye Dönük Test Grafiği



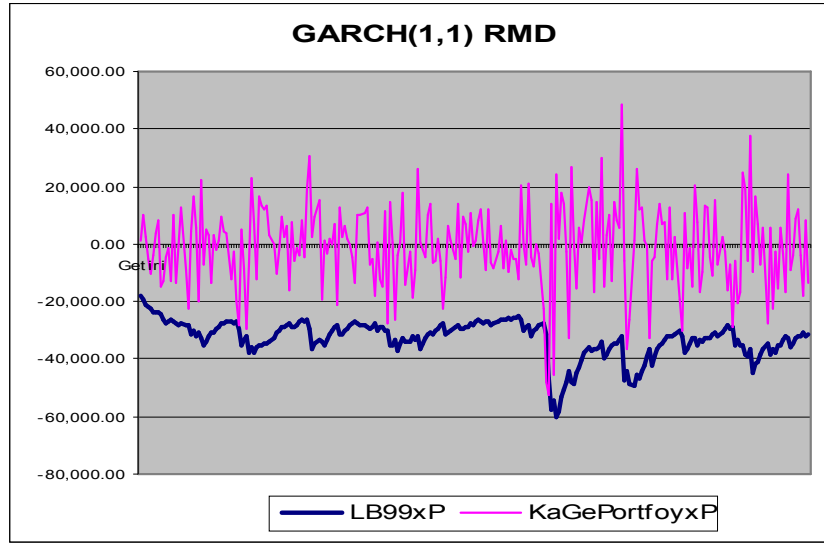
Monte Carlo Simülasyonu yönteminde sapma sayısı “05.08.11”, “08.08.11”, “10.08.11” tarihlerinde olmak üzere 3 adet olarak gözlemlenmiştir.

Şekil 11: Monte Carlo Simülasyonu Yöntemi ile %99 Güven Aralığında Geriye Dönük Test Grafiği



GARCH(1,1) Volatilité Modeli ile sapma sayısı “05.08.11”, “08.08.11”, “21.11.11” tarihlerinde olmak üzere 3 adet olarak gözlemlenmiştir. Riske Maruz Değerin günlük olarak değişmesi grafikte açık olarak görülmektedir.

Şekil 12: GARCH(1,1) Volatilite Modeli ile %99 Güven Aralığında Geriye Dönük Test Grafiği



Yöntemlerin sapma sayılarının belirlenmesinin ardından en düşük sapma sayısını veren model belirlenmesi ile hangi RMD yönteminin daha başarılı sonuç elde ettiği belirlenebilmektedir.

Monte Carlo Simülasyonu ve GARCH(1,1) Modeli olmak üzere iki yöntem; 3 sapma sayısı elde etmiştir. Ancak Monte Carlo Simülasyonunun, GARCH modeline göre daha yüksek Riske Maruz Değer barındırması onu dezavantajlı duruma düşürmüştür. Çünkü Riske Maruz Değeri yüksek tutup şoklardan korunmak maliyet açısından anlamlı değildir. GARCH modelinin, RMD'yi günlük varyansa göre değişken olarak öngörmesi, risksiz dönemlerde düşük Riske Maruz Değeri ortaya koymuştur.

GARCH(1,1) Volatilite Modeli ile yapılan Riske Maruz Değer ölçümünde sapmaların tarihlerinde, neden aşırı kayıpların gerçekleştiğinin araştırılması gerektirmektedir.

"05.08.11" tarihinde Merkez Bankaları'nın önlemlerin etkili olmadığının anlaşılması, küresel çapta olumsuz gelen imalat-tüketim verileri ile ekonominin yeniden durgunluğa gireceği endişesi, ABD'nin kredi notunun düşeceğine ilişkin söylentiler, TCMB'nin olağanüstü açıkladığı döviz cinsinden zorunlu karşılıkların azaltılması ve döviz satabileceği kararlarının yarattığı belirsizlik ortamı endeksin %5'in üzerinde kayıpla son 1 yılın en düşük seviyesine çekilmesine sebep olmuştur.

“08.08.11” gününde de bu etkilerin devam etmesi ve Standard Poor's'un ardından Moody's'in de ABD'nin kredi notuna yönelik uyarıda bulunması, kahin lakaplı ekonomist Roubini'nin Financial Times'ta, ABD'nin yeni bir resesyonun önüne geçmesinin imkansız olduğunu belirtmesi, TCMB Başkanı Erdem Başçı'nın yaptığı yeni açıklamayla faiz indirimi sinyali vermesi; borsadaki kaybın artmasına neden olmuştur. Endeks % 7'nin üzerinde kayıpla kapanmıştır.

“21.11.11” tarihinde Arap baharında yaşanan Mısırdaki büyük isyan ve Macar hkmetinin IMF'den yeniden mali yardım talebinde bulunması. Türkiye'de Rekabet Kurulu'nun 12 banka hakkında rekabeti kısıtlayıcı anlaşmalar yapıp yapmadıklarına ilişkin soruşturma amaya karar vermesi portföy için güven aralığı dışında kalan bir şk olmuştur.

SONUÇ

Finansal piyasadaki krizler ve belirsizlik ortamı her zaman oluşabilmektedir. Bu ortamdan en kolay finansal kuruluşlar etkilenmektedir. Günümüzde türev araçlar aracılığıyla düşük işlem maliyetleri sayesinde portföylerin riskleri daha verimli bir şekilde transfer edilebilmektedir. Ama bunun yanında, tarihte birçok vadeli işlem kontratlarında yanlış pozisyon alınmasına bağlı olarak meydana gelen krizler de mevcuttur. Dolayısıyla bu kontratlar, hem risk önleyici hem de risk yaratıcı bir finansal araç haline gelebilmektedir.

Finansal risk yönetiminde tanımlanan risklerin politika ve uygulama usullerinin belirlenmesi, sonraki aşamalarda riskin ölçümü, analizi ve azaltılması gerekmektedir. Vadeli işlem sözleşmeleri ile işlem yapıldığında, bu aşamalar daha kolay yapılmaktadır. Özellikle vadeli piyasalarda faaliyet gösteren yatırımcılar, geleceğe yönelik belirsizlikleri gidermek ve bu doğrultuda pozisyon alabilmek amacıyla risk ölçümünde bir takım tahmin modelleri kullanmaktadırlar. Günümüzde getirdiği hesaplama kolaylığıyla hızlı ve etkin kararlar alınmasına yardımcı olması sayesinde Riske Maruz Değer Yaklaşımı, menkul kıymetlerin oluşturduğu portföyün riskinin çeşitli yöntemlerle ölçülmesinde standart bir ölçü haline gelmiştir.

İzmir Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası'nın 2007/45 sayılı genelgesinde, işlem hacmi kriterlerini sağlayan ve özsermayesi belirli bir büyüklüğün üzerinde olan üyelerin, işlem teminatlarıyla ilgili yükümlülüklerine ilave olarak, RMD yöntemlerinden birisini seçerek, risklerini hesaplamaları gerektiği belirtilmiştir. Risk ölçümü olarak, Basel Komitesi'ni önerisinde de yer alan Riske Maruz Değerin çeşitli hesaplama yöntemlerinden hangisinin farklı koşullarda daha güvenilir sonuçlar verdiği sürekli olarak tartışılmaktadır.

Tartışmaya son verilememesinin sebebi Basel Komitesi risk ölçümünde sabit varyanslı olmak üzere Varyans-Kovaryans, Tarihsel Simülasyon ve Monte Carlo Simülasyonu yöntemlerini isteğe bağlı olarak önermiş olmasıdır. Bu öneri yeterli değildir. Çünkü, geleceğe yönelik risk yönetim sürecinin etkinliği için, ARCH ve GARCH gibi riskin zaman içindeki değişimini dikkate alarak daha doğru ve tutarlı sonuçlara ulaşan, ekonometrik tabanlı volatilité tahmin modellerinin de göz önünde bulundurulması gereklidir.

Basel Komitesi'nin bankalara tek bir yöntem sunmayıp, seçenek sunmasının nedeni, Basel standartlarının çok sayıda ülke tarafından ve dolayısıyla çok farklı yapıdaki bankalar tarafından uygulanıyor olmasıdır. En son tasarlanan Basel III'ün de mutlaka eksik yanları vardır, zamanla yapılacak düzenlemeler ile bu eksikliklerin giderilmesi mümkündür.

Bankalar önerilen yöntemler arasından hangisi kendi yapılarına, kendi faaliyetlerine uygunsa o yöntemi kullanmaktadırlar. Sermayelerini daha etkin kullanmalarını için yasal raporlamalarını sermaye yükümlülükleri sebebiyle daha düşük sonuç veren yönetime göre yapmaktadırlar. Ama özellikle Türkiye gibi volatilitenin yüksek olduğu piyasalarda; güvenilir etkin bir risk yönetimi amacıyla RMD hesaplamasında kullanılacak, üstlenilen riski çok daha gerçekçi yansıtabilen varyans tahmin modelleri ile desteklemektedirler.

Çalışmanın ilk bölümünde; risk kavramına, risk yönetiminin amacına, tarihsel gelişimine, karşılaşılan risk türlerine ve risk yönetim sürecine yer verilmiştir. Finansal risk yönetiminde Riske Maruz Değer yönteminin yerini görebilmek için yer tutmuş önemli yöntemlerin teorik açıklamalarına da yer verilmiştir.

İkinci bölümde; RMD yönteminin etraflıca anlaşılabilmesi için kullanımına ilişkin ilgili istatistiksel ve ekonometrik kavramlara, Riske Maruz Değerin kullanım alanlarına, kısıtlarına, tarihçesine, uygulama nedenlerine ve çeşitli şekilde olan hesaplama yöntemlerine değinilmiştir. Bununla birlikte Riske Maruz Değerin tamamlayıcı süreçleri ve çalışmanın konusuna ilişkin detaylı bir literatür taraması da incelenmiştir.

Son bölümde ise çalışmanın amacına dair uygulamaya yer verilmiştir. Bu süreçte önce; VOB genelgesine dayandırılmış, yakın tarihte piyasaya uygun şekilde ağırlıklandırılmış İMKB endeksi, dolar ve altın vadeli sözleşmelerinden oluşturulmuş varsayımsal portföyün volatilitesi analiz edilmiş, daha sonra portföyün finansal risk pozisyonunu belirlemek için çeşitli RMD hesaplama yöntemleri ile RMD'leri hesaplanmış ve son olarak da geriye dönük test (Backtesting) uygulanmıştır. Böylece karşılaştırılmalı olarak kullanılan yöntemlerin doğruluğu test edilerek amaca ulaşmaya çalışılmıştır.

Çalışmada hangi yöntemin Türkiye vadeli piyasası için daha uygun olacağını test etmek için, üç temel RMD hesaplama yöntemleri olan Varyans-Kovaryans,

Tarihsel Simülasyon ve Monte Carlo Simülasyon yöntemleri ve ekonometrik tabanlı volatilité tahmin modelleri ile uygulama gerçekleştirilmiştir. 03.01.2011 – 30.12.2011 tarih aralığında 252 günlük getiri serisi ile Endeks 30, ABD Doları ve Altın (Dolar/Ons) sözleşmelerinden oluşan 100.000 TL’lik hipotetik bir portföy üzerine piyasa riskleri hesaplanmıştır. Volatilité tahmin modelleri için student-*t* dağılımlı GARCH(1,1) modeli en uygun tahmin modeli olarak kullanılabilmiştir. Analizler, Microsoft Excel 2003 ve EViews 5 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hesaplanan RMD’lerin sonuçları analiz edildikten sonra, yaygınlık kazanmış geriye dönük test uygulanması ile günlük olarak varsayımsal portföyün kaybıyla karşılaştırıldığında, yöntemlerin sapma sayıları kaydedilmiştir. Söz konusu sapmalar ekonomik ve politik konjonktüre bağılı olarak açıklanmıştır.

Elde edilen sonuçlarda, Riske Maruz Değer yöntemlerinde en iyi performansı hata dağılımı Student-*t* olan GARCH(1,1) modelinin gösterdiği, Varyans-Kovaryans, Tarihsel Simülasyon yöntemlerinin yetersiz kaldığı, temel yöntemlerden Monte Carlo Simülasyonunun kullanılması gerektiği ortaya konulmuştur. Tek bir RMD tutarı, gizli riskler için yeterli bir tahmin aracı olmayabilir. Bunun yanında, finansal risklerin hesaplanmasında hatalı tahminlere tedbiren ikinci bir Riske Maruz Değer ile yöntemi ile pekiştirilmesi tavsiye edilmektedir.

Tezin uygulaması göstermiştir ki, ele alınan portföye benzer yapıya sahip portföyleri olan yatırımcıların, literatürdeki çalışmalarla benzer olarak model doğru oluşturulduğu takdirde Koşullu Değişen Varyansa Dayalı Volatilité Modelleri ile Riske Maruz Değer hesaplama yöntemini diğer yöntemlere tercih etmeleri, daha gerçekçi bir risk ölçümü yapmalarını sağlayacaktır sonucu çıkmaktadır.

Bu çalışmada RMD hesaplamasında en etkin sonucun ne şekilde alınabileceği ortaya konularak anlatılmıştır. RMD hesaplamalarında yüksek bir anlamlılık düzeyi (%99) kullanılmıştır. Önceki çalışmalarda normal dağılıma sahip olmayan finansal araçların portföyden çıkarılması yöntemi izlendiği görülmüştür. Fakat bu şekilde oluşturulan portföyler gerçek hayatla bağdaşmayacağı için bu çalışma pratikte uygulanan şekilde yapılmıştır. Nitekim RMD hesaplamaları sadece normal piyasa hareketleri için tasarlanmışlardır, belirlenmiş güven aralığı dışına çıkıldığında oluşacak kayıp miktarını vermemektedirler. Dolayısıyla, olağan dışı gelişmelerde stres testi uygulanması gerekmektedir.

Ayrıca, bu çalışmada kullanılan varsayımsal portföy, doğrusal olmayan varlık içermemiştir. RMD hesaplama yöntemlerinin performansı, opsiyon sözleşmeleri gibi doğrusal olmayan varlıklarda farklılaştığı bilinmektedir. Bu konu opsiyonlar Türkiye’de işleme geçtiğinde türev araçlara ilişkin ayrı bir çalışma olarak incelenmelidir.

Son yaşanan küresel kriz deneyiminin ardından risk analizi ve yönetimi konusunun eski dönemlere göre çok daha etkin olacağı düşünülmektedir. Firmalar, risk yönetiminin önemini kavrayarak, yetişmiş insan kaynağı ve teknoloji yatırımı maliyetine katlanarak organizasyon yapılarını bu doğrultuda yeniden düzenlemelidirler. Bu sayede finansal bilgi sistemlerinin etkin kullanımı ile daha tutarlı yatırım kararları alabileceklerdir. Risklerini göremeyen ve yönetemeyen firmalar, büyük sorunlar yaşamaya mahkûmdurlar. Sonuç olarak, önümüzdeki dönemde finansal kuruluşların riske karşı tutumunda değişim göstermeleri zorunludur.

KAYNAKÇA

- Adakale, T. (2009). *Finansal Piyasalarda Oynaklığa Dayalı Risk Analizi ve Stres Testleri: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Örneği*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Akalın, N. (1999). *Türev Araçların Taşıdığı Risklerin Ortaya Konmasında Kamuyu Aydınlatma Düzenlemelerinin Yeri ve Önemi*. Yeterlik Etüdü, Sermaye Piyasası Kurulu Muhasebe Standartları Dairesi. Ankara. 5-6.
- Akan, N.B., Oktay, L.A., Tüzün, Y. (2003). Parametrik Riske Maruz Değer Yöntemi Türkiye Uygulaması. *Bankacılar Dergisi*. (45). 29-39.
- Aksel, K. (2001). Riske Maruz Değerin Özellikleri. *Active Bankacılık ve Finans Dergisi*. (17). 3.
- Aloğlu, T. (2005). *Bankacılık Sektörünün Karşılaştığı Riskler ve Bankacılık Krizleri Üzerindeki Etkileri*. (Uzmanlık Yeterlilik Tezi). Ankara: TCMB Bankacılık ve Finansal Kuruluşlar Genel Müdürlüğü.
- Altun, S. (2008). *Riske Maruz Değer (VaR) ve Hisse Senetleri Üzerine Bir Uygulama*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
- Amling, F. (1978). *Investments: An Introduction to Analysis and Management*. New Jersey: Prentice- Hall, Inc., Englewood Cliffs. 622
- Aydın, A. (2000). *Sermaye Yeterliliği ve VaR: Value At Risk*. TBB Araştırma Yayınları.
- Babuşcu, Ş. (2005). *Basel II Düzenlemeleri Çerçevesinde Bankalarda Risk Yönetim*. Zonguldak: Zonguldak Karaelmas Üniversitesi.

Boudoukh, J., Richardson, M., Whitelaw, R. (1997). *The Best of Both Worlds: A Hybrid Approach to Calculating Value at Risk*. Working Paper. 2,3.

Bozkurt, H., (2007). *Zaman Serileri Analizi*. Bursa. İstanbul. 27.

Bulut, E. (2009). *Futures Piyasalarında Risk Yönetimi*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi.

Büyükcebeci, Ö. (2006). *Vadeli İşlem Piyasaları Ve Türkiye’de Buğdaya Dayalı Vadeli İşlemlerin Uygulanabilirliği*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Atılım Üniversitesi.

Ceylan, A., Korkmaz T. (1998). *Borsada Uygulamalı Portföy Yönetimi*. Ekin Kitabevi. 3.Baskı. Bursa.

Chambers, N. (1998). *Türev Piyasalar*. İstanbul: Avcıol Basım.

Cox, J., Ross, S., Rubinstein, M. (1979). Option Pricing: A Simplified Approach. *Journal of Financial Economics*. s.240

Crouhy, M., Galai, D., Mark, R. (2000). *Risk Management*. McGraw-Hill, New York, s.569.

Çağdaş, B., Gürsoy, C.T. (2003). Şirketlerde Finansal Risk Yönetimi Amaçlı Bir Modelin Geliştirilmesi Yöntem ve Aşamaları, *İTÜ Dergisi*. (2/3): 55-64.

Çatalbaş, E. (2008). Hisse Senetlerinin İşlem Hacimleri ve Volatiliteleri Arasındaki İlişkinin Testi: İMKB’de Bir Uygulama. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*. Cilt:45, Sayı: 526, s.73.

Çelik, N., (2009). *Riske Maruz Değer ve Uç Değerler Teoremi*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Konya: Selçuk Üniversitesi.

Çiftçi, F., Yıldız, R. (2010). Dış Ticarete Kur Riski ve Alternatif Korunma Teknikleri: İhracatçı Firma Açısından Bir Örnek Olay. *14. Ulusal Finans Sempozyumu*. Konya, s.21.

Çifter, A. (2004). Risk Yönetimi'nde (Skewed) Student-*t* ve Ged Dağılımları ile Asimetrik ve (Kısmi) Entegre GARCH Modelleri: Eurobond üzerine Bir Uygulama. *VIII. Ulusal Finans Sempozyumu*. İstanbul Teknik Üniversitesi. 1,5.

Dağlı, H. (2000). *Sermaye Piyasası ve Portföy Analizi*. Trabzon: Derya Kitapevi.

Dayan, V. (2006). *Vadeli İşlem Ve Opsiyon Borsasında Risk Yönetimi Alanındaki Gelişmeler 'Basel II Standartları ve Uygulama Örnekleri'*
(Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Manisa: Celal Bayar Üniversitesi.

Demireli, E. (2010). *Türkiye'de Bireysel Emeklilik Sistemi ve Büyüme Amaçlı Emeklilik Fonlarının Risk Analizi*. Ankara: Detay Yayıncılık.

Demireli, E.; Ural, M. (2010). Gerçekleşen Volatilité: Ham Petrol Fiyatları Üzerine Bir Uygulama. *14. Ulusal Finans Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. Konya, 3 s.291.

Dowd, K. (2000). *Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management*. John Wiley & Sons. İngiltere. s.52.

Dowd, K. (2005). *Measuring Market Risk*. Chichester, s.305.

Dönmez, Ç. (2002). *Finansal Vadeli İşlem Piyasalarına Giriş*. İstanbul: İMKB Yayınları.

Duman, M. (2000). Bankacılık Sektöründe Finansal Riskin Ölçülmesi ve Gözetiminde Yeni Bir Yaklaşım: Value at Risk Metodolojisi. *Bankacılar Dergisi*, Sayı 32, s.24.

Ege, İ. (2006). *Piyasa Riskinin Tespitinde Kullanılan Riske Maruz Değer ve Menkul Kıymet Yatırım Fonlarına Uygulanması*. (Yayınlanmış Doktora Tezi). Kayseri: Erciyes Üniversitesi.

Elton, E. (2003). *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. 6. Edition, John Wiley & Sons Inc., USA, s.364.

Elton, E., Gruber, M. (1997). Modern Portfolio Theory, 1950 to date. *Journal of Banking and Finance*. Vol: 21, s. 1754

Enders, W. (1995). *Applied Econometrics Time Series*. John Wiley&Sons, UK, s.155.

Engle, R. (1982). Autoregressive Conditional Heteroskedasticity With Estimates of the Variance of U.K. Inflation. *Econometrica*. Vol. 50, s.987.

Engle, R. (2001). GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics. *Journal of Econometric Perspective*. 15(4):163-164.

Ergül, K. (2008). *Bankaların Maruz Kaldıkları Piyasa Riskinin RMD Modelleri ile Ölçülmesi*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi.

Ersan, İ. (1998). *Finansal Türevler: Futures & Options & Swaps*. 2. bs., Literatür. İstanbul. s.73.

Eugene, F., Phillip, R. (2004). *Intermediate Financial Management*. 8. Baskı. (USA: Thomson South-Western). s.33

Farell, L. (1997). *Portfolio Management: Theory and Application*. 2th ed., The McGraw-Hill Companies Inc. Singapore. 54,91.

Fidan, N. (2005). *Riske Maruz Değer ve Bir Uygulama.* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Francis, J. (1986). *Investments Analysis and Management.* 4. Edition. McGraw-Hill Book Company. New York, s.210

Giannopoulos, K. (2000). Measuring Volatility. *Financial Risk Management.* GARP. Butterworth – Heinemann, Oxford. s.42.

Gök, İ. (2009). *Vadeli Piyasalarda Samuelson Hipotezinin Geçerliliğinin Garch Ve Lineer Regresyon Modelleriyle Test Edilmesi: Vadeli İşlem Ve Opsiyon Borsası'nda Bir Uygulama.* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi.

Gökçe, A. (2001). İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Getirilerindeki Volatilitenin ARCH Teknikleri ile Ölçülmesi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi.* Cilt: 3. Sayı: 1. s.39

Gökgöz, E. (2006). *Riske Maruz Değer ve Portföy Optimizasyonu.* Sermaye Piyasası Kurulu Yayınları, Ankara. 38,42.

Gözcü, G. (2008). *Finansal Türev Piyasaları: Forward, Futures. Opsiyon ve Döviz Üzerine Bir Uygulama.* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi. s.139.

Gujarati, N.D. (2006). *Temel Ekonometri.* İstanbul: Literatür Yayınları.

Harris, R., Sollis, R. (2003). *Applied Time Series Modelling and Forecasting.* John Wiley&Sons Inc. U.S.A. 232-233

Heston, S., Nandi, S. (2000). A Closed Form GARCH Option Valuation Model. *The Review of Financial Studies*, 13(3). 585-625.

Hull, J. (2000). *Options, Futures, & Other Derivatives*. Prentice Hall International Inc., U.S.A.

Işığ ok, E. (1999). Türkiye’de Enflasyon’un Varyansının Arch ve Garch Modelleri ile Tahmini. *Uludağ Üniversitesi İİBF Dergisi*. Sayı 3. s.4.

Jacop, N., Pettit, R. *Investments*. Richard D. Irwin. New York, s.540.

Jorion, P. (2000). *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*. McGraw- Hill. (2): 2-29.

Jorion, P. (2005). *Financial Risk Manager-Handbook*. Wiley Finance, Third Edition, GARP, Canada, 358,361.

Jorion, P. (2002). *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*. Singapore, McGraw-Hill, International 2th ed., 43,136.

Kahraman, A. (2002). Bankacılık Sektöründe Risk Yönetimi ve Beklentiler. *Active Bankacılık ve Finans Dergisi*. No.15, s.46.

Karapınar, A. (2007). *Türev Araçlar SPK Lisanslama Sınavlarına Hazırlık*. Gazi Kitabevi, s.501.

Kaval, H. (2000). *Bankalarda Risk Yönetimi*. Ankara: Yaklaşım Yayınları, s.92.

Kaya, H. (2010). *Vadeli İşlem Borsalarının Finansal Piyasalara Etkisi Ve Türkiye  zerine Uygulamaları*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Ankara: Gazi Üniversitesi.

Kayacan, M., Gürbüz, O. (2001). Finansal Pazarlarda ve özellikle Türev  r n Piyasalarında Risk ve Krize Yeni Bir Yaklaşım: Sistemik Risk ve Sistemik Kriz. *Active Dergisi*, No: 16, s.4

Kayahan, C. (2007). *Reel Sektörde Riske Maruz Değer Yöntemi İle Ölçülen Kur Riskine Karşılık Vadeli İşlem Kontratlarının Kullanılması*. (Yayınlanmış Doktora Tezi). Aydın: Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi.

Kılınç, G. (1991). Aktif Pasif Yönetimi. *Bankacılar Dergisi*, No.6, s.51.

Kıyılar, M., Eroğlu E. (2004). Tek Endeks Modeli ve Modelin İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Uygulaması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Dergisi*. Cilt: 33, Sayı: 1, s. 3

Konuralp, G. (2005). *Sermaye Piyasaları: Analizler, Kuramlar ve Portföy Yönetimi*. İstanbul: Alfa Basım Yayın.

Korkmaz, A. (1994). *Menkul Kıymet Yatırım Fonları ve Muhasebe Düzeni*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kutlar, A. (2000). *Ekonometrik Zaman Serileri*. Ankara: Gazi Kitabevi.

Lam, L. (2003). *Enterprise Risk Management: From Incentives to Controls*. John Wiley&Sons. New Jersey. s.95.

London, J. (2005). *Modelling Derivatives in C++*. John Wiley & Sons. New York. 334-337.

Mandacı, P. E. (2003). Türk Bankacılık Sektörünün Taşıdığı Riskler ve Finansal Krizi Aşmada Kullanılan Risk Ölçüm Teknikleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. Cilt: 5. Sayı:1. s.71.

Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, Vol: VII, No: 1, s. 89.

Marshall, (2001). *Measuring and Managing Operational Risks in Financial Institutions: Tools Techniques and Other Resources*. John Wily&Sons. s.232.

Mazıbaşı, M. (2005). İMKB Piyasalarındaki Volatilitenin Modellenmesi ve Öngörülmesi: Asimetrik GARCH Modelleri ile bir Uygulama. *VII. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi.

Molva, P. (2008). *Döviz Dayalı Vadeli İşlem Sözleşmesi İle Kur Riskinden Korunmanın Yolu Ve Korunma Performansı*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi. İzmir.

Mosele, R. (2006). *Türkiye’de Vadeli İşlemler Piyasası Ve Vobaş İle Cbot’un Karşılaştırılması*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2006.

Naghiyev, T. (2008). *Menkul Kıymet Yatırım Fonlarından Oluşan Optimal Portföy Seçimi ve Riske Maruz Değer Yöntemiyle Portföy Riskinin Belirlenmesi*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Nelson, D. (1990). Stationarity and Persistence in the GARCH (1,1) Model. *Econometric Theory* (6). 318-334.

Newbold, P. (2000). *İşletme ve İktisat için İstatistik*. Çeviren: Ümit Şenesen. 4. Basım. Literatür Yayınları. İstanbul. s.225

Özden, Ü. (2008). İMKB Bileşik 100 Endeksi Getiri Volatilitésinin Analizi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. Yıl:7 Sayı:17. s.340.

Özmen, A. (1986). *Zaman Serisi Analizinde Box-Jenkins Yöntemi ve Banka Mevduat Tahmininde Uygulama Denemesi*. (Doktora Tezi). Anadolu Üniversitesi Eskişehir: Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Özmeriç, B. (2006). Fon Yönetimi Operasyonu ve Riske Marzu Değer. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi.

Pilavcı, M. (2007). *Hisse Senedi Endeksine Dayalı Futures İşlemler: Bir Uygulama*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi. s.76.

Punter, A. (2003). *Risk Financing and Management*. Institute of Financial Services (ifs). United Kingdom. 28-29.

Saber, N. (1995). *Risk Management-Derivatives*. NewYork. s.34

Saka, T. (2010) *Sigortacılıkta Risk Yönetimi ve Aşırı Uç Değer Teorisi*. (Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi.

Saltoğlu, B. (2003). *A High Frequency Analysis of Financial Risk and Crisis-An Emprical Study on Turkish Financial Management*. İstanbul: Yaylım Yayıncılık.

Sarı, A. (2009). *Vadeli İşlem Piyasalarındaki İşlem Hacminin Spot Piyasadaki Volatilite Üzerine Etkileri Ve İMKB 30 Uygulaması*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi.

Schmit, T., Roth K. (1990). Cost Effectiveness of Risk Management Practices. *The Journal of Risk and Insurance*, volume 57, Issue 3, 457.

Seval, B., Arsoy, Y., Sarıkovanlık, V. (2001). Piyasa Riski, Sermaye Yeterliliği ve Riske Maruz Değer (VaR). *V. Türkiye Finans Egitim Sempozyumu*. Bandırma: Balıkesir Üniversitesi, 8.

Sevil, G. (2001). *Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitesinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları*. Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yayınları. s. 54.

Sevinç, E. (2007). *İMKB-30 Endeksinde Yer Alan Menkul Kıymetlerden Ortalama-Varyans Modeline Göre Optimal Portföy Oluşturulması ve Riske Maruz Değer Yaklaşımıyla Portföy Riskinin Hesaplanması*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi.

Sevüktekin, M. ve Nargeleşkenler, M. (2007). *Ekonometrik Zaman Serileri Analiz*., Ankara: Nobel Yayıncılık.

Sezgin, C., Tüzün, Y. (2001). Dünyada ve Türkiye'de Piyasa Riski Yönetimi Uygulamaları. *Active Dergisi*, No:17.

Soydan, H. (1999). Bankalarda Risk Kavramı ve Yeni Finansman Teknikleri. *DEÜ ATMER*. İzmir, s.45.

Şahin, H. (2004). *Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri*. Ankara: Turhan Kitapevi.

Şişman, Ö. (2001). *Bankacılıkta Risk Yönetimi ve Kantitatif Risk Ölçüm Teknikleri*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Taner, B., Akkaya, C. (2004). *Sermaye Piyasası ve Menkul Kıymetler Analizi*. Birleşik Matbaacılık. 195.

Taner, B., Demireli, E. (2009). Risk Yönetiminde Riske Maruz Değer Yöntemleri ve Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 14(3): 127-148.

Taş, O., Tiftikçi, S. (2005). Bankacılıkta Piyasa Riski Yönetimi Ve Bir Alım/Satım Portföyü İçin Riske Maruz Değer Ölçümleri. *T.C. Marmara Üniversitesi Bankacılık Ve Sigortacılık Yüksekokulu 2005 Geleneksel Finans Sempozyumu Tebliğleri*. İstanbul. s.4.

Tuncer, E. (2006). Risk Yönetimi, Sermaye Yeterliliği ve Finansal Sektör İstikrarı Çerçevesinde Stres Testleri. *Bankacılar Dergisi*. No:57. s.70.

Turan, A. (2006). *Risk Analizi Bir Banka İçin Piyasa Riskine Maruz Tutar Ve Sermaye Yeterlilik Rasyosu Uygulaması*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Bursa: Uludağ Üniversitesi.

Türkiye Bankalar Birliği, (2004). Risk Yönetim Sistemleri ve Uygulama Esasları Çalışma Grubu. *Bankaların Risk Yönetimi Çalışmaları Hakkında Değerlendirme*. 48.

TÜSİAD. (2008). “Kurumsal Risk Yönetimi. İstanbul. Şubat 2008. 12-37

Tütüncübaşı, C. (2006). *Türev Araçları İle İlgili İşlemler Ve Bu İşlemlerin Hukuki Niteliği*. (Yüksek Lisans Tezi) İstanbul: Marmara Üniveristesi.

Ugan, G. (2008). *Hisse Senedi Endeksi Üzerine Düzenlenen Vadeli İşlem Sözleşmelerinin Portföy Sigortalamasında Kullanılması: Türkiye Piyasaları İçin Uygulama*. (Yayınlanmış Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi.

Uğuz, M. (1990). *Menkul Kıymet Seçimi ve Yatırım Yönetimi*. İstanbul: Mali ve Ekonomik Yayınlar.

Usta, Ö. (2005). *İşletme Finansı ve Finansal Yönetim*. Ankara: Detay Yayıncılık.

Uysal, Ö. (1999). *Piyasa Riskinin Tespitinde Kullanılan Riskteki Değer Yöntemi*. Sermaye Piyasası Kurulu Aracılık Faaliyetleri Dairesi. Yeterlik Etüdü. Ankara.

Üçüncü, B. (2010). *Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modellerinin Karşılaştırılması: İMKB-30 Endeksindeki Firmalar Üzerine Bir Uygulama*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Zonguldak Karaelmas Üniversitesi.

Vashishtha, A., Kumar, S. (2010). Development of Financial Derivatives Market in India - A Case Study. *International Research Journal of Finance and Economics*. 20.

Yalçın, K. (2000). *Türev Piyasaları (Futures-Opsiyon-Swap)*. A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayını. Yayın No:587. Ankara. 5.

Yalçın, Y. (2008). *Türkiye’deki Finansal Serilerin Oynaklık Yapısı*. (Doktora Tezi), Ankara: Gazi Üniversitesi.

Yalçın, Y. (2007). Stokastik Oynaklık Modeli İle İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Kaldıraç Etkisinin İncelenmesi. Cilt:22 Sayı:2, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. İzmir, 361.

Yavuz, T. (2002). Risk Yönetimi ‘İçeri’ Aktif Pasif Yönetimi ‘Dışarı’ (mı?). *Bankacılar Dergisi*. (41): 26-27.

Yıldırım, O. (2003). Döviz Kurları Çerçevesinde Satınalma Paritesinin Zaman Serisi Analizi ve Türkiye Ekonomisi Uygulaması. *Bankacılar Dergisi*. (44): s.6.

Yılmaz, M. K. (2002). *Döviz Vadeli İşlem Sözleşmeleri*. 3.b., Der Yayınları. İstanbul. 74.

Yörük, N. (2000). *Finansal Varlık Fiyatlama Modelleri ve Arbitraj Fiyatlama Modelinin İMKB’de Test Edilmesi*. İMKB Yayınları. İstanbul. 21-22.

Yücelsin, Ö. (2007) *Piyasa Riski Ölçüm Yöntemlerinin Bankacılıkta Yönetim Aracı Olarak Kullanılmasının Gerekleri*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi.

Yürekli, K., Çevik O. (2005). Detection of Whether The Autocorrelated Meteorological Time Series Have Stationarity by Using Unit Root Approach: The Case of Tokat. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 22-1, s.47

İnternet Bağlantıları

www.vob.org.tr/VOBPortalTur/Procedures/45_PTGM_Uyelerin_Pozisyon_Limitleri_degisiklik_2007.pdf (22.12.2012)

www.vob.org.tr/VOBPortalTur/detailsPage.aspx?tabid=552 (10.01.2012)

www.vob.org.tr/VOBPortalTur/detailsPage.aspx?tabid=501 (10.01.2012)

www.vob.org.tr/VOBPortalTur/detailsPage.aspx?tabid=553 (10.01.2012)

EKLER

EK 1: VOB Vadeli İşlem Sözleşmeleri Fiyatları

Sözleşme Tarihi	ENDEKS 30	USD	ALTIN (Dolar/Ons)	Sözleşme Tarihi	ENDEKS 30	USD	ALTIN (Dolar/Ons)
03.01.11	84.100	1.5715	1,418.30	01.07.11	77.800	1.6270	1,478.90
04.01.11	84.500	1.5560	1,383.65	04.07.11	78.950	1.6290	1,486.70
05.01.11	85.600	1.5580	1,365.00	05.07.11	78.850	1.6380	1,501.65
06.01.11	85.875	1.5580	1,362.55	06.07.11	77.800	1.6485	1,519.80
07.01.11	85.125	1.5755	1,368.60	07.07.11	79.075	1.6385	1,522.05
10.01.11	83.875	1.5900	1,364.20	08.07.11	78.350	1.6440	1,533.25
11.01.11	83.375	1.5940	1,369.90	11.07.11	77.400	1.6565	1,545.50
12.01.11	83.925	1.5735	1,375.25	12.07.11	77.050	1.6665	1,542.10
13.01.11	84.950	1.5570	1,382.00	13.07.11	77.650	1.6585	1,575.60
14.01.11	83.500	1.5580	1,359.65	14.07.11	76.850	1.6550	1,582.45
17.01.11	82.250	1.5520	1,355.25	15.07.11	76.900	1.6630	1,575.70
18.01.11	81.825	1.5430	1,364.25	18.07.11	75.800	1.6765	1,587.65
19.01.11	81.525	1.5570	1,363.60	19.07.11	75.650	1.6680	1,595.35
20.01.11	80.025	1.5870	1,340.55	20.07.11	75.125	1.6745	1,583.50
21.01.11	81.125	1.5780	1,334.15	21.07.11	74.550	1.6800	1,590.25
24.01.11	79.775	1.5745	1,337.70	22.07.11	73.150	1.7070	1,603.90
25.01.11	79.750	1.5745	1,319.40	25.07.11	74.850	1.7315	1,608.65
26.01.11	80.925	1.5815	1,321.65	26.07.11	74.975	1.7200	1,600.50
27.01.11	79.975	1.5835	1,331.40	27.07.11	74.375	1.7040	1,616.40
28.01.11	77.550	1.6145	1,316.10	28.07.11	76.575	1.6835	1,599.10
31.01.11	78.000	1.6070	1,321.80	29.07.11	76.025	1.6920	1,621.75
01.02.11	79.750	1.5930	1,323.35	01.08.11	75.300	1.6925	1,615.85
02.02.11	80.425	1.5820	1,327.15	02.08.11	75.100	1.7095	1,628.00
03.02.11	78.275	1.5995	1,323.05	03.08.11	74.700	1.7130	1,660.50
04.02.11	80.450	1.5920	1,348.80	04.08.11	72.375	1.7405	1,668.50
07.02.11	79.875	1.5810	1,340.00	05.08.11	68.175	1.7420	1,653.80
08.02.11	80.325	1.5790	1,358.30	08.08.11	63.575	1.7675	1,694.45
09.02.11	80.575	1.5885	1,358.70	09.08.11	64.625	1.7715	1,722.40
10.02.11	79.175	1.5985	1,348.80	10.08.11	60.825	1.7775	1,804.65
11.02.11	79.500	1.5910	1,358.80	11.08.11	62.775	1.7860	1,746.40
14.02.11	79.225	1.5970	1,357.00	12.08.11	62.950	1.7890	1,726.00
15.02.11	79.275	1.5980	1,366.75	15.08.11	64.500	1.7700	1,729.85

16.02.11	80.325	1.5855	1,365.20	16.08.11	65.475	1.7790	1,776.50
17.02.11	80.800	1.5810	1,374.35	17.08.11	65.325	1.7650	1,782.25
18.02.11	81.175	1.5785	1,378.40	18.08.11	62.450	1.7925	1,814.50
21.02.11	79.775	1.5865	1,395.30	19.08.11	64.575	1.7830	1,834.20
22.02.11	79.450	1.5935	1,392.80	22.08.11	64.475	1.7885	1,869.95
23.02.11	77.425	1.5990	1,402.90	23.08.11	63.275	1.7855	1,869.40
24.02.11	74.675	1.6045	1,405.85	24.08.11	64.025	1.7785	1,764.10
25.02.11	75.250	1.5935	1,397.80	25.08.11	64.275	1.7605	1,729.90
28.02.11	74.400	1.6005	1,403.50	26.08.11	64.850	1.7540	1,779.05
01.03.11	71.425	1.6270	1,415.40	29.08.11	66.275	1.7680	1,808.70
02.03.11	70.775	1.6295	1,431.00	02.09.11	67.400	1.7680	1,868.35
03.03.11	73.000	1.6165	1,416.10	05.09.11	65.825	1.7845	1,890.25

EK 1.1: Devamı

04.03.11	73.600	1.6175	1,421.80	06.09.11	67.025	1.7825	1,895.40
07.03.11	72.525	1.6120	1,430.85	07.09.11	66.875	1.7740	1,792.60
08.03.11	74.100	1.6060	1,419.05	08.09.11	69.300	1.7770	1,843.05
09.03.11	75.425	1.5940	1,428.35	09.09.11	67.850	1.8025	1,837.85
10.03.11	76.650	1.5950	1,408.05	12.09.11	68.150	1.8015	1,825.85
11.03.11	77.925	1.5995	1,404.70	13.09.11	69.175	1.7845	1,807.70
14.03.11	78.325	1.5870	1,418.05	14.09.11	68.000	1.7945	1,810.80
15.03.11	78.350	1.5920	1,391.75	15.09.11	69.325	1.7930	1,776.65
16.03.11	77.250	1.5995	1,393.85	16.09.11	70.025	1.7935	1,788.45
17.03.11	77.100	1.5960	1,396.35	19.09.11	70.325	1.8210	1,776.55
18.03.11	78.050	1.5885	1,413.00	20.09.11	74.825	1.8000	1,798.00
21.03.11	78.275	1.5875	1,426.85	21.09.11	74.175	1.8175	1,781.65
22.03.11	79.000	1.5770	1,418.15	22.09.11	70.775	1.8510	1,720.00
23.03.11	77.500	1.5670	1,431.30	23.09.11	68.625	1.8490	1,675.10
24.03.11	78.275	1.5585	1,438.90	26.09.11	68.825	1.8715	1,587.55
25.03.11	77.700	1.5600	1,427.35	27.09.11	71.075	1.8530	1,655.55
28.03.11	77.625	1.5625	1,411.80	28.09.11	72.200	1.8570	1,629.75
29.03.11	77.225	1.5685	1,408.80	29.09.11	73.400	1.8595	1,604.75
30.03.11	78.050	1.5645	1,417.20	30.09.11	73.425	1.8690	1,617.00
31.03.11	77.675	1.5500	1,430.70	03.10.11	73.200	1.8815	1,645.35
01.04.11	79.675	1.5435	1,414.40	04.10.11	70.100	1.9095	1,638.05
04.04.11	82.775	1.5390	1,428.90	05.10.11	69.900	1.8775	1,606.05

05.04.11	83.075	1.5365	1,429.75	06.10.11	69.625	1.8515	1,638.45
06.04.11	84.125	1.5205	1,454.15	07.10.11	70.275	1.8430	1,649.80
07.04.11	85.775	1.5135	1,457.65	10.10.11	71.525	1.8355	1,659.35
08.04.11	83.725	1.5120	1,461.30	11.10.11	72.075	1.8480	1,659.80
11.04.11	83.750	1.5185	1,461.15	12.10.11	72.875	1.8250	1,673.65
12.04.11	83.450	1.5215	1,446.10	13.10.11	71.675	1.8420	1,652.65
13.04.11	83.650	1.5215	1,451.85	14.10.11	72.750	1.8450	1,665.90
14.04.11	83.575	1.5225	1,459.65	17.10.11	71.450	1.8700	1,672.85
15.04.11	84.325	1.5175	1,474.60	18.10.11	71.875	1.8625	1,627.10
18.04.11	81.875	1.5400	1,477.75	19.10.11	70.150	1.8590	1,648.05
19.04.11	83.225	1.5330	1,482.30	20.10.11	67.650	1.8585	1,615.20
20.04.11	83.575	1.5205	1,494.05	21.10.11	68.625	1.8400	1,634.70
21.04.11	84.250	1.5185	1,496.85	24.10.11	68.100	1.8080	1,647.35
22.04.11	84.425	1.5195	1,500.00	25.10.11	68.025	1.7940	1,674.00
25.04.11	84.350	1.5280	1,498.65	26.10.11	66.825	1.7700	1,714.20
26.04.11	83.900	1.5260	1,488.45	27.10.11	68.600	1.7595	1,718.80
27.04.11	82.475	1.5235	1,498.50	28.10.11	69.275	1.7510	1,726.90
28.04.11	83.500	1.5200	1,522.90	31.10.11	67.850	1.7540	1,713.40
29.04.11	84.500	1.5215	1,531.95	01.11.11	66.625	1.8200	1,701.95
02.05.11	85.425	1.5340	1,554.30	02.11.11	67.800	1.7970	1,735.10
03.05.11	86.700	1.5480	1,529.55	03.11.11	68.925	1.7840	1,759.45
04.05.11	85.950	1.5485	1,526.10	04.11.11	68.500	1.7865	1,756.40
05.05.11	85.400	1.5590	1,496.15	10.11.11	67.475	1.8055	1,745.15
06.05.11	83.625	1.5500	1,485.10	11.11.11	68.775	1.7940	1,776.00
09.05.11	83.550	1.5630	1,494.25	14.11.11	68.100	1.8010	1,777.30
10.05.11	82.075	1.5770	1,508.65	15.11.11	68.250	1.8085	1,782.00
11.05.11	80.400	1.5965	1,500.60	16.11.11	68.000	1.8220	1,759.95

EK 1: Devamı

12.05.11	81.675	1.5900	1,484.70	17.11.11	66.650	1.8255	1,747.65
13.05.11	78.775	1.6020	1,498.35	18.11.11	66.025	1.8390	1,725.85
16.05.11	80.300	1.5990	1,493.90	21.11.11	63.525	1.8685	1,703.75
17.05.11	80.425	1.6000	1,472.75	22.11.11	63.050	1.8695	1,704.65
18.05.11	77.850	1.5920	1,489.60	23.11.11	61.375	1.8860	1,683.35
20.05.11	77.400	1.6025	1,484.60	24.11.11	60.075	1.8845	1,694.90
23.05.11	77.275	1.6140	1,505.15	25.11.11	61.925	1.8930	1,695.20

24.05.11	79.025	1.6070	1,518.40	28.11.11	63.525	1.8690	1,717.15
25.05.11	77.550	1.6170	1,518.00	29.11.11	63.125	1.8625	1,715.40
26.05.11	77.325	1.6160	1,508.75	30.11.11	66.225	1.8395	1,743.80
27.05.11	75.525	1.6125	1,525.80	01.12.11	65.400	1.8410	1,749.70
30.05.11	74.650	1.6120	1,530.70	02.12.11	66.800	1.8330	1,749.40
31.05.11	77.175	1.6060	1,530.60	05.12.11	67.350	1.8355	1,745.85
01.06.11	77.325	1.5985	1,529.40	06.12.11	66.775	1.8480	1,709.80
02.06.11	77.175	1.5940	1,530.55	07.12.11	67.200	1.8445	1,733.20
03.06.11	76.800	1.5845	1,533.20	08.12.11	64.900	1.8555	1,716.45
06.06.11	77.725	1.5880	1,543.90	09.12.11	65.400	1.8530	1,713.10
07.06.11	79.125	1.5860	1,537.05	12.12.11	63.575	1.8760	1,660.70
08.06.11	78.475	1.5890	1,527.55	13.12.11	63.375	1.8730	1,666.10
09.06.11	77.950	1.5805	1,530.75	14.12.11	62.225	1.8895	1,607.50
10.06.11	78.125	1.5830	1,521.10	15.12.11	62.800	1.8835	1,578.70
13.06.11	77.600	1.5800	1,520.75	16.12.11	62.475	1.8875	1,589.45
14.06.11	75.425	1.5880	1,513.05	19.12.11	61.075	1.9040	1,598.55
15.06.11	74.225	1.6025	1,516.00	20.12.11	63.025	1.8885	1,614.10
16.06.11	74.700	1.6150	1,515.90	21.12.11	62.300	1.8920	1,615.05
17.06.11	74.900	1.6025	1,524.05	22.12.11	62.000	1.8915	1,604.00
20.06.11	74.325	1.6085	1,533.10	23.12.11	62.625	1.9005	1,608.40
21.06.11	75.575	1.6135	1,536.95	26.12.11	63.650	1.8910	1,607.40
22.06.11	74.475	1.6145	1,547.90	27.12.11	63.325	1.8995	1,597.40
23.06.11	75.275	1.6355	1,514.30	28.12.11	61.900	1.9160	1,572.15
24.06.11	75.975	1.6360	1,502.75	29.12.11	62.650	1.9165	1,535.55
27.06.11	75.750	1.6395	1,492.00	30.12.11	61.600	1.8980	1,574.50
28.06.11	76.800	1.6390	1,491.15				
29.06.11	76.750	1.6325	1,498.95				
30.06.11	76.950	1.6235	1,497.95				

EK 2: Portföye Konu Olan Sözleşmelerin Özellikleri

EK 2.1.: "VOB-İMKB30" Vadeli İşlem Sözleşmesi

Dayanak	İMKB-30 ulusal hisse senedi fiyat endeksinin hesaplama yöntemi kullanılarak bu endekse dahil olan şirketlerin hisse senedi fiyatlarından elde edilen değer.
Varlık	
Sözleşme Büyüklüğü	İMKB-30 ulusal hisse senedi fiyat endeksinin 1.000'e bölünmesinden sonra 100 TL ile çarpılması sonucu bulunan değer. (İMKB-30 Endeksi /1.000)*100 TL
Kotasyon Şekli	İMKB-30 Endeksi'nin 1.000'e bölünmüş değeri virgülden sonra üç basamak halinde kote edilir (örn. 29,525 veya 29,550).
Günlük Fiyat Hareket Sınırı	Baz fiyatın %±15'dir.
Minimum Fiyat Adımı	0,025 (25 endeks puanı) (Minimum Fiyat Adımı Değeri = 2,5 TL).
Vade Ayları	Şubat, Nisan, Haziran, Ağustos, Ekim ve Aralık (Aynı anda içinde bulunulan aya en yakın üç vade ayına ait sözleşmeler işlem görür. Bu üç vade ayından biri Aralık ayı değilse, Aralık vade ayı ayrıca işleme açılır.)
Sözleşmenin Vadesi	Her vade ayının son iş günü. Yurt içi piyasaların resmi tatil nedeniyle yarım gün olması durumunda sözleşmenin vadesi bir önceki iş günüdür.
Son İşlem Günü	Her vade ayının son iş günü. Yurt içi piyasaların resmi tatil nedeniyle yarım gün olması durumunda son işlem günü bir önceki iş günüdür.
Gün Sonu Uzlaşma Fiyatı	Günlük uzlaşma fiyatı, ilgili sözleşmede açık pozisyonların yeniden değerlemesinde esas alınan fiyattır. Seans sonunda günlük uzlaşma fiyatı şu şekilde hesaplanır: Seans sona ermeden önceki son 10 dakika içerisinde gerçekleştirilen tüm işlemlerin miktarlarına göre ağırlıklı fiyatlarının ortalaması günlük uzlaşma fiyatı olarak belirlenir. Eğer son 10 dakika içerisinde 10'dan az işlem yapıldıysa, seans içerisinde geriye dönük olarak bulunan son 10 işlemin ağırlıklı fiyatlarının ortalaması alınır. Seans sonunda yukarıda belirtilen yöntemlere göre günlük uzlaşma fiyatının hesaplanamaması veya bu şekilde hesaplanan uzlaşma fiyatının piyasayı yansıtmadığına Uzlaşma Fiyatı Komitesi tarafından kanaat getirilmesi durumunda, aşağıda belirtilen yöntemler tek başına ya da birlikte kullanılarak günlük uzlaşma fiyatı tespit edilebilir. • Seans içerisinde gerçekleştirilen tüm işlemlerin ağırlıklı fiyatlarının ortalaması, • Bir önceki günün uzlaşma fiyatı, • Seans sonundaki en iyi alış ve satış kotasyonlarının ortalaması, • Sözleşmenin vadesine kadar olan süre için geçerli olan ve Borsa tarafından belirlenen faiz oranı, dayanak varlığın spot fiyatı veya sözleşmenin diğer vade ayları için geçerli olan günlük uzlaşma fiyatı kullanılarak hesaplanacak "teorik" vadeli fiyatlar.

Kaynak: <http://www.vob.org.tr/VOBPortalTur/detailsPage.aspx?tabid=552> (10.01.2012)

EK 2.2.: "VOB-TLDOLAR" Vadeli İşlem Sözleşmesi

Dayanak Varlık	Türk Lirası/ABD Doları kuru.
Sözleşme Büyüklüğü	Büyüklüğü 1.000 ABD Doları.
Kotasyon Şekli	1 ABD Doları'nın Türk Lirası cinsinden değeri virgülden sonra dört basamak halinde kote edilir. (örn. 1,4155 TL veya 1,4160 TL).
Günlük Fiyat Hareket Sınırı	Baz fiyatın % ± 10 'udur.
Minimum Fiyat Adımı	0,0005 (Minimum fiyat adımının değeri 0,5 TL'ye karşılık gelir.)
Vade Ayları	Şubat, Nisan, Haziran, Ağustos, Ekim ve Aralık (Aynı anda içinde bulunulan aya en yakın üç vade ayına ait sözleşmeler işlem görür. Bu üç vade ayından biri Aralık ayı değilse, Aralık vade ayı ayrıca işleme açılır.)
Sözleşmenin Vadesi	Her vade ayının son iş günü. Yurt içi piyasaların resmi tatil nedeniyle yarım gün olması durumunda sözleşmenin vadesi bir önceki iş günüdür.
Son İşlem Günü	Her vade ayının son iş günü.Yurt içi piyasaların resmi tatil nedeniyle yarım gün olması durumunda son işlem günü bir önceki iş günüdür.
Uzlaşma Şekli	Nakdi uzlaşma. Günlük uzlaşma fiyatı, ilgili sözleşmede açık pozisyonların yeniden değerlemesinde esas alınan fiyattır. Seans sonunda günlük uzlaşma fiyatı şu şekilde hesaplanır: Seans sona ermeden önceki son 10 dakika içerisinde gerçekleştirilen tüm işlemlerin miktarlarına göre ağırlıklı fiyatlarının ortalaması günlük uzlaşma fiyatı olarak belirlenir. Eğer son 10 dakika içerisinde 10'dan az işlem yapıldıysa, seans içerisinde geriye dönük olarak bulunan son 10 işlemin ağırlıklı fiyatlarının ortalaması alınır. Seans sonunda yukarıda belirtilen yöntemlere göre günlük uzlaşma fiyatının hesaplanamaması veya bu şekilde hesaplanan uzlaşma fiyatının piyasayı yansıtmadığına Uzlaşma Fiyatı Komitesi tarafından kanaat getirilmesi durumunda, aşağıda belirtilen yöntemler tek başına ya da birlikte kullanılarak günlük uzlaşma fiyatı tespit edilebilir. • Seans içerisinde gerçekleştirilen tüm işlemlerin ağırlıklı fiyatlarının ortalaması, • Bir önceki günün uzlaşma fiyatı, • Seans sonundaki en iyi alış ve satış kotasyonlarının ortalaması, • Sözleşmenin vadesine kadar olan süre için geçerli olan ve Borsa tarafından belirlenen faiz oranı, dayanak varlığın spot fiyatı veya sözleşmenin diğer vade ayları için geçerli olan günlük uzlaşma fiyatı kullanılarak hesaplanacak "teorik" vadeli fiyatlar.
Gün Sonu Uzlaşma Fiyatı	

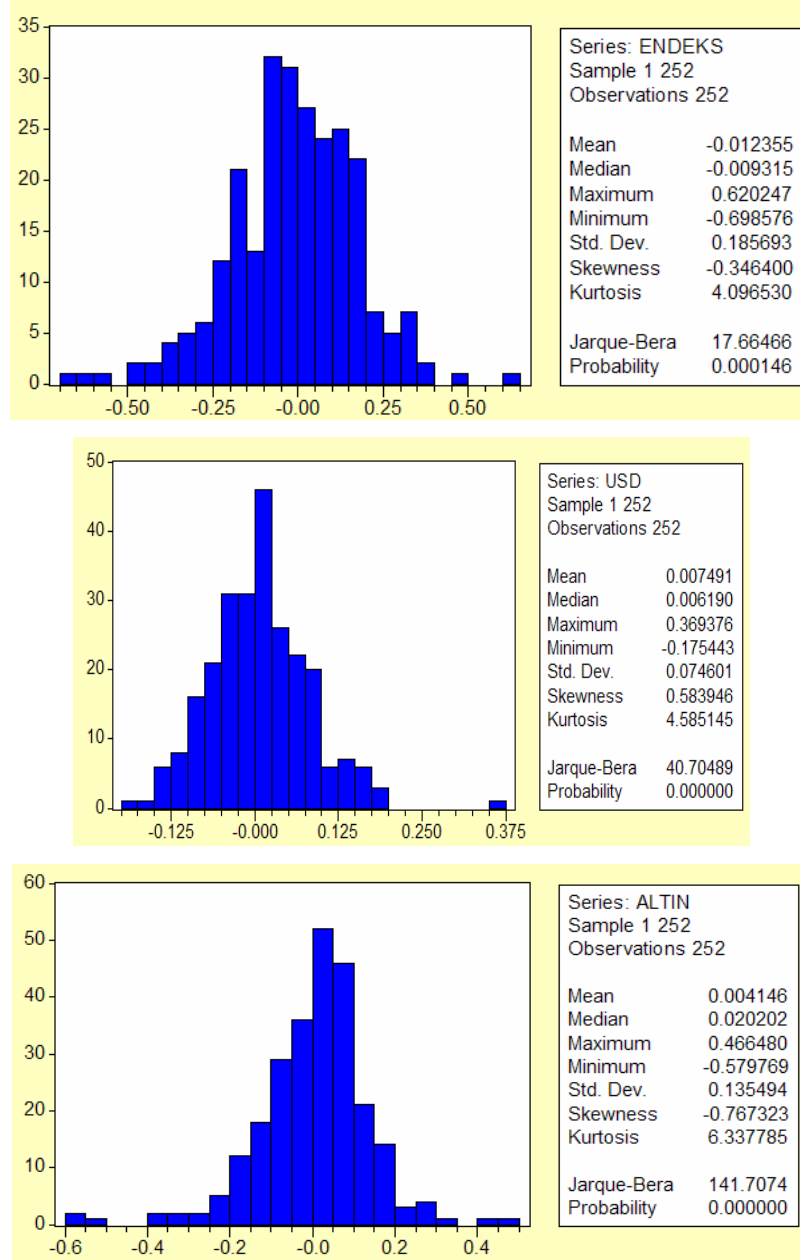
Kaynak: <http://www.vob.org.tr/VOBPortalTur/detailsPage.aspx?tabid=501> (10.01.2012)

EK 2.3: "VOB-Dolar/Ons Altın" Vadeli İşlem Sözleşmesi

Dayanak Varlık	Saf altındır.
Sözleşme Büyüklüğü	1 ons altındır.
Kotasyon Şekli	1 ons altının ABD Doları cinsinden değeri virgülden sonra iki basamak halinde kote edilir.(Örnek: 1.150,05-1.150,10 gibi).
Günlük Fiyat Hareket Sınırı	Baz fiyatın % ± 10 'udur.
Minimum Fiyat Adımı	0,05 (Minimum fiyat adımının değeri 0,05 ABD Doları'na karşılık gelmektedir).
Vade Ayları	Şubat, Nisan, Haziran, Ağustos, Ekim ve Aralık (Aynı anda içinde bulunulan aya en yakın üç vade ayına ait sözleşmeler işlem görür).
Sözleşmenin Vadesi	Her vade ayının son iş günü. Yurt içi piyasaların resmi tatil nedeniyle yarım gün olması durumunda sözleşmenin vadesi bir önceki iş günüdür.
Son İşlem Günü	Her vade ayının son iş günü. Yurt içi piyasaların resmi tatil nedeniyle yarım gün olması durumunda son işlem günü bir önceki iş günüdür.
Uzlaşma Şekli	Nakdi uzlaşma Günlük uzlaşma fiyatı, ilgili sözleşmede açık pozisyonların yeniden değerlemesinde esas alınan fiyattır. Seans sonunda günlük uzlaşma fiyatı şu şekilde hesaplanır: Seans sona ermeden önceki son 10 dakika içerisinde gerçekleştirilen tüm işlemlerin miktarlarına göre ağırlıklı fiyatlarının ortalaması günlük uzlaşma fiyatı olarak belirlenir. Eğer son 10 dakika içerisinde 10'dan az işlem yapıldıysa, seans içerisinde geriye dönük olarak bulunan son 10 işlemin ağırlıklı fiyatlarının ortalaması alınır. Seans sonunda yukarıda belirtilen yöntemlere göre günlük uzlaşma fiyatının hesaplanamaması veya bu şekilde hesaplanan uzlaşma fiyatının piyasayı yansıtmadığına Uzlaşma Fiyatı Komitesi tarafından kanaat getirilmesi durumunda, aşağıda belirtilen yöntemler tek başına ya da birlikte kullanılarak günlük uzlaşma fiyatı tespit edilebilir. • Seans içerisinde gerçekleştirilen tüm işlemlerin ağırlıklı fiyatlarının ortalaması, • Bir önceki günün uzlaşma fiyatı, • Seans sonundaki en iyi alış ve satış kotasyonlarının ortalaması, • Sözleşmenin vadesine kadar olan süre için geçerli olan ve Borsa tarafından belirlenen faiz oranı, dayanak varlığın spot fiyatı veya sözleşmenin diğer vade ayları için geçerli olan günlük uzlaşma fiyatı kullanılarak hesaplanacak "teorik" vadeli fiyatlar.
Gün Sonu Uzlaşma Fiyatı	

Kaynak: <http://www.vob.org.tr/VOBPortalTur/detailsPage.aspx?tabid=553> (10.01.2012)

EK 2.4.: VOB Vadeli İşlem Sözleşmelerinin Getiri Serilerinin Histogram ve İstatistik Değerleri



EK 3: Koşullu Değişen Varyans Tahmin Modelleri Parametreleri

\Parametreler Model	C	RESID(-1)^2	RESID(-2)^2	RESID(-3)^2	RESID(-4)^2
arch1ged	0.018355	0.101346	-	-	-
arch1normal	0.018279	0.107874	-	-	-
arch1student	0.018563	0.095687	-	-	-
arch2ged	0.015422	0.115145	0.124488	-	-
arch2normal	0.015350	0.119928	0.125250	-	-
arch2student	0.015354	0.112866	0.132364	-	-
arch3ged	0.013449	0.112111	0.076037	0.151935	-
arch3normal	0.013237	0.125080	0.076823	0.152568	-
arch3student	0.013605	0.098490	0.082830	0.149579	-
arch4ged	0.017354	0.074578	0.013244	0.166230	-0.100754
arch4normal	0.014556	0.116582	0.067223	0.158818	-0.059145
arch4student	0.017542	0.063257	0.014746	0.168888	-0.098585

\Parametreler Model	C	RESID(-1)^2	RESID(-2)^2	RESID(-3)^2	GARCH(-1)	GARCH(-2)	GARCH(-3)
garch11ged	0.001846	0.106033	-	-	0.807299	-	-
garch11normal	0.001870	0.113349	-	-	0.799768	-	-
garch11student	0.001851	0.103037	-	-	0.809690	-	-
garch12ged	0.001962	0.123566	-	-	0.546550	0.238745	-
garch12normal	0.001980	0.139579	-	-	0.428884	0.341508	-
garch12student	0.001860	0.103973	-	-	0.796288	0.012053	-
garch13ged	0.001994	0.125707	-	-	0.477571	0.381822	-0.077704
garch13normal	0.001715	0.109203	-	-	0.955755	-0.525344	0.380889
garch13student	0.001990	0.114711	-	-	0.583170	0.324108	-0.115472
garch21ged	0.001353	0.128182	-0.042596	-	0.851758	-	-
garch21normal	0.001190	0.142806	-0.059397	-	0.862633	-	-
garch21student	0.001691	0.112086	-0.015254	-	0.823707	-	-
garch22ged	0.000242	0.128912	-0.115785	-	1.553422	-0.577423	-
garch22normal	0.000218	0.137095	-0.124610	-	1.546086	-0.568150	-
garch22student	0.000270	0.121337	-0.107685	-	1.575246	-0.601294	-
garch23ged	0.000245	0.121726	-0.108577	-	1.654694	-0.781926	0.103071
garch23normal	0.000221	0.132477	-0.119896	-	1.610669	-0.701950	0.068948
garch23student	0.000255	0.108873	-0.096181	-	1.736165	-0.897755	0.137202
garch31ged	0.000763	0.125029	-0.016727	-0.065328	0.922115	-	-
garch31normal	0.000676	0.135699	-0.025815	-0.069941	0.929666	-	-

garch31student	0.000928	0.112357	-0.000087	-0.062396	0.906890	-	-
garch32ged	0.035283	0.111273	0.067208	0.086708	-0.027946	-0.951174	-
garch32normal	0.000241	0.132614	-0.105461	-0.013500	1.499160	-0.523396	-
garch32student	0.000316	0.107037	-0.063839	-0.027577	1.501498	-0.531620	-
garch33ged	0.001356	0.135356	-0.235810	0.160387	2.048812	-1.552130	0.376846
garch33normal	0.018762	0.082082	0.129763	0.030632	-0.062607	-0.679927	0.574929
garch33student	0.006368	0.106123	0.110385	0.174840	-0.495813	0.247566	0.562162

EK 4: GARCH(1,1) Varyans Serisi

Tarih	Varyans	Tarih	Varyans	Tarih	Varyans	Tarih	Varyans
04.01.11	0.005946	01.04.11	0.012703	01.07.11	0.013001	03.10.11	0.028368
05.01.11	0.006693	04.04.11	0.016134	04.07.11	0.013219	04.10.11	0.024820
06.01.11	0.008389	05.04.11	0.024925	05.07.11	0.014228	05.10.11	0.032540
07.01.11	0.008739	06.04.11	0.022141	06.07.11	0.013379	06.10.11	0.028482
10.01.11	0.009141	07.04.11	0.020785	07.07.11	0.013447	07.10.11	0.025052
11.01.11	0.010295	08.04.11	0.021165	08.07.11	0.014408	10.10.11	0.022739
12.01.11	0.010323	11.04.11	0.022635	11.07.11	0.013880	11.10.11	0.022382
13.01.11	0.010380	12.04.11	0.020200	12.07.11	0.013695	12.10.11	0.020588
14.01.11	0.011079	13.04.11	0.018272	13.07.11	0.012993	13.10.11	0.019168
17.01.11	0.012821	14.04.11	0.016720	14.07.11	0.012893	14.10.11	0.018846
18.01.11	0.013777	15.04.11	0.015389	15.07.11	0.012921	17.10.11	0.018882
19.01.11	0.013181	18.04.11	0.014926	18.07.11	0.012339	18.10.11	0.018535
20.01.11	0.012535	19.04.11	0.018357	19.07.11	0.012747	19.10.11	0.016972
21.01.11	0.013555	20.04.11	0.018486	20.07.11	0.012197	20.10.11	0.019125
24.01.11	0.013939	21.04.11	0.016917	21.07.11	0.011964	21.10.11	0.026313
25.01.11	0.014896	22.04.11	0.016038	22.07.11	0.011783	24.10.11	0.024428
26.01.11	0.013913	25.04.11	0.014898	25.07.11	0.012823	25.10.11	0.022261
27.01.11	0.014861	26.04.11	0.013918	26.07.11	0.016876	26.10.11	0.019881
28.01.11	0.014599	27.04.11	0.013307	27.07.11	0.015520	27.10.11	0.020117
31.01.11	0.018542	28.04.11	0.014380	28.07.11	0.014890	28.10.11	0.022587
01.02.11	0.017092	29.04.11	0.014720	29.07.11	0.018683	31.10.11	0.020783
02.02.11	0.018689	02.05.11	0.014912	01.08.11	0.017123	01.11.11	0.021384
03.02.11	0.017406	03.05.11	0.015223	02.08.11	0.016255	02.11.11	0.019964
04.02.11	0.019911	04.05.11	0.015911	03.08.11	0.015014	03.11.11	0.019923
07.02.11	0.023304	05.05.11	0.015163	04.08.11	0.014068	04.11.11	0.019815
08.02.11	0.021161	06.05.11	0.014342	05.08.11	0.018276	10.11.11	0.018082
09.02.11	0.019302	09.05.11	0.016612	08.08.11	0.039973	11.11.11	0.017571
10.02.11	0.017641	10.05.11	0.015322	09.08.11	0.062003	14.11.11	0.018632
11.02.11	0.017845	11.05.11	0.015709	10.08.11	0.054319	15.11.11	0.017401
14.02.11	0.016427	12.05.11	0.016694	11.08.11	0.066771	16.11.11	0.016038
15.02.11	0.015182	13.05.11	0.016853	12.08.11	0.062293	17.11.11	0.014873
16.02.11	0.014167	16.05.11	0.022883	15.08.11	0.052351	18.11.11	0.016383
17.02.11	0.014322	17.05.11	0.022845	16.08.11	0.047777	21.11.11	0.015551
18.02.11	0.013725	18.05.11	0.020363	17.08.11	0.042749	22.11.11	0.022856
21.02.11	0.013143	20.05.11	0.025120	18.08.11	0.036519	23.11.11	0.020651

22.02.11	0.013974	23.05.11	0.022300	19.08.11	0.042123	24.11.11	0.022813
23.02.11	0.013212	24.05.11	0.019918	22.08.11	0.043509	25.11.11	0.023075
24.02.11	0.016353	25.05.11	0.021415	23.08.11	0.037086	28.11.11	0.027239
25.02.11	0.023026	26.05.11	0.021094	24.08.11	0.034116	29.11.11	0.027905
28.02.11	0.020793	27.05.11	0.018979	25.08.11	0.029910	30.11.11	0.024709
01.03.11	0.019292	30.05.11	0.020573	26.08.11	0.026083	01.12.11	0.036636
02.03.11	0.026257	31.05.11	0.019279	29.08.11	0.023720	02.12.11	0.032382
03.03.11	0.023478	01.06.11	0.024758	02.09.11	0.025166	05.12.11	0.030994
04.03.11	0.026600	02.06.11	0.021916	05.09.11	0.024751	06.12.11	0.027484
07.03.11	0.023953	03.06.11	0.019616	06.09.11	0.024656	07.12.11	0.024517
08.03.11	0.022586	06.06.11	0.017911	07.09.11	0.024127	08.12.11	0.022077
09.03.11	0.023038	07.06.11	0.017559	08.09.11	0.021618	09.12.11	0.027178

EK 4: Devamı

10.03.11	0.022507	08.06.11	0.018214	09.09.11	0.029065	12.12.11	0.024279
11.03.11	0.021771	09.06.11	0.016978	12.09.11	0.027509	13.12.11	0.026398
14.03.11	0.021516	10.06.11	0.015910	13.09.11	0.024264	14.12.11	0.023268
15.03.11	0.019433	13.06.11	0.014787	14.09.11	0.022651	15.12.11	0.022876
16.03.11	0.017587	14.06.11	0.014095	15.09.11	0.021730	16.12.11	0.020814
17.03.11	0.017115	15.06.11	0.018105	16.09.11	0.021740	19.12.11	0.018793
18.03.11	0.015725	16.06.11	0.017714	19.09.11	0.020283	20.12.11	0.019698
21.03.11	0.015664	17.06.11	0.016674	20.09.11	0.018636	21.12.11	0.024221
22.03.11	0.014644	20.06.11	0.015385	21.09.11	0.041722	22.12.11	0.022187
23.03.11	0.014162	21.06.11	0.014540	22.09.11	0.035936	23.12.11	0.019955
24.03.11	0.015719	22.06.11	0.015789	23.09.11	0.044299	26.12.11	0.018926
25.03.11	0.015233	23.06.11	0.015819	26.09.11	0.044473	27.12.11	0.018854
28.03.11	0.014508	24.06.11	0.015680	27.09.11	0.037902	28.12.11	0.017221
29.03.11	0.013600	27.06.11	0.015147	28.09.11	0.039998	29.12.11	0.018823
30.03.11	0.012962	28.06.11	0.014150	29.09.11	0.035889	30.12.11	0.017937
31.03.11	0.013177	29.06.11	0.014671	30.09.11	0.032699		
		30.06.11	0.013731				

EK 5: Geriye Dönük Test Sonuçları**EK 5.1: Varyans-Kovaryans Yönteminin Geriye Dönük Test Sonuçları****Varyans- Kovaryans**

Tarih	%99 RMD	Gerçekleşen Getiri	Tarih	%99 RMD	Gerçekleşen Getiri	Tarih	%99 RMD	Gerçekleşen Getiri
04.01.11	-33,492.85	1,072.45	02.05.11	-33,492.85	10,661.31	02.09.11	-33,492.85	15,088.18
05.01.11	-33,492.85	9,861.15	03.05.11	-33,492.85	12,412.24	05.09.11	-33,492.85	-16,940.18
06.01.11	-33,492.85	2,476.15	04.05.11	-33,492.85	-7,014.99	06.09.11	-33,492.85	14,420.61
07.01.11	-33,492.85	-5,120.61	05.05.11	-33,492.85	-5,113.04	07.09.11	-33,492.85	-5,297.52
10.01.11	-33,492.85	-10,621.34	06.05.11	-33,492.85	-18,041.97	08.09.11	-33,492.85	30,136.95
11.01.11	-33,492.85	-4,197.91	09.05.11	-33,492.85	842.12	09.09.11	-33,492.85	-14,920.48
12.01.11	-33,492.85	3,513.30	10.05.11	-33,492.85	-12,432.30	12.09.11	-33,492.85	3,118.64
13.01.11	-33,492.85	8,375.02	11.05.11	-33,492.85	-14,919.53	13.09.11	-33,492.85	10,020.97
14.01.11	-33,492.85	-14,491.89	12.05.11	-33,492.85	11,442.45	14.09.11	-33,492.85	-12,781.56
17.01.11	-33,492.85	-12,807.44	13.05.11	-33,492.85	-27,336.40	15.09.11	-33,492.85	14,360.92
18.01.11	-33,492.85	-4,685.89	16.05.11	-33,492.85	14,909.27	16.09.11	-33,492.85	8,410.19
19.01.11	-33,492.85	-1,607.46	17.05.11	-33,492.85	625.20	19.09.11	-33,492.85	5,368.74
20.01.11	-33,492.85	-12,846.24	18.05.11	-33,492.85	-26,216.01	20.09.11	-33,492.85	48,479.97
21.01.11	-33,492.85	9,829.31	20.05.11	-33,492.85	-3,819.73	21.09.11	-33,492.85	-5,985.37
24.01.11	-33,492.85	-13,625.00	23.05.11	-33,492.85	466.92	22.09.11	-33,492.85	-36,558.23
25.01.11	-33,492.85	-939.48	24.05.11	-33,492.85	17,701.27	23.09.11	-33,492.85	-26,163.88
26.01.11	-33,492.85	12,451.44	25.05.11	-33,492.85	-14,155.74	26.09.11	-33,492.85	1,458.37
27.01.11	-33,492.85	-8,889.89	26.05.11	-33,492.85	-2,722.86	27.09.11	-33,492.85	26,341.81
28.01.11	-33,492.85	-22,302.71	27.05.11	-33,492.85	-18,606.23	28.09.11	-33,492.85	12,101.63
31.01.11	-33,492.85	4,146.40	30.05.11	-33,492.85	-9,208.77	29.09.11	-33,492.85	12,615.98
01.02.11	-33,492.85	16,496.42	31.05.11	-33,492.85	26,049.42	30.09.11	-33,492.85	1,417.05
02.02.11	-33,492.85	5,846.66	01.06.11	-33,492.85	812.04	03.10.11	-33,492.85	-586.35
03.02.11	-33,492.85	-20,181.97	02.06.11	-33,492.85	-1,938.68	04.10.11	-33,492.85	-32,624.62
04.02.11	-33,492.85	22,184.87	03.06.11	-33,492.85	-4,706.90	05.10.11	-33,492.85	-5,807.20
07.02.11	-33,492.85	-7,105.68	06.06.11	-33,492.85	10,256.55	06.10.11	-33,492.85	-4,246.66
08.02.11	-33,492.85	4,982.74	07.06.11	-33,492.85	13,870.17	07.10.11	-33,492.85	7,088.89
09.02.11	-33,492.85	3,400.51	08.06.11	-33,492.85	-6,625.55	10.10.11	-33,492.85	13,781.67
10.02.11	-33,492.85	-13,446.59	09.06.11	-33,492.85	-6,069.92	11.10.11	-33,492.85	7,159.78
11.02.11	-33,492.85	2,941.03	10.06.11	-33,492.85	1,714.89	12.10.11	-33,492.85	7,367.61
14.02.11	-33,492.85	-2,273.75	13.06.11	-33,492.85	-5,690.19	13.10.11	-33,492.85	-12,523.45
15.02.11	-33,492.85	956.59	14.06.11	-33,492.85	-22,239.14	14.10.11	-33,492.85	12,552.89
16.02.11	-33,492.85	9,291.78	15.06.11	-33,492.85	-11,369.39	17.10.11	-33,492.85	-12,197.77
17.02.11	-33,492.85	4,624.51	16.06.11	-33,492.85	6,265.47	18.10.11	-33,492.85	2,755.19

18.02.11	-33,492.85	3,614.03	17.06.11	-33,492.85	1,241.63	19.10.11	-33,492.85	-19,076.62
21.02.11	-33,492.85	-12,550.12	20.06.11	-33,492.85	-5,308.62	20.10.11	-33,492.85	-30,077.81
22.02.11	-33,492.85	-2,695.11	21.06.11	-33,492.85	13,933.49	21.10.11	-33,492.85	10,547.04
23.02.11	-33,492.85	-19,776.43	22.06.11	-33,492.85	-11,281.73	24.10.11	-33,492.85	-8,389.96
24.02.11	-33,492.85	-28,311.40	23.06.11	-33,492.85	9,388.85	25.10.11	-33,492.85	-1,245.17
25.02.11	-33,492.85	4,817.41	24.06.11	-33,492.85	7,068.04	26.10.11	-33,492.85	-15,072.12
28.02.11	-33,492.85	-8,227.01	27.06.11	-33,492.85	-2,411.12	27.10.11	-33,492.85	20,213.73
01.03.11	-33,492.85	-29,760.98	28.06.11	-33,492.85	10,938.71	28.10.11	-33,492.85	7,341.93
02.03.11	-33,492.85	-6,535.32	29.06.11	-33,492.85	-856.20	31.10.11	-33,492.85	-16,763.40
03.03.11	-33,492.85	23,038.06	30.06.11	-33,492.85	1,219.37	01.11.11	-33,492.85	-9,370.21
04.03.11	-33,492.85	6,842.09	01.07.11	-33,492.85	8,471.54	02.11.11	-33,492.85	13,042.69
07.03.11	-33,492.85	-11,964.62	04.07.11	-33,492.85	12,185.94	03.11.11	-33,492.85	12,773.13

EK 5.1: Devami

08.03.11	-33,492.85	16,213.96	05.07.11	-33,492.85	312.79	04.11.11	-33,492.85	-4,824.86
09.03.11	-33,492.85	13,380.21	06.07.11	-33,492.85	-9,165.52	10.11.11	-33,492.85	-10,795.68
10.03.11	-33,492.85	12,267.02	07.07.11	-33,492.85	12,165.55	11.11.11	-33,492.85	15,184.21
11.03.11	-33,492.85	13,501.28	08.07.11	-33,492.85	-6,499.40	14.11.11	-33,492.85	-7,269.74
14.03.11	-33,492.85	3,392.11	11.07.11	-33,492.85	-8,225.26	15.11.11	-33,492.85	2,515.58
15.03.11	-33,492.85	-208.88	12.07.11	-33,492.85	-2,833.09	16.11.11	-33,492.85	-2,442.78
16.03.11	-33,492.85	-10,530.86	13.07.11	-33,492.85	6,558.34	17.11.11	-33,492.85	-16,104.93
17.03.11	-33,492.85	-1,793.90	14.07.11	-33,492.85	-8,384.84	18.11.11	-33,492.85	-7,059.68
18.03.11	-33,492.85	9,683.22	15.07.11	-33,492.85	1,029.92	21.11.11	-33,492.85	-29,137.24
21.03.11	-33,492.85	2,696.14	18.07.11	-33,492.85	-9,935.54	22.11.11	-33,492.85	-5,897.71
22.03.11	-33,492.85	6,074.45	19.07.11	-33,492.85	-2,105.22	23.11.11	-33,492.85	-20,851.00
23.03.11	-33,492.85	-15,828.64	20.07.11	-33,492.85	-5,360.62	24.11.11	-33,492.85	-16,904.50
24.03.11	-33,492.85	7,409.18	21.07.11	-33,492.85	-5,442.12	25.11.11	-33,492.85	24,948.06
25.03.11	-33,492.85	-6,157.08	22.07.11	-33,492.85	-12,347.44	28.11.11	-33,492.85	19,137.00
28.03.11	-33,492.85	-1,080.09	25.07.11	-33,492.85	20,664.64	29.11.11	-33,492.85	-5,626.87
29.03.11	-33,492.85	-3,664.50	26.07.11	-33,492.85	81.36	30.11.11	-33,492.85	37,310.05
30.03.11	-33,492.85	8,415.35	27.07.11	-33,492.85	-7,335.50	01.12.11	-33,492.85	-9,737.47
31.03.11	-33,492.85	-4,775.62	28.07.11	-33,492.85	20,967.09	02.12.11	-33,492.85	16,282.84
01.04.11	-33,492.85	19,134.65	29.07.11	-33,492.85	-4,308.05	05.12.11	-33,492.85	6,662.73
04.04.11	-33,492.85	30,608.20	01.08.11	-33,492.85	-7,803.59	06.12.11	-33,492.85	-6,884.51
05.04.11	-33,492.85	2,680.06	02.08.11	-33,492.85	-253.97	07.12.11	-33,492.85	5,470.88
06.04.11	-33,492.85	9,323.89	03.08.11	-33,492.85	-2,977.26	08.12.11	-33,492.85	-27,454.16
07.04.11	-33,492.85	14,967.08	04.08.11	-33,492.85	-22,666.08	09.12.11	-33,492.85	5,839.79
08.04.11	-33,492.85	-19,375.67	05.08.11	-33,492.85	-48,139.66	12.12.11	-33,492.85	-22,344.44
11.04.11	-33,492.85	877.17	08.08.11	-33,492.85	-52,492.13	13.12.11	-33,492.85	-2,598.43

12.04.11	-33,492.85	-3,092.44
13.04.11	-33,492.85	2,113.44
14.04.11	-33,492.85	-351.14
15.04.11	-33,492.85	7,163.24
18.04.11	-33,492.85	-21,273.33
19.04.11	-33,492.85	12,553.61
20.04.11	-33,492.85	2,523.99
21.04.11	-33,492.85	6,331.49
22.04.11	-33,492.85	1,863.86
25.04.11	-33,492.85	80.73
26.04.11	-33,492.85	-4,817.29
27.04.11	-33,492.85	-13,613.79
28.04.11	-33,492.85	10,343.72
29.04.11	-33,492.85	9,968.13

09.08.11	-33,492.85	14,261.92
10.08.11	-33,492.85	-45,640.77
11.08.11	-33,492.85	24,319.90
12.08.11	-33,492.85	1,891.34
15.08.11	-33,492.85	17,969.39
16.08.11	-33,492.85	14,093.83
17.08.11	-33,492.85	-2,858.40
18.08.11	-33,492.85	-32,791.10
19.08.11	-33,492.85	26,511.71
22.08.11	-33,492.85	187.33
23.08.11	-33,492.85	-15,296.32
24.08.11	-33,492.85	5,938.59
25.08.11	-33,492.85	612.98
26.08.11	-33,492.85	7,970.88
29.08.11	-33,492.85	19,407.63

14.12.11	-33,492.85	-15,124.74
15.12.11	-33,492.85	5,977.58
16.12.11	-33,492.85	-3,493.34
19.12.11	-33,492.85	-16,540.08
20.12.11	-33,492.85	24,401.00
21.12.11	-33,492.85	-8,948.88
22.12.11	-33,492.85	-4,244.55
23.12.11	-33,492.85	8,873.14
26.12.11	-33,492.85	12,205.03
27.12.11	-33,492.85	-3,734.60
28.12.11	-33,492.85	-17,707.32
29.12.11	-33,492.85	8,496.17
30.12.11	-33,492.85	-13,723.98

EK 5.2.: Tarihsel Simülasyon Yönteminin Geriye Dönük Test Sonuçları**Tarihsel Simülasyon**

Tarih	%99 RMD	Gerçekleşen Getiri	Tarih	%99 RMD	Gerçekleşen Getiri	Tarih	%99 RMD	Gerçekleşen Getiri
04.01.11	-36,558.23	1,072.45	02.05.11	-36,558.23	10,661.31	02.09.11	-36,558.23	15,088.18
05.01.11	-36,558.23	9,861.15	03.05.11	-36,558.23	12,412.24	05.09.11	-36,558.23	-16,940.18
06.01.11	-36,558.23	2,476.15	04.05.11	-36,558.23	-7,014.99	06.09.11	-36,558.23	14,420.61
07.01.11	-36,558.23	-5,120.61	05.05.11	-36,558.23	-5,113.04	07.09.11	-36,558.23	-5,297.52
10.01.11	-36,558.23	-10,621.34	06.05.11	-36,558.23	-18,041.97	08.09.11	-36,558.23	30,136.95
11.01.11	-36,558.23	-4,197.91	09.05.11	-36,558.23	842.12	09.09.11	-36,558.23	-14,920.48
12.01.11	-36,558.23	3,513.30	10.05.11	-36,558.23	-12,432.30	12.09.11	-36,558.23	3,118.64
13.01.11	-36,558.23	8,375.02	11.05.11	-36,558.23	-14,919.53	13.09.11	-36,558.23	10,020.97
14.01.11	-36,558.23	-14,491.89	12.05.11	-36,558.23	11,442.45	14.09.11	-36,558.23	-12,781.56
17.01.11	-36,558.23	-12,807.44	13.05.11	-36,558.23	-27,336.40	15.09.11	-36,558.23	14,360.92
18.01.11	-36,558.23	-4,685.89	16.05.11	-36,558.23	14,909.27	16.09.11	-36,558.23	8,410.19
19.01.11	-36,558.23	-1,607.46	17.05.11	-36,558.23	625.20	19.09.11	-36,558.23	5,368.74
20.01.11	-36,558.23	-12,846.24	18.05.11	-36,558.23	-26,216.01	20.09.11	-36,558.23	48,479.97
21.01.11	-36,558.23	9,829.31	20.05.11	-36,558.23	-3,819.73	21.09.11	-36,558.23	-5,985.37
24.01.11	-36,558.23	-13,625.00	23.05.11	-36,558.23	466.92	22.09.11	-36,558.23	-36,558.23
25.01.11	-36,558.23	-939.48	24.05.11	-36,558.23	17,701.27	23.09.11	-36,558.23	-26,163.88
26.01.11	-36,558.23	12,451.44	25.05.11	-36,558.23	-14,155.74	26.09.11	-36,558.23	1,458.37
27.01.11	-36,558.23	-8,889.89	26.05.11	-36,558.23	-2,722.86	27.09.11	-36,558.23	26,341.81
28.01.11	-36,558.23	-22,302.71	27.05.11	-36,558.23	-18,606.23	28.09.11	-36,558.23	12,101.63
31.01.11	-36,558.23	4,146.40	30.05.11	-36,558.23	-9,208.77	29.09.11	-36,558.23	12,615.98
01.02.11	-36,558.23	16,496.42	31.05.11	-36,558.23	26,049.42	30.09.11	-36,558.23	1,417.05
02.02.11	-36,558.23	5,846.66	01.06.11	-36,558.23	812.04	03.10.11	-36,558.23	-586.35
03.02.11	-36,558.23	-20,181.97	02.06.11	-36,558.23	-1,938.68	04.10.11	-36,558.23	-32,624.62
04.02.11	-36,558.23	22,184.87	03.06.11	-36,558.23	-4,706.90	05.10.11	-36,558.23	-5,807.20
07.02.11	-36,558.23	-7,105.68	06.06.11	-36,558.23	10,256.55	06.10.11	-36,558.23	-4,246.66
08.02.11	-36,558.23	4,982.74	07.06.11	-36,558.23	13,870.17	07.10.11	-36,558.23	7,088.89
09.02.11	-36,558.23	3,400.51	08.06.11	-36,558.23	-6,625.55	10.10.11	-36,558.23	13,781.67
10.02.11	-36,558.23	-13,446.59	09.06.11	-36,558.23	-6,069.92	11.10.11	-36,558.23	7,159.78
11.02.11	-36,558.23	2,941.03	10.06.11	-36,558.23	1,714.89	12.10.11	-36,558.23	7,367.61
14.02.11	-36,558.23	-2,273.75	13.06.11	-36,558.23	-5,690.19	13.10.11	-36,558.23	-12,523.45
15.02.11	-36,558.23	956.59	14.06.11	-36,558.23	-22,239.14	14.10.11	-36,558.23	12,552.89
16.02.11	-36,558.23	9,291.78	15.06.11	-36,558.23	-11,369.39	17.10.11	-36,558.23	-12,197.77
17.02.11	-36,558.23	4,624.51	16.06.11	-36,558.23	6,265.47	18.10.11	-36,558.23	2,755.19
18.02.11	-36,558.23	3,614.03	17.06.11	-36,558.23	1,241.63	19.10.11	-36,558.23	-19,076.62

21.02.11	-36,558.23	-12,550.12
22.02.11	-36,558.23	-2,695.11
23.02.11	-36,558.23	-19,776.43
24.02.11	-36,558.23	-28,311.40
25.02.11	-36,558.23	4,817.41
28.02.11	-36,558.23	-8,227.01
01.03.11	-36,558.23	-29,760.98
02.03.11	-36,558.23	-6,535.32
03.03.11	-36,558.23	23,038.06
04.03.11	-36,558.23	6,842.09
07.03.11	-36,558.23	-11,964.62
08.03.11	-36,558.23	16,213.96
09.03.11	-36,558.23	13,380.21
10.03.11	-36,558.23	12,267.02

20.06.11	-36,558.23	-5,308.62
21.06.11	-36,558.23	13,933.49
22.06.11	-36,558.23	-11,281.73
23.06.11	-36,558.23	9,388.85
24.06.11	-36,558.23	7,068.04
27.06.11	-36,558.23	-2,411.12
28.06.11	-36,558.23	10,938.71
29.06.11	-36,558.23	-856.20
30.06.11	-36,558.23	1,219.37
01.07.11	-36,558.23	8,471.54
04.07.11	-36,558.23	12,185.94
05.07.11	-36,558.23	312.79
06.07.11	-36,558.23	-9,165.52
07.07.11	-36,558.23	12,165.55

20.10.11	-36,558.23	-30,077.81
21.10.11	-36,558.23	10,547.04
24.10.11	-36,558.23	-8,389.96
25.10.11	-36,558.23	-1,245.17
26.10.11	-36,558.23	-15,072.12
27.10.11	-36,558.23	20,213.73
28.10.11	-36,558.23	7,341.93
31.10.11	-36,558.23	-16,763.40
01.11.11	-36,558.23	-9,370.21
02.11.11	-36,558.23	13,042.69
03.11.11	-36,558.23	12,773.13
04.11.11	-36,558.23	-4,824.86
10.11.11	-36,558.23	-10,795.68
11.11.11	-36,558.23	15,184.21

EK 5.2: Devamı

11.03.11	-36,558.23	13,501.28
14.03.11	-36,558.23	3,392.11
15.03.11	-36,558.23	-208.88
16.03.11	-36,558.23	-10,530.86
17.03.11	-36,558.23	-1,793.90
18.03.11	-36,558.23	9,683.22
21.03.11	-36,558.23	2,696.14
22.03.11	-36,558.23	6,074.45
23.03.11	-36,558.23	-15,828.64
24.03.11	-36,558.23	7,409.18
25.03.11	-36,558.23	-6,157.08
28.03.11	-36,558.23	-1,080.09
29.03.11	-36,558.23	-3,664.50
30.03.11	-36,558.23	8,415.35
31.03.11	-36,558.23	-4,775.62
01.04.11	-36,558.23	19,134.65
04.04.11	-36,558.23	30,608.20
05.04.11	-36,558.23	2,680.06
06.04.11	-36,558.23	9,323.89
07.04.11	-36,558.23	14,967.08
08.04.11	-36,558.23	-19,375.67
11.04.11	-36,558.23	877.17
12.04.11	-36,558.23	-3,092.44

08.07.11	-36,558.23	-6,499.40
11.07.11	-36,558.23	-8,225.26
12.07.11	-36,558.23	-2,833.09
13.07.11	-36,558.23	6,558.34
14.07.11	-36,558.23	-8,384.84
15.07.11	-36,558.23	1,029.92
18.07.11	-36,558.23	-9,935.54
19.07.11	-36,558.23	-2,105.22
20.07.11	-36,558.23	-5,360.62
21.07.11	-36,558.23	-5,442.12
22.07.11	-36,558.23	-12,347.44
25.07.11	-36,558.23	20,664.64
26.07.11	-36,558.23	81.36
27.07.11	-36,558.23	-7,335.50
28.07.11	-36,558.23	20,967.09
29.07.11	-36,558.23	-4,308.05
01.08.11	-36,558.23	-7,803.59
02.08.11	-36,558.23	-253.97
03.08.11	-36,558.23	-2,977.26
04.08.11	-36,558.23	-22,666.08
05.08.11	-36,558.23	-48,139.66
08.08.11	-36,558.23	-52,492.13
09.08.11	-36,558.23	14,261.92

14.11.11	-36,558.23	-7,269.74
15.11.11	-36,558.23	2,515.58
16.11.11	-36,558.23	-2,442.78
17.11.11	-36,558.23	-16,104.93
18.11.11	-36,558.23	-7,059.68
21.11.11	-36,558.23	-29,137.24
22.11.11	-36,558.23	-5,897.71
23.11.11	-36,558.23	-20,851.00
24.11.11	-36,558.23	-16,904.50
25.11.11	-36,558.23	24,948.06
28.11.11	-36,558.23	19,137.00
29.11.11	-36,558.23	-5,626.87
30.11.11	-36,558.23	37,310.05
01.12.11	-36,558.23	-9,737.47
02.12.11	-36,558.23	16,282.84
05.12.11	-36,558.23	6,662.73
06.12.11	-36,558.23	-6,884.51
07.12.11	-36,558.23	5,470.88
08.12.11	-36,558.23	-27,454.16
09.12.11	-36,558.23	5,839.79
12.12.11	-36,558.23	-22,344.44
13.12.11	-36,558.23	-2,598.43
14.12.11	-36,558.23	-15,124.74

13.04.11	-36,558.23	2,113.44
14.04.11	-36,558.23	-351.14
15.04.11	-36,558.23	7,163.24
18.04.11	-36,558.23	-21,273.33
19.04.11	-36,558.23	12,553.61
20.04.11	-36,558.23	2,523.99
21.04.11	-36,558.23	6,331.49
22.04.11	-36,558.23	1,863.86
25.04.11	-36,558.23	80.73
26.04.11	-36,558.23	-4,817.29
27.04.11	-36,558.23	-13,613.79
28.04.11	-36,558.23	10,343.72
29.04.11	-36,558.23	9,968.13

10.08.11	-36,558.23	-45,640.77
11.08.11	-36,558.23	24,319.90
12.08.11	-36,558.23	1,891.34
15.08.11	-36,558.23	17,969.39
16.08.11	-36,558.23	14,093.83
17.08.11	-36,558.23	-2,858.40
18.08.11	-36,558.23	-32,791.10
19.08.11	-36,558.23	26,511.71
22.08.11	-36,558.23	187.33
23.08.11	-36,558.23	-15,296.32
24.08.11	-36,558.23	5,938.59
25.08.11	-36,558.23	612.98
26.08.11	-36,558.23	7,970.88
29.08.11	-36,558.23	19,407.63

15.12.11	-36,558.23	5,977.58
16.12.11	-36,558.23	-3,493.34
19.12.11	-36,558.23	-16,540.08
20.12.11	-36,558.23	24,401.00
21.12.11	-36,558.23	-8,948.88
22.12.11	-36,558.23	-4,244.55
23.12.11	-36,558.23	8,873.14
26.12.11	-36,558.23	12,205.03
27.12.11	-36,558.23	-3,734.60
28.12.11	-36,558.23	-17,707.32
29.12.11	-36,558.23	8,496.17
30.12.11	-36,558.23	-13,723.98

EK 5.3.: Monte Carlo Simülasyon Yönteminin Geriye Dönük Test Sonuçları**Monte Carlo Simülasyonu**

Tarih	%99 RMD	Gerçekleşen Getiri	Tarih	%99 RMD	Gerçekleşen Getiri	Tarih	%99 RMD	Gerçekleşen Getiri
04.01.11	-42,710	1,072.45	02.05.11	-42,710	10,661.31	02.09.11	-42,710	15,088.18
05.01.11	-42,710	9,861.15	03.05.11	-42,710	12,412.24	05.09.11	-42,710	-16,940.18
06.01.11	-42,710	2,476.15	04.05.11	-42,710	-7,014.99	06.09.11	-42,710	14,420.61
07.01.11	-42,710	-5,120.61	05.05.11	-42,710	-5,113.04	07.09.11	-42,710	-5,297.52
10.01.11	-42,710	-10,621.34	06.05.11	-42,710	-18,041.97	08.09.11	-42,710	30,136.95
11.01.11	-42,710	-4,197.91	09.05.11	-42,710	842.12	09.09.11	-42,710	-14,920.48
12.01.11	-42,710	3,513.30	10.05.11	-42,710	-12,432.30	12.09.11	-42,710	3,118.64
13.01.11	-42,710	8,375.02	11.05.11	-42,710	-14,919.53	13.09.11	-42,710	10,020.97
14.01.11	-42,710	-14,491.89	12.05.11	-42,710	11,442.45	14.09.11	-42,710	-12,781.56
17.01.11	-42,710	-12,807.44	13.05.11	-42,710	-27,336.40	15.09.11	-42,710	14,360.92
18.01.11	-42,710	-4,685.89	16.05.11	-42,710	14,909.27	16.09.11	-42,710	8,410.19
19.01.11	-42,710	-1,607.46	17.05.11	-42,710	625.20	19.09.11	-42,710	5,368.74
20.01.11	-42,710	-12,846.24	18.05.11	-42,710	-26,216.01	20.09.11	-42,710	48,479.97
21.01.11	-42,710	9,829.31	20.05.11	-42,710	-3,819.73	21.09.11	-42,710	-5,985.37
24.01.11	-42,710	-13,625.00	23.05.11	-42,710	466.92	22.09.11	-42,710	-36,558.23
25.01.11	-42,710	-939.48	24.05.11	-42,710	17,701.27	23.09.11	-42,710	-26,163.88
26.01.11	-42,710	12,451.44	25.05.11	-42,710	-14,155.74	26.09.11	-42,710	1,458.37
27.01.11	-42,710	-8,889.89	26.05.11	-42,710	-2,722.86	27.09.11	-42,710	26,341.81
28.01.11	-42,710	-22,302.71	27.05.11	-42,710	-18,606.23	28.09.11	-42,710	12,101.63
31.01.11	-42,710	4,146.40	30.05.11	-42,710	-9,208.77	29.09.11	-42,710	12,615.98
01.02.11	-42,710	16,496.42	31.05.11	-42,710	26,049.42	30.09.11	-42,710	1,417.05
02.02.11	-42,710	5,846.66	01.06.11	-42,710	812.04	03.10.11	-42,710	-586.35
03.02.11	-42,710	-20,181.97	02.06.11	-42,710	-1,938.68	04.10.11	-42,710	-32,624.62
04.02.11	-42,710	22,184.87	03.06.11	-42,710	-4,706.90	05.10.11	-42,710	-5,807.20
07.02.11	-42,710	-7,105.68	06.06.11	-42,710	10,256.55	06.10.11	-42,710	-4,246.66
08.02.11	-42,710	4,982.74	07.06.11	-42,710	13,870.17	07.10.11	-42,710	7,088.89
09.02.11	-42,710	3,400.51	08.06.11	-42,710	-6,625.55	10.10.11	-42,710	13,781.67
10.02.11	-42,710	-13,446.59	09.06.11	-42,710	-6,069.92	11.10.11	-42,710	7,159.78
11.02.11	-42,710	2,941.03	10.06.11	-42,710	1,714.89	12.10.11	-42,710	7,367.61
14.02.11	-42,710	-2,273.75	13.06.11	-42,710	-5,690.19	13.10.11	-42,710	-12,523.45
15.02.11	-42,710	956.59	14.06.11	-42,710	-22,239.14	14.10.11	-42,710	12,552.89
16.02.11	-42,710	9,291.78	15.06.11	-42,710	-11,369.39	17.10.11	-42,710	-12,197.77
17.02.11	-42,710	4,624.51	16.06.11	-42,710	6,265.47	18.10.11	-42,710	2,755.19
18.02.11	-42,710	3,614.03	17.06.11	-42,710	1,241.63	19.10.11	-42,710	-19,076.62

21.02.11	-42,710	-12,550.12	20.06.11	-42,710	-5,308.62	20.10.11	-42,710	-30,077.81
22.02.11	-42,710	-2,695.11	21.06.11	-42,710	13,933.49	21.10.11	-42,710	10,547.04
23.02.11	-42,710	-19,776.43	22.06.11	-42,710	-11,281.73	24.10.11	-42,710	-8,389.96
24.02.11	-42,710	-28,311.40	23.06.11	-42,710	9,388.85	25.10.11	-42,710	-1,245.17
25.02.11	-42,710	4,817.41	24.06.11	-42,710	7,068.04	26.10.11	-42,710	-15,072.12
28.02.11	-42,710	-8,227.01	27.06.11	-42,710	-2,411.12	27.10.11	-42,710	20,213.73
01.03.11	-42,710	-29,760.98	28.06.11	-42,710	10,938.71	28.10.11	-42,710	7,341.93
02.03.11	-42,710	-6,535.32	29.06.11	-42,710	-856.20	31.10.11	-42,710	-16,763.40
03.03.11	-42,710	23,038.06	30.06.11	-42,710	1,219.37	01.11.11	-42,710	-9,370.21
04.03.11	-42,710	6,842.09	01.07.11	-42,710	8,471.54	02.11.11	-42,710	13,042.69
07.03.11	-42,710	-11,964.62	04.07.11	-42,710	12,185.94	03.11.11	-42,710	12,773.13
08.03.11	-42,710	16,213.96	05.07.11	-42,710	312.79	04.11.11	-42,710	-4,824.86
09.03.11	-42,710	13,380.21	06.07.11	-42,710	-9,165.52	10.11.11	-42,710	-10,795.68
10.03.11	-42,710	12,267.02	07.07.11	-42,710	12,165.55	11.11.11	-42,710	15,184.21

EK 5.3: Devamı

11.03.11	-42,710	13,501.28	08.07.11	-42,710	-6,499.40	14.11.11	-42,710	-7,269.74
14.03.11	-42,710	3,392.11	11.07.11	-42,710	-8,225.26	15.11.11	-42,710	2,515.58
15.03.11	-42,710	-208.88	12.07.11	-42,710	-2,833.09	16.11.11	-42,710	-2,442.78
16.03.11	-42,710	-10,530.86	13.07.11	-42,710	6,558.34	17.11.11	-42,710	-16,104.93
17.03.11	-42,710	-1,793.90	14.07.11	-42,710	-8,384.84	18.11.11	-42,710	-7,059.68
18.03.11	-42,710	9,683.22	15.07.11	-42,710	1,029.92	21.11.11	-42,710	-29,137.24
21.03.11	-42,710	2,696.14	18.07.11	-42,710	-9,935.54	22.11.11	-42,710	-5,897.71
22.03.11	-42,710	6,074.45	19.07.11	-42,710	-2,105.22	23.11.11	-42,710	-20,851.00
23.03.11	-42,710	-15,828.64	20.07.11	-42,710	-5,360.62	24.11.11	-42,710	-16,904.50
24.03.11	-42,710	7,409.18	21.07.11	-42,710	-5,442.12	25.11.11	-42,710	24,948.06
25.03.11	-42,710	-6,157.08	22.07.11	-42,710	-12,347.44	28.11.11	-42,710	19,137.00
28.03.11	-42,710	-1,080.09	25.07.11	-42,710	20,664.64	29.11.11	-42,710	-5,626.87
29.03.11	-42,710	-3,664.50	26.07.11	-42,710	81.36	30.11.11	-42,710	37,310.05
30.03.11	-42,710	8,415.35	27.07.11	-42,710	-7,335.50	01.12.11	-42,710	-9,737.47
31.03.11	-42,710	-4,775.62	28.07.11	-42,710	20,967.09	02.12.11	-42,710	16,282.84
01.04.11	-42,710	19,134.65	29.07.11	-42,710	-4,308.05	05.12.11	-42,710	6,662.73
04.04.11	-42,710	30,608.20	01.08.11	-42,710	-7,803.59	06.12.11	-42,710	-6,884.51
05.04.11	-42,710	2,680.06	02.08.11	-42,710	-253.97	07.12.11	-42,710	5,470.88
06.04.11	-42,710	9,323.89	03.08.11	-42,710	-2,977.26	08.12.11	-42,710	-27,454.16
07.04.11	-42,710	14,967.08	04.08.11	-42,710	-22,666.08	09.12.11	-42,710	5,839.79
08.04.11	-42,710	-19,375.67	05.08.11	-42,710	-48,139.66	12.12.11	-42,710	-22,344.44
11.04.11	-42,710	877.17	08.08.11	-42,710	-52,492.13	13.12.11	-42,710	-2,598.43
12.04.11	-42,710	-3,092.44	09.08.11	-42,710	14,261.92	14.12.11	-42,710	-15,124.74

13.04.11	-42,710	2,113.44
14.04.11	-42,710	-351.14
15.04.11	-42,710	7,163.24
18.04.11	-42,710	-21,273.33
19.04.11	-42,710	12,553.61
20.04.11	-42,710	2,523.99
21.04.11	-42,710	6,331.49
22.04.11	-42,710	1,863.86
25.04.11	-42,710	80.73
26.04.11	-42,710	-4,817.29
27.04.11	-42,710	-13,613.79
28.04.11	-42,710	10,343.72
29.04.11	-42,710	9,968.13

10.08.11	-42,710	-45,640.77
11.08.11	-42,710	24,319.90
12.08.11	-42,710	1,891.34
15.08.11	-42,710	17,969.39
16.08.11	-42,710	14,093.83
17.08.11	-42,710	-2,858.40
18.08.11	-42,710	-32,791.10
19.08.11	-42,710	26,511.71
22.08.11	-42,710	187.33
23.08.11	-42,710	-15,296.32
24.08.11	-42,710	5,938.59
25.08.11	-42,710	612.98
26.08.11	-42,710	7,970.88
29.08.11	-42,710	19,407.63

15.12.11	-42,710	5,977.58
16.12.11	-42,710	-3,493.34
19.12.11	-42,710	-16,540.08
20.12.11	-42,710	24,401.00
21.12.11	-42,710	-8,948.88
22.12.11	-42,710	-4,244.55
23.12.11	-42,710	8,873.14
26.12.11	-42,710	12,205.03
27.12.11	-42,710	-3,734.60
28.12.11	-42,710	-17,707.32
29.12.11	-42,710	8,496.17
30.12.11	-42,710	-13,723.98

EK 5.4.: GARCH(1,1) Volatilite Modelinin Geriye Dönük Test Sonuçları**GARCH(1,1)**

Tarih	LB99xP	Gerçekleşen Getiri	Tarih	LB99xP	Gerçekleşen Getiri	Tarih	LB99xP	Gerçekleşen Getiri
04.01.11	-17,938.20	1,072.45	02.05.11	-28,408.20	10,661.31	02.09.11	-36,904.50	15,088.18
05.01.11	-19,031.60	9,861.15	03.05.11	-28,702.70	12,412.24	05.09.11	-36,599.10	-16,940.18
06.01.11	-21,307.80	2,476.15	04.05.11	-29,344.40	-7,014.99	06.09.11	-36,528.50	14,420.61
07.01.11	-21,747.00	-5,120.61	05.05.11	-28,646.30	-5,113.04	07.09.11	-36,135.00	-5,297.52
10.01.11	-22,241.60	-10,621.34	06.05.11	-27,859.70	-18,041.97	08.09.11	-34,204.10	30,136.95
11.01.11	-23,604.00	-4,197.91	09.05.11	-29,983.50	842.12	09.09.11	-39,660.40	-14,920.48
12.01.11	-23,636.00	3,513.30	10.05.11	-28,795.70	-12,432.30	12.09.11	-38,584.20	3,118.64
13.01.11	-23,701.80	8,375.02	11.05.11	-29,157.10	-14,919.53	13.09.11	-36,237.30	10,020.97
14.01.11	-24,486.10	-14,491.89	12.05.11	-30,057.80	11,442.45	14.09.11	-35,012.30	-12,781.56
17.01.11	-26,340.90	-12,807.44	13.05.11	-30,200.30	-27,336.40	15.09.11	-34,293.00	14,360.92
18.01.11	-27,305.50	-4,685.89	16.05.11	-35,191.00	14,909.27	16.09.11	-34,300.80	8,410.19
19.01.11	-26,708.70	-1,607.46	17.05.11	-35,162.00	625.20	19.09.11	-33,131.50	5,368.74
20.01.11	-26,045.70	-12,846.24	18.05.11	-33,196.80	-26,216.01	20.09.11	-31,758.10	48,479.97
21.01.11	-27,085.00	9,829.31	20.05.11	-36,871.00	-3,819.73	21.09.11	-47,517.70	-5,985.37
24.01.11	-27,465.70	-13,625.00	23.05.11	-34,739.60	466.92	22.09.11	-44,099.90	-36,558.23
25.01.11	-28,392.50	-939.48	24.05.11	-32,831.80	17,701.27	23.09.11	-48,963.30	-26,163.88
26.01.11	-27,440.30	12,451.44	25.05.11	-34,043.30	-14,155.74	26.09.11	-49,059.50	1,458.37
27.01.11	-28,359.70	-8,889.89	26.05.11	-33,787.70	-2,722.86	27.09.11	-45,290.60	26,341.81
28.01.11	-28,108.00	-22,302.71	27.05.11	-32,048.80	-18,606.23	28.09.11	-46,525.70	12,101.63
31.01.11	-31,677.30	4,146.40	30.05.11	-33,367.50	-9,208.77	29.09.11	-44,071.30	12,615.98
01.02.11	-30,414.10	16,496.42	31.05.11	-32,301.20	26,049.42	30.09.11	-42,067.20	1,417.05
02.02.11	-31,802.60	5,846.66	01.06.11	-36,604.10	812.04	03.10.11	-39,181.90	-586.35
03.02.11	-30,691.90	-20,181.97	02.06.11	-34,439.70	-1,938.68	04.10.11	-36,650.00	-32,624.62
04.02.11	-32,826.10	22,184.87	03.06.11	-32,582.10	-4,706.90	05.10.11	-41,964.60	-5,807.20
07.02.11	-35,513.00	-7,105.68	06.06.11	-31,133.90	10,256.55	06.10.11	-39,260.70	-4,246.66
08.02.11	-33,841.00	4,982.74	07.06.11	-30,826.60	13,870.17	07.10.11	-36,821.20	7,088.89
09.02.11	-32,320.00	3,400.51	08.06.11	-31,396.50	-6,625.55	10.10.11	-35,079.70	13,781.67
10.02.11	-30,898.40	-13,446.59	09.06.11	-30,312.10	-6,069.92	11.10.11	-34,803.50	7,159.78
11.02.11	-31,076.80	2,941.03	10.06.11	-29,343.70	1,714.89	12.10.11	-33,379.40	7,367.61
14.02.11	-29,815.90	-2,273.75	13.06.11	-28,288.60	-5,690.19	13.10.11	-32,208.30	-12,523.45
15.02.11	-28,663.70	956.59	14.06.11	-27,618.60	-22,239.14	14.10.11	-31,936.00	12,552.89
16.02.11	-27,689.50	9,291.78	15.06.11	-31,302.20	-11,369.39	17.10.11	-31,967.00	-12,197.77
17.02.11	-27,840.70	4,624.51	16.06.11	-30,962.30	6,265.47	18.10.11	-31,671.50	2,755.19
18.02.11	-27,253.70	3,614.03	17.06.11	-30,039.70	1,241.63	19.10.11	-30,306.70	-19,076.62

21.02.11	-26,670.30	-12,550.12	20.06.11	-28,855.40	-5,308.62	20.10.11	-32,171.80	-30,077.81
22.02.11	-27,500.00	-2,695.11	21.06.11	-28,052.00	13,933.49	21.10.11	-37,736.30	10,547.04
23.02.11	-26,740.20	-19,776.43	22.06.11	-29,231.60	-11,281.73	24.10.11	-36,359.40	-8,389.96
24.02.11	-29,749.10	-28,311.40	23.06.11	-29,259.60	9,388.85	25.10.11	-34,709.60	-1,245.17
25.02.11	-35,300.90	4,817.41	24.06.11	-29,130.40	7,068.04	26.10.11	-32,801.10	-15,072.12
28.02.11	-33,545.60	-8,227.01	27.06.11	-28,630.70	-2,411.12	27.10.11	-32,996.00	20,213.73
01.03.11	-32,312.30	-29,760.98	28.06.11	-27,673.00	10,938.71	28.10.11	-34,962.70	7,341.93
02.03.11	-37,696.00	-6,535.32	29.06.11	-28,177.60	-856.20	31.10.11	-33,537.50	-16,763.40
03.03.11	-35,645.90	23,038.06	30.06.11	-27,259.80	1,219.37	01.11.11	-34,018.40	-9,370.21
04.03.11	-37,941.50	6,842.09	01.07.11	-26,525.80	8,471.54	02.11.11	-32,870.30	13,042.69
07.03.11	-36,004.60	-11,964.62	04.07.11	-26,746.70	12,185.94	03.11.11	-32,836.10	12,773.13
08.03.11	-34,961.50	16,213.96	05.07.11	-27,749.30	312.79	04.11.11	-32,746.60	-4,824.86
09.03.11	-35,309.90	13,380.21	06.07.11	-26,908.70	-9,165.52	10.11.11	-31,282.10	-10,795.68
10.03.11	-34,900.90	12,267.02	07.07.11	-26,976.50	12,165.55	11.11.11	-30,836.90	15,184.21

EK 5.4: Devamı

11.03.11	-34,324.90	13,501.28	08.07.11	-27,923.70	-6,499.40	14.11.11	-31,754.80	-7,269.74
14.03.11	-34,123.70	3,392.11	11.07.11	-27,407.50	-8,225.26	15.11.11	-30,687.60	2,515.58
15.03.11	-32,430.10	-208.88	12.07.11	-27,223.90	-2,833.09	16.11.11	-29,461.20	-2,442.78
16.03.11	-30,851.30	-10,530.86	13.07.11	-26,516.80	6,558.34	17.11.11	-28,371.20	-16,104.93
17.03.11	-30,434.50	-1,793.90	14.07.11	-26,415.30	-8,384.84	18.11.11	-29,776.30	-7,059.68
18.03.11	-29,171.90	9,683.22	15.07.11	-26,443.80	1,029.92	21.11.11	-29,010.60	-29,137.24
21.03.11	-29,116.00	2,696.14	18.07.11	-25,841.40	-9,935.54	22.11.11	-35,170.40	-5,897.71
22.03.11	-28,151.40	6,074.45	19.07.11	-26,265.30	-2,105.22	23.11.11	-33,430.50	-20,851.00
23.03.11	-27,684.00	-15,828.64	20.07.11	-25,691.90	-5,360.62	24.11.11	-35,137.30	-16,904.50
24.03.11	-29,166.70	7,409.18	21.07.11	-25,445.40	-5,442.12	25.11.11	-35,338.00	24,948.06
25.03.11	-28,712.30	-6,157.08	22.07.11	-25,252.80	-12,347.44	28.11.11	-38,394.80	19,137.00
28.03.11	-28,020.30	-1,080.09	25.07.11	-26,343.30	20,664.64	29.11.11	-38,860.80	-5,626.87
29.03.11	-27,130.00	-3,664.50	26.07.11	-30,221.10	81.36	30.11.11	-36,568.30	37,310.05
30.03.11	-26,485.90	8,415.35	27.07.11	-28,981.10	-7,335.50	01.12.11	-44,527.60	-9,737.47
31.03.11	-26,704.10	-4,775.62	28.07.11	-28,386.90	20,967.09	02.12.11	-41,862.90	16,282.84
01.04.11	-26,219.70	19,134.65	29.07.11	-31,797.60	-4,308.05	05.12.11	-40,955.70	6,662.73
04.04.11	-29,548.90	30,608.20	01.08.11	-30,441.20	-7,803.59	06.12.11	-38,567.10	-6,884.51
05.04.11	-36,727.50	2,680.06	02.08.11	-29,660.20	-253.97	07.12.11	-36,425.50	5,470.88
06.04.11	-34,615.40	9,323.89	03.08.11	-28,504.90	-2,977.26	08.12.11	-34,565.50	-27,454.16
07.04.11	-33,538.90	14,967.08	04.08.11	-27,592.10	-22,666.08	09.12.11	-38,351.60	5,839.79
08.04.11	-33,844.10	-19,375.67	05.08.11	-31,449.40	-48,139.66	12.12.11	-36,248.50	-22,344.44
11.04.11	-34,999.90	877.17	08.08.11	-46,511.20	-52,492.13	13.12.11	-37,797.50	-2,598.43
12.04.11	-33,063.40	-3,092.44	09.08.11	-57,927.10	14,261.92	14.12.11	-35,485.90	-15,124.74

13.04.11	-31,446.60	2,113.44	10.08.11	-54,218.60	-45,640.77	15.12.11	-35,185.80	5,977.58
14.04.11	-30,080.80	-351.14	11.08.11	-60,112.80	24,319.90	16.12.11	-33,562.50	-3,493.34
15.04.11	-28,859.10	7,163.24	12.08.11	-58,062.40	1,891.34	19.12.11	-31,891.00	-16,540.08
18.04.11	-28,421.70	-21,273.33	15.08.11	-53,227.70	17,969.39	20.12.11	-32,650.00	24,401.00
19.04.11	-31,518.90	12,553.61	16.08.11	-50,849.40	14,093.83	21.12.11	-36,204.90	-8,948.88
20.04.11	-31,630.20	2,523.99	17.08.11	-48,099.10	-2,858.40	22.12.11	-34,651.60	-4,244.55
21.04.11	-30,258.00	6,331.49	18.08.11	-44,456.20	-32,791.10	23.12.11	-32,862.70	8,873.14
22.04.11	-29,461.50	1,863.86	19.08.11	-47,745.50	26,511.71	26.12.11	-32,003.70	12,205.03
25.04.11	-28,394.50	80.73	22.08.11	-48,525.10	187.33	27.12.11	-31,943.30	-3,734.60
26.04.11	-27,444.70	-4,817.29	23.08.11	-44,800.10	-15,296.32	28.12.11	-30,528.20	-17,707.32
27.04.11	-26,835.40	-13,613.79	24.08.11	-42,968.90	5,938.59	29.12.11	-31,917.20	8,496.17
28.04.11	-27,897.20	10,343.72	25.08.11	-40,232.90	612.98	30.12.11	-31,157.00	-13,723.98
29.04.11	-28,224.70	9,968.13	26.08.11	-37,570.90	7,970.88			
			29.08.11	-35,828.80	19,407.63			