

**T.C.
ZONGULDAK KARAEKİMAS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**RİSKE MARUZ DEĞER HESAPLAMA
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
VE
GERİYE DÖNÜK TEST (BACKTESTING)
UYGULAMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Ahmet Bostancı

Zonguldak, 2006

**T.C.
ZONGULDAK KARAEKİMAS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**RİSKE MARUZ DEĞER HESAPLAMA
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
VE
GERİYE DÖNÜK TEST (BACKTESTING)
UYGULAMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Hazırlayan: Ahmet Bostancı

Danışman: Doç. Dr. Turhan Korkmaz

Zonguldak, 2006

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma, jürimiz tarafından İşletme Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan
Doç. Dr. Turhan Korkmaz (Danışman)

Üye
Doç. Dr. Cengiz Toraman

Üye
Yrd. Doç. Dr. Hasan Vergil

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

01 / 02 / 2006

.....
Doç. Dr. Turhan Korkmaz
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER	i
KISALTMALAR LİSTESİ.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	v
GRAFİK LİSTESİ	vi
1. BÖLÜM: GİRİŞ	1
2. BÖLÜM: RİSKE MARUZ DEĞER (VALUE AT RISK-VAR) VE GERİYE DÖNÜK TEST (BACKTESTING).....	3
2.1. RİSKE MARUZ DEĞER (RMD) VE KULLANILDIĞI ALANLAR.....	3
2.2. ÜÇ TEMEL RMD HESAPLAMA YÖNTEMLERİ.....	6
2.2.1. VARYANS-KOVARYANS YÖNTEMİ	6
2.2.2. TARİHİ SİMÜLASYON YÖNTEMİ	7
2.2.3. MONTE CARLO SİMÜLASYON YÖNTEMİ.....	8
2.3. ÜÇ TEMEL RMD HESAPLAMA YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	8
2.3.1. OPSİYON VE OPSİYON BENZERİ VARLIKLARDAKİ BAŞARI.....	9
2.3.2. KULLANIM VE UYGULAMA KOLAYLIĞI	9
2.3.3. ÜST YÖNETİME ANLATMA KOLAYLIĞI.....	10
2.3.4. SONUÇLARIN GÜVENİRLİLİĞİ.....	10
2.3.5. FARKLI VARSAYIMLARIN HESAPLAMALARA DAHİL EDİLEBİLİRLİĞİ	11
2.4. GERİYE DÖNÜK TEST (BACKTESTING).....	11

3. RİSKE MARUZ DEĞER (RMD) VE GERİYE DÖNÜK TEST

(BACKTESTING) KONUSUNDA DAHA ÖNCE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR ... 13

3.1. RMD KONUSUNDA DAHA ÖNCE YAPILMIŞ TEMEL ÇALIŞMALAR..... 13

3.2. RMD YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI KONUSUNDA
YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR 14

3.3. RMD KONUSUNDA DAHA ÖNCE YAPILMIŞ TEZ ÇALIŞMALARI..... 19

4. METODOLOJİ 21

4.1. RMD HESAPLAMALARINDA TEMEL UNSURLAR..... 21

4.1.1. ZAMAN ARALIĞI VEYA ELDE TUTMA SÜRESİ..... 21

4.1.2. GÜVEN SEVİYESİ 22

4.2. RMD HESAPLANMASINDA KULLANILAN VERİLER 24

4.2.1. MENKUL KIYMETLERİN GETİRİSİNİN HESAPLANMASI 24

4.2.2. TARİHİ GETİRİLERİN ORTALAMA, VARYANS VE KOVARYANS
HESAPLAMALARI 26

4.2.3. MENKUL KIYMETLER ARASINDAKİ KORELASYONUN
HESAPLANMASI 27

4.2.4. PORTFÖYÜN ORTALAMASI VE VARYANSI: GENEL DURUM..... 28

4.3. RMD’NİN HESAPLANMASI..... 31

4.3.1. VARYANS-KOVARYANS YÖNTEMİ 31

4.3.2. TARİHİ SİMÜLASYON YÖNTEMİ..... 39

4.3.3. MONTE CARLO SİMÜLASYON YÖNTEMİ..... 43

4.4. GERİYE DÖNÜK TEST (BACKTESTING)..... 54

5. RMD HESAPLAMA YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI VE GERİYE DÖNÜK TEST (BACKTESTING) UYGULAMASI.....	57
5.1. PORTFÖY SEÇİMİ VE FİYAT SERİLERİNİN ELDE EDİLMESİ.....	58
5.2. BEŞ YILLIK GÖZLEM DÖNEMİYLE FARKLI YÖNTEMLERE GÖRE HESAPLANAN RMD	65
5.2.1. TARİHİ SİMÜLASYON YÖNTEMİYLE HESAPLANAN RMD	66
5.2.2. VARYANS-KOVARYANS YÖNTEMİYLE HESAPLANAN RMD	67
5.2.3. MONTE CARLO SİMÜLASYON YÖNTEMİYLE HESAPLANAN RMD	68
5.2.4. ÜÇ TEMEL YÖNTEMLE HESAPLANAN RMD'LERİN KARŞILAŞTIRILMASI	69
5.3. ÜÇ TEMEL YÖNTEMLE HESAPLANAN RMD'LERİN GERİYE DÖNÜK TEST EDİLMESİ.....	70
5.3.1. %99 GÜVEN SEVİYESİ İÇİN GERİYE DÖNÜK TEST İŞLEMİ.....	71
5.3.2. %95 GÜVEN SEVİYESİ İÇİN GERİYE DÖNÜK TEST İŞLEMİ.....	73
5.3.3. GERİYE DÖNÜK TEST İŞLEMİNİN SONUÇLARI	74
5.4. 1000 GÜNLÜK GERİYE DÖNÜK TEST İŞLEMİ VE BASEL KRİTERLERİ.....	77
6. SONUÇ.....	84
KAYNAKÇA	86
EKLER.....	90
ÖZET	
ABSTRACT	

KISALTMALAR

ABD: Amerikan Birleşik Devletleri

BDDK: Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu

BCBS: Basel Committee on Banking Supervision

BIS: Bank of International Settlement

G-10: Group of Ten

İMKB: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası

İMKB100: İMKB Ulusal 100 Endeksi

RMD: Riske Maruz Değer

TCMB: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası

YTL: Yeni Türk Lirası

SEC: Securities and Exchange Commission

TS: Tarihi Simülasyon

MCS: Monte Carlo Simülasyon

VK: Varyans-Kovaryans

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1: Portföy 1 (Sadece Hisse Senedi).....	15
Tablo 3.2: Portföy 2 (Hisse Senedi ve Opsiyonlar)	15
Tablo 3.3: Farklı Güven Seviyesi ve Elde Tutma Sürelerine Göre RMD’ler.....	15
Tablo 4.1: Varyans-Kovaryans Yöntemi için Örnek	35
Tablo 4.2: Tarihi Simülasyon Yöntemi için Örnek.....	41
Tablo 4.3: MCS Yöntemindeki Uygulama Adımları.....	44
Tablo 4.4: MCS Yöntemi Örnek (Kısım 1)	49
Tablo 4.5: MCS Yöntemi Örnek (Kısım 2)	50
Tablo 4.6: MCS Yöntemi Örnek (Kısım 3)	51
Tablo 4.7: MCS Yöntemi Örnek (30 Senaryo Üretilmesi – 1.000 veri).....	52
Tablo 4.8: MCS Yöntemi Örnek (30 Senaryo Üretilmesi – 10.000 veri).....	52
Tablo 4.9: MCS Yöntemiyle Farklı Dağılımlar için Tek Varlıklı Portföyün RMD’leri.....	53
Tablo 4.10: Geriye Dönük Test İşlemi Olasılıklar ve Sermaye Çarpım Faktörü Tablosu..	55
Tablo 5.1: Açıklayıcı İstatistik Bilgiler.....	57
Tablo 5.2: Şubat Krizinde Üç Varlığın ve Portföyün Performansı.....	91
Tablo 5.3: Finansal Varlıkların Kar / Zarar Sıralamaları (Profit&Loss - P&L)	91
Tablo 5.4: Çeşitlendirme Etkisi ve Risk Tasarrufu.....	104
Tablo 5.5: Tarihi Simülasyon Yöntemine Göre RMD’ler (%)	105
Tablo 5.6: Tarihi Simülasyon Yöntemine Göre RMD’ler (YTL).....	106
Tablo 5.7: Varyans-Kovaryans Yöntemine Göre RMD’ler (%).....	107
Tablo 5.8: Varyans-Kovaryans Yöntemine Göre RMD’ler (YTL)	108
Tablo 5.9: Monte Carlo Simülasyon Yöntemine Göre RMD’ler (%).....	109
Tablo 5.10: Monte Carlo Simülasyon Yöntemle 50 Kez Çalıştırma Sonuçları (%).....	109
Tablo 5.11: Monte Carlo Simülasyon Yöntemine Göre RMD’ler (YTL)	110
Tablo 5.12: Monte Carlo Simülasyon Yöntemle 50 Kez Çalıştırma Sonuçları (YTL)	110
Tablo 5.13: Üç Temel RMD Hesaplama Yöntemlerin Karşılaştırılması.....	111
Tablo 5.14: Farklı Getirileriyle (Rastsal Sayı) Çalıştırma Sonuçların Karşılaştırılması	111
Tablo 5.15: Geriye Dönük Test İşleminin Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	117
Tablo 5.16: Geriye Dönük Test İşleminin Sonuçlarının Karşılaştırılması (1000 gün)	117
Tablo 5.17: Basel Kriterlerine Göre Sapma Bölgeleri (%99 - %95)	146
Tablo 5.18: Basel Kriterlerine Göre Kabul Edilebilir Sapmalar (1000 gün)	147
Tablo 5.19: Bankalar’ dan İstenen Sapma Aralıklarına Göre Uygunluk (1000 gün)	147

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 4.1: Standart Normal Dağılım	22
Grafik 4.2: Standart Normal Dağılımda Ortalamadan Sapma Olasılıkları	23
Grafik 4.3: Standart Normal Dağılım Katsayıları	23
Grafik 4.4: 100 Günlük (12.07.2005-01.12.2005 Tarihleri Arası) İMKB100 Getirileri ...	42
Grafik 4.5: 100 Günlük (12.07.2005-01.12.2005 Tarihleri Arası) ALTIN Getirileri	42
Grafik 4.6: 100 Günlük (12.07.2005-01.12.2005 Tarihleri Arası) Dolar Getirileri.....	42
Grafik 4.7: MCS Yöntemiyle Oluşturulmuş 30 farklı Senaryoların Tarihi Fiyat Serisiyle Karşılaştırılması	44
Grafik 5.1: Yatırım Araçların Ortalama Getirisi ve Riski (01.12.1999 – 01.12.2005).....	93
Grafik 5.2: İMKB Ulusal 100 Endeksin Günlük Getiri Grafiği.....	94
Grafik 5.3: Altının Günlük Getiri Grafiği	94
Grafik 5.4: Doların Günlük Getiri Grafiği	95
Grafik 5.5: Varsayımsal Portföyün Günlük Getiri Grafiği	95
Grafik 5.6: İMKB Ulusal 100 Endeksi Getirisinin Histogram Grafiği	96
Grafik 5.7: Altın Getirisinin Histogram Grafiği	96
Grafik 5.8: Dolar Getirisinin Histogram Grafiği.....	97
Grafik 5.9: Portföy Getirisinin Histogram Grafiği.....	97
Grafik 5.10: İMKB Ulusal 100 Endeks Seyri	98
Grafik 5.11: Altın Fiyat Seyri	99
Grafik 5.12: Dolar Fiyat Seyri	100
Grafik 5.13: Yatırım Araçlarına Yatırılan 1 YTL'nin Seyri.....	101
Grafik 5.14: 30 Günlük Veri Setlerle Hesaplanmış Riskler.....	102
Grafik 5.15: 30 Günlük Veri Setlerle Hesaplanmış Korelasyonlar.....	103
Grafik 5.16: TS Yöntemiyle Portföyün Değişik Güven Seviyelerine ve Elde Tutma Sürelerine Göre RMD'leri (%)	105
Grafik 5.17: TS Yöntemiyle Portföyün Değişik Güven Seviyelerine ve Elde Tutma Sürelerine Göre RMD'leri (YTL).....	106
Grafik 5.18: VK Yöntemiyle Portföyün Değişik Güven Seviyelerine ve Elde Tutma Sürelerine Göre RMD'leri (%)	107
Grafik 5.19: VK Yöntemiyle Portföyün Değişik Güven Seviyelerine ve Elde Tutma Sürelerine Göre RMD'leri (YTL).....	108

GRAFİK LİSTESİ (Devamı)

Grafik 5.20: MCS Yöntemiyle Portföyün Değişik Güven Seviyelerine ve Elde Tutma Sürelerine Göre RMD'leri (%)	109
Grafik 5.21: MCS Yöntemiyle Portföyün Değişik Güven Seviyelerine ve Elde Tutma Sürelerine Göre RMD'leri (YTL).....	110
Grafik 5.22: Üç Temel RMD Hesaplama Yöntemlerinin Farklı Güven Seviyelerine Göre Karşılaştırılması	111
Grafik 5.23: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	118
Grafik 5.24: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	118
Grafik 5.25: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	118
Grafik 5.26: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	119
Grafik 5.27: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	119
Grafik 5.28: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	119
Grafik 5.29: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	120
Grafik 5.30: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	120
Grafik 5.31: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	120
Grafik 5.32: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	121
Grafik 5.33: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	121
Grafik 5.34: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	121
Grafik 5.35: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	122

GRAFİK LİSTESİ (Devamı)

Grafik 5.36: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	122
Grafik 5.37: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	122
Grafik 5.38: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	123
Grafik 5.39: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	123
Grafik 5.40: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	123
Grafik 5.41: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	124
Grafik 5.42: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	124
Grafik 5.43: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	124
Grafik 5.44: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	125
Grafik 5.45: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	125
Grafik 5.46: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	125
Grafik 5.47: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	126
Grafik 5.48: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	126
Grafik 5.49: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	126
Grafik 5.50: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	127
Grafik 5.51: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	127

GRAFİK LİSTESİ (Devamı)

Grafik 5.42: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	127
Grafik 5.43: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	128
Grafik 5.54: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	128
Grafik 5.55: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	128
Grafik 5.56: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	129
Grafik 5.57: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	129
Grafik 5.58: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	129
Grafik 5.59: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	130
Grafik 5.60: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	130
Grafik 5.61: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	130
Grafik 5.62: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	131
Grafik 5.63: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	131
Grafik 5.64: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting	131
Grafik 5.65: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	132
Grafik 5.66: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)	132
Grafik 5.67: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	132

GRAFİK LİSTESİ (Devamı)

Grafik 5.68: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	133
Grafik 5.69: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)	133
Grafik 5.70: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	133
Grafik 5.71: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	134
Grafik 5.72: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)	134
Grafik 5.73: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting	134
Grafik 5.74: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	135
Grafik 5.75: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)	135
Grafik 5.76: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	135
Grafik 5.77: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000gün).....	136
Grafik 5.78: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	136
Grafik 5.79: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)	136
Grafik 5.80: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	137
Grafik 5.81: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	137
Grafik 5.82: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)	137
Grafik 5.83: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	138

GRAFİK LİSTESİ (Devamı)

Grafik 5.84: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	138
Grafik 5.85: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)	138
Grafik 5.86: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	139
Grafik 5.87: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	139
Grafik 5.88: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)	139
Grafik 5.89: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	140
Grafik 5.90: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	140
Grafik 5.91: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)	140
Grafik 5.92: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	141
Grafik 5.93: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	141
Grafik 5.94: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)	141
Grafik 5.95: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	142
Grafik 5.96: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	142
Grafik 5.97: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)	142
Grafik 5.98: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	143
Grafik 5.99: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	143

GRAFİK LİSTESİ (Devamı)

Grafik 5.100: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)	143
Grafik 5.101: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	144
Grafik 5.102: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	144
Grafik 5.103: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)	144
Grafik 5.104: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	145
Grafik 5.105: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün).....	145
Grafik 5.106: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)	145

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Dünya artık hiç değişmediği kadar hızlı değişiyor ve bu değişim finansal piyasalara da tüm şiddetiyle yansımaktadır. Teknolojinin göz kamaştırıcı bir hızla gelişmesi finansal piyasaların yapısını, hızını ve ölçüsünü inanılmaz bir boyutta geliştirmektedir. Elektronik haberleşme ve bilgisayarlardaki gelişme yardımıyla bilgi, artık anlık olarak herkes tarafından elde edilebilir olmaktadır. Bunun sonucu olarak, finansal piyasalar artık birbirinden etkilenmekte ve global hale gelmektedirler. Karmaşık ekonomik ilişkiler içinde bulunmakta olan bugünkü dünya, diğer alanlarda olduğu gibi, finans dünyasındaki gidişatını da baş döndürücü bir hızla değiştirmektedir.

Bugünün 20 yıl öncesine kadar finans fonksiyonunu yerine getiren yöneticinin görevi konuşulurken, kaynak bulma akla geliyordu fakat bu günlerde artık finans fonksiyonunu yerine getiren yöneticinin sorumluluğu, kaynak kullanımına doğru kaymaktadır. Finansal kurumlar (sigortalar, bankalar, fon yöneticileri vs.), elinde tuttukları paraları getiri sağlayacak şekilde finansal piyasada değerlendirirken, büyük risklerle karşı karşıya kalmaktadırlar.

Şubat 1994'te A.B.D.'nin California eyaletinin Orange Country yerel yönetiminde bulunan finans yöneticisinin, faiz oranlarının yönü hakkındaki yanlış tahmini ve bu tahminlerin doğrultusunda türev piyasasında yaptığı işlemler sonucu 1.81 milyar dolar tutarında bir zarara yol açılmıştır. Şubat 1995'te Barings Bank'ın uzak doğu şubesinde görevli Nick Leeson, bir yıl öncesinde başarısı nedeniyle ikramiyeyle ödüllendirilmesine rağmen, türev enstrümanlarda yaptığı işlemlerden dolayı, 1.3 milyar dolar civarında bir zarara yol açmıştır.

Amerika'nın 2000 yılında en büyük 7. şirketi olan ve o yılki geliri 100 milyar doları aşan Enron, türev piyasasında yaptığı işlemler dolayısıyla ettiği zararı açıklarken, hisse senetleri 100 dolardan 0,1 dolara kadar gerilemişti ve 65 milyar dolarla tarihin en

büyük iflası olmuştu. Bu iflasın daha korkutucu yönü ise Enron şirketinin, bağımsız denetim ve danışmanlık firması olana Arthur Andersen'in bazı denetim raporlarını gizli tutmuş olmasıdır.

Bu ibret verici örnekler etkin bir risk yönetimin gereğini ortaya koymaktadır. Artık beklenen kârlar kadar olası zararlar da, daha bir ciddiyetle değerlendirilmektedir. Bu arayışlar içinde Riske Maruz Değer önemli bir istatistiksel risk ölçümü aracı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sürecin dönüm noktası, JP Morgan tarafından 4:15 risk matrisi olarak adlandırılan ilk risk ölçüm tekniğinin geliştirilmesidir. İsmini her gün öğleden sonra saat 4:15'te gerçekleşen yönetim toplantılarından alan bu yöntem, birçok sayılar ve değerler yerine tek bir sayı ile bütün katlanılan finansal riski, sayısal ifade olarak göstermektedir. Artık tek bir değer, beklenebilen en büyük olası parasal zararı göstermektedir.

Zamanla farklı yöntemler geliştirilmiştir ve uygulamada da tek bir risk ölçüm tekniğinden veya herhangi bir tekniğin diğer tekniklere karşı mutlak üstünlüğünden de bahsedilememektedir. Fakat ana hatlarıyla Riske Maruz Değer hesaplamalarında tüm teknikler, üç temel RMD hesaplama yöntemine dayanmaktadır. Bu üç temel RMD hesaplama yöntemi; Varyans-Kovaryans Yöntemi, Tarihi Simülasyon Yöntemi ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi olmaktadır.

Bu çalışmada üç temel RMD hesaplama yöntemi, varsayımsal bir portföy üzerinde test edilmiştir. İMKB Ulusal 100 Endeksi, Altın ve Dolar varlıklarından oluşan varsayımsal portföyünün, 01.12.1999 – 01.12.2005 tarihler arası verileri günlük olarak elde edilmiştir ve üç temel RMD hesaplama yöntemiyle varsayımsal portföyün RMD'si hesaplanıp, karşılaştırılmıştır. Burada elde edilen sonuçlar tek başına RMD hesaplama yöntemlerinin performansını saptamak için yeterli olmadığından, geriye dönük test işlemi (Backtesting) uygulanmıştır. Çalışmada hesaplamalar üç yöntemle %95 ve %99 güven seviyesi için ve 30, 50, 100, 150, 250, 350 ve 450 günlük gözlem dönemleriyle yapıp geriye dönük test edilmiştir. Son olarak geriye dönük test işlemi sonuçları, Basel ve Bankaların kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

2. BÖLÜM

RİSKE MARUZ DEĞER (VALUE AT RISK-VaR) VE

GERİYE DÖNÜK TEST (BACKTESTING)

2.1. Riske Maruz Değer (RMD) ve Kullanıldığı Alanlar

Riske Maruz Değer (RMD), kelime anlamından anlaşılacağı gibi kaybetme riskinde bulunan parasal miktarı ifade etmektedir. Tabii ki rakamı telaffuz ederken bazı bilgiler gerekmektedir. Bir banka “10.000.000 YTL’lik bir RMD ile çalışıyorum” diyorsa, bu yeterli bir açıklama olmamaktadır. Bankanın burada ayrıca belirtmesi gereken unsurlar olmaktadır. Bu RMD kaç günlük bir süre için ve hangi güven seviyesi için geçerlidir? Eğer %99 güven seviyesi ve 1 günlük bir elde tutma süresi belirtilmişse bizim buradan anlayacağımız şu olur: Bir günlük elde tutma süre ve %99 güven seviyesi için, bankanın zararı 10.000.000 YTL’yi normal piyasa koşullarında aşmayacaktır.

Genel bir tanım olarak; RMD, belli bir zaman aralığı ve belirlenmiş bir güven seviyesi için beklenen en büyük zararın (en kötü zararın) ifadesidir (Jorion, 1997:19).

Başka bir ifadeyle RMD, belirlenmiş bir güven seviyesinde ve belli bir zaman aralığı için, normal piyasa şartları altında karşılanabilecek en büyük zararı tek bir değerle ifade etmektedir. Bu tek değeri hesaplamak için istatistiki modeller ve simülasyon modelleri kullanılarak, bir portföyün oynaklığı saptanmaktadır. Oynaklık, bir varlığın fiyatındaki düzensiz değişiminin hesaplanmasıdır. Bu oynaklığın şiddeti arttıkça olası kâr ve zarar ihtimalleri de artmaktadır (Butler, 1999:5–6).

RMD’ye duyulan gereksinme aslında 1993’lerden sonra giderek artmıştır. Orange Country, Barings Bank, Showa Shell ve Daiwa gibi dev şirketler zayıf bir iç denetimden dolayı finansal piyasalarda çok büyük zararlarla karşı karşıya kalmışlardır, hatta iflas edenler bile olmuştur. Bu olayların sonucu olarak dünyada önde gelen bankalar ve finansal kurumlar RMD hesaplamalarına yönelmişlerdir (Jorion, 1997).

RMD'nin kullanıldığı yerler özetlemek gerekirse (Jorion, 1997):

- **Bilginin Rapor Edilmesi:** RMD, finansal işlemlerle ve yatırımlarla ortaya çıkan riskin, yönetime ve ortaklara teknik olmayan bir biçimde sunulmasını sağlamaktadır.
- **Kaynak Aktarım:** Yatırımcıya pozisyon limitlerinin oluşturulmasında ve sınırlı kaynağın aktarımında yardımcı olmaktadır.
- **Performans Değerlemesi:** RMD, risk için performans ayarlamasında kullanılmaktadır. Özellikle finansal piyasalarda işlem yapan kişiler, doğal bir risk alma eğiliminde olduklarından, performans değerlemesi temel bir olgu olmaktadır.
- **Finansal Kurumlar:** Finansal kurumlar, geniş ve karmaşık yapıdaki portföylerini merkezileşmiş risk yönetimi sistemi vasıtasıyla kontrol etmektedirler.
- **Yasal Düzenleyiciler:** Finansal kurumlar için sağgörümlü mevzuat, finansal risklere karşı minimum seviyede bir sermaye karşılığı ayırma zorunluluğu getirmektedir. Basle Committee on Banking Supervision^{*}, U.S. Federal Reserve Bank, Avrupa Birliği'ndeki düzenleyiciler ve Türkiye'de BDDK, RMD'yi bir risk ölçümü olarak kabul etmişlerdir. Aralık 1995'te SEC, (Securities and Exchange Commission) işletmelerin piyasa risklerini kamuoyuna duyurmaları gerektiği şeklinde bir düzenlemeyle, halka açık ABD şirketlerinin türev piyasalardaki işlemleriyle ilgili RMD ölçümünü halka ilan etmeleri zorunluluğu getirmiştir.
- **Finansal Olmayan İşletmeler:** Merkezileştirilmiş risk yönetimi finansal riske maruz kalan tüm işletmeler için ihtiyari olmaktadır. Çok uluslu işletmeler

^{*} "Basle Committee on Banking Supervision (BCBS)" 1975 yılında G-10 ülkelerin merkez bankaları başkanları tarafından kurulan banka yetkililer komitesidir. Belçika, Kanada, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, Lüksemburg, Hollanda, İsveç, İsviçre, İngiltere ve ABD'nin banka denetim makamları üst düzey temsilcilerinden oluşmaktadır. G-10 ülkeleri hükümetleri Basle Komitesi'nin düzenlemelerini ortak anlaşmayla ulusal kanun şeklinde uygulamaktadırlar. Genellikle daimi sekretaryasının bulunduğu Bank of International Settlement (BIS) de toplanır (Basel, İsviçre).

birçok para biriminden nakit giriş ve çıkışları olması sebebiyle kur değişikliklerinden etkilenmektedir. RMD, aynı zamanda, araştırma ve geliştirme fonu için düzenli ve istikrarlı bir gelire ihtiyaç duyan işletmeler tarafından da kullanılmaktadır.

- **Portföy Yöneticileri:** Kurumsal yatırımcılar finansal risklerini daha iyi kontrol etmek için RMD'yi kullanmaktadırlar. Daimler-Chrysler, 12.5 milyar dolarlık emeklilik fonu için bir risk analiz sistemi satın almıştır ve fon yöneticisi, bu konudaki düşüncesini şöyle belirtmektedir: *“Biz şimdi portföy bazındaki toplam sermaye riskimizi, varlık çeşidi ve bireysel yöneticiler açısından izleyebiliyoruz.”*

RMD'nin en önemli katkısı belki de finansal kurumların RMD rakamını yorumlayarak önceden olası büyük kayıpları önlemeye yönelik tedbir almalarını sağlamasıdır. Bunun yapılması için, risk yönetimi oluşturulmalıdır ve bunun kontrolü değişik bölümler ve kişiler tarafından yapılmalıdır. RMD'nin başka bir önemli katkısı ise, anlaşmazlıklarla dolu birçok finansal sözleşme için, mahkemelerin, RMD ölçümelerini delil olarak kullanmalarıdır. Dolayısıyla, finansal piyasalarda uzmanlaşmış avukatların da RMD konusunda bilgi sahibi olması gerekmektedir (Korkmaz ve Pekkaya, 2005:596).

Finansal piyasalarda faaliyet gösteren tüm kurum ve kişiler için, RMD üstlenilen riskin boyutunu kavramak için kullanılan bir ölçüt olmaktadır. Risk Yönetimi konsepti içinde, RMD hesaplama yöntemleri son derece önemli ve yaygınlaşmış modellerdir. Risklerin ve belirsizliklerin ölçülmesinde kullanılan bu modellerin birbirlerinden farklı, güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır. RMD hesaplaması için içsel RMD hesaplama yönteminin kullanılmasının gerçek risk boyutunu belirlemede en etkili yöntem olduğunu Bank of International Settlement (BIS) çalışmalarında ve önerilerinde vurgulamaktadır. RMD hesaplamaları için üç temel yöntem olan Varyans-Kovaryans, Tarihsel Simülasyon ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemleri, finansal kurumlarca ve denetim gözetim otoritelerince kabul görmüş en yaygın kullanılan piyasa risk ölçüm modelleridir (Bolgün ve Akçay, 2003:317).

2.2. Üç Temel RMD Hesaplama Yöntemleri

RMD'yi hesaplamak için üç temel yöntem bulunmaktadır (Riskmetrics Group, 1999:8):

1. Varyans-Kovaryans Yöntemi (Parametrik Yöntem)
2. Tarihi Simülasyon Yöntemi
3. Monte Carlo Simülasyon Yöntemi.

2.2.1. Varyans-Kovaryans Yöntemi

En basit yöntem olarak anılan Varyans-Kovaryans Yönteminde az veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Portföyde bulunan varlıkların ağırlıkları, riskleri ve varlıkların aralarındaki korelasyonları dışında sadece arzulanan güven seviyesindeki katsayı gerekmektedir. Varlıkların riskleri ve varlıkların arasındaki korelasyon farklı web sitelerinden güncel olarak indirilebilmekte ve portföydeki varlıkların ağırlıkları da kolaylıkla saptanabilmektedir (Butler, 1999:50).

Riskleri, ağırlıkları ve korelasyonları kullanarak oluşturulan matrisler ve bu matrislerin çarpımlarının sonucu, portföyün varyansını vermektedir. Varyansın karekökü, portföyün standart sapması olduğundan, portföyün RMD'sinin hesaplanması için, sadece istenen güven seviyesinin katsayısıyla portföyün standart sapmasının çarpılması gerekmektedir. İstenen güven seviyesinin katsayısıyla portföyün standart sapmasının çarpılmasının nedeni ise Varyans-Kovaryans Yönteminde getirilerinin normal dağılımlı olduğunun varsayılmasıdır ve bunun sonucu olarak basit bir istatistiki temele dayanan bir işlemle (portföyün riski normal dağılım tablosundan istenen güven seviyesine karşılık gelen değerle çarpılması sonucu) portföyün RMD'si hesaplanmaktadır.

Bu yöntemin sınırlamaları da vardır. Bunlardan bir tanesi opsiyonlar ve kupon ödemeli tahviller için “mapping”^{*} işleminin uygulanmasından kaynaklanmaktadır.. Burada varlıklar, delta eşdeğer (delta equivalent) bileşenlerine ayrıştırılmaktadır ve bu

* “mapping” varlığın risk bileşenlerine veya nakit akışlarına ayrıştırma işlemine denilmektedir.

karmaşık ayrıştırma işlemimi sonrası bileşenler ayrı varlıklar olarak hesaba katılmaktadır. (Beder, 1996:14).

Diğeri ise varlıkların korelasyon katsayılarının sabit olduğu varsayımı, ki bu özellikle borsa çöküşlerinde doğrulanmamaktadır. Başka bir sınırlama ise varlıkların getirilerinin normal dağılımlı olduğunun varsayılmasıdır ve bu varsayım gerçek hayatla örtüşmemektedir. Bu sınırlamalara rağmen anlaşılabilirliği ve kolaylığı bu yöntemi risk yöneticileri arasında cazip ve çok kullanılan bir yöntem haline getirmiştir (Korkmaz ve Pekkaya, 2005,601).

2.2.2. Tarihi Simülasyon Yöntemi

Varyans-Kovaryans Yöntemi gibi Tarihi Simülasyon Yöntemi de anlaşılması kolay bir yöntem olmaktadır. Risk yöneticisi, portföyün günlük kâr ve zararlarını kaydederek tarihi veri setini oluşturmaktadır. Bu tarihi veri seti, en büyük zarardan en büyük kazanca doğru sıralanmaktadır. İstenen güven seviyesine göre sıralanmış tarihi veri setinden, o yüzdeye karşılık gelen değer saptanmaktadır. Başka bir ifadeyle, %95 güven seviyesi için, tarihi veriler en büyük zarardan başlayarak sıralanmaktadır. Böylece sıralanmış veri setinin %5'e karşı gelen değer saptanmaktadır ve bir sonraki günün değeri ise %95 güven seviyesindeki RMD'yi ifade etmektedir (Butler, 1999:50).

Bu yöntemle RMD'nin hesaplanması kolay olduğu kadar da gerçekçi olmaktadır. Aynısı Varyans-Kovaryans Yöntemi için söylenememektedir. Bunun sebebi ise Varyans-Kovaryans Yönteminde hesaplamalar için kullanılmakta olan standart sapma ve korelasyonların sabit değerler olmamalarıdır. Belli bir dönem için hesaplanan bu değerler kriz dönemleri için gerçekçi bir sonuç vermeyebilmektedir. Tarihi yöntem, gerçek tarihi veriler ile çalıştığı için piyasadaki gelişmelere duyarlı olmaktadır (Ceylan ve Korkmaz, 2004:530).

Tarihi Simülasyon Yönteminde, portföyün ağırlıklarının değişmesi durumunda tarihi piyasa verileri mevcut portföy ağırlıklarıyla kullanılmaktadır. Mevcut portföy ağırlığı sabit tutularak geçmiş piyasa verileriyle portföyün her geçmiş günü için kâr ve zararlar hesaplanmakta ve portföyün RMD'si saptanmaktadır.

2.2.3. Monte Carlo Simülasyon Yöntemi

Bu yöntemde bilgisayar kullanılarak “rastsal yürüyüş” yaklaşımına göre rasgele getiriler üretilmektedir. Bu oldukça karmaşık, zaman alıcı ve Tarihi Simülasyon Yönteminde olduğu gibi yoğun bilgisayar kullanımını gerektiren oldukça etkin bir yöntemdir. Bu yöntem, karmaşık yapıdaki ve özellikle çok sayıdaki opsiyon sözleşmeleri içeren portföyler için oldukça uygun bir yöntem olmaktadır. Özellikle bankaların yazıcı pozisyonunda bulundukları egzotik opsiyonların, Varyans-Kovaryans Yöntemi veya Tarihi Simülasyon Yöntemiyle hesaplanması oldukça zor olmaktadır. Böyle bir durumda, en uygun yöntem, Monte Carlo Simülasyon yöntemi olup, Tarihi yöneme göre daha çok fiyat ihtimalleri yaratılıp daha gerçekçi sonuçlar elde edilmektedir (Buttler, 1999:50).

Monte Carlo Simülasyon Yöntemi, Tarihi Simülasyon Yöntemini andırmaktadır. Aralarındaki fark ise; Tarihi Simülasyon Yöntemi, tarihi gözlem döneminin geleceği yansıttığı varsayımıyla hareket ederken, Monte Carlo Simülasyon Yöntemi birçok (uygulamada 1000 ile 10000 arası) rastsal fiyat hareketlerini oluşturmaktadır. Buradan sonra ise Tarihi Simülasyon Yönteminde yapılan işlemin aynısı yapılmaktadır. En büyük zarardan en büyük kazanca doğru sıralanan fiyat hareketlerinden, istenen güven seviyesine karşılık gelen değer, RMD’yi vermektedir (Uysal, 1999:13).

2.3. Üç Temel RMD Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Üç temel RMD hesaplama yönteminin bulunması, hangi yöntemin daha iyi veya diğerlerine nazaran üstün olduğu sorusunu ortaya çıkarmaktadır. Buna basit bir cevap vermek kolay olmamaktadır. Bunun sebebi ise, yöntemlerin opsiyon ve opsiyon benzeri varlıklarda riski yakalama başarısı, kullanım ve uygulama kolaylığı, üst yönetime anlatma kolaylığı, varlıkların ve portföyün hakkındaki farklı varsayımların modele dahil edilebilirliği ve sonuçların güvenilirliği açısından farklılık göstermelerinden kaynaklanmaktadır (Linsmeier ve Pearson, 1996:16-20).

2.3.1. Opsiyon ve Opsiyon Benzeri Varlıklardaki Başarı

Tarihi Simülasyon Yöntemi ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi portföyde opsiyon veya opsiyon benzeri varlıkların bulunmasına bakmaksızın iyi çalışmaktadır. Varyans-Kovaryans Yöntemi ise karmaşık olmayan ve az sayıda olan opsiyonlarla, opsiyonların risk bileşenlerine ayrılması durumunda çalışabilmesine rağmen, diğer iki simülasyon yöntemleri kadar başarılı olmamaktadır (Linsmeier ve Pearson, 1996:17)

Tarihi Simülasyon Yöntemi, belli bir dağılım varsaymadığı için, opsiyonlar içeren portföyler için iyi yöntem olmaktadır. Fakat varlıkların getiri dağılımlarının uzun dönem için sabit olduğu varsayımı yöntemin en büyük zayıflığını oluşturmaktadır (Smithson ve Pearson 2000:4).

Monte Carlo Simülasyon Yönteminin en büyük avantajı olmasına karşın çok büyük bir dezavantaja da dönüşebilen özelliği ise, tahmin edilen farklı dağılımlara göre (opsiyon ve benzeri varlıklar normal dağılımlı olmamaktadırlar) de RMD hesaplamaları uygulayabilmesidir. Rastgele üretilen getirilerin dağılım özelliğinin yanlış tahmin edilmesi, RMD hesaplama sonucunu son derecede etkili bir şekilde saptırmaktadır.

Diğer iki yöntemin aksine Varyans-Kovaryans Yöntemi portföydeki opsiyon ve opsiyon benzeri varlıkların risklerini doğru yansıtmayabilmektedir. Bunun nedeni, Varyans-Kovaryans Yönteminin opsiyonları risk bileşenlerine ayırarak, doğrusal fonksiyonlar yani delta^{*}-eşdeğerleri (delta equivalents) cinsinden ifade etmesinden kaynaklanmaktadır (Uysal, 1999:14-15). Varyans-Kovaryans Yöntemi, özellikle oynaklığın ve fiyat değişimlerinin yüksek olduğu dönemlerde, opsiyonlar ve opsiyon benzeri varlıkları içeren portföylerin RMD'sini anlamlı bir şekilde düşük hesaplamaktadır (Beder, 1996:15).

2.3.2. Kullanım ve Uygulama Kolaylığı

Tarihi Simülasyon Yöntemi tarihi verilerin bulunduğu durumda uygulaması çok kolay olan bir yöntem olmaktadır. Varyans-Kovaryans Yöntemi de gereken

* Varyans-Kovaryans Yöntemi opsiyonların riskini genellikle delta ve/veya gammaya bağlı olarak ölçmektedir. Opsiyon pozisyonların piyasa riskini ölçmede sadece deltanın kullanılması, opsiyonun dayandığı varlığın fiyatında büyük değişimler olduğunda yanıltıcı risk tahminlerine neden olacaktır.

verilerin elde edilebildiği sürece uygulaması kolay bir yöntemdir. Monte Carlo Simülasyon Yönteminin uygulanması ise, yeri geldiğinde Varyans-Kovaryans Yönteminden kolay, yeri geldiğinde daha zor olmaktadır. Yerine göre kolay olmasının nedeni ise, Monte Carlo Simülasyon Yönteminin, Varyans-Kovaryans Yöntemi gibi opsiyon ve opsiyon benzeri varlıkları risk bileşenlerine ayırma işlemine gerek duymamasıdır. Yerine göre daha zor olması ise, portföydeki varlıkların dağılımına uygun rasgele sayı üretilmesindeki zorluklardan kaynaklanmaktadır (Linsmeier ve Pearson, 1996:17-18)

2.3.3. Üst Yönetime Anlatma Kolaylığı

Tarihi Simülasyon Yöntemi üst yönetime anlatılması en kolay yöntemdir ki bu yöntemde hiçbir teknik bilgiye gerek duyulmamaktadır. Varyans-Kovaryans Yöntemi ise normal dağılımının matematiği hakkında bazı temel bilgilerinin bilinmesini öngörmektedir. Monte Carlo Simülasyon Yönteminin üst yönetime anlatılması ise çok daha zor olmaktadır. Portföy getirilerinin dağılımını temsil eden bir dağılıma uygun rastsal sayıların üretilmesi konusuna çoğu kişi tamamen yabancı kalmaktadır (Linsmeier ve Pearson, 1996:18).

2.3.4. Sonuçların Güvenirliliği

Üç temel RMD hesaplama yöntemi tarihi verilere dayanmaktadır. Tarihi Simülasyon Yöntemi ise tamamıyla tarihi verilere dayanmaktadır. Burada oluşabilecek sorun, son dönemdeki piyasa koşullarının geleceği yansıtmaması durumunda, hesaplanan RMD'nin de gerçekçiliğini kaybetmesine neden olmasıdır. Varyans-Kovaryans Yöntemi de standart sapma ve korelasyon hesaplamaları için tarihi verileri kullanmaktadır ve bunların da geleceği yansıttığı konusunda bir garanti bulunmamaktadır. Monte Carlo Simülasyon Yönteminde ise modeli oluştururken getirilerin dağılımı hakkındaki tahminin yanlış olması durumunda üretilen senaryolar da gerçeği yansıtmama riski taşımaktadır (Linsmeier ve Pearson, 1996:19).

Üç RMD hesaplama yöntemi için kısa (günlük, haftalık, aylık) elde tutma sürelerine göre RMD hesaplanması uygun olmaktadır ki üç aylık veya bir yıllık RMD

hesaplamaları için verilerin toplanması yıllar sürebilmektedir. Bunun yanında gözlem döneminin uzunluğu da hesaplamaları etkilemektedir.

2.3.5. Farklı Varsayımların Hesaplamalara Dahil Edilebilirliği

Bazı durumlarda Risk Yöneticisi tarihi verilerin geleceği yansıtmadığını düşünebilmektedir ve tarihi verilerden elde edilen standart sapma ve korelasyonlar, Risk Yöneticisinin bu göstergeler hakkındaki öngörülerini yansıtmamaktadır. Bu durumda tarihi verilerle uyuşmayan göstergeler hakkındaki öngörüler, Varyans-Kovaryans Yönteminde ve Monte Carlo Simülasyon Yönteminde hesaplamalara dahil edilebilirken, Tarihi Simülasyon Yöntemi bu esnekliğe imkan tanımamaktadır (Linsmeier ve Pearson, 1996:18).

2.4. Geriye Dönük Test (Backtesting)

Geriye dönük test işlemi basit bir ifadeyle kullanılan RMD hesaplama yönteminin tutarlılığının test edilmesi demektir, yani hesaplanan, RMD'nin aşılp aşılmamasının saptanmasıdır. Yapılan işlem ise portföyün bir günlük elde tutma süresi için hesaplanan RMD'nin 24 saat sonra gerçekleşen portföy değişimiyle karşılaştırılması olmaktadır. Eğer portföy değerinde bir azalma söz konusu ise ve o azalma önceki gün hesaplanan RMD'den büyük ise modelde bir sapma kaydedilmiş olmaktadır. Örnek olarak %99 güven seviyesi için %1 sapma beklenmekteyken %95 için %5 sapma beklenmektedir. Yani %99 güven seviyesinde 100 günde 1 sapma beklenirken 1.000 günde ise 10 sapma beklenmektedir. Bu kadar basit olarak ifade edilmesi istatistiki açıdan bir modelin %100 doğru olmasını varsaymaktadır, fakat gerçekte modeller hatalar barındırmaktadır. Bu durumda iki sorunla karşılaşılmaktadır;

- Doğru bir modelin hatalı olarak reddedilmesi (Tip 1 Hata),
- Hatalı bir modelin doğru olarak kabul edilmesidir (Tip 2 Hata).

Böyle bir durumu göz önünde bulunduran Basel Komitesi, bir modelin doğru veya hatalı olmasının tespiti için 250 günlük bir geriye dönük test gözlem dönemi için sapmalar belirlendiğinde, 4 sapmaya kadar “yeşil”, 5 ile 9 arası sapmalar için “sarı”, 10 ve daha fazlası sapma için “kırmızı” bölge tanımını getirmektedir. “Yeşil” bölgede

bulunan modeller, temelinde başarısında tutarlı olarak algılanılmaktadır. “Sarı” bölgedeki modeller ise başarısı hakkında soru işaretleri oluşturmaktadır fakat kesin bir yargıya yer vermemektedir. “Kırmızı” bölgedeki modeller ise başarıları hakkında kesin bir sorunun varlığına işaret etmektedir (Basler Ausschuss für Bankenaufsicht,1996:6).

Basel Komitesi sermaye tutma zorunluluğunu hesaplarken RMD’yi göz önünde bulundurmaktadır. Ayrıca RMD hesaplama modelinin başarısı bu hesaplamayı da etkilemektedir. Başarısız bir model daha çok sermaye tutma zorunluluğuna yol açmaktadır. “Yeşil” bölgedeki bir modelin, sermaye tutma zorunluluğunun tespitinde RMD 3 faktörü ile katlanırken, “sarı” bölgedeki model kademeli olarak sapma sayısına göre artarak “kırmızı” bölgede 4 faktörüne kadar yükselmektedir (Bolgün ve Akçay, 2003:323).

Burada geriye dönük testin önemi ortaya çıkmaktadır. Hiçbir banka fazla sermaye bulundurmamak istemez, fakat aynı zamanda hesaplanan RMD’nin fazla büyük olması da fazla tutarda sermaye tutmasına yol açmaktadır (Küçüközmen,1999:9). Bu sebeplerden dolayı her banka RMD’yi hesaplarken gerçeğe yakın bir değere ulaşmak istemektedir. Optimum seviyesi ise kayıpları tam olarak yakalamasıdır, böylece sermaye tutma zorunluluğundaki hesaplamalarda kullanılan değerın büyüklüğü ve katsayının büyüklüğü en küçük olmaktadır ve bu durum sermaye tutma zorunluluğunu minimum düzeye indirmektedir.

3. BÖLÜM

RİSKE MARUZ DEĞER (RMD) VE GERİYE DÖNÜK TEST (BACKTESTING)

KONUSUNDA DAHA ÖNCE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

3.1. RMD Konusunda Daha Önce Yapılmış Temel Çalışmalar

RMD hesaplama yöntemleri olarak genel kabul görmüş üç temel yöntem, Tarihi Simülasyon Yöntemi, Varyans-Kovaryans (delta-normal veya analitik) Yöntemi ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi, olmaktadır. Linsmeier ve Pearson (1996, 1997a) çalışmalarında bu üç temel RMD hesaplama yöntemlerini temel olarak tanıtmışlardır. Bu üç temel yöntemi kullanarak birçok araştırmacı değişik modeller geliştirmeye çalışmıştır. Zangari (1996) delta-normal modelin lineer olmayan varlıkları da çalıştırabilen bir modele dönüştürülmüş hali olarak, delta-gama modelini üretmiştir. Pritzker (1996) ve Robinson (1996) üç temel RMD hesaplama yöntemlerini temel olarak oluşturulmuş modellerin, hız ve başarısı üzerinde durmuşlardır. Buttler ve Schachtler (1997) ve Danielson ve de Vries (1997) Tarihi Simülasyon Yöntemiyle birleşik olarak temel tahmincileri ortaya koymaya çalışmışlardır. Butler ve Schachter (1998) ve Jorion (1997) çalışmalarıyla RMD tahminlerinin doğruluğu için yöntemler öne sürmüşlerdir.

RMD hesaplama yöntemleri değişik varsayımları, sınırlamaları, opsiyonları ve opsiyon benzeri varlıklarının modele olan etkileri üzerine bir çok çalışma yapılmıştır. Özellikle delta-normal metodu lineerlik üzerine kurulmuştur ki bu opsiyon ağırlıklı portföylerde söz konusu olmamaktadır. Beder (1995), Jordan ve Mackay (1995) ve Pritzker (1996) bunu çalışmalarında göstermişlerdir. Bunun yanı sıra Marshall ve Siegel (1997) farklı RMD hesaplama yazılımlarıyla aynı metodolojiyi ve veri setini kullanarak hesaplanan RMD'nin, modeli “uygulama riskinden” kaynaklanan farklı sonuçlar oluştuğunu saptamışlardır.

RMD hesaplamaları, tarihi piyasa verilerine dayanan piyasa riski üzerine tahminlerin, tahminidir. Mahoney (1995) ve Hendricks (1996) farklı RMD hesaplama yöntemlerinin performanslarına yönelik açıklık sağladılar. Alexander (1996), Alexander ve Leigh (1997) ve Boudoukh, Richardson ve Smith (1997) RMD hesaplamalarında, varyanslar ve kovaryansların tahmini üzerinde çalışmışlardır. Duffie ve Pan (1997) RMD tahminlerinde oluşan istatistikî sorunlar üzerine çalışmışlardır. Bunun yanı sıra Kupiec (1995) ve Lopez (1997) ve Crnkovic ve Drachman (1996) RMD değerlendirmeler için istatistikî modelleri tartışmışlardır.

Barone-Adesi ve Giannopoulos (2001) başka bir çalışmada Varyans-Kovaryans Yöntemi ve Simülasyon Yöntemleri karşılaştırmışlardır ve opsiyonların varlığında meydana gelen problemlerde çözüm olarak getirilen “Süzülmüş Tarihi Simülasyon Yöntemi” (filtered historical simulation) metodunu alternatif olarak sunmuşlardır. Başka bir çalışmada Barone-Adesi, Giannopoulos ve Les Vosper (2002) türev ürünleri portföyleri üzerine geriye dönük test işlemini uygulamışlardır. Çalışmalarında, uzun elde tutma süreli swap portföylerinin RMD’si yüksek hesaplanırken, kısa elde tutma süreli opsiyon portföylerin RMD’si düşük hesaplamışlardır.

Korkmaz (2001) çalışmasında İMKB-30 endeksine dahil hisse senetlerinden oluşan bir portföyün RMD’sini hesaplamıştır ve peşinden “çeşitlendirilmemiş RMD” yöntemiyle hesaplanan RMD’siyle karşılaştırmıştır. Sonuç olarak, çeşitlendirilmemiş RMD’nin daha yüksek çıktığından kriz dönemlerinde bu yöntemi önermiştir.

Hendricks ve Hirtle (1997) zorunlu sermaye hesaplamalarında, içsel modeller üzerinde çalışmışlardır. Elde tutma süresi, veri seti için belirlenmiş olan minimum dönem, çarpım faktörü ve modelin geriye dönük test edilmesi gibi noktaları eleştirmelerine rağmen, bunların ortaya konma nedenlerini ve gerekliliğini dile getirmişlerdir.

3.2. RMD Yöntemlerinin Karşılaştırılması Konusunda Yapılmış Çalışmalar

Jordan ve Mackay (1996) üç temel RMD hesaplama yöntemlerini karşılaştırmak için, sadece hisse senedinden oluşan bir portföy ve hem hisse senedi hem

de hisse senedine dayanan opsiyon içeren bir portföy için RMD’ler hesaplamıştır. Farklı elde tutma sürelerine göre %95 güven seviyesinde hesaplanan sonuçlar Tablo 3.1 (sadece hisse senedi içeren Portföy) ve Tablo 3.2’de (hisse senedi ve hisse senedine dayalı opsiyonlar içeren Portföy) verilmiştir.

Tablo 3.1: Portföy 1 (Sadece Hisse Senedi)

	Günlük	Haftalık	Aylık
TS Yöntemi	\$16.142	\$49.902	\$76.684
MCSYöntemi	\$16.268	\$30.272	\$62.427
VK Yöntemi	\$15.642	\$32.676	\$60.500

Tablo 3.2: Portföy 2 (Hisse Senedi ve Opsiyonlar)

	Günlük	Haftalık	Aylık
TS Yöntemi	\$214.274	\$423.322	\$764.504
MCSYöntemi	\$187.605	\$433.536	\$865.146
VK Yöntemi	\$83.500	\$178.892	\$225.196

Tablo 3.1’de görüldüğü gibi sadece hisse senedi içeren portföy için üç yöntem de birbirine yakın sonuçlar verirken, Tablo 3.2’de görüldüğü gibi hisse senedi ve hisse senedine dayanan opsiyonlar da içeren portföy için, çok farklı sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle Varyans-Kovaryans Yöntemi opsiyon içeren portföy için RMD’yi çok düşük hesaplamıştır.

Beder (1995) çalışmasında 3 varsayımsal portföy için, Tarihi Simülasyon Yöntemi ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi kullanarak 8 farklı modelle RMD hesaplamaları yapmıştır. Portföyleri oluştururken ilk portföy ABD Devlet Tahvillerinden, ikinci portföy S&P500 Endeks opsiyonlardan ve üçüncü portföy ise iki portföyün karması olarak düzenlenmiştir. Tarihi Simülasyonda 100 ve 250 günlük gözlem dönemi kullanarak, %1 ve %5 güven seviyesi ve 1 gün ve 2 hafta elde tutma süresi için RMD’yi saptamıştır. Monte Carlo Simülasyon Yöntemi için RiskMetrics© ve BIS/Basle’a göre korelasyonları kullanarak, %1 ve %5 güven seviyesi ve 1 gün ve 2 hafta elde tutma süresi için RMD’yi hesaplamıştır.

Tablo 3.3: Farklı Güven Seviyesi ve Elde Tutma Sürelerine Göre RMD’ler

	%1 güven seviyesi		%5 güven seviyesi	
	1 gün elde tutma	2 hafta elde tutma	1 gün elde tutma	2 hafta elde tutma
Portföy1	%0,67 - %1,29	%0,82 - %2,87	%0,49 - %0,83	%0,20 – %2,00
Portföy2	%1,07 - %1,30	%3,48 - %3,95	%0,69 - %0,91	%2,31 – %3,93
Portföy3	%0,73 - %1,71	%1,71 - %3,41	%0,48 - %0,80	%1,24 – %2,97

Tablo 3.3’de görüldüğü gibi, Portföy 1 ve 1 günlük elde tutma süresine göre, %1 güven seviyesi için hesaplanan RMD %0,67 - %1,29 arası ve %5 güven seviyesi için hesaplanan RMD %0,49 - %0,83 arası değişmiştir. Aynı Portföy için 2 haftalık elde

tutma süresine göre, %1 güven seviyesi için hesaplanan RMD %0,82 - %2,87 arası ve %5 güven seviyesi için %0,20 – %2,00 (10 katı kadar) arası değişmiştir. Portföy 2 ve 1 günlük elde tutma süresine göre, %1 güven seviyesi için hesaplanan RMD %1,07 - %1,30 arası ve %5 güven seviyesi için hesaplanan RMD %0,69 - %0,91 arası değişmiştir. Aynı Portföy için 2 haftalık elde tutma süresine göre, %1 güven seviyesi için hesaplanan RMD %3,48 - %3,95 arası ve %5 güven seviyesi için %2,31 – %3,93 arası değişmiştir. Portföy 3 ve 1 günlük elde tutma süresine göre, %1 güven seviyesi için hesaplanan RMD %0,73 - %1,71 arası ve %5 güven seviyesi için hesaplanan RMD %0,48 - %0,80 arası değişmiştir. Aynı Portföy için 2 haftalık elde tutma süresine göre, %1 güven seviyesi için hesaplanan RMD %1,71 - %3,41 arası ve %5 güven seviyesi için %1,24 – %2,97 arası değişmiştir. Sonuç olarak kullanılan gözlem dönemi, korelasyonun saptanması için kullanılan veriler, seçilen RMD hesaplama yöntemi, hep birlikte hesaplanan RMD’yi anlamlı bir düzeyde etkilemektedir.

Vlaar (1998) çalışmasında üç temel RMD hesaplama yöntemlerini (Tarihi Simülasyon Yöntemi, Monte Carlo Simülasyon Yöntemi ve Varyans-Kovaryans Yöntemi) karşılaştırmıştır. Çalışmada 12 yıllık ve 8 farklı vadeli, sabit faizli Hollanda hükümet bonolarını içeren 25 varsayımsal portföy oluşturmuştur. Karşılaştırma, %99 güven seviyesi ve 10 günlük elde tutma süresi için yapılmıştır. Vlaar’ın çalışmasında bulunduğu sonuçlara göre:

- Belli bir dönem için Tarihi Simülasyon Yöntemi ancak geriye dönük olarak uzun bir zaman söz konusu ise başarılı olabilmektedir.
- Monte Carlo Simülasyon Yöntemi, teorik olarak doğru düzeyde olabilmek için çok sayıda veriye ihtiyaç duymaktadır.
- Normal dağılımlı, varyansın zamana göre değişiklik gösterdiği modellerde Monte Carlo Simülasyon Yöntemi ve Varyans-Kovaryans Yönteminin ortak uygulandığı, Monte-Carlo Simülasyonu ile ortaya çıkarıldığı ve ardından Varyans-Kovaryans Yöntemiyle hesaplandığı RMD’ler iyi sonuç vermektedir.

Hendricks (1996) VAR hesaplama yöntemlerinin etkinliğini değerlendirmek için çalışmasında, 8 dövizden oluşan 1.000 adet rastsal varsayımsal portföy için 12 RMD hesaplama modelleri kullanarak RMD hesaplamaları uygulamıştır. Hesapladığı sonuçların gerçekte ortaya çıkan portföy değişimlerle ne derecede benzerlik gösterdiğini araştırmıştır. Sadece piyasa riskinin göz önüne alındığı çalışmada temel olarak üç yöntem kullanılmıştır:

- Eşit Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalamalar Yöntemi
- Üssel (exponentially) Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalamalar Yöntemi
- Tarihi Simülasyon Yöntemi

Çalışmada farklı gözlem dönemleri kullanılmıştır ve yukarıda belirtilen yöntemlerle 12 farklı model oluşturulmuştur. Sonuç olarak:

- Genel olarak tüm modeller yakalaması gereken riskleri yakalamıştır.
- Kısa gözlem dönemini kullanan modeller daha başarılı olduğu saptanmıştır.
- 12 yöntemden hiçbirinin diğerine üstün olduğuna dair bir veri elde edilememiştir.
- Güven seviyesinin %95 ya da %99 seçilmesi, sonuçları önemli oranda etkilemiştir (%95 güven seviyesi daha başarılı sonuçlar vermiştir).

Hull ve White (1998) yaptıkları çalışmada GARCH ve EWMA yöntemlerini Tarihi Simülasyon yöntemiyle birleştiren bir yöntem önerisinde bulunmuşlardır. Tarihi riskle, mevcut riski farkını yansıtan modelle, 9 yıllık bir gözlem dönemi için günlük veri kullanıp, 12 döviz kuru ve 5 hisse senedi endeksi için RMD hesaplamaları yapmışlardır. Oluşturdukları model, %1 güven seviyesinde döviz kurları için başarılı olurken hisse senetleri endeksi için karışık sonuçlar elde edilmiştir.

Best (1988) çalışmasında döviz, tahvil, hisse senetleri ve madeni değer içeren bir portföy için farklı gözlem dönemleri ve farklı RMD hesaplama yöntemleri kullanmıştır. Best'e göre bu çalışma, RMD hesaplama yöntemlerinin geriye dönük test

işleminin önemini vurgulamaktadır. Elde ettiği sonuçlara göre önerdiklerini de aşağıdaki gibi sıralamıştır:

- İyi bir RMD hesaplama modeli oluşturmak için uygun gözlem döneminin seçimi, standart sapma hesaplama yönteminden daha önemlidir.
- Normal dağılımın söz konusu olmaması, %95 güven seviyesi için RMD hesaplamalarının geçerliliğini tartışılır hale getirmektedir.
- %95 güven seviyesi için hesaplanan RMD için 100 günlük veya daha kısa bir gözlem dönemi uzun gözlem dönemlerinden daha başarılıdır.
- %99 güven seviyesi için hesaplanan RMD için 250 günlük veya daha uzun bir gözlem dönemi uygun olmaktadır, bunun sebebi ise modellerin “hafıza etkisi”dir.
- RMD hesaplamalarının tek bir varlık için yapılmasından ziyade portföyler için yapılması daha uygundur.

Jorion (2002) yaptığı çalışmasında risk yönetiminin finansal piyasalarda riski yükselttiği iddiasını araştırmıştır. Literatür taraması sonucu bunu doğru olmadığını göstermiştir. Ayrıca BIS’in zorunlu sermaye hesaplama yöntemini, riskli bir yıl olan 1998 yılında sınavarak, başarılı bir mevzuat olduğunu göstermiştir.

Simons (1996) risk tanımları ve RMD hesaplama yöntemlerini tanıtır, RMD hesaplamaların zayıf yönlerini incelemiştir. Çalışmasında, RMD hesaplama yöntemlerinin iki önemli zayıf noktası olduğunu belirtmiştir:

- RMD, kâr ve zararın dağılımının, bütün dağılımı temsil eden bir gösterge yerine, sadece herhangi bir noktaya odaklanmaktadır.
- RMD, uç piyasa koşullarında, risklerin ölçme konusunda zayıf kalmaktadır.

3.3. RMD Konusunda Daha Önce Yapılmış Tez Çalışmaları

Pekkaya (2002) İMKB30 hisse senetlerinden oluşturulmuş eşit ağırlıklı bir portföyde, krizli dönemlerin RMD hesaplamalarına etkisini saptamaya çalışmıştır. Farklı gözlem dönemleri kullanarak RMD hesaplamalarının sonuçlarını karşılaştırmıştır. Çalışmasında 21.10.2000 için, 05.01.1998 – 21.10.2000 tarihleri arası gözlem dönemi kullanarak, %99 güven seviyesi için hesapladığı RMD %8,37 olmuştur. 05.01.1998 – 21.02.2001 tarihleri arası gözlem dönemini kullanarak, 22.02.2001 tarihi için hesapladığı RMD %9.10 olmuştur. Sonra karşılaştırma olarak 22.02.2001 tarihi için, 22.10.2000 – 22.02.2001 tarihleri arası gözlem dönemini kullanarak aynı portföyün RMD'sini hesaplamıştır. Daha önce %9.10 olarak hesaplanan RMD bu sefer %15,16 olmuştur. Bu çalışmada açık bir şekilde gözlem döneminin önemi gösterilmiştir.

Aydın (2002) İMKB-30 hisse senetleri üzerinde EWMA ve GARCH yöntemlerini denemiştir. Çalışma sonucu GARCH yönteminin EWMA yöntemine göre genelde daha büyük değerler ve daha yaklaşık sonuçlar verdiği saptanmıştır. Her iki yöntemin sıra dışı durumları yakalayamadığı saptanmıştır. Buna rağmen, sonuçların istatistiksel sınanma sonucu iki yönteminde kullanılabilir olduğu saptanmıştır.

Ünlü (1999), Risk Yönetimi hakkında genel bir çalışma sonrası, 01.01.1995 – 31.12.1998 arası bir gözlem dönemi kullanarak, üç döviz kurundan (DM, GBP, USD) oluşan bir portföy üzerine, üç temel RMD hesaplama yöntemlerini uygulamıştır. Çalışmada 01.01.1999 – 10.05.1999 tarihleri arası 84 günlük bir RMD tahmini yapmıştır ve ulaştığı sonucu portföyün gerçekleşen değer değişimiyle karşılaştırmıştır. Karşılaştırma sonucu üç temel RMD hesaplama yönteminin hiçbir zaman gerçekleşen portföy kaybından büyük olmadığını saptamıştır. Çalışmada eleştirilecek nokta ise, 84 günlük bir geriye dönük test uygulamasının yetersiz olması yanında, o dönemde Türkiye'de döviz kurlarının TCMB tarafından tayin edilmesinden dolayı, serbest piyasa koşullarındaki sert fiyat hareketlerini yansıtmadığıdır. Geriye dönük test dönemi boyunca portföy toplam 10 kayıp kaydetmiştir. Portföyün en büyük 5 kayıpları sırasıyla 556.353 TL, 322.547 TL, 319.420 TL, 152.007 TL, 103.937 TL olurken, üç temel RMD hesaplama yöntemiyle hesaplanan en küçük RMD 1.841.194 TL olmuştur.

Ömerci (1998) Varyans-Kovaryans Yöntemini kullanarak RMD hesaplamalar için, 2 Üssel (exponentially) Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalamalar Yöntemi modeli ve 3 Eşit Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalamalar Yöntemi modeli oluşturmuştur. Çalışmalar sonucunda, gözlem dilimi veya daha güncel verilere verilen ağırlık arttıkça RMD'nin değeri de artmıştır. Oynaklık bakımından gözlem dilimi uzun olan modelin sonuçlarının, kısa gözlem dönemi kullanılan ve yakın geçmişteki veriye daha çok ağırlık veren modele göre daha az dalgalanma gösterdiği saptanmıştır.

4. BÖLÜM

METODOLOJİ

Bu bölümde, çalışmada kullanılan üç temel RMD hesaplama yönteminin (Tarihi Simülasyon Yöntemi, Varyans-Kovaryans Yöntemi ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi) metodolojisi gösterilecektir. Yöntemleri tek tek tanıtmadan, RMD hesaplamalarında kullanılan göstergeler üzerinde durulacaktır.

4.1. RMD Hesaplamalarında Temel Unsurlar

RMD, belli bir zaman aralığında ve belirlenmiş bir güven seviyesinde beklenen en büyük zararın ifadesi olarak tanımlanmaktadır (Jorion, 1997:19). Bu genel tanımda RMD'nin iki temel unsuru dikkat çekmektedir. Bunlar; zaman aralığı ve güven seviyesi olmaktadır.

4.1.1. Zaman Aralığı veya Elde Tutma Süresi

Zaman aralığı veya elde tutma süresi, RMD hesaplamalarında, portföyün tasfiyesine kadar geçen zaman olmaktadır. RMD hesaplamaları tüm bu süre için veya daha kısa bir süre için yapılmaktadır. Basel Komitesi RMD hesaplamalarında 10 günlük bir elde tutma süresinin kullanılmasını istemektedir, bunun sebebi ise olumsuz piyasa koşullarında likiditenin düşeceği ve portföyü oluşturan varlıklarının alım satım faaliyetlerinin zorlaşacağı düşüncesinden kaynaklanmaktadır. RMD hesaplamalarında elde tutma süresini yansıtmak, zamanın karekökü ile ilişkilendirmek demektir. Bu ilişki “Geometrik Brownian Motion” yaklaşımına dayanmaktadır (Bolgün ve Akçay, 2003:320-321) .

RMD hesaplamalarında zamanla ilişkilendirmek, 1 günlük RMD'yi belirlenen elde tutma süresinin (gün olarak) karekökü ile çarpılarak, o sürenin RMD'sine çevrilmesi demektir. Burada bir yıl 250 ile 252 arası iş günü olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Genellikle hesaplama kolaylığı olarak yılda 252 iş günü

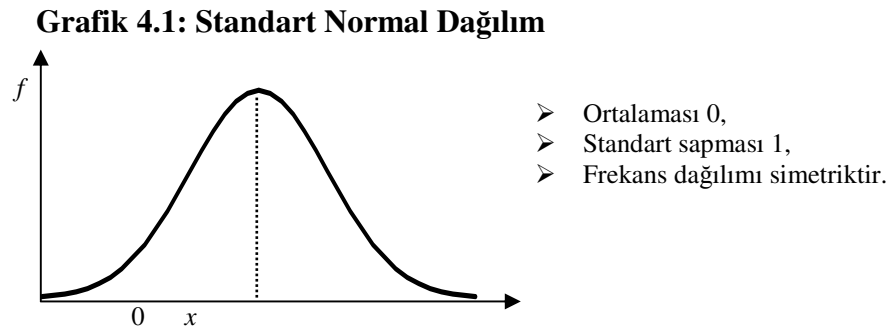
varsayılmaktadır ki bu aylık bazda on ikiye bölünerek, ayın da 21 işgününe denk gelmesi demektir. Bir hafta ise 5 işgününe denk gelmektedir ve iki hafta ise 10 işgünü olarak hesaplamalarda kullanılmaktadır.

Değinilmesi gereken başka bir konu örnekleme periyodudur. Riskin ve korelasyonun hesaplanması için kullanılan tarihi veri setinin büyüklüğü RMD'yi doğrudan etkilemektedir. Tarihi veri seti değıştikçe RMD de değışmektedir. Aynı portföy ve aynı elde tutma süresi için yapılan hesaplamalarda farklı büyüklükteki örnekleme periyodu kullanılması sonucunda, değışik RMD'ye ulaşılabilir.

Bu değışkenliğı göz önünde bulunduran Basel Komitesi tarihsel örnekleme periyodu olarak bir yıllık işgünü öngörmüştür. Bunun yanında Finansal Kuruluşlardan veri setlerini düzenli olarak güncellemeleri de istenmektedir (Basel Committee on Banking Supervision, 2005:34).

4.1.2. Güven Seviyesi

Gerçekleşen portföy zararı, hesaplanan RMD'den küçük kalması hangi olasılıkla geçerli olduğu güven seviyesinden çıkartılmaktadır. Burada standart normal dağılımı ve bu dağılımın özellikleri önem kazanmaktadır.

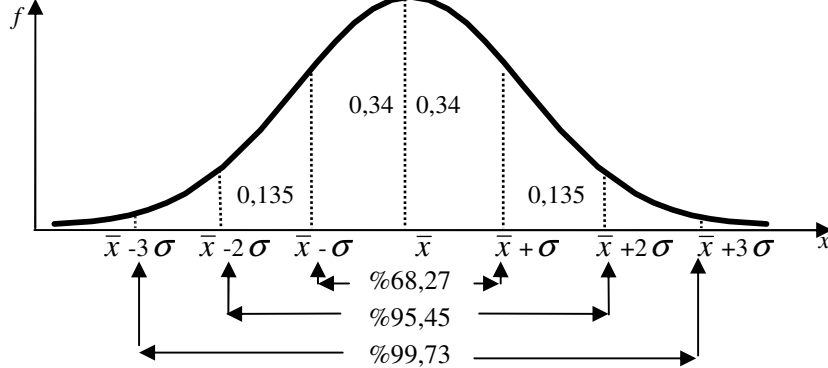


Grafik 4.1'de görüldüğü gibi standart normal dağılım, ortalaması 0, varyansı ve standart sapması 1 olan bir dağılımdır. Standart normal dağılımının frekans dağılımı (yoğunluğu) tam simetriktir (Brigham ve Houston, 1998:167).

Grafik 4.2'de görüldüğü gibi tam simetrik ibaresinden anlaşılması gereken husus, ortalamadan bir birim kadar solda veya sağda, frekans değeri eşit olmasıdır. Bu

durum standart normal olasılıklar tablosu incelendiğinde görülmektedir (Korkmaz ve Pekkaya, 2005:677).

Grafik 4.2: Standart Normal Dağılımda Ortalamadan Sapma Olasılıkları

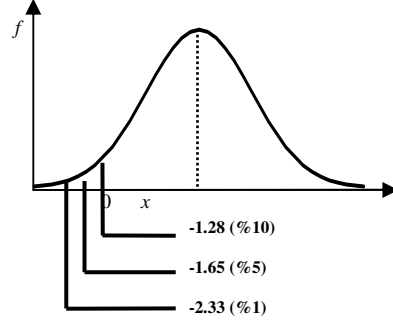


Karmaşık opsiyon ve opsiyon benzeri varlıklar dışında menkul kıymetlerin getirileri normal dağılımlı, yani ortalamaları 0 ve standart sapmaları 1 olduğu varsayılmaktadır. Bu durum gerçeği tam olarak yansıtmasa da getirilerin dağılımı buna yakın olmasından dolayı, böyle bir yaklaşım varsayılmaktadır.

RMD hesaplamalarında farklı güven seviyeleri tercih edilmektedir. Burada, piyasanın oynaklığıyla doğrusal bir ilişki söz konusu olmaktadır. Gelişmekte olan finansal piyasalar çok oynak oldukları için daha yüksek bir güven seviyesi tercih edilmektedir, gelişmiş piyasalarda ise bu seviye oynaklıkla beraber düşmektedir ve daha düşük güven seviyeleri kullanılmaktadır. Basel kriterleri buna rağmen gelişmiş piyasalar için de standart olarak %99 güven seviyesini öngörmektedir.

Aşağıdaki Grafik 4.3’de, %99, %95 ve %90 güven seviyesine karşılık gelen katsayıları gösterilmektedir (RiskMetrics, 1996:69).

Grafik 4.3: Standart Normal Dağılım Katsayıları



4.2. RMD Hesaplanmasında Kullanılan Veriler

RMD'yi hesaplamak için öncelikle menkul kıymetlerin fiyat seyrine ihtiyaç duyulmaktadır. Elde edilen bu verilerden menkul kıymetlerin getirileri hesaplanmaktadır. Getiriler hesaplandıktan sonra yöntemlere göre farklılıklar başlamaktadır. Tarihi Simülasyon Yöntemde portföyün ağırlık dağılımının yani menkul kıymetlerin portföy içindeki ağırlıkları dışında farklı bir bilgiye ihtiyaç duyulmamaktadır. Fakat Varyans-Kovaryans Yönteminde ve Monte Carlo Simülasyon Yönteminde ihtiyaç duyulan başka göstergeler bulunmaktadır. Bunlar menkul kıymet getirilerin varyans veya standart sapması, kovaryans ve korelasyonlarıdır. RMD hesaplamalarında menkul kıymetlerin kovaryansına ihtiyaç duyulmamaktadır. Fakat korelasyon hesaplanırken kovaryanslar gerekmektedir.

4.2.1. Menkul Kıymetlerin Getirisinin Hesaplanması

Bir menkul kıymetin getirisini hesaplamak için iki farklı yöntem vardır; kesikli getiri ve sürekli getiri. Bu iki hesaplama şekli aşağıda gösterildikten sonra arasındaki farka değinilecektir ve sürekli getirinin kullanılmasının nedeni açıklanacaktır.

Kesikli getiri ve sürekli getiriyi hesaplamak için aşağıdaki formüllerden faydalanılmaktadır (Benninga,1997:68-80).

Kesikli Getiri:

$$r_{At} = \frac{P_{At} - P_{A,t-1}}{P_{A,t-1}}$$

Sürekli Getiri:

$$r_{At} = \ln\left(\frac{P_{At}}{P_{A,t-1}}\right)$$

Burada;

$\ln$ = Doğal logaritma,

r_{At} = Varlığın t zamandaki getirisi,

P_{At} = Varlığın t zamandaki piyasa fiyatı,

$P_{A,t-1}$ = Varlığın t-1 zamandaki piyasa fiyatını göstermektedir.

Sürekli getiriyi kullanırken $P_{t_1} = P_{t_0} * e^{r_t}$ olduğu varsayılmaktadır; burada r_t menkul kıymetin (t_0, t_1) dönemi arası getiri oranı ve P_{t_1} menkul kıymetin t_1 zamanındaki fiyatıdır. Eğer $r_1, r_2, \dots, r_{12}$ 12 aylık getirileri ise, o zaman menkul kıymetin fiyatı 12 ayın sonunda $P_{12} = P_{t_0} * e^{r_1 + r_2 + \dots + r_{12}}$ olur. Buradan aylık ortalama getiri oranı $r = (r_1 + r_2 + \dots + r_{12})/12$ olduğunu ve böylece uygun olarak 13. ayın getirisi sürekli olarak hesaplanması gerektiği söylenebilir (Benninga, 1997:80).

Kesikli getiri, sürekli getiriden daima büyük bir sayı olarak hesaplanmaktadır. Kesikli getiri ne kadar büyükse, sürekli getiriyle arasındaki sapma da o ölçüde büyük olmaktadır. Fiyat değişimi fazla büyük olmadığı sürece fark anlamsız gibi görünebilir, fakat fiyat seviyesi büyük farklılık gösterirse hesaplama yöntemleri çok farklı sonuçlar verebilmektedir. Ayrıca kesikli getiride fiyat P_1 seviyesinden P_2 seviyesine çıkarken hesaplanan getiriyle, fiyat P_2 seviyesinden P_1 seviyesine düşen fiyatın getirisi hesaplanırken, mutlak değer olarak eşit olmamaktadır. Sürekli getiri ile hesaplanırken böyle bir durum söz konusu olmamaktadır ve iki getiri mutlak olarak eşit olmaktadır (Fettahoğlu 2003:67-68).

Yukarda açıklananlara dayanarak sürekli getiri daha doğru bir yaklaşım olduğu söylenebilmektedir. Bundan dolayı RMD hesaplarken menkul kıymetlerin getirileri sürekli getiri formülüyle hesaplanmaktadır.

Sürekli getiriler hesaplandıktan sonra Varyans-Kovaryans Yöntemi ve Monte Carlo Simülasyon Yönteminde kullanmak için sürekli getirilerinin varyansı, sürekli getirilerinin aralarındaki kovaryans ve korelasyonların hesaplanması gerekmektedir.

4.2.2 Tarihi Getirilerin Ortalama, Varyans ve Kovaryans Hesaplamaları

Ortalama derken tarihi getirilerin aritmetik ortalaması anlaşılması gerekmektedir. Varyans (σ^2) ve standart sapma (σ) örnek verilerin, örnek ortalamasından ne kadar uzak değerlerden oluştuğu hakkında fikir vermektedir. Standart sapma, bir serideki değerlerin aritmetik ortalamadan sapmalarının kareli ortalamasıdır (Korkmaz ve Pekkaya, 2005:672).

Tarihi getirilerden faydalanarak menkul kıymetlerin ortalama ve varyansı hesaplanacaksa aşağıdaki formüllerden faydalanılmaktadır (Karan, 2001:136).

$$\bar{r} = \sum_{t=1}^n \frac{r_t}{n}$$

$$\sigma^2 = \sum_{t=1}^n \frac{(r_t - \bar{r})^2}{n-1}$$

Burada;

n= Dönem sayısı,

$\bar{r}$ = Menkul kıymetin ortalama getirisi,

r_t = Menkul kıymetin t dönemindeki getirisi,

σ^2 = Menkul kıymetin varyansı göstermektedir.

Harry Markowitz; riski, her bir getirinin beklenen değerden sapma olarak tanımlamaktadır. Yani bir menkul kıymetin riski standart sapması ile ifade edilmektedir. Standart sapma ise varyansın kareköküdür (Fettahoğlu, 2003:3).

$$\text{Standart Sapma} = \sqrt{\sigma^2} = \sigma$$

Burada önemli bir noktaya dikkat çekilmesi gerekmektedir. Bir portföyün getirisini hesaplamak için, portföyün içindeki menkul kıymetlerin getirileri o menkul kıymetlerin portföydeki ağırlıklarıyla çarpılarak toplanmaktadır.

Portföyün standart sapması ise, getiride olduğu gibi portföyü oluşturan menkul kıymetlerin standart sapmalarının, menkul kıymetlerin portföydeki ağırlıklarıyla çarpımın toplamı değildir. Portföyün standart sapması, menkul kıymetlerin portföy içindeki ağırlıklarıyla standart sapmaların çarpımının toplamından küçük olmaktadır. Bunun nedeni ise menkul kıymetlerin aralarındaki ilişki göz önünde bulundurulduğunda bazı menkul kıymetlerin ters yönlü hareket ettikleri için birbirlerinin riskini ortadan kaldırmasıdır. Bundan dolayı her bir menkul kıymet kombinasyonunun getirileri arasındaki kovaryansın hesaplanması gerekmektedir. Kovaryans, herhangi iki değişkenin zaman içinde hareketliliğinin aynı andaki uyumunun (ilişkisinin) bir ölçütüdür (Karan, 2001:139).

İki menkul kıymet arasındaki kovaryansı hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmaktadır (Benninga, 1997:69).

$$\sigma^2_{(r_A, r_B)} = \frac{1}{M} \sum_t [r_{At} - E(r_A)] * [r_{Bt} - E(r_B)]$$

Burada;

$\sigma^2_{(r_A, r_B)}$ = A ve B menkul kıymetler arasındaki kovaryansı,

$r_{At} - E(r_A)$ = A menkul kıymetin getirisindeki sapma,

$r_{Bt} - E(r_B)$ = B menkul kıymetin getirisindeki sapma,

M= Veri sayısını göstermektedir.

Standart sapma ve kovaryans elde edildikten sonra iki menkul kıymetin aralarındaki korelasyon kolaylıkla hesaplanabilmektedir.

4.2.3. Menkul Kıymetler Arasındaki Korelasyonun Hesaplanması

Korelasyon katsayısı, iki menkul kıymet arasındaki hareketin yönünü belirtmektedir. Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında bir değer almaktadır. Korelasyon -1 ise ters yönlü tam bir ilişki söz konusudur. Korelasyon +1 ise aynı yönlü tam bir ilişki söz konusudur. Korelasyon katsayısı 0'a yaklaştıkça ilişki zayıflamaktadır ve katsayı 0 olunca hiçbir ilişki bulunmamaktadır (Buttler, 1999:20).

İki menkul kıymet arasındaki korelasyonu hesaplamak için, bu menkul kıymetlerin standart sapması ve aralarındaki kovaryansın bilinmesi yeterli olmaktadır. Bu verileri elde ettikten sonra iki menkul kıymetin arasındaki korelasyon aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Fettahoğlu, 2003:10-11):

$$\rho_{AB} = \frac{\sigma_{AB}^2}{\sigma_A \sigma_B}$$

Burada;

ρ_{AB} = A ve B menkul kıymetler arasındaki korelasyon,

σ_{AB}^2 = A ve B menkul kıymetler arasındaki kovaryans,

σ_A = A menkul kıymetin standart sapması,

σ_B = B menkul kıymetin standart sapması olmaktadır.

4.2.4. Portföyün Ortalaması ve Varyansı: Genel Durum

Genel durumda N varlıktan oluşan bir portföyde varlıkların ağırlığı $W(w_{1,2,...,N})$, beklenen getirileri ise $E(r)(E(r_{1,2,...,N}))$ ile simgelenmektedir. Genel durumda portföy ağırlıkları ve getirileri uygun olarak sütun, ve devrik dönüşümü (transpozesi) satır vektörü olarak gösterilmektedir (Benninga, 1997:74).

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ . \\ . \\ w_N \end{bmatrix} \quad E(r) = \begin{bmatrix} E(r_1) \\ E(r_2) \\ . \\ . \\ E(r_N) \end{bmatrix}$$

$$W^T = [w_1, w_2, ..., w_N] \quad E(r)^T = [E(r_1), E(r_2), ..., E(r_N)]$$

Burada;

W = Menkul kıymetlerin ağırlık matrisini,

W^T = Menkul kıymetlerin ağırlık matrisinin transpozisini,

$E(r)$ = Menkul kıymetlerin beklenen getiri matrisini,

$E(r)^T$ = Menkul kıymetlerin beklenen getiri matrisin transpozisini,

$w_{1,2,\dots,N}$ = Menkul kıymetlerin portföy içindeki ağırlıklarını,

$E(r_{1,2,\dots,N})$ = Menkul kıymetlerin beklenen getirilerini göstermektedir.

Portföyün beklenen getirisi, portföyü oluşturan menkul kıymetlerin ağırlıklandırılmış getirilerin toplamıdır (Benninga, 1997:74).

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^N w_i r_i$$

Burada, $E(r_p)$ = Portföyün beklenen getirisi,

w_i = Portföydeki menkul kıymetlerin ağırlığı,

r_i = Portföydeki menkul kıymetlerin getirilerini simgelemektedir.

Bu durum matris çarpımı olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$E(r_p) = WR^T = W^T R$$

Portföyün getirisini hesaplamak için her bir menkul kıymetin, getirisi ile portföydeki ağırlığı ile çarpılarak toplanmaktadır. Fakat portföyün varyansı hesaplarken bu yöntemin geçerliliği söz konusu olmayabilir. Her bir menkul kıymeti ağırlıklandırılıp toplanması yeterli olmayabilir, çünkü portföydeki tüm menkul kıymetlerin arasındaki ilişki (kovaryansı) da hesaba katılmalıdır (Fettahoğlu, 2003:4).

Portföyün varyansı aşağıdaki formül kullanarak hesaplanmaktadır (Benninga, 1997:74-75).

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^N 2w_i w_j \sigma_{ij} \text{ veya } \sigma_p^2 = \sum_i \sum_j w_i w_j \sigma_{ij}$$

Burada;

σ_p^2 = Portföyün varyansı,

r_i = Her bir menkul kıymetin getirisini,

w_{i-j} = Her bir menkul kıymetin portföydeki ağırlığını,

σ_i = Her bir menkul kıymetin standart sapmasını,

σ_{ij} = İki menkul kıymetin getirisinin kovaryansını göstermektedir.

Büyük portföylerde matrislerle çalışılması daha kolay olmaktadır. Bu durumda Varyans-Kovaryans matrisi aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır (Benninga, 1997:75).

$$S = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{1N} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{2N} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{3N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \sigma_{N3} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{NN} \end{bmatrix}$$

Matrisler kullanarak portföyün varyansı aşağıdaki şekilde matris çarpımı kullanarak hesaplanmaktadır (Benninga, 1997:75).

$$\sigma_p^2 = W^T (SW)$$

Burada;

W = Menkul kıymetlerin ağırlık matrisini,

W^T = Menkul kıymetlerin ağırlık matrisin transpozisini,

S = Menkul kıymetlerin kovaryans matrisini göstermektedir.

Buraya kadar temel hesaplamaların nasıl yapıldığı gösterilmiştir ve buradan sonra farklı yöntemler kullanarak RMD'nin nasıl hesaplandığını detaylı bir şekilde gösterilecektir.

4.3. RMD'nin Hesaplanması

Daha önce de bahsedildiği gibi RMD'yi hesaplamak için üç temel yöntem bulunmaktadır. Bunlar;

- Varyans-Kovaryans Yöntemi,
- Tarihi Simülasyon Yöntemi,
- Monte Carlo Simülasyon Yöntemidir.

Bu çalışmada söz konusu üç temel RMD hesaplama yöntemi, RMD hesaplamalarında kullanılacaktır.

4.3.1. Varyans-Kovaryans Yöntemi

Varyans-Kovaryans Yöntemiyle tek bir menkul kıymet için bir günlük RMD hesaplanacaksa, yapılması gereken tek şey, varlığın değeri ile günlük olarak hesaplanan, varlığın standart sapmasının çarpılmasıdır (Best, 1999,14).

$$RMD = \sigma \times P$$

Burada;

σ = menkul kıymetin standart sapması veya riski,

P = portföyün değerini göstermektedir.

Burada hesaplanan RMD bir günlük RMD'yi vermektedir (hesaplamalarda günlük veriler kullanıldığı varsayımı altında). Uygulamada belli bir güven seviyesi (yaygın olarak %99 veya %95) için RMD hesaplanmaktadır.

Bunu yapabilmek için Varyans-Kovaryans Yönteminde menkul kıymetlerin getirileri normal dağılımlı olduğu varsayılmaktadır (Best, 1998:15).

Bundan dolayı yapılması gereken, hesaplanan RMD'nin normal dağılımda istenen güven seviyesine karşılık gelen katsayısıyla çarpılmasıdır (Best, 1999:17).

$$RMD_{\%99} = RMD * k_{\%99} \text{ veya } RMD_{\%95} = RMD * k_{\%95}$$

Burada;

RMD = hesaplanan RMD,

$RMD_{\%99}$ = %99 güven seviyesine karşılık gelen RMD,

$RMD_{\%95}$ = %95 güven seviyesine karşılık gelen RMD,

$k_{\%99}$ = normal dağılımda %99'a karşılık gelen katsayısı (2.33),

$k_{\%95}$ = normal dağılımda %95'e karşılık gelen katsayısını (1.65) göstermektedir.

Daha önceden değinildiği gibi, farklı bir süre için RMD'nin hesaplanması için yapılması gereken, günlük RMD'nin istenen zamanın kareköküyle çarpılmasıdır (Best, 1997:17).

$$RMD_t = RMD_{1\text{gün}} * \sqrt{t}$$

Buraya kadar tek bir menkul kıymetinin RMD'si nasıl hesaplandığı gösterilmiştir. Buradan sonra gerçek hayatta daha çok karşılaşılan portföyler için RMD'nin nasıl hesaplandığı gösterilecektir.

Portföylerin RMD'sinin hesaplamasında Varyans-Kovaryans Yöntemi için iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Birincisi klasik yöntem, ikinci yöntem ise matris yöntemi olmaktadır (Ceylan ve Korkmaz, 2000:313).

Klasik yönteminde iki menkul kıymetten oluşan portföyün standart sapması aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Best, 1998:22-23).

$$\sigma_p = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \sigma_1 \sigma_2 \rho}$$

Üç menkul kıymetten oluşan portföylerde ise standart sapması aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$\sigma_p = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + w_3^2 \sigma_3^2 + 2(w_1 w_2 \sigma_1 \sigma_2 \rho_{12} + w_1 w_3 \sigma_1 \sigma_3 \rho_{13} + w_2 w_3 \sigma_2 \sigma_3 \rho_{23})}$$

Genel haliyle gösterilecek olursa, portföyün standart sapması klasik yöntemde aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$\sigma_p = \sqrt{\sum w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_i \sum_j w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}}$$

Formüllerde;

σ_p = Portföyün standart sapması veya riskini,

w = Her bir menkul kıymetin portföy içerisindeki ağırlığını,

σ = Her bir menkul kıymetin standart sapmasını veya riskini,

ρ = İki menkul kıymet arasındaki korelasyon katsayısını göstermektedir.

Genellikle portföyler iki veya üç menkul kıymetten daha fazla menkul kıymet içermektedir ve bu durumda klasik hesaplama yönteminin uygulanması çok zaman alıcı ve karışık olabilmektedir. Daha önceki “Genel Durum” başlığı altında kısaca değinilmiş olan matris yöntemi devreye sokularak çok büyük kolaylık sağlanmaktadır.

Matris yöntemini uygulamak için ilk olarak N varlıktan oluşan portföy için risk matrisi oluşturulmaktadır. Bunu yapmak için aşağıdaki gibi NxN’lik bir matris oluşturulmaktadır ve diyagonal olarak standart sapmalar veya riskler yerleştirilmektedir, diğer yerlere ise 0 yazılmaktadır.

$$V = \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 & . & . & . & 0 \\ 0 & \sigma_2 & 0 & . & . & . & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 & . & . & . & 0 \\ . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . \\ 0 & 0 & 0 & . & . & . & \sigma_N \end{bmatrix}$$

Daha sonra korelasyon matrisi oluşturulmaktadır.

$$C = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \rho_{13} & . & . & . & \rho_{1N} \\ \rho_{21} & 1 & \rho_{23} & . & . & . & \rho_{2N} \\ \rho_{31} & \rho_{32} & 1 & . & . & . & \rho_{3N} \\ . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . \\ \rho_{N1} & \rho_{N2} & \rho_{N3} & . & . & . & 1 \end{bmatrix}$$

Bu matrislerden Varyans-Kovaryans matrisi (S) elde etmek için aşağıdaki formül uygulanmaktadır.

$$S = (V * C) * V$$

Yani:

$$\left(\begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & \sigma_2 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_N \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \rho_{13} & \cdot & \cdot & \cdot & \rho_{1N} \\ \rho_{21} & 1 & \rho_{23} & \cdot & \cdot & \cdot & \rho_{2N} \\ \rho_{31} & \rho_{32} & 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \rho_{3N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \rho_{N1} & \rho_{N2} & \rho_{N3} & \cdot & \cdot & \cdot & 1 \end{bmatrix} \right) * \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & \sigma_2 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_N \end{bmatrix}$$

Bu hesaplamalar sonucunda Varyans-Kovaryans matrisi aşağıdaki gibi çıkmaktadır.

$$S = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{1N} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{2N} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{3N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \sigma_{N3} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{NN} \end{bmatrix}$$

Daha önceki “Genel Durum” başlığı altında kısaca değinilmiş olduğu gibi buradan portföyün varyansını hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$\sigma_p^2 = W^T (SW)$$

$$\begin{bmatrix} w_1, w_2, \dots, w_N \end{bmatrix} * \left(\begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{1N} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{2N} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{3N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \sigma_{N3} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{NN} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_N \end{bmatrix} \right)$$

Portföyün varyansı elde edildikten sonra karekökü alınarak portföyün standart sapması elde edilmektedir, bu da portföyün bir günlük (hesaplamalarda günlük veriler kullanıldığı varsayımı altında) RMD'sini vermektedir. Buradan sonra yapılması gereken, istenen güven seviyesine normal dağılım tablosunda karşılık gelen katsayısıyla ve istenen zaman aralığının kareköküyle çarpılmasıdır.

Başka bir ifadeyle, RMD'yi hesaplamak için yapılması gereken, menkul kıymetin değeri veya portföyün değeri, menkul kıymetin standart sapmasını veya portföyün standart sapmasını çarpmaktır. Daha sonra istenen güvenlik seviyesine karşılık gelen normal dağılım tablosundaki katsayıyla ve istenen elde tutma süresinin kareköküyle çarpılması sonucu RMD rakamı elde edilir (Penza ve Bansal, 2001:255).

$$RMD_{\%,t} = P * \sigma * k * \sqrt{t}$$

Burada;

$RMD_{\%,t}$ = İstenen güven seviyesi ve isten elde tutma süresi için RMD'yi,

P = Menkul kıymetin veya portföyün değerini,

σ = Menkul kıymetin veya portföyün standart sapmasını veya riskini,

k = İstenen güven seviyesine normal dağılımda karşılık gelen katsayısını,

t = İstenen zaman aralığı veya elde tutma süresini göstermektedir.

Örnek olarak 3 varlıktan oluşan bir portföy (Tablo 4.1) için tarihi verileri kullanarak RMD'si Varyans-Kovaryans yönteminin, klasik ve matris yöntemiyle hesaplanmıştır. Örnekleme periyodu olarak 12.07.2005-01.12.2005 tarihleri arası 100 günlük bir tarihi gözlem kullanılmıştır. Portföyün 3 varlığı İMKB Ulusal 100 Endeksi, ALTIN ve DOLAR olmaktadır (Ceylan ve Korkmaz, 2004:531-534).

Tablo 4.1: Varyans-Kovaryans Yöntemi için Örnek

	Varlıkların Portföydeki Ağırlığı	Varlıkların Riskleri (Standart Sapmaları)
İMKB100	%40	0,015
ALTIN	%40	0,009
DOLAR	%20	0,005

Varlıkların arasındaki korelasyonları;

İMKB100/ALTIN -0,14

İMKB100/DOLAR -0,32

ALTIN/DOLAR 0,40

Portföyün değeri (P) 5.000.000 YTL, istenen güven seviyesi (GS) %99 ve elde tutma süresi 1 gün olsun.

Klasik yöntemde:

$$\sigma_p = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + w_3^2 \sigma_3^2 + 2(w_1 w_2 \sigma_1 \sigma_2 \rho_{12} + w_1 w_3 \sigma_1 \sigma_3 \rho_{13} + w_2 w_3 \sigma_2 \sigma_3 \rho_{23})}$$

$$\sigma_p = \sqrt{0,4^2 0,0149^2 + 0,4^2 0,009^2 + 0,20^2 0,005^2 + 2(0,4 * 0,4 * 0,0149 * 0,009 * (-0,14) + 0,4 * 0,2 * 0,0149 * 0,005 * (-0,32) + 0,4 * 0,2 * 0,009 * 0,005 * 0,4)}$$

$$\sigma_p = 0,0065$$

Portföyün standart sapması hesaplandıktan sonra %99 güven seviyesine karşılık gelen 2,326 katsayısıyla ve 1 günün kareköküyle çarpılarak, portföyün %99 güven seviyesinde ve 1 günlük elde tutma süresiyle, RMD'si hesaplanmaktadır. Bu durumda;

$$RMD_{\%,t} = P * \sigma * k * \sqrt{t}$$

$$RMD_{\%99,1gün} = 5.000.000 \text{ YTL} * 0,0065 * 2,326 * \sqrt{1}$$

$$RMD_{\%99,1gün} = 75.582 \text{ YTL}$$

Matris yöntemiyle hesaplanırsa aynı sonuca varılmaktadır. Bunun için ilk olarak risk matrisi (V) ve peşinden de korelasyon matrisi (C) oluşturulup V matrisi C matrisiyle çarpılacaktır.

$$V = \begin{bmatrix} 0,0149 & 0 & 0 \\ 0 & 0,009 & 0 \\ 0 & 0 & 0,005 \end{bmatrix} \text{ ve } C = \begin{bmatrix} 1 & -0,14 & -0,32 \\ -0,14 & 1 & 0,4 \\ -0,32 & 0,4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$V * C = \begin{bmatrix} 0,0149 & 0 & 0 \\ 0 & 0,009 & 0 \\ 0 & 0 & 0,005 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 & -0,14 & -0,32 \\ -0,14 & 1 & 0,4 \\ -0,32 & 0,4 & 1 \end{bmatrix} =$$

$$\Rightarrow VC = \begin{bmatrix} 0,0149 & -0,0021 & -0,0047 \\ -0,0013 & 0,0090 & 0,0036 \\ -0,0016 & 0,0020 & 0,0050 \end{bmatrix}$$

Varyans-Kovaryans (S) matrisi elde etmek için yapılması gereken; $V*C$ 'den elde edilen VC matrisinin V matrisiyle çarpılmasıdır.

$$S = VC * V = \begin{bmatrix} 0,0149 & -0,0021 & -0,0047 \\ -0,0013 & 0,0090 & 0,0036 \\ -0,0016 & 0,0020 & 0,0050 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0,0149 & 0 & 0 \\ 0 & 0,009 & 0 \\ 0 & 0 & 0,005 \end{bmatrix} =$$

$$\Rightarrow S = \begin{bmatrix} 0,000221 & -0,000019 & -0,000024 \\ -0,000019 & 0,000081 & 0,000018 \\ -0,000024 & 0,000018 & 0,000025 \end{bmatrix}$$

Varyans-Kovaryans matrisinin doğruluğunun test edilmesi; İMKB100'ün riski olan 0,0149'un karesi Varyans-Kovaryans matrisinin ilk değeri olan 0,000221 sayısını vermesi gerekmektedir. Varyans-Kovaryans matrisinin ilk satırındaki ikinci değer -0,000019 elde etmek için; İMKB100 ve ALTIN'ın risklerinin çarpımın sonucu, İMKB100 ve ALTIN'ın arasındaki korelasyon katsayısı olan -0,14 ile çarpıldığında elde edilmelidir $(0,0149*0,009*(-0,14)=-0,000019)$. Bu durum sürdürülerek Varyans-Kovaryans matrisinin tüm değerleri için yapılabilir.

Bundan sonra yapılması gereken, ağırlık (W^T) sütun matrisin transpozesi ile Varyans-Kovaryans (S) matrisin çarpılmasından sonra elde edilen $W^T * S$ matrisinin ağırlık matrisin (W) sütun matrisiyle çarpılmasıdır.

$$W^T * S = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,4 & 0,2 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0,000221 & -0,000019 & -0,000024 \\ -0,000019 & 0,000081 & 0,000018 \\ -0,000024 & 0,000018 & 0,000025 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow W^T S = \begin{bmatrix} 0,000076 & 0,000028 & 0,000003 \end{bmatrix}$$

$$W^T S * W = \begin{bmatrix} 0,000076 & 0,000028 & 0,000003 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0,4 \\ 0,4 \\ 0,2 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_p^2 = 0,000042$$

Elde edilen 0,000042 değeri portföyün varyansını vermektedir ve karekökü alındığında elde edilen 0,0065, portföyün standart sapmasını vermektedir. Buradan sonra klasik yöntemle aynı işlemler yapılmaktadır.

$$RMD_{\%,t} = P * \sigma * k * \sqrt{t}$$

$$RMD_{\%99,1gün} = 5.000.000 \text{ YTL} * 0,0065 * 2,326 * \sqrt{1}$$

$$RMD_{\%99,1gün} = 75.582 \text{ YTL}$$

Görüldüğü gibi iki yöntem de aynı sonucu vermektedir. Daha önce değinildiği gibi, portföyler üç menkul kıymetten çok daha fazla menkul kıymetten oluşmaktadır. Bu durumda matris yöntemi tartışılmaz bir hız ve kolaylık sağlamaktadır.

Kısaca özetlemek gerekirse matris yöntemi kullanarak portföyün varyansı aşağıdaki gibi elde edilmiştir:

$$\Rightarrow V * C$$

$$\Rightarrow VC * V$$

$$\Rightarrow W^T * VCV$$

veya

$$W^T * S$$

$$\Rightarrow W^T VCV * W$$

veya

$$W^T S * W$$

$$\Rightarrow \Rightarrow (W^T * ((V * C) * V)) * W$$

veya

$$(W^T * S) * W$$

$$\Rightarrow \Rightarrow \sigma_p^2 = (W^T * ((V * C) * V)) * W$$

veya

$$\sigma_p^2 = (W^T * S) * W$$

$$\Rightarrow \Rightarrow \Rightarrow \sigma_p = \sqrt{(W^T * ((V * C) * V)) * W}$$

veya

$$\sigma_p = \sqrt{(W^T * S) * W}$$

4.3.2. Tarihi Simülasyon Yöntemi

Tarihi Simülasyon Yönteminde menkul kıymetlerin tarihi fiyat hareketlerini kullanılarak RMD hesaplanmaktadır. Bunu yaparken Varyans-Kovaryans Yöntemi gibi başka göstergelere (örnek olarak varyans veya korelasyona) ihtiyaç duyulmamaktadır. Tarihi verilerde bu tür göstergeler zaten fiyat hareketlerinde açıkça görülmeseler de mevcuttur (Dowd, 1998:100).

Tarihi Simülasyon Yöntemi normal dağılım gibi bir varsayıma dayanmamaktadır. Bu yöntem menkul kıymetlerin getirilerinin gerçek tarihi dağılımını kullanmaktadır ve böylece bu konuda bir varsayıma ihtiyaç duymamaktadır. Burada Monte Carlo Simülasyon Yönteminden farkı da ortaya çıkmaktadır. Monte Carlo Simülasyon yöntemi üretilmiş senaryolara ihtiyaç duymaktadır. Tarihi Simülasyon Yönteminin tek varsayımı geçmişteki menkul kıymetlerin getirilerinin dağılımı geleceği yansıttığıdır (Penza ve Bansal, 2001:268-269).

Tarihi Simülasyon Yöntemi kullanarak RMD'nin hesaplanmasının arkasındaki fikir, portföyün kapsamındaki menkul kıymetlerin tarihi getirilerinin dağılımını kullanarak, mevcut portföyü, tarihi verilerin başından beri tuttuğumuzu varsayımıyla RMD'yi simüle etmektir. Bunu uygulamak için öncelikle portföydeki varlıkların, belli

bir süre için tarihi getirilerini elde etmek gerekmektedir. Mevcut Portföyün varsayımsal getirilerini hesaplamak için, portföyü oluşturan varlıkları tarihi getirilerin başlangıcından beri tutulduğu varsayılmaktadır. Portföy getirilerinin dağılımı geleceği yansıttığını varsayarak bu dağılımın ilgili güven seviyesi, portföyün beklenen RMD'sini vermektedir (Dowd, 1999:99).

Portföyün getirisi aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Jorion, 1997:193).

$$R_{P,t} = \sum_{i=1}^N w_i R_{i,t}, \quad t = 0, \dots, T$$

Burada,

$R_{P,t}$ = Portföyün t zamanındaki getirisi,

w_i = Portföydeki menkul kıymetlerin ağırlığı,

$R_{i,t}$ = Portföydeki menkul kıymetlerin t zamanındaki getirileri.

Her gözlem t bir tane portföy getirisini vermektedir. Tarihi gözlemlerin örnekleri böylece varsayımsal portföyün getirilerinin örnek dağılımını vermektedir. Buradan portföy getirileri portföy kazanç ve kayıplara (profit and loss – P&L) en büyük kayıptan başlayarak sıralanır ve RMD bu sıralamadan saptanır. Örnek olarak 1000 günlük gözlem örneklemeinden %95 güven seviyesinde gerçekleşen zararların, toplamda sadece %5 günde yani 50 günde RMD'yi aşacağını beklenmektedir ve hesaplanacak olan RMD, 51'inci en büyük portföy kaybı olmaktadır (Dowd, 1999:99).

Tarihi Simülasyon yöntemiyle RMD'nin hesaplaması aşağıda bir örnekle gösterilmiştir.

Varyans-Kovaryans Yöntemindeki gibi örnekleme periyodu olarak 100 günlük bir tarihi gözlem 12.07.2005-01.12.2005 tarihleri arası için kullanılmıştır. İMKB100, ALTIN ve DOLAR için günlük sürekli getiriler, portföyün getirisi (İMKB100 %40, Altın %40 ve Dolar %20 olarak olarak ağırlıklandırılmış) ve portföyün sıralanmış getirisi verilmiştir. Burada yapılması gereken, istenen güven seviyesi için 100 günlük örnekleme periyodunu 100'e bölerek yüzdelik dilimlerini bulmak ve istenen güven

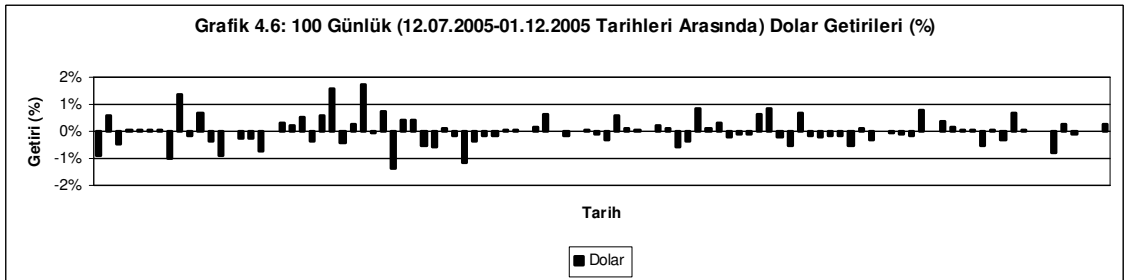
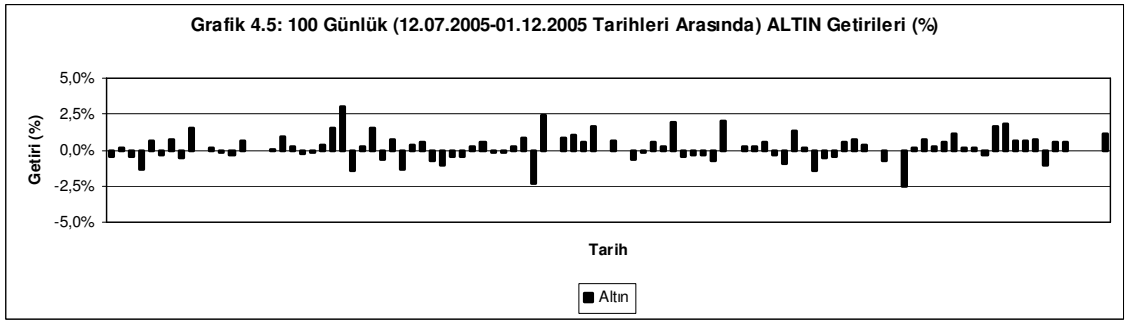
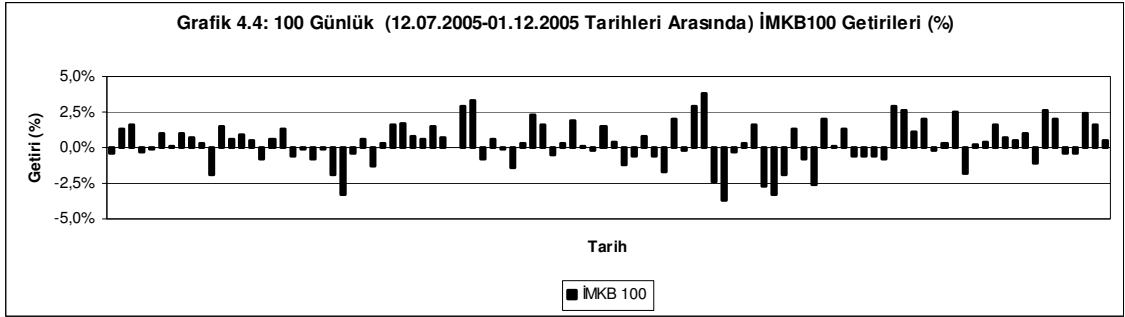
seviyesine göre karşılık gelen RMD'yi saptamaktır. Tablo 4.2'de örnek olarak %99, %95 ve %90 güven seviyesi için RMD'ler belirtilmiştir.

Tablo 4.2: Tarihi Simülasyon Yöntemi için Örnek

Gözlem Tarihi	İMKB100 Getirisi	Altın Getirisi	Dolar Getirisi	Portföy Getirisi	Portföy Getirisi (Sıralanmış)	
12.07.2005	-0.43%	-0.42%	-0.89%	-0.52%	-1.67%	
13.07.2005	1.34%	0.18%	0.59%	0.73%	-1.28%	⇒ %99 RMD
14.07.2005	1.55%	-0.49%	-0.45%	0.33%	-1.26%	
15.07.2005	-0.26%	-1.34%	0.08%	-0.62%	-1.19%	
18.07.2005	-0.09%	0.68%	0.08%	0.25%	-0.79%	
19.07.2005	0.96%	-0.36%	0.04%	0.25%	-0.76%	⇒ %95 RMD
20.07.2005	0.13%	0.76%	0.07%	0.37%	-0.66%	
21.07.2005	0.97%	-0.51%	-1.02%	-0.02%	-0.62%	
22.07.2005	0.67%	1.53%	1.35%	1.15%	-0.61%	
25.07.2005	0.29%	-0.06%	-0.15%	0.06%	-0.59%	
26.07.2005	-1.87%	0.16%	0.67%	-0.55%	-0.57%	⇒ %90 RMD
27.07.2005	1.50%	-0.19%	-0.37%	0.45%	-0.55%	
.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	
16.11.2005	1.57%	1.66%	0.07%	1.30%	0.98%	
17.11.2005	0.75%	1.86%	-0.30%	0.98%	1.08%	
18.11.2005	0.53%	0.62%	0.68%	0.60%	1.15%	
21.11.2005	0.96%	0.67%	0.03%	0.66%	1.16%	
22.11.2005	-1.13%	0.75%	0.00%	-0.15%	1.17%	
23.11.2005	2.59%	-1.02%	0.00%	0.63%	1.20%	
24.11.2005	1.99%	0.59%	-0.77%	0.88%	1.25%	
25.11.2005	-0.40%	0.59%	0.27%	0.13%	1.30%	
28.11.2005	-0.38%	-0.08%	-0.10%	-0.20%	1.47%	
29.11.2005	2.36%	-0.01%	-0.01%	0.93%	1.52%	
30.11.2005	1.57%	-0.09%	-0.01%	0.59%	1.57%	
01.12.2005	0.55%	1.10%	0.27%	0.71%	1.64%	

27.07.2005-16.11.2005 arası veriler örnek açısından önemli olmadığı için gösterimde göz ardı edilmiştir. Örnekte 100 veriyle çalışıldığı için, bir veri bir yüzdelik dilimi temsil etmektedir ve istenen güven seviyesine göre verilerden beklenen RMD saptanmaktadır.

Portföydeki varlıkların getirileri ayrıca grafik olarak verilmiştir (Grafik 4.4, 4.5 ve 4.6). Burada görüldüğü gibi anlamlı bir korelasyon (aynı şiddete sahip ters yönlü veya aynı yönlü hareket) görülmemektedir. Tarihi Simülasyon Yönteminde daha önce değinildiği gibi standart sapma, korelasyon gibi göstergelere gerek duyulmamaktadır, fakat grafiklerden de görülebildiği gibi, bunlar tarihi verilerde gizli olsa da mevcuttur.



Tarihi Simülasyon Yöntemindeki ihtiyaç duyulan örnek gözlem döneminin getirileri elde etmek için iki anahtar soru vardır (Best,1998:35-36):

1. Ne kadarlık bir fiyat serisi (örnekleme dönemi) kullanılmalıdır?
2. Tarihi fiyatı olmayan varlıklar için ne yapılmalı?

Tarihi Simülasyon Yöntemi kullanılırken ne kadarlık bir fiyat serisi (örnekleme dönemi) kullanılması gerektiği konusu en çok tartışılan konudur. Uygulamada çok büyük farklılıklar bulunmaktadır. Bazı bankalar 100 günlük bir örnekleme dönemi kullanırken, başkaları 3 yıllık veya daha fazla süreli örnekleme dönemi kullanmaktadır.

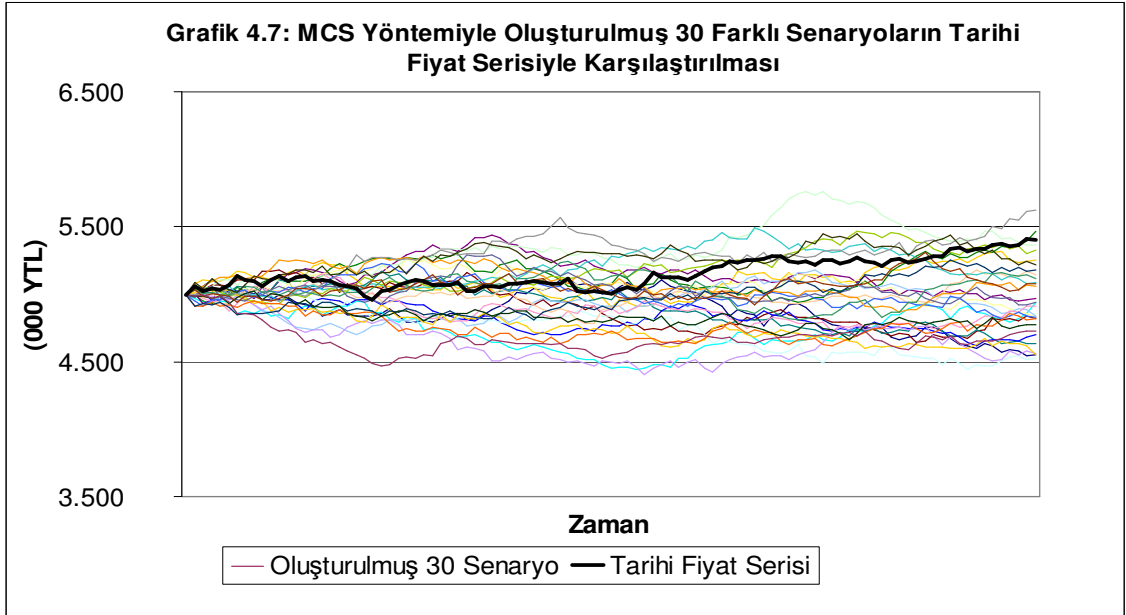
Piyasaya yeni giren varlıklar için tarihi fiyat serisine bulunmamaktadır. Bu sorun tüm RMD hesaplama yöntemleri için geçerlidir. Bu durumda uygulamada aynı karakteristiğe sahip bir varlığın fiyat serisi kullanılmaktadır. Piyasaya yeni giren varlığın uygun bir fiyat serisi oluştuğunda kendi fiyat serisi kullanılmaya başlanmaktadır. Özellikle çok varlıkla çeşitlendirilmiş portföylerde bu yöntem kullanılmaya müsaittir.

4.3.3. Monte Carlo Simülasyon Yöntemi

Tarihi Simülasyon Yönteminde değinildiği gibi eksik tarihi fiyat serisi RMD hesaplamasında sorun yaratmaktadır. Böyle durumlarda Monte Carlo Simülasyon Yöntemi çözüm sunmaktadır. Monte Carlo Simülasyon Yönteminde, Varyans-Kovaryans Yönteminde olduğu gibi menkul kıymetlerin getirileri genelde normal dağılıma uygun bir dağılıma sahip oldukları varsayılmaktadır. Monte Carlo Simülasyon Yöntemi özellikle kompleks olan portföylerde yani opsiyon ve opsiyona benzer yapıya sahip varlıklar kapsayan portföylerde kullanılmaktadır (Bolgün ve Akçay, 2003:338).

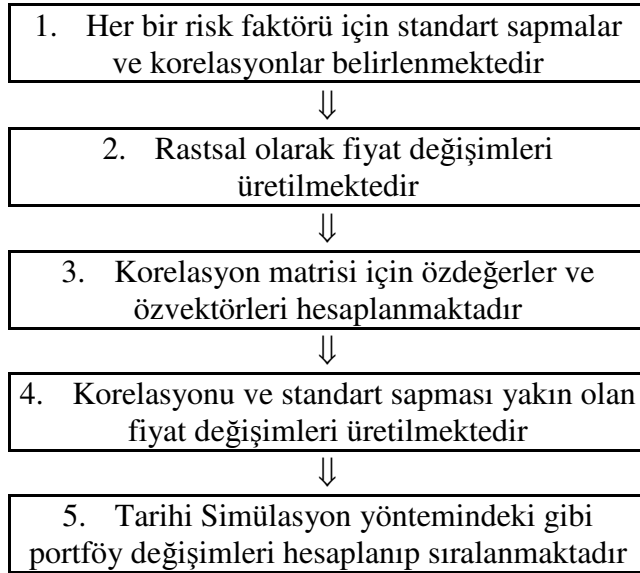
Portföydeki varlıklar için yeterli bir süre için tarihi fiyat serisi ulaşılabilir olduğu sürece Tarihi Simülasyon Yöntemi kısmen etkili bir RMD hesaplama yöntemi olmaktadır. Eğer yeterli kadar süreli tarihi fiyat serisine ulaşamıyorsa Tarihi Simülasyon Yönteminin kullanılması sağlıklı olmamaktadır. Ayrıca Tarihi Simülasyon Yönteminde kullanılan tarihi fiyat serisi RMD hesaplamasında sınırlı olaylardan oluşan bir tarihi veri seti olmaktadır. Bu sınırlama Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle giderilmektedir (Best, 1998:38).

Grafik 4.7’de Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle oluşturulmuş 30 farklı senaryo, tarihi fiyat serisiyle karşılaştırılma örneği verilmiştir.



Herhangi bir günün portföydeki varlıkların fiyat değişimi portföyün bir olayı olarak düşünülebilir. Monte Carlo Simülasyon yöntemi portföy için bir çok olayı (korelasyonu ve standart sapması yakın olan fiyat değişimleri) suni olarak üretip RMD hesaplamasına dahil etmektedir. Çok sayıda rastsal üretilen bu fiyat değişimleri sonra portföye uygulanıp portföyün kazanç ve kayıpları sıralanıp, Tarihi Simülasyon Yöntemindeki gibi RMD buradan saptanmaktadır. Monte Carlo Simülasyon Yönteminde RMD Tablo 4.3’ deki adımları takip ederek hesaplanmaktadır (Best, 1998:38).

Tablo 4.3: MCS Yöntemindeki Uygulama Adımları



İlk adım, Varyans-Kovaryans Yöntemindeki gibi olmaktadır. Portföydeki her bir risk faktörü için standart sapmalar ve korelasyonlar saptanmaktadır. İkinci adımda, bilgisayar yardımıyla çok sayıda normal dağılımına tabi (ortalaması 0 ve standart sapması 1) rastsal olarak sayı üretilmektedir. Üçüncü adımda, matematiksel işlemlerle korelasyon matrisinin özdeğerler (eigenvalue) ve özvektörleri (eigenvector) hesaplanmaktadır. Dördüncü adımda ise, ikinci adımda üretilen rastsal fiyat değişimleri, dördüncü adımda hesaplanan özdeğerler ve özvektörleri kullanarak korelasyonu ve standart sapması yakın olan fiyat değişimleri üretilmektedir. Beşinci adımda, Tarihi Simülasyon Yöntemindeki gibi portföy değişimleri hesaplanıp sıralanmaktadır ve buradan portföyün RMD'si saptanmaktadır.

İlk adım Varyans-Kovaryans Yöntemindeki gibi olmaktadır ve tarihi veriler kullanarak portföydeki varlıkların varyans, standart sapma ve korelasyonları hesaplanmaktadır. Bu göstergeler tarihi verilerden elde edilemiyorsa benzerlik gösteren varlıklardan belirlenmelidir veya göstergeler hakkında bilimsel tahminde bulunulmalıdır (Best, 1998,40).

Tek varlık için senaryolar üretilecekse o varlığın sadece standart sapması gerekmektedir.

İkinci adım bilgisayar yardımıyla (örnek olarak Microsoft Excel ortamında) yapılmaktadır.*

Üçüncü adımda özdeğerler ve özvektörleri matematiksel işlemlerle hesaplanmaktadır. Özdeğer ve özvektörler, bir grup risk faktörlerinin veya varlıklar ile fiyat değişimleri arasındaki ilişkisini tanımlamaktadır (Best, 1988:43). Monte Carlo Simülasyon Yönteminde kullanılmasının nedeni ise portföydeki varlıkların üretilen fiyat serilerinin arasındaki korelasyonun, tarihi verilerdeki korelasyonuna yakın veya aynı olmasını sağlamaktır.

* Örnek olarak Microsoft Excel'de "Araçlar" menüsünden "Veri Çözümleme" ve oradan "Rastgele Sayı Üretimi" seçilmektedir. Burada açılan pencerede "Dağılım" seçeneğinde "normal" seçilmektedir ve otomatik olarak "Ortalama" 0 ve "Standart Sapması" 1 olarak atanmaktadır. "Rastgele Sayı Adedi" kısmına istenen sayı adedi yazılır ve "Değişken Sayısı" kısmına varlıkların veya risk faktörlerin sayısı girilmektedir.

Örnek olarak basit bir korelasyon matrisi için özdeğerler ve özvektörleri hesaplanmıştır.

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 0.3 & 0.5 \\ 0.3 & 1 & 0.4 \\ 0.5 & 0.4 & 1 \end{bmatrix}$$

Korelasyon matrisin Özdeğerleri bulmak için $\det(\lambda I - C) = 0$ denkleminden faydalanılır(Anton, 1994:356).

$$\lambda I = \begin{bmatrix} \lambda & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & \lambda \end{bmatrix} \text{ ve } C = \begin{bmatrix} 1 & 0.3 & 0.5 \\ 0.3 & 1 & 0.4 \\ 0.5 & 0.4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \det \left(\begin{bmatrix} \lambda & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & \lambda \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 0.3 & 0.5 \\ 0.3 & 1 & 0.4 \\ 0.5 & 0.4 & 1 \end{bmatrix} \right) = 0$$

$$\Rightarrow \det \begin{bmatrix} (\lambda - 1) & -0.3 & -0.5 \\ -0.3 & (\lambda - 1) & -0.4 \\ -0.5 & -0.4 & (\lambda - 1) \end{bmatrix} = 0$$

Açılmış haliyse; $\det(\lambda I - C) = \lambda^N + c_1 \lambda^{N-1} + \dots + c_N = 0$ (Anton, 1994:356).

$$(\lambda_1 - 1)[(\lambda - 1)^2 - 0.16] + 0.3[-0.3(\lambda - 1) - 0.2] - 0.5[0.12 + (\lambda - 1)0.5] = 0$$

$$\Rightarrow (\lambda - 1)^3 - 0.16(\lambda - 1) - 0.09(\lambda - 1) - 0.06 - 0.06 - 0.25(\lambda - 1) = 0$$

$$\Rightarrow (\lambda - 1)^3 - 0.5(\lambda - 1) - 0.12 = 0$$

$$\Rightarrow \Rightarrow \lambda_1 = 0.48197322, \lambda_2 = 1.80558104, \lambda_3 = 0.71244574$$

Özdeğerler bulunduktan sonra Özvektörler $(\lambda_1 I - C)x = 0$ denkleminden bulunur (Anton, 1994:359).

$\lambda_1 = 0.48197322$ için:

$$\lambda_1 I = \begin{bmatrix} 0.48197322 & 0 & 0 \\ 0 & 0.48197322 & 0 \\ 0 & 0 & 0.48197322 \end{bmatrix} \quad \text{ve} \quad C = \begin{bmatrix} 1 & 0.3 & 0.5 \\ 0.3 & 1 & 0.4 \\ 0.5 & 0.4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \left(\begin{bmatrix} 0.48197322 & 0 & 0 \\ 0 & 0.48197322 & 0 \\ 0 & 0 & 0.48197322 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 0.3 & 0.5 \\ 0.3 & 1 & 0.4 \\ 0.5 & 0.4 & 1 \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} -0.51802678 & -0.3 & -0.5 \\ -0.3 & -0.51802678 & -0.4 \\ -0.5 & -0.4 & -0.51802678 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \Rightarrow \lambda_1 \text{ için } \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.59597592 \\ -0.76462667 \\ 0.24527282 \end{bmatrix}$$

Aynı işlem $\lambda_2 = 1.80558104$ için tekrarlanacaktır,

$$\lambda_2 I = \begin{bmatrix} 1.80558104 & 0 & 0 \\ 0 & 1.80558104 & 0 \\ 0 & 0 & 1.80558104 \end{bmatrix} \quad \text{ve} \quad C = \begin{bmatrix} 1 & 0.3 & 0.5 \\ 0.3 & 1 & 0.4 \\ 0.5 & 0.4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \left(\begin{bmatrix} 1.80558104 & 0 & 0 \\ 0 & 1.80558104 & 0 \\ 0 & 0 & 1.80558104 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 0.3 & 0.5 \\ 0.3 & 1 & 0.4 \\ 0.5 & 0.4 & 1 \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} -0.51802678 & -0.3 & -0.5 \\ -0.3 & -0.51802678 & -0.4 \\ -0.5 & -0.4 & -0.51802678 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \Rightarrow \lambda_2 \text{ için } \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.58132688 \\ 0.62154712 \\ 0.52510783 \end{bmatrix}$$

Aynı işlem son olarak $\lambda_3 = 1.80558104$ için tekrarlanacaktır,

$$\lambda_2 I = \begin{bmatrix} 1.80558104 & 0 & 0 \\ 0 & 1.80558104 & 0 \\ 0 & 0 & 1.80558104 \end{bmatrix} \quad \text{ve} \quad C = \begin{bmatrix} 1 & 0.3 & 0.5 \\ 0.3 & 1 & 0.4 \\ 0.5 & 0.4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \left(\begin{bmatrix} 1.80558104 & 0 & 0 \\ 0 & 1.80558104 & 0 \\ 0 & 0 & 1.80558104 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 0.3 & 0.5 \\ 0.3 & 1 & 0.4 \\ 0.5 & 0.4 & 1 \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} -0.51802678 & -0.3 & -0.5 \\ -0.3 & -0.51802678 & -0.4 \\ -0.5 & -0.4 & -0.51802678 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \Rightarrow \lambda_3 \text{ için } \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.55396007 \\ -0.17036794 \\ 0.81492515 \end{bmatrix}$$

Tek bir varlık için senaryolar üretilecekse bu adıma gerek kalmamaktadır. Bunun nedeni ise; portföyde tek olan varlığın başka bir varlığa olan korelasyonu hesaplamalarda gerekmemektedir. Başka bir ifadeyle, varlığın kendisine olan korelasyonu birdir ve 1x1 olan korelasyon matrisinin özdeğeri ve özvektörü de birdir.

Dördüncü adımda ise, ikinci adımda üretilen rastsal fiyat değişimleri, dördüncü adımda hesaplanan özdeğerler ve özvektörleri kullanarak, korelasyonu ve standart sapması yakın olan fiyat değişimleri, aşağıdaki formül kullanılarak üretilmektedir.

$$x_k = \sum_i^{\tau} \sqrt{\lambda_i} \cdot x_{norm} \cdot v_{ki} \cdot \sigma_k$$

Burada,

$x_k = k$ varlığın Monte Carlo Simülasyonuna göre i . getiri değeri,

$\lambda_i = i$. varlığın özdeğeri,

x_{norm} = Normal dağılıma göre üretilmiş, standart sapması 1 ve ortalaması 0 olan sayılar,

v_{ki} = Özvektör matrisi içindeki k varlığı için i . özvektörün değeri,

σ_k = k varlığın tarihi standart sapmasıdır.

Tek bir varlık için ise λ_i ve w_{ki} bir olduğundan sadece $x_{norm} * \sigma_k$ ile çarpılması gerekmektedir. Böylece ikinci adımda üretilen rastsal sayılar istenen standart sapmasına sahip olan bir fiyat serisine dönüşmektedir.

Beşinci adım ise, Tarihi Simülasyon Yöntemindeki gibi, tek varlığın veya portföyün kazanç ve kayıplar sıralamasından istenen güven seviyesindeki RMD'yi saptanması olmaktadır.

Burada Tarihi Simülasyon Yöntemi ve Varyans-Kovaryans Yöntemlerinde kullanılan aynı tarihi verileri kullanarak, Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle RMD'nin hesaplanması için yapılması gereken işlemler gösterilmiştir.

İlk olarak varlıkların standart sapma ve aralarındaki korelasyonları saptanmaktadır. İkinci adımda, bilgisayar yardımıyla portföydeki üç varlık için rasgele 1000'er adet normal dağılımına uygun (ortalaması 0 ve standart sapması 1) sayılar üretilmektedir. Üçüncü adımda, korelasyon matrisi oluşturup özdeğerler ve özvektörleri hesaplanmaktadır. Dördüncü adımda, rastgele sayılar üretip, özdeğer, özvektör ve standart sapmalarla ilişkilendirilip yeni getiri serileri üretilmektedir. Beşinci adımda, varlıkların yeni getiri serileriyle portföydeki ağırlıkları ilişkilendirilip portföyün beklenen getirisi hesaplanmaktadır ve tarihi yöntemdeki gibi portföyün beklenen RMD'si saptanmaktadır. Bu işlemler özet olarak aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir. Tablo 4.4, varlıkların standart sapmalarını, korelasyon matrisin özdeğerlerini ve özvektörlerini göstermektedir.

Tablo 4.4: MCS Yöntemi Örnek (Kısım 1)			Özvektörler(v_{ki})		
	Std.Sapma (σ)	Özdeğerler (λ)	İMKB 100	Altın	Dolar
İMKB 100	0.015	0.860	0.791	-0.497	0.358
Altın	0.009	1.583	0.608	0.568	-0.555
Dolar	0.005	0.557	0.073	0.656	0.751

Tablo 4.5’de normal dağılımına uygun olarak üretilmiş rastgele sayılar, bu sayıların yeni getiri serilerine dönüştürülmüş halleri, portföyün beklenen getirisi ve sonunda da portföyün sıralanmış kazanç ve kayıplarından saptanmış olan RMD’leri gösterilmiştir.

Tablo 4.5: MCS Yöntemi Örnek (Kısım 2)

	Üretilmiş Sayılar			Üretilmiş Yeni Getiri Serileri			Portföy Getirisi	Portföy K/Z Sıralanmış	
	İMKB	Altın	Dolar	İMKB	Altın	Dolar			
1	-1.27	-1.51	0.11	0.06%	-1.65%	-0.64%	-0.76%	-1.98%	⇒ %99 RMD
2	-1.28	-0.93	-1.08	-0.96%	-0.84%	-0.73%	-0.87%	-1.89%	
3	-0.69	-0.89	-0.20	-0.01%	-0.85%	-0.45%	-0.43%	-1.78%	
4	0.59	-0.08	0.82	1.05%	-0.06%	0.22%	0.44%	-1.71%	
5	-0.52	-0.23	0.51	-0.14%	-0.60%	0.03%	-0.29%	-1.66%	
6	0.55	1.73	0.72	-0.72%	1.12%	0.94%	0.35%	-1.65%	
7	0.18	0.18	-2.07	-0.79%	0.98%	-0.51%	-0.02%	-1.62%	
8	0.61	-0.61	-0.45	1.05%	0.08%	-0.36%	0.38%	-1.55%	
9	-1.19	0.35	0.88	-1.27%	-0.71%	0.35%	-0.72%	-1.54%	
10	0.88	0.23	0.64	1.00%	0.35%	0.30%	0.60%	-1.53%	
11	-1.30	-2.14	0.41	0.73%	-2.19%	-0.82%	-0.75%	-1.50%	
12	0.07	-1.47	-1.04	1.03%	-0.52%	-0.90%	0.02%	-1.42%	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	⇒ %95 RMD
.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	
48	-0.25	0.10	1.15	0.10%	-0.49%	0.36%	-0.09%	-1.05%	
49	0.38	-1.35	0.60	1.90%	-0.90%	-0.38%	0.33%	-1.04%	
50	1.87	-0.62	2.61	3.65%	-0.42%	0.54%	1.40%	-1.03%	
51	-0.43	-0.10	-0.73	-0.67%	-0.01%	-0.26%	-0.33%	-1.02%	
52	1.00	-0.04	0.06	1.15%	0.46%	0.03%	0.65%	-1.00%	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	
98	-0.83	0.09	-1.64	-1.65%	0.25%	-0.45%	-0.65%	-0.84%	⇒ %90 RMD
99	-0.77	-0.19	0.92	-0.29%	-0.85%	0.16%	-0.43%	-0.84%	
100	0.44	-0.73	0.23	1.26%	-0.34%	-0.22%	0.32%	-0.83%	
101	-0.45	1.55	-0.40	-2.09%	0.92%	0.51%	-0.37%	-0.83%	
102	0.24	1.14	-0.36	-0.93%	0.99%	0.38%	0.10%	-0.82%	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	
997	1.74	-1.77	1.02	3.94%	-0.63%	-0.39%	1.25%	1.62%	
998	0.59	1.31	-1.29	-1.09%	1.62%	0.20%	0.25%	1.73%	
999	1.07	-0.56	0.11	1.74%	0.14%	-0.17%	0.72%	1.74%	
1000	0.33	-0.71	-1.04	0.61%	0.10%	-0.58%	0.17%	1.76%	

Üretilmiş rasgele sayıların yeni getiri serilerine dönüştürülmesi aşağıda ilk iki veri seti için gösterilmektedir.

	Tablo 4.4: MCS Yöntemi Örnek (Kısım 1)		Özvektörler(v_{ki})		
	Std.Sapma (σ)	Özdeğerler (λ)	İMKB 100	Altın	Dolar
İMKB 100	0.015	0.860	0.791	-0.497	0.358
Altın	0.009	1.583	0.608	0.568	-0.555
Dolar	0.005	0.557	0.073	0.656	0.751

$$x_k = \sum_i^z \sqrt{\lambda_i} \cdot x_{norm} \cdot v_{ki} \cdot \sigma_k$$

Tablo 4.6: MCS Yöntemi Örnek (Kısım 3)

	Üretilmiş Sayılar			Üretilmiş Yeni Getiri Serileri		
	İMKB100	Altın	Dolar	İMKB100	Altın	Dolar
1	-1.27	-1.51	0.11	0.06%	-1.65%	-0.64%
2	-1.28	-0.93	-1.08	-0.96%	-0.84%	-0.73%

Tablo 4.6 da yapılan hesaplamalar aşağıda gösterilmiştir.

İMKB100 için birinci değer:İMKB100 için ikinci değer:

$$\begin{aligned} & (\sqrt{0,860} * (-1,27) * 0,791 * 0,015 + \\ & + \sqrt{1.583} * (-1,51) * (-0,497) * 0,015 + + \sqrt{1.583} * (-0,93) * (-0,497) * 0,015 + \\ & + \sqrt{0,557} * 0,11 * 0,358 * 0,015) = \\ & = 0,000628 \\ & \Rightarrow \%0,06 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & (\sqrt{0,860} * (-1,28) * 0,791 * 0,015 + \\ & + \sqrt{1.583} * (-1,51) * (-0,497) * 0,015 + + \sqrt{1.583} * (-0,93) * (-0,497) * 0,015 + \\ & + \sqrt{0,557} * (-1,08) * 0,358 * 0,015) = \\ & = -0,009606 \\ & \Rightarrow \% - 0,96 \end{aligned}$$

ALTIN için birinci değer:ALTIN için ikinci değer:

$$\begin{aligned} & (\sqrt{0,860} * (-1,27) * 0,608 * 0,009 + \\ & + \sqrt{1.583} * (-1,51) * 0,568 * 0,009 + + \sqrt{1.583} * (-0,93) * 0,568 * 0,009 + \\ & + \sqrt{0,557} * 0,11 * (-0,555) * 0,009) = \\ & = -0,016488 \\ & \Rightarrow \% - 1,65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & (\sqrt{0,860} * (-1,28) * 0,608 * 0,009 + \\ & + \sqrt{1.583} * (-1,51) * 0,568 * 0,009 + + \sqrt{1.583} * (-0,93) * 0,568 * 0,009 + \\ & + \sqrt{0,557} * (-1,08) * (-0,555) * 0,009) = \\ & = -0,008403 \\ & \Rightarrow \% - 0,84 \end{aligned}$$

DOLAR için birinci değer:DOLAR için ikinci değer:

$$\begin{aligned} & (\sqrt{0,860} * (-1,27) * 0,073 * 0,005 + \\ & + \sqrt{1.583} * (-1,51) * 0,656 * 0,005 + + \sqrt{1.583} * (-0,93) * 0,656 * 0,005 + \\ & + \sqrt{0,557} * 0,11 * 0,751 * 0,005) = \\ & = -0,006395 \\ & \Rightarrow \% - 0,64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & (\sqrt{0,860} * (-1,28) * 0,073 * 0,005 + \\ & + \sqrt{1.583} * (-1,51) * 0,656 * 0,005 + + \sqrt{1.583} * (-0,93) * 0,656 * 0,005 + \\ & + \sqrt{0,557} * (-1,08) * 0,751 * 0,005) = \\ & = -0,007334 \\ & \Rightarrow \% - 0,73 \end{aligned}$$

Yeni getiri serileri oluşturulduktan sonra portföydeki varlıkların ağırlıklarıyla çarpılarak portföyün beklenen getirisi hesaplanmaktadır. Elde edilen portföy getiri serisi Tarihi Simülasyon Yöntemdeki gibi sıralanıp istenen güven seviyesine karşılık gelen yüzdelik diliminden beklenen RMD saptanmaktadır.

Karşılaştırma olsun diye Tablo 4.7’de bu işlemin 30 kere tekrarlanıp farklı güven seviyelerine göre hesaplanan RMD’lerin ortalaması, en büyük ve en küçük beklenen RMD’leri gösterilmektedir.

Tablo 4.7: MCS Yöntemi Örnek (30 Senaryo Üretilmesi – 1.000 veri)

Güven Seviyesi	Ortalam RMD	Minimum RMD	Maksimum RMD	Sapma	
				Minimum	Maksimum
90%	-0.83%	-0.75%	-0.92%	-8.92%	10.90%
95%	-1.07%	-0.98%	-1.16%	-8.25%	9.21%
99%	-1.48%	-1.33%	-1.67%	-10.71%	12.67%

Uygulamada her varlık için 5.000 ile 10.000 arasında sayı üretilip model çalıştırılmaktadır. Bu durumda modelin sapmaları azalmaktadır. Örnek olarak 10.000 sayı üretilip üstteki tablo tekrar oluşturulacak olursa, aşağıdaki Tablo 4.8’ de gösterildiği gibi sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4.8: MCS Yöntemi Örnek (30 Senaryo Üretilmesi – 10.000 veri)

Güven Seviyesi	Ortalam RMD	Minimum RMD	Maksimum RMD	Sapma	
				Minimum	Maksimum
90%	-0.83%	-0.81%	-0.85%	-2.15%	2.99%
95%	-1.06%	-1.04%	-1.09%	-1.97%	3.00%
99%	-1.50%	-1.46%	-1.55%	-2.72%	3.27%

Burada görüldüğü gibi 1.000 sayıyla ve 10.000 sayıyla çalıştırılan modeller arasındaki sapmalar büyük farklılıklar göstermektedir. Özellikle %99 ve daha büyük güven seviyelerinde sapmalar daha çok artmaktadır.

Bir modelin kaç kere çalıştırılması gerektiğini saptanırken bilinmesi gereken husus, modelin çalıştırma sayısı ve sağlanmış yaklaşım arasında doğrusal bir ilişki bulunmadığıdır. Sağlanmış yaklaşım, model çalıştırma sayısının katının kareköküyle orantılıdır. Örnek olarak bir model 2 katı kadar çalıştırıldığında sağlanmış yaklaşım $1/\sqrt{2}$ kadar küçülmektedir, 100 katı kadar arttırıldığında ise sağlanmış yaklaşım

$1/\sqrt{100}$ kadar küçülecektir. Bir modelin geçerliliğini test etmek için sağlanmış yaklaşım ölçülmelidir. Yüzde 1’lik bir standart hata genelde doğru olarak kabul edilmektedir (Best, 1998:42-43).

Mont Carlo Simülasyon Yönteminde tarihi verilerin korelasyon ve standart sapmasına uygun yeni veri serileri üretmek için yaygın olarak üç yöntem kullanılmaktadır. Yukarıda ayrıntılı olarak gösterilen özdeğer ve özvektör yöntemi yanında, “Cholesky Decomposition” ve “Singular Value Decomposition” yöntemleri de kullanılmaktadır*.

Ayrıca rasgele sayı üretimi istisna durumlarda normal dağılıma değil de bilinen portföy dağılıma uygun olarak da yapılmaktadır. Burada ciddi farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Bu durum tablo 4.9’da gösterilmektedir. Farklı dağılımlara göre hesaplanan RMD’ler 10-15 katı kadar farklılıklar gösterebilmektedir (Penza ve Bansal, 2001:275-277).

Tablo 4.9: MCS Yöntemiyle Farklı Dağılımlar için Tek Varlıklı Portföyün RMD’leri

	Normal Dağılım	Laplace Dağılımı	Cauchy Dağılımı
%99 GS için RMD	2,21	2,21	23,31
%97,5 GS için RMD	1,99	2,96	9,78
%95 GS için RMD	1,71	2,26	4,26

Değinilmesi gereken diğer bir husus ise korelasyon matrisini oluşturan varlıkların arasındaki korelasyonu farklı kaynaklardan temin edilmesi ve zaman serilerin hatalı olması durumunda karşılanabilecek bir geçerlilik sorunun olabilmesidir. Bu durum aşağıda gösterilmiştir (Best,1998:44):

$$\sigma_p = \sqrt{\sum w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_i \sum_j w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}} \geq 0$$

Burada kök altındaki ifadenin 0’dan büyük olması gerektiği gösterilmektedir ve dolayısıyla:

* “Cholskey Decompositon” ve “Singular Value Decomposition” yöntemlerin ayrıntılı gösterimi için bakınız Riskmetrics, Technical Document, ss.253-255.

$$\sigma_P = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + w_3^2 \sigma_3^2 + 2(w_1 w_2 \sigma_1 \sigma_2 \rho_{12} + w_1 w_3 \sigma_1 \sigma_3 \rho_{13} + w_2 w_3 \sigma_2 \sigma_3 \rho_{23})}$$

Burada tüm varlıklar ve standart sapmalar 1 yazıldığında:

$$\sigma_P = \sqrt{3 + 2(\rho_{12} + \rho_{13} + \rho_{23})} \text{ olur.}$$

Kök altındaki ifade 0'dan büyük olması gerektiğini hatırlandığında ve varlık $\rho_{12} = -1$ ile $\rho_{13} = -1$ varsayıldığında:

$$\begin{aligned} 3 + 2(\rho_{12} + \rho_{13} + \rho_{23}) &\geq 0 \\ \Rightarrow 2(-2 + \rho_{23}) &\geq -3 \\ \Rightarrow 2\rho_{23} &\geq 1 \\ \Rightarrow \rho_{23} &\geq 0,5 \end{aligned}$$

Burada portföyün varyansının veya başka bir ifadeyle, korelasyon matrisinin özdeğerleri negatif bir değer alamayacağı gösterilmektedir. Eğer ρ_{23} , 0,5'ten büyük bir değer alırsa korelasyon matrisi geçerliliğini kaybetmektedir. Bu durumda yeni bir korelasyon matrisi türetilmelidir* veya korelasyonlar hesaplandığı zaman serileri gözden geçirilmelidir.

4.4. Geriye Dönük Test (Backtesting)

Geriye Dönük Test uygulaması kullanılan RMD hesaplama yöntemin tutarlılığını tespit etmektedir. Hesaplanan RMD, gerçekleşen kayıplarla karşılaştırıldığında küçük kalırsa, modelde bir sapma kaydedilmiş olunur. Güven seviyesine uygun olarak sapmalar beklenmektedir ve bu sapmalar aşıldığında modelde bir hata tahmin edilmektedir.

Geriye Dönük Test yönteminde iki farklı yaklaşım söz konusu olmaktadır. Tam değerlendirme yöntemi, portföydeki değişiklikleri de dikkate almaktayken, varsayımsal portföy yöntemi ise hesaplanan RMD süresince portföyde değişiklikleri yok saymaktadır ve varsayımsal portföy kaybını hesaplanan RMD'yle karşılaştırmaktadır.

* Yeni korelasyon matrisin türetilme yöntemi için bakınız Best, Implementing Value at Risk, ss.55-56.

Basel Komitesi piyasa riskinin saptanması için iki yöntemin birlikte kullanılmasını önermektedir (Basler Ausschuss für Bankenaufsicht, 1996:3-4).

Basel Komitesi RMD hesaplamaları için üç bölge belirlemiştir ve bu bölgelerin tayininde iki tip istatistik hatanın oluşumunda orta yolu saptamaya çalışmıştır; 1) Doğru RMD hesaplama modelin geriye dönük test sonuçlarından dolayı yanlış olarak ret edilmesi; 2) Yanlış RMD hesaplama modelin geriye dönük test sonuçlarından dolayı doğru olarak kabul edilmesi (Basler Ausschuss für Bankenaufsicht, 1996:6).

Bu bölgelerin tayininde aşağıdaki formülden faydalanılmıştır (Bolgün ve Akçay, 2003:366)

$$P(r = r | n, p) = \binom{n}{p} p^r q^{n-r} = \frac{n!}{r!(n-r)!} p^r q^{n-r}$$

Burada;

P = İstisnai olasılık değeri,

r = Yıl içindeki istisna sayısı,

n = Yıl içindeki gün sayısı

q = 1- p

Yukarıdaki formülden hareketle aşağıdaki Tablo 4.10 oluşturulmuştur (Basler Ausschuss für Bankenaufsicht, 1966:14)

Tablo 4.10: Geriye Dönük Test İşlemi Olasılıklar ve Sermaye Çarpım Faktörü Tablosu

Bölge	İstisna Sayısı	Çarpım Faktöründeki Artış	%99 için Yakalama %'si	Kümülatif Olasılık
Yeşil Bölge	0	0.00	8.1%	8.11%
	1	0.00	20.5%	28.58%
	2	0.00	25.7%	54.32%
	3	0.00	21.5%	75.81%
	4	0.00	13.4%	89.22%
Sarı Bölge	5	0.40	6.7%	95.88%
	6	0.50	2.7%	98.63%
	7	0.65	1.0%	99.60%
	8	0.75	0.3%	99.89%
	9	0.85	0.1%	99.97%
Kırmızı Bölge	10 ve üzerinde	1.00	0.0%	99.99%

“**Kaynak:** Basel Committee on Banking Supervision”

Burada Basel Komitesinin belirlediği bölgelerin sınırları ve sermaye tutma zorunluluğu katsayısına eklenecek değer verilmektedir. Yukarıdaki formülle %99 için hesaplanmış olasılıklar gösterilmektedir. Burada örnek olarak 250 günlük bir gözlem aralığında %6,7 olasılıkla tam olarak 5 sapma veya %95,88 olasılıkla 5 veya daha az sapma beklenmektedir. Bölgelerin sınırları ise, sarı bölge için sapmaların kümülatif toplamı %95 veya üzeri olduğu yerde, kırmızı bölge için ise sapmaların kümülatif toplamı %99,99 olduğu yerde başlamaktadır (Basler Ausschuss für Bankenaufsicht, 1996:8).

Basel direktifleri, Banka ve Finans kurumlarının kendi RMD hesaplama modellerin geriye dönük test (Backtesting) işlemi sonucunda, risk bazlı sermaye yeterliliği hesaplanmasına imkan vermektedir. Modelin sapmaları sonucu bulunduğu bölgenin çarpım faktörüyle çarpılarak, bulundurulması gereken sermaye hesaplanmaktadır.

Risk bazlı sermaye yeterliliği aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Penza ve Bansal, 2001:48).

$$MSY_t = \max\left(\left(k \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} RMD_{t-i}\right); RMD_{t-1}\right)$$

Burada;

MSY_t = t günündeki Minimum Sermaye Yeterliliği

k = çarpım faktörü (3 ile 4 arasında bir değer)

RMD_{t-1} = bir önceki gün için hesaplanan Riske Maruz Değer

Burada bir önceki gün hesaplanan RMD'yle, önceki 60 günün hesaplanan RMD'lerin ortalamasının, çarpım faktörüyle çarpılarak, karşılaştırılmaktadır ve arasındaki büyük olan değer, zorunlu tutulması gereken minimum sermayeyi vermektedir.

5. BÖLÜM

RMD HESAPLAMA YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI VE GERİYE DÖNÜK TEST (BACKTESTING) UYGULAMASI

Bu çalışmada, üç temel RMD hesaplama yöntemi karşılaştırılmaktadır. Bu amaçla, 01.12.1999 ile 01.12.2005 arası gözlem dönemi seçilmiştir. Üç varlıktan oluşan varsayımsal (hipotetik) bir portföy için RMD'ler hesaplanmıştır. Portföyün içeriği, İMKB Ulusal 100 Endeksi, Altın ve Dolar yatırımından oluşmaktadır. Söz konusu yatırım araçlarına değişik oranlarda YTL cinsinden atama yapılmıştır. Oluşturulan portföyün günlük risk ölçümlerinde RMD hesaplamalarında kullanılan, Varyans-Kovaryans, Tarihi Simülasyon ve Monte Carlo (stochastic) Simülasyon yöntemleri kullanılarak karşılaştırma yapılmıştır. Bulunan sonuçlara göre, hangi RMD yönteminin daha iyi sonuç verdiği rakamsal olarak tespit edilmeye çalışılmıştır.

Portföyün hesaplanan günlük kayıp tutarlarının doğru tespit edilip edilmediği Geriye Dönük Test (Backtesting) yöntemiyle analiz edilmiştir. Geriye dönük test (Backtesting) RMD hesaplamalarında kullanılan Varyans-Kovaryans, Tarihi Simülasyon ve Monte Carlo (stochastic) Simülasyon yöntemlerine uygulanmıştır. Bu amaçla, RMD hesaplamalarında kullanılan en uygun gözlem dönemini saptamak için 30 günlük, 50 günlük, 100 günlük, 150 günlük, 250 günlük, 350 günlük ve 450 günlük veriler kullanılmıştır. RMD hesaplama yöntemleri Geriye Dönük Test edildiğinde Basel kriterlerine göre sergiledikleri performansın uygunluğu ayrıca saptanmıştır. Söz konusu risk ölçümü analizi aşağıda sıralanan aşamalara göre yapılmıştır.

İlk aşamada, 01.12.1999 ile 01.12.2005 tarihleri arası zaman serilerinin tamamı kullanılmıştır. Üç temel RMD hesaplama yöntemiyle, farklı güven seviyelerine ve elde tutma sürelerine göre, 02.12.2005 tarihi için beklenen RMD'ler hesaplanmıştır.

İkinci aşamada ise, 01.12.1999 tarihinden başlayarak ayrı ayrı 30 günlük, 50 günlük, 100 günlük, 150 günlük, 250 günlük, 350 günlük ve 450 günlük zaman serileri

kullanarak, 02.12.2005 tarihine kadar her gün için %95 ve %99 güven seviyesi için RMD'ler hesaplanmıştır. Bulunan sonuçlar, gerçekleşen portföy değer değişiklikleriyle karşılaştırılarak, üç temel RMD hesaplama yöntemleri geriye dönük test edilmiştir.

Üçüncü aşamada ise, farklı gözlem dönemleri için, 02.12.2005 tarihinden geriye dönük son 1.000 gün için, %95 ve %99 güven seviyesi için hesaplanan RMD'ler karşılaştırılmış ve Basel kriterlerine göre üç temel RMD hesaplama yöntemlerinin performansları saptanmıştır.

5.1. Portföy Seçimi ve Fiyat Serilerin Elde Edilmesi

Bu çalışmadaki varsayımsal portföyü oluşturan varlıkları seçerken farklı varlıklar portföye alınmıştır ve böylece varlıkların farklı özelliklerinden dolayı, riskin dağıtılması amaçlanmıştır. Burada “yumurtaların aynı sepete konmaması” ilkesinden hareketle portföy çeşitlendirmesine gidilerek risk seviyesini düşürülmesi amaçlanmıştır.

Hisse senedi, döviz ve değerli metalden oluşan üç varlıklı bir portföy oluşturulması uygun görülmüştür. Hisse senedi için, Borsayı tümüyle temsil eden İMKB Ulusal 100 Endeksi seçilmiştir. Döviz olarak dünya çapında en yaygın kullanılan para birimi olarak Dolar Para birimi (YTL / Dolar) seçilmiştir. Değerli metal olarak ise en yaygın olarak kullanılan Altın (YTL / gram Altın) seçilmiştir. Bütün varlıklar Türkiye ulusal para birimi olan YTL cinsinden hesaplamalarda kullanılmıştır.

Portföy değeri olarak 10.000.000 YTL ve %60 / %40^{*} kuralına uygun olarak 4.000.000 YTL İMKB Ulusal 100 Endeksine, 4.000.000 milyon YTL Altın'a ve 2.000.000 YTL Dolar'a yatırıldığı varsayılmıştır.

Altın ve Doların günlük zaman serileri (kapanış fiyatları), 02.12.2005 tarihinde PACIFIC Exchange Rate Service'in internet sitesinden (<http://fx.sauder.ubc.ca/data.html>) indirilmiştir. İMKB Ulusal 100 Endeksinin zaman serisi ise 02.12.2005 tarihinde TCMB'nin internet sitesinden (<http://213.139.239.14/fame/webfactory/evdpw/rpt/25512.csv>) indirilmiştir.

^{*} Normal ekonomik konjonktürde veya piyasalarda %60 borsa ve %40 tahvillere yatırılması tavsiye edilirken, riskli dönemlerde veya piyasalarda ise %40 borsa ve %60 tahvillere yatırılması tavsiye edilmektedir.

Zaman serilerindeki farklılıklar İMKB Ulusal 100 Endeksi temel alınarak uygunlaştırılmıştır. Bunun nedeni ise, Altın ve Dolar dünya piyasalarında 365 gün boyu 24 saat işlem görmeleridir ve İMKB Ulusal 100 Endeksi için aynı durum söz konusu olamamasıdır. Uygunlaştırma işlemi yaparken İMKB Ulusal 100 Endeksin işleme kapalı olan tarihlerdeki veriler diğer zaman serilerinde silinmiştir. İMKB Ulusal 100 Endeksi işleme açık olan tarihlerde ve diğer zaman serilerindeki veriler bulunmadığı günlerdeki veriler, SPSS paket programı yardımıyla enterpolasyon tekniğiyle üretilmiştir. Bu işlem sonucu Altın için 36, Dolar için ise 52 veri üretilmiştir.

Uygunlaştırma işlemi sonucu üç varlık için 01.12.1999 ile 01.12.2005 arası 1492 veriden oluşan zaman serileri elde edilmiştir. Bu zaman serilerinin sürekli getirileri hesaplanmıştır. Bu verilerden hareketle SPSS paket programı yardımıyla üç varlık ve varsayımsal portföy için “Açıklayıcı İstatistiki Bilgiler” tablosu elde edilmiştir. Eklerde Tablo 5.1 Açıklayıcı İstatistiki Bilgileri göstermektedir.

Tablo 5.1’de N adlı sütunda görüldüğü gibi zaman serilerinde 1492 gözlem vardır. Minimum adlı sütun, varlıklara ait zaman serilerinin en büyük kayıplarını gösterirken, Maksimum adlı sütun da en büyük kazançları göstermektedir. 01.12.1999 ile 01.12.2005 tarihi arasındaki gözlem döneminde İMKB Ulusal 100 Endeksi için YTL cinsinden günlük en büyük kayıp %-19,98 olurken, en büyük kazanç %17,77 olmuştur. Aynı zaman aralığında Altın yatırımı için YTL cinsinden günlük bazda en büyük kayıp %-8,9 ve en büyük kazanç %24,84 olmuştur. Dolar para birimi için ise günlük bazda en büyük kayıp %-9,84 ve en büyük kazanç %24,14 olmuştur. Son olarak varsayımsal portföyün günlük en büyük kaybı %-7,18 olurken, en büyük kazancı %18,53 olmuştur.

“Ortalama” adlı sütununda finansal varlıklar için ortalama getiriler görülmektedir. Buradan, İMKB Ulusal 100 Endeksinin YTL cinsinden günlük ortalama getirisi %0,099, Altının günlük ortalama getirisi %0,101, Doların günlük ortalama getirisi %0,065 ve varsayımsal portföyün günlük ortalama getirisi ise %0,093 olduğu görülmektedir.

“Standart Sapma” adlı sütununda, İMKB Ulusal 100 Endeksinin günlük standart sapması %2,95, Altının günlük standart sapması %1,76, Doların günlük

standart sapması %1,46 ve varsayımsal portföyün günlük standart sapması %1,36 olduğu görülmektedir.

“Değişim Katsayısı” adlı sütununda, İMKB Ulusal 100 Endeksinin değişim katsayısı 29,75, Altının değişim katsayısı 17,36, Doların değişim katsayısı 22,58 ve varsayımsal portföyün değişim katsayısı 14,64 olduğu görülmektedir. Değişim katsayısı $\sigma / \bar{X}$ formülünden elde edilmektedir ve küçük olması arzu edilmektedir. Değişim katsayısı elde edilen bir birim getiriye karşın yüklenilen risk tutarını göstermektedir.

Eklerde verilen Tablo 5.2’de dikkat çekilmesi istenen bir durum gösterilmektedir. İMKB Ulusal 100 Endeksi ve varsayımsal portföy, 21.02.2001 (Şubat Krizi*) tarihinde, gözlem dönemi boyunca en büyük kaybını kaydetmiştir. Bir sonraki gün ise Altın, Dolar ve varsayımsal portföy en büyük kazançlarını kaydederken İMKB Ulusal 100 Endeksi gözlem dönemi boyunca %9,43’lük bir kazançla (bu aşırı tepkinin düzeltilmesinin bir sonucu olduğu ileri sürülebilir), 14’üncü büyük kazancını kaydetmiştir. Kriz sonrası 4 gün dikkate alındığında, İMKB Ulusal 100 Endeksi ancak kendini toparladığı görülmüştür. Aynı zaman aralığında Altın ve Dolar %40’a varan kazançlar kaydederken, varsayımsal portföy ise çeşitlendirmenin etkisiyle yaklaşık %25’e kadar bir kazanç sağlamıştır. Bu sonuç kriz dönemlerindeki %40 / %60 kuralını desteklemektedir.

Tablo 5.3’de finansal varlıkların kar / zarar sıralamaları gösterilmektedir. Finansal varlıkların hangi tarihlerde en iyi 10 günlük getiriyi ve en kötü 10 günlük kaybı kaydettiği tablodan görülebilmektedir.

Grafik 5.1’de standart sapmalar ve ortalama getiriler gösterilmiştir. İMKB Ulusal 100 Endeksinin standart sapması %2,94 olarak en yüksek olup, portföyünün standart sapması ise %1,36 ile en düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuç, portföy çeşitlendirmesiyle riskin dağıtılabileceğini göstermektedir. Grafikten de görüldüğü gibi, portföyün riski diğer üç finansal varlığın risklerinden daha düşük olmaktadır. Günlük ortalama getiriler ise, İMKB Ulusal 100 Endeksi, Altın ve

* Şubat Krizi: Uzun zamandır TCMB tarafından tayinli kurun düşük olması, piyasada likidite sıkıntısından dolayı faizlerin %5000’leri aşması ve bunun sonucu TCMB dalgalı kur rejimine geçmesi sonucu oluşan Türkiye Cumhuriyetin yakın tarihin en büyük finansal krizi.

varsayımsal portföy için %0,1'e yakın değerlerdedir. Doların ortalama getirisi %0,065 olarak daha düşük gerçekleşmiştir. Söz konusu finansal varlıkların günlük getiri değişimlerini Grafik 5.2-5.5'de verilmiştir. Grafikler karşılaştırıldığında en büyük getiri oynamalarının İMKB 100 Ulusal Endeksinde gerçekleştiği görülmektedir.

Eklerde, finansal varlıkların verilen Histogram grafiklerine bakıldığında kolayca görüldüğü gibi İMKB Ulusal 100 Endeksi (Grafik 5.6), normal dağılıma en yakın dağılım özelliği sergilemektedir. Getirilerin dağılımı %-2,5 ile %2,5 arasında yoğunlaşmaktadır. Altın (Grafik 5.7) ve Dolar (Grafik 5.8) getirileri %-1,25 ve %1,25 arası daha dar bantta yoğunlaşmaktadır. Varsayımsal portföy (Grafik 5.9) ise %-2 ve %2 arası yoğunlaşmaktadır. Varsayımsal portföy getirilerinin dağılımı, Altın ve Dolar getirilerinin dağılımına göre göreceli olarak normal dağılıma daha yakındır.

Ayrıca varsayımsal portföyü oluşturan üç varlığın zaman serileri Ekte verilmiştir. İMKB Ulusal 100 Endeksi (Grafik 5.10), 01.12.1999 tarihinde 7.775 civarındayken, 40 günlük bir sürede 19.000 seviyelerine ulaştı, 22.02.2000 tarihinde 14.000 seviyesine geriledi ve Mayıs 2000'in ilk haftasında tekrar 19.000 seviyelerine yükselmiştir. Buradan yıl boyunca düşüş trendine geçen endeks, yılın sonuna doğru ("Kasım Krizi" etkisiyle*) 7.000'lere kadar geriledi. Hafif bir toparlanma döneminden sonra, 22.02.2001 tarihinde endeks tekrar 7.000 seviyesine düştü ("Şubat Krizi" etkisiyle). Ağırlıklı olarak iki yıl boyunca 9.000 ile 12.000 arası bir bantta seyreden endeks, 30.09.2003 tarihinde 13.000 seviyesinden başlayarak ciddi bir yükseliş trendine geçmiştir. İMKB Ulusal 100 Endeksi 01.12.2005 tarihine kadar bu yükseliş trendini sürdürerek Aralık 2005'te 38.000 seviyesine ulaşmıştır.

Altının gram fiyatının seyri (Grafik 5.11), 01.12.1999 tarihinde 150 YTL fiyat seviyesinden Şubat 2000 ayında ise 170 YTL fiyat seviyelerine ulaşmıştır. Altın fiyat seviyesini, dar bir bantta, 22.02.2001 tarihindeki "Şubat Krizine" kadar sürdürmüştür. TCMB'nin serbest kur rejimine geçmesiyle bir devalüasyon etkisi oluşmuş ve YTL para biriminin değer kaybetmesi sonucu, Altının fiyat seviyesi birkaç gün içinde 250 YTL

* Kasım Krizi: Düşük bir kur sebebiyle, ithalat ihracat dengenin bozulması ve bunun sonucu oluşan dış ticaret açığı, bankaların açık pozisyon sebebiyle artan döviz talepleri ve yabancılar tarafından hazine kağıtların boşaltılması sonucu yurdu terk eden 5 milyar doların üzerinde bir para, ciddi bir krizin çıkmasına sebep olmuştur.

seviyelerine ve 11.09.2001 tarihinde ABD’de gerçekleşen terör eylemleriyle, Ekim 2001 sonuna kadar ise 450 YTL fiyat seviyesine ulaşmıştır. Piyasalarda, şok etkisinin atlatılması, Altın fiyatlarına da yansıyor 2002 Şubat ayına kadar bir gerilemeyle 375 YTL’ye düşen Altın fiyatı, tekrar yükselişe geçip 2002 Temmuz sonu 535 YTL’ye ulaşmıştır. Dar bir bantta seyreden Altın fiyatı, ABD’nin Irak’a savaş açması beklentisiyle 2002 Aralık ayında sert bir yükselişle 2003 Şubat başı 625 YTL’ye ulaşmıştır. Hafif bir fiyat gevşemesi sonrası, II. Körfez Savaşının beklenenden daha önce bitmesi, Altının fiyat seviyesinin 2003 Temmuz ortalarında 470 YTL’ye gerilemesine neden olmuştur. Bu tarihten sonra Altının fiyatı artış eğilimine devam ederek 01.12.2005 tarihinde 680 YTL’ye kadar yükselmiştir.

YTL / Dolar paritesinin seyri (Grafik 5.12), 01.12.1999 tarihinde 0,50’nin az üzerinden, 21.02.2001 tarihinde ortaya çıkan Şubat Krizine kadar, TCMB tarafından tayin edilmesi nedeniyle hemen hemen doğrusal seyriyle, 0,68’lere kadar yükselmiştir. Kriz döneminde, Altına göre daha sert bir yükseliş trendine giren Dolar fiyatı, Kriz sonrası bazı sert düşüşleriyle beraber, Kasım 2001 ortalarında 1,65’lere çıkmıştır. 11 Eylül terör saldırı nedeniyle ve Türkiye’deki makro ekonomik gelişmeler sonucu 1,35’lere gerileyen Dolar fiyatı 2002 Haziran sonu tekrar 1,70’lere ulaşmıştır. Aralık 2002 başlarına kadar 1,53’lere kadar gerileyen Dolar fiyatı, iki sert çıkışla 24.03.2003 tarihinde en yüksek seviyesi olan 1,76’lara ulaşmıştır. Sonrasında düşüşe geçen Dolar fiyatı 2003 Temmuz’da 1,40’ın altına düşüp, ağırlıklı olarak 1,30 ile 1,50 arası dar bir bantta seyretmiştir ve 01.12.2005 tarihinde Dolar / YTL paritesi 1.35 olmuştur.

Üç varlığa ve oluşturulan portföye 01.12.1999 tarihinde 1 YTL yatırıldığı varsayıp, 01.12.2005 tarihine kadar 1 YTL’nin seyri Ekteki Grafik 5.13’da gösterilmiştir. Bu grafiğe bakıldığında, karşılaştırılan varlıkların arasında Altının en iyi performansı sergilediği görülmektedir. İkinci en iyi performansı varsayımsal portföy sergilemiştir ve Altının performansının biraz gerisinde kalmıştır. İMKB Ulusal 100 Endeksi, ilk ayda 1 YTL’yi ikiye katlayıp başlangıçta en iyi performansı sergilemesine rağmen, Kasım 2000 Krizi etkisiyle diğer varlıkların altına düşmüştür. Zamanla düşüş devam etmiş ve 2003 yılının sonuna kadar 0,60 YTL ile 1 YTL arasında bir bantta seyretmiştir. Buradan sonra İMKB Ulusal 100 Endeksi yükselip, Aralık 2005’te Doların performansını yakalayıp, üçüncü iyi performansı sergilemiştir. Dolar da iyi bir

performansla başlayıp ve Şubat Krizi sonrası bir yıldan fazla bir süre için en iyi getiriye sergilemesine rağmen, Mart 2002 sonu Altının performansının gerisine düşüp, Irak savaşı sonrası da sürekli bir gerilemeyle, en zayıf performansı sergilemiştir. 01.12.2005 tarihi itibarıyla yatırılan 1 YTL, Altında 3,63 YTL, varsayımsal portföyde 3,50 YTL, İMKB Ulusal 100 Endeksinde 2,29 YTL ve Dolarda 2,25 YTL olmuştur.

Ekteki Grafik 5.14’da, 01.12.1999 ile 01.12.2005 tarihleri arasında, 30 günlük gözlem dönemleriyle, üç finansal varlığın ve varsayımsal portföyün risklilikleri, grafik üzerinde gösterilmektedir. İMKB Ulusal 100 Endeksinin standart sapması, 1999 sonlarındaki sert yükseliş trendi dolayısıyla %5,5 kadar çıkmıştır. İMKB Ulusal 100 Endeksinin standart sapmasının günlük seviyesi Kasım Krizi öncesi %2 ile %3 arasında seyrederken, Kasım Krizinin etkisiyle günlük %7 seviyelerine yaklaşmıştır. Kriz sonrası %3,5’lara düşen risk, Şubat Krizinin etkisiyle tekrar %6,5 seviyelerine çıkmıştır. Bu Krizin sonrasında tekrar %2 ile %3 arasında seyreden risklilik, 2002 sonlarında Irak savaşı beklentisiyle %4,5’lara ulaşmıştır. Tekrar %2’ye düşen risk seviyesi, Türkiye’de 1 Mart tezkeresinin reddiyle ve peşinden Irak savaşın başlamasıyla tekrar %4,5 seviyelerine çıkmıştır. Savaş sonrası, %1,5’ların altına düşen günlük risk seviyesi, Ekim 2003 başlarında tekrar %3’lere çıkıp, Nisan 2004 ortalarında %1,5’lara düşmüştür. Buradan sonra risklilik, 01.12.2005 tarihine kadar, ağırlıklı olarak %1 ile %2 gibi dar bir bantta seyretnmiştir.

Altının aynı zaman dilimi için ölçülen standart sapmasının seyri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir. Altının günlük standart sapması 19.01.2000 tarihinde %1,25’ten başlayıp, 04.02.2000 tarihinde %1,1’lere gerileyip daha sonra %2,5 seviyelerine yükselmiştir. 24.03.2000 tarihinde Altının riski birkaç gün içinde tekrar %1’lere düşüp, Şubat Krizine kadar ağırlıklı olarak bu seviyelerde seyretnmiştir. Bu kriz etkisiyle %5’i aşan ve sonra da %6,5’e yükselen Altının riski, Mayıs ortasında %2,5’a ve Haziran ortasında %1,7’ye gerilemiştir. Temmuz sonlarına doğru tekrar %5’lere yaklaşan risk seviyesi, Ağustos sonu tekrar %1,5’lara gerilemiş ve 11 Eylül terör saldırılarının etkisiyle tekrar %2,5’lara yükselmiştir. Buradan sonra, Irak savaşı dönemi dahil %1 ile %2 seviyesinde seyreden Altının günlük riski, savaş sonrası ağırlıklı olarak %1 seviyesinde seyretnmiştir.

Doların günlük standart sapması TCMB'nin döviz kurları ile ilgili politikalarından dolayı %0,35 gibi düşük seviyede kalmıştır. Türkiye'de Şubat 2001 krizi ve ardı sıra gelen devalüasyon nedeniyle 2001 Şubat ayından itibaren dövizdeki risklilik seviyesi %5'e ve sonra da %6,5'a kadar yükselmiştir. Nisan 2001 ortalarında %4,5'lara, Mayıs sonunda %2'lere ve Haziran ortalarında %1,2'lere geriledikten sonra tekrar yükselip, Temmuz sonlarında tekrar %4,3'e yükselmiştir. Ağustos sonunda tekrar 1,3'e gerileyen Doların riski, 11 Eylül olayları sonrası tekrar yükselip %2'ye yaklaşmıştır. Kasım başlarında %1'e gerileyen Doların riski 01.12.2005 tarihine kadar ağırlıklı olarak %1,5 ile %0,5 arasında seyretmiştir. Sadece Irak savaşı döneminde %2'ye kadar yükselen Doların riski, 01.12.2005 tarihinde %0,3'lere kadar düşmüştür.

Varsayımsal portföyün günlük standart sapması %2'lik bir seviyeden, Kasım Krizi öncesine kadar %1'e kadar gerileyip, Krizin ortaya çıkmasıyla %2,7'ye kadar yükselmiştir. Şubat krizine kadar geçen dönemde %1,4'lere kadar gerileyen risk, krizin ortaya çıkmasıyla %4,5'a ve sonrası %5'e kadar yükselmiştir. Nisan 2001 ortalarında %3'lere gerileyen risk, Haziran ortasında %1,3'e kadar gerilemiştir. Risk seviyesi Temmuz 2001 sonlarında %2,8'e kadar yükselip, 11 Eylül öncesine kadar %1,1'lere kadar gerilemiştir. Terör saldırıları sonrası %1,8'e yükselen risk 3 yıl boyunca %0,6 ile %1,2 arası seyredip, 01.12.2005 tarihinde 0,68 olarak tespit edilmiştir.

Ekteki Grafik 5.14'de, 30 günlük gözlem dönemleriyle hesaplanan, 01.12.1999 -01.12.2005 tarihleri arasında üç finansal varlığın korelasyon değişim seyirleri gösterilmektedir. Altın ile Dolar getirileri arasındaki korelasyon katsayısı başlangıçta 0 ile 0,5 arasında seyrederken, Kasım 2000 Krizine yakın dönemde 0,5 sınırını aşp, Şubat Krizine kadar 1'e yaklaşmıştır. Uzun bir süre devam eden bu yüksek korelasyon 2004 yılı boyunca tekrar 0 ile 0,5 arasında seyrederken, 2005 başında tekrar 0,5 sınırını aşp 0,8'lere kadar ulaşmıştır. Eylül 2005 sonu 0,5'in altına düşen korelasyon 01.12.2005 tarihinde 0,17'ye kadar düşmüştür. İMKB Ulusal 100 Endeksi - Altın ve İMKB Ulusal 100 Endeksi - Dolar arasındaki korelasyon katsayıları tüm gözlem dönemi boyunca hemen hemen aynı yönde hareket etmiştir. Ağırlıklı olarak korelasyon katsayısı 0 ile -0,5 arasında seyretmiştir. Belirgin değişiklik sadece Irak savaşı döneminde görülmüştür. Dolar ve Altın getirileri ile İMKB Ulusal 100 Endeksinin getirileri arasında düşük veya negatif korelasyon katsayılarının bulunması etkin portföy oluşturmak için imkan

sağlamaktadır. Düşük veya negatif korelasyonun bulunması portföy çeşitlendirmesinde riskin düşmesine neden olur. Etkin bir portföyde portföye dahil edilen her bir finansal varlığın portföy riskinin düşmesine sağladığı katkı tespit edilebilir. Bunun için üç finansal varlıktan oluşturulan varsayımsal portföyün riskinin düşmesine söz konusu varlıkların yüzdesel olarak ne kadar katkı sağladığı ölçülebilir.

Eklerde Tablo 5.4 portföy çeşitlendirmesi ile riskin düşürülme oranı ve her bir finansal varlığın sağlamış olduğu yüzdesel katkı gösterilmektedir. Buna göre, hedefe göre oluşturulan portföyde toplam risk %5,06 iken çeşitlendirmenin etkisiyle riskin yaklaşık olarak %1,89 düşmesiyle portföyün günlük risk %3,17 ($= \%5,06 - \%1,89$) olmuştur. Tablodan da görüleceği gibi, oluşturulan portföyde riskin düşmesine en büyük katkıyı %0,77 ile Altın yatırımı sağlarken en küçük katkı ise %0,36 ile Dolar yatırımı sağlamaktadır. Dolayısıyla portföye dahil edilen finansal varlıkların hangi büyüklükte riskin düşmesine katkı sağladığı tespit edilebilmektedir. Bu hesaplama portföy yöneticilerine etkin bir fon yönetimi olanağı sağlayabilmektedir. Çünkü portföy yöneticisi, herhangi bir nedenle portföyünde bulunan varlıklardan birisini veya birkaçını satma ihtiyacı hissettiğinde bu tablodaki değerlere bakarak en az katkı sağlayan varlığı öncelikli olarak satacaktır.

5.2. Beş Yıllık Gözlem Dönemiyle Farklı Yöntemlere Göre Hesaplanan RMD

RMD hesaplamalarında Varyans-Kovaryans, Tarihi ve Monte Carlo Simülasyon (stochastic) yöntemleri kullanılmaktadır. Üç finansal varlıktan oluşturulan varsayımsal portföyün günlük riski söz konusu yöntemler yardımıyla ölçülmektedir. Farklı güven seviyeleri ve farklı zaman aralıklarına göre hesaplanan RMD'ler üç yöntemle analiz edilmektedir. Hesaplamalarda 01.12.1999 ile 01.12.2005 arasındaki tüm veriler kullanılmıştır. Varsayımsal portföyün değeri 10.000.000 YTL olduğu ve portföy dağılımının, İMKB Ulusal 100 Endeksi (%40 veya 4.000.000 YTL), Altın (%40 veya 4.000.000 YTL) ve Dolar (%20 veya 2.000.000 YTL) olduğu varsayılmıştır. Üç temel RMD hesaplama yöntemi için %99, %97,5, %95 ve %93,5 güven seviyeleri için 1 gün, 10 gün, 30 gün, 60 gün, 90 gün ve bir yıllık elde tutma süreleri için RMD'lerin tabloları ve sütun grafikleri, hem yüzde olarak hem de para birimi (YTL) olarak oluşturulmuştur.

5.2.1. Tarihi Simülasyon Yöntemiyle Hesaplanan RMD

Tarihi Simülasyon Yöntemine göre, farklı güven seviyelerine ve farklı elde tutma sürelerine göre RMD, hem yüzde olarak hem 10.000.000 YTL değerindeki varsayımsal portföy için parasal olarak hesaplanmıştır.

Ekteki Tablo 5.5’de hesaplanan RMD’ler, farklı güven seviye ve farklı elde tutma süreleri için, yüzde olarak görülmektedir. Günlük RMD, %93,5 güven seviyesi için %1,75, %95 güven seviyesi için %2,01, %97,5 güven seviyesi için %2,52 ve %99 güven seviyesi için %3,94 olarak saptanmıştır. İki haftalık (10 işgünü) RMD, %93,5 güven seviyesi için %5,53, %95 güven seviyesi için %6,35, %97,5 güven seviyesi için %7,97 ve %99 güven seviyesi için %12,45 olarak hesaplanmıştır. Altı haftalık (30 işgünü) RMD, %93,5 güven seviyesi için %9,59, %95 güven seviyesi için %10,99, %97,5 güven seviyesi için %13,80 ve %99 güven seviyesi için %21,56 olarak saptanmıştır. Üç aylık (60 işgünü) RMD, %93,5 güven seviyesi için %13,56, %95 güven seviyesi için %15,54, %97,5 güven seviyesi için %19,51 ve %99 güven seviyesi için %30,50 olarak saptanmıştır. Dört buçuk aylık (90 işgünü) RMD, %93,5 güven seviyesi için %16,60, %95 güven seviyesi için %19,04, %97,5 güven seviyesi için %23,90 ve %99 güven seviyesi için %37,35 olarak saptanmıştır. Bir yıllık (252 işgünü) RMD, %93,5 güven seviyesi için %27,78, %95 güven seviyesi için %31,86, %97,5 güven seviyesi için %39,99 ve %99 güven seviyesi için %62,50 olarak saptanmıştır.

Portföyün yatırım süresi uzadıkça ve/veya güven seviyesi yükseldikçe RMD rakamı da büyümektedir. Karşılaştırma yapma imkanı sağlamak için bulunan sonuçlar Eklerde verilen Grafik 5.16’de gösterilmektedir.

Tarihi Simülasyon Yöntemine göre RMD rakamları, varsayımsal portföy için Eklerde verilen Tablo 5.6’de parasal ifade olarak gösterilmektedir. Aynı şekilde Eklerde verilen Grafik 5.17 varsayımsal portföyün RMD rakamlarının parasal değerlerini göstermektedir.

5.2.2. Varyans-Kovaryans Yöntemiyle Hesaplanan RMD

Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, farklı güven seviyeleri ve farklı elde tutma sürelerine göre RMD, hem yüzde olarak hem 10.000.000 YTL değerindeki varsayımsal portföy için parasal olarak hesaplanmıştır.

Eklerde verilen Tablo 5.7’de, farklı güven seviyesi ve farklı elde tutma süreleri için hesaplanan RMD rakamları yüzde olarak görülmektedir. Günlük RMD, %93,5 güven seviyesi için %2,06, %95 güven seviyesi için %2,24, %97,5 güven seviyesi için %2,67 ve %99 güven seviyesi için %3,17 olarak saptanmıştır. İki haftalık (10 işgünü) RMD, %93,5 güven seviyesi için %6,52, %95 güven seviyesi için %7,09, %97,5 güven seviyesi için %8,45 ve %99 güven seviyesi için %10,03 olarak saptanmıştır. Altı haftalık (30 işgünü) RMD, %93,5 güven seviyesi için %11,30, %95 güven seviyesi için %12,28, %97,5 güven seviyesi için %14,63 ve %99 güven seviyesi için %17,36 olarak saptanmıştır. Üç aylık (60 işgünü) RMD, %93,5 güven seviyesi için %15,98, %95 güven seviyesi için %17,36, %97,5 güven seviyesi için %20,69 ve %99 güven seviyesi için %24,56 olarak saptanmıştır. Dört buçuk aylık (90 işgünü) RMD, %93,5 güven seviyesi için %19,57, %95 güven seviyesi için %21,27, %97,5 güven seviyesi için %25,34 ve %99 güven seviyesi için %20,08 olarak saptanmıştır. Bir yıllık (252 işgünü) RMD, %93,5 güven seviyesi için %32,75, %95 güven seviyesi için %35,58, %97,5 güven seviyesi için %42,40 ve %99 güven seviyesi için %50,33 olarak saptanmıştır.

Tüm RMD hesaplama yöntemlerinde olduğu gibi, Varyans-Kovaryans yönteminde de elde tutma süresi uzadıkça veya güven seviyesi yükseldikçe RMD sayısı da büyümektedir. Bu durum görsel olarak Eklerde Grafik 5.18’de gösterilmektedir.

Varyans-Kovaryans Yöntemine göre RMD rakamları, varsayımsal portföy için Eklerdeki Tablo 5.8’de parasal değer olarak gösterilmektedir. Aynı şekilde Eklerdeki Grafik 5.19’de varsayımsal portföyün RMD’lerin parasal değerleri sütun grafik olarak gösterilmektedir.

5.2.3. Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle Hesaplanan RMD

Monte Carlo Simülasyon Yöntemine göre, farklı güven seviyelerine ve farklı elde tutma sürelerine göre RMD, hem yüzde olarak hem 10.000.000 YTL değerindeki varsayımsal portföy için parasal olarak hesaplanmıştır.

Eklerdeki Tablo 5.9’da farklı güven seviyesi ve farklı elde tutma süreleri için hesaplanan RMD rakamları yüzde olarak görülmektedir. Günlük RMD, %93,5 güven seviyesi için %2,08, %95 güven seviyesi için %2,26, %97,5 güven seviyesi için %2,68 ve %99 güven seviyesi için %3,17 olarak saptanmıştır. İki haftalık (10 işgünü) RMD, %93,5 güven seviyesi için %6,57, %95 güven seviyesi için %7,14, %97,5 güven seviyesi için %8,47 ve %99 güven seviyesi için %10,02 olarak saptanmıştır. Altı haftalık (30 işgünü) RMD, %93,5 güven seviyesi için %11,38, %95 güven seviyesi için %12,37, %97,5 güven seviyesi için %14,67 ve %99 güven seviyesi için %17,36 olarak saptanmıştır. Üç aylık (60 işgünü) RMD, %93,5 güven seviyesi için %16,09, %95 güven seviyesi için %17,49, %97,5 güven seviyesi için %20,75 ve %99 güven seviyesi için %24,54 olarak hesaplanmıştır. Dört buçuk aylık (90 işgünü) RMD, %93,5 güven seviyesi için %19,71, %95 güven seviyesi için %21,42, %97,5 güven seviyesi için %25,42 ve %99 güven seviyesi için %30,06 olarak saptanmıştır. Bir yıllık (252 işgünü) RMD, %93,5 güven seviyesi için %32,98, %95 güven seviyesi için %35,85, %97,5 güven seviyesi için %42,53 ve %99 güven seviyesi için %50,30 olarak saptanmıştır.

Varyans-Kovaryans ve Tarihi Simülasyon Yöntemindeki gibi elde tutma süresi uzadıkça veya güven seviyesi yükseldikçe bu yöntemde de RMD sayıları büyümektedir. Bu durum Eklerdeki Grafik 5.20’de daha net görülmektedir.

Bu çalışmada Monte Carlo Simülasyon Yöntemindeki model 50 kere, 5000 rasgele üretilmiş getiriyle çalıştırılmıştır. Daha sonra hesaplanan RMD’lerin ortalaması bulunmuştur. Ortalamaların alınmasıyla bulunan sonuçlar, Varyans-Kovaryans Yönteminde bulunan RMD rakamlarına yakın değerlerde olmaktadır. Modelin 50 kez çalıştırma esnasında farklı güven seviyeleri için kaydedilen en yüksek ve en düşük RMD rakamları Ekteki Tablo 5.10’de verilmiştir. Bu modelin 50 kez tekrar çalıştırma esnasında ortalama RMD’den:

- %93,5 güven seviyesi için yukarıya doğru %0,08 ve aşağıya doğru %0,08 kadar sapmalar,
- %95 güven seviyesi için yukarıya doğru %0,08 ve aşağıya doğru %0,10 kadar sapmalar,
- %97,5 güven seviyesi için yukarıya doğru %0,13 ve aşağıya doğru %0,08 kadar sapmalar,
- %99 güven seviyesi için yukarıya doğru %0,19 ve aşağıya doğru %0,20 kadar sapmalar kaydedilmiştir.

Ekteki Tablo 5.11’de Monte Carlo Simülasyon Yöntemine göre varsayımsal portföy için hesaplanan RMD’ler parasal değer olarak gösterilmektedir. Aynı şekilde Ekteki Grafik 5.21 varsayımsal portföyün RMD’lerinin parasal değerlerini göstermektedir. Ayrıca, Ekteki Tablo 5.12 modelin 50 kez çalıştırılması esnasındaki elde edilen ortalamaları, minimum ve maksimum değerleri göstermektedir.

5.2.4. Üç Temel Yöntemle Hesaplanan RMD’lerin Karşılaştırılması

Farklı güven seviyelerine göre, üç temel yöntemle bulunan bir günlük RMD rakamları, karşılaştırma amacıyla Ekteki Tablo 5.13’de gösterilmektedir.

Tablo 5.13’de Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, %93,5 güven seviyesi ve 1 günlük elde tutma süresi için RMD %1,75 olarak hesaplanırken, Varyans-Kovaryans Yöntemiyle RMD %2,06 ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle RMD %2,08 olarak hesaplanmıştır. %95 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemiyle RMD %2,01 olarak hesaplanırken, Varyans-Kovaryans Yöntemiyle RMD %2,24 ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle RMD %2,26 olarak hesaplanmıştır. %97,5 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemiyle RMD %2,52 olarak hesaplanırken, Varyans-Kovaryans Yöntemiyle RMD %2,67 ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle RMD %2,68 olarak bulunmuştur. Son olarak %99 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemiyle RMD %3,94 olarak hesaplanırken, Varyans-Kovaryans Yöntemiyle RMD %3,17 ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle RMD %3,17 olarak tespit edilmiştir.

Monte Carlo Simülasyon Yönteminin ve Varyans-Kovaryans Yönteminin sonuçları çok az bir farklılık göstermektedir. Tarihi Simülasyon Yöntemi %93,5, %95 ve %97,5 güven seviyelerinde hesaplanan RMD'leri diğer iki yönteme göre düşük gösterirken, %99 güven seviyesi için de diğer iki yöntemle hesaplanan RMD'den yüksek göstermektedir. Bu saptama Eklerdeki Grafik 5.22'de daha açık bir şekilde görülmektedir.

Sadece bu sonuçlara bakılarak hangi yöntemin gerçeği daha çok yansıttığı söylenememektedir. Hesaplanan RMD rakamlarının gerçekleşen kayıptan büyük olması arzu edilmektedir. Ancak, hangi şartlarda hangi yöntemin gerçekleşen kaybı daha iyi yakaladığı, hesaplanan RMD rakamlarının gerçekleşen kayıplarla karşılaştırılmasıyla tespit edilebilmektedir. Geriye Dönük Test (Backtesting) işlemiyle hesaplanan risk ile gerçekleşen risk karşılaştırılması yapılabilmektedir. Böylece Geriye Dönük Test (Backtesting) işlemiyle, hangi RMD yönteminin daha başarılı sonuçlar verdiği belirlenebilir.

5.3. Üç Temel Yöntemle Hesaplanan RMD'lerin Geriye Dönük Test Edilmesi

Üç temel RMD hesaplama yöntemiyle varsayımsal portföy için hesaplanan günlük RMD'ler, portföyün gerçekleşen kayıplarıyla karşılaştırılarak, geriye dönük test edilmiştir. Geriye Dönük Test (Backtesting) işlemi %95 ve %99 güven seviyesi ve değişik gözlem dönemleri için uygulanmıştır. Değişik gözlem dönemleri olarak 30 günlük, 50 günlük, 100 günlük, 150 günlük, 250 günlük, 350 günlük ve 450 günlük gözlem dönemleri seçilmiştir.

Geriye dönük test işleminde Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle RMD hesaplaması için oluşturulan model, 225 rasgele üretilmiş getirilerle 50 kez çalıştırılmıştır. Az sayıda rasgele üretilmiş getirilerle çalışılmasının nedeni ise, Microsoft Excel ortamındaki elverişsizliktir. Bu kısıtlama, çalışmanın ana fikrini etkilemediği düşünülmüştür. Daha önce 5 yıllık verileri kullanarak, farklı güven seviyelerine göre hesaplanan RMD'ler, 5000 rasgele üretilmiş getiriler oluşturulup ve modelin 50 kez çalıştırılmasıyla hesaplanmıştır. Aynı gözlem dönemi (verileri) kullanarak, fakat sadece 225 rasgele üretilmiş getiriler ve modelin 50 kez çalıştırılmasıyla

farklı güven seviyelerine göre hesaplanan RMD'ler, karşılaştırma olarak Eklerdeki Tablo 5.14 'da gösterilmiştir.

Tablo 5.14 “Ortalama” satırı karşılaştırıldığında, hesaplamaların sonucu çok yakın olduğu görülmektedir. Bu sonuç, Microsoft Excel ortamındaki elverişsizlik, çalışmanın ana fikrini etkilemediğini göstermektedir. Sadece “Minimum” ve “Maksimum” satırındaki sonuçlar aralarında karşılaştırıldığında büyük farklılıklar olduğu görülmektedir. Fakat bu çalışmada, modelin 50 kez çalıştırma sonucu elde edilen değerlerin ortalaması alındığından, bu durum çalışmayı olumsuz etkilememiştir.

Ayrıca çalışmada, Monte Carlo Simülasyonunda kullanılan özdeğer ve özvektörlerin hesaplanması için, Ekteki verilen VBA-Kodu (Excel gibi Uygulamalar için Programlama Kodu) kullanılmıştır.

Geriye dönük test işleminin analizine başlamadan önce dikkat çekilmesi istenen önemli bir nokta vardır. Çalışmada oluşturulan tüm RMD hesaplama modelleri, Kasım 2000 ve Şubat 2001 döneminde yaşanan krizlerde, sapmalar kaydetmiştir. Bu sonuç beklenen bir durum olmaktadır, nitekim RMD hesaplamaları sadece normal piyasa hareketleri için tasarlanmışlardır. Olağan dışı gelişmeler sonucu, olumsuz piyasa hareketleri RMD hesaplamalarıyla yakalanması için, stres-testi uygulanması gerekmektedir.

5.3.1. %99 Güven Seviyesi İçin Geriye Dönük Test İşlemi

Üç temel RMD hesaplama yöntemleri ve farklı gözlem dönemleri kullanılarak, %99 güven seviyesi için hesaplanan RMD'ler, varsayımsal portföyün gerçekleşen kayıplarıyla karşılaştırarak, geriye dönük test edilmiştir.

01.12.1999 tarihinden itibaren 30 günlük gözlem dönemi ve üç temel RMD hesaplama yöntemleri kullanarak, 31'inci gün için RMD hesaplanmıştır ve o günkü varsayımsal portföyün kaybıyla karşılaştırılmıştır. Eğer varsayımsal portföyün o günkü kaybı, o gün için hesaplanan RMD'den büyük ise, bir sapma kaydedilmiştir. Bir sonraki adımda, bu işlem 02.12.1999 tarihinden başlayarak, 30 günlük gözlem dönemi ve üç

temel RMD hesaplama yöntemi kullanarak 32'nci gün için yapılmıştır. Bu işlem 01.12.2005 tarihine kadar tekrarlanmıştır ve sapmalar kaydedilmiştir.

Aynı geriye dönük test işlemi sırasıyla 01.12.1999 tarihinden itibaren 50 günlük, 100 günlük, 150 günlük, 250 günlük, 350 günlük ve 450 günlük gözlem dönemi ve üç temel RMD hesaplama yöntemleri kullanarak 51'inci, 101'inci, 151'inci, 251'inci, 351'inci ve 451'inci gün için yapılmıştır. Hesaplanan RMD'ler o günkü varsayımsal portföyün kaybıyla karşılaştırılmıştır. Eğer varsayımsal portföyün, o günkü kaybı, o gün için hesaplanan RMD'den büyük ise, bir sapma kaydedilmiştir. Bir sonraki gün için aynı işlemler 02.12.1999 tarihinden başlayarak yapılmıştır ve üç temel RMD hesaplama yöntemi kullanarak 52'inci, 102'inci, 152'inci, 252'inci, 352'inci ve 452'inci gün için RMD'ler hesaplanmıştır. Bu işlem 01.12.2005 tarihine kadar tekrarlanmıştır ve sapmalar kaydedilmiştir.

Bu işlemler sonucu 01.12.1999 tarihinden başlayarak 01.12.2005 tarihine kadar:

- 30 günlük gözlem dönemi için 1462 geriye dönük test işlemi,
- 50 günlük gözlem dönemi için 1442 geriye dönük test işlemi,
- 100 günlük gözlem dönemi için 1392 geriye dönük test işlemi,
- 150 günlük gözlem dönemi için 1342 geriye dönük test işlemi,
- 250 günlük gözlem dönemi için 1242 geriye dönük test işlemi,
- 350 günlük gözlem dönemi için 1142 geriye dönük test işlemi,
- 450 günlük gözlem dönemi için 1042 geriye dönük test işlemi yapılmıştır.

Üç temel RMD hesaplama yönteminin sapmaları aralarında karşılaştırıldığında:

- 30 günlük gözlem dönemi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 59 (%4,04), Varyans-Kovaryans Yöntemi 24 (%1,64) ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 25 (%1,71) sapma,

- 50 günlük gözlem dönemi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 40 (%2,77), Varyans-Kovaryans Yöntemi 19 (%1,32) ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 20 (%1,39) sapma,
- 100 günlük gözlem dönemi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 26 (%1,87), Varyans-Kovaryans Yöntemi 19 (%1,36) ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 20 (%1,44) sapma,
- 150 günlük gözlem dönemi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 20 (%1,49), Varyans-Kovaryans Yöntemi 12 (%0,89) ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 18 (%1,34) sapma,
- 250 günlük gözlem dönemi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 12 (%0,97), Varyans-Kovaryans Yöntemi 11 (%0,89) ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 15 (%1,21) sapma,
- 350 günlük gözlem dönemi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 8 (%0,70), Varyans-Kovaryans Yöntemi 7 (%0,61) ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 9 (%0,79) sapma,
- 450 günlük gözlem dönemi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 4 (%2,78), Varyans-Kovaryans Yöntemi 4 (%0,38) ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 4 (%0,38) sapma kaydetmiştir.

Burada Tarihi Simülasyon Yöntemi 30 ve 50 günlük gözlem dönemleri için diğer yöntemlere göre iki kat ve daha büyük sapmalar kaydettiği görülmektedir. Bunun açıklaması da 30 ve 50 günlük gözlem döneminin verisi, RMD saptanması için kesinlikle yetersiz olduğundan kaynaklanmaktadır.

5.3.2. %95 Güven Seviyesi İçin Geriye Dönük Test İşlemi

Yukarıda %99 güven seviyesi için yapılan işlemin aynısı %95 güven seviyesi için yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre, üç temel RMD hesaplama yönteminin sapmaları karşılaştırıldığında:

- 30 günlük gözlem dönemi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 119 (%8,14), Varyans-Kovaryans Yöntemi 74 (%5,06) ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 74 (%5,06) sapma,
- 50 günlük gözlem dönemi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 89 (%6,17), Varyans-Kovaryans Yöntemi 65 (%4,51) ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 67 (%4,65) sapma,
- 100 günlük gözlem dönemi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 75 (%5,39), Varyans-Kovaryans Yöntemi 55 (%3,95) ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 58 (%4,17) sapma,
- 150 günlük gözlem dönemi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 70 (%5,22), Varyans-Kovaryans Yöntemi 54 (%4,02) ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 53 (%3,95) sapma,
- 250 günlük gözlem dönemi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 49 (%3,95), Varyans-Kovaryans Yöntemi 40 (%3,22) ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 42 (%3,38) sapma,
- 350 günlük gözlem dönemi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 35 (%3,06), Varyans-Kovaryans Yöntemi 28 (%2,45) ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 29 (%2,54) sapma,
- 450 günlük gözlem dönemi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 29 (%2,78), Varyans-Kovaryans Yöntemi 18 (%1,73) ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 21 (%2,02) sapma kaydetmiştir.

5.3.3. Geriye Dönük Test İşleminin Sonuçları

Yukarıda %99 ve %95 güven seviyesi ve 30 günlük, 50 günlük, 100 günlük, 150 günlük, 250 günlük, 350 günlük ve 450 günlük gözlem dönemleri için yapılan geriye dönük test işlemi sonuçları karşılaştırma amaçlı olarak Eklerdeki Tablo 5.15’de verilmiştir.

Tablodan görüldüğü gibi:

30 günlük gözlem dönemi için 1462 geriye dönük test işlemi yapılmıştır:

- %99 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 59 (%1,64) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 24 (%1,64) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 25 (%1,71) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.23-5.25).
- %95 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 119 (%8,14) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 74 (%5,06) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 74 (%5,06) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.26-5.28).

50 günlük gözlem dönemi için 1442 geriye dönük test işlemi yapılmıştır:

- %99 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 40 (%2,77) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 19 (%1,32) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 20 (%1,39) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.29-5.31).
- %95 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 89 (%6,17) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 65 (%4,51) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 67 (%4,65) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.32-5.34).

100 günlük gözlem dönemi için 1392 geriye dönük test işlemi yapılmıştır:

- %99 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 26 (%1,87) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 19 (%1,36) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 20 (%1,44) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.35-5.37).
- %95 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 75 (%5,39) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 55 (%3,95) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 58 (%4,17) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.38-5.40).

150 günlük gözlem dönemi için 1342 geriye dönük test işlemi yapılmıştır:

- %99 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 20 (%1,49) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 16 (%1,19) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 18 (%1,34) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.41-5.43).
- %95 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 70 (%5,22) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 52 (%4,02) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 53 (%3,95) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.44-5.46).

250 günlük gözlem dönemi için 1242 geriye dönük test işlemi yapılmıştır:

- %99 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 12 (%0,97) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 11 (%0,89) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 15 (%1,21) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.47-5.49).
- %95 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 49 (%3,95) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 40 (%3,22) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 42 (%1,21) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.50-5.52).

350 günlük gözlem dönemi için 1142 geriye dönük test işlemi yapılmıştır:

- %99 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 8 (%0,70) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 7 (%0,61) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 9 (%0,79) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.53-5.55).
- %95 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 35 (%3,06) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 28 (%2,45) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 29 (%2,54) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.56-5.58).

450 günlük gözlem dönemi için 1042 geriye dönük test işlemi yapılmıştır:

- %99 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 4 (%0,38) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 4 (%0,38) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 4 (%0,38) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.69-5.61).

- %95 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 29 (%2,78) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 18 (%1,73) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 21 (%2,02) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.62-5.64).

İstatistiki hatalar (tip 1 hata ve tip 2 hata) göz ardı edilirse %99 güven seviyesi için %1 sapma ve %95 güven seviyesi için %5 sapma beklenmektedir. Bu sapmalar normal piyasa koşullarında geçerlidir. Beklenmedik ani olaylar, ABD’de yaşanan 11 Eylül terör saldırısı, Türkiye’de 1999 yılındaki deprem veya ani ekonomik krizler gibi felaketlerin yaşandığı dönemlerde RMD hesaplamalarından başarı beklenmemektedir. Bu gibi olaylarda RMD yöntemlerinin kısıtları ancak stres-testleriyle giderilebilmektedir.

Bu bölümde yapılan geriye dönük test işlemi, aynı gözlem dönemi için üç temel RMD hesaplama yöntemi arasında karşılaştırmaya el vermesine rağmen, en iyi gözlem dönemi seçimi konusunda yeterli olmamaktadır. Bunun sebebi ise 100 günlük gözlem dönemi için geriye dönük test işlemi 05.05.2000 tarihinden başladığı için hem Kasım Krizini hem de Şubat Krizini kapsamaktadır. Buna karşın 450 günlük gözlem dönemi için bu durum farklıdır. Burada geriye dönük test işlemi 01.10.2001 tarihinden başlamasından dolayı iki büyük kriz de geriye dönük test işlemine dahil olmamaktadır.

Bu durumu gidermek için farklı güven seviyeleri ve farklı gözlem dönemleri, fakat aynı geriye dönük test dönemi için, 29.11.2001 – 01.12.2005 tarihleri arası 1000 günden oluşan homojen bir geriye dönük test işlemi yapılmıştır.

5.4. 1000 Günlük Geriye Dönük Test İşlemi ve Basel Kriterleri

Üç temel RMD hesaplama yöntemleriyle en iyi gözlem dönemi saptamak için, aynı dönem için geriye dönük test işlemi farklı gözlem dönemleri kullanarak yapılması gerekmektedir. Bu işlem 30 günlük, 50 günlük, 100 günlük, 150 günlük, 250 günlük, 350 günlük ve 450 günlük gözlem dönemleri kullanarak, %95 ve %99 güven seviyeleri için, 29.11.2001 – 01.12.2005 tarihleri arası, 1000 gün için yapılmıştır ve sonuçlar Basel kriterleri göz önünde bulundurularak yorumlanmıştır. Sonuçlar Eklerdeki Tablo 5.16’da verilmektedir.

Tablodan da görüldüğü gibi:

30 günlük gözlem dönemi;

- %99 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 37 (%3,70) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 12 (%1,20) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 13 (%1,30) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.65-5.67).
- %95 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 78 (%7,80) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 47 (%4,70) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 47 (%4,70) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.68-5.70).

50 günlük gözlem dönemi:

- %99 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 26 (%2,60) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 11 (%1,10) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 12 (%1,20) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.71-5.73).
- %95 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 64 (%6,40) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 44 (%4,40) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 46 (%4,60) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.74-5.76).

100 günlük gözlem dönemi:

- %99 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 18 (%1,80) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 11 (%1,10) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 12 (%1,20) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.77-5.79).
- %95 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 55 (%5,50) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 41 (%4,10) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 44 (%4,40) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.80-5.82).

150 günlük gözlem dönemi:

- %99 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 12 (%1,20) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 8 (%0,80) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 10 (%1,00) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.83-5.85).
- %95 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 52 (%5,20) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 39 (%3,90) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 39 (%3,90) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.86-5.88).

250 günlük gözlem dönemi:

- %99 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 6 (%0,60) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 6 (%0,60) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 10 (%1,00) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.89-5.91).
- %95 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 36 (%3,60) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 31 (%3,10) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 31 (%3,10) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.92-5.94).

350 günlük gözlem dönemi:

- %99 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 5 (%0,50) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 4 (%0,40) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 6 (%0,60) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.95-5.97).
- %95 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 30 (%3,00) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 24 (%2,40) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 25 (%2,50) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.98-5.100).

450 günlük gözlem dönemi:

- %99 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 4 (%0,40) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 4 (%0,40) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 4 (%0,40) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.101-5.103).

- %95 güven seviyesi için Tarihi Simülasyon Yöntemi 29 (%2,90) sapma, Varyans-Kovaryans Yöntemi 18 (%1,80) sapma ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 21 (%2,10) sapma kaydetmiştir (Ekteki Grafik 5.104-5.106).

Basel Kriterlerine göre, modelde kaydedilen sapmaların olasılıkların kümülatif toplamı %95 veya üzeri olduğu yerde “sarı bölge” başlamaktadır ve sapmaların kümülatif toplamı %99,99 veya üzere olduğu yerde ise “kırmızı bölge” başlamaktadır. Çalışmada elde edilen sonuçların, bu bölgelere göre yorumlanması için, 1000 günlük geriye dönük test işlemi için kabul edilen sapmaların sınırlarının bilinmesi gerekir.

Bu sapmaların sınırları 1000 gün için hesaplandığında:

- Ekteki Tablo 5.17’de görüldüğü gibi %99 güven seviyesi için, 0–14 (14 sapmada %91,759 kümülatif toplam) arası sapmalar yeşil bölgede, 15–23 (15 sapmada %95,213 kümülatif toplam) sapma arası sarı bölgede, 24 (24 sapmada %99,996 kümülatif toplam) ve üzeri sapmalar ise kırmızı bölgede yer almaktadır.
- Ekteki Tablo 5.17’de görüldüğü için %95 güven seviyesi için 0–61 (61 sapmada %94,889 kümülatif toplam) arası sapmalar yeşil bölgede, 61-76 (15 sapmada %99,984 kümülatif toplam) sapma arası sarı bölgede, 77 (77 sapmada %99,990 kümülatif toplam) ve üzeri sapmalar ise kırmızı bölgede yer almaktadır.

Eklerdeki Tablo 5.18 sapmaların bölgelere göre sınırlarını vermektedir. Bu tablodaki sonuçlar Tablo 5.16’da verilen sapmalarla karşılaştırılmaktadır. Buna göre, %99 güven seviyesinde (tüm gözlem dönemleri için), Varyans-Kovaryans Yöntemi ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi sapma sayıları (gün olarak) “yeşil bölgede” yer almaktadır. Tarihi Simülasyon Yöntemiyle 30 günlük ve 50 günlük gözlem dönemi için elde edilen sapma sayıları “kırmızı bölgede” yer almaktadır. 100 günlük gözlem dönemi için elde edilen sonuç “sarı bölgede” yer alırken diğer gözlem dönemleriyle elde edilen sapma sayıları “yeşil bölgede” yer almaktadır.

%95 Güven seviyesi için Varyans-Kovaryans Yöntemi ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi için bütün gözlem dönemleriyle elde edilen sonuçlar “yeşil bölgede” yer almaktadırlar. Tarihi Simülasyon Yöntemiyle 30 günlük dönem için elde edilen sonuç “kırmızı bölgede” yer alırken, 50 günlük dönem için elde edilen sonuç “sarı bölgede” yer almaktadır. 100 ve üzeri günlük gözlem dönemleri için elde edilen sonuçlar “yeşil bölgede” yer almaktadır.

Bankalar asgari sermaye tutma zorunluluğu açısından RMD’nin yeşil bölgede yer almasını istemesine rağmen, çok düşük düzeyde sapmaları da istememektedirler. Bunun sebebi ise, yüksek bir RMD, yüksek bir sermaye tutma zorunluluğuna neden olmaktadır. Bu durumdan dolayı genelde bankalar, 1000 günlük bir geriye dönük test işlemi sonucunda, %99 güven seviyesi için 6 sapmadan az ve %95 güven seviyesi için 39 sapmadan az sapmayı istememektedirler (Best, 1998:89).

Bu açıdan Ekteki Tablo 5.19’da gösterilen sonuçlar değerlendirildiğinde:

- Tarihi Simülasyon Yöntemi %99 güven seviyesi için 350 günlük (5 sapma) ve 450 günlük (4 sapma) gözlem dönemleri için istenenin altında bir sapmayla, daha yüksek bir sermaye taşımasına sebebiyet vermektedir.
- Tarihi Simülasyon Yöntemi %95 güven seviyesi için 250 günlük (36 sapma), 350 günlük (30 sapma) ve 450 günlük (29 sapma) gözlem dönemleri için istenenin altında bir sapmayla, daha yüksek bir sermaye taşımasına sebebiyet vermektedir.
- Varyans-Kovaryans Yöntemi %99 güven seviyesi için 350 günlük (4 sapma) ve 450 günlük (4 sapma) gözlem dönemleri için istenenin altında bir sapmayla, daha yüksek bir sermaye taşımasına sebebiyet vermektedir.
- Varyans-Kovaryans Yöntemi %95 güven seviyesi için 250 günlük (31 sapma), 350 günlük (24 sapma) ve 450 günlük (18 sapma) gözlem dönemleri için istenenin altında bir sapmayla, daha yüksek bir sermaye taşımasına sebebiyet vermektedir.

- Monte Carlo Simülasyon Yöntemi %99 güven seviyesi için 450 günlük (4 sapma) gözlem dönemi için istenenin altında bir sapmayla, daha yüksek bir sermaye taşımaya sebebiyet vermektedir.
- Monte Carlo Simülasyon Yöntemi %95 güven seviyesi için 250 günlük (31 sapma), 350 günlük (25 sapma) ve 450 günlük (21 sapma) gözlem dönemleri için istenenin altında bir sapmayla, daha yüksek bir sermaye taşımaya sebebiyet vermektedir.

1000 günlük geriye dönük test işlemi sonuçları ile uygulamada istenilen sapmaların üst ve alt (%99 güven seviyesi için 6-14 sapma ve %95 güven seviyesi için 36-61 sapma) sınırları da göz önünde bulundurarak yorumlanırsa, en uygun gözlem dönemi saptanabilmektedir. Eklerdeki Tablo 5.19'da RMD hesaplama yöntemlerinde sapmaların istenen üst ve alt sınırları içersinde kalması için, uygun gözlem dönemleri görülmektedir. Buradan:

%99 güven seviyesi için;

- Tarihi Simülasyon Yöntemi için 150 günlük (12 sapma) ve 250 günlük (6 sapma) gözlem dönemi,
- Varyans-Kovaryans Yöntemi için 30 günlük (12 sapma), 50 günlük (11 sapma), 100 günlük (11 sapma) ve 150 günlük (9 sapma) gözlem dönemi,
- Monte Carlo Simülasyon Yöntemi için 30 günlük (13 sapma), 50 günlük (12 sapma), 100 günlük (12 sapma), 150 günlük (10 sapma), 250 günlük (10 sapma)ve 350 günlük (6 sapma) gözlem dönemi uygun görülmektedir.

%95 güven seviyesi için;

- Tarihi Simülasyon Yöntemi için 100 günlük (55 sapma) ve 150 günlük (52 sapma) gözlem dönemi,
- Varyans-Kovaryans Yöntemi için 30 günlük (47 sapma), 50 günlük (44 sapma), 100 günlük (41 sapma) ve 150 günlük (40 sapma) gözlem dönemi,

- Monte Carlo Simülasyon Yöntemi için 30 günlük (47 sapma), 50 günlük (46 sapma), 100 günlük (44 sapma) ve 150 günlük (39 sapma) gözlem dönemi uygun görülmektedir.

6. BÖLÜM

SONUÇ

1990'lı yıllarda yaşanan olumsuz risk yönetimi örneklerinin tekrar yaşanmaması için yapılan çalışmalar sonucu Riske Maruz Değer (RMD) hesaplamaları uygulanmaya başlanmıştır. JP Morgan'nın Riskmetrics'i bu süreçte en büyük gelişme olarak, RMD hesaplamalarını ilgili taraflara uygulanabilir hale getirmiştir. Özellikle finansal piyasalarda istikrar ve güveni sağlamak amacıyla, yasa yapıcılar, piyasaların denetim ve gözetimini daha etkin yapabilmek için RMD hesaplamalara ilgi duymaktadırlar. Farklı RMD hesaplama yöntemlerinin geliştirilmesi, hangi yöntemin daha başarılı olduğunu tartışılmaya başlatmıştır. Bugüne dek bu tartışma sonuçlanmamıştır.

Hangi yöntemin Türkiye piyasası için daha uygun olacağını test etmek için, üç temel RMD hesaplama yöntemleri (Tarihi Simülasyon Yöntemi, Varyans-Kovaryans Yöntemi ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi) kurulan varsayımsal bir portföy üzerinde test edilmiştir.

Çalışmanın ilk adımında, üç temel RMD hesaplama yöntemleri karşılaştırılmıştır. Üç temel RMD hesaplama yöntemini kullanarak, İMKB Ulusal 100 Endeksi, Altın ve Dolar kurundan oluşan varsayımsal bir portföy için günlük RMD'ler hesaplanıp, sonuçlar yöntemler arası karşılaştırılmıştır.

İkinci adımda, üç temel RMD hesaplama yöntemlerinin performansı hakkında fikir edinebilmek için Geriye dönük test işlemi (Backtesting) uygulanmıştır. Geriye dönük test işleminde 30, 50, 100, 150, 250, 350 ve 450 günlük gözlem dönemleri kullanarak ve ayrı ayrı %95 ve %99 güven seviyeleri için RMD hesaplamaları yapıp, sonuçlar gerçekleşen fiyat hareketleriyle karşılaştırılmıştır.

Üçüncü adımda ise, kullanılan farklı gözlem dönemleri için bir değerlendirme yapabilmek için, farklı gözlem dönemleri kullanılarak yapılan RMD hesaplamalarının

sonuçları homojen (1000 günlük) bir Geriye dönük test işlemi (Backtesting) dönemi için (29.11.2001 – 01.12.2005 tarihler arası) yapılmıştır. Böylece kullanılan gözlem dönemleri açısından yöntemler arası bir karşılaştırma yapılmıştır.

Son olarak üç temel RMD hesaplama yöntemlerinin Basel Kriterlerine ve Bankalar tarafından tayin edilen kriterlere göre değerlendirilmiştir ve üç temel RMD hesaplama yöntemleri için en uygun gözlem dönemleri saptanmıştır.

Varyans-Kovaryans ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemleriyle hesaplanan RMD'ler, tüm farklı gözlem dönemleri için Basel Kriterlerine göre başarılı olmuştur. Tarihi Simülasyon Yöntemiyle 30 günlük ve 50 günlük gözlem dönemleriyle elde edilen sonuçlar beklendiği gibi Basel Kriterlerine göre yetersiz olmuştur. Ayrıca Tarihi Simülasyon Yöntemiyle 100 günlük gözlem dönemini kullanılarak yapılan RMD hesaplaması yetersiz bir sonuç vermesine rağmen kullanılabilir bir gözlem dönemi olduğu görülmüştür.

Gözlem dönemi uzadıkça RMD hesaplama yöntemlerinin başarısı arttığı görülmüştür. Özellikle Basel Kriterlerine göre öngörülen asgari 250 günlük gözlem döneminin uygun bir dönem olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada kullanılan varsayımsal portföy, opsiyon sözleşmelerinde olduğu gibi doğrusal olmayan varlıklar içermemiştir. RMD hesaplama yöntemlerinin performansı bu tür varlıklarda değiştiği bilinmektedir. Bu durumdan dolayı, RMD hesaplama yöntemlerinin karşılaştırması için yapılacak çalışmalarda, opsiyon ve opsiyon benzeri varlıkların da portföyde bulundurulması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Alexander, Carol O. ve C.T. Leigh; 1997, “On the Covariance Matrices Used in Value at Risk Models,” *Journal of Derivatives* 4, No. 3, ss.50–62.
- Alexander, Carol O.; 1996, “Estimating and Forecasting Volatility and Correlation: Methods and Applications,” *Financial Derivatives and Risk Management*, No.7, September.
- Anton, Howard; 1994, *Elementary Linear Algebra*, 7th ed., John Wiley & Sons Inc., USA.
- Aydın, Kazım; 2002, “Riske Maruz Değer Hesaplamalarında EWMA ve GARCH Metotlarının Kullanılması: İMKB-30 Endeks Uygulaması,” (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi S.B.E., Zonguldak.
- Basler Ausschuss für Bankenaufsicht; Ocak 1996, Aufsichtliches Rahmenkonzept für Backtesting (Rückvergleriche) bei der Berechnung des Eigenkapitals zur Unterlegung des Marktrisikos mit Bankeigenen Modellen; Basel.
- Basel Committee on Banking Supervision; 2005, International Convergence of Capital Measurement and Capital Standarts, Basel.
- Beder, Tanya Styblo; 1995, “VAR: Seductive but Dangerous,” *Financial Analysts Journal*, September/October, <http://gloriamundi.org/picsresources/sbd.pdf>, 19.12.2005.
- Beder, Tanya Stylor, 1996, “Report Card on Value at Risk: High Potential but Slow Starter,” *Bank Accounting & Finance*, Sonbahar, <http://gloriamundi.org/picsresources/tbrc.pdf>,
- Benninga, Simon; 1997, *Financial Modelling*, The MIT Pres, London.
- Best, Philip; 1999, *Implementing Value at Risk*, John Wiley and Sons Inc., London.
- Bolgün, Evren ve Barış Akçay; 2003, *Risk Yönetimi*, Scala Yayıncılık ve Tanıtım A.Ş., İstanbul.
- Boudoukh, J., M. Richardson ve R.F. Whitelaw; 1997, “Investigation of a Class of Volatility Estimators,” *Journal of Derivatives* 4, No. 3, ss.62-89.
- Brigham, Eugene F. ve Joel F. Houston; 1998, *Fundamentals of Financial Management*, The Dryden Pres, Orlando.
- Butler, J.S. ve Barry Schachter; 1998, “Improving Value-at-Risk Estimates by Combining Kernel Estimation with Historical Simulation,” *Review of Derivates Research*, January, ss.371-390.

- Buttler, Cormac; 1999, *Mastering Value at Risk*, Financial Times Management, London.
- Ceylan, Ali ve Turhan Korkmaz; 2004, *Sermaye Piyasası ve Menkul Değerler Analizi*, İkinci Baskı, Etkin Kitabevi, Bursa.
- Crnkovic, C. ve J. Drachman; 1996, "Quality Control," *Risk*, No. 9, September, ss.138–143.
- Danielson, Jon ve Casper G. de Vries; 1997, "Extreme Returns, Tail Estimation, and Value-at-Risk," Institute of Economic Studies, University of Iceland, working paper.
- Duffie, D. ve J. Pan; 1997, "An Overview of Value at Risk," *Journal of Derivatives* 4, No. 3, ss.7–49.
- Fettahoğlu, Abdurrahman; 2003, *Menkul Değerler Yönetimi*, İstanbul.
- Barone-Adesi, Giovanni, Kostas Giannopoulos; 2001, "Nonparametric VaR Techniques: Myths and Realities," *Economic Notes*, June, ss.167-181.
- Barone-Adesi, Giovanni, Kostas Giannopoulos ve Les Vosper; 2002, "Backtesting Derivative Portfolios with FHS," *European Financial Management*, January, ss.31-58.
- Hendricks, Darryll; 1996, "Evaluation of Value-at-Risk Models Using Historical Data," *Economic Policy Review*, Federal Reserve Bank of New York, April, ss.39-69.
- Hendricks, Darryll ve Beverly Hirtle; 1997, "Bank Capital Requirements for Market Risk: The Internal Models Approach," *Economic Policy Review*, December, ss.1-12.
- Hull, John ve Alan White; 1998, "Incorporating Volatility Updating Into The Historical Simulation Method For Value at Risk," *Journal of Risk*, Fall.
- Jordan, James ve Robert Mackay; 1997, "Assessing Value at Risk for Equity Portfolios: Implementing Alternative Techniques," *Derivatives Handbook: Risk Management and Control*, Robert J. Schwartz (Editor), Clifford W. Smith (Editor), John Wiley & Sons Inc., USA.
- Jorion, Philippe; 1997, *Value at Risk*; McGraw-Hill, USA.
- Jorion, Philippe; 2002, "Fallacies about the Effects of Market Risk Management Systems," *Financial Stability Review*, December, s.115-127.
- Karan, Mehmet Baha; 2001, *Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi*, Gazi Kitabevi, Ankara.

- Korkmaz, Turhan; 2001, “Kriz Dönemlerinde Piyasa Riski (Value at Risk) Hesaplaması ve İMKB-30 Portföyü Uygulaması,” *V. Türkiye Finans Eğitimi Sempozyumu*, Bandırma 08-11 Kasım 2001.
- Korkmaz, Turhan ve Mehmet Pekkaya; 2005, *Excel Uygulamalı Finans Matematiği*, Etkin Kitabevi, Bursa.
- Kupiec, Paul; 1995, “Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models,” *Journal of Derivatives* 3, No. 2, Winter, ss.73–84.
- Küçüközmen, C. Coşkun, 1999, “Bankacılıkta Risk Yönetimi ve Sermaye Yeterliliği: Value at Risk Uygulamaları,” *İşletme ve Finans*, Mart, <http://gloriamundi.org/picsresources/valrisk.pdf>, 20.12.2005.
- Linsmeier Thomas J. ve Neil D. Pearson, 1996, “Risk Measurement: An Introduction to Value at Risk,” <http://gloriamundi.org/picsresources/LandP.pdf>, 20.12.2005.
- Linsmeier, Thomas J. ve Neil D. Pearson; 1997a, “FX: Managing Global Currency Risk”, *Risk Measurement*, ed.Gary Klopfenstein, Glenlake Publishing Co.
- Lopez, Jose A., 1997, “Regulatory Evaluation of Value-at-Risk Models,” Federal Reserve Bank of New York, working paper.
- Mahoney, James P.; 1996, “Forecast Biases in Value-at-Risk Estimations: Evidence from Foreign Exchange and Global Equity Portfolios,” *Central Bank Research Conference*, January, ss.199-217. <http://www.gloriamundi.org/picsresources/jmvar.pdf>, 22.12.2005.
- Marshall, Chris ve Michael Siegel, 1997, Value at Risk: Implementing a Risk Measurement Standard,” *Journal of Derivatives* 4, No. 3, ss.91-111.
- Ömerci, Ceyda; 1998, “Value at Risk: An Application On The Istanbul Stock Exchange,” (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Boğaziçi Üniversitesi S.B.E., İstanbul.
- Pacific Exchange Rate Service, <http://fx.sauder.ubc.ca/data.html>, 02.12.2005.
- Pekkaya, Mehmet; 2002, “Kriz Dönemlerinde Hisse Senedi Portföylerin Riske Maruz Değerlerinin Hesaplanması: İMKB-30 Uygulaması,” (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi S.B.E., Zonguldak.
- Penza, Pietro ve Vipul K. Banzal; 2001, *Measuring Market Risk with Value at Risk*, John Wiley & Sons Inc.,USA.
- Pritzker, Mathew; 1996, “Evaluating Value at Risk Methodologies: Accuracy versus Computational Time”, Board of Governors of the Federal Reserve System, working paper.
- Riskmetrics Group (www.riskmetrics.com); 1999, *Risk Management – A Practical Guide*, August.

- RiskMetrics; 1996, Technical Document, 4th ed., J.P.Morgan/Reuters, New York.
- Robinson, Gary; 1996, "More Haste, Less Precision," *Risk*, No. 9, September, ss.117-121.
- Simons, Katerina; 1996, "Value at Risk – New Approaches to Risk Management," *New England Economic Review* September/October, ss.3-13.
- Simthson, Charles ve Neil Pearson, 2000, "VaR: The Current State of Play," *Risk*, October, http://www.rutterassociates.com/pdf/VaRThe_Current_State_of_Play.pdf, 20.12.2005.
- Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası, <http://213.139.239.14/fame/webfactory/evdpw/rpt/25512.csv>, 02.12.2005.
- Uysal, H. Özge; 1999, "Piyasa Riskinin Tespitinde Kullanılan Riskteki Değer (Value At Risk) Yöntemi," SPK Aracılık Faaliyet Dairesi, Yeterlilik Etüdü, Nisan, Ankara.
- Ünlü, Yetkin; 1999, "A Study on "Value At Risk" as a Riskmanagement Tool," (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi S.B.E., İstanbul.
- Vlaar, Peter J.G.; 2000, "Value at risk models for Dutch bond portfolios," *Journal of Banking and Finance*, January, s.1131-1154.
- Zangari, Peter; 1996, "A VaR Methodology for Portfolios that Include Options," *RiskMetrics™ Monitor*, First Quarter, ss.4–12.

EKLER

Tablo 5.1: Açıklayıcı İstatistikî Bilgiler

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Değişim K.S.	Sivrilik	Basıklık
İMKB Ulusal 100	1492	-,1998	,1777	9,86059E-04	2,93814E-02	29,75	,129	5,323
Altın	1492	-,0890	,2484	1,01501E-03	1,76353E-02	17,36	3,078	38,346
Dolar	1492	-,0984	,2414	6,48056E-04	1,46103E-02	22,58	4,703	70,512
Portföy	1492	-,0718	,1853	9,29357E-04	1,36265E-02	14,64	2,230	28,817

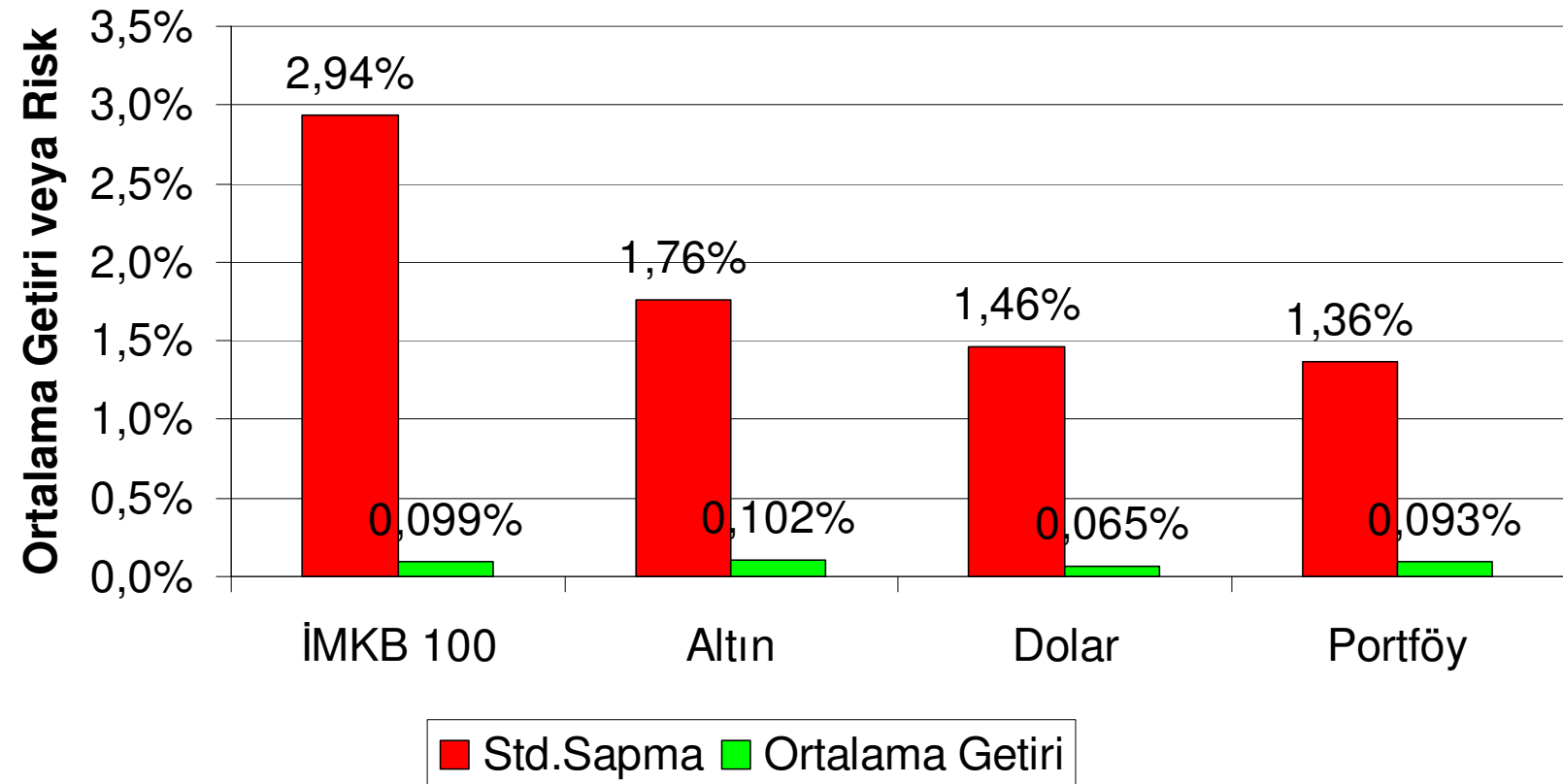
Tablo 5.2: Şubat Krizinde Üç Varlığın ve Portföyün Performansı

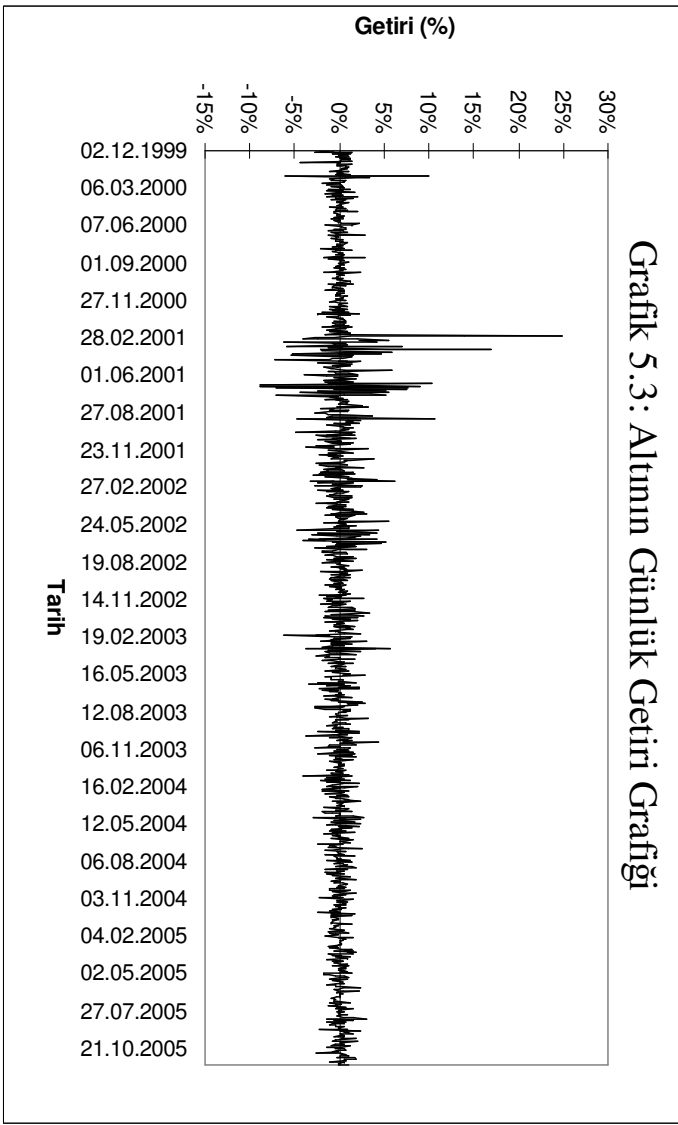
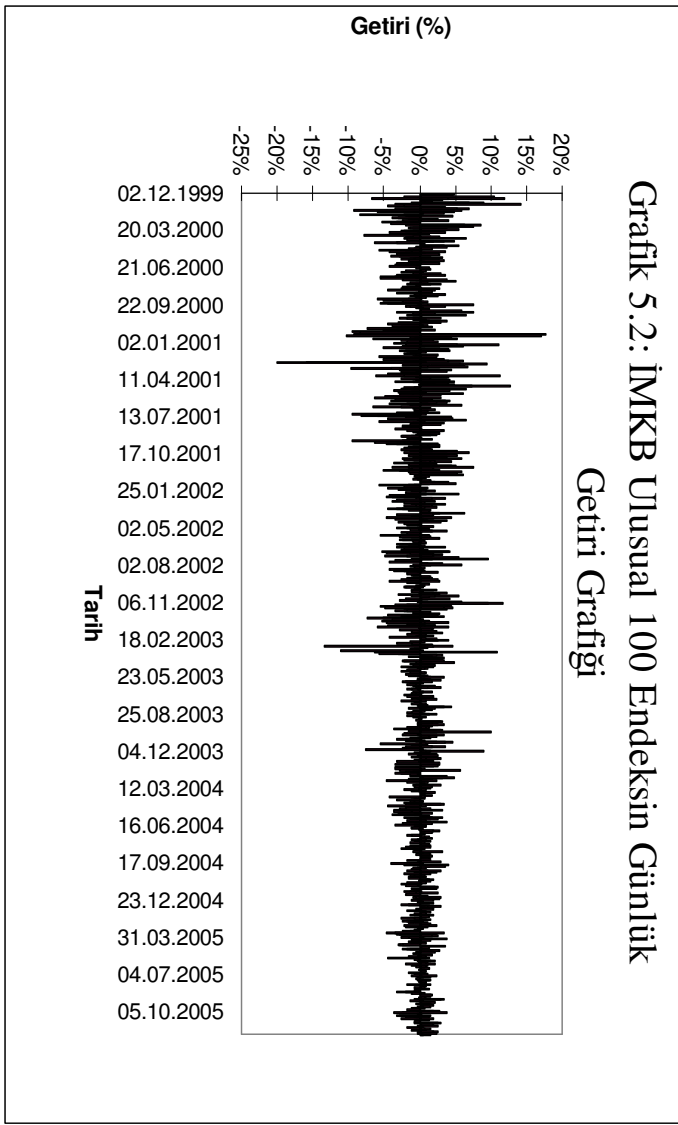
Tarih	İMKB Ulusal 100	Altın	Dolar	Portföy
21.02.2001	-19,98%	1,44%	1,18%	-7,18%
22.02.2001	9,43%	24,84%	24,14%	18,53%
23.02.2001	5,60%	13,95%	13,29%	10,48%
26.02.2001	6,22%	1,28%	0,40%	3,08%
Toplam	1,27%	41,51%	39,01%	24,91%

Tablo 5.3: Finansal Varlıkların Kar / Zarar Sıralamaları (Profit&Loss - P&L)

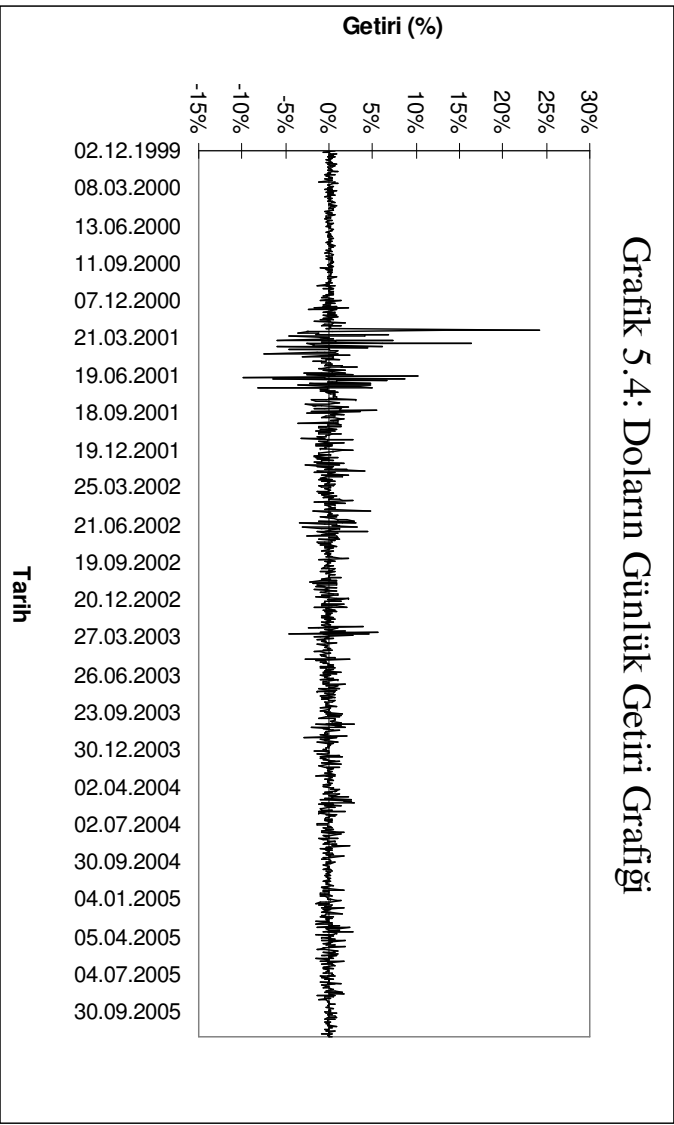
İMKB 100		Altın		Dolar		Portföy	
21.02.01	-19,98%	28.06.01	-8,90%	22.06.01	-9,84%	21.02.01	-7,18%
19.02.01	-15,80%	22.06.01	-8,83%	18.07.01	-8,19%	19.02.01	-6,32%
03.03.03	-13,34%	27.04.01	-7,29%	27.04.01	-7,57%	13.09.01	-6,06%
17.03.03	-11,18%	02.07.01	-7,08%	28.06.01	-6,54%	22.06.01	-5,88%
07.12.00	-10,37%	18.07.01	-7,07%	26.03.01	-5,99%	28.06.01	-5,16%
12.03.01	-9,55%	16.03.01	-6,22%	11.04.01	-5,94%	17.04.01	-4,51%
28.11.00	-9,44%	17.02.03	-6,20%	16.03.01	-4,67%	07.12.00	-4,08%
06.07.01	-9,44%	08.02.00	-6,11%	17.04.01	-4,62%	28.11.00	-3,89%
13.09.01	-9,35%	26.03.01	-5,97%	18.03.03	-4,52%	18.06.01	-3,81%
01.12.00	-9,21%	17.04.01	-5,48%	12.07.01	-3,56%	26.03.01	-3,75%
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
10.12.99	10,38%	27.03.01	6,92%	09.04.01	6,09%	13.12.99	4,70%
18.03.03	10,96%	03.07.01	7,55%	02.04.01	6,16%	10.12.99	4,73%
04.01.01	10,98%	29.06.01	7,70%	29.06.01	6,60%	29.06.01	4,83%
30.03.01	11,38%	27.06.01	8,92%	13.03.01	6,75%	27.06.01	5,77%
07.11.02	11,79%	07.02.00	9,96%	27.03.01	7,41%	06.12.00	6,57%
13.12.99	11,86%	21.06.01	10,30%	27.06.01	8,74%	21.06.01	6,75%
27.04.01	12,69%	11.09.01	10,71%	21.06.01	10,18%	05.12.00	7,29%
04.01.00	14,10%	23.02.01	13,95%	23.02.01	13,29%	03.04.01	9,83%
06.12.00	17,09%	03.04.01	16,99%	03.04.01	16,41%	23.02.01	10,48%
05.12.00	17,77%	22.02.01	24,84%	22.02.01	24,14%	22.02.01	18,53%

Grafik 5.1: Yatırım Araçlarının Ortalama Getirisi ve Riski (01.12.1999 - 01.12.2005)

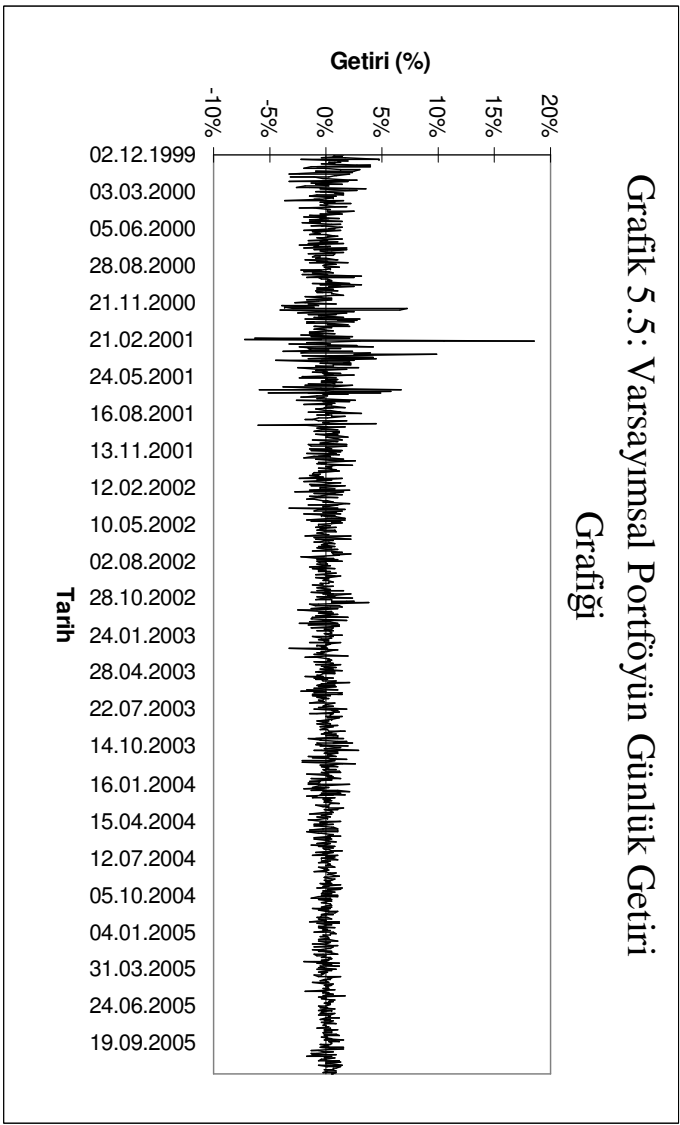




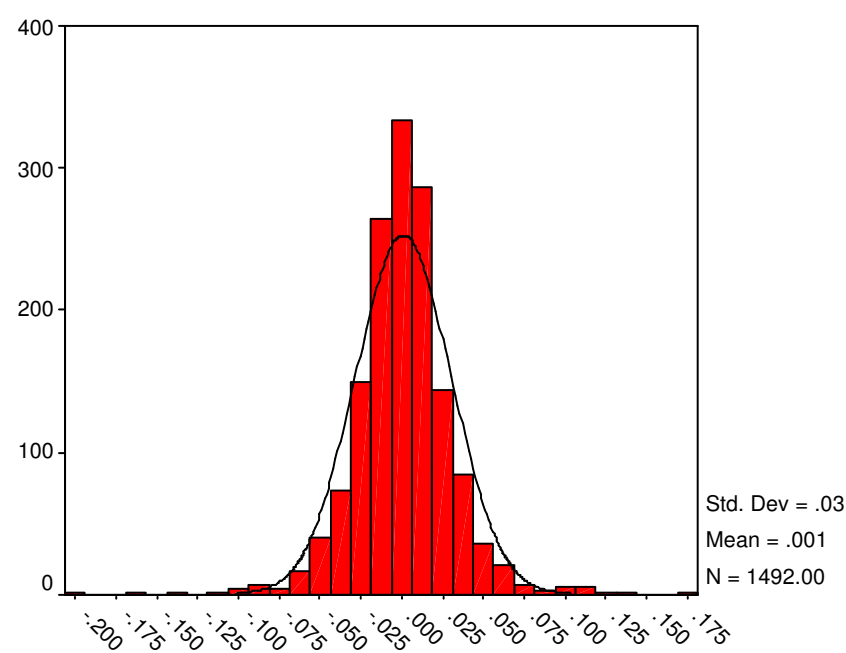
Grafik 5.4: Dolarn Günlük Getiri Grafiği



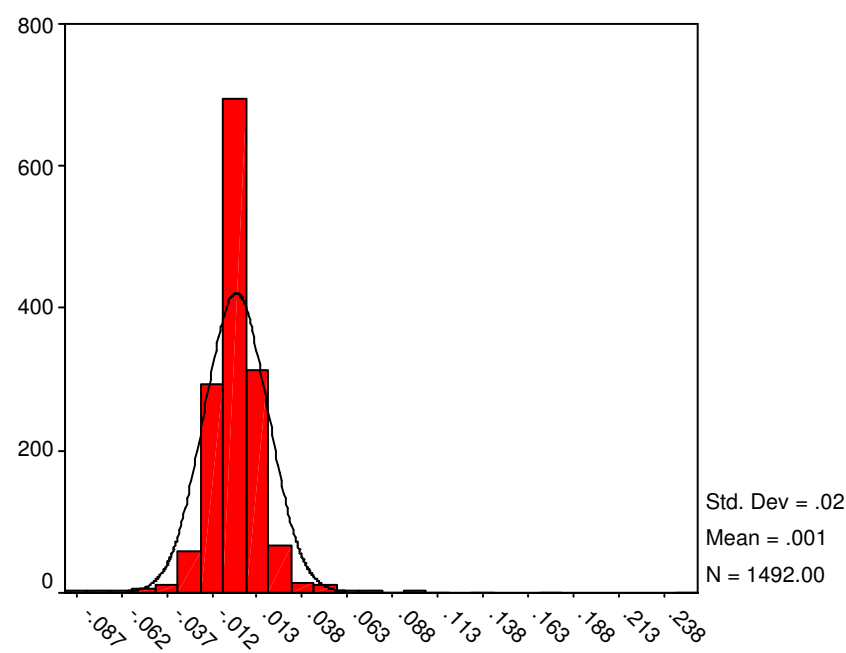
Grafik 5.5: Varsaymsal Portföyün Günlük Getiri Grafiği



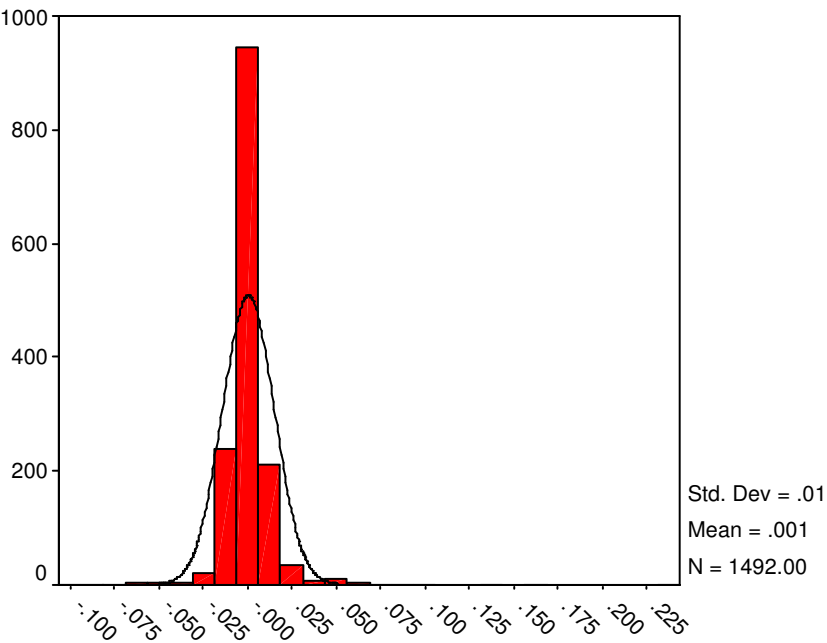
Grafik 5.6: İMKB Ulusal 100 Endeksi Getirisinin Histogram Grafiği



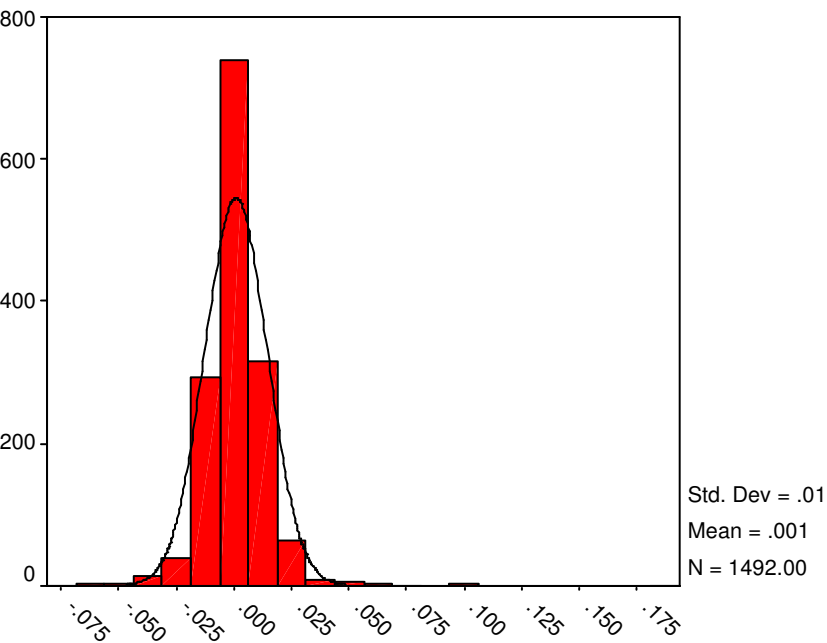
Grafik 5.7: Altın Getirisinin Histogram Grafiği

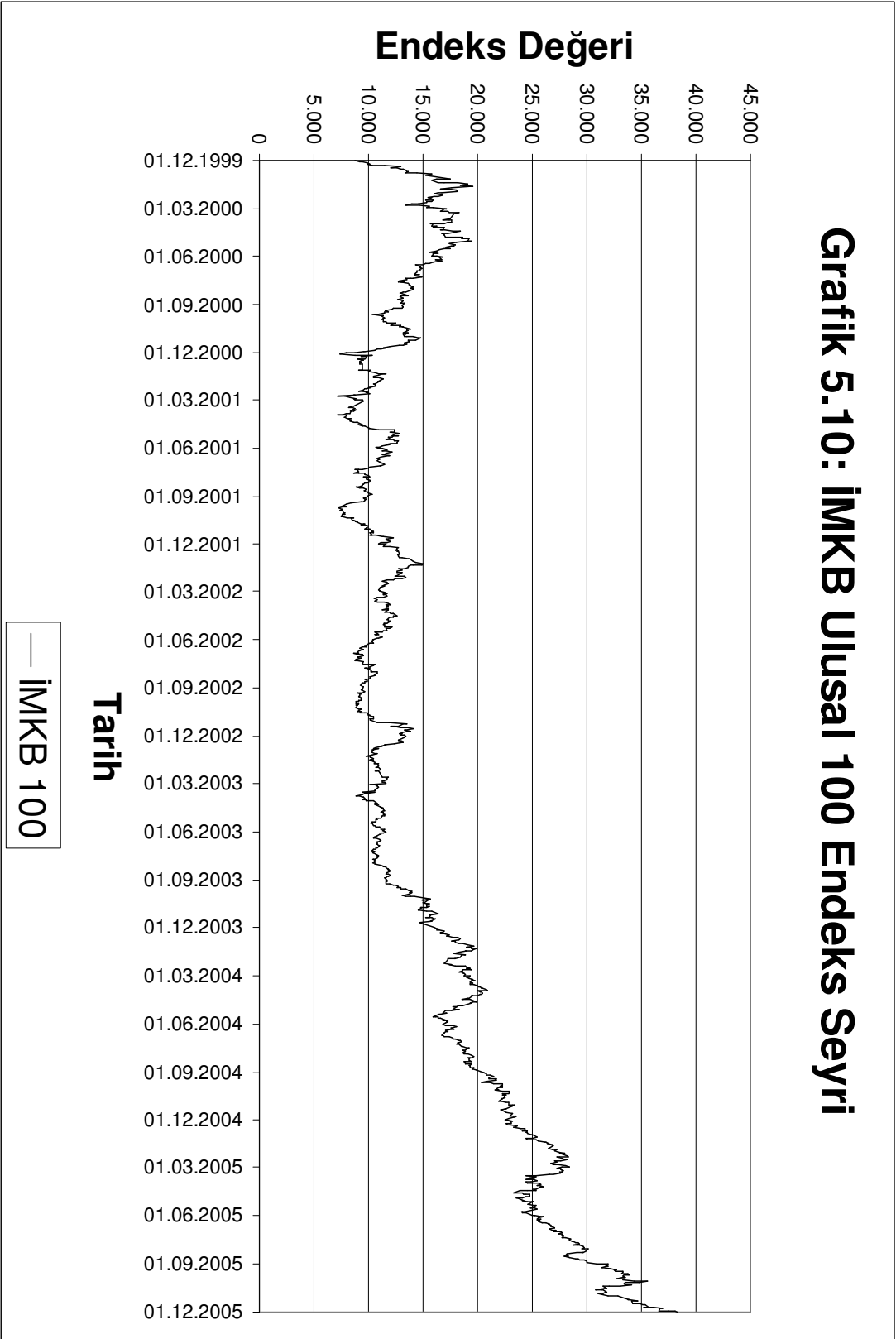


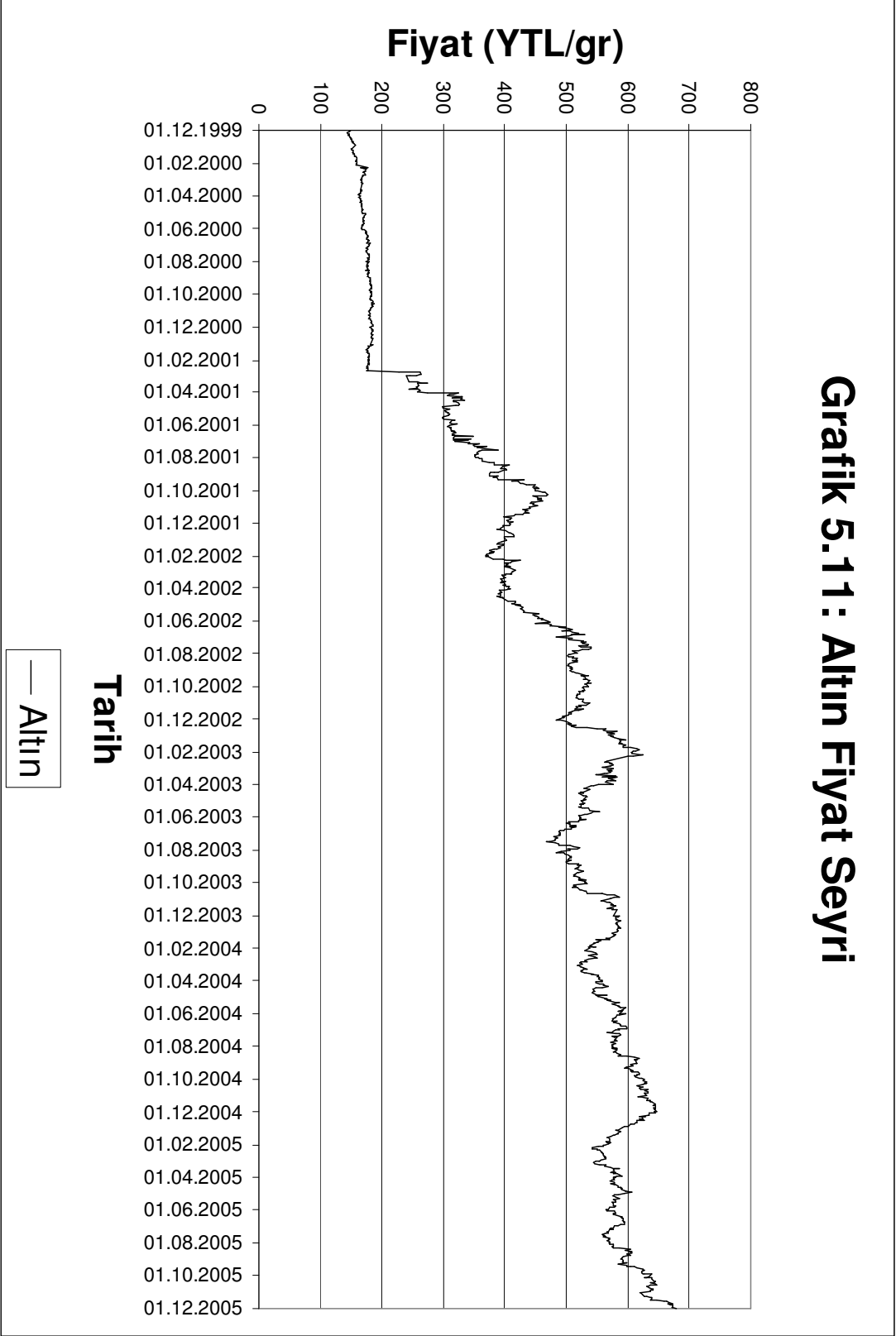
Grafik 5.8: Dolar Getirisinin Histogram Grafiği



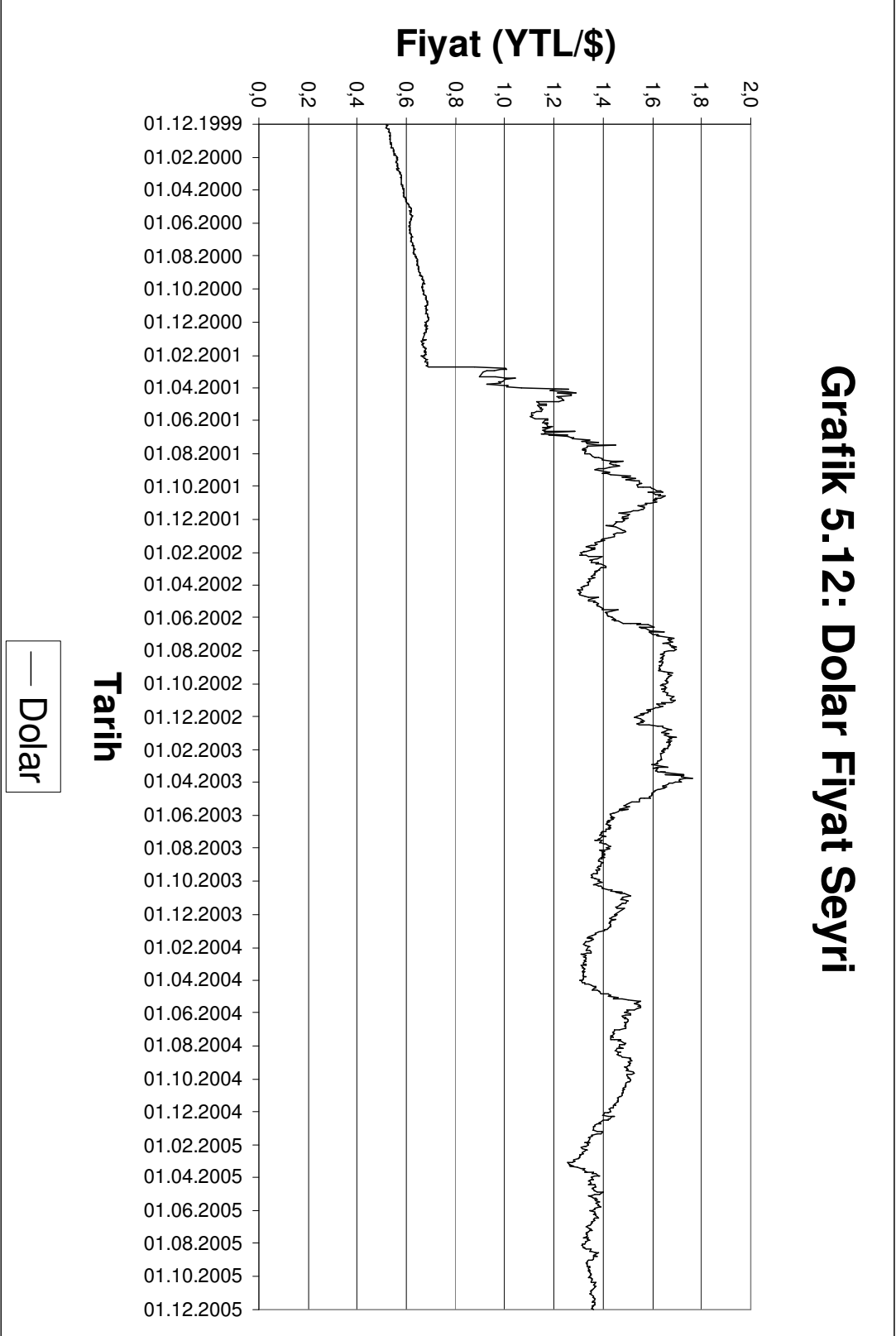
Grafik 5.9: Portföy Getirisinin Histogram Grafiği



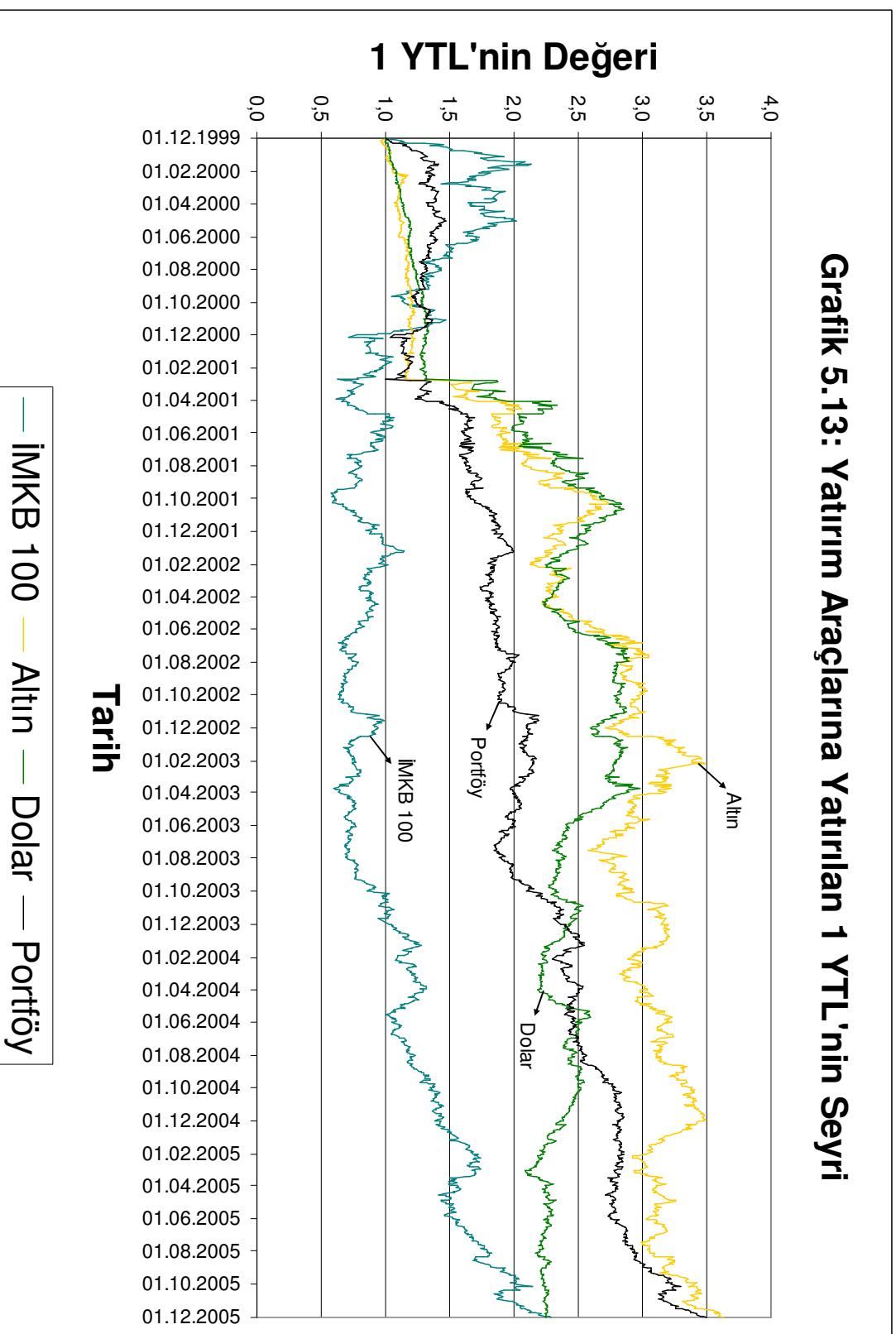




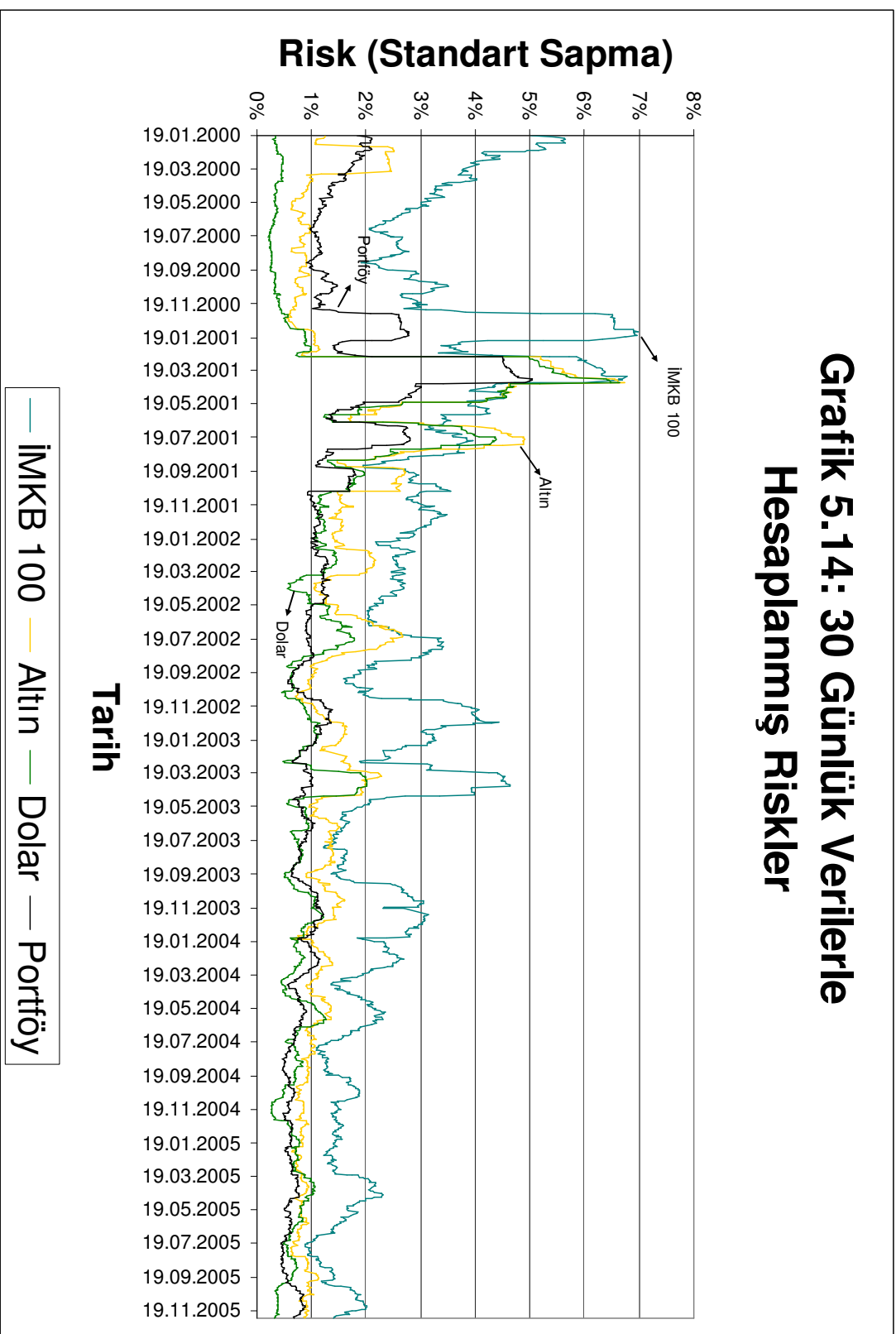
Grafik 5.12: Dolar Fiyat Seyri



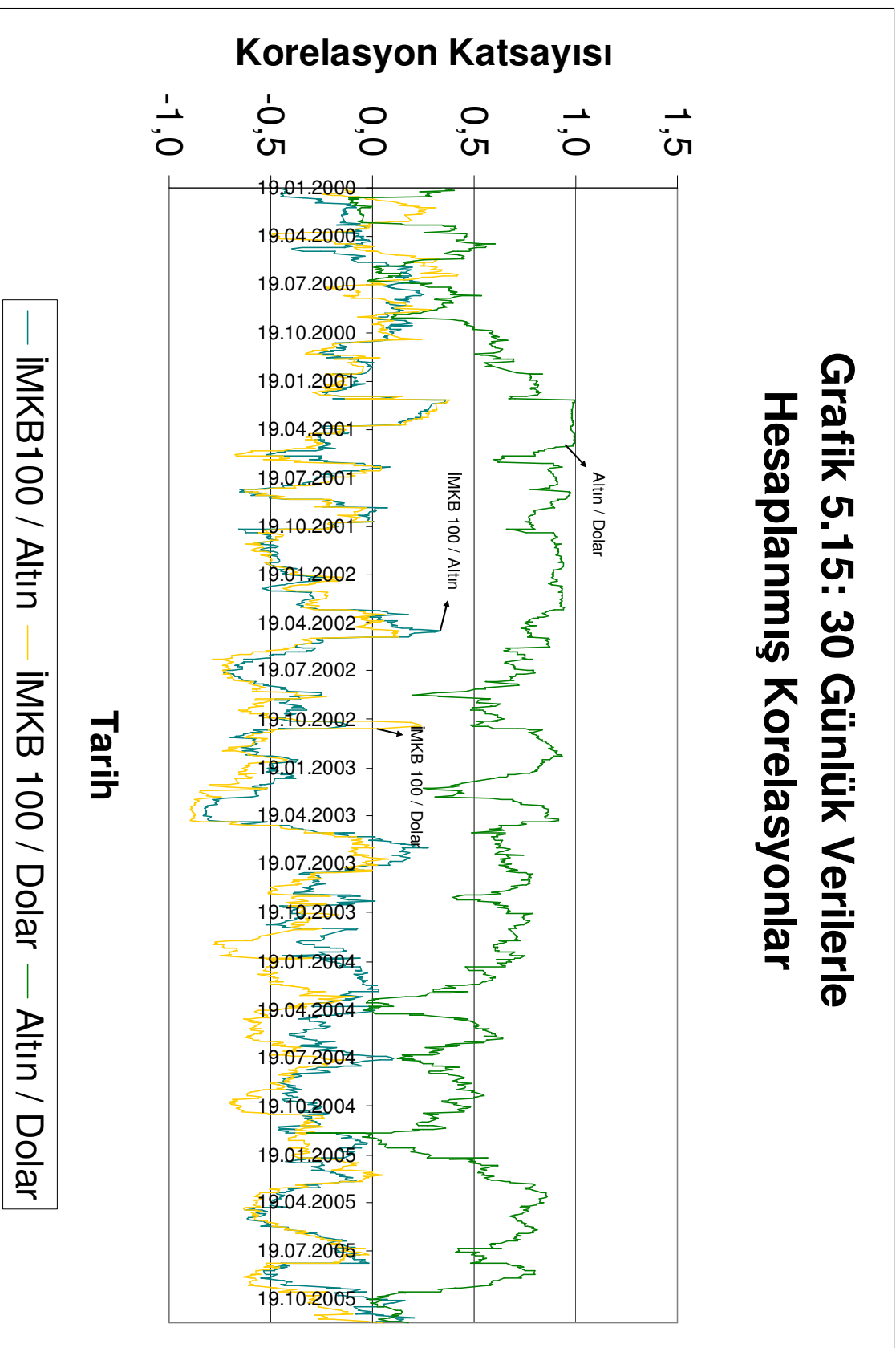
Grafik 5.13: Yatırım Araçlarına Yatırılan 1 YTL'nin Seyri



**Grafik 5.14: 30 Günlük Verilerle
Hesaplanmış Riskler**



**Grafik 5.15: 30 Günlük Verilerle
Hesaplanmış Korelasyonlar**



Tablo 5.4: Çeşitlendirme Etkisi ve Risk Tasarrufu

		Korelasyon				Kovaryans Matrisi (Σ)				Portföy (mYTL)
Std.Sapma			İMKB 100	Altın	Dolar		İMKB 100	Altın	Dolar	(W)
İMKB 100	2,94%	İMKB 100	1			İMKB 100	0,00086			0,4
Altın	1,76%	Altın	-0,187943	1		Altın	-0,00010	0,00031		0,4
Dolar	1,46%	Dolar	-0,190798	0,81390	1	Dolar	-0,00008	0,00021	0,00021	0,2
										1
		RMD		Artan RMD			Çeşitlendirme Etkisi			
		(Σ)(W)	(Wi)'(Σ)(Wi)	β _i	β _i RMD	Wi β _i RMD	Wi SD	Wi SD - Wi β _i x		
		0,000289969	0,000115988	1,56	4,95%	1,98%	2,73%	0,75%		
		0,000127401	5,09602E-05	0,69	2,17%	0,87%	1,64%	0,77%		
		9,38187E-05	1,87637E-05	0,51	1,60%	0,32%	0,68%	0,36%		
Portföyün Varyansı =			0,02%	Toplam		%3,17	%5,05	%1,88		
Portföyün Standart Sapması =			1,36%							
RMD =			3,17%	Güven Seviyesi	99,00%	2,326				

$$\beta_i = \frac{Cov_{(A,B)}}{\sigma_P^2}$$

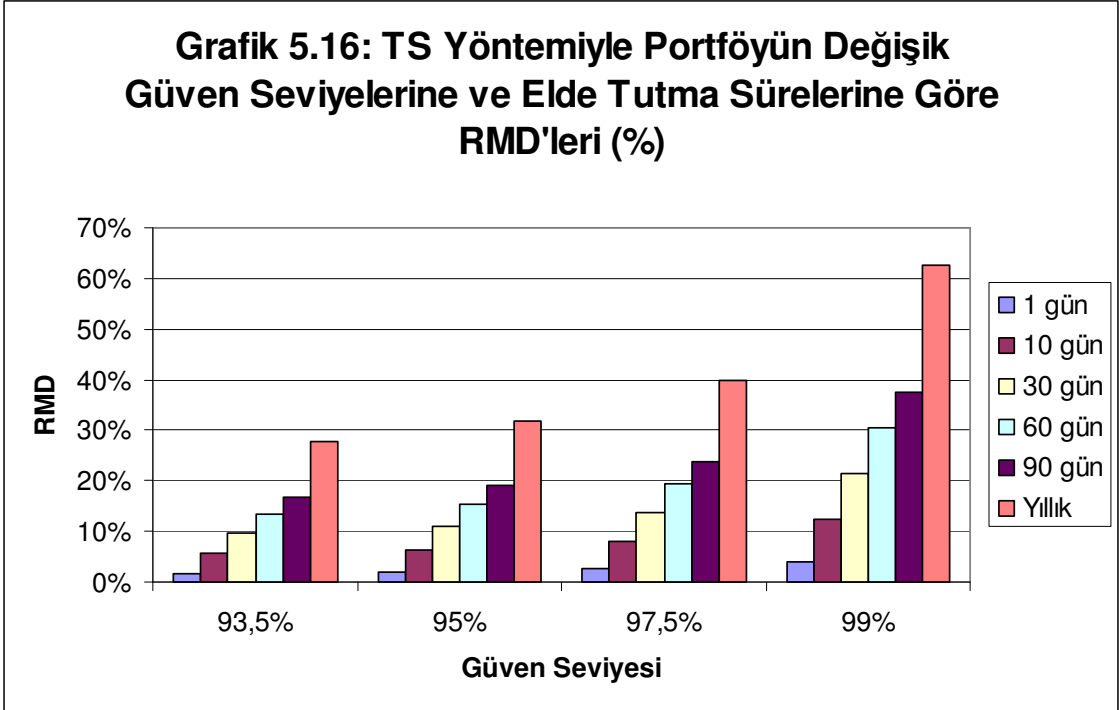
Wi β_i RMD: Her varlık için Ağırlığı * RMD * β_i (Varlıkların portföye yükledikleri RMD)
Wi SD = Her varlık için Ağırlığı * Her varlık için standart sapması * Güven Seviyesinin Katsayısı (Her varlığın tek başına riski)
Wi SD - Wi β_i x = Her varlık için tek başına olan riski – varlığın portföye yüklediği risk

Çeşitlendirme etkisi toplam olarak %1,88’lik bir risk tasarrufu sağlamıştır (%5,05 – %3,17 = %1,88)

Tablo 5.5: Tarihi Simülasyon Yöntemine Göre RMD’ler (%)

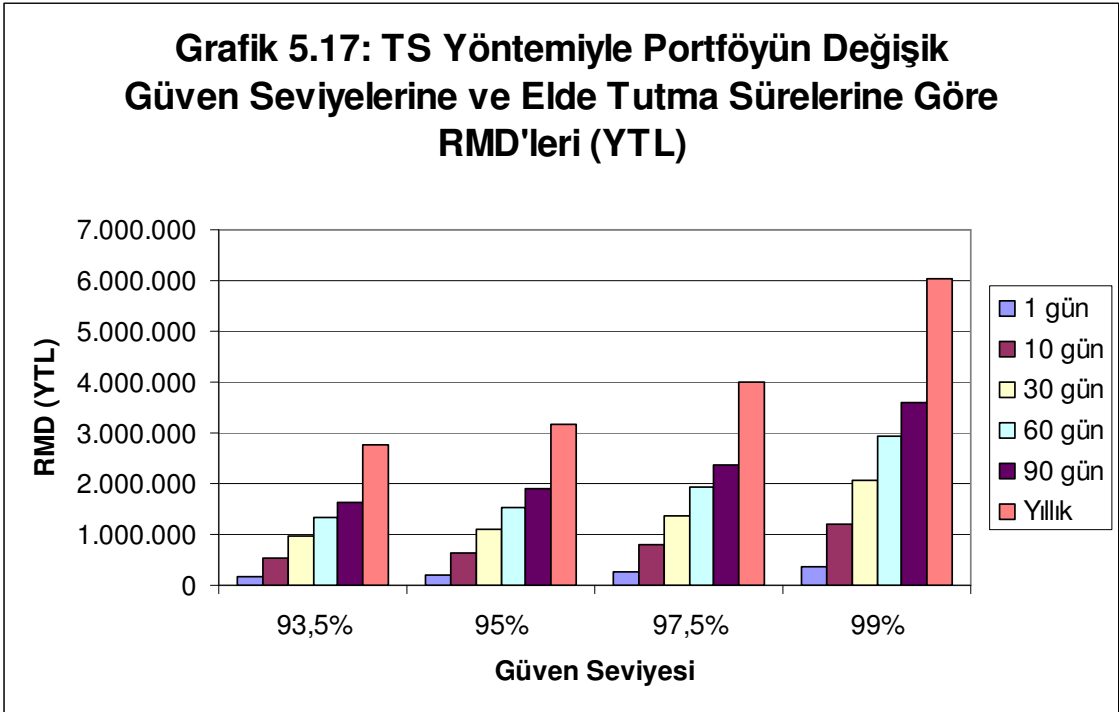
Güven Seviyesi	93,5%	95%	97,5%	99%
1 gün	1,75%	2,01%	2,52%	3,94%
10 gün	5,53%	6,35%	7,97%	12,45%
30 gün	9,59%	10,99%	13,80%	21,56%
60 gün	13,56%	15,54%	19,51%	30,50%
90 gün	16,60%	19,04%	23,90%	37,35%
Yıllık	27,78%	31,86%	39,99%	62,50%

Grafik 5.16: TS Yöntemiyle Portföyün Değişik Güven Seviyelerine ve Elde Tutma Sürelerine Göre RMD'leri (%)



Tablo 5.6: Tarihi Simülasyon Yöntemine Göre RMD’ler (YTL olarak)

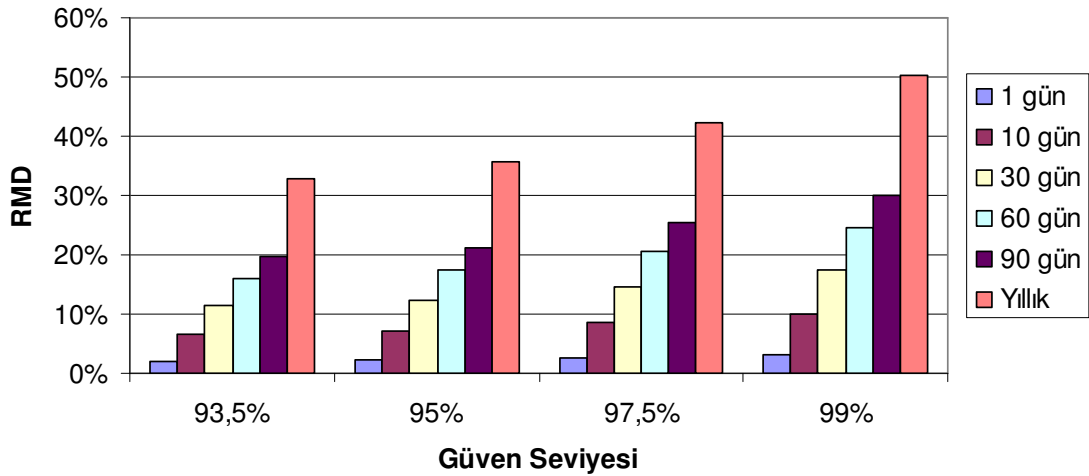
Güven Seviyesi	93,5%	95%	97,5%	99%
1 gün	173.875 YTL	199.404 YTL	251.031 YTL	379.465 YTL
10 gün	549.842 YTL	630.570 YTL	793.830 YTL	1.199.973 YTL
30 gün	952.355 YTL	1.092.179 YTL	1.374.953 YTL	2.078.414 YTL
60 gün	1.346.833 YTL	1.544.575 YTL	1.944.477 YTL	2.939.321 YTL
90 gün	1.649.526 YTL	1.891.710 YTL	2.381.489 YTL	3.599.918 YTL
Yıllık	2.760.186 YTL	3.165.436 YTL	3.984.992 YTL	6.023.815 YTL



Tablo 5.7: Varyans-Kovaryans Yöntemine Göre RMD'ler (%)

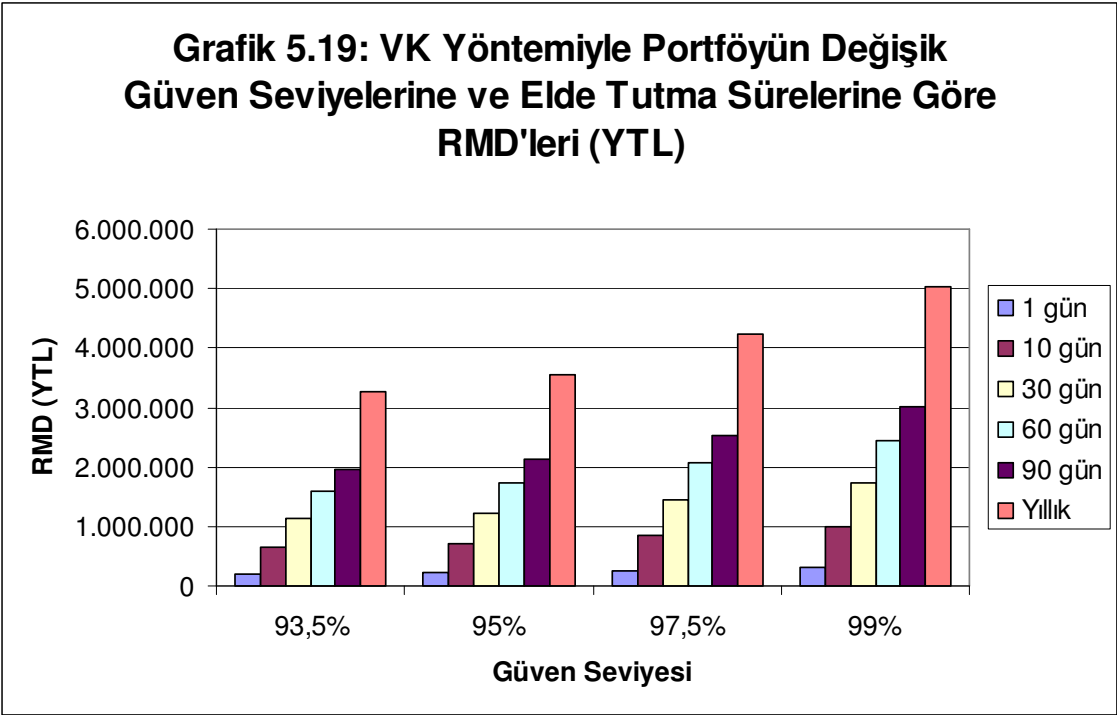
GÜVEN SEVİYESİ	93,5%	95%	97,5%	99%
1 gün	2,06%	2,24%	2,67%	3,17%
10 gün	6,52%	7,09%	8,45%	10,03%
30 gün	11,30%	12,28%	14,63%	17,36%
60 gün	15,98%	17,36%	20,69%	24,56%
90 gün	19,57%	21,27%	25,34%	30,08%
Yıllık	32,75%	35,58%	42,40%	50,33%

Grafik 5.18: VK Yöntemiyle Portföyün Değişik Güven Seviyelerine ve Elde Tutma Sürelerine Göre RMD'leri (%)



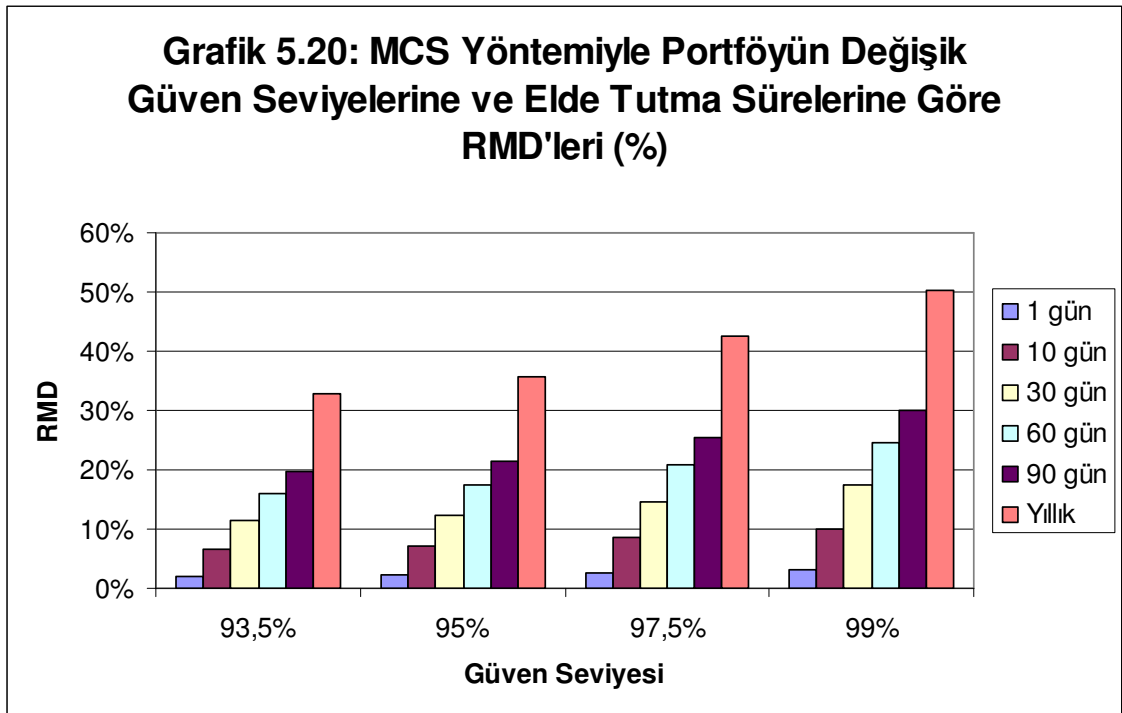
Tablo 5.8: Varyans-Kovaryans Yöntemine Göre RMD’ler (YTL)

GÜVEN SEVİYESİ	93,5%	95%	97,5%	99%
1 gün	206.336 YTL	224.154 YTL	267.096 YTL	317.025 YTL
10 gün	652.491 YTL	708.838 YTL	844.632 YTL	1.002.522 YTL
30 gün	1.130.148 YTL	1.227.743 YTL	1.462.946 YTL	1.736.420 YTL
60 gün	1.598.270 YTL	1.736.290 YTL	2.068.917 YTL	2.455.668 YTL
90 gün	1.957.473 YTL	2.126.513 YTL	2.533.896 YTL	3.007.567 YTL
Yıllık	3.275.479 YTL	3.558.336 YTL	4.240.019 YTL	5.032.623 YTL



Tablo 5.9: Monte Carlo Simülasyon Yöntemine Göre RMD'ler (%)

GÜVEN SEVİYESİ	93,5%	95%	97,5%	99%
1 gün	2,08%	2,26%	2,68%	3,17%
10 gün	6,57%	7,14%	8,47%	10,02%
30 gün	11,38%	12,37%	14,67%	17,36%
60 gün	16,09%	17,49%	20,75%	24,54%
90 gün	19,71%	21,42%	25,42%	30,06%
Yıllık	32,98%	35,85%	42,53%	50,30%

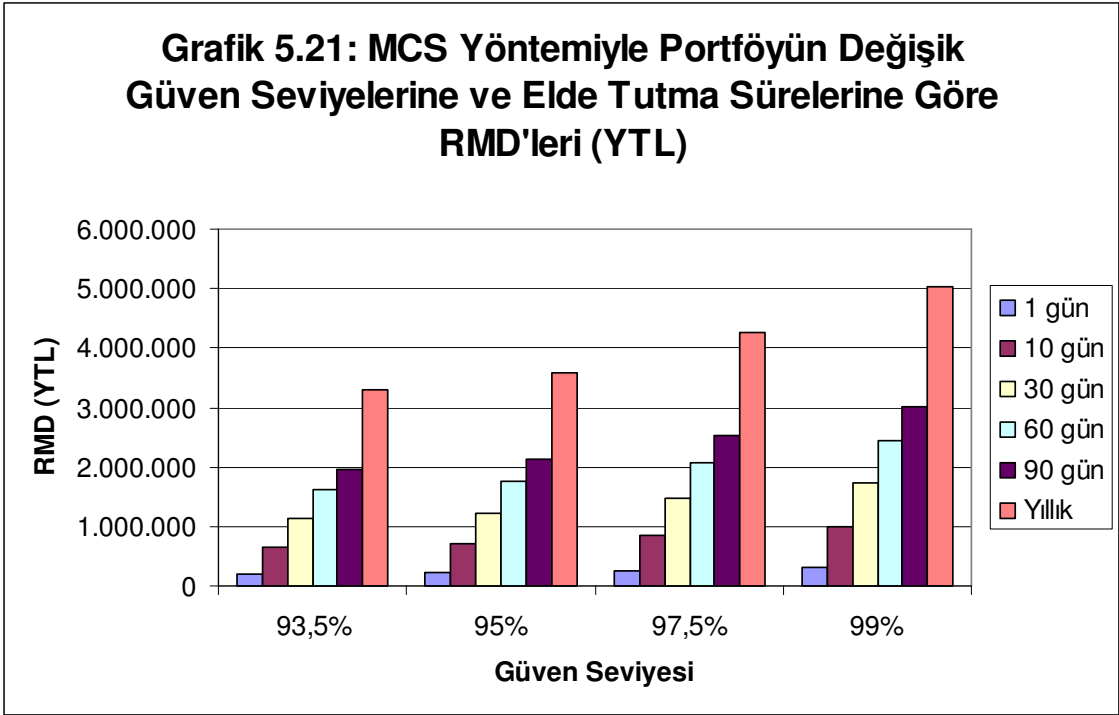


Tablo 5.10: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle 50 Kez Çalıştırma Sonuçları (%)

50 Çalıştırma	93,5%	95%	97,5%	99%
Ortalama	2,08%	2,26%	2,68%	3,17%
Minimum	2,00%	2,16%	2,55%	2,97%
Maksimum	2,16%	2,34%	2,76%	3,36%

Tablo 5.11: Monte Carlo Simülasyon Yöntemine Göre RMD'ler (YTL)

GÜVEN SEVİYESİ	93,5%	95%	97,5%	99%
1 gün	207.778 YTL	225.818 YTL	267.917 YTL	316.865 YTL
10 gün	657.053 YTL	714.099 YTL	847.227 YTL	1.002.016 YTL
30 gün	1.138.050 YTL	1.236.855 YTL	1.467.440 YTL	1.735.543 YTL
60 gün	1.609.445 YTL	1.749.177 YTL	2.075.273 YTL	2.454.428 YTL
90 gün	1.971.160 YTL	2.142.296 YTL	2.541.680 YTL	3.006.049 YTL
Yıllık	3.298.381 YTL	3.584.746 YTL	4.253.044 YTL	5.030.081 YTL

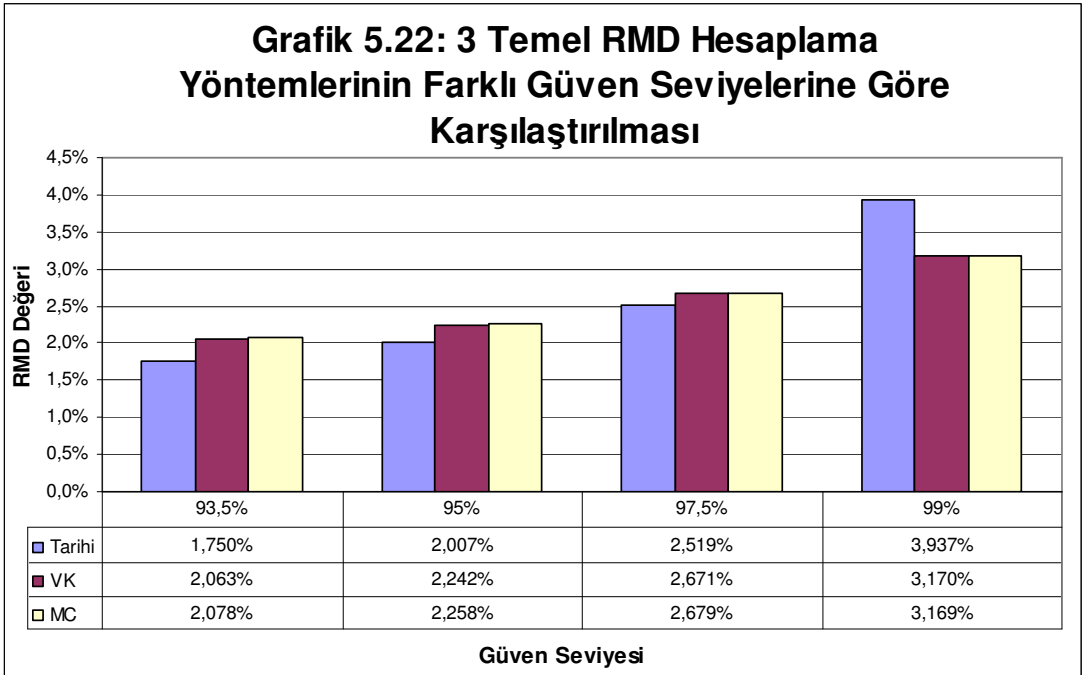


Tablo 5.12: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle 50 Kez Çalıştırma Sonuçları (YTL)

50 Çalıştırma	93,5%	95%	97,5%	99%
Ortalama	207.778 YTL	225.818 YTL	267.917 YTL	316.865 YTL
Minimum	199.932 YTL	216.014 YTL	254.608 YTL	297.330 YTL
Maksimum	215.642 YTL	233.628 YTL	275.846 YTL	336.488 YTL

Tablo 5.13: Üç Temel RMD Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Güven Seviyesi	93,5%	95%	97,5%	99%
Tarihi Simülasyon	1,75%	2,01%	2,52%	3,94%
Varyans-Kovaryans	2,06%	2,24%	2,67%	3,17%
Monte Carlo Simülasyon	2,08%	2,26%	2,68%	3,17%



Tablo 5.14: Farklı Getirileriyle (Rastsal Sayı) Çalıştırma Sonuçların Karşılaştırılması

	225 Getiriyle Çalıştırma Sonuçları				1000 Getiriyle Çalıştırma Sonuçları			
	93,5%	95%	97,5%	99%	93,5%	95%	97,5%	99%
Ortalama	2,08%	2,24%	2,65%	3,10%	2,08%	2,26%	2,68%	3,17%
Minimum	1,72%	1,89%	2,14%	2,59%	2,00%	2,16%	2,55%	2,97%
Maksimum	2,43%	2,53%	3,07%	3,58%	2,16%	2,34%	2,76%	3,36%

**Monte Carlo Simülasyon Yönteminde, Özdeğer ve Özvektörleri Hesaplamak
için Kullanılan VBA-Code (Visula Basic for Applets)**

```

'
'
'
Function jacobi_func(matrix) As Variant
'read in the matrix
If TypeName(matrix) = "Range" Then
    Set therange = matrix
    nrows = matrix.Rows.Count
    If nrows <> matrix.Columns.Count Then errorcode = 1
    ReDim matrix(1 To nrows, 1 To nrows) As Double
    For i = 1 To nrows
        For j = 1 To nrows
            matrix(i, j) = therange.Cells(i, j)
        Next
    Next
End If
'without the following line the function cannot be used by other functions
nrows = UBound(matrix, 1)
'create variables for the subroutine jacobi
Dim A() As Double
Dim N As Integer
Dim NP As Integer
Dim D() As Double
Dim V() As Double
Dim NROT As Integer
ReDim A(1 To nrows, 1 To nrows)
ReDim D(1 To nrows)
ReDim V(1 To nrows, 1 To nrows)
N = nrows
NP = nrows
For i = 1 To nrows
    For j = 1 To nrows
        A(i, j) = matrix(i, j)
    Next
Next
jacobi A, N, NP, D, V, NROT
Dim outp() As Double
ReDim outp(1 To nrows + 1, 1 To nrows)
For i = 1 To nrows
    outp(nrows + 1, i) = D(i)
    For j = 1 To nrows
        outp(i, j) = V(i, j)
    Next
Next
Next

```

```

jacobi_func = outp()
End Function
'
'
'

Sub jacobi(A, N, NP, D, V, NROT)
Dim b()
ReDim b(1 To N)
Dim z()
ReDim z(1 To N)
For ip = 1 To N
    For iq = 1 To N
        V(ip, iq) = 0
    Next
    V(ip, ip) = 1
Next ip
For ip = 1 To N
    b(ip) = A(ip, ip)
    D(ip) = b(ip)
    z(ip) = 0
Next
NROT = 0
For i = 1 To 50
    sm = 0
    For ip = 1 To N - 1
        For iq = ip + 1 To N
            sm = sm + Abs(A(ip, iq))
        Next
    Next
    If sm = 0 Then Exit Sub
    If i < 4 Then
        tresh = 0.2 * sm / (N ^ 2)
    Else
        tresh = 0
    End If
    For ip = 1 To N - 1
        For iq = ip + 1 To N
            g = 100 * Abs(A(ip, iq))
            dum = Abs(D(ip))
            If i > 4 And dum + g = dum And Abs(D(iq)) + g = Abs(D(iq)) Then
                A(ip, iq) = 0
            ElseIf Abs(A(ip, iq)) > tresh Then
                h = D(iq) - D(ip)
                If Abs(h) + g = Abs(h) Then
                    t = A(ip, iq) / h
                Else
                    theta = 0.5 * h / A(ip, iq)

```

```

        t = 1 / (Abs(theta) + Sqr(1 + theta ^ 2))
        If theta < 0 Then t = -t
    End If
    c = 1 / Sqr(1 + t ^ 2)
    s = t * c
    tau = s / (1 + c)
    h = t * A(ip, iq)
    z(ip) = z(ip) - h
    z(iq) = z(iq) + h
    D(ip) = D(ip) - h
    D(iq) = D(iq) + h
    A(ip, iq) = 0
    For j = 1 To ip - 1
        g = A(j, ip)
        h = A(j, iq)
        A(j, ip) = g - s * (h + g * tau)
        A(j, iq) = h + s * (g - h * tau)
    Next
    For j = ip + 1 To iq - 1
        g = A(ip, j)
        h = A(j, iq)
        A(ip, j) = g - s * (h + g * tau)
        A(j, iq) = h + s * (g - h * tau)
    Next
    For j = iq + 1 To N
        g = A(ip, j)
        h = A(iq, j)
        A(ip, j) = g - s * (h + g * tau)
        A(iq, j) = h + s * (g - h * tau)
    Next j
    For j = 1 To N
        g = V(j, ip)
        h = V(j, iq)
        V(j, ip) = g - s * (h + g * tau)
        V(j, iq) = h + s * (g - h * tau)
    Next
    NROT = NROT + 1
End If
Next iq
Next ip
For ip = 1 To N
    b(ip) = b(ip) + z(ip)
    D(ip) = b(ip)
    z(ip) = 0
Next ip
Next i
End Sub

```

```

'
'
'function to read in a symmetric matrix
'calculate the eigenvectors
'throw away -ve eigenvalues
'reconstruct
'

Function matrix_clean(matrix) As Variant
'read in the matrix
If TypeName(matrix) = "Range" Then
    Set therange = matrix
    nrows = matrix.Rows.Count
    If nrows <> matrix.Columns.Count Then errorcode = 1
    ReDim matrix(1 To nrows, 1 To nrows) As Double
    For i = 1 To nrows
        For j = 1 To nrows
            matrix(i, j) = therange.Cells(i, j)
        Next
    Next
End If
nrows = UBound(matrix, 1)
'I have successfully returned a vector back into a function but an array is proving
difficult so I will use passing by reference
'create variables for the subroutine jacobi
Dim A() As Double
Dim N As Integer
Dim NP As Integer
Dim D() As Double
Dim V() As Double
Dim NROT As Integer
ReDim A(1 To nrows, 1 To nrows)
ReDim D(1 To nrows)
ReDim V(1 To nrows, 1 To nrows)
N = nrows
NP = nrows
For i = 1 To nrows
    For j = 1 To nrows
        A(i, j) = matrix(i, j)
    Next
Next
jacobi A, N, NP, D, V, NROT
'A equals eigenvector multiplied through by max(eigenvalues,0)
For i = 1 To nrows
    For j = 1 To nrows
        A(j, i) = Application.Max(D(i), 0) * V(j, i)
    Next
Next
Next

```

```

Dim matrix2()
ReDim matrix2(1 To nrow, 1 To nrow)
'matrix2 equals A post multiplied by the transpose of V
For i = 1 To nrow
    For j = 1 To nrow
        For k = 1 To nrow
            matrix2(i, j) = matrix2(i, j) + A(i, k) * V(j, k)
        Next
    Next
Next
Next
'enter 1/sqr(diag) in D
For i = 1 To nrow
    D(i) = 1 / Sqr(matrix2(i, i))
Next
'multiply rows of matrix2 by D
'then multiply columns
For i = 1 To nrow
    For j = 1 To nrow
        matrix2(i, j) = matrix2(i, j) * D(i) * D(j)
    Next
Next
matrix_clean = matrix2
End Function

```

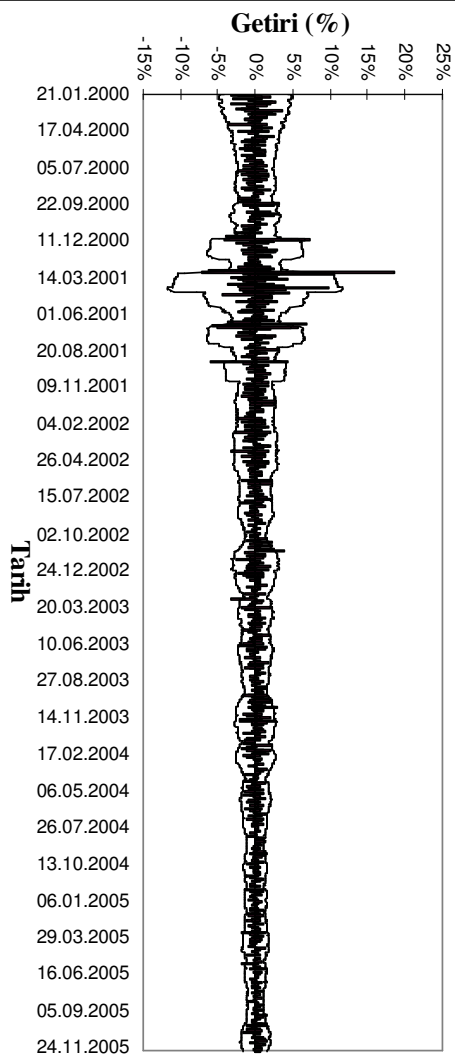
Tablo 5.15: Geriye Dönük Test İşleminin Sonuçlarının Karşılaştırılması

N	Güven Seviyesi		Tarihi Simülasyon				Varyans-Kovaryans				Monte Carlo Simülasyon			
			95%		99%		95%		99%		95%		99%	
1462	30 Gün	S	119	8,14%	59	4,04%	74	5,06%	24	1,64%	74	5,06%	25	1,71%
1442	50 Gün		89	6,17%	40	2,77%	65	4,51%	19	1,32%	67	4,65%	20	1,39%
1392	100 Gün	A	75	5,39%	26	1,87%	55	3,95%	19	1,36%	58	4,17%	20	1,44%
1342	150 Gün	P	70	5,22%	20	1,49%	52	3,87%	16	1,19%	53	3,95%	18	1,34%
1242	250 Gün	M	49	3,95%	12	0,97%	40	3,22%	11	0,89%	42	3,38%	15	1,21%
1142	350 Gün	A	35	3,06%	8	0,70%	28	2,45%	7	0,61%	29	2,54%	9	0,79%
1042	450 Gün		29	2,78%	4	0,38%	18	1,73%	4	0,38%	21	2,02%	4	0,38%

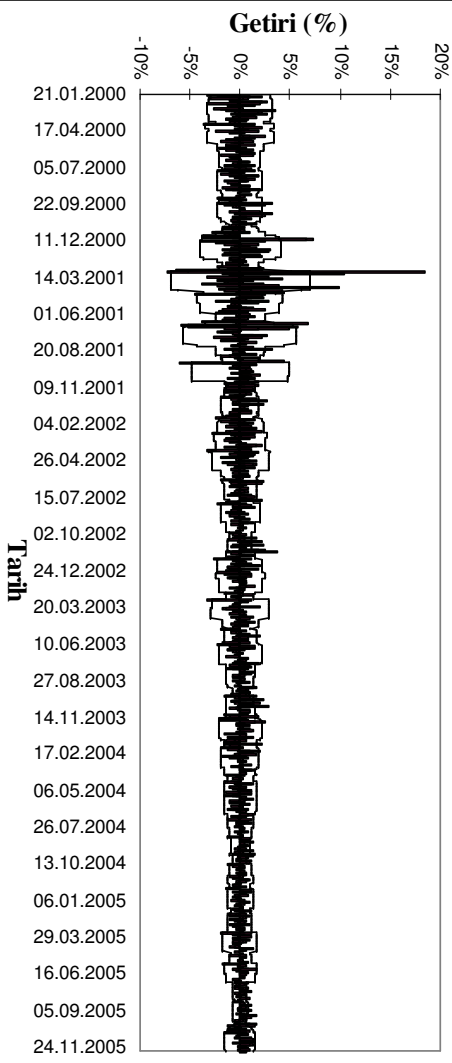
Tablo 5.16: Geriye Dönük Test İşleminin Sonuçlarının Karşılaştırılması (1000 gün)

		1000 Günlük Backtest Sonuçları											
		Tarihi Simülasyon				Varyans-Kovaryans				Monte Carlo Simülasyon			
Güven Seviyesi		95%		99%		95%		99%		95%		99%	
30 Gün	S	78	7,80%	37	3,70%	47	4,70%	12	1,20%	47	4,70%	13	1,30%
50 Gün		64	6,40%	26	2,60%	44	4,40%	11	1,10%	46	4,60%	12	1,20%
100 Gün	A	55	5,50%	18	1,80%	41	4,10%	11	1,10%	44	4,40%	12	1,20%
150 Gün	P	52	5,20%	12	1,20%	39	3,90%	8	0,80%	39	3,90%	10	1,00%
250 Gün	M	36	3,60%	6	0,60%	31	3,10%	6	0,60%	31	3,10%	10	1,00%
350 Gün	A	30	3,00%	5	0,50%	24	2,40%	4	0,40%	25	2,50%	6	0,60%
450 Gün		29	2,90%	4	0,40%	18	1,80%	4	0,40%	21	2,10%	4	0,40%

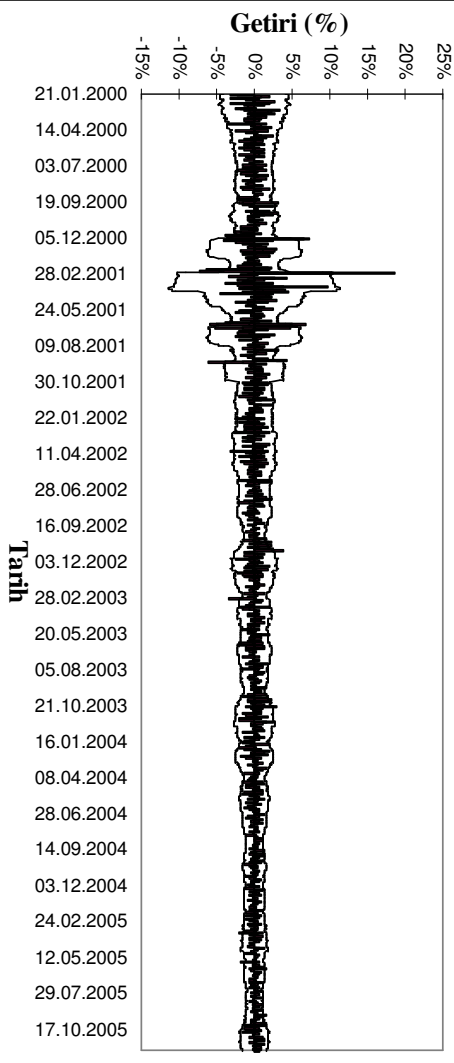
Grafik 5.23: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesti



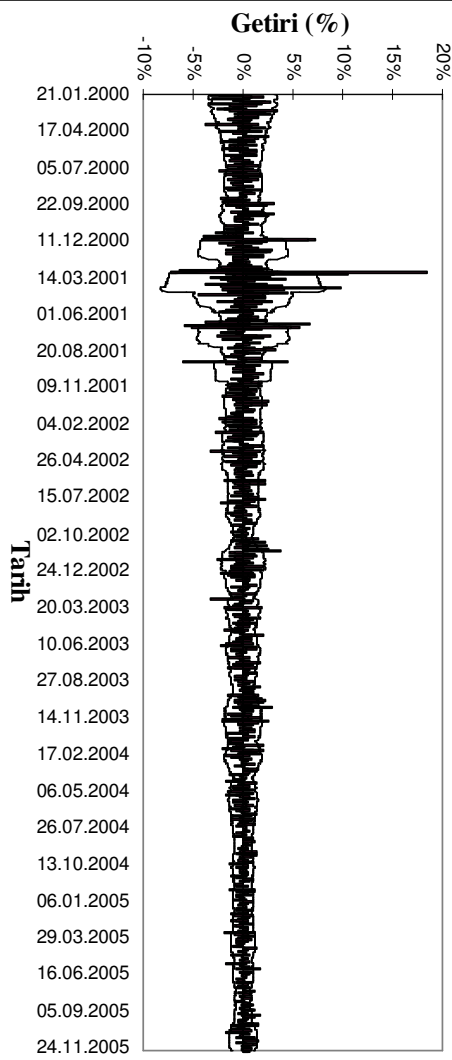
Grafik 5.24: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesti



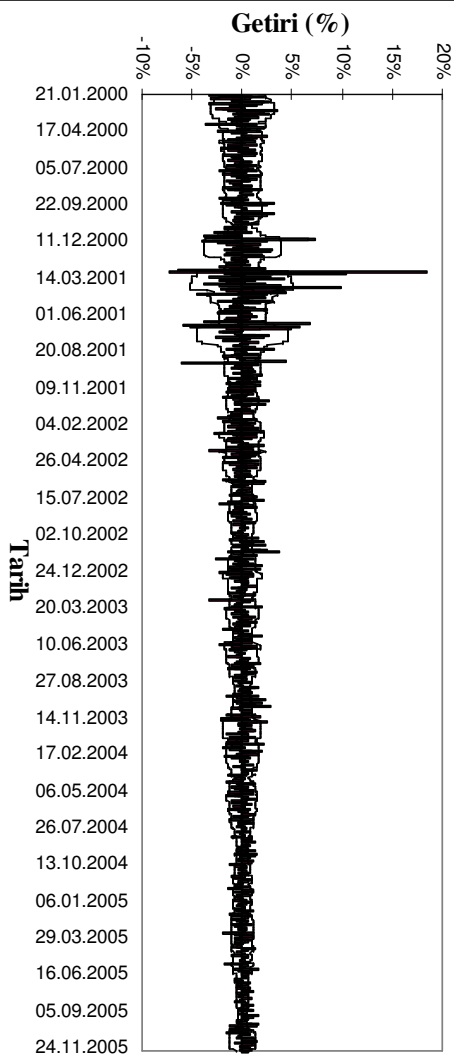
Grafik 5.25: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesti



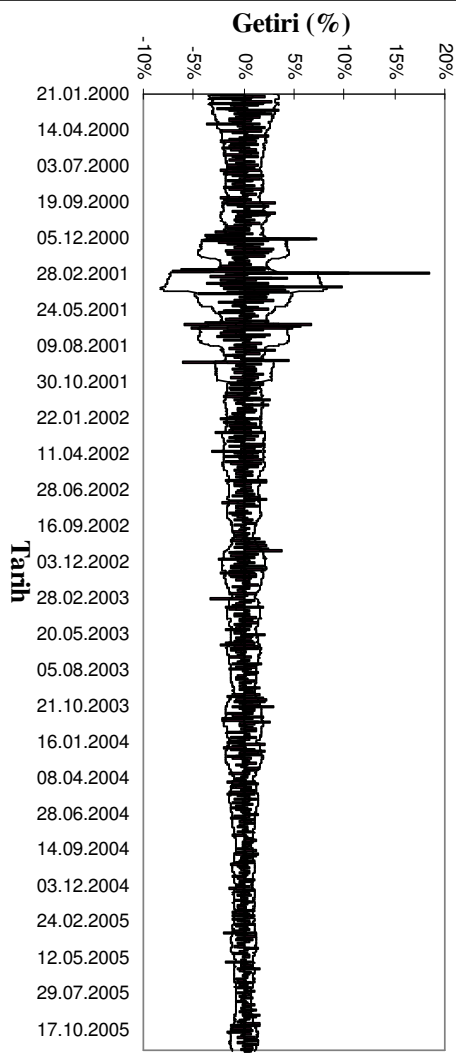
Grafik 5.26: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



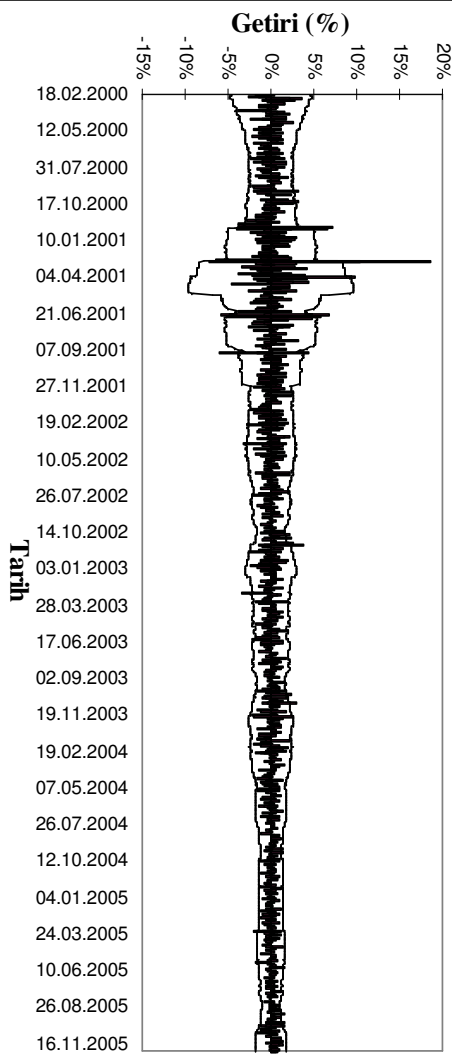
Grafik 5.27: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



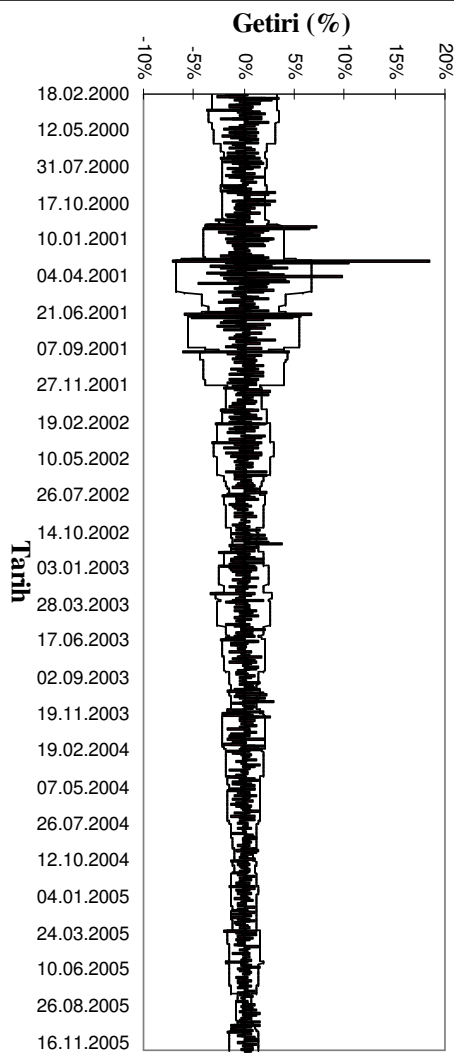
Grafik 5.28: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



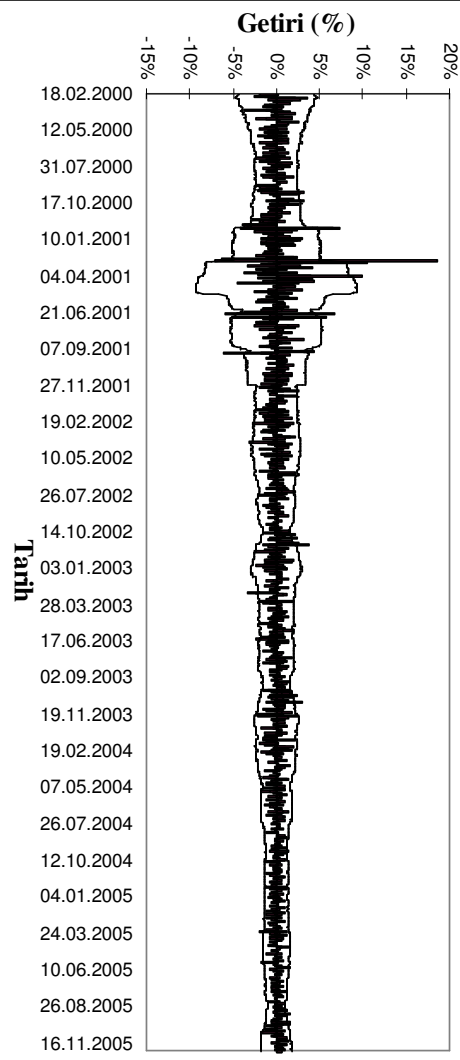
Grafik 5.29: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



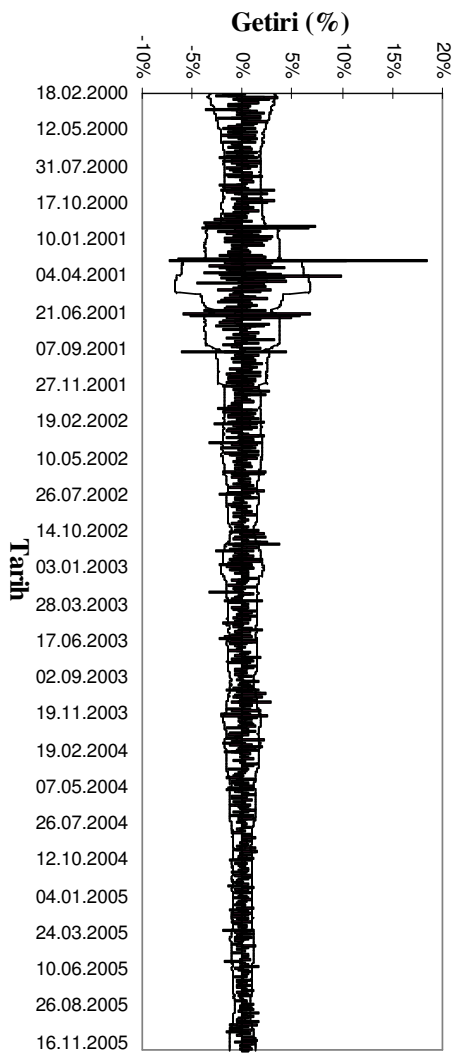
Grafik 5.30: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



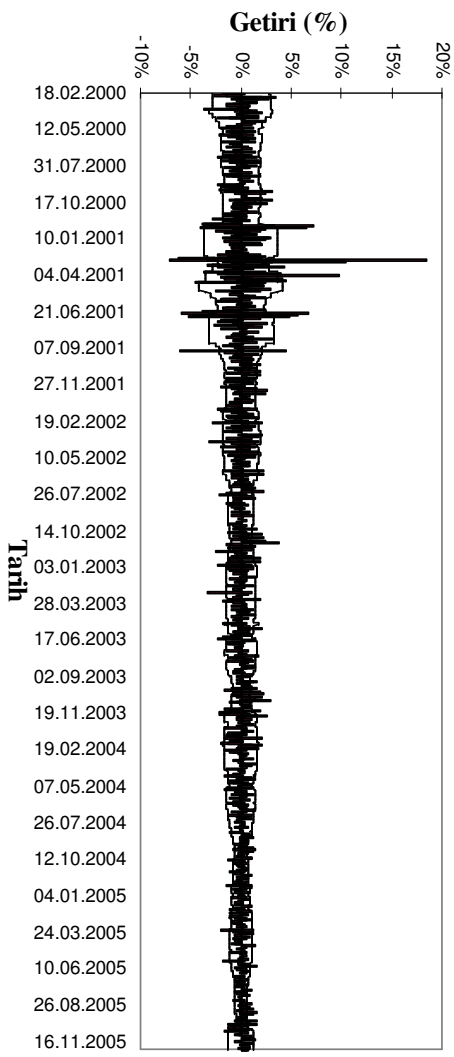
Grafik 5.31: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



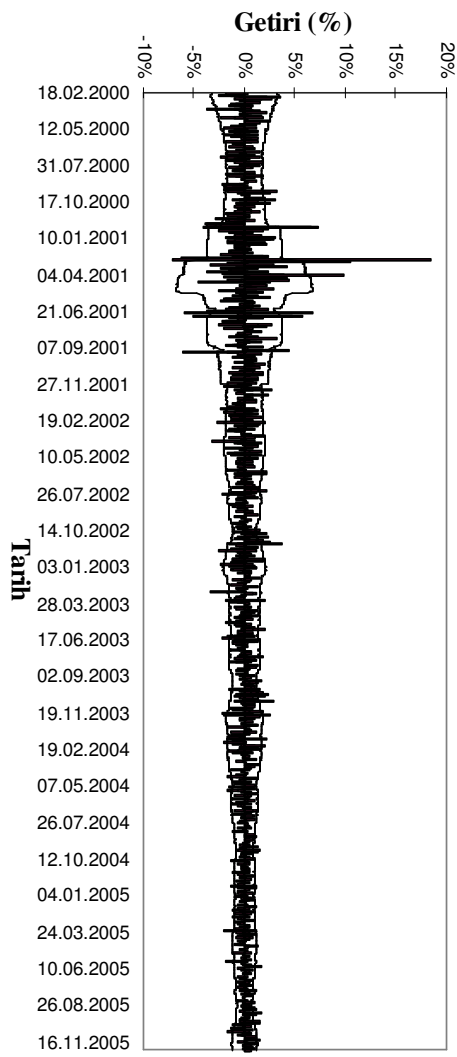
Grafik 5.32: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



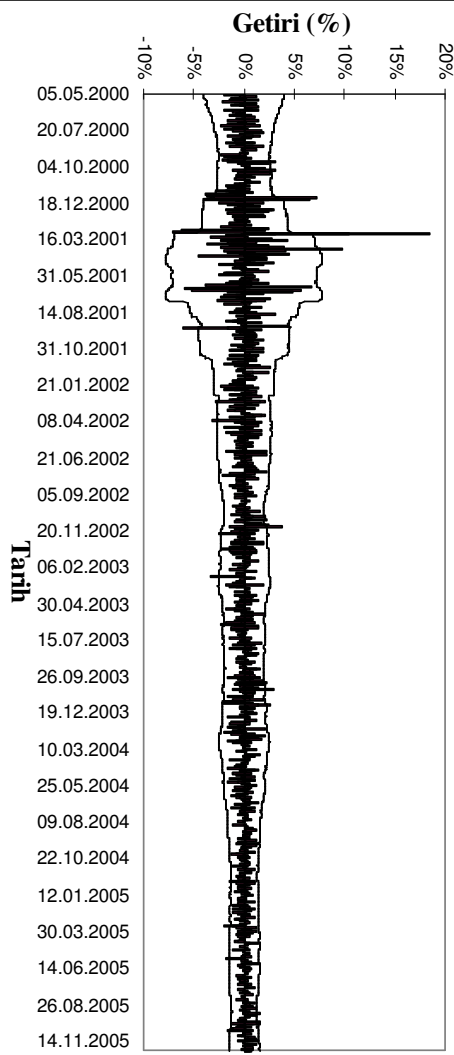
Grafik 5.33: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



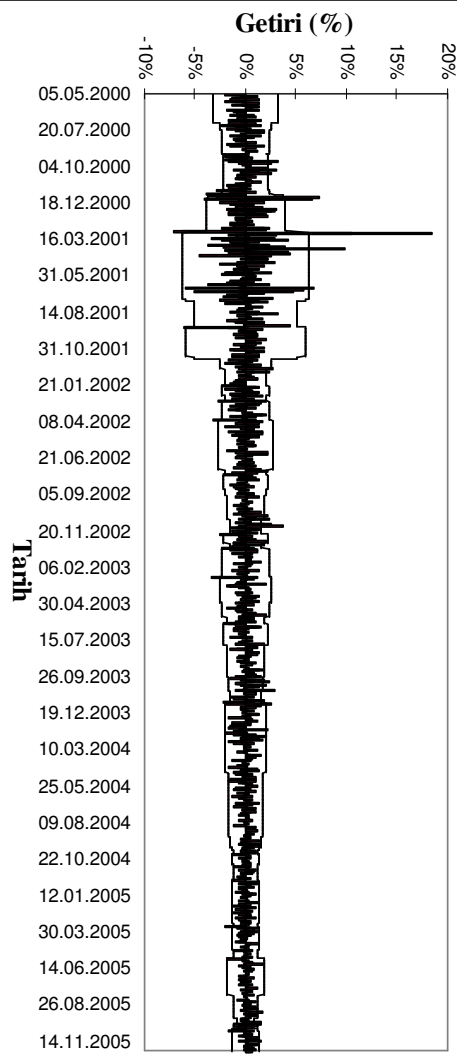
Grafik 5.34: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



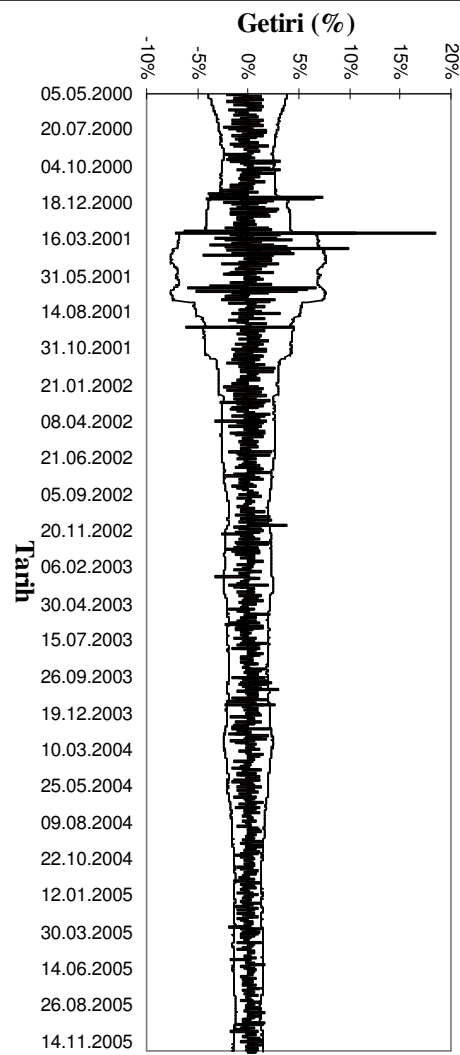
Grafik 5.35: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



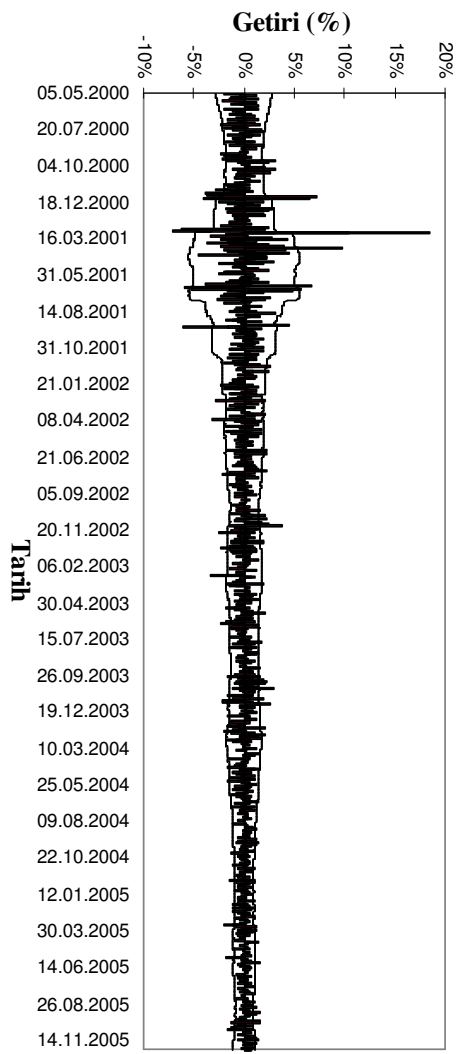
Grafik 5.36: Tarihî Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



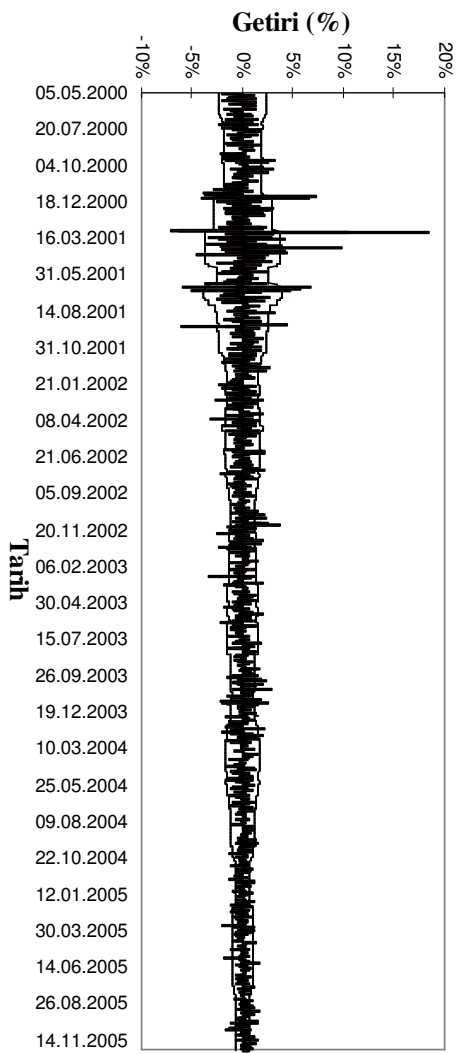
Grafik 5.37: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



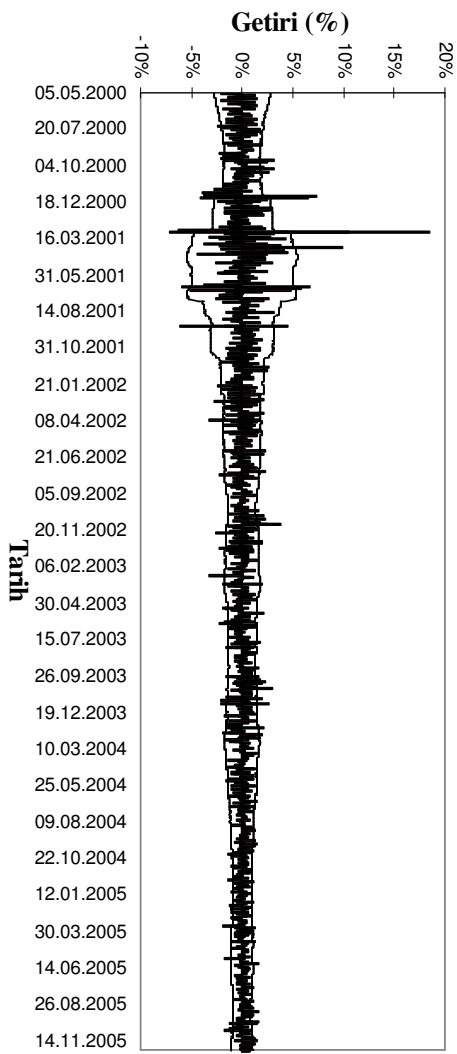
Grafik 5.38: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



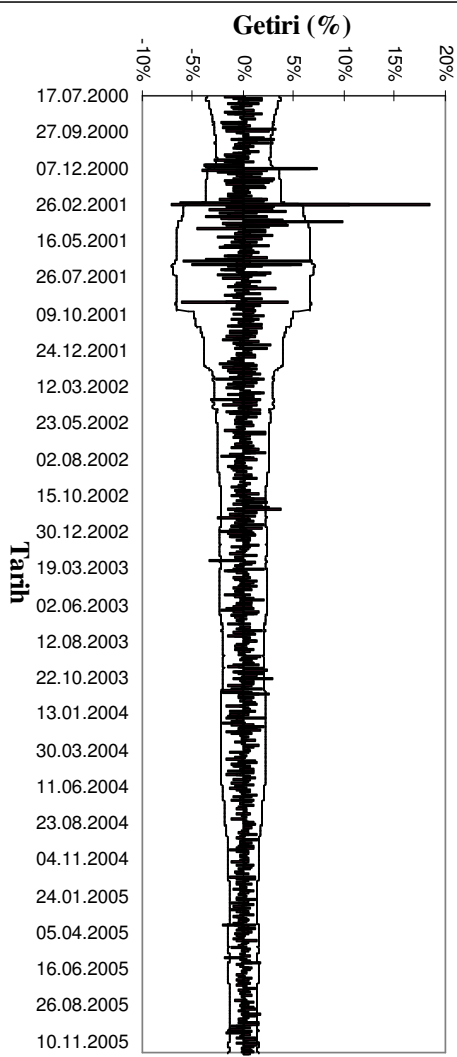
Grafik 5.39: Tarihli Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



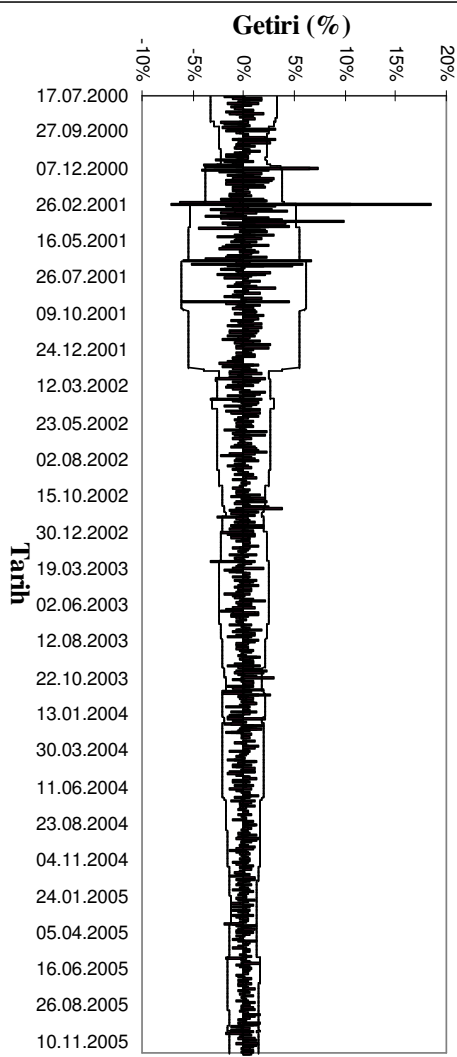
Grafik 5.40: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



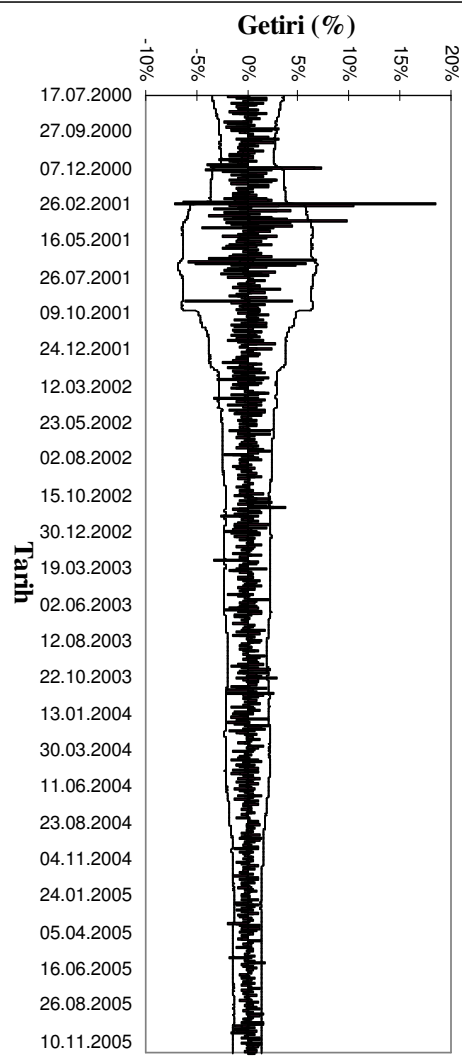
Grafik 5.41: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



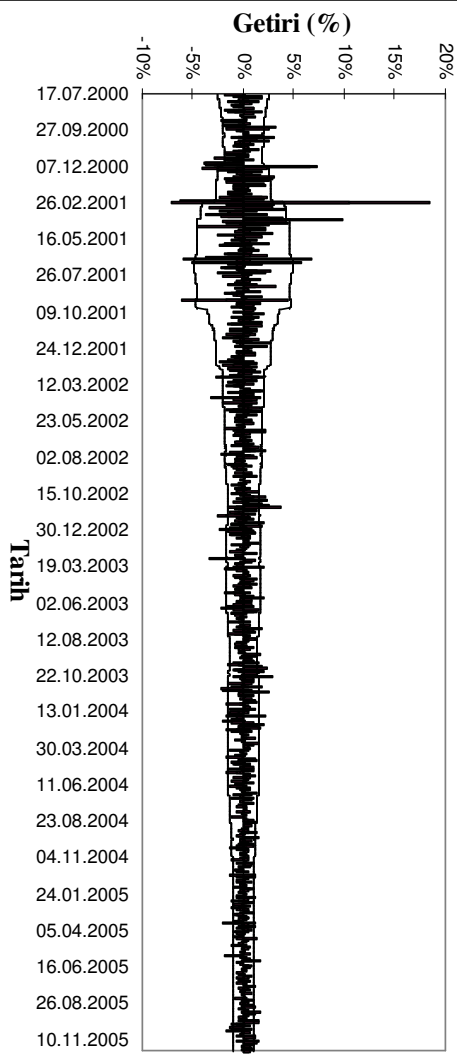
Grafik 5.42: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



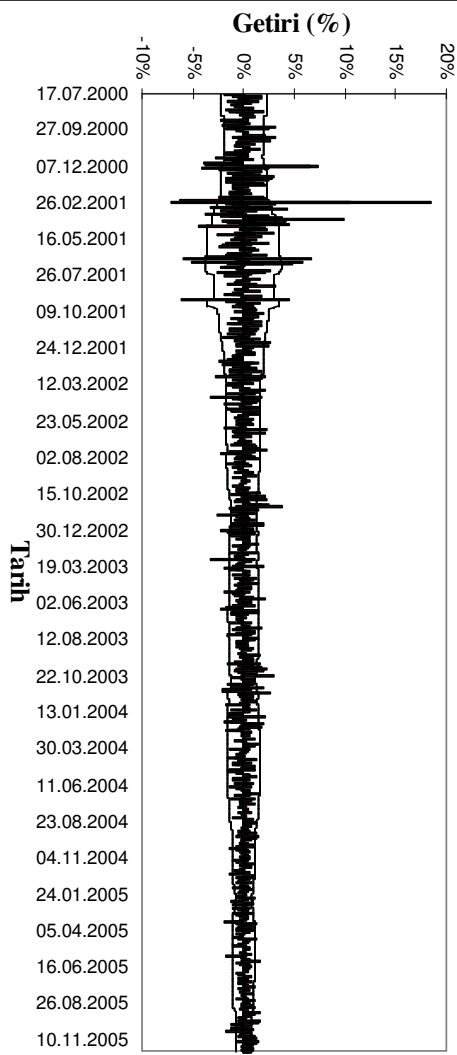
Grafik 5.43: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



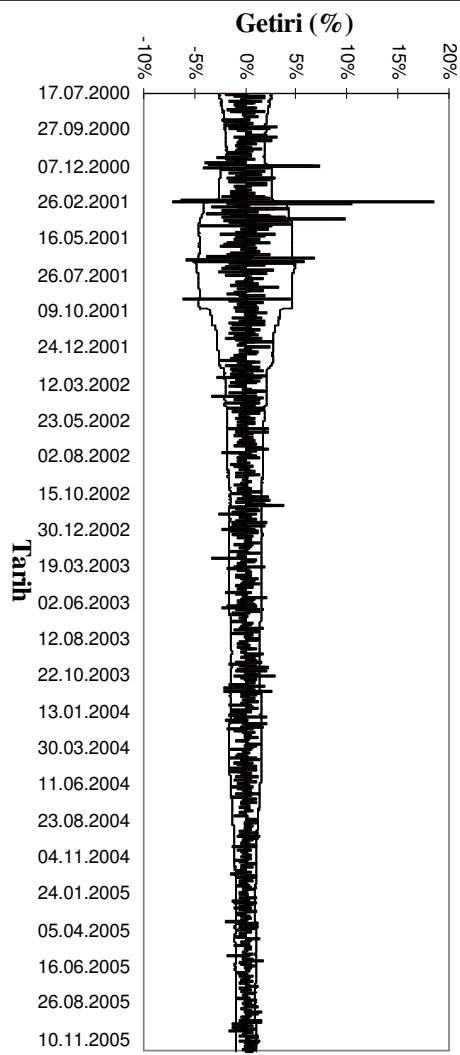
Grafik 5.44: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



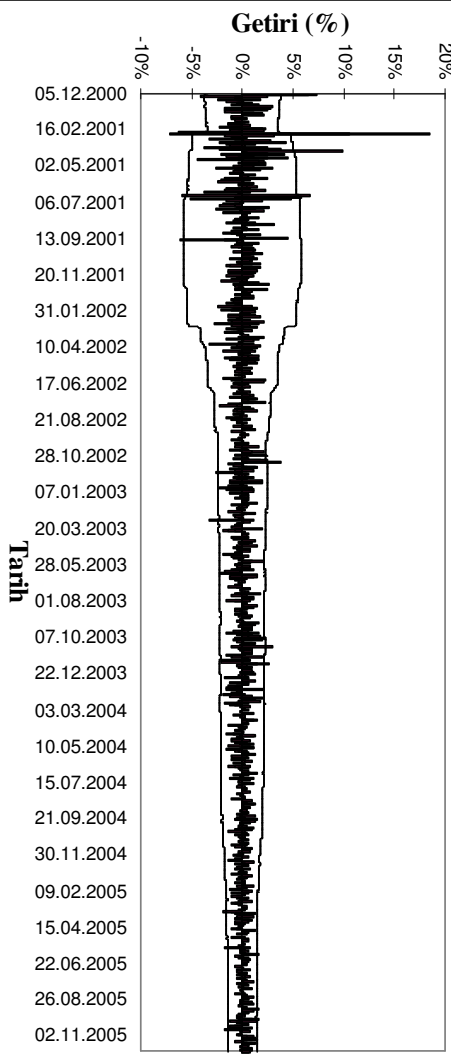
Grafik 5.45: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



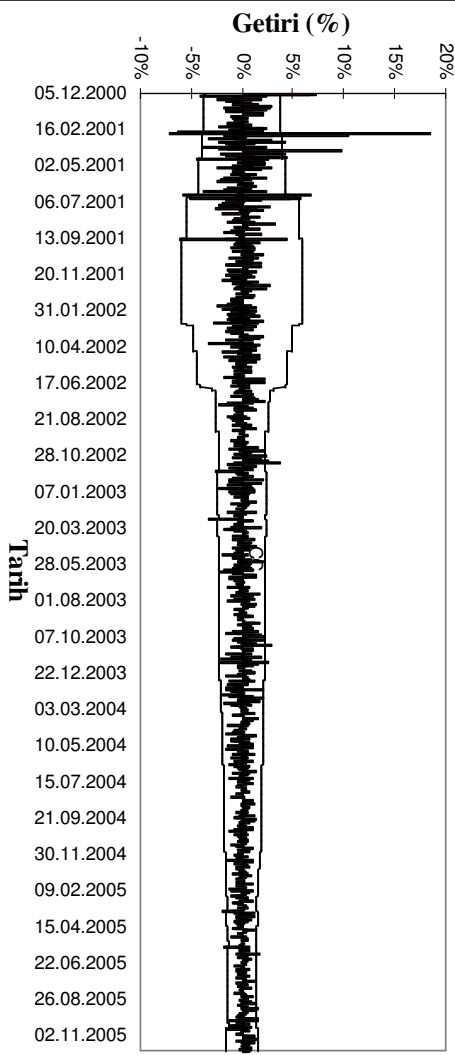
Grafik 5.46: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



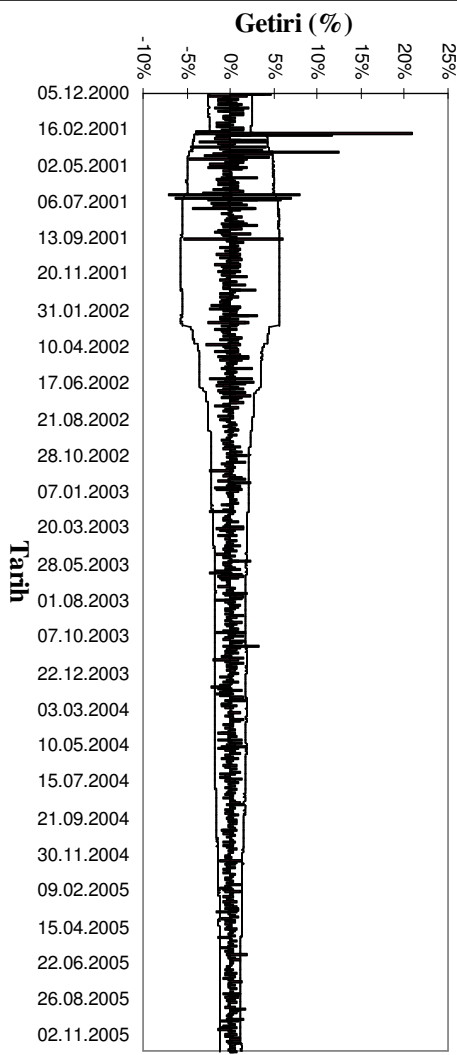
Grafik 5.47: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



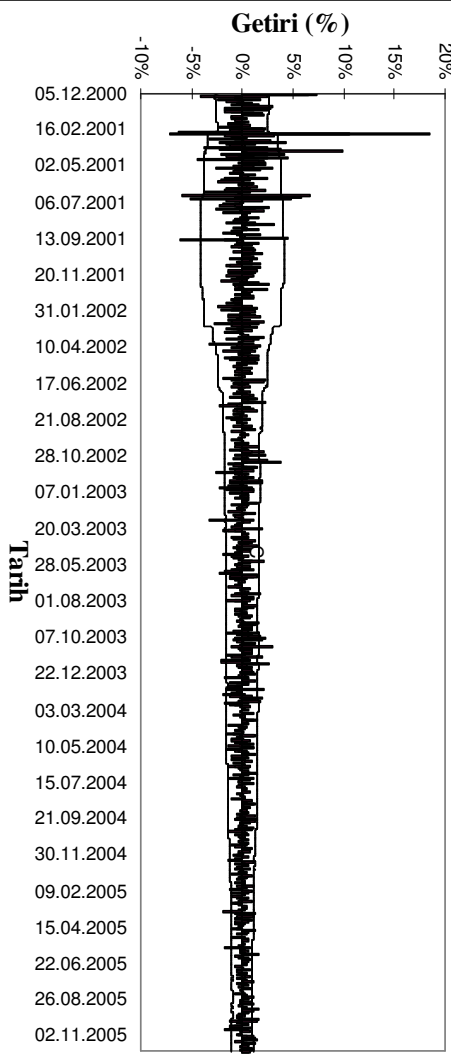
Grafik 5.48: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



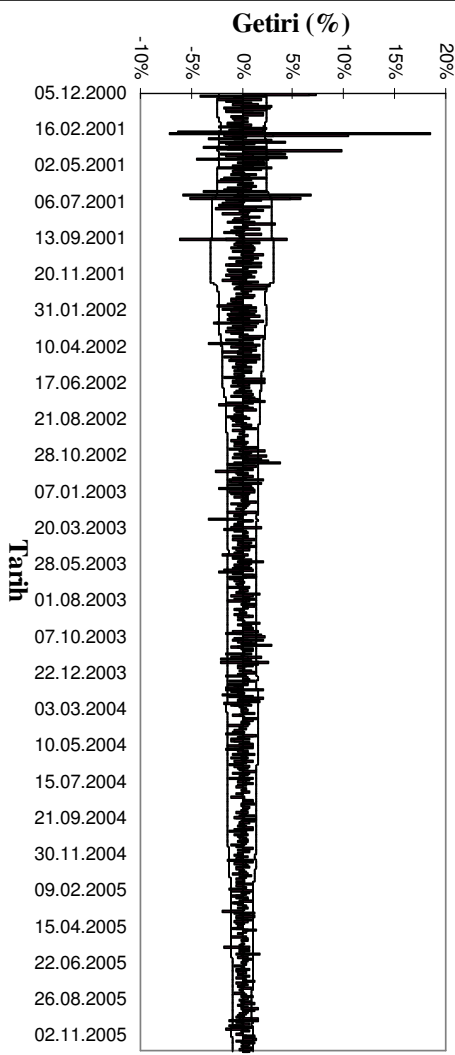
Grafik 5.49: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



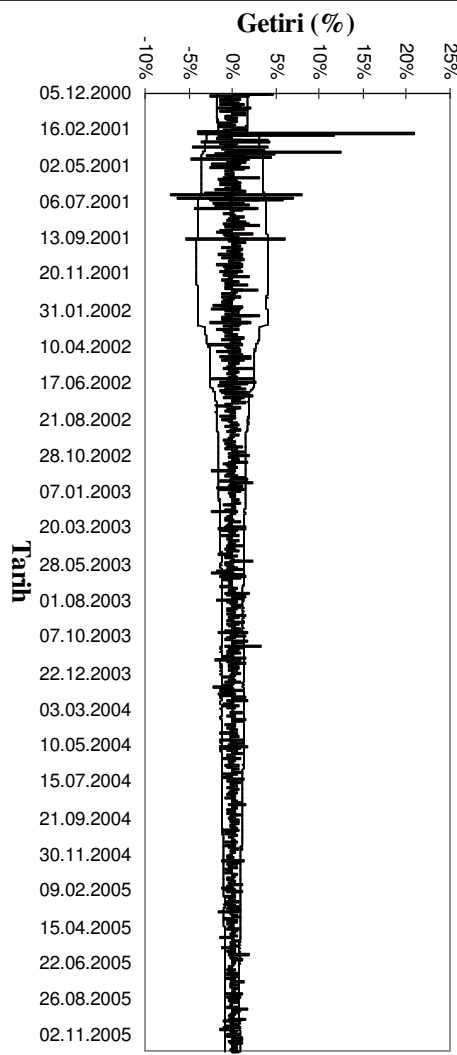
Grafik 5.50: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



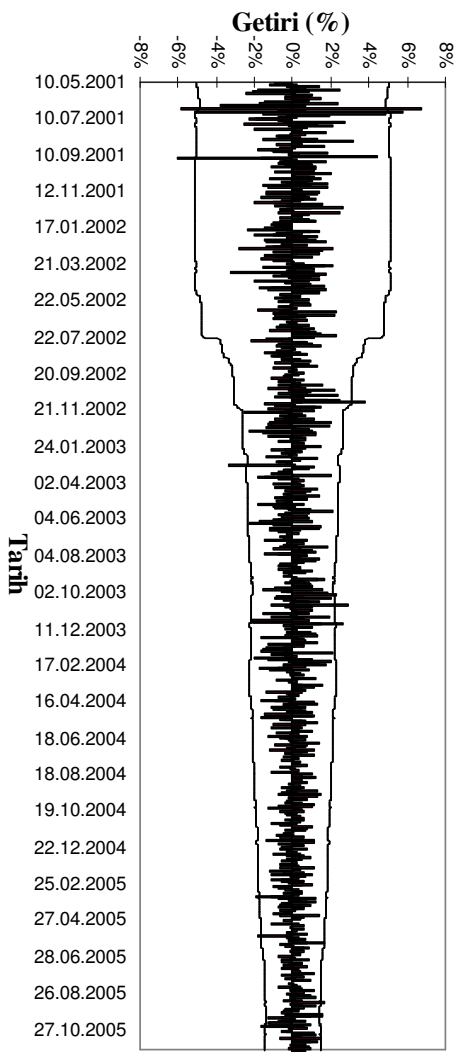
Grafik 5.51: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



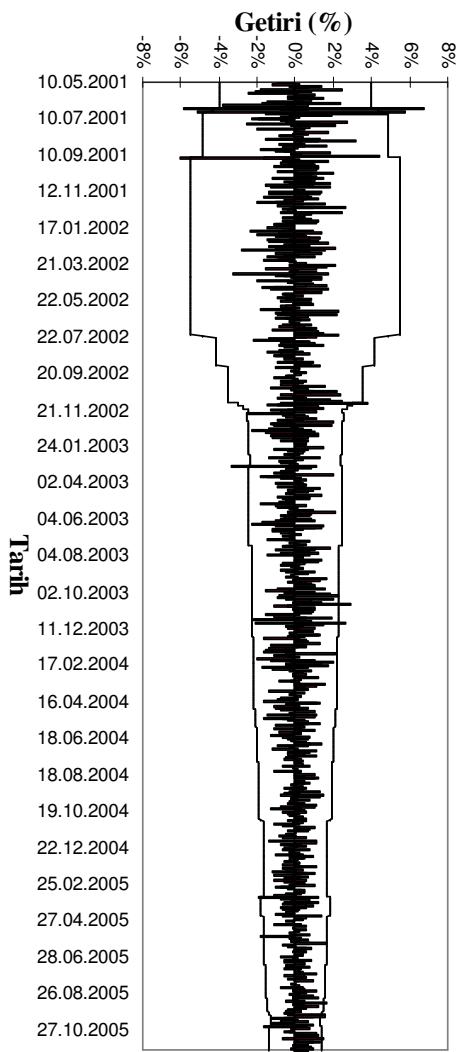
Grafik 5.52: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



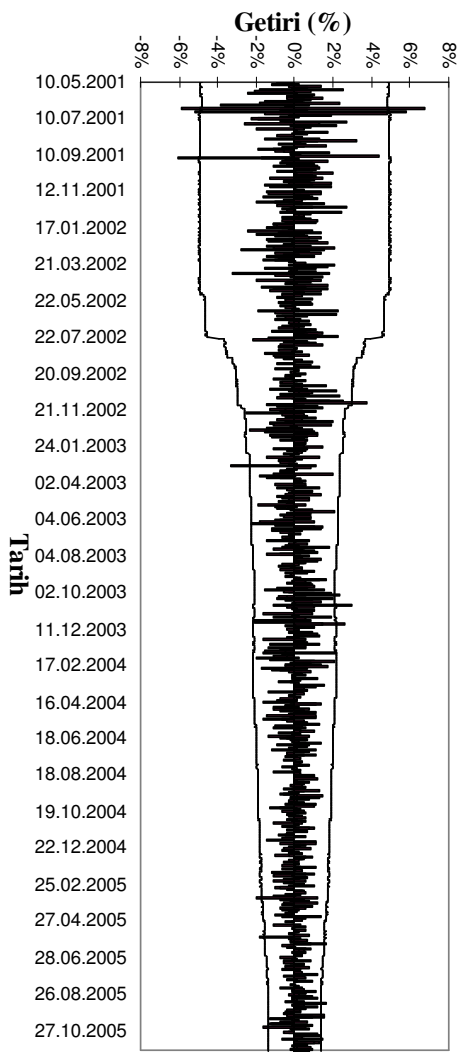
**Grafik 5.53: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi
ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting**



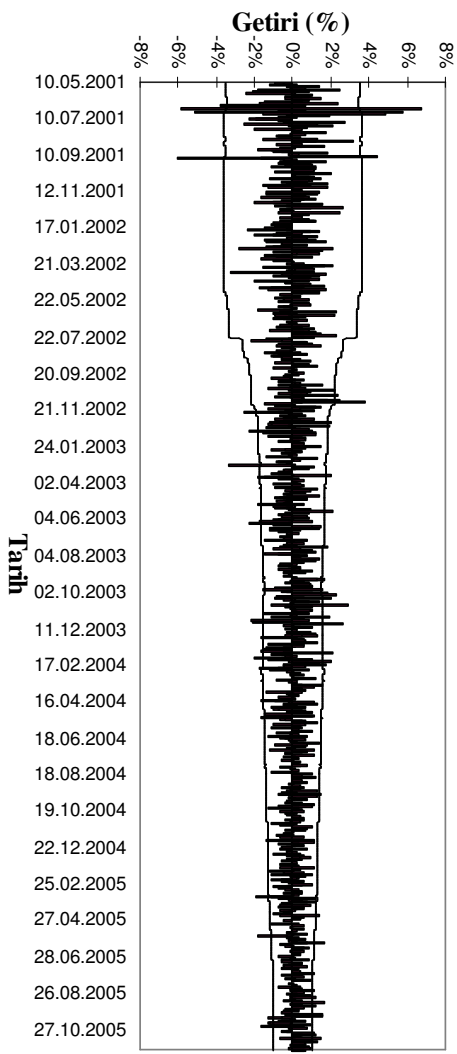
**Grafik 5.54: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve
%99 Güven Seviyesi İçin Backtesting**



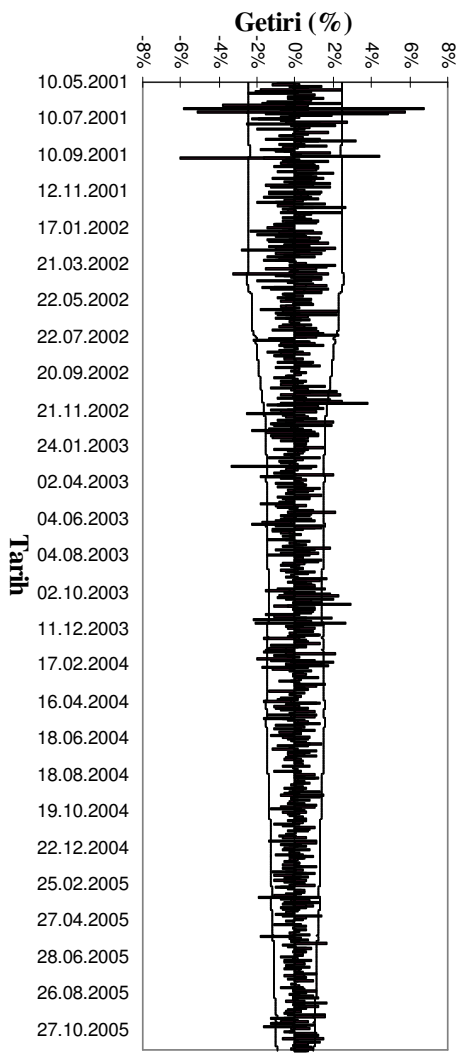
**Grafik 5.55: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem
Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting**



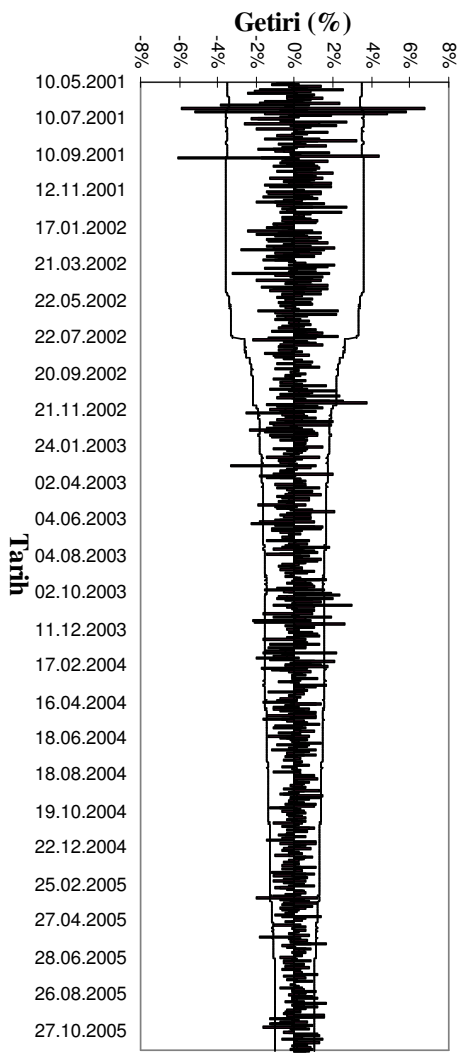
Grafik 5.56: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



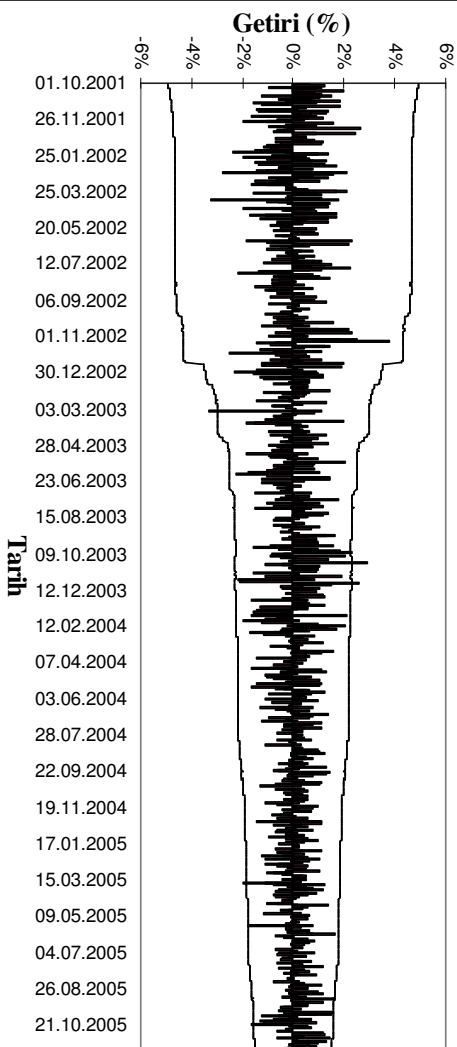
Grafik 5.57: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



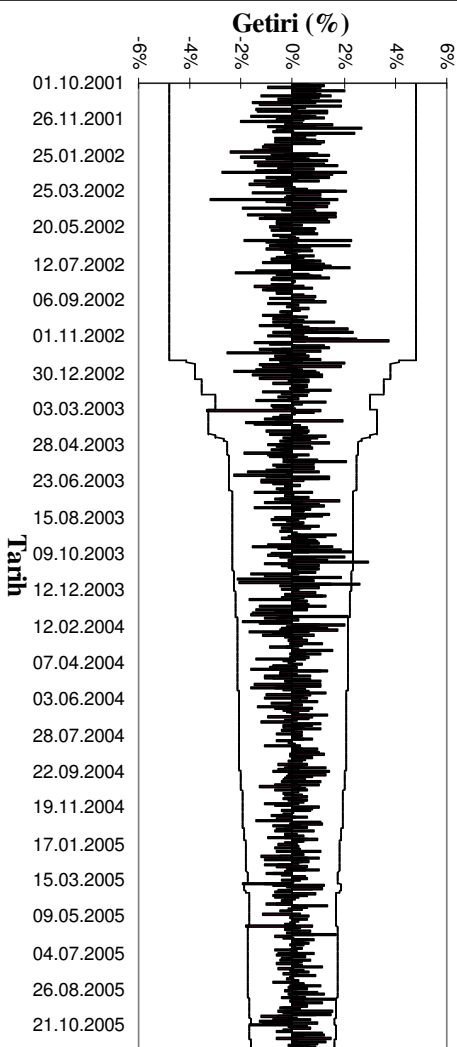
Grafik 5.58: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting



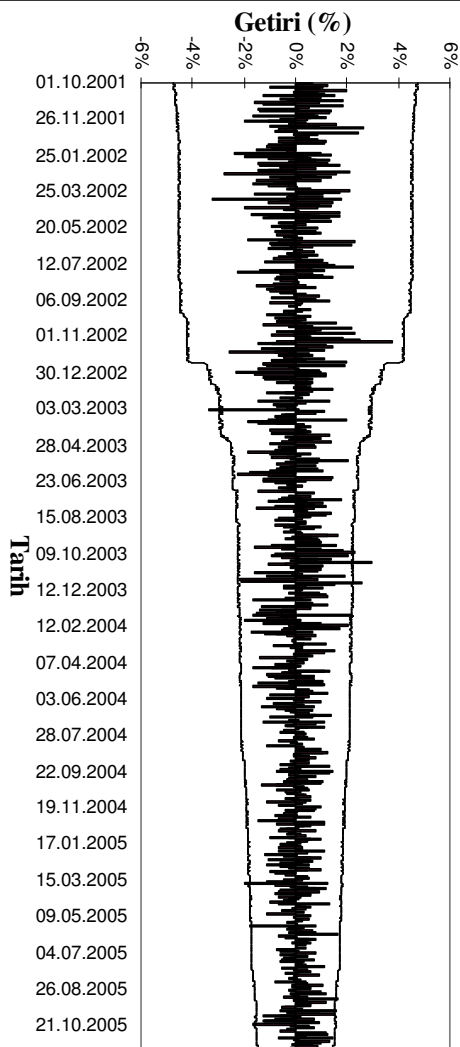
Grafik 5.59: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



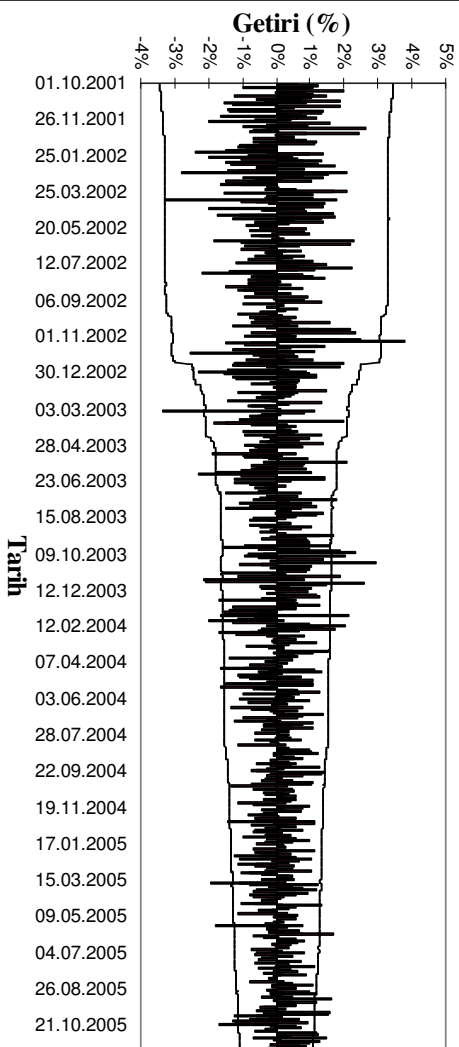
Grafik 5.60: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



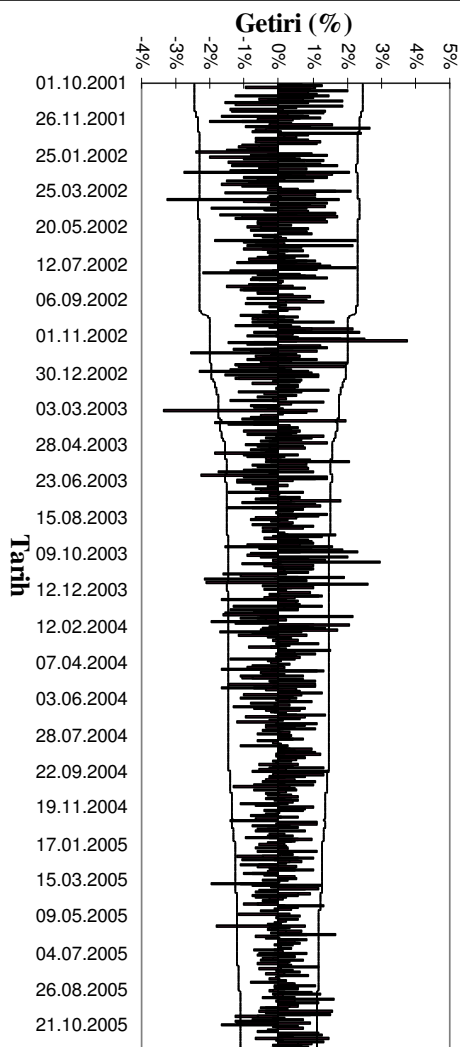
Grafik 5.61: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



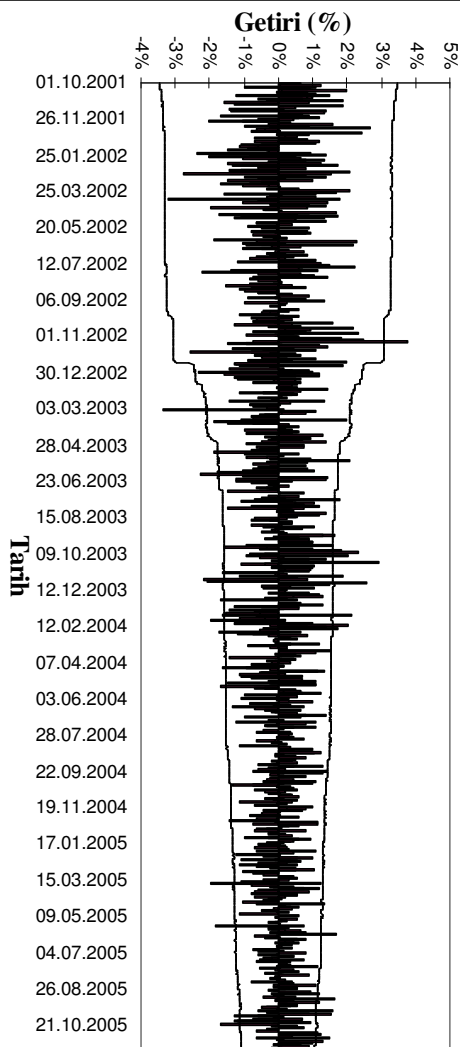
**Grafik 5.62: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi
ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting**



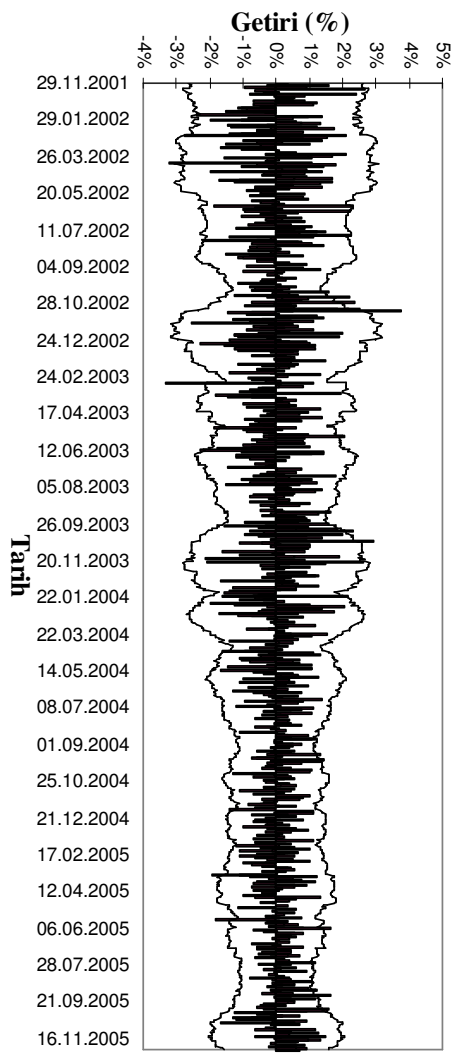
**Grafik 5.63: Tarihli Simülasyon Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi ve
%95 Güven Seviyesi İçin Backtesting**



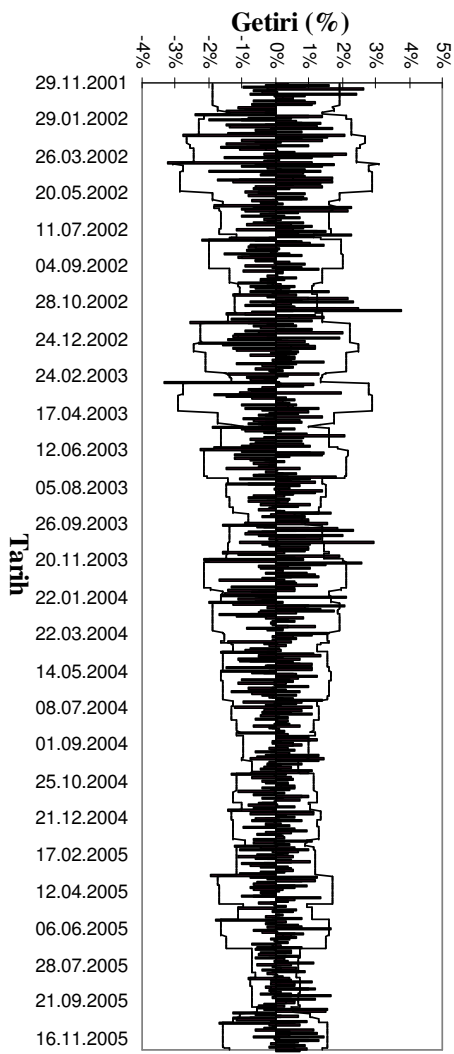
**Grafik 5.64: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem
Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting**



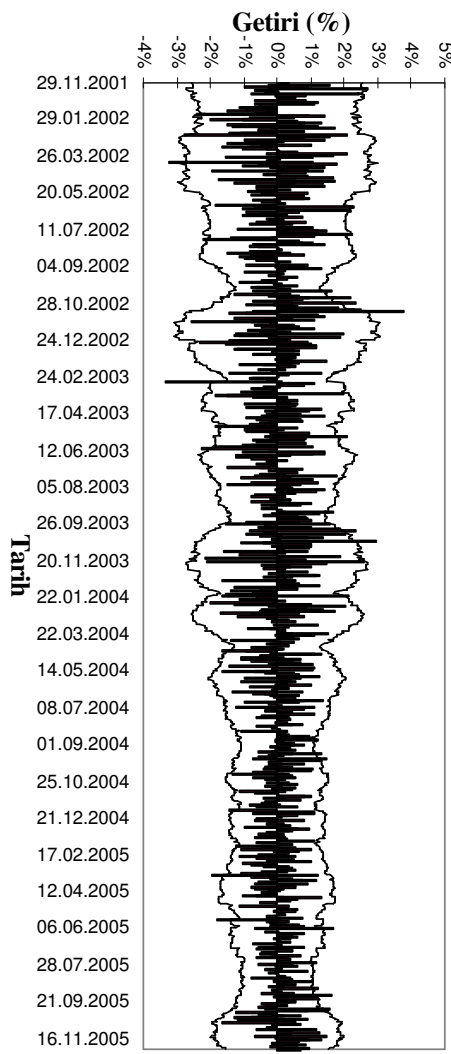
Grafik 5.65: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



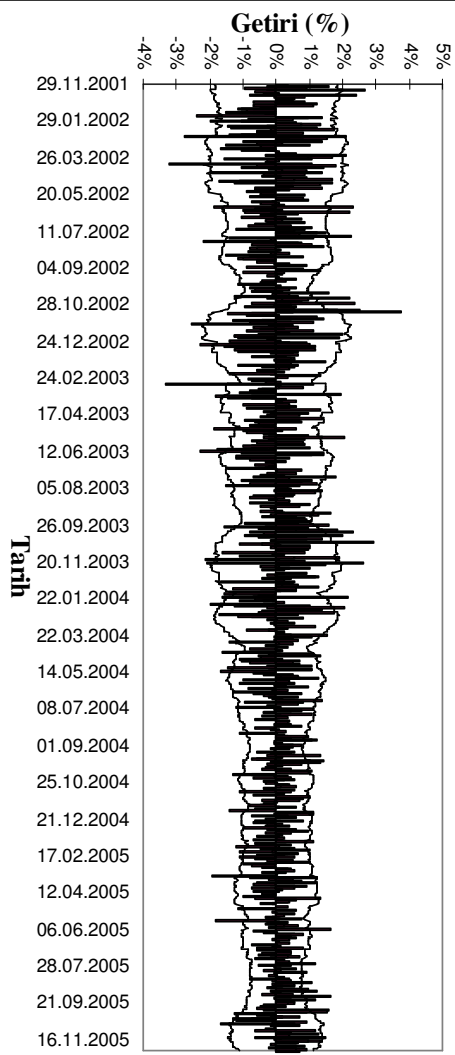
Grafik 5.66: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



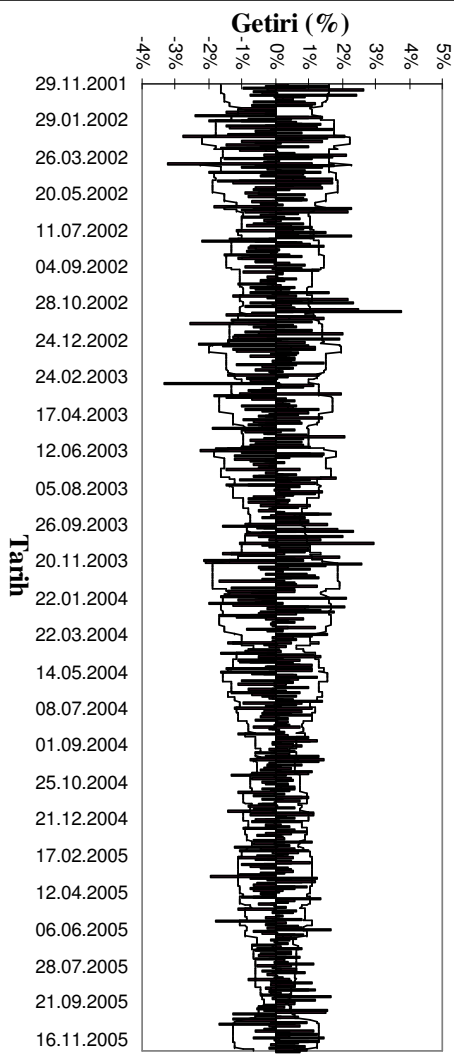
Grafik 5.67: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



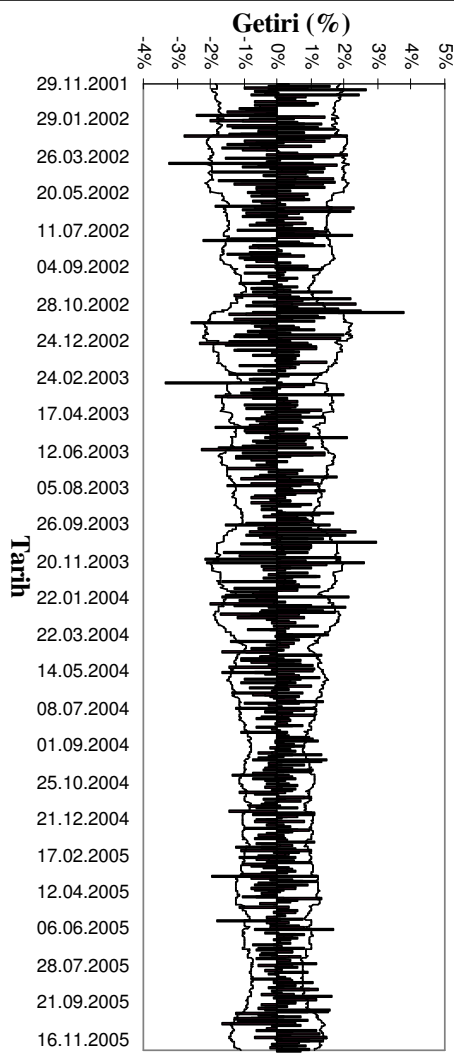
Grafik 5.68: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



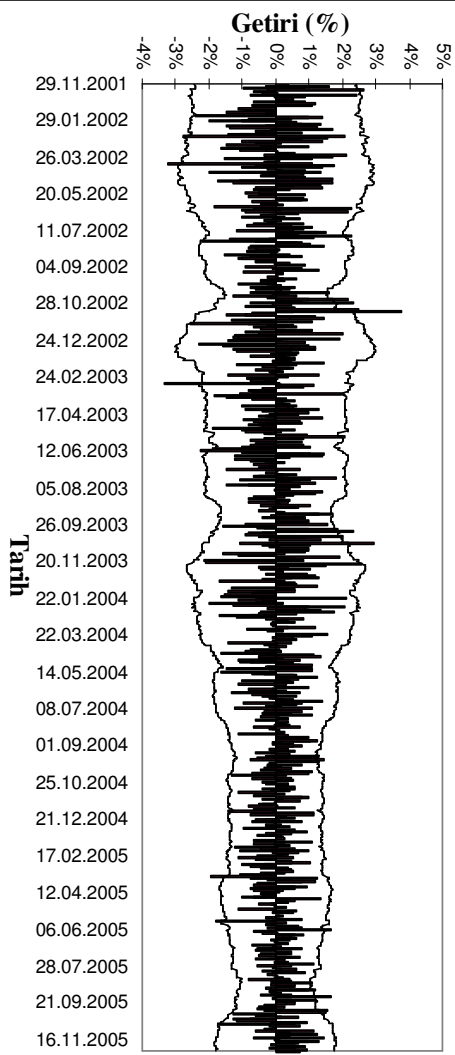
Grafik 5.69: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



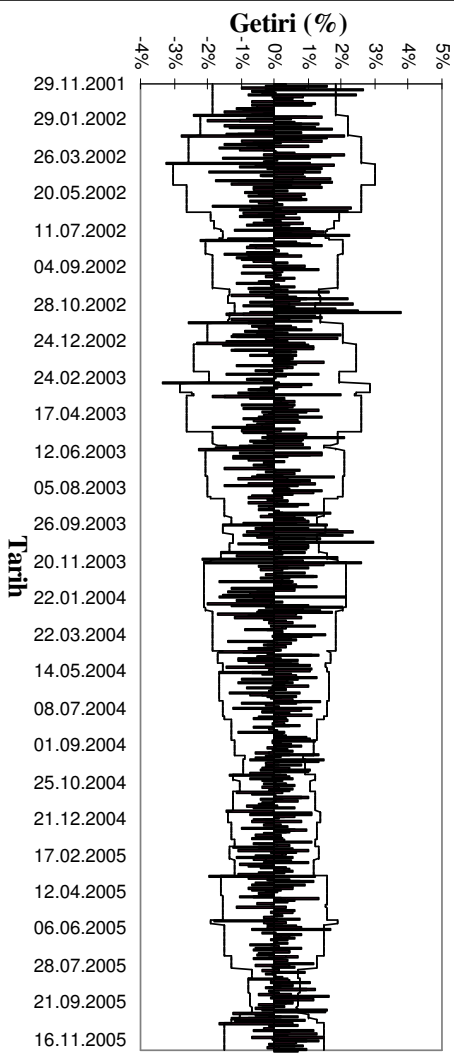
Grafik 5.70: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 30 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



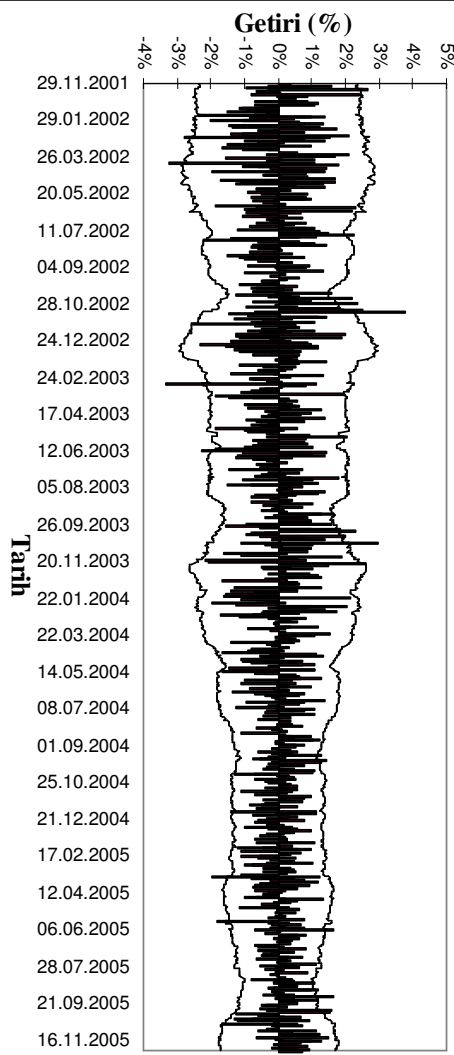
Grafik 5.71: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



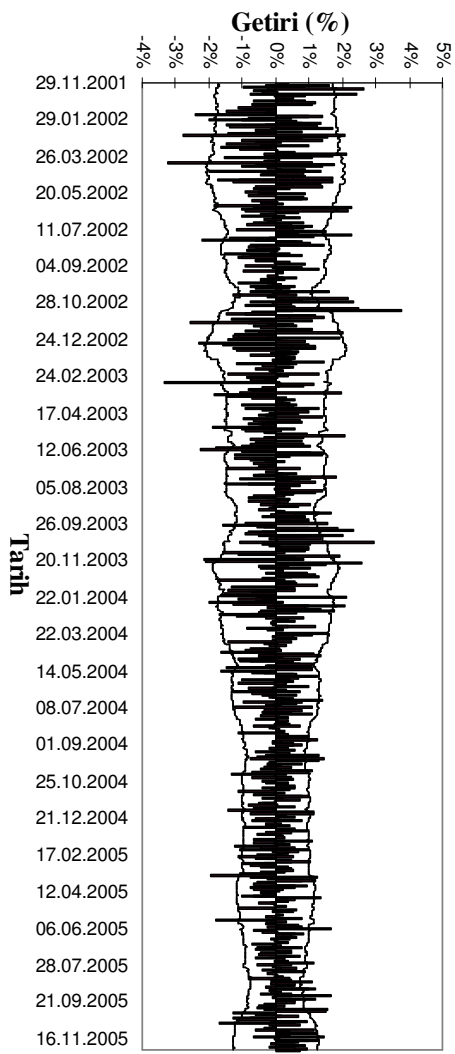
Grafik 5.72: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



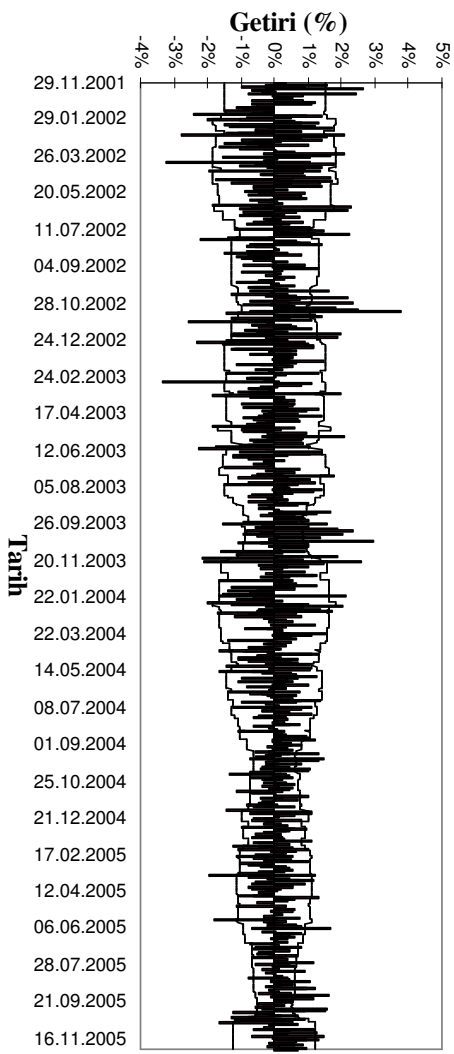
Grafik 5.73: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting



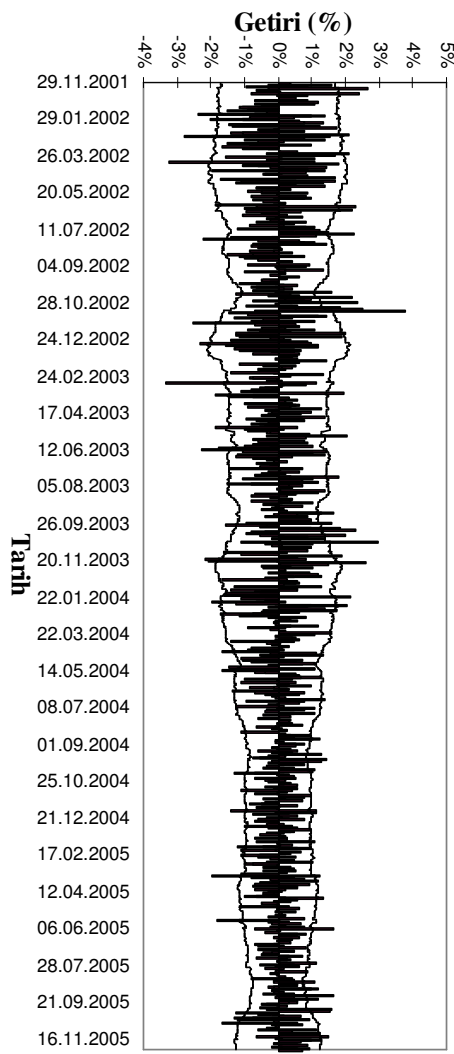
Grafik 5.74: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



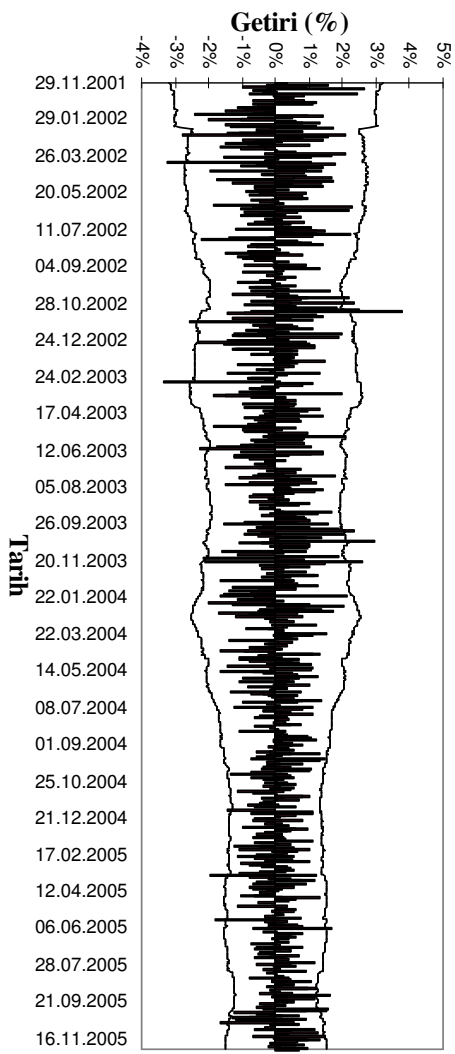
Grafik 5.75: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



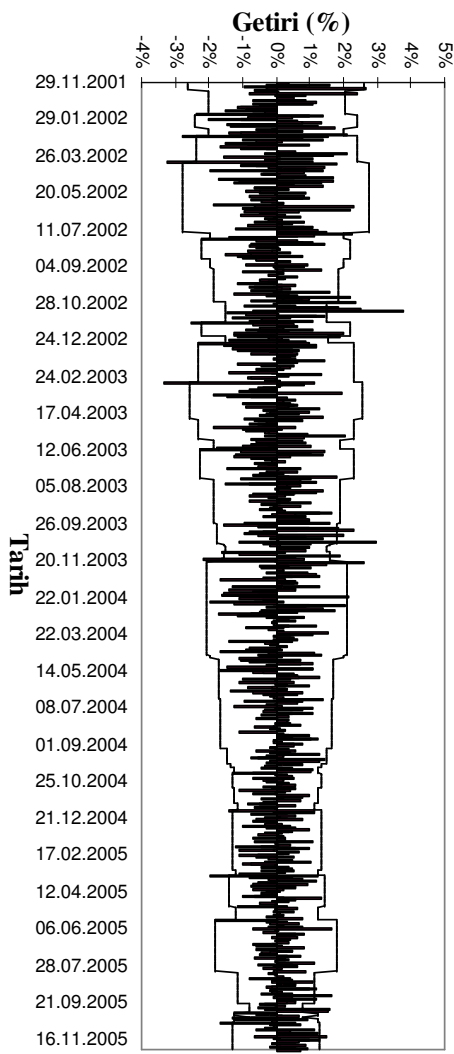
Grafik 5.76: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 50 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



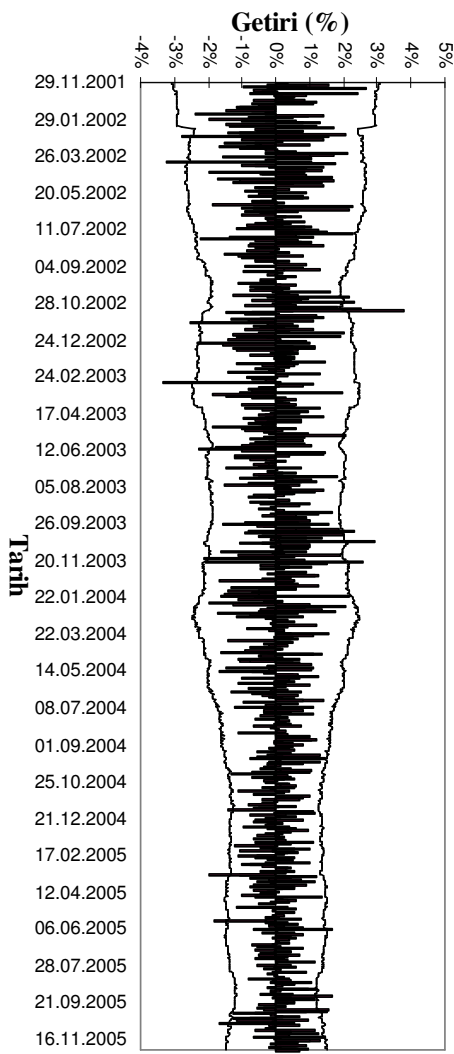
Grafik 5.77: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000gün)



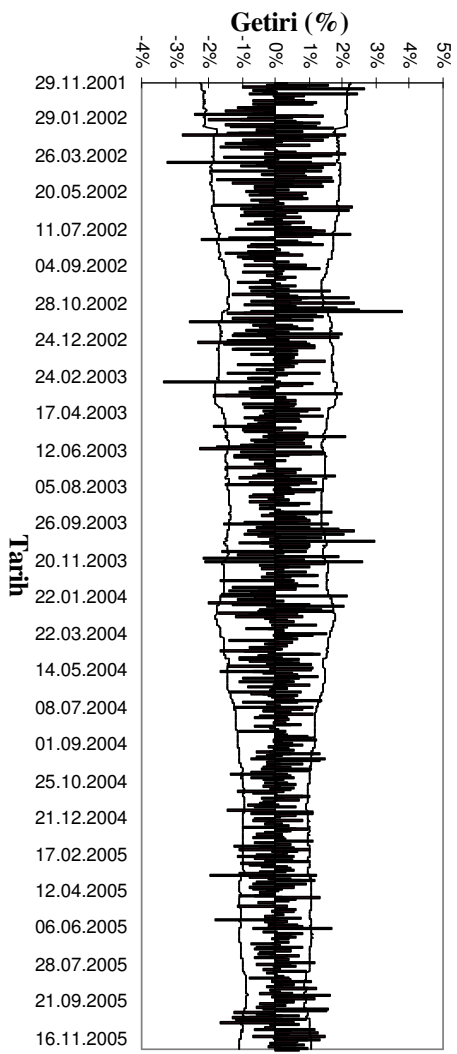
Grafik 5.78: Tarihî Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



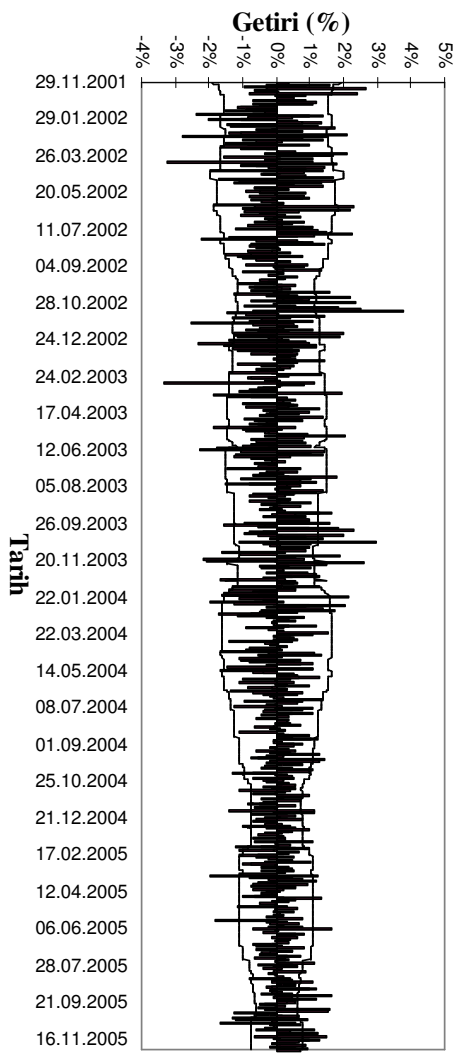
Grafik 5.79: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



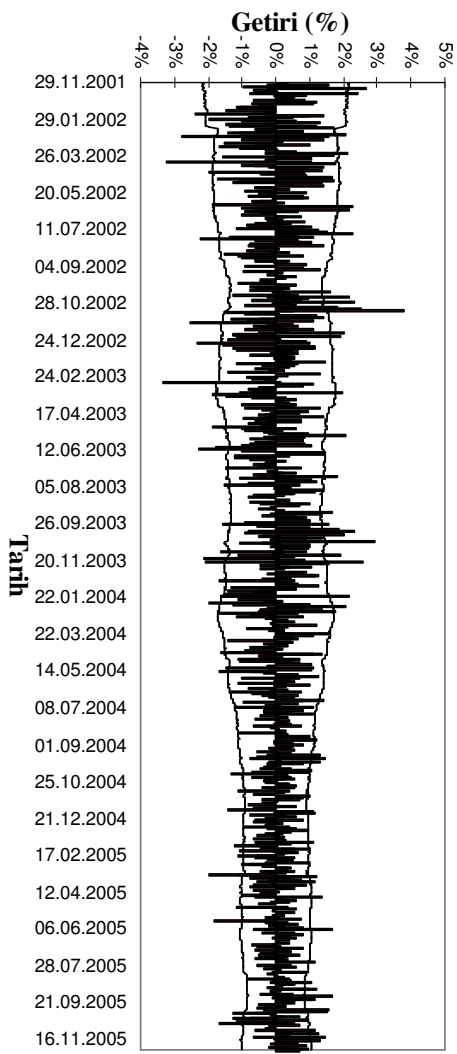
Grafik 5.80: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



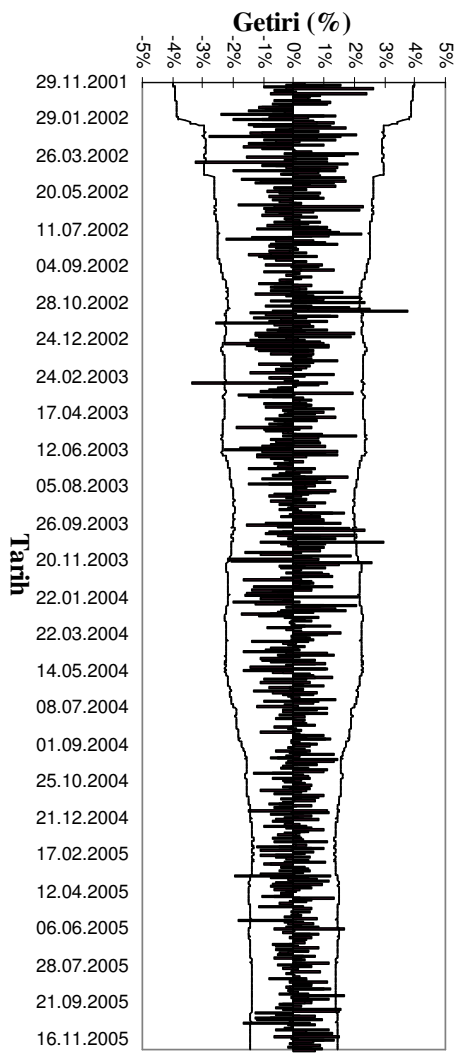
Grafik 5.81: Tarihî Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



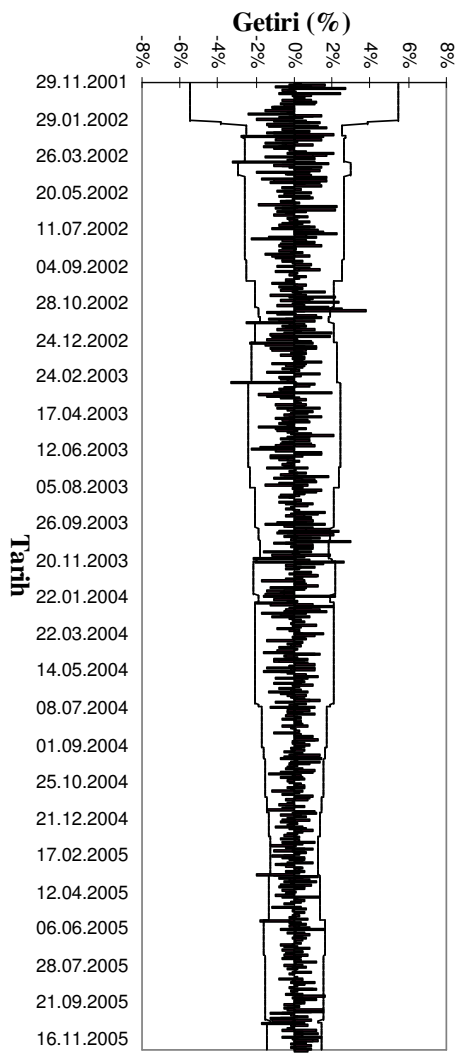
Grafik 5.82: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 100 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



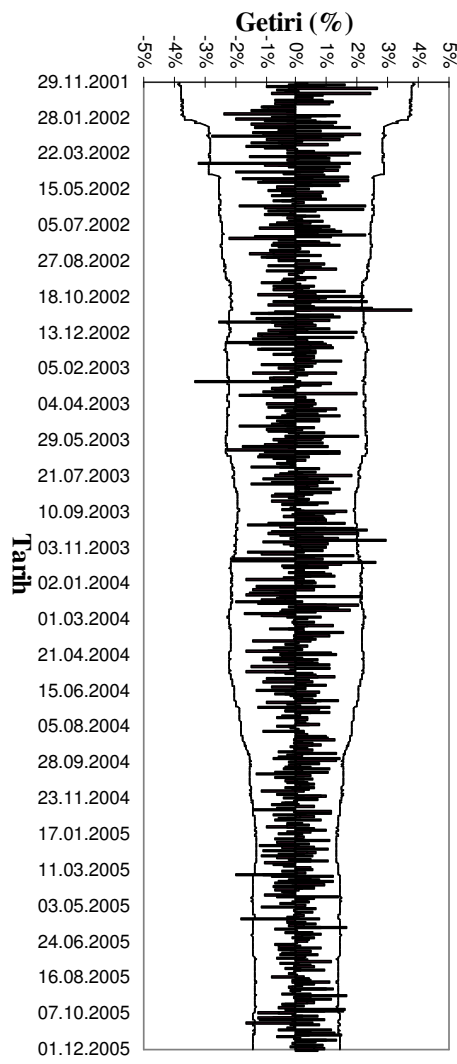
Grafik 5.83: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



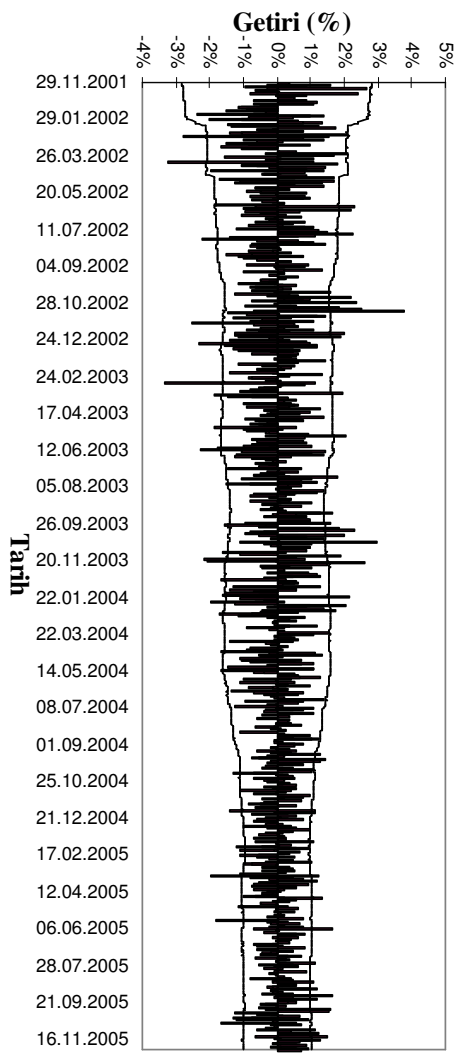
Grafik 5.84: Tarihî Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



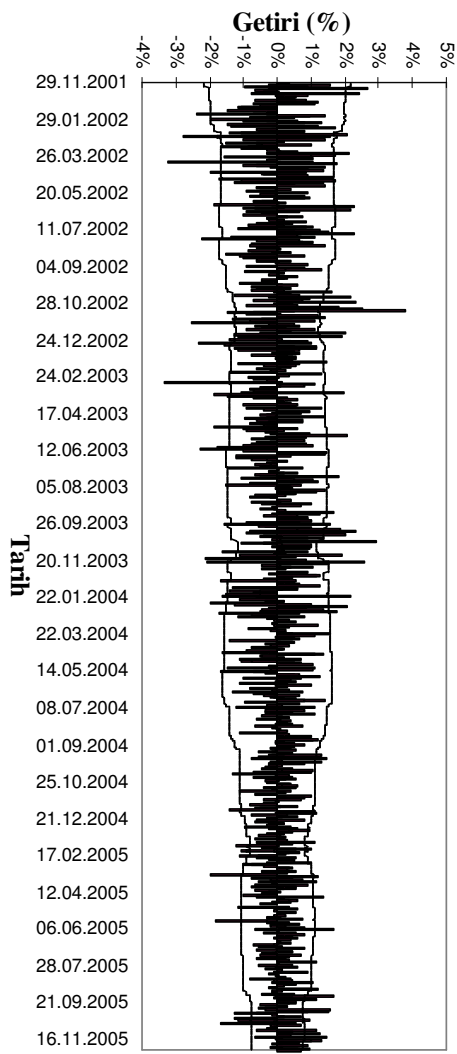
Grafik 5.85: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



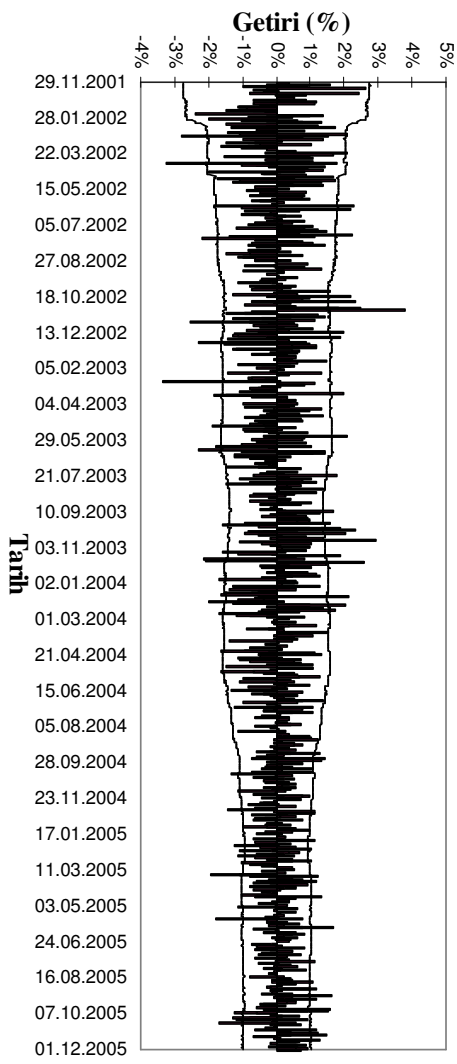
Grafik 5.86: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



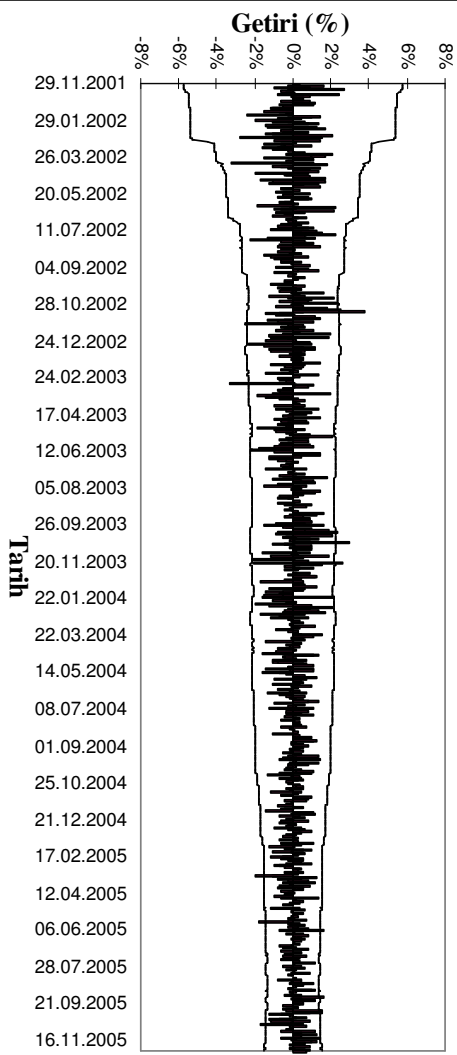
Grafik 5.87: Tarihli Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



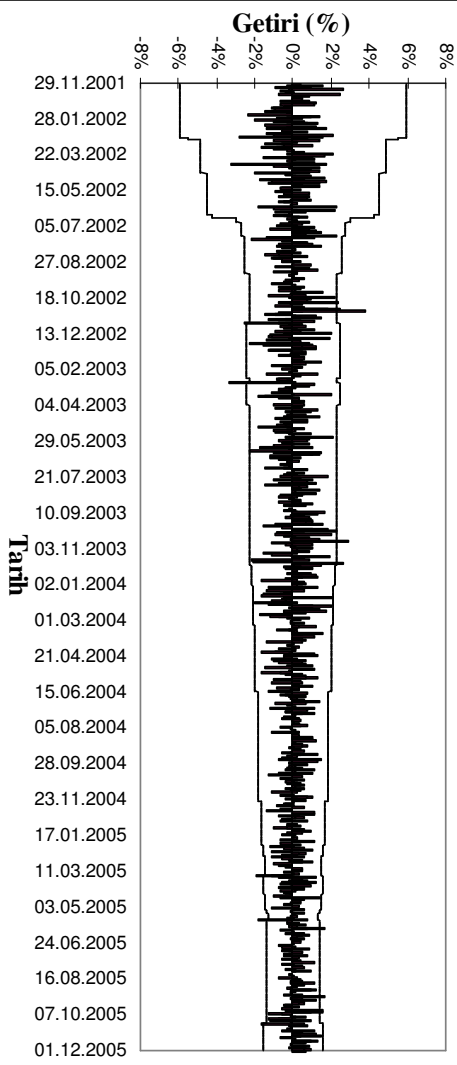
Grafik 5.88: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 150 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



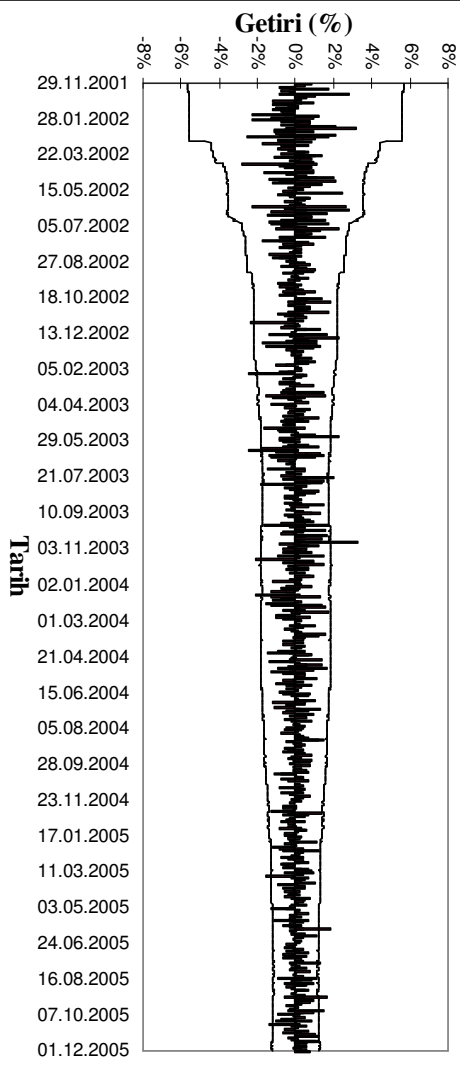
Grafik 5.89: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



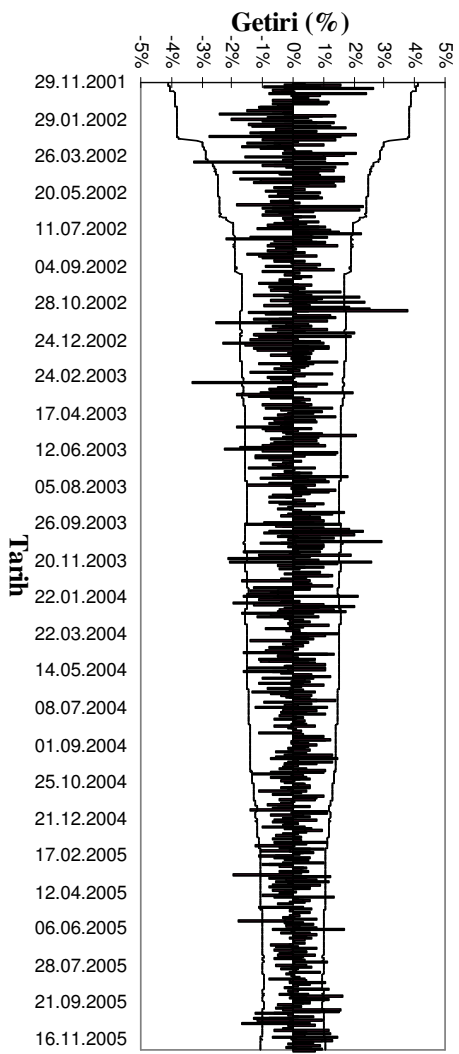
Grafik 5.90: Tarih Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



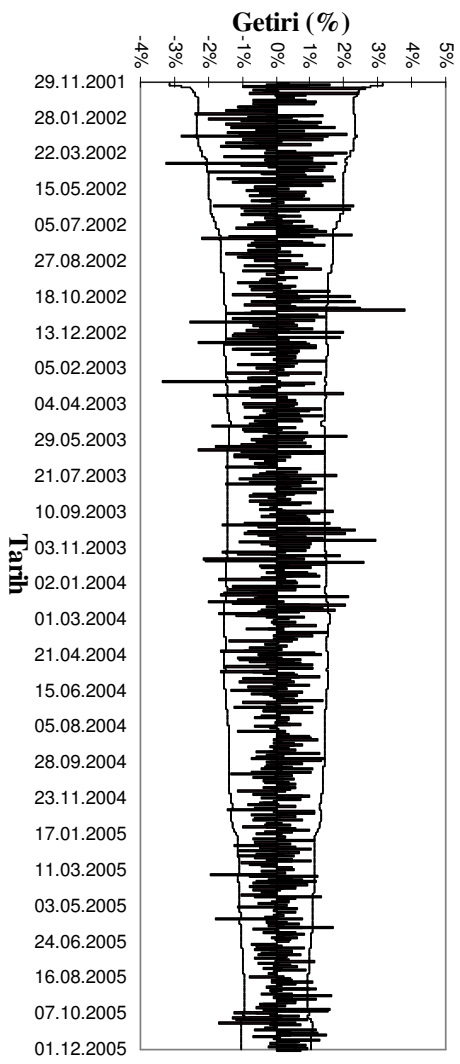
Grafik 5.91: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



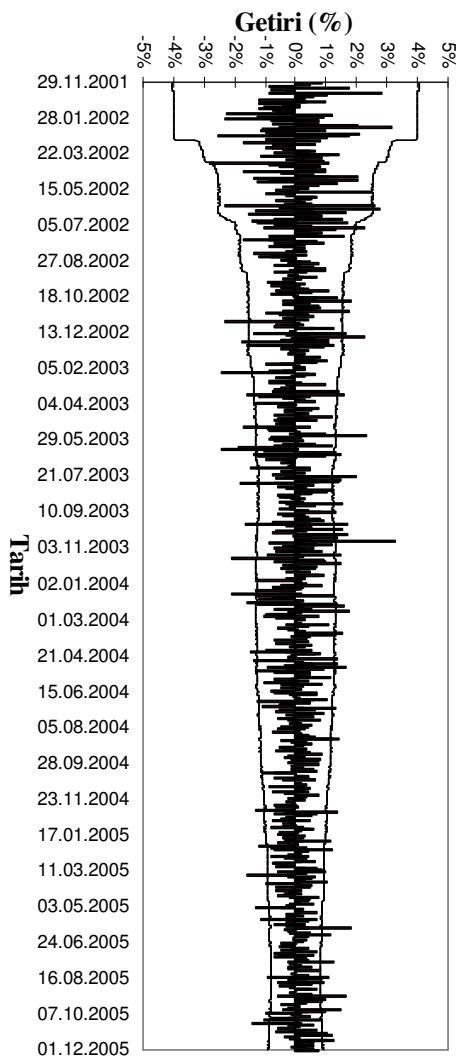
Grafik 5.92 Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



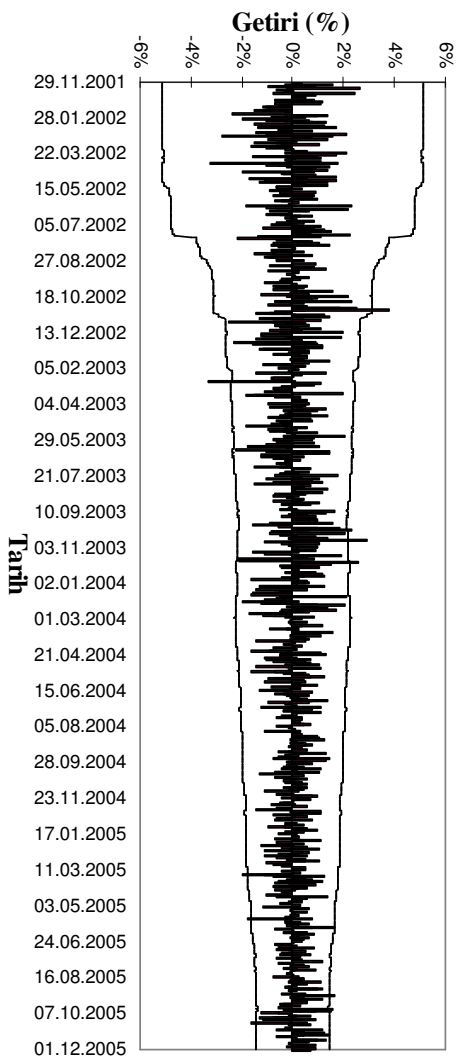
Grafik 5.93: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



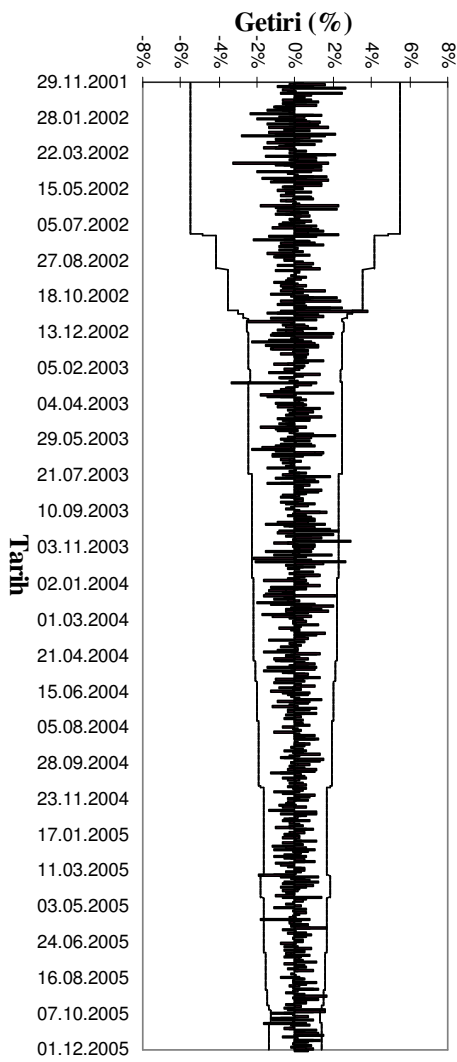
Grafik 5.94: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 250 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



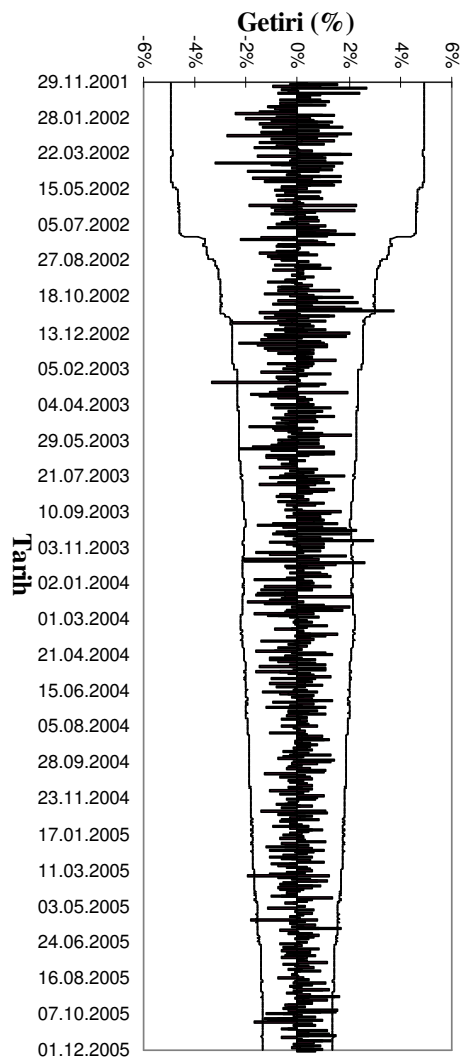
Grafik 5.95: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



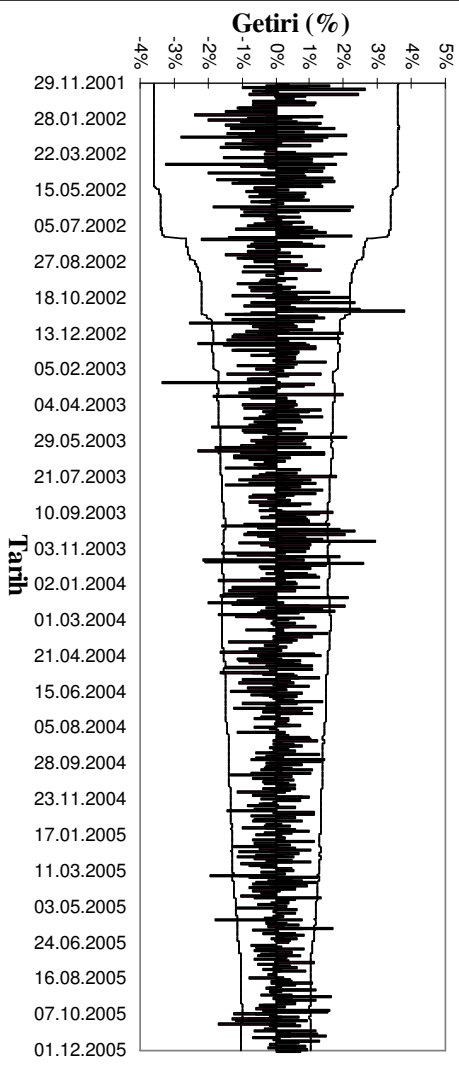
Grafik 5.96: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



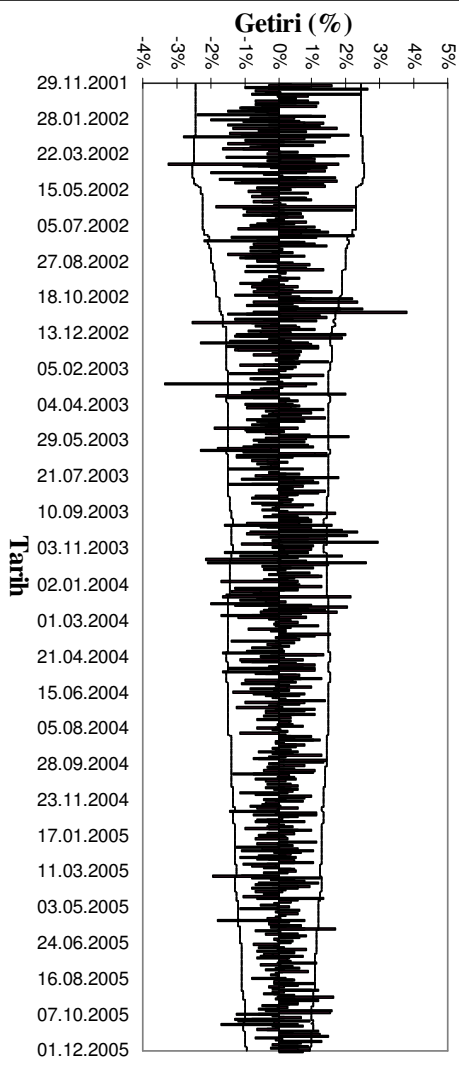
Grafik 5.97: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %99 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)



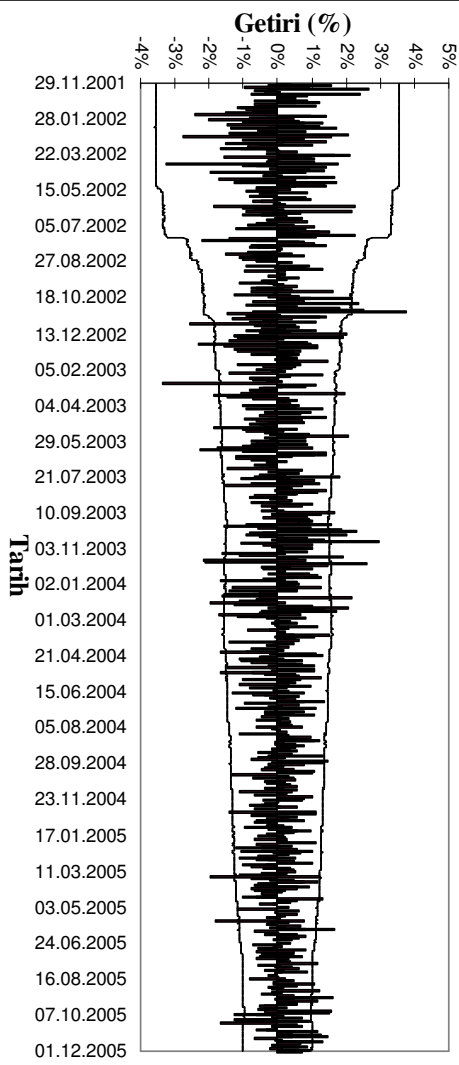
Grafik 5.98: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)

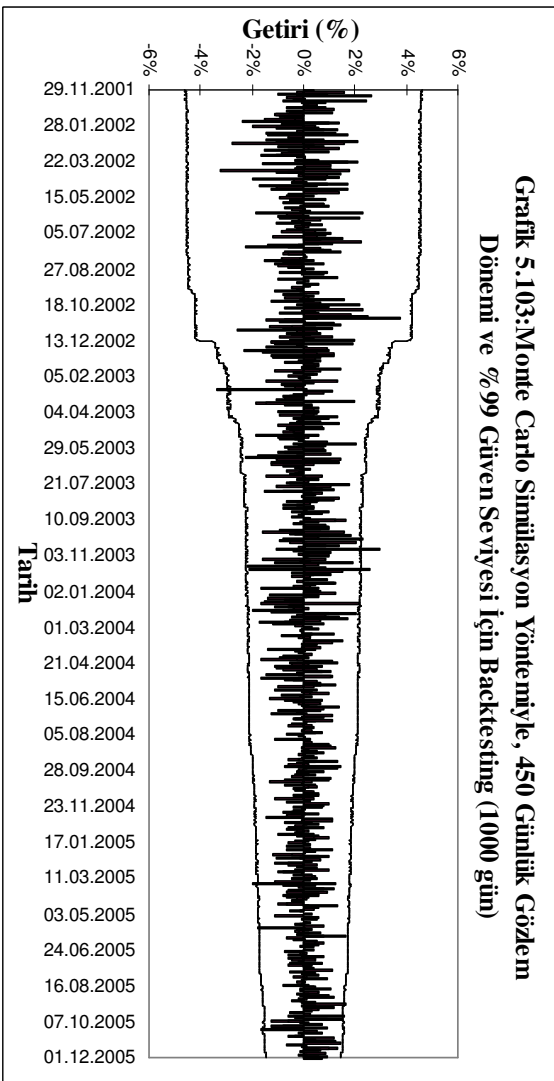
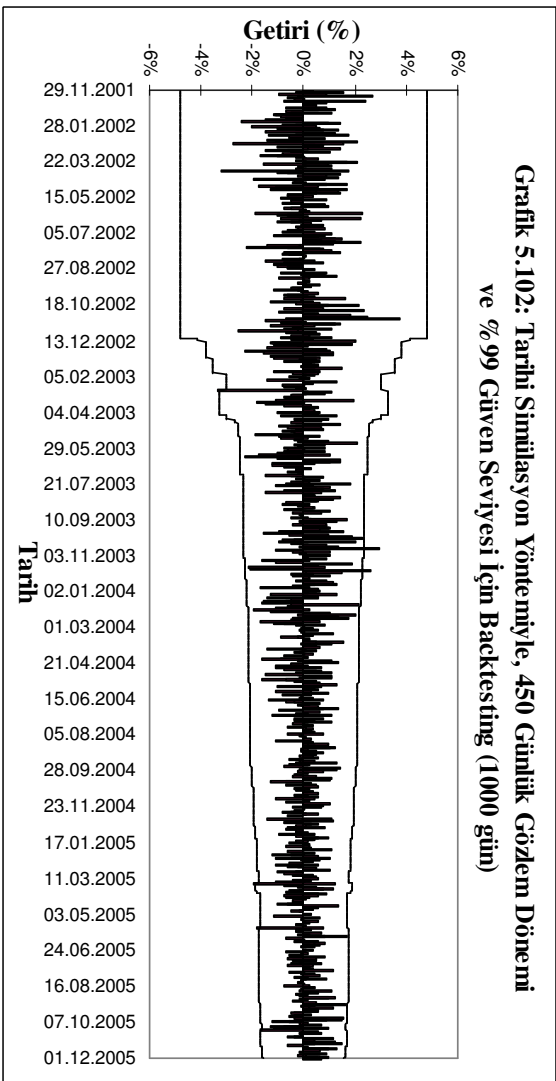
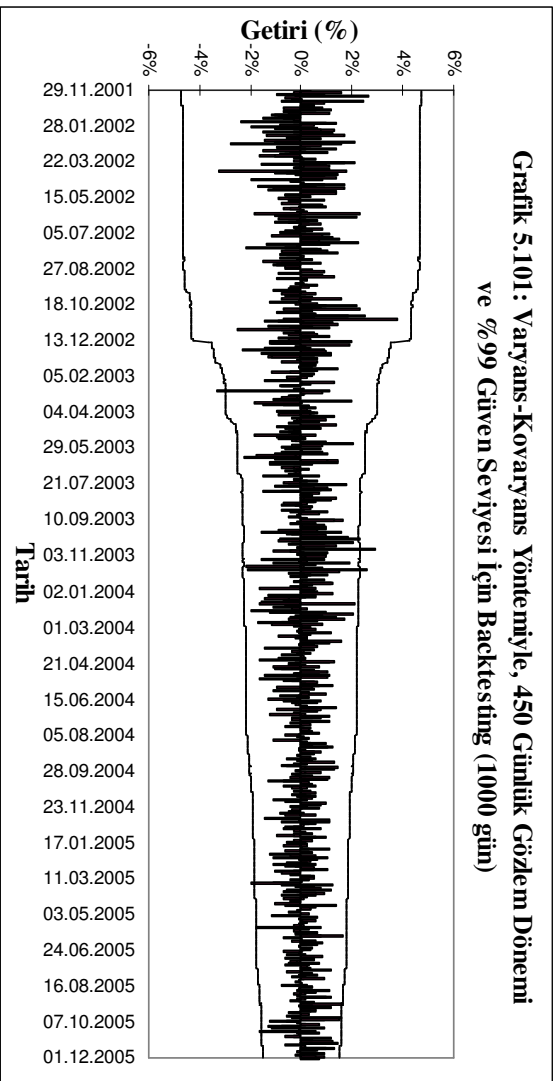


Grafik 5.99: Tarihi Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)

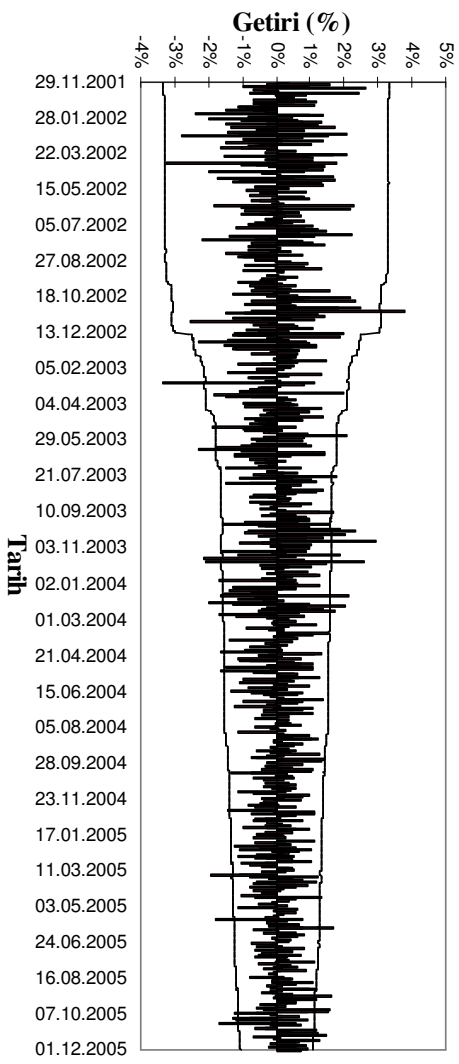


Grafik 5.100: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 350 Günlük Gözlem Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)

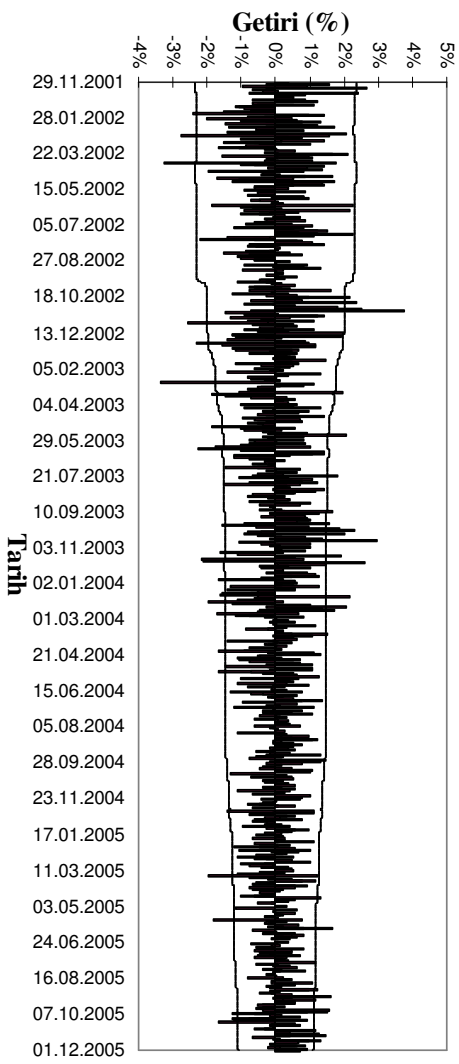




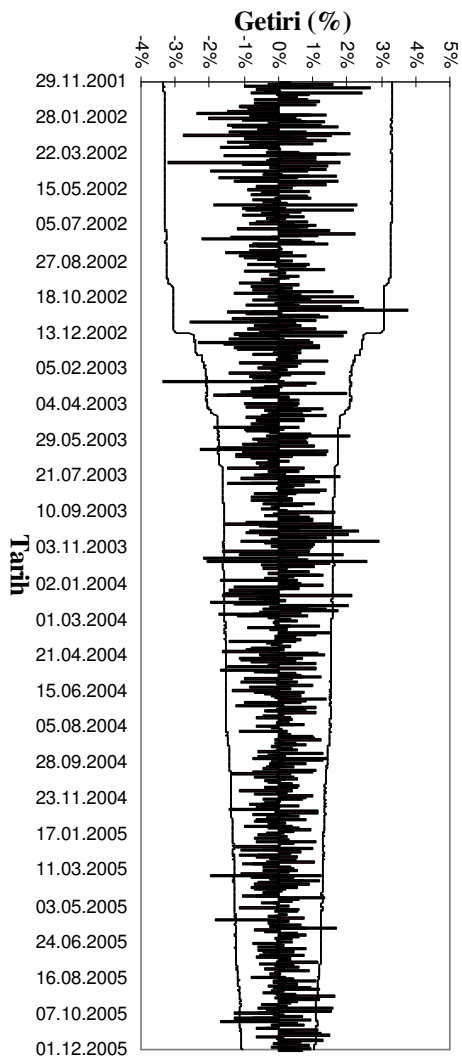
**Grafik 5.104: Varyans-Kovaryans Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi
ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)**



**Grafik 5.105: Tarihî Simülasyon Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem Dönemi
ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)**



**Grafik 5.106: Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle, 450 Günlük Gözlem
Dönemi ve %95 Güven Seviyesi İçin Backtesting (1000 gün)**



Tablo 5.17: Basel Kriterlerine Göre Sapma Bölgeleri (%99 - %95)

%99 Güven seviyesi		%99 Güven seviyesi			
1	0,048%	0	0,000%	42	13,713%
2	0,268%	1	0,000%	43	17,329%
3	1,007%	2	0,000%	44	21,468%
4	2,869%	3	0,000%	45	26,096%
5	6,614%	4	0,000%	46	31,153%
6	12,888%	5	0,000%	47	36,556%
7	21,886%	6	0,000%	48	42,201%
8	33,169%	7	0,000%	49	47,974%
9	45,730%	8	0,000%	50	53,753%
10	58,304%	9	0,000%	51	59,418%
11	69,735%	10	0,000%	52	64,860%
12	79,251%	11	0,000%	53	69,983%
13	86,556%	12	0,000%	54	74,712%
14	91,759%	13	0,000%	55	78,992%
15	95,213%	14	0,000%	56	82,794%
16	97,361%	15	0,000%	57	86,108%
17	98,617%	16	0,000%	58	88,944%
18	99,310%	17	0,000%	59	91,327%
19	99,671%	18	0,000%	60	93,294%
20	99,850%	19	0,000%	61	94,889%
21	99,935%	20	0,000%	62	96,161%
22	99,973%	21	0,000%	63	97,157%
23	99,989%	22	0,000%	64	97,925%
24	99,996%	23	0,001%	65	98,507%
25	99,998%	24	0,002%	66	98,941%
		25	0,005%	67	99,259%
		26	0,010%	68	99,489%
		27	0,021%	69	99,653%
		28	0,039%	70	99,767%
		29	0,072%	71	99,846%
		30	0,128%	72	99,899%
		31	0,220%	73	99,935%
		32	0,366%	74	99,959%
		33	0,592%	75	99,974%
		34	0,930%	76	99,984%
		35	1,422%	77	99,990%
		36	2,115%	78	99,994%
		37	3,066%	79	99,997%
		38	4,335%	80	99,998%
		39	5,981%	81	99,999%
		40	8,064%	82	99,999%
		41	10,630%	83	100,000%

Tablo 5.18: Basel Kriterlerine Göre Kabul Edilebilir Sapmalar (1000 gün)

Y 1000 Gün	99%	95%
Yeşil Bölge	0–14	0–61
Sarı Bölge	15–23	62–76
Kırmızı Bölge	24 ve üzeri	77 ve üzeri

Tablo 5.19: Bankalar’dan İstenen Sapma Aralıklarına Göre Uygunluk (1000 gün)

1000 Günlük Geriye Dönük Test Sonuçları													
Güven Seviyesi		Tarihi Simülasyon				Varyans-Kovaryans				Monte Carlo Simülasyon			
		95%		99%		95%		99%		95%		99%	
30 Gün	S	78	7,80%	37	3,70%	47	4,70%	12	1,20%	47	4,70%	13	1,30%
50 Gün		64	6,40%	26	2,60%	44	4,40%	11	1,10%	46	4,60%	12	1,20%
100 Gün	A	55	5,50%	18	1,80%	41	4,10%	11	1,10%	44	4,40%	12	1,20%
150 Gün	P	52	5,20%	12	1,20%	39	3,90%	8	0,80%	39	3,90%	10	1,00%
250 Gün	M	36	3,60%	6	0,60%	31	3,10%	6	0,60%	31	3,10%	10	1,00%
350 Gün	A	30	3,00%	5	0,50%	24	2,40%	4	0,40%	25	2,50%	6	0,60%
450 Gün		29	2,90%	4	0,40%	18	1,80%	4	0,40%	21	2,10%	4	0,40%

Kurum :Z.K.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı
Tez Başlığı :Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Geriye
Dönük Test (Backtesting) Uygulaması
Tez Yazarı :Ahmet Bostancı
Tez Danışmanı :Doç. Dr. Turhan Korkmaz
Tez Türü, Yılı :Yüksek Lisans Tezi, 2006
Sayfa Adedi :147

ÖZET

Yirmi yıl öncesine kadar finans yöneticisinin görevi işletmeye en uygun fonu sağlamakken, günümüzde ise görevi sağlanan fonların etkin kullanımı olmuştur. Özellikle 1990'lı yıllardan beri finansal piyasalarda yaşanan olumsuz örnekler fonların kullanımında etkin bir risk yönetiminin gereksinimini gündeme getirmiştir. JP Morgan tarafından 1994'te tanıtılan ve bugünlere kadar birçok farklı modelin türetilmesi sonucu ortaya çıkan RMD yönteminin finansal kuruluşlar tarafından kullanımı artmıştır.

Bu çalışmada RMD hesaplama yöntemlerinin üç temel yöntemi olan Tarihi Simülasyon, Varyans-Kovaryans ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi, varsayımsal bir portföye uygulanarak, geriye dönük test edilmiştir ve performansları yorumlanmıştır. Ayrıca çalışmada farklı gözlem dönemleri kullanarak, RMD hesaplama yöntemlerinin sonuçları karşılaştırılıp en uygun gözlem dönemi saptanmaya çalışılmıştır. Geriye dönük test işleminin sonuçları Basel kriterlerine göre değerlendirilip, yöntemlerinin performansları hakkında bilgi edinilmiştir.

Varyans-Kovaryans ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemleriyle hesaplanan RMD'ler, tüm farklı gözlem dönemleri için Basel Kriterlerine göre başarılı olmuştur. Tarihi Simülasyon Yöntemiyle 30 günlük ve 50 günlük gözlem dönemleriyle hesaplanan RMD'ler beklendiği gibi Basel Kriterlerine göre yetersiz olmuştur. Ayrıca Tarihi Simülasyon Yöntemiyle 100 günlük gözlem dönemi kullanılarak yapılan RMD hesaplaması yetersiz bir sonuç vermesine rağmen kullanılabilir bir gözlem dönemi olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra Basel'in belirttiği 250 günlük gözlem dönemini kullanarak hesaplanan RMD'ler, üç yöntem için başarılı sonuçlar vermesi dolayısıyla portföylerin risklerinin ölçülmesinde söz konusu yöntemlerin kullanılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler

Riske Maruz Değer, RMD, Risk Ölçümü, Geriye dönük Test, Gözlem Dönemi, Çeşitlendirme Etkisi

Institution :ZKÜ Institute of Social Sciences, Department of Management
Title :Comparing of Value at Risk Models and Backtesting Application
Author :Ahmet Bostancı
Adviser :Asst. Prof. Dr. Turhan Korkmaz
Type of Thesis :MSc. Thesis, 2006
Page Number :147

ABSTRACT

Before two decades ago, the function of a financial manager was to obtain funds, nowadays the function of a financial manager is to invest the funds effectively. Portfolio managers faced with effective risk management issues due to the financial disasters during the 1990s. Meanwhile this process Value-at-Risk (VaR) became a fundamental part of efficient risk management. After JP Morgan introduced his RiskMetrics in 1994, many VaR models were developed and today the use of VaR became prevalent in all financial institutes.

The three basic VaR calculation methods, historical simulation, variance-covariance and monte carlo simulation are applied to the hypothetical portfolio and after backtesting process, the basic methods were interpreted. Also it was tried to determine an adequate observation period after calculating VaR with different observation periods. The backtesting results were interpreted based on the Basel supervisory framework and knowledge of the performance due to the basic VaR calculation methods were obtained.

VaR results calculated with variance-covariance and monte carlo simulation methods regardless of the observation period are successful benchmarked to the Basel supervisory framework. As expected, VaR calculated with the historical simulation method failed with an observation period of 30 and 50 days. Besides, VaR calculated with historical simulation and an observation period of 100 days, leads to high exceptions but is not useless at all. Furthermore all three methods have satisfactory results with the 250 days of observation period declared by the Basel supervisory framework, so that it is suggested to use them for the calculation of a portfolio's risk.

Keywords

Value at Risk, VaR, Risk Calculation, Backtesting, Observation Period, Diversification
Effect