

**TC
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANA BİLİM DALI
İKTİSAT YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**RİSK YÖNETİMİNDE RİSKE MARUZ DEĞER
KAVRAMI : TEORİ VE İMKB ÜZERİNE
UYGULAMALAR**

BERKAY EMEKLİ

05710001

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. MELİKE BİLDİRİCİ

İSTANBUL

2008

TC
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANA BİLİM DALI
İKTİSAT YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

RİSK YÖNETİMİNDE RİSKE MARUZ DEĞER
KAVRAMI : TEORİ VE İMKB ÜZERİNE
UYGULAMALAR

BERKAY EMEKLİ

05710001

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 25/07/2008

Tezin Savunulduğu Tarih: 01/08/2008

Tez Oy birliği/ ~~Oy çokluğu~~ ile başarılı bulunmuştur.

Unvan Ad Soyadı

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Melike Bildirici

Jüri Üyeleri: Prof.Dr. Nevin Coşar

Dr. Elçin Aykaç Alp

İmza

İSTANBUL

TEMMUZ, 2008

ÖZ

RİSK YÖNETİMİNDE RİSKE MARUZ DEĞER KAVRAMI : TEORİ VE İMKB ÜZERİNE UYGULAMALAR

Berkay Emekli

Temmuz, 2008

Finansal riskler özellikle 20. Yüzyılın sonlarından itibaren günümüz finans dünyasını derinden sarsan izler bırakmışlardır. 1990'lı yıllarda meydana gelen finansal skandallar ve finansal krizler neticesinde risk yönetimine olan ilgi artarak riskin ölçülmesine ilişkin yöntemler geliştirilmiştir. Düzenleyici otoritelerin de tavsiyeleri ile riskin ölçülmesinde Riske Maruz Değer Yöntemi en çok kullanılan yöntem haline gelmiştir.

Bu çalışmanın amacı, finansal kurumların karşı karşıya oldukları risk türleri hakkında bilgi vermek ve piyasa riski ölçümünde yaygın olarak kullanılan Riske Maruz Değer Yöntemlerini açıklayarak, oluşturulan varsayımsal portföylerin Riske Maruz Değerini tahmin etmektir.

Çalışmanın uygulama aşamasında, iki farklı model kurulmuştur. Birinci modelde, İMKB-30 endeksini oluşturan hisse senetlerinden varsayımsal bir portföy oluşturularak söz konusu portföyün, Microsoft Excel programında Varyans-Kovaryans ve Monte Carlo Simülasyon yöntemleriyle Riske Maruz Değeri hesaplanmıştır. İkinci modelde ise İMKB-Tüm Endeksine bağlı bir fona sahip varsayılan bir portföy oluşturulmuş, bu portföyün Microsoft Excel programında Varyans-Kovaryans yöntemi ile Riske Maruz Değeri hesaplanmıştır. İkinci modelde ayrıca seçilen dönemler için ARCH, GARCH, PARCH değerleri hesaplanarak kriz dönemlerinin Riske Maruz Değer değerine yansımaları gözlemlenmiştir.

Çalışmada oluşturulan her iki modelin de, riske maruz değer hesabında, piyasalarda volatiliteden kaynaklanan fiyat ve getiri değişimlerini de göz önünde bulunduran modeller olduğu ve maruz kalan risk hakkında sağlıklı bir tahmin imkanı sağladığı elde edilen sonuçlarla net bir şekilde görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: VAR (Value at Risk), Varyans-Covaryans Metodu ile VAR Ölçümü, Monte Carlo Simülasyonu Metodu ile VAR Ölçümü, Piyasa Risk Ölçümü, ARCH, GARCH, PARCH

ABSTRACT

THE CONCEPT OF VALUE AT RISK IN RISK MANAGEMENT: THEORY AND APPLICATIONS ON ISTANBUL STOCK EXCHANGE

Berkay Emekli

July, 2008

Financial risks have left deep marks on financial world, particularly since the late 20th century. After the financial scandals and crisis have been occurred in 1990s, interest on risk management has increased and methods regards to risk measurement have been improved. With recommendations of regulatory authorities, Value At Risk Method has become the most used method in risk measurement.

The Aim of this study is to give information on the types of risks which financial institutions are exposed to, to explain most widely-used Value At Risk Methods in market risk measurement and to estimate Value At Risk of portfolios those have been formed hypothetically.

In the phase of application, two separate models have been built. In the first model, a hypothetical portfolio has been formed with the stocks of ISE-30 Index and Value At Risk of given portfolio has been calculated with Variance-Covariance and Monte Carlo Simulation methods in Microsoft Excel. In the second model, we formed a hypothetical portfolio with stocks of IMKB-All Index. Value At Risk of this portfolio has been calculated with Variance-Covariance method in Microsoft Excel. Additionally, in the second model ARCH, GARCH, PARCH values have been calculated for chosen periods and reflects of crisis periods on Value At Risk values have been observed.

According to results, it is clearly seen that two models we built are both considering price variations resulting from volatility of markets and providing a close forecast at value at risk calculation.

Key Words: VAR (Value at Risk), Measurement of VAR with Variance-Covariance Method, Measurement of VAR with Monte Carlo Simulation Method, Market Risk Measurement, ARCH, GARCH, PARCH

ÖNSÖZ

Finans kurumlarının gerçekleştirdikleri işlemler sonucunda maruz kaldıkları riskleri ölçmeleri ve bu riskleri yönetmeleri, yatırım politikaları ve diğer stratejik kararlar açısından büyük önem taşımaktadır. Çalışmamızda özetle risk kavramı, risk çeşitleri, riskin ölçümü ve yönetiminin yanısıra en yaygın piyasa riski ölçüm yöntemi olan Riske Maruz Değer (VAR) kavramının teorik altyapısına değindikten sonra iki farklı model üzerinden VAR hesaplanması ve ARCH tipi volatilité modelleri ile modelimizin volatilitésinin hesaplanması yoluyla ekonomik ve siyasi yaşamdaki krizlerin hisse senetleri piyasası üzerine etkilerini ölçmeye çalıştık.

Bu çalışmayı hazırlayabilecek akademik bilgiyi kazanmama ve akademik bakış açımı geliştirmeme yüksek lisans öğrenimim sırasında önemli katkıları bulunan hocalarım; Prof. Dr. Ercan Eren, Prof. Dr. Nevin Coşar, Prof. Dr. Gülsün Yay, Prof. Dr. Turan Yay, Doç. Dr. Feride Gönel, içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması esnasında konu seçiminden, tez konusunun araştırılıp uygulanmasına ve sonuçlandırılmasına zamanı, bilgisi ve tecrübesi ile her türlü desteği sağlayan, tez hocam Prof. Dr. Melike Bildirici'ye içten teşekkürlerimi sunmak istiyorum.

Tez hazırlama sürecinde bilgi ve görüşlerini paylaşarak destek olan arkadaşım Sn. Yasemin Turan'a teşekkürlerimi sunarım. Son olarak maddi, manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen aileme teşekkür etmek istiyorum.

İstanbul; Temmuz, 2008

Berkay Emekli

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ	viii
KISALTMALAR	ix
1 GİRİŞ	1
2 RİSK KAVRAMI VE RİSK YÖNETİMİ	3
2.1 Risk Kavramı.....	3
2.2 Finansal Risk Türleri.....	4
2.2.1 Kredi Riski.....	5
2.2.2 Operasyonel Risk.....	9
2.2.3 Piyasa Riski.....	14
2.2.3.1 Likidite Riski.....	14
2.2.3.2 Faiz Oranı Riski.....	16
2.2.3.3 Kur Riski.....	20
2.2.3.4 Piyasa Riski Ölçümü.....	23
3 RİSKE MARUZ DEĞER(VALUE AT RISK) YÖNTEMİ	26
3.1 Riske Maruz Değer Kavramı.....	26
3.2 Riske Maruz Değerin Tarihçesi.....	27
3.3 Riske Maruz Değerin Ölçümünde Kullanılan Parametreler.....	29
3.3.1 Elde Tutma Süresi.....	29
3.3.2 Örneklem Periyodu.....	30
3.3.3 Güven Aralığının Belirlenmesi.....	30
3.3.4 Risk Faktörleri Arasındaki Korelasyonun Hesaplanması.....	31
3.3.5 Baz Alınan Para Birimi.....	32
3.4 Zaman Serilerinin Oluşturulması.....	32
3.5 Volatilite Modellemesi.....	33
3.5.1 Geçmiş Dönem Varyanslarına Bağlı Yöntemler.....	34
3.5.2 ARCH Tipi Volatilite Modelleri.....	38
3.5.3 Stokastik Volatilite Modeli.....	42

3.5.4	Diğer Volatilite Hesaplama Yöntemleri.....	42
3.5.4.1	Varyans ve Standart Sapma Yöntemi.....	43
3.5.4.2	Zımnı Volatilite Yöntemi.....	44
3.5.4.3	Yüzdelik (Tarihi Simülasyon) Yöntemi.....	44
3.6	Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri.....	45
3.6.1	Varyans-Kovaryans Yöntemi.....	46
3.6.2	Tarihsel Simülasyon Yöntemi.....	47
3.6.3	Monte Carlo Simülasyon Yöntemi.....	49
3.7	Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	50
3.8	Riske Maruz Değer Hesaplarını Denetleyici Yöntemler.....	53
3.8.1	Geriye Dönük Testler.....	53
3.8.2	Stres Testleri.....	54
4	EKONOMETRİK UYGULAMALAR.....	59
4.1	Model 1.....	59
4.1.1	Varyans-Kovaryans Yöntemi ile VAR Hesaplanması.....	60
4.1.2	Monte Carlo Simülasyon Yöntemi ile VAR Hesaplanması.....	62
4.2	Model 2.....	65
5	SONUÇ.....	71
	KAYNAKÇA.....	73
	ÖZGEÇMİŞ	76

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1	Operasyonel Risklerden Dolayı Oluşan Büyük Kayıplar Tablosu ..	13
Tablo 2	Hisse Senetleri Pozisyon Durumu Tablosu	59
Tablo 3	Varyans-Kovaryans Yöntemi %95 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu	60
Tablo 4	Varyans-Kovaryans Yöntemi %99 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu	61
Tablo 5	Monte Carlo Simülasyon Yöntemi İMKB-30 Frekans Tablosu	62
Tablo 6	Monte Carlo Simülasyon Yöntemi %95 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu.....	63
Tablo 7	Monte Carlo Simülasyon Yöntemi %99 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu	63
Tablo 8	Portföy Oluşturmanın VAR Değerine Etkisi	64
Tablo 9	Ocak 2000 – Kasım 2003 Tarihleri Arası %95 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu.....	65
Tablo 10	Ocak 2000 – Kasım 2003 Tarihleri Arası %99 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu	65
Tablo 11	Kasım 2003 – Temmuz 2008 Tarihleri Arası %95 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu.....	66
Tablo 12	Kasım 2003 – Temmuz 2008 Tarihleri Arası %99 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu	66
Tablo 13	01/01/2000 - 30/11/2003 Periyodu ARCH/GARCH Değerleri Tablosu	67
Tablo 14	01/12/2003-15/07/2008 Periyodu ARCH/GARCH Değerleri Tablosu	68
Tablo 15	PARCH Modeli Ülke Uygulama Değerleri Tablosu.....	69

KISALTMALAR

- ABD:** Amerika Birleşik Devletleri
- ARCH:** Autoregressive Conditional Heteroskedasticite
- B.D.K.K.:** Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu
- BIS :** Bank for International Settlements
- CVAR:** Conditional Value at Risk
- DGAP:** Duration GAP Analizi
- EWMA:** Exponentially Weighted Moving Average (Üssel Ağırlıklı Haraketli Ortalama Yöntemi)
- GARCH:** Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticite
- GSYİH:** Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
- İMKB:** İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
- PARCH:** Power Autoregressive Contional Heteroskedastic
- VAR:** Value at Risk
- YP:** Yabancı Para
- YTL:** Yeni Türk Lirası

1. GİRİŞ

1990'lı yılların başlarında yaşanan finansal skandallar ve dünya finans sistemine yön veren büyük finansal kuruluşların beklenmedik iflasları ile birlikte risk yönetimi giderek önem kazanmıştır. Yetersiz denetim ve başarısız yatırım stratejilerini gösteren finansal skandallar risk yönetim anlayışının yeniden yorumlanarak risk ölçümünde daha etkin ve raporlanması daha kolay bir yöntemin gerekliliğini ortaya koymuştur.

Bu bağlamda, geliştirilen risk ölçüm metodlarından en popüler olanı, BIS (Bank for International Settlements) ve B.D.D.K.(Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu) dahil yerel denetim otoritelerinin tavsiye ve düzenlemelerine paralel olarak, özellikle 1990'lı yılların ikinci yarısından itibaren piyasa risk ölçümünde yaygın olarak kullanılan Value at Risk-Riske Maruz Değer'dir.

VAR, piyasa riskinin tespitinde son yıllarda gittikçe daha yaygın olarak kullanılmaya başlanan ve istatistiki temeli olan bir yöntemdir. VAR temel olarak, belli bir zaman dilimi içerisinde elde tutulan portföyün, belli bir güven aralığında uğrayabileceği maksimum kaybı ölçmektedir.

VAR, tek bir rakam ile tüm portföyün riskini söyleyebilmesi ve uygulamasının kolay olması açısından son yıllarda en popüler risk ölçüm metodu olarak finansal kurumlarda piyasa riski ölçümünde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bununla beraber, yöntem risk kontrolü için gerekli fakat yeterli değildir. Value at Risk yöntemleri, sadece riski iyi tahmin edebildikleri sürece kullanılabilirler. Bu nedenle yöntem sınırlarının iyi analiz edilmesi gereklidir.

Yukarıda özetlemeye çalıştığım bu kapsam dahilinde hazırladığımız çalışmada, son yıllarda en popüler risk ölçüm yöntemi olan VAR-Riske Maruz Değer kavramı ve hesaplanma çeşitleri incelenecek, iki farklı modelden yararlanılarak, oluşturulan varsayımsal portföyün Varyans-Covaryans ve Monte Carlo Simülasyon metodları ile uğrayabileceği maksimum kayıp öngörülmeye çalışılacaktır.

Bu amaçla, çalışmanın birinci bölümünde potansiyel kaybı gösteren risk kavramı finansal kurumlar açısından incelenerek, finansal kurumların faaliyetlerinden ötürü maruz kaldıkları riskler tanımlanacak ve piyasa, kredi, operasyonel risk olarak çeşitlendirdiğimiz üç temel risk grubunun ölçüm metodları anlatılacaktır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, 1990'lı yılların ikinci yarısından itibaren piyasa riskinin ölçümünde yaygın olarak kullanılan Value at Risk yöntemi, kavram, tarihçe, hesaplanma türleri ve VAR hesaplamasını destekleyici yöntemler itibarıyla incelenerek, yöntemler arasındaki üstünlükler ve farklılıklar karşılaştırılacaktır. Ayrıca ikinci bölüm kapsamında, VAR hesaplamasının en önemli noktasını oluşturan volatilité modellerine yer verilecektir.

Çalışmanın son bölümünde ise, iki farklı model oluşturulacaktır. Birinci modelde, IMKB-30 hisse senetlerinden varsayımsal bir portföy oluşturulacak, oluşturulan portföydeki hisse senetlerinin 04.01.2007 - 30.04.2008 tarihleri arasındaki fiyat değişimlerinden yola çıkarak ikinci bölümde anlatılan Value at Risk hesaplama yöntemlerinden Varyans-Kovaryans ve Monte Carlo Simülasyonu metodları ile günlük, 10 günlük ve 100 günlük maksimum kayıp değerleri hesaplanmaya çalışılacaktır. İkinci modelde ise, oluşturulan portföy IMKB Tüm endeksine bağılı fondan oluşturulacak ve söz konusu fona ait günlük getiriler iki ayrı dönemde hesaplanacaktır. Birinci dönem ekonomik kriz ve finansal istikrarsızlık dönemi, ikinci dönem ise siyasal istikrar ile oluşan ekonomik yapı dönemidir. Oluşturulacak bu iki dönem için de IMKB Tüm endeksine bağılı olan fon portföyünün VAR değeri Varyans-Kovaryans metodu ile ölçülecek, kriz dönemlerinin VAR değerlerine yansımalarının gözlemlenmesi amacıyla volatilité modellerinden ARCH, GARCH, PARARCH değerleri hesaplanacaktır.

2. RİSK KAVRAMI VE RİSK YÖNETİMİ

1990'lı yılların başlarından itibaren yaşanan finansal skandallar, bu skandalları takiben 1997 yılında Asya'da ve 1998 yılında Rusya'da meydana gelen büyük krizler, tüm dünyada ve Türkiye'de finansal piyasalarda, özellikle bankacılık sektörü öncülüğünde gelişip hızlı biçimde yaygınlaşarak finans piyasalarında risk yönetim ilkelerinin yerleşmesine aracılık etmiştir. Bu bağlamda dünyadaki ve Türkiye'deki finansal kurumlar, kredi portföylerindeki bozulmalar, alınan faiz oranı pozisyonları veya türev piyasalarda alınan korumasız pozisyonlar nedeniyle oluşan büyük kayıplar yaşamışlardır. Bu yüzden finansal kurumlar, sahip oldukları riskleri belirlemek, tanımlamak ve bu riskleri finansal enstrümanları etkin bir şekilde kullanarak yönetmek durumunda kalmışlardır. Bu bölümde finansal kurumların faaliyetlerinden ötürü maruz kaldıkları riskler tanımlanarak, risk yönetiminin önemine değinilecektir.

2.1. Risk Kavramı

Finans literatüründe farklı risk tanımlarıyla karşılaşilmektedir. Genel olarak risk, potansiyel bir sorun, tehlike veya kaybı gösteren bir kavramdır. Bir başka deyişle risk, *“aktif veya pasif nitelikteki varlıkların değerlerinde beklenmedik değişimlerin ortaya çıkma olasılığı”* şeklinde tanımlanır¹. Finans literatüründe ise, risk, gerçekleşen getiri veya nakit akımlarının beklenen getiri veya nakit akımlarından sapma olasılığı olarak tanımlanabilir.

Finansal değişkenlerin hareketlerinde meydana gelen beklenmedik sonuçlar, değişkenlik veya oynaklık (volatilité) olarak tanımlanır. Söz konusu sapma ya da değişkenlik negatif yönde olabileceği gibi pozitif yönde de olabilir fakat bazı yararlı olanaklar sağlamasına rağmen risk genel olarak negatif sonuçlar üzerine kurulu bir

¹ Halil Seyidoğlu, *Ekonomi ve İşletmecilik Terimleri Açıklamalı Sözlük*, Geliştirilmiş 2. Baskı (İstanbul: Güzem Can Yayınları,2001), 45.

kavramdır². Sonuç olarak risk, beklenen değer ve gerçekleşen değer arasındaki olumlu veya olumsuz farktır.

Finansal kurumların en önemli aktörlerinden biri olan bankalar açısından risk bankanın zarara uğrama olasılığıdır. Diğer işletmelerden farklı olarak bankalar kendi kaynaklarıyla değil haricen sağladıkları kaynaklarla gerçekleştirdikleri plasmanlardan ötürü risk alır; faaliyetlerinin devamlılığını, sağladıkları yabancı kaynakların etkin bir şekilde yönetimine dayandırır³.

Bankacılığın temel hedefi, fon sahipleri ile kaynak ihtiyacı olanlar arasındaki fon aktarım işlemine aracılık etmektir. Bankalar bu aktarım işlevini gerçekleştirirken bir yandan kârlarını maksimize etmeye çalışırken, diğer yandan da karşılaşılabilecekleri zararları azaltmaya ve zararların mali bünneyi olumsuz etkilemesini önlemeye yönelik tedbirleri almaya odaklanırlar.

Günümüz bankacılığında maruz kalınan riskler çeşitlenerek artmaktadır. Buna karşın banka bir işletme olarak hem likit kalmak hem de kârlılığını garanti etmek amacıyla karşı karşıya olduğu bu riskleri tanımlamak ve ölçmek durumundadır⁴.

2.2. Finansal Risk Türleri

Riski sistematik ve sistematik olmayan risk olarak ikiye ayırmak mümkündür. Ekonomik, politik ve sosyal durum ve çevresel faktörlerin değişkenliğinden kaynaklanıp, tüm şirketleri aynı yönde fakat değişik derecede etkileyen riskler “sistematik risk” olarak adlandırılmaktadır. Sistematik olmayan risk ise sadece bir firmayı etkilerken diğer firmaları etkilemeyen finansal varlıkların bireysel ya da sektörel olarak sahip oldukları risklerdir. Faaliyet riski, finansal risk, yönetim riski ve sektör riski sistematik olmayan risklerdir. Literatürde sistematik risk, “pazar riski veya kontrol edilemeyen riskler”, sistematik olmayan risk ise, “özel riskler veya kontrol edilebilen riskler” olarak adlandırılmaktadır⁵.

² Yen Yee Chong, **Investment Risk Management** (England: Wiley Finance, 2004), 13.

³ Hasan Candan, Alper Özün, **Bankalarda Risk Yönetimi ve Basel II** (İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2006),6.

⁴ A.Sinan Cebenoyan, Philip E. Strahan, **Risk Management, Capital Structure and Lending At Banks** (USA: Journal of Banking and Finance, 2004),19-43.

⁵ Şenol Babuşcu, **Basel 2 Düzenlemeleri Çerçevesinde Bankalarda Risk Yönetimi** (Ankara: Akademi Yayınevi, 2005),4-5.

Genel olarak finansal kurumların maruz kaldıkları riskleri 3 kategoride toplamak mümkündür: Piyasa Riski, Kredi Riski ve Operasyonel Risk. Piyasa riski finansal kurumların, finansal varlık portföyünün değerini etkileyen faktörlerdeki beklenmeyen değişimlerdir. Bu kapsamda sayılacak olan risklerin en önemlileri faiz oranı riski, kur riski, likidite riski, hisse senedi riskidir⁶.

Kredi riski de finansal kurumların alacaklarından ötürü karşı tarafın yükümlülüğünü zamanında ve tam olarak yerine getirmemesi nedeniyle varlıklarında oluşabilecek değer kaybıdır⁷.

Operasyonel risk ise, en genel tanımı ile kredi riski ve piyasa riski dışında kalan tüm riskler şeklinde tanımlanmakla birlikte risk yönetimi alanındaki yeni kavramlardan biridir. Uluslararası Ödemeler Bankası (Bank for International Settlements-BIS), yeni Sermaye Yeterliliği Uzlaşısı Basel II dökümanında operasyonel riski, yetersiz veya başarısız dahili süreçler, insanlar ve sistemlerden veya harici olaylardan kaynaklanan kayıp riski olarak tanımlamıştır⁸.

Aşağıda, genel sınıflandırmaya göre 3 grupta toplanan risk türlerine yer verilerek piyasa risk türleri alt başlıklarda detaylı bir şekilde incelenecektir.

2.2.1. Kredi Riski

Kredi riski en basit tanımıyla bir finansal kurumun kredi müşterisinin ya da kendisiyle anlaşmaya taraf olanın, anlaşma koşullarına uygun biçimde yükümlülüklerini karşılayamama olasılığıdır. Kredi riski yönetiminde asıl hedef uygun kredi değişkenleri çerçevesinde kurumun yüklendiği riskleri yöneterek, riske ayarlı getirisini en çoklamaktır⁹.

Kredi riski, karşı tarafın kredi borcunu geri ödeme yükümlülüğünü yerine getirememesi ve buna bağlı olarak gelecekteki ödeyememe olasılığının artması sonucu beklenen nakit akışlarının bugünkü değerinin düşmesidir.

Kredi riskinin en geniş kaynağı, finansal kurumun tahsis ettiği krediler olmakla birlikte, faaliyetlerine bağlı olarak kredi riskini doğuran diğer başka etmenler de söz

⁶ Chong, age, 15.

⁷ David H Pyle, **Bank Risk Management: Theory** (Berkeley: University of California, 1997), 3.

⁸ Basel Committee on Banking Supervision, **Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework**, Comprehensive Version, (June 2006), 144.

⁹ Credit Suisse, "Credit Risk+: A Credit Risk Management Framework", **Credit Suisse Financial Products**, (1997): 6-8.

konusudur. Diğer bir deyişle, finansal kurumlar kendi ürünleri dışında da diğer değişik finansal ürünlere ilişkin kredi riski ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Örneğin, bankalar arası para piyasası işlemleri, kabuller, ticaret finansmanı, döviz işlemleri, takas işlemleri, bonolar, opsiyonlar, vadeli işlemler, garanti ve kefaletler kredi riskini doğuran işlemler olarak sayılabilir¹⁰.

Kredi riski kapsamında değerlendirilebilecek diğer risk türleri; İşlemin Sonuçlandırılmaması Riski, İşlemin Sonuçlandırılma Öncesi Oluşan Risk, Ülke Riski ve Transfer Riski olarak sınıflandırılabilir. B.D.D.K. tarafından yayınlanan “Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkında Yönetmelik” te bu risk türleri şöyle tanımlanmıştır:

İşlemin Sonuçlandırılmaması Riski; bankanın karşı taraftan, umulan sürede işleme konu finansal aracı ya da fonu (nakdi) teslim alamaması, elde edememesi durumudur.

İşlemin Sonuçlandırılma Öncesi Oluşan Risk; işlemi yapan taraflardan birinin, işlemin süresi içinde, sözleşmedeki yükümlülüğünü yerine getiremeyeceğinin anlaşılmasıdır.

Ülke Riski; uluslararası kredi işlemlerinde, krediyi alan kişi ya da kuruluşun faaliyette bulunduğu ülkenin ekonomik, sosyal ve politik yapısı nedeniyle yükümlülüğün kısmen veya tamamen zamanında yerine getirilememesi ihtimalidir.

Transfer Riski; krediyi alan kişi ya da kuruluşun bulunduğu ülkenin ekonomik durumu ve mevzuatı nedeniyle döviz borcunun aynı türde veya konvertibl diğer bir döviz ile geri ödeyememe ihtimalidir¹¹.

Günümüzde finansal kurumlar faaliyetlerinden ötürü sık sık yukarıda belirtilen kredi risk türlerine ilişkin örnekler ile karşı karşıya kalmaktadırlar. İşlemin sonuçlandırılmaması ve ülke riskine örnek olarak, 1998 yılında, “Moscow Interbank Currency Exchange” ve birçok Rus bankasının, “Credit Suisse First Boston” (CSFB) a kurlardaki hareketlilik neticesinde 600 milyon ABD \$ borçlanması ve para türevlerini ödeyemez hale gelmesi gösterilebilir. Yine ülke riski ve transfer riskine örnek olarak 26 Haziran 1974’de Cologne’de kurulu bir Alman Bankası olan “Bankhaus Herstatt”ın döviz kurlarındaki değişim sonucu zarara uğraması ve iflas

¹⁰ Candan, Özün, **age**, 115.

¹¹ Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (B.D.K.K.), “Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetim Sistemleri Hakkında Yönetmelik” (2001), 14.

etmesi gösterilebilir. Söz konusu olayda, Herstatt Bankası'nın New York muhabir bankası, 26 Haziran günü saat sabah 10:30'da New York'ta (Frankfurt'ta gece 03:30) Herstatt Bankasının hesabında ABD doları ödemelerini durdurmuştur. Almanya'daki iş günü sonunda, ABD, 620 milyon \$ döviz değişimi yapmış, fakat zaman farklılığından dolayı Herstatt bu parayı yollayamamıştır. Banka tüm ödemelerini durdurarak iflas etmiş ve böylece ABD bankaları bu 620 milyon doların tümünü kaybetmiştir. Bu risk farklı ülkeler arasında farklı kur ve zamandaki işlemler nedeniyle oluşmaktadır¹².

Kredi riskinin ölçümü kredi risk yönetiminin en önemli bölümlerinden birini oluşturmaktadır. Kredi riskinin sayısallaştırılmasında amaç, kredi portföyünde yer alan firmaların yükümlülüklerini yerine getirememeleri durumunda finansal kurumun karşı karşıya kalabileceği olası zararı hesaplamaktır. Kredi riskinin ölçümünde de genel kabul görmüş standartların oluşturulması konusundaki en önemli adım Basel Komitesi (Basel Committee on Banking Supervision) tarafından yayımlanmış olan Yeni Sermaye Yeterliliği Uzlaşısı (Basel II) olmuştur.

Kredi riskinin yönetilebilmesi için ölçülmesi gerekmektedir. Kredi riskinin ölçülmesinde ihtiyaç duyulan başlıca faktörler, içsel derecelendirme ya da puanlama sonuçları, kredilerin yapısı, teminatı, limiti, vadesi ve riskini azaltacak diğer unsurlardır. Finansal kurumların maruz kaldıkları kredi riski büyüklüğüne ve çeşitliliğine uygun kredi riski ölçüm yöntemleri olmalıdır. Uygun ölçüm yöntemlerinin yanı sıra sağlanan verinin doğruluğu, güvenilirliği ve ulaşılabilirliği büyük önem taşımaktadır. Yönetim bilgi sistemlerinin bu bilgiyi sağlayacak yetkinlikte olması ön koşuldur¹³.

Basel II Uzlaşısı'nda, kredi riski için, risk ölçüm alt yapılarının gelişmişliklerine paralel olarak finansal kurumların önde gelen temsilcilerinden olan bankalara, denetim otoritesinin onayıyla tercih edebilecekleri, risk duyarlılığı farklı üç seçenek sunulmaktadır. Gelişmişlik düzeyine göre bu seçenekler:

- ✓ Standart Yaklaşım,
- ✓ Temel İçsel Derecelendirmeye Dayalı Yaklaşım,
- ✓ Gelişmiş İçsel Derecelendirmeye Dayalı Yaklaşım'dır.

¹² BIS Basel Committee, "Settlement Risk in Foreign Exchange Transactions" (March 1996), 30.

¹³ Candan, Özün, **age**, 135.

Kredi riski ölçüm modellerinde, standartlaşma sağlanmamış olmakla birlikte, 1990'lı yılların ortalarından itibaren ölçüm modelleri geliştirilmeye başlanmıştır. İzleyen yıllarda yaygın olarak kullanılan 4 ana model bulunmaktadır. Bunlar; JP Morgan Creditmetrics™, KMV şirketi tarafından yapılan KMV modeli, Credit Suisse Financial Products tarafından geliştirilen Creditrisk+ ve Credit Portfolio View (CPV) modelidir.

Finans dünyasının ilgisinin kredi riski ve operasyonel konuları üzerine yoğunlaşmasını sağlayan iki önemli skandal olarak Enron ve Parmalat'ı gösterebiliriz. 2001 yılında yaşanan Enron skandalı global iş dünyasının tanık olduğu en büyük skandallardan biri olarak tarihe geçmişti. 2003 yılının sona ermesine çok kısa bir süre kala patlak veren Parmalat skandalı da "Avrupa'nın Enron" u olarak iş dünyası tarihine geçmiş bulunmaktadır.

Parmalat, 1961 yılında Calisto Tanzi tarafından kurulan ve bir aile şirketi olarak büyüyerek bugün yaklaşık 7.6 milyar € yıllık cirosu ile İtalya'nın en büyük gruplarından biri haline gelmiştir. Parmalat, bankalar için yıllar boyu zorlu fakat kârlı operasyonları sebebiyle de bir o kadar çekici bir müşteri olmuştu. Zorlu bir müşteri olmasının nedeni, şirketin bilançolarının yeteri kadar açık ve anlaşılır bulunmamasıydı. Bankalar Parmalat'a her zaman kârlı bir müşteri gözü ile bakmışlar ve şirketin bilançosundaki belirsizlikleri görmezden gelmişlerdir. Parmalat'ın özellikle offshore iştiraklerini de devreye katarak karmaşık yapılar kurarak swap, opsiyon gibi bilanço dışı türev ürünlerini sık olarak kullanma isteği bankaları zorluyordu. Fakat herşeye rağmen şirket kârlı işlemleri sebebiyle yıllar boyu piyasalardan bir yaptırımla karşı karşıya kalmadan borçlanabilmiştir.

Bilançolarındaki belirsizlikler ve yaptıkları karmaşık türev işlemler son dönemlerde bankalarda sıkıntı ve şüphe oluşmasına neden olmaya başlamıştır. Skandalı tetikleyen ilk ciddi olay, Parmalat'ın 2003 Şubat ayında 500 milyon € tutarındaki bono ihracını piyasalardaki olumsuz şartları öne sürerek son anda iptal etmek zorunda kalması olmuştur. Kasım ayında şirketin Cayman Adaları'nda kurulu Epicurum fonunda 500 milyon € kadar katılımının olduğunun ortaya çıkması, Parmalat'ın yatırımcıların parasını spekülatif işlemlerde kullandığı şüpheleri nedeniyle piyasaları daha da tedirgin eden bir gelişme olmuştur. Firma, piyasalarda güveni tekrar sağlamak için bu fondaki katılımını likidite edeceğini açıklamasına rağmen, önce grubun finans direktörünün istifası piyasaları sarsmış, daha sonra da bu paranın fondan tahsil

edilememesi üzerine 150 milyon €'luk bir bono itfasının gerçekleştirilememesi firmayı iflasın eşiğine getirmiştir. Bunun üzerine İtalyan Hükümeti tarafından Enrico Bondi kriz yöneticisi olarak atanmıştır. Yapılan soruşturmanın ortaya çıkardığı tabloda, Parmalat'ın batışında Deutsche Bank, Citigroup, Bank of America, Morgan Stanley, Banca Intesa, UBD gibi dünyanın en önde gelen bankaların durum kötüye gittiği halde Parmalat'ın bonolarını satmaya ya da kredi açmaya devam ettikleri bulunmaktadır. Ayrıca, Bank of America, Parmalat'ın Cayman Adaları'ndaki iştiraki, Bonlat'ın kendi mali denetim şirketi olan Grant Thornton'a Bank of America antetli bir belgeyle beyan ettiği 3.9 milyar €'luk bir banka hesabı olmadığını açıklarken, Parmalat'ın borçlarının da bilançolarında görüldenden daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Skandalın bir tarafında şirketin bilançolarını denetleyen şirketler, (Deloitte & Touche. 1999 yılından beri grubun baş mali denetçisi rolündeydi.) diğer tarafında ise bankalar ve kredi derecelendirme kuruluşu bulunmaktadır. Derecelendirme kuruluşu Standard and Poors'un (S&P) Parmalat'ı skandal ortaya çıkana kadar BBB- (Investment Grade) olarak değerlendirmesi ve bunun, yatırımcıların Parmalat'a olan güvenini arttıran bir unsur olması dikkat çekicidir¹⁴. Şirketin durumunun farkında olmalarına rağmen bunu göz ardı ederek şirkete destek vermeyi sürdüren finans kuruluşlarının her biri skandalın patlamasının ardından gerek maddi olarak gerekse de prestij olarak ağır yara almışlardır.

2.2.2. Operasyonel Risk

Son yıllarda tüm sektörlerde olduğu gibi bankacılık ve finans sektöründe de yaşanan teknolojik gelişmeler, sunulan ürün ve hizmetlerin sayısındaki artış ve bunların yapısındaki değişim ile birlikte beklenmeyen olayların yeni tipleriyle ortaya çıkması, finans kurumların operasyonlarının sayı ve nitelik olarak değişmesine neden olmuş, bu doğrultuda operasyonel risk yönetimi, risk yönetimi içinde ayrı bir alan olarak değerlendirilmeye başlanmıştır.

B.D.D.K. tarafından yayınlanan “Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkında Yönetmelik” de operasyonel risk, “banka içi kontrollerdeki aksamalar sonucu hata ve usulsüzlüklerin gözden kaçmasından, banka yönetimi ve personeli

¹⁴ Emre Kozlu, “Parmalat Skandalının Finans Dünyasında Bırakacağı İzler”, **Garanti Dergisi** (2004 Ocak Sayısı), 4.

tarafından zaman ve koşullara uygun hareket edilememesinden, banka yönetimindeki hatalardan, bilgi teknoloji sistemlerindeki hata ve aksamalar ile deprem, yangın, sel gibi felaketlerden kaynaklanabilecek kayıplar ya da zarara uğrama ihtimali” olarak tanımlanmıştır¹⁵.

Operasyonel risk yönetiminin en önemli adımı, finans kurumunun hangi faaliyetlerinin operasyonel risk faaliyetlerine neden olacağının tanımlanmasıdır. Operasyonel risk tanımı altında yer alan çok çeşitli risk grupları vardır¹⁶.

- ✓ Yetersiz iç kontroller,
- ✓ Yolsuzluk ve sahtecilik,
- ✓ Zayıf kredi kontrolleri,
- ✓ Hatalı muhasebe kayıtları,
- ✓ Bilgi teknolojisi sistemlerindeki hata ve aksamalar,
- ✓ Doğal afetler sonrası oluşacak bilgi kaybı.

Operasyonel risklere yol açan faktörler her kurumun kendi iç yapısına ve faaliyetlerine göre farklılık arz etmekle birlikte, finansal kurumlar açısından operasyonel riskleri dörde ayırmak mümkündür:

- ✓ Personelden Kaynaklanan Operasyonel Riskler
- ✓ Bilgi Sistemleri Kaynaklı Operasyonel Riskler
- ✓ Süreçlerden Kaynaklanan Operasyonel Riskler
- ✓ Dış Kaynaklı Operasyonel Riskler

Operasyonel riski yönetmek, metodolojiler, formüller ve modellerden çok daha fazla kurumsal kültür, kurumsal iletişim alt yapısının sağlanması ile mümkündür. Bunun yanında operasyonel riskin yönetilebilmesi için finansal kurumların operasyonel riske neden olabilecek faaliyetlerini belirlemeleri, bunları ölçerek gerekli sermayeyi ayırmaları gerekmektedir.

Literatürde operasyonel risk sermayesinin ölçümünde kullanılan yaklaşımlar iki grupta toplanmaktadır:

¹⁵ B.D.K.K, age, 15.

¹⁶ Evren Bolgun , Barış Akçay, **Risk yönetimi-Gelişmekte Olan Türk Finans Piyasasında Entegre Risk Ölçüm ve Yönetim Uygulamaları** (İstanbul: Scala Yayıncılık, 2005), 607.

- ✓ Aşağı Yönlü Yaklaşımlar (Top-Down Approach)
- ✓ Yukarı Yönlü Yaklaşımlar (Bottom Up Approach)

Aşağı yönlü yaklaşımlar finansal kurum performansına ilişkin hedef parametreler belirleyerek, operasyonel risk faktörlerinin bu parametrelerdeki etkisi üzerinden riskin boyutunu hesaplamayı amaçlar. Bu yaklaşım genel olarak; hedef parametrenin saptanması, bu parametreyi etkileyebilecek dışsal ve içsel risk faktörlerinin belirlenmesi, parametre ile risk faktörleri arasındaki ilişkiyi ortaya koyacak bir modelin geliştirilmesi ve hedef parametrede görülen değişkenliğe göre operasyonel riskin boyutunun hesaplanması şeklinde özetlenebilecek aşamalardan oluşur. Aşağı yönlü yaklaşımlar uygulanmalarının kolay ve düşük maliyeti olması ve karar alma sürecinde operasyonel risk sermayesinin göz önünde bulundurulmasını sağlamaları açısından avantajlı görülseler de; operasyonel kayıplara neden olan faktörler yerine bu faktörlerin hedef parametre üzerindeki etkileri üzerinde yoğunlaşmaları, bu nedenle de riskin yönetimi konusunda yeterince yol gösterici olmamaları açısından eleştirilmektedirler.

Yukarı yönlü yaklaşımlar, finansal kuruluşlar tarafından risk yönetiminde nicel tekniklerin kullanımının ve risk yönetimi birimlerinin simülasyon tekniklerine ilişkin bilgilerinin artması ve geçmişte yaşanan zararlara ilişkin veri tabanlarının oluşturulması nedeniyle daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Yukarı yönlü yaklaşımlarda varlıklar ve yükümlülükler, kaynaklar ve süreçler gibi faaliyetlerle ilgili en temel parametreler belirlenerek, bu parametrelerde görülen değişikliklerin net gelir gibi ana parametreler üzerinde ne gibi etkilere neden olduğu saptanır. Negatif etkilerin çeşitli risk faktörlerinden ya da zarar olaylarından kaynaklandığı varsayılır. Bu yaklaşım, riskleri faaliyet alanları ve faaliyet kolları düzeyinde ele alması ve operasyonel risk zarar olaylarına ilişkin verileri kullanması itibarıyla daha doğru sonuçlar vermektedir¹⁷.

Sermaye gereksinimi hesaplanmasında Basel Komitesi 4 farklı yöntem önermiştir:

- ✓ Temel Gösterge Yaklaşımı
- ✓ Standart Yaklaşım
- ✓ Alternatif Standart Yaklaşım

¹⁷Christopher L. Marshall, **Measuring and Managing Operational Risk** (Singapore: John Wiley&Sons Ltd, 2001), 99-116.

✓ İleri Ölçüm Yaklaşımları

Temel gösterge yaklaşımı yönteminde, bankanın bütün faaliyetleri için “brüt gelir” temel gösterge olarak belirlenmiş olup, bu göstergenin belirli bir oranı (= %15) tutarında operasyonel riske yönelik sermaye yükümlülüğü hesaplanmaktadır. Temel gösterge yaklaşımı, operasyonel risk hesaplamasında en kolay yöntemdir.

Standart yaklaşım yönteminde, bankaların faaliyetleri 8 gruba ayrılmıştır. Bunlar; kurumsal finansman, alım satım faaliyetleri, bireysel bankacılık, ticari bankacılık, ödemeler sistemi, temsilcilik hizmetleri, varlık yönetimi, aracılık hizmetleridir. Bu alanlarda, genel bir göstergesi kullanılmaktadır. Faaliyet kolları için gerekli sermaye gereksinimi ile brüt gelir düzeyinin ilişkilendirildiği sabit bir oranı ifade etmektedir. Bankaların sıralanan faaliyet kollarının brüt gelir tutarları, belirlenmiş katsayıları ile çarpılmakta ve çıkan sonuçlar toplanarak operasyonel riske yönelik sermaye yükümlülüğü hesaplanmaktadır. Faaliyet kollarının değerleri %12 ile %18 arasında değerler almaktadır.

Alternatif standart yaklaşım yönteminde, standart metoddan farklı olarak ticari bankacılık ve bireysel bankacılık faaliyet kolları için brüt gelir rakamı yerine, bu faaliyet kollarına ait aktif toplamalarının %3,5'i kullanılmakta, bulunan değer yine katsayısı ile çarpılarak operasyonel riske yönelik sermaye yükümlülüğü hesaplanmaktadır. Diğer faaliyet kolları için standart yöntemdeki hesaplama burada da aynen uygulanmaktadır.

İleri düzey ölçüm yöntemleri Basel Komite tarafından, İçsel Ölçüm Yaklaşımı, Zarar Dağılım Yaklaşımı, Senaryoya Dayalı Yaklaşım ve Puan Kartı Yaklaşımı olarak sınıflandırılmış ve bankaların bu teknikleri kullanabilmeleri için bir dizi kalitatif ve kantitatif standartlar getirilmiştir¹⁸.

Finansal sektörde yaşanan teknolojik gelişmeler, giderek daha fazla entegre olarak değişen ve gelişen piyasalar, finansal kurumların sunduğu ürün ve hizmetlerin sayısındaki artış, finansal kurum operasyonlarını önemli ölçüde değiştirmiştir. Yaşanan bu değişimlerin etkilerinin belirlenmesi, bunların bugün kullanılan sistemlere adapte edilebilmesi, operasyonel risk yönetimi için oluşturulan kontrol

¹⁸ Basel Committee on Banking Supervision, “Operational Risk Consultative Document” (January 2001), 5-7.

mekanizmalarının gözden geçirilmesi ve yenilenmesi ile yaşanacak kayıplar minimize edilmeye çalışılmaktadır.

Dünyada ve ülkemizde çok ciddi kayıplara neden olmuş bazı temel örnekler aşağıdaki tabloda verilmiştir¹⁹.

Tablo 1: Operasyonel Risklerden Dolayı Oluşan Büyük Kayıplar Tablosu

KURUM	OPERASYONEL RİSK TÜRÜ	YIL	KAYIP(milyar\$)
Daiwa Bank	Yetkisiz işlem	1984-1995	1,1
Sumitomo Corp.	Yetkisiz işlem	1986-1996	1,7
ABD Bankaları	Çek Yolsuzluğu	1993	0,7
Barings	Yetkisiz işlem ve banka içi kontrollerin aksaması	1995	1,6
Deutsche Bank	Yetkisiz işlem	1996	0,6
İktisat Bankası	Yetkisiz işlem ve banka içi ve dışı kontrollerin aksaması	2002-2004	1,3

Bolgun, Akçay , **age**, 605.

Operasyonel risk örneklerinden klasikleşmiş olan Barings Bank olayı bankanın batmasıyla ve 1,5 \$'lık sembolik bir rakamla ING grubuna satılmasıyla sonuçlanmıştır. Olayın temel kaynağı Nicholas Leeson isimli bir dealerın türev ürünlerde yapmış olduğu işlemlerden kaynaklanmaktadır. Olayın ortaya çıkması sonucu yapılan araştırmalarda bankanın iç kontrol sisteminde ve yönetiminde önemli zaafiyetlerin söz konusu olduğu, Leeson'un alım-satım işlem masasının yanı sıra operasyon masasından da sorumlu olduğu görülmüştür. Nitekim bu sayede sistem içinde sahte (fiktif) 8888 no'lu hesap üreterek yapmış olduğu işlemlerin kar ve zararını burada gizleyebilmiştir. Hatalı işlemlerin saklanabilmesi olanağı daha fazla hata yapılmasına zemin hazırlamış ve 1995 Kore Depreminin Uzakdoğu piyasalarında neden olduğu düşüş, zararın artmasına neden olmuştur.

Barings Bank skandalına genel olarak bakıldığında; iç kontrol ve denetim yetersizliğinin yaşandığı, denetçiler ve üst yönetimin türev ürünler konusundaki bilgi ve deneyim yetersizlikleri olduğu (işlemlerden elde edildiği belirtilen çok yüksek miktarın mutlaka sorgulanması gerekirdi.), risk yönetimi ve iç denetim ekiplerinin bilgi ve araç yönünden yeterli donanımına sahip olmadığı, raporlama sisteminin kurulmamış olması sorunun büyümesine yol açtığı görülmektedir²⁰.

¹⁹ Bolgun, Akçay, **age**, 605.

²⁰ Barings, "Case Study", <http://www.erisk.com/Learning/CaseStudies/Barings.asp> [15.03.2008].

2.2.3. Piyasa Riski

Piyasa fiyat ve oranlarının volatilitesi piyasa riskinin ana kaynağını oluşturmaktadır. En genel tanımıyla piyasa riski, piyasa fiyatlarındaki hareketler ve piyasa fiyatlarının volatilitesi sonucunda karşı karşıya kalınan risktir.

Piyasa riskleri bağımlı ve bağımsız risk grupları olmak üzere iki bölümde ele alınabilmektedir. Bağımlı riskler, hisse senetleri, faiz oranları, döviz kurları ve pariteler gibi finansal enstrümanların fiyat hareketlerinden dolayı maruz kalınan risklerdir. Bu kategoriye giren riskler, doğrusal modeller kullanılarak ölçülmektedir. Bu modellere beta katsayısının hesaplanması, durasyon analizi ve delta analizi örnek olarak verilebilir. Beta katsayısı hisse senedi fiyat hareketlerine bağlı riski ölçerken, faiz oranı riski durasyon analizi yöntemiyle, herhangi bir varlık fiyatına bağlı olan opsiyon riski ise delta analiziyle ölçülebilir.

Bağımsız riskler, bağımlı risk grubundan geriye kalan risk gruplarını içermektedir. Temelde volatilité ya da hedged pozisyon risklerini ve doğrusal olmayan risk gruplarının ölçülmesini kapsar. Faiz oranlarının doğrusal olmayan modeller ile ölçümünde Konveksite kullanılırken, opsiyonlar için Gamma kullanılmaktadır. Basis Risk (Temel Risk) ölçümleri, denk pozisyonlarda mevcut varlık fiyatlarında karşılaşılan beklenmeyen fiyat hareketleri ile faiz oranları arasındaki farklarda görülen değişimi kapsamaktadır²¹.

Piyasa riski, yaygın olarak Riske Maruz Değer (Value at Risk) yöntemi ile ölçülmekle birlikte limitleme, GAP Analizi gibi bir çok yöntem ile yönetilmektedir. Aşağıda piyasa riski alt dalları olarak faiz oranı riski, kur riski ve likidite riski ele alınarak bu risk gruplarının yönetilmesinde kullanılan yöntemlere yer verilecektir.

2.2.3.1. Likidite Riski

Likidite riski finansal kurumların aktif ve pasif arasındaki vade uyumsuzluğu, geri dönmeyen kredilerde artış, diğer donuk aktiflerdeki artış, faiz tahsilatlarının ve karlılığın düşmesi, hızlı ve beklenmeyen mevduat çekilişleri, yerel ya da uluslararası krizler nedeniyle nakit talebinin hızla artması gibi nedenlerle aktiflerini fonlama ihtiyacı ve buna bağlı olarak taahhütlerini yerine getirememeye tehlikesidir.

Genel olarak likidite riski türleri;

²¹ Philippe Jorion, **Value At Risk**, 2nd Edition, (Mc-Graw Hill,2000), 15-16.

- ✓ **Refinansman Riski:** Finansal kurumların vadesi gelen borçlarının geri ödemelerine yetecek kadar yeni kaynağı bulamaması veya hazır fonların getiri sağlayan bir yatırıma aktarılamamasıdır.
- ✓ **Tahsilatlarda Gecikme Riski:** Kullandırılan kredilerin anapara ya da faizlerinin belirlenen zamanlarda geri dönmemesi veya gecikme ile dönmesi nedeniyle finansal kurumun kayba uğraması ihtimalidir.
- ✓ **Beklenmeyen Çelişkiler Riski:** Olağanüstü durumlar nedeniyle müşterinin vadesi gelmeyen mevduatlarını hızla çekmek istemeleri ya da açılan kredi limitlerinin kullanımının hızlanması sonucu finansal kurumun bunları karşılamakta zorlanmaları ile oluşan risktir.

Likidite riskini doğuran işlemler;

- ✓ Vade Uyumsuzluğu,
- ✓ Aktif Kalitesinde Bozulmalar,
- ✓ Beklenmeyen Kaynak Çıkışları,
- ✓ Karlılıktaki Düşüş,
- ✓ Krizler

olarak gruplanabilir.

Finansal kurumların en önemlilerinden olan bankaların likidite riskini yönetmek için kullandıkları yöntemlerin başlıcaları; nakit akım projeksiyonları, rasyo analizleri, vade merdiveni ve limitlerdir.

Nakit akım Projeksiyonları: Bazı bankalar davranışsal nakit akım raporlar ve davranışsal GAP raporları kullanırlar. Davranışsal GAP raporu mevduat çekilmesi gibi, yükümlülüklerde meydana gelen azalmalar ya da varlıklardaki artış nedeniyle fona ihtiyaç duyulduğu dönemlerdeki bankanın durumunu gösterir.

Likidite Rasyoları: Bir bankanın belirli bir tarihteki bilançosu temel alınarak yapılan rasyo incelemesine “statik likidite analizi” denir. Rasyolar likidite miktarını ölçmede yardımcı olur. Bu analizde kullanılan bazı rasyolar şunlardır²²:

- ✓ Toplam O/N Fonlama Tutarı/Toplam Varlık

²² Babuşcu , age, 61.

- ✓ Likit Varlıklar-Kısa Vadeli Yükümlülükler
- ✓ Yeni Para Talebi/Toplam Fonlama
- ✓ Müşteri Yükümlülükleri Yoğunlaşma
- ✓ Piyasa Yükümlülükleri Yoğunlaşma

Rasyolar tek başına likiditedeki eğilimleri açıklamada yeterli değildir. Bu nedenle rasyolar her zaman, borçlanma kapasitesi, erken ödeme taleplerindeki artma eğilimi, kredi limitlerindeki ve işlem hacmindeki azalmalar ve bankanın kullanabileceği fonlardaki kısıtlamalar gibi bilgilerle birlikte değerlendirilmelidir.

Vade Merdiveni: Vade merdiveni bir bankanın nakit giriş ve çıkışlarının vadelerine göre gösterildiği bir tablodur. Her vade dilimindeki varlık kalemleri ile yükümlülük kalemleri arasındaki fark o dönem için sözkonusu olan pozisyonu göstermektedir. Vade merdiveni nakit giriş ve çıkışlarının günü gününe, hem de spesifik zaman çerçeveleri içinde karşılaştırılması için oldukça kullanışlı bir yöntemdir.

Limitleme: Likidite rasyoları limitlerin belirlenmesi için de kullanılır ancak tek başına yeterli değildir. Daha önce sayılan diğer veriler ile birlikte limitler belirlenir.

2.2.3.2. Faiz Oranı Riski

Faiz oranı riski, faiz oranlarındaki beklenen ve beklenmeyen değişimlere bağlı olarak finansal araçların değerinde meydana gelen oynamaları ve bunların genel bir sonucu olarak da işletmelerin finansal pozisyonunda meydana gelen olumsuz değişimler olarak tanımlanmaktadır²³.

Faiz riski, faizdeki hareketlerden dolayı bankanın net nakit akımlarında ve aktif ve pasifteki değerlerinde meydana gelen olumsuz etkilerin taşıdığı risktir. Faiz risklerini şu şekilde sınıflandırabiliriz:

Yeniden Fiyatlama Riski: Aktif ve pasif kalemlerin vade ve yeniden fiyatlama zamanlarının farklılaşmasından kaynaklanan faiz oranı riskidir.

Spesifik Risk: Getirisi faiz oranı ile ilişkilendirilmiş finansal araçlardan veya hisse senetlerinden oluşan pozisyonlarda, piyasadaki dalgalanmalara bağlı olmadan, bu pozisyonları oluşturan finansal araçları ihraç veya garanti eden ve ödeme

²³ Engin Kurun, “Faiz Riski Yönetimi ve Türkiye Uygulaması” (Ankara, 2005), 5.

yükümlülüğünü üstlenen kuruluşların mali bünyelerinden kaynaklanabilecek sorunlar nedeniyle meydana gelebilecek zarar riskidir²⁴.

Faiz riski bankaları iki açıdan etkilemektedir. Faizlerdeki değişmelerin bankanın gelirlerine etkisi gelir etkisi ile, bilanço ve bilanço dışı kalemlerin değerlerine etkisi ise bilanço etkisi ile incelenir.

Örneğin bir banka %60 faizle topladığı bir yıllık mevduatı, 2 yıl vadeli %65 faizli devlet tahviline yatırdığı düşünüldüğünde, bankanın risksiz faiz oranı üzerinden %5'lik faiz marjı ile kendini bağladığı görülmektedir. 1 yıllık süre içinde faiz oranları düştüğü taktirde bankanın faiz marjı yükselecek, aksi durumda ise düşecek belki de negatif olabilecektir. Banka kısa vadeli fonlarını, daha uzun vadeli olarak değerlendirmekte dolayısıyla bilançosunda vade uyumsuzluğu, kaynak maliyeti gibi sorunlarla karşılaşma riski bulunmaktadır. Bu probleme çözüm için geliştirilen finansal enstrümanlar, değişken faizli bonolar, değişken faizli krediler, faiz takasları ve faiz VİS'dir.

Faiz riski nedeniyle bankaların maruz kaldığı riskler:

- ✓ **Gelir Riski:** Sadece faize hassas olan bilanço kalemleri için söz konusudur. Bu faktör ekonomideki belirsizlik nedeniyle , kısa vadeli bir bilançoıyü tercih eden Türk bankaları için önemlidir.
- ✓ **Fiyat Riski:** Riskin bu kısmı, faize hassas olamayan aktif ve pasiflerin piyasa değerlerinde değişikliklere neden olduğu için direkt olarak bankalar için bilançonun büyüklüğünü ve sermaye yeterliliği oranını etkileyebilmektedir.
- ✓ **Yeniden Yatırım Riski:** Riskin bu kısmı vadesi dolan bir kredinin ya da vadesi boyunca ara ödemeleri olan bir kredinin, o kredinin ilk verildiği faiz oranından değil, farklı olabilecek cari dönem faiz oranından yeniden yatırıma dönüştürülmesi riskidir.
- ✓ **Önceden Ödenme Riski:** Riskin bu kısmı, faiz oranları yüksek iken uzun vadeli olarak verilen bir kredinin, faizlerin düşmesi durumunda, kanunlar dahilinde borçlu tarafından, vadesinden önce geri ödenmesi riskidir.

²⁴ Babuşcu, age, 46.

- ✓ **Baz Riski:** Riskin bu kısmı, faizlerde meydana gelen değişimin, tahvil-bono-kredi ve mevduat faiz oranlarına, spot ve futures faiz oranlarına aynı yönde veya miktarda yansımaması riskidir²⁵.

Bankanın maruz kaldığı faiz riskinin ölçülmesinde geleneksel risk ölçüm yöntemleri olan GAP Analizi, Duration Analizi ve Duration GAP analizi gibi yöntemlerin yanında son yıllarda düzenleyici kurumların da önerisi ile “Riske Maruz Değer” veya kısaca RMD (Value at Risk-VAR) yöntemi de yaygın olarak kullanılmaktadır.

GAP Analizi: GAP yönteminde bankanın sahip olduğu faize hassas aktifler ve faize hassas pasiflerin farkı hesaplanır ve sonuçta toplamaların uyuşmaması halinde bankanın faiz riskine maruz kaldığı kabul edilir. Bankanın sabit faizli varlıkları, sabit faizli yükümlülüklerinden fazla ise faiz oranlarında olası bir artış halinde bankanın portföyü değer kaybeder. Bankanın sabit faizli yükümlülüklerinin sabit faizli varlıklarından büyük olması halinde ise faiz oranlarındaki artış banka portföyünün değer kazanmasına yol açar. Bir bankanın tipik pozisyonu genel olarak sabit faizli varlıklarının daha fazla olması halidir.

$$\text{GAP} = \text{Faize hassas aktifler} - \text{Faize hassas pasifler}$$

GAP analizinde, eğer bir banka bütün vadelerdeki boşlukları sıfırlarsa, kendi bilançosunu bütünüyle faiz oranı riskinden korumuş olacaktır. Bu yöntemin en zor yanı bankanın hangi aktif ve pasiflerinin faize hassas olduğuna karar vermesi, farklı vadelerdeki aktif ve pasif varlıkların farklı hassasiyet göstermesi, banka risk stratejisine ve beklentilerine göre farklılık göstermesidir²⁶.

Duration Analizi: Duration, faiz oranındaki değişimlerin aktif ve pasiflerin vadelerine göre değerinde olan değişimlerin etkisini ölçer. Bu yöntemle farklı vadelerdeki aktif ve pasiflerin nakit akışları bugünkü değere getirilerek karşılaştırılır. Bazı aktif ve pasifler, vadeleri ve faiz oranları düzeltme aralıkları aynı olsa bile, faiz oranı değişimlerine farklı hassasiyet gösterebilir. Örneğin 10 yıl vadeli kupon ödemesiz bir tahvil, 10 yıl vadeli 6 ayda bir kupon ödemeli bir tahvile göre faiz oranı değişimlerine daha hassastır. Duration yöntemi bu farklı hassasiyet derecesini ölçer.

Bankalar faiz riski yönetimi için, faize hassas aktiflerin durasyon katsayısını faize hassas pasiflerin durasyon katsayısına eşitlemeye çalışır. Genellikle faizler düşerken,

²⁵ Kurun , age, 13.

²⁶ Age, 15.

Duration GAP (DGAP) analizi: Bir bankanın sahip olduğu pasif portföyü değerindeki değişimin, aktif portföyündeki değişime göre miktarı, bankanın piyasa değerindeki değişimi ifade eder. Duration analizi, nakit girişlerinin zamanlamasının nakit çıkışlarının zamanlamasına uymamasından dolayı ortaya çıkan faiz riskini tanımlar. GAP analizi ise, faize hassas aktif ve pasif miktarlarını kısa zaman aralıklarında karşılaştırır.

Banka yönetiminin amacı net faiz gelirlerini arttırmak, net faiz gelirlerindeki değişkenlikleri azaltmak ve dolayısıyla firma değerini arttırmaktır. DGAP yönteminde bir bankanın toplam faiz riski, aktiflerin ağırlıklı duration katsatısıyla, pasiflerin ağırlıklı duration katsayılarının karşılaştırması ile ölçülür. Banka yönetimi faiz riskini kabul etmek veya hedge etmek için gelecekte beklenen faiz oranı değişimleri üzerine spekülasyon yaparak DGAP ölçüsünü ayarlar. DGAP yöntemleri duration ve GAP yöntemleri ile ayrı ayrı hesaplanan faiz riskini biraraya getirerek, daha kapsamlı ve anlamlı bir sonuca ulaşıldığı bir yöntemdir²⁷.

Bankaların bilanço içi yöntemlerle faiz oranı riskini kontrol edebilmesi en çok dikkate alınan gelir tablosuna yönelik risklerde vadelerin ya da faiz oranlarının değişikliklerinin banka gelir gider yapısını değiştirmedığı varsayımı altında, bankanın aktif vadesini veri kabul edip, pasifinin ideal vadesini bulması prensibine dayanır.

19

Bu amaçla kullanılacak matematiksel formül şu şekildedir:

$$\text{Aktif değeri} * (\text{toplam zaman} / 360) / \text{aktif vadesi} = \text{yabancı kaynak değeri} * (\text{toplam zaman} / 360) / \text{pasif vadesi}$$

Aktif tutarı ve ortalama vadesi sırasıyla 100 YTL ve 150 gün olan bir bankanın yabancı kaynak tutarı 80 YTL'dir. Bankanın gelir tablosunun faiz riskinden kurtulması için olması gereken kaynak vadesi :

$$100 * (360 / 150) = 80 * (360 / PV)$$

$$11000 = 28800 / 80PV$$

$$PV = 222,5$$

Ancak, teoride uygulanabilir görünen bu yöntem, uygulamada varsayılan faiz oranları değişikliğinin banka gelir gider yapılarını değiştirmemesi ya da vade yapılarının istendiği gibi ayarlanması pek mümkün olmadığı için kullanışlı görülmemektedir.

Bu nedenle bankalar için faiz oranı riskinin giderilmesine yönelik yapılabilecekleri çoğunlukla bilanço dışı türev ürünler çerçevesinde düşünmek gerekmektedir. Türev ürünler içinde vadeli faiz kontratları bu amaçla kullanılmaktadır. Ancak ülkemizde özellikle faize dayalı türev ürünlerin gelişmemiş olması, faiz oranı riski yönetiminde riskin giderilmesi konusunda bankaların fazla bir şey yapamadıklarını göstermektedir. Bu durum da sektör için önemli bir tehlikedir²⁸.

2.2.3.3. Kur Riski

Kur riski ya da yabancı para (YP) pozisyon riski; bankaların bilançoları içinde YP oluşturdıkları pozisyonlara bağlı olarak, döviz kurlarında meydana gelen değişiklikler nedeniyle uğrayabilecekleri gelir kaybı ve buna bağlı oluşacak olumsuz durumlardır. Bir başka ifade ile, bankanın aldığı YP pozisyonların beklenmedik yöndeki kur hareketleri nedeniyle banka gelirlerinde ve dolayısı ile özkaynaklarında, nakit akımlarında, aktif kalitesinde ve nihai olarak taahhütlerini karşılamada yaratacağı olumsuzluklara ilişkin risktir²⁹.

²⁸ Babuşcu , age, 68.

²⁹ Age, 71.

Banka gelecekte kur riskini üstlenmek istemiyorsa aktif ve pasif YP miktarını eşit düzeyde tutar, yani denk pozisyon alır. Şayet, bankanın beklentisi gelecekte YP kaynaktan fonladığı YTL kullandırmalarının değerinin YP kaynağın kapanış günü itibariyle YTL kur karşılığında büyük olacağı yönünde ise açık pozisyon taşır. Yani banka gelecekte YTL'nin YP karşısındaki değer kayıp oranının bankanın o kaynağı YTL olarak kullandırımından sağladığı gelir oranından daha düşük olacağını beklemektedir. Uzun pozisyon durumunda ise banka gelecekte YTL'nin YP karşısındaki değer kayıp oranının bankanın o kaynağı YTL olarak kullandırımından sağladığı gelir oranından daha yüksek olacağını beklemekte, bu nedenle hem kur farkından hem de YP kullandırım gelirinden kazanç sağlamak istemektedir. Bankalar bu beklentilerin gerçekleşmesi durumunda aldıkları pozisyondan kar elde ederken, aksi durumunda zarar edeceklerdir.

Bir bankanın pozisyonuna ilişkin kar ya da zararı hesaplanırken, dövizli aktifleri ile birlikte sağladığı dövizli faizler, dövizli pasifler ile birlikte ödediği dövizli faizlerin de hesaba katılması gerekmektedir.

$$\text{Net kar zarar değişim tutarı(NKZ)} = \text{Ortalama pozisyon (OP)} * \text{Kurdaki değişim(KD)}$$

Ortalama pozisyon hesaplanırken; öncelikle bütün dövizli aktif ve pasifler hesaplamaya katılmalıdır. Dövizli borç ve alacaklara ilişkin reeskontlar, dövizli geçici hesaplar, dövizli iştirakler, dövizli sabit kıymetler ve diğer dövizli aktif ve pasifler dikkate alınmalıdır. Ortalama pozisyon hesaplanırken, dönem başı ve dönem sonu pozisyon rakamlarının toplanarak ikiye bölünmesi sonucu bir rakam elde edilebilecek olmakla birlikte, bu rakam dönem içinde önemli kar zarar yaratacak hareketleri dikkate almamış olacağından hatalara yol açabilecektir. Bu nedenle bankanın günlük pozisyonlarını toplanıp basit ortlamasının alınarak yapılacak pozisyon hesaplaması daha anlamlıdır.

Bir banka belirli bir dönem için açık ya da kapalı pozisyon taşımaya karar vermiş olabilir. Ancak dönem içinde meydana gelen değişimler bankanın pozisyonunda değişiklik yapmak istemesine neden olabilir. Bu durumda banka bilanço içinde yapacağı değişimlerle ya da bilanço dışı ürünleri kullanarak pozisyonunda değişim yaratabilir.

Banka bilançosunu kullanarak pozisyonunu değiştirmek isterse mevcut pozisyonunun tersine işlem yapmalıdır. Yani örneğin açık pozisyondaki bir banka

pozisyonunu kapatmak isterse ya açık kadar bir YTL kullandırımını geri çekerek dövizini kullandırma geçmelidir ya da yeni YTL kaynak yaratıp bunu YP olarak plase etmelidir.

Bankanın kullandırımını geri çağırması özellikle uzun vadelielerde zor bir durum olarak görülmekte, sadece gecelik işlemlerde kullanılan YTL kullandırım için daha kolay görünmektedir. Bu nedenle bu yöntem uygulamada başvurmak güçtür. Dolayısıyla banka için YTL kaynak yaratıp bunu YP olarak kullandırmak daha kolay ve uygulanabilir bir yöntemdir.

Bankanın kur riskini gidermek üzere bilanço dışı kullanacağı enstrüman ise türev ürünlerdir. Bu amaçla özellikle iki taraf arasında yapılan ve gelecekteki bir tarih için belirlenen bir kurdan bir YP'nin satın alınmasına ve diğer bir YP nin satılmasına yönelik anlaşmayı içeren forward kur anlaşmaları kullanılmaktadır.

Bankaların üstlenmiş oldukları YP pozisyonları kurlardaki değişimlere bağlı olarak özkaynakların piyasa fiyatlarını da etkiler. Bu etkiyi ölçebilmek için önce YTL aktifler ile YP aktifler aynı olarak net bugünkü değerleri bulunur ve YP aktiflerin değeri dönem sonu kurdan YTL'ye çevrilerek YTL aktiflere eklenir. Bulunan değer net bugünkü aktif toplamıdır. Aynı şekilde YTL yabancı kaynakların faiz oranları dikkate alınarak bulunan net bugünkü değerlerine YP yabancı kaynaklarının faiz oranları dikkate alınarak bulunan net bugünkü değerlerinin dönem sonu kuru ile YTL ye çevrilmiş toplam değeri eklenerek yabancı kaynakların net bugünkü değeri bulunur. Aktifin net bugünkü değerinden yabancı kaynakların net bugünkü değerinin düşülmesi sonucu kalan miktar özvarlığın net bugünkü değeridir.

Bankalar istisna durumlar dışında bulundurdıkları açık pozisyonlardan dolayı net özkaynaklarında kayba uğrarken, kapalı pozisyonlarda özkaynakları artmaktadır.

Kur riskinin özkaynaklara zarar vermesini önlemek için bilanço kullanarak yapılabilecek uygulama özkaynaklara açık pozisyonun zayıflattığı düşünüldüğünde aktifte YP kullandırma gidilirken pasifte YTL kaynak bulunması olacaktır. Bilanço dışı ürünlerle riskin giderilmesi düşünüüyorsa vadeli döviz alım satım işlemleri kullanılmalıdır. Açık pozisyona dönük olarak vadeli döviz alım sözleşmesi alınmalıdır³⁰.

³⁰ Age, 73-74.

2.2.3.4. Piyasa Riski Ölçümü

B.D.D.K. tarafından yayımlanan “Bankaların Sermaye Yeterliliğinin Ölçülmesine ve Değerlendirilmesine İlişkin Yönetmelik “ uyarınca, bankaların maruz kalınan riskler nedeniyle oluşabilecek zararlara karşı konsolide ve konsolide olmayan bazda yeterli özkaynak bulundurmaları gerekmektedir.

Piyasa riskine esas tutar, risk ölçüm modelleri veya standart metot ile hesaplanır³¹.

Kurum tarafından kullanımına izin verilen bir risk ölçüm modeli bulunmayan, risk ölçüm modeli Kurum’ca yeterli görülmeyen ya da modellerinin yeterliliğinin ve güvenilirliğinin kaybolduğuna Kurum’ca kanaat getirilen bankalarca, standart metod ile piyasa riski ölçüm yöntemine göre hesaplanan faiz oranı riski, hisse senedi pozisyon riski, kur riski, opsiyonlardan kaynaklanan piyasa riski ve spesifik risk tutarları toplamının “12,5” ile çarpılması suretiyle bulunur.

Genel piyasa riski hesaplaması, hesaplara konu edilen kıymetlerin, varlıkları ifade eden uzun pozisyon ve yükümlülükleri ifade eden kısa pozisyonlar ayrımında, döviz cinsleri ve vadelerine kalan süreler dikkate alınarak gruplanıp mevzuatta öngörülen katsayılar ile ağırlıklandırılması esasına dayanır. Genel piyasa riski hesaplamasında belirleyici ölçüt vadeye kalan süre olup, vade uzadıkça faiz oranı riskinin de artacağı varsayılmaktadır.

Faiz oranı riski ile genel piyasa riski hesaplamasına ;

- ✓ Bankanın sahip olduğu, getirisi faiz oranıyla ilişkilendirilmiş ve fiyat hareketlerinden etkilenen her türlü menkul kıymet,
- ✓ Bu kıymetlere, hisse senetlerine, yabancı paraya ve altına dayalı olarak yapılan repo, menkul kıymet ödünç, vadeli işlem, futures ve takas gibi türev işlemler konu edilir.

Söz konusu kalemlere ait pozisyon tutarları;

- ✓ Döviz cinsi bazında,
- ✓ Uzun pozisyon (varlıklar) ve kısa pozisyon (yükümlülükler) ayrımında,

³¹ Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (B.D.K.K.), “Bankaların Sermaye Yeterliliğinin Ölçülmesine ve Değerlendirilmesine İlişkin Yönetmelik” (2006), 3.

- ✓ “Bir aya kadar” olandan başlayıp, “yirmi yıl ve sonrası”na kadar çeşitli vade dilimleri halindedir.

Vade merdiveni tablosuna yerleştirilecek her bölüm için vade uzadıkça artan katsayılarla ağırlıklandırılmaktadır. Bu ağırlıklandırılma paralelinde yatay ve dikey sermaye yükümlülüğü olarak adlandırılan iki boyutta her bir para birimi bazında sermaye gereksinimi belirlenmekte ve bu tutarların toplamı ise faiz oranı riskinden kaynaklanan sermaye gereksiniminin genel piyasa riskini oluşturmaktadır³².

Faiz oranı ile ilgili spesifik risk, getirisi faiz oranı ile ilişkilendirilmiş menkul kıymetlerin pozisyon tutarlarının belirli oranlar yoluyla çarpılması yoluyla hesaplanmaktadır. Bu hesaplama ile söz konusu menkul kıymetlerin içerdiği kredi riskinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Faiz oranı ile ilgili spesifik risk hesaplamasında kamu menkul kıymetleri %0 oranında, diğerleri ise niteliklerine ve vadelerine bağlı olarak %0,25 ile %8 arasında değişen oranlarla ağırlıklandırılmaktadır.

B.D.D.K. tarafından yayımlanan “Bankaların Sermaye Yeterliliğinin Ölçülmesine ve Değerlendirilmesine İlişkin Yönetmelik “ uyarınca söz konusu oranların yer aldığı tabloda bulunan nitelikli menkul kıymetler, en az iki kredi derecelendirme kuruluşundan yatırım yapılabilir notu almış menkul kıymetlerden oluşur. Sadece bir kredi derecelendirme kuruluşundan yatırım yapılabilir notu almış veya hiç derecelendirilmemiş menkul kıymetler de, söz konusu menkul kıymetleri ihraç edenin teşkilatlanmış bir borsaya kote edilmiş menkul kıymetlerinin bulunması durumunda nitelikli menkul kıymet olarak kabul edilir.

Hisse senedi pozisyon riski hesaplamalarına konu finansal araçlar hisse senedi ve yatırım fonlarıdır. Genel piyasa riski ve spesifik risk tutarlarının hesaplanması ile söz konusu pozisyonların hem maruz kaldıkları risk faktörlerinden hem de ilgili kıymetleri ihraç eden kurumlardan kaynaklanabilecek risklerin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Hisse senetleri pozisyonlarının taşıdığı genel piyasa riski için ayrılması gereken sermaye yükümlülüğü, hisse senetlerine ilişkin toplam uzun pozisyonlar ile toplam kısa pozisyonlar arasındaki farkın %8’idir. Hisse senetleri pozisyonlarının taşıdığı spesifik risk için ayrılması gereken sermaye yükümlülüğü, hisse senetlerine ilişkin

³² Candan, Özün, **age**, 52.

kısa ve uzun pozisyonların mutlak değerleri toplamının %8'idir. Söz konusu oran, likit ve iyi çeşitlendirilmiş portföyler için %4 olarak uygulanır. Tabloda yer alan endekslere dayalı sözleşmeler için spesifik risk oranı %2, diğer endekslerin konu edildiği sözleşmeler için ise %4 olarak alınır. Söz konusu tabloda belirtilen endeksler içinde yer alan hisse senetlerinden oluşan portföyler;

- ✓ Bir hisse senedine ilişkin tutulan pozisyonun tutarı, her bir ülke pazarlarında tutulan pozisyon tutarının (ülke portföyünün) %10'unu aşmıyorsa,
- ✓ Ülke portföylerinin %10'unu aşmayan ve en az %5'ini oluşturan hisse senedi pozisyon tutarlarının toplamı, bankanın tüm hisse senedi portföyünün %50'sini aşmıyorsa,

likit ve iyi çeşitlendirilmiş kabul edilir.

Bankalar, tüm döviz varlıkları ve yükümlülükleri ile kur riski içeren türev finansal araçları üzerinden kur riski için sermaye yükümlülüğü hesaplamak zorundadırlar. Özkaynak hesaplamasında ana sermayeden ve sermayeden indirilen yabancı para varlıklara ilişkin kur riski için sermaye yükümlülüğü hesaplanmaz. Sermaye yükümlülüğünün hesaplanması amacıyla her bir döviz cinsinin Yeni Türk Lirası karşılıkları itibarıyla aktif ve pasif hesaplarda bulunan tüm döviz varlık ve yükümlülüklerine ilişkin net pozisyon, döviz cinsinden cayılamaz nitelikli gayrinakdi kredilere ilişkin net pozisyon ve türev finansal araçlara ilişkin net pozisyon bulunur. Her bir döviz cinsi için hesaplanan net kısa pozisyonlar ve net uzun pozisyonlar ayrı ayrı toplanır ve bunlardan mutlak değer olarak büyük olanı ile mutlak değer olarak net altın pozisyonu toplamı üzerinden %8 oranında sermaye yükümlülüğü hesaplanır³³.

³³ B.D.K.K., 2006, 6.

3. RİSKE MARUZ DEĞER (VALUE AT RISK) YÖNTEMİ

Günümüz finans piyasalarının, ulusal ve uluslararası boyutlarda yaşanan finansal krizler ile birlikte, risk yönetimi giderek önem kazanmış ve çok çeşitli risk ölçüm metodları geliştirilmiştir. BIS (Bank for International Settlements) ve yerel denetim otoritelerinin tavsiye ve düzenlemelerine paralel olarak, özellikle 1990'lı yılların ikinci yarısından itibaren piyasa riskinin ölçümünde yaygın olarak kullanılan yöntem VAR yöntemidir. Aşağıda VAR yöntemi; kavram, tarihçe ve hesaplanma türleri itibariyle incelenerek, yöntemler arasındaki üstünlükler ve farklılıklar üzerinde durulmaya çalışılacaktır.

3.1. Riske Maruz Değer Kavramı

VAR, gün olarak ifade edilen belirli bir süre içerisinde, önceden belirlenmiş bir güven aralığında, ortaya çıkabilecek maksimum zararı ifade eden istatistiksel bir ölçüm yöntemidir. Çeşitli yatırım araçlarından oluşan bir portföyden kaynaklanabilecek toplam riskin tek bir rakamla ifade edilmesi, bu rakamdan hareketle finansal kurumların sermaye yeterliliğinin hesaplanabilmesi, uygulanmasının ve risk yöneticileri tarafından anlaşılıp yorumlanmasının oldukça kolay olması ve denetim otoritelerince kabul görmesi sebebiyle piyasa risk ölçüm metodları arasındaki en popüler yöntemdir. Bu nedenle VAR modelleri, risk yönetimi konsepti içerisinde son derece önemli yeri olan uygulamalardır.

Piyasa riski finansal araçların gelecek değerlerindeki belirsizliklerinden kaynaklanmaktadır. Örneğin dövizde açık pozisyonu olan bir finansal kurumun, döviz kurunun artışı durumunda karşı karşıya kaldığı risk piyasa riski tanımı içerisinde yer alır. Riskin doğru belirlenip ölçülmesi maruz kalınan risk faktörünün (faiz riski, kur riski, fiyat riski...) gelecekte alacağı değer tahmin edilebilmesiyle yakından ilgilidir. Bu noktada VAR hesaplamasının özünde bir tahmin yöntemi olduğunu ve finansal kurumun belirli bir süre içerisinde elinde

tuttuğu portföyün değerinde piyasadaki hareketler nedeniyle meydana gelebilecek değer kaybının tahmin edilmesini sağladığını belirtelim.

Yöntemin temel varsayımı geçmişe ait gözlemler, geçmiş eğilimlerdir. Geçmişin gelecekte tekrarlanması ne denli çok olursa, VAR tekniğinin tahmin başarısı da o denli yüksek olur³⁴.

3.2. Riske Maruz Değerin Tarihçesi

Riske maruz değer tarihçesine geçmeden önce 20. y.y.'nin başlarından itibaren risk ölçüm yöntemlerinin gelişimine değinerek, riske maruz değer kavramına gelirken yaşanan gelişmeler aşağıda yer almaktadır.

- 1938 – Bono Durasyon Analizi
- 1952 – Markowitz, Ortalama–Varyans Çalışması
- 1963 – Sharp, Sermaye Fiyatlama Modeli
- 1966 – Çoklu Faktör Modeli
- 1973 – Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli,”Greeks”
- 1979 – Binomial Opsiyon Modeli
- 1983 – Riske Ayarlı Getiri,RAROC
- 1986 – Bankaların “Greek” Limitleri için Risk Ağırlıklı Varlıklar
- 1992 – Stres Testleri
- 1993 – Riske Maruz Değer (VAR)
- 1994 – RiskMetrics
- 1997 – CreditMetrics, CreditRisk+
- 1998 – Kredi ve Piyasa Risklerinin Entegrasyonu
- 2000 – Girişimci için Risk Yönetimi³⁵

VAR metodu finansal ürünlerin çeşitlenmesine paralel olarak Amerika’da önemli finansal kurumlar tarafından geliştirilen bir yöntemdir. Daha önce de belirtildiği

³⁴ Hasan Candan, Alper Özün, *age*, 59-61.

³⁵ Jorion, 2000, 11.

üzere VAR metodu, belli bir zaman diliminde belirli bir güven aralığında meydana gelebilecek en yüksek zararın parasal olarak ifade edilmesini sağlamaktadır³⁶.

Finansal kurum içerisindeki bütün risklerin bir bütün olarak ölçülmesi yolundaki çalışmalar 1970’li ve 1980’li yıllarda başlamıştır. Daha sonraları bu çalışmalar danışmanlık firmalarına ve içsel bir model geliştirebilecek durumda olmayan fakat böyle sistemlere ihtiyaç duyan finansal kurumlara satılarak gelişme kaydetmiştir. Bu sistemlerden en yaygın olarak bilineni JP Morgan tarafından geliştirilen ve VAR ölçütünü kullanan Riskmetrics’tir.

Literatürde VAR yöntemlerinin etkinliği üzerine pek çok çalışma yapılmıştır. Hendrics (1996) VAR yöntemlerinin etkinliğini araştırmış ve metodlar arasında farklılıklar görmesine rağmen, bunu ampirik olarak ispatlayamamıştır. Fakat 1998’de yapılan bir diğer çalışmada Jackson, Maude ve Perroudin getirilerin normal dağılıma sahip olmaması halinde simülasyon yöntemlerinin parametrik yöntemlerden daha doğru sonuçlar verdiğini kanıtlamışlardır. Literatürde, yaygın bir risk ölçüm yöntemi olarak kullanılan VAR yöntemlerinin zayıf yönlerini gösteren bir çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda geleneksel VAR yöntemleriyle hesaplanan risk değerinin ve risk faktörlerinin dağılım özellikleri ile ilgili varsayımlarından kaynaklanan eksiklikler içerdiği gözlenmiştir³⁷.

1990’lı yıllar itibariyle VAR metodu geliştirilmeye başlanmış ve söz konusu eksiklikler Monte Carlo Simülasyonu ve Tarihsel Simülasyon gibi yeni yöntemlerle giderilmeye çalışılmıştır. Her ne kadar yeni yöntemler geliştirilse de VAR değeri her zaman portföyün maksimum zararını hesap etmektedir. Bu nedenle “Extreme Value Theory” (EVT) yi destekleyenler VAR quantili dışındaki en uç ve çok az rastlanır değerlerin etki derecesini büyüklük olarak hesaba katmadığı için VAR yöntemini elbistirmektedir³⁸.

Daha sonraki yıllarda da koşullu riske maruz değer yöntemi (CVAR-Conditional Value at Risk), Filtrelenmiş tarihi simülasyon yöntemi gibi yöntemler geliştirilmiştir.

³⁶ Jorion, 2000, 86.

³⁷ Kostas Gianopoulos, Radu Tunaru, “Coherent Risk Measures Under Filtered Historical Simulation”, **Journal of Banking & Finance** (Volume 29, Issue 4, April 2005): 979-996

³⁸ P. Artzner, F. Delbaen, J.M. Eber, D. Heath, “Thinking coherently”, **Risk** 10 (1997), 68-71.

Sonuç olarak, yaşanan finansal krizlerle risk yönetiminin öneminin giderek artmasına paralel olarak VAR yöntemlerinin geliştirilmesi ve yeni risk ölçüm metodlarının oluşturulması konusunda yapılan birçok çalışma bulunmaktadır.

3.3. Riske Maruz Değer Ölçümünde Kullanılan Parametreler

Riske Maruz Değer, belirli bir süre için elde tutulan portföyün istatistiki olarak belirlenen güven sınırları içerisinde uğrayabileceği maksimum değer kaybını ölçmekte kullanılmaktadır. İstatistiki bir ölçüm modeli olan Riske Maruz Değer uygulamalarında kullanılan parametreler; elde tutma süresi, örnekleme periyodu, güven aralığının belirlenmesi, risk faktörleri arasındaki korelasyonun hesaplanması ve baz alınan para birimi aşağıda anlatılmaktadır.

3.3.1. Elde Tutma Süresi

Elde tutma süresi, portföydeki kıymetlerin ne süre ile portföyde yer alacağını ortaya koymaya yönelik bir parametredir. Riske Maruz Değer tanımından da anlaşılacağı gibi, portföy ya da varlığın “belli bir zaman dilimi” içerisindeki fiyat değişimlerinin ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Elde tutma süresi ile piyasa riski arasında doğrudan orantı söz konusudur yani süre uzadıkça beklenen fiyat değişikliği de o kadar yüksek olacaktır.

Elde tutma süresi 1 gün olabileceği gibi, 10 gün, 1 ay ya da 3 ay da olabilir. Pek çok finansal kuruluş Riske Maruz Değer hesaplamalarında 1 günlük elde tutma süresi kullanmaktadır. Bunun nedeni elde tutulan portföyün genellikle bono veya döviz gibi çok likit varlıklardan oluşması yani elde tutma süresi ile portföyün tasfiye edilebileceği sürenin uyumlu olmasından kaynaklanmaktadır. Piyasa düzenleyicileri, olumsuz piyasa koşullarında likiditenin düşeceği ve alım-satım faaliyetlerinin zorlaşacağını düşünerek, daha uzun bir elde tutma süresini tercih etmektedirler. Örneğin, Basel Komitesi Riske Maruz Değer hesabında 2 haftalık (10 işgünü) bir elde tutma süresi kullanılmasını istemektedir³⁹.

Elde tutma süresi Riske Maruz Değer hesaplamalarında zamanın karekökü şeklinde kullanılmaktadır. Bunun nedeni “Geometrik Brownian Motion” yaklaşımından kaynaklanmaktadır. Buna göre;

³⁹ Basel Committee on Banking Supervision, “An Internal Basel – Based Approach to Market Risk Capital Requirements” (April 2005), 8.

$$1 \text{ Günlük Elde Tutma Süresi} = \sqrt{1} = 1$$

$$10 \text{ Günlük Elde Tutma Süresi} = \sqrt{10} = 3,162278$$

$$21 \text{ Günlük Elde Tutma Süresi} = \sqrt{21} = 4,582576$$

$$252 \text{ Günlük Elde Tutma Süresi} = \sqrt{252} = 15,8745$$

3.3.2. Örneklem Periyodu

Riske Maruz Değer hesaplama sürecinin diğer bir parametresi, fiyat değişimlerinin gözlemleneceği ve buna dayanılarak volatilité ve korelasyonların hesaplanacağı gözlem periyodudur.

Tarihsel fiyat hareketlerinin kaydedildiği data setleri düzenli olarak yenilenmeli ve önemli fiyat değişiklikleri anında yansıtılarak yeni data setlerine dayalı Riske Maruz Değer hesaplaması yapılmalıdır. Tarihsel örneklem periyodunun seçimi finansal kuruluşun stratejik amaçları ile yakından ilgili olmakla birlikte, eğer risk ölçüm modelinin fiyatlardaki değişimlere duyarlı olması isteniyorsa kısa bir dönem seçilebilir. Seçilen gözlem periyodunun uzunluğu ve bu periyod içinde fiyatların oynaklığına göre aynı elde tutma süresi için hesaplanan Riske Maruz Değer rakamları büyük değişiklikler gösterebilecektir⁴⁰. Bu değişikliği göz önünde bulunduran Basel Komitesi örneklem periyodu olarak bir yıllık asgari süre yani 252 iş günü öngörürken, J.P. Morgan RiskMetrics’de 250 iş gününü örneklem periyodu olarak kabul etmiştir.

3.3.3. Güven Aralığının Belirlenmesi

Güven aralığının belirlenmesi, Riske Maruz Değer ölçümü için kayıp olasılığının belirlenmesidir. Güven aralığı, Riske Maruz Değer hesabında kullanılan en önemli parametrelerden birisidir. Güven aralığı ne kadar yüksek olursa hesaplanan Riske Maruz Değer rakamı da o kadar yüksek olacaktır, bu durumda maruz kalınacak kayıp da o kadar yüksek olacaktır⁴¹.

Riske Maruz Değer hesaplamalarında genel kabul görmüş güven sınırları %1 ve %5 arasında (%95-%99) değişmekle birlikte Basel Komitesi, %99 güven düzeyinde ve tek taraflı güven aralığının kullanılmasını istemektedir. Basel Komitesinin tek taraflı

⁴⁰ Mustafa Duman, “Bankacılık Sektöründe Finansal Riskin Ölçülmesi ve Gözetiminde Yeni Bir Yaklaşım: Value at Risk Metodolojisi”, **Bankacılar Dergisi** (Sayı 32, 2000), 24.

⁴¹ Philippe Jorion, **Financial Risk Manager Handbook**, Second Edition (Wiley Finance, GARP, Risk Management Library, 2003), 252.

güven aralığı istemesinin nedeni Riske Maruz Değer hesaplamasında sadece negatif taraf ile ilgilenilir. Bunun dışında yurt dışında bankalar %90-%99 arasında değişen güven aralıkları kullanmaktadır. Örneğin, J.P. Morgan RiskMetrics modeli %95 güven aralığını kullanmakta iken Chase Manhattan %97,5 güven aralığını kullanmaktadır.

Bu noktada önemli bir husus, farklı güven aralıklarında hesaplanan Riske Maruz Değer rakamlarının karşılaştırılamamasıdır. Yani Riske Maruz Değer'in karşılaştırılabilmesi için aynı güven aralığında hesaplanmış olması gerekmektedir. Fakat normal (Gauss) dağılımda, Riske Maruz Değer'i bir güven aralığından diğer bir güven aralığına çevirip karşılaştırılabilir hale getirmek mümkündür.

3.3.4. Risk Faktörleri Arasındaki Korelasyonun Hesaplanması

Portföy değerinin belirlenmesinde kullanılan faiz oranları, döviz kurları, hisse senedi fiyatları gibi unsurlar risk faktörleri olarak adlandırılmaktadır. Fiyatlamada kullanılan söz konusu unsurlarda meydana gelen değişim, maruz kalınan riskin başlıca kaynağını oluşturmaktadır. Riske Maruz Değer hesaplamalarında önce maruz kalınan risk faktörlerinin doğru ve eksiksiz olarak belirlenerek bu risk faktörleri arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyonların hesaplanması gerekmektedir. Tarihsel verilere göre hesaplanan korelasyon rakamları, olumsuz piyasa koşullarında geçmiş değerlerinden çok farklı seviyelere gelebilmektedir.

Basel Komitesi, sermaye zorunluluğunun tespitinde kullanılacak Riske Maruz Değer rakamının hesabında, risk faktör grupları bazında hesaplanan Riske Maruz Değer rakamlarının basit aritmetik toplamını alarak tüm banka için tek bir Riske Maruz Değer rakamı hesaplanmasını öngörmüştür. Ayrıca, faiz oranı, döviz kuru, hisse senetleri fiyatları gibi her bir risk faktörü kategorisinde kullanılan korelasyon varsayımlarının geçerliliğinin de ulusal otorite tarafından incelenmesi öngörülmüştür. Burada uygulamanın amacı, Riske Maruz Değer hesaplamalarını yukarıda belirtilen etkilerden arındırmaktır. Ancak bu düzenleme, normalden daha yüksek Riske Maruz Değer rakamlarının hesaplanmasına yol açmaktadır⁴².

⁴² Bolgün, Akçay, *age*, 394.

3.3.5. Baz Alınan Para Birimi

Riske Maruz Değer hesaplamalarında bir para biriminin baz alınması gereklidir ve hesaplamalar baz alınan para birimi üzerinden yapılmaktadır. Riske Maruz Değer'i hesaplarken baz alınan para birimi, genellikle şirketin faaliyetlerinin raporlandığı para birimidir. Farklı olan para birimiyle ifade edilen finansal verilerin baz alınan para birimine çevrilmesi gereklidir.

3.4. Zaman Serisinin Oluşturulması

Volatilite modellerine geçmeden önce volatilite hesaplamasının dayandırılacağı getiri veya fiyat değişimine ait zaman serisinin oluşturulmasında tercih edilebilecek yöntemlere kısaca değinmek gerekmektedir.

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

$$X_{t1-t0}, X_{t2-t1}, X_{t3-t2}, \dots, X_{tn-tn-1}$$

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

$$\frac{X_{t1-t0}}{X_{t0}}, \frac{X_{t2-t1}}{X_{t1}}, \frac{X_{t3-t2}}{X_{t2}}, \dots, \frac{X_{tn-tn-1}}{X_{tn-1}}$$

- **Logaritmik fiyat veya getiri değişim serisi;** herhangi bir gün veya tarihteki fiyat, getiri veya endeks seviyesinin bir önceki gün veya tarihteki fiyat, getiri veya endeks seviyesine olan oranının doğal logaritmasının alınması suretiyle oluşturulan zaman serileridir.

Finansal piyasalardaki getiri dağılımlarının genelde log-normal dağıldığı görüldüğünden yaygın bir şekilde kullanılmaktadır⁴³.

$$\text{Ln} \frac{X_{t1-t0}}{X_{t0}}, \text{Ln} \frac{X_{t2-t1}}{X_{t1}}, \text{Ln} \frac{X_{t3-t2}}{X_{t2}}, \dots, \text{Ln} \frac{X_{tn-tn-1}}{X_{tn-1}}$$

3.5. Volatilite Modellemesi

Finansal getirilerin modellenmesine ilişkin yazında birbirinden farklı iki yaklaşımdan bahsedilmektedir (Ahlstedt 1998): Bu yaklaşımlardan birincisi “iktisadi teoriye dayalı modeller”, ikincisi ise “zaman serisi analizlerine dayalı modeller” yaklaşımıdır.

İktisadi teoriye dayalı modeller, makroekonomik değişkenler arasındaki yapısal bağımlılığı açıklamada kullanılmaktadır. Bu yaklaşımda, finansal risklerin nedeni olarak kabul edilen iktisadi değişkenler arasındaki ilişkilerdeki olası değişimler alternatif iktisadi teorilere göre modellenmektedir. Bu modeller, iktisadi değişkenler arasında uzun dönemli denge ilişkisini ifade eden durağanlığı (stationarity) göstermektedir. Finansal varlık teorilerinin üzerine inşa edilen makro ekonomik yapısal modeller, (GSYİH ve enflasyon gibi) makro ekonomik verilere dayalı olarak üçer ay veya bir yıl gibi düşük frekanslı olarak tahmin edilmektedir. Bu nedenle bu modeller, uzun dönemli analizler ve öngörüler için daha uygun modellerdir. Bu modeller, günlük, hatta gün içerisinde (intraday) dahi verileri mevcut olan döviz kurları, faiz oranları, hisse senedi fiyatları gibi değişkenlerin kısa dönemli analizinde ve öngörüsünde kullanılmaya uygun değildir.

Zaman serisi analizine dayalı modeller, finansal değişkenlere ait yüksek frekanslı verilerin kullanılmasına uygun modellerdir. Zaman serisi analizleri, finansal değişkenlerin kısa dönemli hareketlerinin belirlenmesinde ve kısa dönemli dengeye ulaşma çizgisinin analizinde kullanılmaktadır. Döviz kurları, faiz oranları ve hisse senedi fiyatları kısa dönemde bu değişkenlere yönelik beklentilere dayalı spekülasyon akımlarıyla belirlenmektedir.

⁴³ Ayhan M. Altıntaş, **Bankacılıkta risk yönetimi ve sermaye yeterliliği** (Ankara: Hukuk Yayınları, 2006), 350.

İktisadi modellerde, iktisadi değişkenlerin düzeydeki değeri veya değişiminin birinci momenti (ortalama) modellenir ve öngörüsü gerçekleştirilir. Zaman serisi analizi yaklaşımı ise, finansal değişkenlere ait yüksek frekanslı verilerin ikinci momentinin analizine imkan vermektedir. İkinci momentin modellenmesi, ARCH modellerinin koşulsuz dağılımdaki aşırı basıklığı belirlemede yeterli olduğuna dair sağlam ampirik kanıtlar ortaya koymaktadır (Nerlove vd., 1988). ARCH model ailesi ilk kez Engle (1982) tarafından ortaya konulmuş, daha sonra Bollerslev (1986) tarafından GARCH modeline genelleştirilmiştir. Daha sonraki dönemde, birinci ve daha yüksek momentlerdeki doğrusal ve doğrusal olmayan bağımlılıkların modellenmesi için GJR-GARCH, EGARCH, PARCH, IGARCH ve GARCH-M gibi versiyonları geliştirilmiştir.

Volatilite tahminleri risk yönetiminde hayati öneme sahiptir. Piyasa koşullarına uygun volatilite hesaplama yöntemi ve VAR modellerinin seçimi sağlıklı risk yönetimi için ön şarttır. Esasen kullanılacak içsel modeller için denetim otoritesinden onay alma mecburiyeti getirilmesi, geriye dönük testlerle (backtesting) modellerin isabet yüzdesi ölçümü, modelin hata sayısı yükseldikçe model güvenlik katsayısının arttırılması türünden uygulamalar, bankalarca isabet oranı yüksek volatilite ve VAR modellerinin kullanılmasını sağlamaya yöneliktir.

Volatilite tahmininde kullanılan modelleme yöntemleri “Geçmiş Dönem Varyanslarına Bağlı Modeller”, “ARCH Tipi Modeller” ve “Stokastik Modeller” olmak üzere 3 ana grup halinde incelenebilmektedir.

3.5.1. Geçmiş Dönem Varyanslarına Bağlı Yöntemler

Rassal Yürüyüş Yöntemi (Random Walk): Düzensiz büyüme gösteren bir zaman serisiyle karşılaşıldığında en iyi strateji bir periyottan diğerine geçişteki değişimi tahmin edebilmektir. $Y(t) - Y(t-1)$. Başka bir ifadeyle, serilerdeki ilk farklılığa bakılarak tahmin edilebilir bir model bulunmaya çalışılmalıdır. Bir zaman serisindeki ilk farklılık da bir periyottan diğerine kadar olan değişimler serisidir. $Y(t)$, t periyodundaki Y zaman serisini ifade ediyorsa, $Y(t) - Y(t-1)$ Y 'nin t periyodundaki ilk değişime eşittir. Y 'deki ilk değişim durağansa ve tamamen tesadüfi olarak gerçekleşiyorsa (otokorelasyon yok), Y , her bir değer bir öncekinden bağımsız olduğu, rassal yürüyüş modeli olarak tanımlanmaktadır.

Buradan hareketle tahmin modeli $\hat{Y}(t) - Y(t-1) = \alpha$ şeklinde oluşmaktadır. “ α ” birinci değişimin ortalaması yani bir periyottan diğerine geçişteki ortalama değişimin göstermektedir. Yani denklem düzenlersek ; $\hat{Y}(t) = Y(t-1) + \alpha$ olmaktadır.

Basit Hareketli Varyans ve Ortalama Yöntemi (Simple Moving Average): Hareketli varyans ve ortalama ile volatilité standart sapmaya benzer şekilde, ancak belli (sabit) sayıda gözlemden oluşan fiyat değişim serisinde her gün serinin eski elemanının düşürülüp yerine en güncel verinin son eleman olarak eklenmesiyle ve serinin aritmetik ortalamasının sıfır varsayılmasıyla hesaplanır.

$$\sigma^2 = \frac{X_t^2 + X_{t-1}^2 + X_{t-2}^2 + \dots + X_{t-n}^2}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (X_t)^2}{n}}$$

Normal dağılımın aritmetik ortalamasının sıfır veya sıfıra yakın olması gerektiği, hatırlandığında standart sapma yerine basit hareketli ortalamanın kullanılması çok büyük farklılık yaratmayacaktır. Ancak her yeni hesaplamada serinin en eski tarihli elemanı devre dışı bırakılmak suretiyle yapılan tahminin son gözlemlerden daha fazla etkilenmesi sağlanmaktadır⁴⁴.

Üssel Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi (EWMA – Exponentially Weighted Moving Average): EWMA, JP Morgan tarafından geliştirilmiş 1994 yılında ücretsiz kullanıma sunulan RiskMetrics VAR modelinde volatilité tahmini için kullanılan popüler bir tekniktir.

EWMA formülünde ‘decay’ faktör olarak isimlendirilen bir Lamda (λ) değeri kullanılmaktadır. Lamda (λ) katsayısı volatilité hesaplamasında fiyat değişimleri serisinin son elemanlarına ne kadar ağırlık verileceğini belirlemektedir. Basit hareketli ortalama serinin her elemanı eşit ağırlık taşırken EWMA son gözlemlere daha fazla ağırlık tanımaktadır.

$$\sigma^2 = \frac{X_t + \lambda X_{t-1} + \lambda^2 X_{t-2} + \lambda^3 X_{t-3} + \dots + \lambda^{n-1} X_{t-n}}{1 + \lambda + \lambda^2 + \lambda^3 + \dots + \lambda^{n-1}}$$

⁴⁴ Hongyu Pan, Zhichao Zhang, “Forecasting Financial Volatility: Evidence From Chinese Stock Market”, **Working Paper Series Durham Business School** (2006), 10-12.

Örneğin: $\lambda=0,9$ ise son güne ait gözlem 0,1 oranında ağırlığa tabi tutulırken, üç gün öncesine ait gözlem $(1-\lambda)\lambda^3 (=0,0729)$, yirmi gün öncesine ait gözlem ise $(1-\lambda)\lambda^{20} (=0,01215)$ ile ağırlıklandırılacaktır. EWMA formülünü aşağıdaki şekilde kısaltmak mümkündür.

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

Yukarıdaki formülde σ_{t-1}^2 bir gün önceki varyansı (volatilitenin karesini), X_t ise son güne ait fiyat değişimini ifade etmektedir. RiskMetrics λ değeri olarak, günlük fiyat değişim serileri için 0,94, aylık fiyat değişimi serileri için ise 0,97 ağırlığını kullanmaktadır. (λ) ve $(1-\lambda)$ değerleri toplamı doğal olarak 1'e eşit olmalıdır. Lamda değerinin 1'e yaklaşması durumunda tarihi volatilitenin bilgisine daha fazla ağırlık verildiği, düşük Lamda değerini ise güncel piyasa hareketlerine daha fazla ağırlık verildiği anlamına gelmektedir. RiskMetrics'in Türkiye için tavsiye ettiği optimum Lamda değeri ise 0,97'dir.

ARMA ve ARIMA Modelleri: ARMA iki tür dinamik süreci içinde barındıran doğrusal bir modeldir. Model zaman serisinin durağan olduğunu varsaymaktadır.

y_t zaman serisi değeri için;

- *AR Süreci (autoregressive)* : ilk süreçtir ve y kendi geçmiş değerlerinden etkilendiğini göstermektedir.

$$y_t = f(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots) + \mathcal{E}_t$$

- *MA (moving average)* : serinin gecikmeli hata terimi, şimdiki hata terimini etkilemekte ve bu da ikinci süreç olan hareketli ortalama olarak tanımlanmaktadır.

y 'nin bugünkü değeri $\mathcal{E}_t$ 'nin geçmiş ve bugünkü değerlerinden etkilendiğini gösteren denklem ile ifade edilmektedir; $y_t = f(\mathcal{E}_{t-1}, \mathcal{E}_{t-2}, \dots) + \mathcal{E}_t$

y'nin bugünkü değerinin geçmiş yeni değerlerle arasında basit doğrusal bir ilişki olduğu durumda ise denklem şu şekilde oluşmaktadır; $y_t = \alpha + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t$. Bu durumda $\varepsilon \approx W.N.$ olduğu kabul edilmektedir⁴⁵.

ARİMA' da, ARMA serisine ek olarak serinin durağan olma özelliği söz konusudur. ARİMA modeli 3 parametre içermektedir; otoregresif parametresi olan (p), fark alınma sayısı olan(d) ve hareketli ortalama parametresi olan (q). Notasyon olarak da ARİMA(p,d,q) olarak özetlenmektedir. Örneğin (0,1,2) olarak gösterilen bir modelde otoregresif parametre sayısının sıfır, hareketli ortalama sayısının iki olduğunu ve serinin 2. dereceden farkının alındığı söylenebilmektedir.

Genellikle ARİMA modelleri 3 adım içermektedir; (1) Tanımlama, (2) Hesaplama, (3) Kalıntıların Analizi.

Tanımlama; Genel bir ARİMA modeli;

$Z_t - MA_1 * Z_{t-1} - MA_2 * Z_{t-2} - \dots - MA_q * Z_{t-q} = C + a_t - AR_1 * a_{t-1} - AR_2 * a_{t-2} - \dots - AR_p * a_{t-p}$ şeklinde gösterilmektedir. Z_t değeri zaman serisinin d kere farkının alınmasıyla elde edilmektedir.

ARİMA serisindeki girdilerin durağan olması ve zaman içerisinde sabit bir ortalama, varyans ve otokorelasyona sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle ilk olarak serinin durağan hale getirilmesi için farkının alınması ve logaritma dönüşümünün uygulanması gerekmektedir.

Hesaplama; Bu adımda hata terimleri karelerinin toplamı minimize edilerek parametreler hesaplanmaktadır. Hesaplanan parametreler, serinin yeni değerlerinin tahmininde kullanılmaktadır.

Hesaplamaya başlamadan önce ARİMA parametrelerinin sayısı ve türleri belirlenmelidir. Zaman serisi modellerinin çoğunluğunda kullanılan 5 temel çeşit model bulunmaktadır;

- 1 otoregresif parametre(p)
- 2 otoregresif parametre(p)
- 1 hareketli ortalama parametresi(q)

⁴⁵ Michael S. Lo, "Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic Time Series Models" **Simon Fraser University Master of Science** (2003), 5-20.

- 2 hareketli ortalama parametresi(q)
- 1 otoregresif parametre(p) ve bir hareketli ortalama parametresi(q) içeren modeller.

Parametre hesaplaması aşamasında, elde edilen serinin olasılığını maksimize etmek için minimizasyon yapmak gerekmektedir. Uygulamada her bir parametre için kalıntı kareler toplamının hesaplanması gerekliliğini doğurmaktadır.

Kalıntıların Analizi; Analiz aşamasında ilgilendiğimiz en önemli konu, kalıntıların dağılımının belirlenmesidir. Kalıntılar sistematik bir dağılıma da sahip olabileceği gibi ARİMA modelini yetersiz kılacak seriler arası bağımlılıklar da içerebilmektedir. ARİMA kalıntılarının analizi model için önemli bir testtir. Hesaplama aşaması sırasında kalıntılar arasında bir korelasyon olmadığı ve normal dağılıma sahip oldukları varsayımları kabul edilmektedir.

Özetle ARİMA methodunun sadece durağan zaman serileri için kullanılabilir olduğunu ve hesaplanan parametrelerin seri boyunca sabit olduğu varsayıma dayandığını söyleyebiliriz⁴⁶.

3.5.2. ARCH Tipi Volatilite Modelleri

ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedastic): Yeni nesil volatilite modellerinin geliştirilmesinden önceki dönemde makro ekonomik ve finansal zaman serilerinin modellenmesi çoğunlukla 1. Dereceden momentlere odaklanmıştı ve 2. veya daha üst dereceden momentlere olan zamansal bağılıklar gereksiz olarak görülmekteydi. Modern ekonomik teorideki risk ve belirsizlik konularının önem kazanması, zamana bağlı varyans ve kovaryansın modellenmesine imkan veren yeni ekonometrik zaman serilerinin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. 2. ve daha üst seviyelerdeki momentin değişimini açıklayan herhangi bir yapısal dinamik ekonomik teoremin eksikliğinin açıkça ortada olması nedeniyle, bu eksikliğin giderilmesi aşamasında kısmi bir araç olan ARCH tipi modeller 1982 yılında Engle tarafından tanıtılmıştır. Standart doğusal zaman serisi modellerinin başarısına paralel olarak, koşullu ortalamanın koşulsuz ortalama yerine kullanılmasından ortaya çıkan, ARCH modelleri tarafından önerilen temel kavram koşullu ve koşulsuz 2. derece momentler arasındaki farklılıkta yatar. Koşulsuz kovaryans matrisi için getiri değişkenleri

⁴⁶ Regina Kaiser, Agustin Maravall, “Notes On Time Series Anlysis Arima Models and Signal Extraction”, **Banco de Espana-Servicio de Estudios**,30-66.

zaman içinde sabitken, koşullu varyans genellikle geçmiş dönemdeki durumlara önemli ölçüde bağlıdır. Bu zamansal bağımlılığın gerçek doğasını anlayabilmek opsiyon fiyatlaması, faiz hadlerinin vadeye göre değişimi, varlık fiyatlaması dinamikleri gibi makroekonomi ve finansal alandaki olaylar açısından kritik derecede önemlidir. Ayrıca ekonometrik çıkarımlar açısından bakıldığında da, heteroskedastinin ihmal edilmesinden dolayı ortaya çıkan asimtotik etkinlikteki kayıplar kendince önemlidir ve ekonomik tahminlerin değerlendirilmesi aşamasında, hata teriminin tahminindeki belirsizliğin daha isabetli bir şekilde hesaplanması data setinin koşullandırılmasıyla genellikle mümkün hale gelmektedir⁴⁷.

Engle'nin geliştirdiği ARCH modelinde, stokastik zaman süreci ε_t aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir;

$$\varepsilon_t = z_t \sigma_t$$

$$z_t \text{ i.i.d. , } E(z_t) = 0, \text{ var}(z_t) = 1$$

ARCH modelinde σ_t , t-1 zamanındaki data setinin ölçülebilir, pozitif ve zamana göre değişen bir fonksiyonudur. İlk aşamada ε_t tek değişkenli dizisinin elemanları arasında korelasyon yoktur ve ortalamaları sıfırdır. ε_t 'nin koşullu varyansı σ_t^2 'dir ve zamanla değişebilir.

Doğrusal ARCH modeli σ_t^2 'yi sürecin geçmiş değerlerinin bir doğrusal fonksiyonu olarak göstermektedir:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 = \omega + \alpha(L) \varepsilon_t^2$$

Burada $\omega > 0$ ve $\alpha_i \geq 0$ ($i = 1, 2, \dots, q$) olup, L gecikmeyi göstermektedir.

GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic): ARCH(q) modellerine ait uygulamalarda gecikmelerin çok uzun olması ve parametre sayısının fazlalağı nedeniyle Bollerslev tarafından 1986 yılında GARCH(p,q) modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen bu modelde koşullu varyansın hata teriminin gecikmeli

⁴⁷ Tim Bollerslev, Robert F. Engle, Daniel B. Nelson, "ARCH Models", **Handbook of Econometrics** (Cilt 4), 2961.

değerlerine ilave olarak, kendi gecikmeli değerlerine de bağlı olduğu volatilité modelidir⁴⁸.

$$\sigma^2_t = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon^2_{t-i} + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma^2_{t-j} = \omega + \alpha(L) \varepsilon^2_t + \beta(L) \sigma^2_t$$

Formülde σ^2_{t-i} EWMA’da olduğu gibi i dönem önceki varyansı (volatilitenin karesi), ω , β ve α ise tahmini gereken parametreleri temsil etmektedir. β ve α parametrelerinin toplamı serideki herhangi bir fiyat değişiminin geleceğe ilişkin volatilité tahminini etkileme süresini belirlemektedir. EWMA formülü ile karşılaştırıldığında, β katsayısının λ değerine α katsayısının $(1 - \lambda)$ ‘ya karşılık geldiği anlaşılmaktadır. Ancak GARCH’da β ve α parametrelerinin 1’e eşit olması mecburiyeti bulunmamakta (bu suretle EVMA’daki önemli bir kısıt bertaraf edilmektedir) ancak 1’in aşılması gerekmektedir. β ve α toplamı 1 olduğuunda ω sıfır olmaktadır⁴⁹.

EGARCH : GARCH modellerinin en önemli kısıtlarından birisi pozitif ve negatif volatilité şoklarına simetrik tepki vermesi ve bunun sonucunda asimetriği dikkate almamasıdır. Özellikle kaldıraç etkisinin modellenmesinde etkisiz kalınmasına neden olan bu kısıtın etkisi Nelson tarafından 1991 yılında ortaya konulan EGARCH modelinde ortadan kaldırılmıştır. Modelde σ^2_t , geçmiş ε_t ’lerin asimetrik bir fonksiyonudur ve varyans, ε_t ’nin sadece büyüklüğüne değil işareti de bağlı olarak belirlenmektedir.

EGARCH tarafından modelin hesaplamasına dahil edilen zaman serilerinde asimetriklik, varlık fiyatlarındaki beklenmeyen düşüşlerin volatilitéyi beklenenden fazla arttırması ve kötü haberlerin volatilitéyi iyi haberlerden daha fazla yükseltmesidir⁵⁰.

EGARCH hakkındaki önermeler ışığında, modelin denklemi de aşağıdaki gibi şekillenmektedir.

⁴⁸ Tim Bollerslev, Ray Y. Chou, Kenneth F. Kroner, “ARCH modeling in finance, A Review of the Theory and Empirical Evidence”, **Journal of Econometrics** (1992), 5-8.

⁴⁹ Altıntaş, **age**, 352.

⁵⁰ Atilla Çifter , “Risk yönetiminde Student-t ve GED dağılımları ile asimetrik ve entegre GARCH Modelleri: Eurobond üzerine bir uygulama”, **VIII. Ulusal Finans Sempozyumu** (İstanbul), 5.

$$\ln(\sigma^2_t) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \frac{|\varepsilon_{t-i}| + \gamma_i \varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} + \sum_{j=1}^q \beta_j \ln(\sigma^2_{t-j})$$

GARCH-M (Ortalamada Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans):

ARCH tipi modellerin temelinde geçmiş bilgilere dayalı koşullu varyansın kullanılması vardır. GARCH modeli ile y_t sürecinin koşullu hata varyansı ARMA süreci olarak modellenir. Ortalamanın kendi koşullu varyansından etkilendiği p ve q dereceden GARCH-M modeli aşağıda gösterilmiştir. (Modeldeki μ_t risk primi ifade etmektedir.)

$$y_t = \mu_t + \varepsilon_t$$

$$\mu_t = \beta + \delta h_t, \delta > 0$$

$$\sigma^2_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{ti}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{ti}^2$$

Denklemden $\sigma_0 > 0$, $\sigma_i \geq 0$ ve $\beta_i \geq 0$ 'dır. Ayrıca $\delta > 0$ ise getiriler pozitifdir ve geçmiş oynaklıktan etkilenmektedir⁵¹.

GJR-GARCH: GARCH modellerine başka bir örnek olan GJR-GARCH veya TGARCH modeli 1993 yılında Glosten, Jaganathan ve Runkle tarafından geliştirilmiştir. Modelin koşullu varyans denklemi aşağıdaki gibidir.

$$\sigma^2_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \gamma_i S_{t-i} \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

Denklemden S_{t-1} değeri, ε_{t-1} 'in, eşik değer olan sıfırın altında veya üstünde olmasına bağlı olarak değişmektedir.

$$S_{t-1} = \begin{cases} \varepsilon_{t-1} < 0 & \text{ise } 1 \\ \varepsilon_{t-1} \geq 0 & \text{ise } 0 \text{ 'dır.} \end{cases}$$

Asimetri parametresi olan γ , $S_{t-1}=1$ değerini aldığı anda anlamlı sonuçlar vermektedir. Modelde iyi haber ve kötü haberlerin koşullu varyans üzerine

⁵¹ Tim Bollerslev, "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", **Journal of Econometrics** 15 (1986), 307-327.

etkilerinin birbirinden farklı olduğu, iyi haberlerin ($\varepsilon_{t-1} \geq 0$) etkisinin α , kötü haberlerin ($\varepsilon_{t-1} < 0$) ise etkisinin $\alpha + \gamma$ kadar olduğu belirtilmektedir. Ayrıca $\gamma > 0$ olduğu durumda kaldıraç etkisi söz konusu olmakta ve kötü haberler volatilitiyi arttırmaktadır⁵².

3.5.3. Stokastik Volatilite Modeli

Stokastik oynaklık modeli için ortalama denklemi genel olarak;

$$y_t = \mu_t + \sigma_t \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \approx NID(0,1)$$

$$\mu_t = a + \sum_{i=1}^k b_i x_{i,t}$$

Şeklinde gösterilmektedir. μ_t ortalama, a sabit terim ve x_i değerli de regresyon katsayılarını ifade etmektedir. Stokastik oynaklık modeli bilinmeyen oynaklığın zaman içinde stokastik olarak değiştiğini varsaymaktadır. Dolayısıyla modelin varyansı

$$\sigma_t^2 = \sigma^{*2} \exp(h_t)$$

Denklemi şeklindedir ve σ_t^* pozitif ölçekleme katsayısıdır.

Oynaklık süreci σ_t^2 , pozitif ölçeklendirme katsayısı σ_t^* ile üssel stokastik süreç h_t 'nin çarpımı şeklinde tanımlanmaktadır. burada $h_t = \ln(\sigma_t^2 / \sigma^{*2})$ birinci dereceden otoregresif model olarak aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$h_t = \phi h_{t-1} + \sigma_n n_t \quad n_t \approx NID(0,1)$$

Oynaklık süreci σ_t^2 'nin durağan olabilmesi için, süreklilik parametresi ϕ 'nin pozitif ve birden küçük değer alması gerekmektedir.

Stokastik volatilité modeli (SV), Koopman ve Unspensky tarafından ortalamada stokastik oynaklık modeli (SVM) olarak genişletilmiştir.

⁵² Ahmed Ghorbel, "Trabelsi Abdelwahed, Predictive Performance of Conditional Extreme Value Theory and Conventional Methods in Value at Risk Estimation, **Munich Personal Repec Archive** (2007), 6.

$$y_t = d\sigma^{*2} \exp(h_t) + \sigma^* \exp(0.5h_t)\varepsilon_t$$

$$h_t = \phi h_{t-1} + \sigma_n n_t$$

Burada d risk primi katsayısıdır ve ortalamadaki oynaklığın ölçüsüdür. Aynı zamanda d parametresi oynaklık ile getiri arasındaki ilişkiyi ve oynaklıktaki geri besleme etkisinin ölçümünde de kullanılmaktadır⁵³.

3.5.4. Diğer Volatilite Hesaplama Yöntemleri

3.5.4.1. Varyans ve Standart Sapma Yöntemi

Varyans-Kovaryans (Parametrik) VAR Modellemelerinde kullanılabilecek parametrelerden birisi varyansın karekökü olan standart sapmadır. Normal bir dağılımda dağılımın yaygınlığını ölçmek için öncelikle varyans hesaplanır.

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

Varyans serideki elemanların aritmetik ortalamadan sapmalarının karesinin toplamının örnek sayısına (ana kütle için) veya örnek sayısının bir eksiğine (örnek kütle için) bölünerek hesaplanır. Ortalamadan sapmaların karesi alınarak negatif işaretli elemanlardan kaynaklanan sorun giderilmiş olur.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Varyansın karekökü standart sapma ise risk ölçütü olarak kullanılır ve ‘volatilite’ olarak da anılır. Örneğin günlük fiyat değişimlerini gösteren bir seride standart sapma günler itibariyle ortalama fiyattan sapmanın, (ortalama fiyata olan uzaklığın) ortalama olarak ne kadar olduğunu gösterir. Parametrik Yöntemde standart sapmanın volatilite ölçüsü olarak kullanılabilmesi için tarihi verilerden oluşan serinin normal dağılması gerekir.

⁵³ S.J. Koopman, E.H. Uspensky(2002). “The Stochastic Volatility in Mean Model: Empirical Evidence from International Stock Markets”, **Journal of Applied Econometrics** 17, 667-689.

3.5.4.2. Zımni Volatilite Yöntemi

Yukarıda açıklanan volatilite hesaplama yöntemleri büyük ölçüde tarihsel verilerle yaşanan andaki volatilitiyi tahmine yönelikken, zımni(implied) volatilite piyasa aktörlerinin geleceğe ilişkin –belli bir zaman dilimindeki- volatilite beklentilerinin cari piyasa fiyatlarının analizi suretiyle ortaya konulması esasına dayanır. Opsiyon fiyatlamasında kullanılan bir tekniktir. Cari opsiyon fiyatlarının analizi (Black-Scholes formülü altında cari opsiyon fiyatına ulaşılması için ne kadarlık volatilite öngörüldüğünün açığa çıkarılması) ile hesaplanan ‘zımni volatilite’ piyasa aktörlerinin opsiyona konu varlığın fiyatı ile ilgili geleceğe dair volatilite beklentilerini yansıtır.

3.5.4.3. Yüzdelik (Tarihi Simülasyon) Yöntemi

Kullanımı ve anlaşılması en kolay yöntemlerden birisidir. Herhangi bir varsayım içermez. Yüzdelik methodunda volatilitiyi temsil etmek üzere fiyat değişimlerini içeren serinin durumuna göre küçükten büyüğe ve büyükten küçüğe sıralanması ve yüzde olarak istenen güven düzeyine tekabül eden elemanın seçilmesi yeterlidir. Örneğin bir yıllık yani 252 işgününe ait tarihi bir döviz kuru fiyat değişim serimiz varsa önce seriyi küçükten büyüğe sıralamamız ve eğer VAR hesabını %99 güvenilirlikte yapacaksak serinin %99’uncu ($0,99 \times 252 = 249$) veya %1’inci ($0,01 \times 252 = 3$) elemanını volatilite katsayısı olarak seçmemiz gerekmektedir. Küçükten büyüğe yapılacak bir sıralamada baştan 3’üncü eleman son bir yılda döviz kurunda meydana gelen en yüksek 3’üncü düşüşü, 249’uncu eleman ise son bir yılda döviz kurunda meydana gelen en büyük 3’üncü artışı temsil etmektedir. Dolayısıyla %99 güvenirlikle VAR hesabı için, eğer kısa döviz pozisyonu için hesaplama yapılıyorsa serinin 3’üncü elemanının volatilite katsayısı olarak seçilmesi ve net pozisyon tutarı ile çarpılması –tek bir varlık için- tarihi simülasyonla VAR hesabı için yeterli olacaktır.

Eğer iki veya daha fazla varlıktan oluşan portföy için tarihi simülasyonla VAR hesabı yapılacaksa bu halde geçmiş bir yıl boyunca her iş günü meydana gelen birden fazla faktöre ait fiyat değişimleri altında cari portföyün üreteceği toplam kar veya zararın hesaplanması, sonra bulunan toplam kar veya zararın büyükten küçüğe doğru sıralanması ve istenen güven düzeyine tekabül eden eleman değerinin VAR

olarak kabulü gerekmektedir. Yüzdelik veya tarihi simülasyon yöntemi non-parametrik, yani serinin nasıl dağıldığı ile ilgilenmemektedir⁵⁴.

3.6. Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri

Sahip olunan herhangi bir varlık veya portföy nedeniyle belli bir zaman periyodunda uğranılabilecek maksimum zararın belli bir güven düzeyinde tahmin etmede kullanılan Riske Maruz Değer (VAR-Value at Risk), üç temel yaklaşım yardımıyla ölçülmektedir. Finansal kurumlar, Riske Maruz Değer hesabında maruz kaldıkları piyasa risklerini ölçmede⁵⁵;

- Varyans-Kovaryans Yöntemi,
- Tarihi Simülasyon,
- Monte Carlo Simülasyonu

yöntemlerine dayalı herhangi bir risk ölçüm modeli kullanabilirler.

Varyans-Kovaryans yöntemi parametrik, Tarihi Simülasyon ve Monte Carlo Simülasyonu Yöntemleri non-parametrik yöntemler olarak adlandırılmaktadır. Parametrik yöntemlerin ilk aşaması varlık getirilerinin dağılımının belirlenmesidir. Bu aşama sonrası dağılım parametreleri belirlenir ve son olarak VAR hesaplanır. Varyans-Kovaryans yönteminin en önemli özelliği, olasılık dağılımının –risk faktörlerindeki değişikliklerin- normal dağıldığını varsaymasıdır.

Parametrik olayan yöntemlerde ise herhangi bir dağılımsal varsayıma ihtiyaç duyulmamakta ancak güvenilir hesaplamalar için çok miktarda veri girilmesi gerekmektedir. Tarihi simülasyon metodu, mevcut pozisyonun, geçmiş günlerdeki koşullar (tarihi piyasa hareketleri) altında ürettiği kar veya zararın birebir ortaya konulması esasına dayanmaktadır. Monte Carlo Simülasyonu yöntemi ise, geleceğe dair rassal olarak üretilmiş çok sayıda senaryo altında, doğrusal olmayan fiyatlama yöntemleri kullanarak muhtemel en çok kaybın bulunması esasına dayanan yöntemdir⁵⁶.

⁵⁴ Altıntaş, **age**, 351-353.

⁵⁵ Jorion, 2000, 215.

⁵⁶ Dr. Elif Gökgöz, **Riske Maruz Değer (VAR) ve Portföy Optimizasyonu** (Ankara: SPK Yayınları, Yayın No:190, 2006), 14-16.

İlerleyen başlıklarda yukarıda adı geçen Riske Maruz Değer hesaplama yöntemlerinin esasları ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

3.6.1. Varyans-Kovaryans Yöntemi

“Doğrusal (Lineer) VAR”, “Delta-Normal VAR”, “Delta-Gamma VAR” veya “Varyans-Kovaryans VAR” gibi isimlerle anılan parametrik VAR yaklaşımında risk faktörlerinin normal dağılıma sahip olduğu varsayılmaktadır. Risk faktörleri arasındaki değişimlerin normal dağıldığı varsayımının dışında, yöntemin en belirgin özelliklerinden birisi de, risk faktörlerindeki değişikliklerle varlık veya pozisyon değerleri arasındaki ilişkinin büyük ölçüde doğrusal olduğunun kabul edilmesidir⁵⁷.

Varyans-Kovaryans yönteminde, normal dağılıma sahip olduğu varsayılan tarihi verilerden hareketle risk faktörlerinin volatilité ve korelasyonları hesaplanmakta, daha sonra hesaplanan bu volatilité ve korelasyonlarla finansal pozisyonun değerinde beklenen değişimler tahmin edilmektedir. Portföyün gelecekteki getiri dağılımının belirlenmesinde kullanılan ortalama ve varyans değerleri, portföyü oluşturan değerlere ait tarihsel ortalama, varyans ve kovaryans değerlerinden standart istatistiki formüller kullanılarak belirlenebilmektedir. Portföyün kar/zarar dağılımının belirlenmesinden sonra normal dağılıma ait standart matematiksel formüller kullanılarak Riske Maruz Değerine ulaşılmaktadır.

Bu yöntemde, Riske Maruz Değer 4 aşamada hesaplanmaktadır. Birinci aşamada, bir portföyün standart sapması ve Riske Maruz Değer tutarını hesaplamak için öncelikle portföydeki varlıkların daha basit, standart pozisyon ve araçlar cinsinden ifade edilmesi gerekmektedir. Bu süreç, risk ayrıştırması olarak adlandırılmaktadır. Standart pozisyon tek bir piyasa etkeni ile ilgili olan pozisyonudur. İkinci aşamada, temel etkenlerdeki değişimlerin ortalaması “0” olan bir normal dağılıma sahip oldukları varsayılarak bu dağılımın parametreleri (standart sapma ve korelasyonlar) geçmiş döneme ilişkin veriler kullanılarak tahmin edilmektedir. Piyasa etkenlerinin değişkenliği, standart sapmalar, birlikte hareket etme ölçüleri ise korelasyon katsayıları aracılığıyla dikkate alınmaktadır. Üçüncü aşamada, piyasa etkenlerinin standart sapması ve korelasyonları standart pozisyonların standart sapma ve korelasyonlarını belirlemede kullanılır. Standart pozisyonların standart sapmaları,

⁵⁷ Thomas J. Linsmeier, Neil D. Pearson, “Risk Measurement: An Introduction to Value at Risk”, **University of Illinois at Urbana-Champaign** (July 1996), 10.

piyasa etkenlerinin standart sapmalarının normal dağılımı, bir olasılık dağılımında değerlerin çoğunun beklenen değer etrafında oluşmasıdır. Son aşamada ise, standart pozisyonların değerlerindeki değişimlere ilişkin standart sapma ve korelasyonlar yani kovaryans matrisi elde edildikten sonra standart pozisyonlardan oluşan herhangi bir portföyün standart sapması normal rassal değişkenlerin toplamının standart sapmasını bulmak için kullanılan formül aracılığıyla hesaplanabilmekte ve portföy kar ve zarar dağılımı elde edilmektedir⁵⁸.

Tek bir varlık ya da pozisyon için Riske Maruz Değer hesaplamasında kullanılacak formül aşağıdaki gibidir:

$$VAR = P * \alpha * \sigma * \sqrt{t}$$

P = Varlık veya pozisyonun cari piyasa değeri

α = Güven düzeyini sağlayacak standart sapma sayısı

σ = Varlık veya pozisyonun fiyat veya getirisindeki volatilité

t = Elde tutma süresi

Örneğin, portföyümüzde 1,000,000 YTL tutarında A hisse senedinin bulunduğunu varsayalım. A hisse senedinin yıllık volatilitésinin %40, portföyün elde tutulma süresinin 10 gün olduğunu varsayarsak %99 ve %95 güven aralığında portföyün Riske Maruz Değeri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$VAR_{99} = 1,000,000 * 2,326 * (0,40 / \sqrt{252}) * \sqrt{10}$$

$$VAR_{99} = 185,340 \text{ YTL}$$

$$VAR_{95} = 1,000,000 * 1,645 * (0,40 / \sqrt{252}) * \sqrt{10}$$

$$VAR_{95} = 131,076 \text{ YTL}$$

3.6.2. Tarihsel Simülasyon Yöntemi

Tarihsel simülasyon yöntemi parametrik olmayan bir yöntemdir ve yöntemde volatilitenin, korelasyonun ve diğer parametrelerin hesaplanması gerekli değildir. Ayrıca model dağılımla ilgili herhangi bir varsayım da içermemektedir.

Tarihsel simülasyon ile VAR hesaplanırken piyasa fiyat ve oranlarındaki tarihsel verilerden yararlanılarak portföyün gelecekte maruz kalabileceği kar veya zarar

⁵⁸ Katerina Simons, “Value at Risk”, **New Approaches to Risk Management** (1996), 72.

hesaplanır. Bu hesaplama sırasında belirli sayıda geçmiş veri seti seçilerek, yaşanmış olan değişimler mevcut portföye uygulanmaktadır⁵⁹.

Tarihi simülasyon yöntemi ile VAR hesaplamasının çeşitli yolları vardır. En çok tercih edilen ve uygulaması kolay olan yol tarihsel fiyatların kullanarak portföyün yeniden değerlendirilmesidir. Hergün için ayrı ayrı hesaplanan portföy değerleri kantiller halinde gruplandırılır. Buradan da VAR değeri belirlenen güven düzeyine karşılık gelen kantiller olarak belirlenebilmektedir.

Tarihsel simülasyon ile VAR hesaplamasının en doğru yolu; fiyatlardaki yüzde değişmeyi kullanarak portföye uygulamaktır. Bu uygulama sırasında aşağıdaki adımlar izlenmektedir;

- Portföyü yeniden değerlemek için, portföydeki varlıkların fiyatlarındaki yüzde değişmelerin serileri oluşturulur.
- Fiyatlardaki yüzde değişimleri portföye uygulayarak portföy değerindeki değişikliklerin tarihsel serileri oluşturulur.
- Portföy değerindeki değişiklikler serisi kantillerine göre sıralanır.
- VAR değeri, seçilen güven düzeyine karşılık gelen kantil değeridir.

Tarihsel simülasyon yöntemi kayan pencereler (Rolling Windows) olgusuna dayanmaktadır. Kayan pencereler yaklaşımında ilk aşamada, 6 ay – 2 yıl arasında bir gözlem periyodu seçilir. Portföy getirileri büyükten küçüğe doğru sıralandıktan sonra % p'si gözlemlerin solunda $\%(1-p)$ 'si ise sağında olmak üzere kantiller hesaplanarak VAR değerlerine ulaşılır.

Tarihsel simülasyon metoduyla VAR hesabında özetle aşağıdaki adımlar izlenmektedir;

- N adet gözlemden oluşan portföy getirileri serisi alt örneklemelere bölünür.
- n olarak ifade edilen pencere uzunluğu belirlenir.
- N gözlem sayısı ve n pencere uzunluğu için $N-n+1$ adet alt örneklem oluşturulur.
- Her alt örnekleme ilişkin p'inci kantiller hesaplanır ve bu değerde her bir alt örneklem için VAR değerine eşittir. Tüm örneklem için portföy VAR'ını

⁵⁹ Linsmeier, Pearson, age, 7-9.

hesaplamak için ise alt örneklemeler için hesaplanan p'inci kantillerin tekrar p'inci kantillerinin hesaplanması gerekmektedir⁶⁰.

Tarihsel simülasyon yöntemine yöneltilen bazı önemli eleştiriler söz konusudur. Bu eleştirden bir tanesinin temelinde, yöntemin, portföy getirilerinin dağılımı hakkında herhangi bir varsayım ileri sürmemesine rağmen üstü kapalı bir biçimde bir varsayım içermesi yatmaktadır. Yönteme göre portföy getirilerinin dağılımı gözlem periyodu boyunca değişmemektedir. Bu varsayımın kabulü halinde ise, zaman serilerinin dağılımının da değişmediğini kabul edilmektedir. Eğer $y_{t-n}, \dots, y_t$ ve $y_{t+1-n}, \dots, y_{t+1}$ gözlemleri bağımsız özdeş dağılıma (iid) sahipse y_{t+1} ve y_{t-n} gözlemleri de aynı şekilde bağımsız özdeş dağılıma sahip olmalıdır. Yönteme yöneltilen ikinci bir eleştiri ampirik kantil tahmincisinin sadece gözlem periyodu k'nın sonsuza yaklaşırken tutarlı olduğu konusundadır. Yöntemle ilgili olarak yapılan bir diğer çıkarsama da pencere uzunluklarının, anlamlı istatistiksel sonuçlar çıkarabilecek kadar yeterli olması ve gözlemlerin geçerli volatilité kümelenmesinin dışında olması riskinden sakınmak için de fazla olmaması gerekmektedir. Ayrıca, tarihsel simülasyon ile hesaplanan VAR öngörülerini sadece aynı dağılıma sahip tarihi veriler kullanıldığında anlamlı sonuçlar vermektedir⁶¹.

3.6.3. Monte Carlo Simülasyon Yöntemi

Monte carlo simülasyon yöntemi, parametrik olmayan diğer bir VAR yöntemidir. Bu yöntemin tarihi simülasyondan farkı, senaryoların geçmiş verilere bağlı olarak değil belli bir dağılımdan türetilmesidir. Türetilen senaryo sonrasında elde edilen değerler portföye ilişkin varsayıma dayalı kar ve zararların dağılımını elde etmek için kullanılmakta ve VAR değerinin elde edileceği dağılımı oluşturmaktadır.

Monte Carlo simülasyon yöntemi en kapsamlı ve en güçlü VAR hesaplama yöntemi olarak bilinmektedir. Çünkü VAR değeri portföyün içinde lineer olmayan ilişkileri ve gelecekte meydana gelebilecek olası değişimlerin etkilerini de içermektedir.

Monte Carlo simülasyon yönteminde getiriler için herhangi bir dağılım kısıtı yoktur, fakat genellikle risk faktörlerinin normal veya log-normal dağılım taşıdığı

⁶⁰ R. Goorbergh, P. Vlaar Adn, "Value at Risk Analysis of Stock Returns Historical Simulation, Variance Techniques or Tail Index Estimation", **Working Papers of The Netherlads Bank**, 21-24.

⁶¹ S. Manganelli, R.F. Engle, "Value at Risk Models in Finance", **European Central Bank Working Paper Series 75** (August 2001), 10-11.

varsayılmaktadır. Monte Carlo Simülasyon ile VAR hesaplanması çok zaman gerektiren ve zorluk açısından en zor yöntemdir⁶².

Monte Carlo simülasyon ile VAR hesaplanırken aşağıdaki işlemler gerçekleştirilecektir;

- Tarihsel simülasyon metodunda olduğu gibi portföyün temel piyasa faktörleri cinsinden tanımlanması ve portföyde bulunan varlıkların piyasa fiyatlarının belirlenmesi,
- Risk faktörleri için dağılımın belirlenmesi,
- Aralarında korelasyon olan risk faktörlerinin parametrelerinin hesaplanması amacıyla Cholesky faktörizasyonunun uygulanması,
- Her bir risk faktörü için belirlenen miktarda (1000 veya 10000 gibi) rassal değer üretilerek portföyün her seferinde yeniden değerlendirilmesi,
- Portföyün mevcut değeri ile varsayıma dayalı portföy değeri karşılaştırılarak kar ve zararların bulunması,
- Portföyün kar ve zarar değerleri maksimumdan minimuma doğru sıralanması ve seçilen güven seviyesine karşılık gelen zarar tespit edilerek VAR değeri olarak belirlenmesidir⁶³.

Monte Carlo simülasyon yönteminin doğru VAR değerine karşılık gelmesi için büyük miktarlarda rassal sayı üretilmesi gerekmektedir. VAR değerinin doğruluğunu bir basamak arttırmak için rassal sayı üretimini 100 kat arttırmak gerekmektedir.

3.7. Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Riske maruz değer, iyi anlaşılacak ve doğru kullanılmak kaydıyla portföy riskinin ölçümü ve yönetiminde son derece faydalı bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Genel kabul görmüş VAR hesaplama yöntemlerinin herbirinin kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Genel olarak bakıldığında olağan piyasa koşullarının gözlemlendiği dönemlerde yüksek düzeyde güvenilir sonuçlar elde

⁶² Zeynep İltüzer, Oktay Taş, “Monte Carlo Simülasyon Yöntemi ile Riske Maruz Değerin İMKB30 ve DİBS portföyü Üzerine bir Uygulaması”, 5.

⁶³ Linsmeier, Pearson, age, 15-16.

edilen söz konusu hesaplama yöntemleri, olağandışı piyasa hareketlerinin görülmesi durumunda yetersiz kalmaktadır. Bu sorunun aşılabilmesi için bir sonraki bölümde anlatılacak stres testi ve senaryo analizleri gibi ilave yöntemlerle, VAR hesaplama yöntemlerinin desteklenmesi gerekmektedir.

Günümüzde finansal piyasalarda, piyasa risk yönetimi sürecinde VAR ölçüm yöntemlerinden yoğun bir biçimde yararlanılmaktadır. Bu aşamada kullanılacak VAR yöntemi önem taşımaktadır. Her bir yöntemin hesaplama ve uygulama kolaylığı, portföydeki yatırım araçlarının türlerine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin varyans-kovaryans ve tarihsel simülasyon yöntemleri hesaplama kolaylığı açısından Monte Carlo simülasyonuna göre üstünlük taşımaktadır. Çünkü Monte Carlo simülasyonu, VAR yöntemleri içerisinde en kompleks, uygulaması en zor, çok zaman alan, en maliyetli ve buna karşılık en güvenilir olan metoddur. Örneğin Monte Carlo VAR'ını hesaplama süresi, Varyans-Kovaryans hesaplama süresine kıyasla 1000 kez daha uzundur. Bunun nedeni portföyün potansiyel değerinin Monte Carlo Simülasyon metoduyla binlerce kez hesaplanmak zorunda olunmasıdır.

VAR hesaplama modellerine ilişkin ikinci unsur ise, modellere ilişkin varsayımlar ve seçilen parametrelerdeki farklılıklardır. Varyans-Kovaryans Yönteminde risk faktörlerindeki değişimlerin normal dağıldığı yani olasılık dağılımının normal olduğu varsayılmaktadır. Varyans-Kovaryans metodundaki en belirgin özellik risk faktöründeki değişkenlerin, varlık veya pozisyon değerleri arasındaki ilişkinin büyük ölçüde doğrusal olduğunun kabul edilmesidir. Bu noktada model, tahvil ve bonolarda “durasyon”, opsiyonlarda “delta”, hisse senetlerinde de “beta” ile temsil edilen doğrusal fiyat ilişkilerini göstermekte başarılı iken, “konveksivite” ve “gama” ile ifade edilen doğrusal olmayan fiyat ilişkilerini kavrama aşamasında zayıf kalmaktadır. Genel görüş olarak Varyans-Kovaryans metodunun, bünyesinde opsiyon bulunduran portföylere ilişkin VAR hesabında yetersiz kaldığı görülmektedir.

Varyans-Kovaryans metodunda normal dağılım varsayımının getirdiği bir diğer zayıflık, kriz dönemlerinde ortaya çıkabilecek gelişmeler gibi normal olmayan fiyat hareketlerinin ölçümünde yaşanmaktadır. Bu nedenle özellikle Varyans-Kovaryans metodunda olasılık dağılımının basıklık (kurtosis) ve çarpıklığının (skewness) ölçülmesine ilave olarak, stres testleri ile desteklenmesi önemli bir gereksinimdir.

Varyans-Kovaryans yönteminde risk faktörleri arasındaki korelasyonun zaman içerisinde değişmediği varsayımı söz konusu olup kriz dönemlerinde korelasyon ilişkilerinin yön ve kuvvetinin değişmesi ihtimali göz ardı edilmektedir ve bu da yöntemin bir diğer zayıf varsayımıdır.

Tarihsel simülasyon yönteminde ise portföy getirilerinin dağılımı ile ilgili herhangi bir varsayım söz konusu değildir. Fakat bu yöntemde portföy tarihi herbir senaryo altında tam değerlemeye tabi tutulduğundan, geçmişe ait önemli boyutta bilginin depolanması zorunluluğu doğmaktadır. Geçmişteki piyasa koşulları, gelecekteki piyasa gelişmelerinin iyi bir tahmin edicisi olduğu sürece tarihi simülasyon yönteminden elde edilebilecek sonuçların doğruluk ve güvenilirlik yüzdesi yüksektir. Diğer taraftan geçmişte yaşanan krizler, geriye doğru olan minimum 1 yıllık gözlem süresinden düşünce, hesaplanan VAR tuturları, aniden önemli ölçüde düşer ki bu durum da modelin zayıflığı gösteren önemli bir gösterge olarak karşımıza çıkmaktadır.

Monte Carlo Simülasyonu Yönteminde senaryolar rassal olarak ve binlerce sayıda üretilir. Monte Carlo Simülasyonunda Tarihi Simülasyonda olduğu gibi, tam değerlendirme söz konusudur ve doğrusal olmayan fiyat ilişkilerinin yarattığı etkiler Varyans-Kovaryans Yöntemine göre çok daha iyi kavranabilmektedir. Bu nedenle Monte Carlo Simülasyonu kompleks opsiyon pozisyonlarının VAR değerlerinin hesaplanması için çok iyi bir seçenektir.

Monte Carlo Simülasyon Yöntemi, Tarihi Simülasyon Yöntemi ile karşılaştırıldığında senaryo adedinin sınırlı olmaması ve geleceğe dair istenilen sayıda olası senaryonun muhtemel etkilerinin ölçülmesi konusunda avantajları olduğu ortadadır.

Monte Carlo Simülasyonu, risk faktörlerinin genellikle normal veya log-normal dağıldığı varsayımını taşımakla birlikte, yöntemde üretilen binlerce sayıdaki simülasyon değerinin gerçekten rassal olması son derece önemli taşımakta ve tesadüfi sayı üretmekte kullanılan program veya tekniğin kapasitesi nedeniyle üretilen sayılar arasında herhangi bir şekilde bağlantı olması halinde simülasyon anlamsız hale gelebilmektedir. Karmaşık pozisyonları ele alan yöntem modelleme riskinin yüksek oluşu nedeniyle diğer iki yönteme göre zorluk taşımaktadır.

3.8. Riske Maruz Değer Hesaplarını Destekleyici Yöntemler

Riske Maruz Değer modelleri sadece riski iyi tahmin edebildikleri sürece kullanılabilirler. Bu nedenle bu modellerin geçerliliğinin sürekli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Model geçerliliği genel olarak bir modelin geçerli olup olmadığını kontrol etme sürecidir. Bu kontrol süreci doğruluk testi (Back-Testing), stres testleri, gözden geçirme ve yorumlama gibi bir dizi aracı içermektedir.

3.8.1. Geriye Dönük Testler (Back-Testing)

Finansal modeller, finans piyasalarında yaşanan gerçek fiyat hareketlerinin gelecekte de gerçekleşeceği varsayımı üzerine kurulurlar. Geriye dönük testler, risk ölçüm modelleriyle üretilen sonuçların gerçek piyasa verileriyle karşılaştırılmasını sağlamaktadır. Gerek yeni modellerin oluşturulması gerekse de mevcut modellerin yeniden değerlemesi aşamasında da geriye dönük testlerden yararlanır. Geriye dönük testler için tek bir model oluşturulmamasına rağmen, finansal kurumlar sermaye yeterliliklerinin ölçümünde kullandıkları içsel VAR modellerinin doğruluğunu test etmek için geriye dönük testler uygulamak zorundadırlar. Finansal kurumlar VAR modellerinin doğruluğunu ölçmek için aylık ve çeyrek yıllık periyodlar halinde geriye dönük test uygulamalarını gerçekleştirirler. Bu testlerin amacı VAR modelleriyle daha önceden tahmin edilmiş olan portföyün maksimum zararının gerçekleşen değerler ile karşılaştırılmasıdır⁶⁴.

Risk ölçüm metodları her zaman geliştirilebilir olmasına rağmen, bu noktada asıl soru, sağlanacak bu gelişimin yapılan yatırımın maliyetinden daha fazla bir yarar sağlayıp sağlamayacağı hususudur. Geriye dönük testler ile maliyet fayda analizi yaparak bu kararların verilmesi söz konusu olabilmektedir⁶⁵.

Sınırları çizilmiş standart bir geriye dönük test modeli bulunmamasına rağmen, bu testler gerçekleşen ve varsayımsal portföy kayıplarını, hesaplanan VAR değerleri ile karşılaştırarak sonuçların belirli bir sapma seviyesinin üzerinde olup olmadığını kontrol edilmesini sağlamaktadır. Geriye dönük test sonucunda elde edilen veriler ve

⁶⁴ JP Morgan/Reuters, "Riskmetrics Technical Document", Fourth edition (New York: December 1996), 219-223.

⁶⁵ JP Morgan/Reuters, age , 39.

parametreler, volatilité, korelasyon ve diğér risk faktörleri ile birlikte yorumlanarak analiz edilmelidir⁶⁶.

3.8.2. Stres Testleri

Stres testleri, olağüstü piyasa koşullarındaki potansiyel kaybı hesaplamak amacıyla geliştirilmiştir⁶⁷.

Riske Maruz Değér tutarı, normal piyasa koşullarında ne kadar piyasa riskine maruz kalımlabileceğine ilişkin olarak istatistiki bir ölçü sağlamakta ise de ileride meydana gelebilecek varsayımsal olaylara ve olağüstü fiyat değışikliklerine karşı portföyün duyarlılığı hakkında bilgi vermemektedir. Bu nedenle Riske Maruz Değér yönteminin stres testleri ile desteklenmesi gerekmektedir. Riske Maruz Değér tutarı %99'lik güven aralığı ve 1 günlük elde bulundurma süresi kullanılarak hesaplandıysa, ortaya çıkacak zararın Riske Maruz Değér tutarını aşması 20 günden birinde yani %1'lik olasılıkla beklenmekte olup, oluşacak bu zarar normal bir zarar olacaktır. Stres testi ise, Riske Maruz Değér tutarı aşıldığında zararın ne kadar büyük olabileceği konusunda öngörü imkanı sağlamaktadır⁶⁸.

Stres testi uygulanırken izlenen standart bir süreç olmadığı gibi, etkileri tespit edilebilecek standart senaryolar da bulunmamaktadır. Stres testleri, senaryoların oluşturulma şekillerine göre 3 ana grupta incelenebilir. Bunlardan ilk ikisi senaryo analizi, üçüncüsü ise mekanik yaklaşımlardır. Birinci grup senaryo analizinde, yakın geçmişte yaşanan büyük ekonomik şoklar elimizde var olan portföye uygulanmaktadır. Bu gruba örnek olarak 1997'de yaşanan Asya krizi ve bu krizin olumsuz yan etkilerine portföyün duyarlılığının ölçülmesi gösterilebilir. İkinci grup senaryo analizinde, portföyün önceden tanımlanan örneklem senaryoya olan duyarlılığı ölçülmektedir. Mekanik yaklaşımlarda ise, çok sayıda farklı olasılık üzerinde çalışılarak portföyü en olumsuz etkileyecek olasılık bileşimi tespit edilmektedir⁶⁹.

Senaryo Analizi : Senaryo analizi sürecinin ilk aşamasını olağüstü varsayımsal senaryoların seçilmesi oluşturmakta, sonraki aşamada seçilen senaryoların

⁶⁶ Riskmetrics Group, "Risk Management", **A Practical Guide** (1999), 45.

⁶⁷ Riskmetrics Group, age, 21.

⁶⁸ Linsmeier, Pearson , age, 20.

⁶⁹ Jose Ramon Aragonés, Carlos Blanco, Kevin Dowd, "Incorporating Stress Tests into Market Risk Modeling" (2001), 45.

portföydeki varlıkların fiyatları üzerindeki olası etkileri tespit edilmeye çalışılmaktadır. Senaryolar bir veya birkaç risk etkeninin değerinde belli oranlarda değişimleri içerecek şekilde tasarlanmış senaryolardan veya gerçekleşmiş olan olağandışı olaylardan seçilebileceği gibi, büyük bir deprem felaketi veya terörist saldırısının olması gibi olağandışı olayların olması durumunda bunun piyasa etkenleri üzerindeki etkilerinin ne olacağı da incelenebilir. Kullanılacak senaryolar geliştirildikten veya tespit edildikten sonra söz konusu senaryoların portföydeki varlıklara, dolayısıyla portföyün değerine etkileri belirlenmelidir. Bunun için öncelikle, değerlerinde varsayımsal değişimler öngörülen risk etkenlerine karşı portföydeki varlıkların ne kadar duyarlı oldukları tespit edilmeli, daha sonra da senaryoların portföyün değeri üzerindeki toplam etkisi hesaplanmalıdır. Diğer taraftan “olağan” bir şekilde çalışmakta olan piyasaların olağanüstü bir baskı ile karşılaşması durumunda normal olarak işlemeye devam edeceğini düşünmek doğru olmayacaktır. Bu nedenle tasarlanmış olan varsayımsal olayların piyasanın işleyişi üzerindeki etkisi de dikkate alınmalıdır. Örneğin, portföylerinin riskini piyasada sürekli yeni pozisyonlar almak suretiyle azaltmak isteyen şirketler piyasada kriz olması gibi olağanüstü bir durumda likiditenin oldukça azalacağını, dolayısıyla pozisyonlarının riskini kolayca azaltamayacaklarını hesaplamalarına dahil etmelidirler.

Senaryo analizi, portföyün dolayısıyla Riske Maruz Değer hesaplamalarının, hesaplamalarda dikkate alınmayan gizli risklere karşı hassasiyetini göstermektedir. Piyasa fiyatlarında ufak oynamalar olacağı düşünülerek hedge edilen pozisyonlar, fiyatların önemli ölçüde oynaması durumunda büyük zararlar sonuçlanacaktır. Bu olası riski tespit etmenin tek yolu piyasa etkenlerinin değerlerinin beş veya on standart sapma kadar değiştirileceği varsayımsal piyasa hareketlerini içerecek senaryo analizleri uygulamaktır. Ayrıca geçmiş veriler kullanılarak yapılan oynaklık tahminlerinin güvenilir olmaması ihtimali olduğundan bu tahminlerin kullanılması durumunda risk beklenenden daha yüksek bir düzeyde gerçekleşebilecektir. Örneğin, İngiliz Sterlini ve İtalyan Lirası’nın Avrupa Para Birliği’nden geçici olarak çıkarıldığı 1992 yılı Eylül ayında gerçekleşen Döviz Kuru Mekanizması krizi öncesinde döviz kurları belli bir dönem boyunca istikrarlı bir seyir izlediğinden tarihi simülasyon yöntemi ile hesaplanan RD tutarı kriz nedeniyle ortaya çıkabilecek büyük döviz kuru riskini ifade edemeyecektir. Oysa stres testleri aracılığıyla bu gibi

krizlerin etkileri basit bir şekilde tespit edilebilir. Senaryo analizi portföyün belli oynaklık varsayımlarına olduğu kadar korelasyon varsayımlarına olan olası bağımlılığına da dikkat çekmesi açısından önemlidir. Herhangi bir portföyle ilgili risk çeşitli pozisyonların beklenen korelasyonlarına dayanmaktadır. Bu nedenle korelasyonlarda önemli bir değişikliğin olması portföyün beklenenden çok daha fazla bir riskle karşı karşıya kalması sonucunu doğurabilecektir. Dahası piyasa krizleri sırasında korelasyonlar hızlı bir şekilde değişebilmektedir. Bu çerçevede, piyasadaki büyük oynamalar karşısında maruz kalınacak riskin yanında olağan piyasa korelasyonlarının önemli ölçüde değişmesi ve tüm piyasaların tersine hareket etmesi durumunda maruz kalınacak riskin de tespit edilmesi gerekmektedir. Senaryo analizinin bir başka olumlu yanı da şirketlerdeki risk yönetim sistemlerinin zayıf yönlerini ortaya koyabilmesidir. Risk yönetiminden sorumlu kişilerin ve üst düzey yöneticilerin gözden kaçırdıkları, şirketin zayıf noktaları stres testleri aracılığıyla tespit edilebilecektir. Diğer taraftan senaryo analizine ilişkin en önemli sakınca, bu sürecin tamamıyla seçilen senaryolara dolayısıyla da süreci uygulayan risk yöneticilerinin öngörü ve tecrübelerine bağımlı olmasıdır. Senaryo analizi sırasında senaryoları ve senaryoların sonuçlarını tutarlı bir şekilde ele almak, farklı risklerin birbirlerine etkilerini yani korelasyonları hesaba katmak ve çok çeşitli olasılıklar arasında kaybolmamak pek kolay değildir. Senaryo analizine yöneltilen eleştirilerden birisi de bu sürecin farklı senaryoların meydana gelme olasılıklarını ölçmediğidir. Bu husus doğru olmakla birlikte haklı değildir. Çünkü senaryo analizleri tasarlanan olayların meydana gelme olasılıklarının ölçülmesini değil, söz konusu olayların meydana gelmeleri *halinde* portföyün bundan ne ölçüde etkilenebileceğinin tespit edilmesini amaçlamaktadır⁷⁰.

Stres Testi Sürecinde Kullanılan Mekanik Yaklaşımlar: Stres testleri sürecinde kullanılan mekanik yaklaşımlarda belli senaryolar yerine pek çok sayıda farklı olasılık üzerinde yoğunlaşmakta ve portföy üzerindeki etkisi en olumsuz olan olasılık bileşimi tespit edilmektedir. Bu yaklaşımlar ele alınan olasılıkların sayısına paralel olarak senaryo analizine göre daha kapsamlı yaklaşımlar olup, daha yoğun hesaplamalar gerektirmektedir. Ayrıca bazı mekanik yaklaşımların olağandışı olay ve sonuçların ortaya çıkma olasılığına ilişkin göstergeler sağlaması da mümkündür. *Etkin itme analizi* (factor push analysis), *azami zarar optimizasyonu* (maximum loss

⁷⁰ Kevin Dowd , **Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management** (John&Wiley Sons, 1998), 123-126.

optimisation) ve *en kötü durum senaryosu* (worst-case scenario) stres testi sürecinde kullanılan mekanik yaklaşımlardır. Mekanik yaklaşımların en basiti olan *etken itme analizi*, her bir aracın veya risk ayrıştırması yapılıyorsa her bir risk etkeninin fiyatının en olumsuz yönde değiştirilmesi (*itilmesi*) ve bu değişimlerin tümünün portföyün değeri üzerindeki birleşik etkisinin tespit edilmesi esasına dayanmaktadır. Yöntemin uygulanması sırasında öncelikle bir güven aralığı seçilmekte ve sabit güven faktörü belirlenmekte, daha sonra her bir fiyat güven faktörü ile standart sapmasının çarpılması kadar en kötü duruma yol açacak şekilde, duruma göre artırılmakta veya azaltılmaktadır. Bu şekilde bir araya getirilen en olumsuz fiyat hareketleri en kötü durum senaryosunu vermekte ve azami zarar, portföyün mevcut değeri ile en kötü durum senaryosu altında aldığı değer arasındaki fark olmaktadır. Bilgisayar programları kullanılarak kolay uygulanabilmesi ve normal dağılım benzeri varsayımlara bağlı olmaması gibi avantajları olan etken itme analizinin, fiyatlar arasındaki risk etkenlerine olan duyarlılık farklılıklarını dikkate almaması ve azami zararın risk etkenlerinin en uç değerlerinde (örneğin azami zararın fiyatların güven faktörü çarpı standart sapma kadar oynaması durumunda ortaya çıktığını varsaymaktadır) ortaya çıktığı şeklindeki her zaman doğru olmayan bir varsayıma dayanması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Etken itme analizinin azami zararın risk etkenlerinin en uç değerlerinde,örneğin azami zararın fiyatların güven faktörü çarpı standart sapma kadar oynaması durumunda ortaya çıktığını varsaymasının yarattığı sakıncayı gidermek amacıyla *azami zarar optimizasyonu* yaklaşımı kullanılmaktadır. Azami zarar optimizasyonu yaklaşımının etken itme analizinden tek farkı bu yaklaşımın risk etkenlerinin ortalama değerleri için de ortaya çıkan zararı incelemesidir. Diğer iki yaklaşım *ortaya çıkabilecek* kötü senaryolar ile ilgilenirken, mekanik yaklaşımların sonuncusu olan *en kötü durum senaryo analizi* ortaya çıkması gerçekten *beklenen* en kötü durumla ilgilenmektedir. Örneğin, 10 günlük bir dönemde ortaya çıkabilecek zararın tespit edilmesi isteniyorsa ve birer günlük her alt dönem için belli bir kar veya zararın gerçekleşmesi bekleniyorsa, en kötü durum senaryosu en büyük günlük zarar tutarı olacaktır. Sonuç olarak, RD yaklaşımları belli bir azami olasılıkla ne kadar zarar doğabileceğine ilişkin bilgi sağlarken, stres testleri olağanüstü kötü bir olayın gerçekleşmesi halinde karşılaşılabilecek zarara ilişkin bilgi sunduğundan uygulamalarını tamamlamaktadır. Ayrıca stres testleri, risk yönetim sisteminin zayıf noktalarına (kullanılan varsayımların hatalı olması gibi) dikkat çektiğinden sağlam risk yönetim sistemleri oluşturabilmek için stres testlerinin

uygulanması gerekmektedir. Bunlara ek olarak, stres testlerinin sunduğu bilgiler şirket içinde sermayenin hangi alanlara tahsis edileceğine ilişkin kararlar verilirken de oldukça etkili olmaktadır.

4. EKONOMETRİK UYGULAMALAR

Çalışmanın bu bölümünde iki farklı modelden yararlanılacaktır. Modellerin ilkinde İMKB-30 senetlerinden oluşan örnek portföyümüzün 04.01.2007 – 30.04.2008 tarihleri arasındaki fiyat değişimlerinden yola çıkarak VAR değerlerinin Varyans-Kovaryans ve Monte Carlo Simülasyon Metodlarıyla hesaplanması ve portföyümüzün günlük, 10 günlük ve 100 günlük muhtemel kayıplarının öngörülmesi amaçlanmıştır. İkinci modelimiz ise, VAR modeline ilave olarak, ARCH, GARCH, PGARCH volatilité modellerinin de kullanılacağı İMKB TİM endeksinden oluşan 2000-2008 zaman aralığını kapsayan bir modeldir. İkinci modelimiz Ocak 2000 - Kasım 2003 ve Kasım 2003 – Temmuz 2008 dönemleri olmak üzere ikiye ayrılacaktır. Bu ayrımın nedeni, ekonomik kriz ve finansal istikrarsızlık dönemi ile tek parti hükümeti ve uygulanan istikrar programı sonucu kazanılan ekonomik yapının karşılaştırılarak, iki dönem arasındaki piyasa koşulları farklılıklarının modelimizin sonuçlarına yansımaları ve modelimizin piyasayı ölçme kabiliyetini görebilmektir.

4.1. MODEL 1

Birinci modelimizde İMKB-30 endeksini oluşturan hisse senetlerinden oluşan portföyümüzün günlük, 10 günlük ve 100 günlük riske maruz değerleri Varyans-Kovaryans ve Monte Carlo Simülasyon yöntemleri kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama hisse senetlerinin 04.01.2007 – 30.04.2008 tarihleri arası Reuters'dan elde edilmiş, günlük düzeltilmiş kapanış fiyatları kullanılmıştır.

Uygulama için oluşturulan örnek portföyde her bir hisse senedinden 10.000'er lot paya sahip olduğu varsayılmış ve son gün kapanış fiyatlarından yararlanılarak portföy içindeki ağırlıkları hesaplanmıştır. Senetlerin portföy içindeki dağılımları, son gün kapanış fiyatları ve hisse senetlerinin portföy içindeki ağırlıkları Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2: Hisse Senetleri Pozisyon Durumu Tablosu

Hisse Senedi Pozisyon Durumu				
Risk Faktörleri	DEĞER	Portföy İçindeki Ağırlık (W)	Fiyat	LOT
AKBNK	66.500	3,59%	6,6500	10.000
AKGRT	64.000	3,45%	6,4000	10.000
ARCLK	54.478	2,94%	5,4478	10.000
ASYAB	88.500	4,78%	8,8500	10.000
AYGAZ	49.600	2,68%	4,9600	10.000
DOHOL	15.500	0,84%	1,5500	10.000
DYHOL	27.200	1,47%	2,7200	10.000
EREGL	113.000	6,10%	11,3000	10.000
GARAN	68.500	3,70%	6,8500	10.000
HALKB	73.500	3,97%	7,3500	10.000
HURGZ	22.700	1,22%	2,2700	10.000
IHLAS	7.600	0,41%	0,7600	10.000
ISCTR	59.000	3,18%	5,9000	10.000
ISGYO	11.600	0,63%	1,1600	10.000
KCHOL	38.261	2,06%	3,8261	10.000
KRDMD	12.500	0,67%	1,2500	10.000
MIGRS	200.045	10,79%	20,0045	10.000
PETKM	70.000	3,78%	7,0000	10.000
PTOFS	62.000	3,35%	6,2000	10.000
SAHOL	46.542	2,51%	4,6542	10.000
SISE	19.800	1,07%	1,9800	10.000
SKBNK	31.109	1,68%	3,1109	10.000
TCELL	98.867	5,33%	9,8867	10.000
THYAO	71.500	3,86%	7,1500	10.000
TKFEN	79.000	4,26%	7,9000	10.000
TSKB	14.700	0,79%	1,4700	10.000
TUPRS	303.235	16,36%	30,3235	10.000
ULKER	29.600	1,60%	2,9600	10.000
VAKBN	26.000	1,40%	2,6000	10.000
YKBNK	28.400	1,53%	2,8400	10.000
Toplam	1.853.237	100,00%		
PV (MTM)	1.853.237			

Örnek portföyümüzün riske maruz değerleri hesaplanırken, portföyün normal dağılıma sahip olduğu varsayılmış ve her iki yöntemde de bu varsayım üzerinden hareket edilmiştir.

Varyans-Kovaryans ve Monte Carlo simülasyon yöntemleriyle riske maruz değer hesabında Microsoft Excel programından yararlanılmıştır. Aşağıda, hesaplamada izlenen yöntemler adım adım anlatılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilecektir.

4.1.1. Varyans-Kovaryans Yöntemiyle VAR Hesaplanması

Varyans kovaryans yöntemiyle VAR hesabında ilk olarak her bir hisse senedi için günlük getiriler hesaplanmış ve her hisse senedi için standart sapma değerleri

bulunmuştur. Sonrasında, W(ağırlık matrisi), C(korelasyon matrisi), V(risk matrisi) matrislerinin oluşturulmuş ve aşağıdaki sırayla matris çarpımları gerçekleştirilmiştir.

- VC
- (VC)V
- W(VC)V
- W(VC)VW^

Bu işlemler sonucunda portföyün standart sapma değeri olan %1,83 elde edilmiştir. Elde ettiğimiz standart sapma değerinden hareketle %95 ve %99 güven aralıkları için günlük, 10 günlük ve 100 günlük VAR değerleri hesaplanmıştır. Aşağıdaki özet tablolarda, portföyümüzün VAR rakamlarını, bakiye ve yüzde kırılımlarında görebilmekteyiz.

Tablo 3: Varyans-Kovaryans Yöntemi %95 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu

Portföy VAR		
Portföyün Bugünkü Değeri	1.853.237	
Güven Aralığı (Confidence Level)	95%	
Z Değeri	1,65	
Elde Tutma Süresi (1 Gün)	1,00	
Elde Tutma Süresi (10 Gün)	3,16	
Elde Tutma Süresi (100 Gün)	10,00	
Portföy Standart Sapması	1,84%	%VaR
VaR (1 Gün)	56.141	3,03%
VaR (10 Gün)	177.534	9,6%
VaR (100 Gün)	561.412	30,3%

Portföyün bugünkü değeri portföyümüzün son işlem günü kapanış fiyatlarıyla değerlendirilmiş piyasa değerini ifade etmektedir. %95 güven aralığının Z tablosundaki değeri olan 1,65, portföyün standart sapması olan 1,84 ve elde tutma sürelerinin karekök değerlerinin çarpılmasıyla elde edilen VAR değerleri Tablo 3’de özetlenmiştir. VAR değerlerinin portföyün piyasa değerine bölünmesiyle de VAR değerlerinin yüzdesel ifadelerine ulaşılmıştır.

Riske maruz kalınan gün sayısı arttıkça riske maruz değerin arttığı, buna bağlı olarak da en düşük riske maruz değerin, günlük VAR değeri olan 56.141 ve yüzdesel ifadeyle de %3,03 olduğu görülmektedir. En yüksek VAR değeri ise, 100 günlük VAR değeri olan 561.412 ytl ve %30,3’dür.

Tablo 4: Varyans-Kovaryans Yöntemi %99 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu

Portföy VAR		
Portföyün Bugünkü Değeri	1.853.237	
Güven Aralığı (Confidence Level)	99%	
Z Değeri	2,33	
Elde Tutma Süresi (1 Gün)	1,00	
Elde Tutma Süresi (10 Gün)	3,16	
Elde Tutma Süresi (100 Gün)	10,00	
Portföy Standart Sapması	1,83%	%VaR
VaR (1 Gün)	79.383	4,28%
VaR (10 Gün)	251.030	13,5%
VaR (100 Gün)	793.826	42,8%

Portföyümüz için %99 güven aralığında VAR hesabı yapıldığında Tablo 4'deki değerler elde edilmiştir. İki tablo karşılaştırıldığında, daha hassas bir ölçüm imkanı sunan %99 güven aralığında hesaplanan VAR değerinin %95 güven aralığında hesaplanan değere göre büyük çıktığı görülmektedir.

4.1.2. Monte Carlo Simülasyon Yöntemiyle VAR Hesaplanması

Monte Carlo Simülasyon yöntemiyle VAR hesaplanırken, Varyans-Kovaryans yöntemiyle aynı portföy dağılımları esas alınmıştır. İlk adımda senetlerin günlük getirileri belirlendikten sonra sırasıyla;

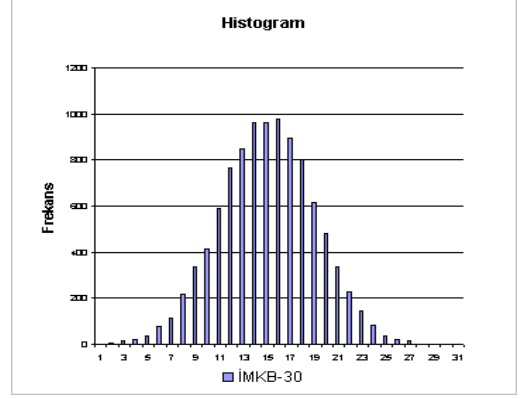
- Kovaryans matrisinin elde edilmesi
- Cholesky dekompozisyon matrisinin hesaplanması
- Cholesky dekompozisyon matrisinin transpozisinin alınması işlemleri gerçekleştirilir.

Bir sonraki aşama, modelin de temelini oluşturan simülasyon değerlerinin üretilmesi aşamasıdır. Excel'de her bir senet için, normal dağılım esasına uygun sıfır ortalama ve 1 standart sapma değerlerine sahip 10.000'er rassal simülasyon değeri üretilmiş ve her bir senedin portföy içi dağılımları esas alınarak portföyün genel simülasyon değerlerine ulaşılmıştır. Elde edilen simülasyon değerlerinden, günlük kar zarar değerleri ve ağırlıklandırılmış getiri değişimlerini elde edilebilmek için, simülasyon değerlerinin cholesky dekompozisyon matrisinin transpozu ile çarpılması gerekmektedir. Bu aşamaların ardından her bir senet için aralık ve frekans değerleri elde edilerek histogram grafikleri oluşturulmuştur. Tablo 5'de İMKB-30 hisselerinden oluşan portföyümüz için örnek frekans tablosu ve histogram grafiği yer

almaktadır. Grafik incelendiğinde portföyümüzün uygulamaya başlamadan varsaydığımız normal dağılım esasına uygun olarak dağıldığı görülmektedir.

Tablo 5: Monte Carlo Simülasyon Yöntemi İMKB-30 Frekans Tablosu

İMKB-30 Günlük K/Z Histogramı		
Aralık	Aralık Değeri	Frekans
1	6,78%	2
2	6,31%	4
3	5,85%	13
4	5,38%	23
5	4,92%	36
6	4,45%	76
7	3,99%	112
8	3,52%	218
9	3,06%	336
10	2,59%	415
11	2,12%	590
12	1,66%	765
13	1,19%	847
14	0,73%	962
15	0,26%	963
16	-0,20%	979
17	-0,67%	893
18	-1,13%	804
19	-1,60%	617
20	-2,07%	481
21	-2,53%	337
22	-3,00%	229
23	-3,46%	143
24	-3,93%	85
25	-4,39%	34
26	-4,86%	20
27	-5,32%	13
28	-5,79%	2
29	-6,25%	-
30	-6,72%	-
31	-7,19%	1
Toplam		10.000



Histogram Parametreleri	
Maximum Değer	0,0678
Minimum Değer	-0,0719
Range	0,1397
Aralık	0,0047

Monte Carlo simülasyon uygulamamızın son bölümünde hem her bir senet için hem de portföy için, %95 ve %99 güven aralığında hesaplanmış VAR değerlerinden oluşan tablolara yer verilmiştir.

Tablo 6'da İMKB-30 senetlerinden oluşan portföyün %95 güven aralığında 1.853.237 yıl'lık piyasa değeri için maruz kaldığı VAR değerleri ve bulundurması gereken sermaye gereksinimleri yer almaktadır. Monte Carlo metodunda da Varyans Kovaryans metoduna benzer bir şekilde portföyün elde tutulma süresi arttıkça VAR değerlerin arttığını ve buna paralel olarak bankaların bulundurması gereken sermaye gereksinimlerinin de arttığını görmekteyiz.

Tablo 6: Monte Carlo Simülasyon Yöntemi %95 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu

Portföyün Bugünkü Değeri	1.853.237	
Güven Aralığı (Confidence Level)	95%	
0,95% 'da En Düşük Getiri Değişimi	-2,99%	
0,95% 'da En Düşük K/Z	55.464	
Elde Tutma Süresi (1 Gün)	1,00	
Elde Tutma Süresi (10 Gün)	3,16	
Elde Tutma Süresi (100 Gün)	10,00	% VaR
VaR (1 Gün)	55.464	2,99%
VaR (10 Gün)	175.391	9,46%
VaR (100 Gün)	554.636	29,93%

Sermaye Çarpanı (k)	3
Sermaye Gereksinimi (1 Gün)	166.391
Sermaye Gereksinimi (10 Gün)	526.174
Sermaye Gereksinimi (100 Gün)	1.663.908

Portföyün VAR değerlerinin %99 güven aralığında hesaplanması sonucunda oluşan rakamlar Tablo 7’de görülmektedir. %95 güven aralığı değerleriyle karşılaştırıldığında daha yüksek riske maruz değer rakamları ve sermaye gereksinimleri rakamlarına ulaşılmıştır. Bu sonuç da varyans kovaryans yöntemiyle paraleldir ve daha hassas ölçümlemenin sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Tablo 7: Monte Carlo Simülasyon Yöntemi %99 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu

Portföyün Bugünkü Değeri	1.853.237	
Güven Aralığı (Confidence Level)	99%	
0,99% 'da En Düşük Getiri Değişimi	-4,23%	
0,99% 'da En Düşük K/Z	78.459	
Elde Tutma Süresi (1 Gün)	1,00	
Elde Tutma Süresi (10 Gün)	3,16	
Elde Tutma Süresi (100 Gün)	10,00	% VaR
VaR (1 Gün)	78.459	4,23%
VaR (10 Gün)	248.108	13,39%
VaR (100 Gün)	784.587	42,34%

Sermaye Çarpanı (k)	3
Sermaye Gereksinimi (1 Gün)	235.376
Sermaye Gereksinimi (10 Gün)	744.325
Sermaye Gereksinimi (100 Gün)	2.353.762

Portföyün VAR değerinin hesaplanmasının ardından, her bir senet için de ayrı ayrı VAR değerleri hesaplanmıştır. Tablo 8’de İMKB-30 senetlerinden oluşturduğumuz portföy ile senetlerin birbirinden bağımsız olarak VAR rakamlarının toplanmasından

elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak portföy oluşturulması sayesinde senetler arasındaki korelasyon etkisinden kaynaklanan bir VAR farkının söz konusu olduğu görülmektedir. Bu fark %95 güven aralığı için 23.334 ytl iken, %99 güven aralığı için 30.609 ytl olarak hesaplanmıştır.

Tablo 8: Portföy Oluşturmanın VAR Değerine Etkisi

	0,95% Güven Aralığı	0,99% Güven Aralığı
Toplam VaR (1Gün)	78.797	109.068
VaR Portföy(1Gün)	55.464	78.459
* Aradaki Fark Korelasyonun Etkisi	23.334	30.609

İMKB-30 senetlerinden oluşan portföyümüz için Varyans-Kovaryans ve Monte Carlo metodlarıyla hesapladığımız VAR değerlerinin birbirine yakın sonuçlar vermesi doğrusallık varyasımımızı ve modellerin hesaplanma yöntemlerini destekler niteliktedir.

4.2. MODEL 2

İkinci modelimizde 1.000.000* ytl'lik İMKB-TÜM endeksine bağlı bir fona sahip olduğumuz varsayımıyla 2000 Ocak -2003 Kasım ve 2003 Kasım - 2008 Temmuz tarih aralıkları için günlük getiri rakamları üzerinden %95 ve %99 güven aralıklarında VAR değerleri Varyans-Kovaryans yöntemiyle hesaplanmış, her iki dönem için de ARCH, GARCH, PARCH değerleri hesaplanarak kriz dönemlerinin VAR değerlerine yansımaları gözlemlenmiştir. Ayrıca hesaplanan PARCH değeri, gerek dünyadaki diğer gelişmekte olan ve gelişmiş ülke rakamları ile gerekse de literatürde öngörülen ideal değerler ile karşılaştırılmış ve kriz dönemi ile istikrar dönemlerinin modelimiz tarafından doğru olarak yansıtıldığı sonucuna varılmıştır. Modelde kullandığımız veriler Reuters veri sağlayıcısından elde edilmiştir.

Aşağıda her iki tarih aralığı için ayrı ayrı tablolarda VAR değerleri gösterilmektedir. 2000-2003 yılları arasında yaşadığımız 2 büyük kriz ve çalkantıların da etkisiyle, bu döneme ait VAR değerlerinin yüksek çıkmasını beklemekteyiz. Tablo 9'dan da görüldüğü gibi 1.000.000 ytl'lik İMKB-TÜM endeksine bağlı bir fonumuz olduğu

* VAR modelinin varsayımını gereği olarak 1.000.000 ytl'lik bir portföy seçilmiş olup, ARCH/GARCH/PARCH hesaplarında sadece İMKB fiyatları kullanılmıştır.

varyasıyla 1 günde %36.90'lık bir VAR değeriyle karşı karşıya kalmaktayız. 10 gün içerisinde ise portföyün tamamını kaybedebileceğimiz görülmektedir ve bundan sonraki dönemler için VAR değerlerine bakılması da anlamsız bir hal almaktadır.

Tablo 9: Ocak 2000 – Kasım 2003 Tarihleri Arası %95 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu

Portföy VAR		
Portföyün Bugünkü Değeri	1.000.000	
Güven Aralığı (Confidence Level)	95%	
Z Değeri	1,96	
Elde Tutma Süresi (1 Gün)	1,00	
Elde Tutma Süresi (10 Gün)	3,16	
Elde Tutma Süresi (100 Gün)	10,00	
Portföy Standart Sapması	19%	%VaR
VaR (1 Gün)	368.977	36,90%
VaR (10 Gün)	1.166.807	116,7%
VaR (100 Gün)	3.689.767	369,0%

Aynı dönem aralığında %99 güven aralığında bakıldığında ise günlük VAR değerinin %43.79'e vardığını, 10 günden kısa bir sürede portföyümüzün tamamını kaybedebileceğimizi görmekteyiz.

Tablo 10: Ocak 2000 – Kasım 2003 Tarihleri Arası %99 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu

Portföy VAR		
Portföyün Bugünkü Değeri	1.000.000	
Güven Aralığı (Confidence Level)	99%	
Z Değeri	2,33	
Elde Tutma Süresi (1 Gün)	1,00	
Elde Tutma Süresi (10 Gün)	3,16	
Elde Tutma Süresi (100 Gün)	10,00	
Portföy Standart Sapması	19%	%VaR
VaR (1 Gün)	437.877	43,79%
VaR (10 Gün)	1.384.690	138,5%
VaR (100 Gün)	4.378.774	437,9%

2000 – 2003 yılındaki kriz dönemlerinin ardından Kasım 2003 seçimleri yapılmış ve diğer döneme göre daha istikrarlı bir siyasi hayata geçilerek, yeni ekonomik program uygulanmaya başlanmıştır. Bu durum piyasaları da olumlu yönde etkilemiş ve hisse fiyatlarındaki oynaklık ve ani düşüşleri azaltmıştır. 2003-2008 tarih aralığı için VAR değerleri Tablo 11 ve Tablo 12'de görülmektedir.

Tablo 11 incelendiğinde 2003-2008 arası VAR değeri %15,98 olarak hesaplanmıştır. Bu değer 2000-2003 arası VAR değerinin çok altında kalmış, piyasalardaki istikrar ortamı modelimizin sonuçlarına da yansımıştır.

Tablo 11: Kasım 2003 – Temmuz 2008 Tarihleri Arası %95 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu

Portföy VAR		
Portföyün Bugünkü Değeri	1.000.000	
Güven Aralığı (Confidence Level)	95%	
Z Değeri	1,96	
Elde Tutma Süresi (1 Gün)	1,00	
Elde Tutma Süresi (10 Gün)	3,16	
Elde Tutma Süresi (100 Gün)	10,00	
Portföy Standart Sapması	8%	%VaR
VaR (1 Gün)	159.843	15,98%
VaR (10 Gün)	505.467	50,5%
VaR (100 Gün)	1.598.426	159,8%

%99 güven aralığı için hesaplama yapıldığında da günlük VAR değerinin %18,97 olarak gerçekleştiği görülmektedir. Gerek %95 gerekse de %99 güven aralıkları için 100 günlük VAR değerlerine bakmak anlamlı bir sonuç vermemektedir. Çünkü portföyümüzün tamamını kaybetme olasılığımızın gerçekleşme süresi her iki güven aralığında da 100 günün altındadır.

Tablo 12: Kasım 2003 – Temmuz 2008 Tarihleri Arası %99 Güven Aralığı ile VAR Değerleri Tablosu

Portföy VAR		
Portföyün Bugünkü Değeri	1.000.000	
Güven Aralığı (Confidence Level)	99%	
Z Değeri	2,33	
Elde Tutma Süresi (1 Gün)	1,00	
Elde Tutma Süresi (10 Gün)	3,16	
Elde Tutma Süresi (100 Gün)	10,00	
Portföy Standart Sapması	8%	%VaR
VaR (1 Gün)	189.691	18,97%
VaR (10 Gün)	599.855	60,0%
VaR (100 Gün)	1.896.908	189,7%

Her iki model için de VAR değerleri elde edilmiş ve birinci modelimizin gerek istikrarlı ekonomik ve siyasi dönemde olması gerekse de İMKB-30 gibi volatilitenin düşük olağanüstü şokların az yaşandığı senetlerden oluşması nedeniyle VAR değerleri oldukça düşük çıkmıştır. İkinci modelimizde ise gerek kriz döneminde

gerekse de istikrarlı dönemde VAR değerleri birinci modelimize göre yüksek çıkmıştır. Bunun en önemli nedeni İMKB TİM içerisinde volatilitesi yüksek senetlerin de bulunması ve ani fiyat değişimleri nedeniyle portföyün değerini etkilemesidir. İkinci modelimizdeki yüksek VAR değerlerinin sebebini incelemek, kriz ve istikrar dönemlerini birbirinden net bir şekilde ayırabilmek için ARCH, GARCH ve PARCH değerleri hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda kriz dönemlerini içine alan 2000-2003 arası dönemde ARCH etkisinin yüksek GARCH etkisinin düşük çıktığını, 2003-2008 arası dönemde ise tam ters etkiyle ARCH etkisinin düşük GARCH etkisinin yüksek çıktığını görmekteyiz. ARCH ve GARCH etkilerindeki baskınlık durumlarının değişimi her iki modelin de öngörülerine paralel olarak gerçekleşmiş olup bizim modelimizle de paralellik göstermektedir.

Modelimizin ilk periyodu olan 2000-2003 döneminde gerek 2000 kasım ve 2001 şubat ekonomik krizleri gerekse, ekonomik krizler sonrası uygulamaya konulan istikrar programı ile ilgili hükümet ortrakları arasında çıkan anlaşmazlıklar sonucunda erken seçim kararının alınması, piyasadaki oynaklığı tetiklemiş ve belirsizlik ortamının oluşmasında etken olmuştur. Tablo 13’de krizler dönemi için ARCH ve GARCH değerleri yer almaktadır. ARCH ve GARCH değerlerinin toplamı 1 olup ARCH etkisinin kuvvetli olduğu gözlenmektedir. Kriz şartlarında ARCH etkisinin baskın olması beklenmektedir ve modelimizin sonucu da bu beklentiye doğrular niteliktedir.

Tablo 13: 01/01/2000 - 30/11/2003 Periyodu ARCH/GARCH Değerleri Tablosu

Tarih Aralığı: 01/01/2000 - 30/11/2003			
Log likelihood= -2448.703			
	Coef.	Std. Err.	z
ARCH	.1305147	.0158837	8,22
GARCH	.8174547	.0211582	38,64

Modelimizde belirlediğimiz ikinci dönem ise Kasım 2003 sonrası istikrarlı siyasi ve ekonomik dönemdir. Bu dönem için de ARCH değeri bir önceki kriz dönemine oranla daha düşük hesaplanmış, baskın değer GARCH değeri olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç da ARCH ve GARCH modellerinin varsayımına uyan bir sonuçtur ve bizim modelimizi desteklemektedir. Tablo 14’te söz konusu döneme ait sonuçları görebilmekteyiz.

Tablo 14: 01/12/2003 - 15/07/2008 Periyodu ARCH/GARCH Değerleri Tablosu

Tarih Aralığı: 01/12/2003 - 15/07/2008			
Log likelihood= -2859.041			
	Coef.	Std. Err.	z
ARCH	.0713829	.003021	23,63
GARCH	.9967033	.0005416	18,40

ARCH ve GARCH değerlerini inceledikten sonra son olarak da model PARCH yöntemiyle test edilmiş ve power değerleri hesaplanmıştır. Literatürde power değeriyle ilgili olarak yapılan çalışmalarda; Ding, Granger ve Engle (1993) ABD, hisse senedi getirileri için 1.43'lük bir kuvvet dönüşümünün (power) optimal olduğu sonucuna varmışlardır⁷¹. Hentschel (1995) daha genel bir PARCH modeli önermiş ve o da ABD hisse senedi getirileri verilerine uygulayarak kuvvet terimi için optimal değeri 1.524 olarak bulmuştur⁷². Power değerinin optimal değerin üzerinde çıkması piyasadaki aşırı volatilitenin ve istikrarsızlığın göstergesi olarak yorumlanmaktadır. Daha sondaki dönemde, Telatar İMKB 100 endeksi için 1987-2001 yılları arasındaki power değerini 1.96 olarak hesaplamıştır.

Modelimizde kriz dönemi ve istikrar dönemi olarak ayırdığımız dönemler için ayrı ayrı power değerleri hesaplanmıştır. Kriz dönemi olarak adlandırdığımız 2000-2003 arası dönemde power değerimiz 2.414492 (4.77) çıkmıştır. Bu değer literatürde öngörülen değerlerin çok üzerindedir ve bir kriz dönemi yaşandığını açıkça göstermektedir. 2003-2008 arası seçim sonrası istikrar dönemi olarak adlandırdığımız dönemde ise, power değeri 1.521128 (3.17) değerine düşmüştür. Bunda en büyük etken istikrar ortamının yakalanması ve herhangi bir krizin yaşanmamış olmasıdır. Bulunan değer Hentschel'in modelinde önerdiği (1.524) power değerinden düşüktür. Power değerleri açısından incelediğimizde de modelimiz piyasa şartlarını ve bu şartlar sonucu oluşan volatilitiyi yansıtmaktadır.

Modelimizde İMKB TUM endeksi için power değerlerine değindikten sonra diğer ülke piyasaları için hesaplanmış power değerlerini Tablo 15'de görebilmekteyiz. Tablodaki *d* değerleri power değerini ifade etmektedir. Tabloda, en yüksek power

⁷¹ Zhuaxin Ding, W. Clive, J. Granger, R. F. Engle, "A long memory property of stock market returns and a new model", **Journal of Empirical Finance** 1 (1993), 83-106.

⁷² Ludger Hentschel, "All in the family: Nesting symmetric and asymmetric GARCH models", **Journal of Financial Economics** 39 (1995), 71-104.

değerine (2,480) sahip ülke olarak Singapur göze çarpmaktadır. Bu değer modelimizde hesapladığımız kriz dönemine ait değerlerin bile üzerinde gerçekleşmiş ve Singapur piyasasındaki yüksek volatilitenin açık bir göstergesi olarak ortaya çıkmıştır.

Tablo 15: PARCH Modeli Ülke Uygulama Değerleri Tablosu

Endeks	Model	α_1	β_1	d	γ	$\Sigma(\alpha + \beta)$
İMKB 100 (1987-2001)	APGARCH(1,1)	0.199 (3.76)	0.721 (28.63)	1.960 (24.48)	-0.050 (1.73)	0.920
İMKB 100 (1989-1996)	APGARCH(1,1)	0.040 (2.14)	0.775 (36.94)	1.484 (9.97)	0.009 (0.21)	0.815
S&P	APGARCH(1,1)	0.032 (3.23)	0.951 (87.1)	1.211 (3.96)	-0.502 (2.56)	0.983
FTSE	APGARCH(1,1)	0.025 (3.02)	0.962 (101.3)	1.437 (4.03)	-0.343 (1.82)	0.987
JAPONYA	APGARCH(1,1)	0.064 (5.40)	0.917 (74.7)	1.225 (4.91)	-0.546 (4.88)	0.981
HONG KONG	APGARCH(1,1)	0.093 (5.32)	0.813 (29.9)	1.359 (5.51)	-0.294 (3.08)	0.906
NZSE40	APGARCH(1,1)	0.098 (5.67)	0.832 (27.5)	1.372 (4.98)	-0.153 (2.04)	0.930
ALMANYA	APGARCH(1,1)	0.057 (5.43)	0.926 (69.0)	0.912 (4.79)	-0.159 (1.36)	0.983
CAC40	APGARCH(1,1)	0.049 (3.45)	0.906 (43.4)	1.170 (5.08)	-0.603 (2.89)	0.955
SINGAPUR	APGARCH(1,1)	0.073 (2.63)	0.628 (9.00)	2.480 (4.07)	-0.263 (3.38)	0.701
TSE	APGARCH(1,1)	0.072 (3.65)	0.795 (18.7)	1.452 (4.01)	-0.395 (2.83)	0.867
ALORAI	APGARCH(1,1)	0.062 (3.31)	0.820 (14.6)	1.011 (2.72)	-0.353 (1.83)	0.882
MSCI	APGARCH(1,1)	0.086 (4.90)	0.849 (34.4)	1.370 (4.69)	-0.483 (4.42)	0.935

Telatar, Erdinç ve Binay H. Soner, İMKB Endeksinin Üslü Otoregresif Koşullu Değişken Varyans (PARCH) ile Modellenmesi, <http://idari.cu.edu.tr/sempozyum/bil6.htm>.

5. SONUÇ

Çalışmamızda, finans piyasalarında piyasa risk ölçümünde en çok kullanılan metod olan Riske Maruz Değer (Value At Risk-VAR) ile piyasa riskinin hesaplanması amacıyla iki ayrı ekonometrik model kurulmuş ikinci model ARCH, GARCH ve PARCH modelleriyle de desteklenmiştir. Modellerimiz, piyasa koşullarındaki değişmelerin etkisiyle hisse senedi fiyatlarında oluşan volatilitiyi ve bu volatilitenin etkisiyle, portföyümüzün riske maruz değerindeki değişimleri yansıtır nitelikte sonuçlar vermiştir. Ayrıca, çalışmamızda iki ayrı model kurularak farklı piyasa koşulları için farklı analizler yapılması sağlanmıştır.

Birinci modelimizde 04.01.2007 – 30.04.2008 tarih aralıkları için, İMKB-30 endeksini oluşturan hisse senetlerinden oluşan portföyümüzün günlük, 10 günlük ve 100 günlük riske maruz değerleri Varyans-Kovaryans ve Monte Carlo Simülasyon yöntemleri kullanılarak %95 ve %99 güven aralığı için hesaplanmıştır. İki farklı yöntemle hesaplama yapılması çıkan sonuçların doğruluğunun testi açısından da önemlidir. Modelimizde her iki yöntemle de hesaplanan VAR değerlerinin birbirine yakın olduğunu aradaki ufak farkın modellerin yapısından kaynaklanan doğal bir fark olduğunu görmekteyiz. Varyans-Kovaryans Yöntemiyle VAR hesabı geçmiş dönemde piyasada oluşan fiyat hareketleri üzerinden gerçekleştirilmişken Monte Carlo Simülasyon Yönteminde, her bir hisse senedi için rassal olarak üretilmiş 10.000'er verinin modele dahil edilmesiyle gelecekte oluşabilecek fiyat hareketleri simüle edilmiş ve daha çok olasılığı bünyesinde barındıran bir hesaplama yapılmıştır. Her iki yöntemde de en düşük VAR değerinin günlük VAR değeri olduğu, portföyün elde tutma süresi uzadıkça maruz kalınan riskinde arttığı görülmektedir. Her iki yöntemin ortak bir diğer sonucu da, güven aralıklarının arttırılmasıyla VAR değerlerinin artmasıdır.

Monte Carlo Simülasyon Yöntemi sonucunda portföyümüzün frekans tablosu ve histogram grafiği elde edilerek modelin kuruluşundaki normal dağılım varsayımımızın doğruluğu ispatlanmıştır. Monte Carlo Simülasyonunun bir diğer

sonucu da her bir hisse senedi için hesaplanan VAR değerleri toplamının, portföy oluşturulması sonucu elde edilen VAR değeri toplamından yüksek çıkmasıdır. Bunun nedeni, portföy oluşturma'nın hisse senetleri arasındaki korelasyon etkisini ortaya çıkarması ve VAR değerini düşürmesidir.

Çalışmamızda oluşturulan ikinci modelimizde ise, 1.000.000 ytl'lik İMKB-TÜM endeksine bağlı bir fona sahip olduğumuz varsayımıyla 2000 Ocak -2003 Kasım ve 2003 Kasım -2008 Temmuz tarih aralıkları için günlük getiri rakamları üzerinden %95 ve %99 güven aralıklarında VAR değerleri Varyans-Kovaryans yöntemiyle hesaplanmıştır. VAR değerlerinin iki farklı dönem için ayrı ayrı hesaplanmasının nedeni, ekonomik kriz ve finansal istikrarsızlık dönemi ile tek parti hükümeti ve uygulanan istikrar programı sonucu oluşan ekonomik yapının karşılaştırılarak, iki dönem arasındaki piyasa koşulları farklılıklarının modelimizin sonuçlarına yansımaları ve modelimizin piyasadaki oynaklığı ölçme kabiliyetini görebilmesidir. Krizler dönemi için hesaplanan VAR değerinin oldukça yüksek olduğu seçim sonrası dönemde ise bu rakamın normal seviyelere düştüğü görülmüş, modelimizin VAR değeri hesabının piyasada yaşanan değişimleri sağlıklı bir biçimde yansıttığını sonucuna varılmıştır.

Modelimizde belirlediğimiz iki dönemin etkinliğini ölçebilmek için, söz konusu iki dönem için de ARCH, GARCH, PARCH değerleri hesaplanmıştır. Krizler döneminde ARCH etkisinin kuvvetli GARCH etkisinin zayıf olduğu, seçim sonrası istikrar döneminde ise tam tersi bir durum olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar ARCH ve GARCH modellerinin varsayımlarına da uygundur ve modelimizin doğruluğunu teyit etmektedir. Ayrıca her iki dönem için de PARCH değeri hesaplanmış, krizler dönemi için hesaplanan değerin literatürde öngörülen optimum rakamın oldukça üzerinde olduğu istikrar döneminde ise literatürdeki rakamın bile altında kaldığı görülmüştür. PARCH değerinin düşük olması istenen bir sonuç olduğundan, kriz dönemlerindeki yüksek PARCH değeri ve istikrar dönemindeki düşük PARCH değeri modelimizin PARCH değerleri bakımından da desteklendiğini göstermektedir.

Çalışmamızda oluşturduğumuz her iki modelin de, riske maruz değer hesabında, piyasalarda volatiliteden kaynaklanan fiyat değişimlerini de göz önünde bulunduran modeller olduğu ve sağlıklı bir tahmin imkanı sağladığı elde edilen sonuçlarla net bir şekilde görülmektedir.

KAYNAKÇA

- Altıntaş Ayhan M. 2006. **Bankacılıkta risk yönetimi ve sermaye yeterliliği**. Ankara: Hukuk Yayınları.
- Aragones Jose Ramon, Blanco Carlos, Dowd Kevin. 2001. **Incorpareting Stress Tests into Market Risk Modeling**.
- Artzner, Ph., Delbaen, F., Eber, J.-M., Heath, D. 1997. **Thinking coherently**. Risk 10.
- Babuşcu Şenol. 2005. **Basel 2 Düzenlemeleri Çerçevesinde Bankalarda Risk Yönetimi**. Ankara: Akademi Yayınevi.
- Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (B.D.K.K.). 2001. **Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetim Sistemleri Hakkında Yönetmelik**.
- Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (B.D.K.K.). 2006. **Bankaların Sermaye Yeterliliğinin Ölçülmesine ve Değerlendirilmesine İlişkin Yönetmelik**.
- Basel Committee on Banking Supervision. April 2005. **An Internal Basel – Based Approach to Market Risk Capital Requirements**.
- Basel Committee on Banking Supervision, Basel II. June 2006. **International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards**. A Revised Framework - Comprehensive Version.
- Basel Committee, on Banking Supervision. January 2001. **Operational Risk Consultative Document**.
- BIS, Basel Committe. March 1996. **Settlement Risk in Foreign Exchange Transections**.
- Bolgun Evren , Akçay Barış. 2005. **Risk yönetimi-Gelişmekte Olan Türk Finans Piyasasında Entegre Risk Ölçüm ve Yönetim Uygulamaları**. İstanbul : Scala Yayıncılık.
- Bollerslev Tim. 1986. **Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity**, **Journal of Econometrics**. 31. Baskı.
- Bollerslev Tim, Chou Ray. Y, Kroner Kenneth F. 1992. **ARCH modeling in finance, A review of the theory and emprical evidence**. Journal of Econometrics.
- Bollerslev Tim, Engle Robert F, Nelson Daniel B. 1994. **ARCH Models**. Handbook of Econometrics Cilt 4.
- Candan Hasan, Özün Alper. 2006. **Bankalarda Risk Yönetimi ve Basel II**. İstanbul : Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

- Case Study, Barings. <http://www.erisk.com/Learning/CaseStudies/Barings.asp> [15.03.2008].
- Cebenoyan A.Sinan , Strahan Philip E., Risk Management. 2004. **Capital Structure and Lending At Banks**. USA: Journal of Banking and Finance.
- Chong Yen Yee. 2004. **Investment Risk Management**. England: Wiley Finance.
- Credit Suisse.1997.**Credit Risk+: A Credit Risk Management Framework**. Credit Suisse Financial Products.
- Çifter Atilla. **Risk yönetiminde Student-t ve GED dağılımları ile asimetrik ve entegre GARCH Modelleri: Eurobond üzerine bir uygulama**. VIII. Ulusal Finans Sempozyumu.İstanbul.
- Ding, Zhuaxin, Clive W.J.Granger ve R. F. Engle. 1993. **“A long memory property of stock market returns and a new model”**. Journal of Empirical Finance.
- Dowd Kevin. 1998. **Beyon Value at Risk: The New Science of Risk Management**. John&Willey Sons.
- Duman, Mustafa. 2000. **Bankacılık Sektöründe Finansal Riskin Ölçülmesi ve Gözetiminde Yeni Bir Yaklaşım: “Value at Risk Metodolojisi”**. Bankacılar Dergisi. Sayı 32.
- Ghorbel Ahmed, Trabelsi Abdelwahed. 2007. **Predictive performance of conditional extreme value theory and conventional methods in value at risk estimation**. Munich Personal Repec Archive.
- Gianopoulos, Kostas, Tunaru, Radu. April 2005. **Coherent Risk Measures Under Filtered Historical Simulation**. Journal of Banking & Finance. Volume 29. Issue 4.
- Goorbergh R. Adn Vlaar P. **Value at Risk Analysis of Stock Returns Historical Simulation, Variance Techniques or Tail Index Estimation**. Working Papers of The Netherlads Bank.
- Gökgöz, Dr. Elif. Ankara 2006. **Riske Maruz Değer (VAR) ve Portföy Optimizasyonu**. Yayın No:190. SPK Yayınları.
- Hentschel Ludger. 1995. **“All in the family: Nesting symmetric and asymmetric GARCH models”**. Journal of Financial Economics.39.
- İltüz Zeynep, Taş Oktay. **Monte Carlo Simülasyon Yöntemi ile Riske Maruz Değerin İMKB30 ve DİBS portföyü Üzerine bir Uygulaması**
- Jorion Philippe. 2000. **Value At Risk**. 2nd Edition. Mc-Graw Hill.
- Jorion Philippe. 2003. **Financial Risk Manager Handbook**. Second Edition. Willey Finance, GARP, Risk Management Library.
- JP Morgan/Reuters. December 1996. **Riskmetrics Technical Document**. Fourth edition. New York.

- Kaiser Regina, Maravall Agustin. **Notes on time series anlysis arima models and signal extraction.** Banco de Espana-Servicio de Estudios.
- Koopman S.J., E.H. Uspensky. 2002. **The stocastic volatility in mean model: empirical evidence from international stock markets.** Journal of Applied Econometrics 17.
- Kozlu Emre.Ocak 2004. **Parmalat Skandalının Finans Dünyasında Bırakacağı İzler.** Garanti Dergisi.
- Kurun Engin. 2005. **Faiz Riski Yönetimi ve Türkiye uygulaması.** Ankara
- Lo Michael S. 2003. **Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic Time Series Models.** Simon Fraser University Master of Science.
- Manganelli S. And Engle R.F. August 2001. **Value at Risk Models in Finance.** European Central Bank Working Paper Series.75.
- Marshall, Christopher L. 2001. **Measuring and Managing Operational Risk.** Singapore: John Wiley&Sons Ltd.
- Pan Hongyu ve Zhang Zhichao. 2006. **Forecasting Financial Volatility: Evidence From Chinese Stock Market.** Working Paper Series Durham Business School.
- Pyle David H. 1997. **Bank Risk Management: Theory.** University of California. Berkeley.
- Riskmetrics Group. August 1999. **Risk Management, A Practical Guide.**www.riskmetrics.com.
- Seyidoğlu Halil. 2001. **Ekonomi ve İşletmecilik Terimleri Açıklamalı Sözlük.** İstanbul: Güzem Can Yayınları. Geliştirilmiş 2. Baskı,
- Simons, Katerina. 1996. **Value at Risk-New Approaches to Risk Management.**
- Thomas J. Linsmeier and Neil D. Pearson. July 1996. **Risk Measurement: An Introduction to Value at Risk.** University of Illinois at Urbana-Champaign.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Berkay Emekli
Doğum Tarihi : 26.10.1983
Doğum Yeri : İzmir
Lisans : Marmara Üniversitesi Sermaye Piyasası
Mezuniyet Tarihi : 2005
Yabancı Dil : İngilizce
İş Deneyimleri : Kasım 2006-Halen Devam Ediyor Türkiye
Garanti Bankası A.Ş. Bireysel Ürünler Risk
İzleme Birimi-Risk Analiz Yetkisi
2006 Marm Assistance Cost Containment Dept.
-Yetkili
2004-2005 Ata Yatırım Kredi Risk Departmanı-
Stajyer