

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
İSTATİSTİK BİLİM DALI

FON YÖNETİMİ OPERASYONU VE RİSKE MARUZ DEĞER

Yüksek Lisans Tezi

BURCU ÖZMERİÇ

İstanbul, 2006

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
İSTATİSTİK BİLİM DALI

FON YÖNETİMİ OPERASYONU VE RİSKE MARUZ DEĞER

Yüksek Lisans Tezi

BURCU ÖZMERİÇ

Danışman: DOÇ. DR. AHMET METE ÇİLİNGİRTÜRK

İstanbul, 2006

Marmara Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Tez Onay Belgesi

EKONOMETRİ Anabilim Dalı İSTATİSTİK Bilim Dalı Yüksek Lisans
öğrencisi BURCU ÖZMERİÇ nin FON YÖNETİMİ OPERASYONU VE
RİSKE MARUZ DEĞER adlı tez çalışması ,Enstitümüz Yönetim Kurulunun 13.07.2006
tarih ve 2006-7/11 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak
kabul edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 04.09.2006.

- 1) Tez Danışmanı : DOÇ. DR. AHMET METE ÇİLİNGİRTÜRK
2) Jüri Üyesi : YRD. DOÇ.DR. DİLEK ALTAŞ
3) Jüri Üyesi : DOÇ. DR. SİNAN ASLAN



İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	x

1. GİRİŞ	1
-----------------------	---

2. BANKACILIK SEKTÖRÜNDE RİSK KAVRAMI

2.1 Riskin Tanımı	4
2.2 Risk Türleri	7
2.2.1 Piyasa Riski	7
2.2.1.1 Faiz Oranı Riski	8
2.2.1.2 Döviz Kuru Riski	10
2.2.1.3 Hisse Senedi Fiyat Riski	10
2.2.2 Likidite Riski	12
2.2.3 Kredi Riski	13
2.2.4 Kambiyo Riski	14
2.2.5 Takas, Teslim Riski	15
2.2.6 Karşı Taraf Riski	15
2.2.7 Ülke ve Transfer Riski	15
2.2.8 Ödeyememe Riski	15
2.2.9 Satın Alma Gücü Riski	16
2.3 Operasyonel Risk	16
2.3.1 Operasyonel Riskin Tanımı	17
2.3.2 Operasyonel Riske Neden Olan Faktörler	19
2.3.2.1 Personel Riski	20
2.3.2.2 Sistem ve Teknoloji Riskleri	20
2.3.2.3 Süreçlere İlişkin Riskler	21
2.3.2.4 Dış Riskler	22
2.3.3 Operasyonel Risk Yönetimi	23
2.3.4 Operasyonel Risklerin Saptanması ve Veri Toplama (Veritabanı)	26
2.3.5 Operasyonel Risk Ölçüm Yaklaşımları	31
2.3.5.1 Kalitatif Yaklaşım	33
2.3.5.2 Kantitatif Yaklaşım	33
2.3.5.3 Yukarıdan-Aşağıya (Top-Down) Yaklaşım	34
2.3.5.4 Aşağıdan-Yukarıya (Bottom-Up) Yaklaşım	35
2.3.6 Operasyonel Risklerin İzlenmesi ve Ortaya Çıkmadan Önlenmesi	35
2.3.7 Operasyonel Riskin Kontrolü ve Riske Bağlı Zararların Azaltılması	39
2.3.8 Operasyonel Riske Yönelik Olarak Yapılan Düzenlemeler	41
2.3.8.1 Basel Düzenlemeleri	42
2.3.8.2 Ülkemiz Düzenlemeleri	43

3. RISK ÖLÇÜM TEKNİKLERİ

3.1 Temel İstatistiksel Kavramlar	46
3.2 Portföy Riskinin Ölçümü	58
3.3 Volatilite Ölçümü	59
3.4 GAP	63
3.5 Durasyon ve Konveksite	65
3.6 VAR (Value At Risk)	67
3.7 Operasyonel Riske İlişkin Ölçüm Teknikleri	84
3.7.1 Temel Gösterge Yaklaşımı (Basic Indicator Approach)	84
3.7.2 Standartlaştırılmış Yaklaşım (Standardised Approach)	86
3.7.3 Gelişmiş Ölçüm Yaklaşımları (Advanced Measurement Approach)	87
3.7.3.1 İçsel Ölçüm Yaklaşımı (Internal Measurement Approach)	88
3.7.3.2 Skor-Kart Yaklaşımı (Scorecard Approach)	89
3.7.3.3 Zarar Dağılım Yaklaşımı (Loss Distribution Approach) ...	92
3.7.4 Operasyonel VAR	95

4. UYGULAMA

4.1 Sıklık Modeli	101
4.2 Şiddet Modeli	104
4.3 Operasyonel VAR	112
4.4 Backtesting	117

5. SONUÇ

EKLER

KAYNAKÇA

TABLO LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 3.1	: Operasyonel Risk Modellerinde Yaygın Olarak Kullanılan Olasılık Dağılımları	51
Tablo 3.2	: Kabul Edilebilir Sapma Sayıları	83
Tablo 3.3	: BIS'in Geriye Dönük Test Kriterleri	84
Tablo 3.4	: İş Kolları İçin Belirlenen Beta Katsayıları	87
Tablo 3.5	: Risk Belirlemede Kullanılabilecek Örnek Bir Ölçek	90
Tablo 3.6	: Risk Değerlendirme Matrisi	91
Tablo 3.7	: Faaliyet Kolu/Risk Türü Matrisi	94
Tablo 4.1	: 2004 Yılında Aylara Göre Meydana Gelen Azalış Sayıları	102
Tablo 4.2	: Frekans Tablosu	102
Tablo 4.3	: Dağılımların Parametre Değerleri	103
Tablo 4.4	: Poisson Dağılımı İçin Kolmogorov-Smirnov Testi	103
Tablo 4.5	: Binom Dağılımı İçin Kolmogorov-Smirnov Testi	104
Tablo 4.6	: Frekans Tablosu	105
Tablo 4.7	: Histogram	105
Tablo 4.8	: Dağılımların Parametre Değerleri	106
Tablo 4.9	: Normal Dağılım İçin Kolmogorov-Smirnov Testi	106
Tablo 4.10	: Üstel Dağılım İçin Kolmogorov-Smirnov Testi	107
Tablo 4.11	: Lognormal Dağılım İçin Kolmogorov-Smirnov Testi	107
Tablo 4.12	: Gama Dağılımı İçin Kolmogorov-Smirnov Testi	108
Tablo 4.13	: Weibull Dağılımı İçin Kolmogorov-Smirnov Testi	108
Tablo 4.14	: Pareto Dağılımı İçin Kolmogorov-Smirnov Testi	109

Tablo 4.15	: Normal Dağılıma Ait Q-Q Grafiği	110
Tablo 4.16	: Üstel Dağılıma Ait Q-Q Grafiği	110
Tablo 4.17	: Lognormal Dağılıma Ait Q-Q Grafiği	110
Tablo 4.18	: Gama Dağılıma Ait Q-Q Grafiği	111
Tablo 4.19	: Weibull Dağılıma Ait Q-Q Grafiği	111
Tablo 4.20	: Pareto Dağılıma Ait Q-Q Grafiği	111
Tablo 4.21	: Dağılımların Kantil Grafikleri	112
Tablo 4.22	: Poisson ve Gama Dağılımları İçin Monte Carlo Simülasyonu	113
Tablo 4.23	: Toplam Kayıp Dağılımı	114
Tablo 4.24	: Güven Düzeylerine Göre Kantiller	114
Tablo 4.25	: Güven Düzeylerine Göre Tahmin Edilen Maksimum Zarar Miktarları	115
Tablo 4.26	: Poisson ve Lognormal Dağılımlar İçin Monte Carlo Simülasyonu	115
Tablo 4.27	: Toplam Kayıp Dağılımı	116
Tablo 4.28	: Güven Düzeylerine Göre Kantiller	116
Tablo 4.29	: Güven Düzeylerine Göre Tahmin Edilen Maksimum Zarar Miktarları	117
Tablo 4.30	: 2005 Yılında Aylara Göre Meydana Gelen Olay Sayıları	118
Tablo 4.31	: Güven Düzeylerine Göre Aylık Operasyonel VAR Değerleri	118
Tablo 4.32	: %99,9 Güven Düzeyine Göre Sapma Sayıları	119
Tablo 4.33	: %99 Güven Düzeyine Göre Sapma Sayıları	119
Tablo 4.34	: %95 Güven Düzeyine Göre Sapma Sayıları	120
Tablo 4.35	: Güven Düzeylerine Göre Aylık Operasyonel VAR Değerleri	121
Tablo 4.36	: %99,9 Güven Düzeyine Göre Sapma Sayıları	121

Tablo 4.37 :	%99 Güven Düzeyine Göre Sapma Sayıları	122
Tablo 4.38 :	%95 Güven Düzeyine Göre Sapma Sayıları	122

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 2.1 : Operasyonel Risk Sınıflaması	25
Şekil 2.2 : Uyarı ve Tehlike Düzeyleri	37
Şekil 3.1 : Fiyat-Verim Eğrisinin Konveks Şekli	67

1. GİRİŞ

Finans sektöründe yaşanan gelişmeler bankaların maruz kaldıkları risklerin hem türünde hem de niteliğinde önemli değişikliklere yol açmıştır. Geçmişte sadece kredi riski üzerinde yoğunlaşan bankalar, günümüzde piyasa riski, likidite ve operasyonel riskleri de aynı derecede değerlendirmek zorunda kalmışlardır. Son yıllarda çok sayıda banka operasyonel riskin neden olduğu büyük boyutlu zararlara maruz kalmıştır. Örneğin Barings, Daiwa Bank, Credit Lyonnais, Sumitomo gibi kuruluşların maruz kaldıkları riskler, operasyonel risk konusundaki bilincin artmasına neden olmuştur. Bu gelişmeler doğrultusunda denetim otoritelerinin operasyonel riske verdikleri önem artmış ve operasyonel risk yönetimi, kredi ve piyasa riskleri dışında ayrı bir disiplin olarak görülmeye başlanmıştır.

Operasyonel riskler hakkında bilgi sahibi olabilmek ve riski yönetebilmek için bu riskin ölçümü önkoşul olarak karşımıza çıkmaktadır. Riski yönetebilmek için öncelikle risk verilerine ve bu verileri kullanan sağlam matematiksel yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada bankacılık faaliyetlerinden birisi olan fon yönetim bölümünde meydana gelen operasyonel zararlar, VAR yöntemi kullanılarak modellenmiştir. Bu amaçla ilk bölümde bankaların karşı karşıya kaldıkları risk türleri tanımlanarak operasyonel risk yönetimi anlatılmış ve operasyonel risk ile ilgili düzenlemelere yer verilmiştir. İkinci bölümde, risk ölçümünde kullanılan istatistiksel kavramlar ve piyasa riskine ilişkin VAR kavramı ele alınmış ve bunlara bağlı olarak operasyonel risk yönetiminde kullanılan ölçüm teknikleri anlatılmıştır. Son bölümde ise operasyonel risk ölçümüne yönelik olarak geliştirilen operasyonel VAR yöntemine ilişkin uygulama yapılmıştır.

2. BANKACILIK SEKTÖRÜNDE RİSK KAVRAMI

Hayatın her alanında karşımıza çıkan risk, finans piyasalarında özellikle bankacılıkta büyük önem taşımaktadır. Bankalar, likidite ve sermaye ihtiyacını göz önünde bulundurarak mevduat kabul eden, fon satın alan ve topladığı bu kaynakları; firmalara ticari kredi olarak, şahıslara ticari ve tüketici kredisi olarak, kısa ve uzun vadeli devlet tahvili ile özel sektör tahvillerine yatırım yapan ve bu aracılık hizmetlerinden para kazanmayı amaçlayan finansal kuruluşlardır. Bankalar finans sektöründeki bu aracılık fonksiyonunu yerine getirirken birtakım riskleri de üstlenmek zorunda kalmaktadırlar. Bankacılık açısından risk, bankanın zarara ya da ekonomik kayba uğrama olasılığıdır. Örneğin faiz oranlarının artması sonucu ortaya çıkan getiri kaybı, vadesi gelen bir kredinin zamanında ödenmemesi ya da ödenememesi, kaynaklar ile yatırımlar arasındaki vade uyumsuzluğu, döviz kurlarında beklenmedik yönde ve oranda değişiklikler görülmesi, dünyanın bir yerinde savaş çıkması ya da bir yerde darbe olması gibi gerek içsel gerekse dışsal olaylar banka için birer risk unsuru olmaktadır.

Bankaların üstlendikleri riskler, bankanın karlılığını, sermaye yeterliliğini ve pazar payını etkilemektedir. Eğer banka bu risklerini iyi yönetebilirse karlılığını arttırarak mali yapısını güçlendirebilecek ve pazar payını arttırabilecektir. Eğer tersi olursa risklerini iyi yönetemez ise zarar edecek ve bu zarar sermayesinden düşeceği için bilançosu ve pazar payı zaman içinde azalacaktır. Bunun için bankalar, karlılıklarını, sermaye yeterliliklerini ve pazar paylarını arttırmak için risk yönetimine ihtiyaç duyarlar.

Sermaye yeterliliği ilkesine göre bir bankanın riski ile sermayesi orantılı olmalıdır. Sermaye kısıtlı ve pahalı olduğundan riskin izlenmesi ve ölçülmesi önem kazanmaktadır. Bu nedenle risklerini aktif bir şekilde yöneten bankaların rekabet avantajı vardır. Bu bağlamda risklerin tanımlanması, sayısallaştırılıp ölçülmesi, analiz edilmesi, raporlanması, denetimi ve uygun risk politikalarının oluşturulması gibi faaliyetleri içeren risk yönetim süreçlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Banka işletmesinin hem likit kalmasını hem de karlılığını garanti etmek amacıyla, mevcut risklere karşı uygulanan politikalar demeti risk yönetimi olarak adlandırılabilir. Bankacılıkta risk yönetimi, bankaların getirilerini arttırmaya çalışırken kısıtlı sermaye içinde risklerini minimize etmeleri olarak tanımlanabilir. Risk yönetiminin başlıca amacı, riski teşhis ederek bankanın tam ve kesin olarak hangi risklere maruz kaldığını ve bu risklerin nereden ve ne zaman kaynaklandığını anlamaktır. Bunun ardından uygun teknikler kullanılarak risklerin ölçülmesi, sayısallaştırılması, kontrol edilmesi ve raporlanması gerekmektedir.

Son 30 yıldır finans piyasalarında yaşanan serbestleşme ve küreselleşme hareketleri ile teknoloji alanında yaşanan hızlı gelişmeler, tüm dünyada bankacılık sistemini etkilemiştir. 1970 sonrası dönemde fiyat belirsizliklerinin artması, sabit kur sisteminin terk edilmesi ile kur ve faizlerdeki dalgalanmanın artması ve petrol krizleri sonucu oluşan fiyat dalgalanmaları, piyasalarda risk kavramını daha da önemli hale getirmiştir. 1990'lı yıllarda sermayenin serbest dolaşımındaki engellerin kalkmasıyla küreselleşmenin daha geniş bir boyut kazanması, dünyanın bir bölgesinde ortaya çıkan sorunların başka bölgedeki piyasaları ve yatırımcıları kısa sürede etkilemesine neden olmuştur. Bu gelişmeler, bankaların maruz kaldıkları risklere yenilerini eklemiş ve düzenleyici otoritelerin risk yönetimi konusundaki çalışmalarının giderek hız kazanmasına neden olmuştur. Bu amaçla bankacılık sektöründe ilk düzenleme, sermaye yeterliliğinin hesaplanmasında standart bir yöntemin belirlenmesine yönelik olarak BIS (Bank of International Settlements) tarafından çıkarılmıştır.

Uluslararası finans piyasalarında meydana gelen bu gelişmeler Türk bankacılık sektöründe de yapısal bir değişikliğe gitmenin zorunlu olduğuna işaret etmiştir. BDDK tarafından 8 Şubat 2001 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe giren “Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkındaki Yönetmelik” ile bankaların, karşılaştıkları risklerin izlenmesini ve kontrolünü sağlamak üzere kuracakları iç denetim sistemleri ile risk yönetim sistemlerine ilişkin esas ve usulleri belirlenmiştir.

Bu gelişmeler karşısında finansal piyasalarda etkin bir risk yönetim politikasının oluşturulması kaçınılmaz hale gelmiş, risk yönetimine ve riskten korunmaya yarayacak araçlara olan gereksinim giderek artmıştır.

Bankacılık sektörünün faaliyetleri itibariyle maruz kaldıkları risklerin kategorize edilmesi, daha kolay anlaşılmasını ve doğru yönetilmelerini sağlamaktadır. Çünkü her risk türü için değişik risk yönetimi ve risk ölçüm yöntemleri gerekir. Bu amaçla çalışmanın bu bölümünde risk türleri incelenecektir.

2.1 Riskin Tanımı

Risk, İtalyanca'da riziko kelimesinden gelmekte olup bir zarar veya kayıp durumuna yol açabilecek bir olayın meydana gelme olasılığıdır. Risk; kelime anlamı olarak kayıp, hasar tehlikesi ya da bunların meydana gelme olasılığı, zarar ve tahribat ihtimali olarak ifade edilmektedir. Tehlike ile aynı anlama gelmektedir ve ileride ortaya çıkması beklenen fakat meydana gelip gelmeyeceği kesin olarak bilinmeyen bir olaydır.

Genel anlamda beklenmeyen sonuçlarla karşılaşma olasılığı olarak tanımlanan riski farklı şekillerde ifade etmek mümkündür. Örneğin, riski zarar etme olasılığı ya da zararın sıklığını ya da yıkıcı etkisini arttırıcı bir durum olarak da tanımlayabiliriz.

Risk, karar ya da planlama ortamında sonuçların kestirilememesine ilişkin olup, olasılık kavramıyla açıklanabilir. Bu nedenle risk, %0'dan %100'e kadar bir olasılık olarak belirtilebilir. Eğer sadece bir sonuç mümkünse değişiklik ve risk 0'dır ve gelecek önceden tahmin edilebilir. Eğer bir çok sonuç mümkünse risk 0 değildir ve beklenen sonuçtan sapma olasılığı bulunmaktadır.¹ Belirli bir durumda eğer risk azaltılabilir ise gelecek daha iyi tahmin edilebilir ve daha iyi yönetilir.

Geniş bir çerçeve içinde tanımlandığında, gelecekte istenmeyen bir durumun ortaya çıkma olasılığı, planların başarısız olma olasılığı, hatalı karar alma tehlikesi, taahhütlerin yerine getirilememesi, zarar etme ya da kar etmeme gibi durumları genel olarak risk diye adlandırmak mümkündür.

Alınan kararlar, yapılan yatırımlar ve yürütülen faaliyetlerin hangi sonuçlara yol açacağının bilinmesi durumunda hiçbir riskin söz konusu olmadığını söyleyebiliriz. Fakat özellikle de iş hayatında genelde karşılaşılan durum, gerçekleşen sonuçların

¹ C. Arthur Williams Jr. and Richard M. Heins, **Risk Mnagement and Insurance**, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, 1985, s.6.

tahmin edilenlerden olumlu ya da olumsuz yönde sapma göstermesidir. Beklenen (gerçekleşmesi en muhtemel) sonuç ile fiili (gerçekleşen) sonuç arasındaki olumlu ya da olumsuz sapma risk olarak adlandırılmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken husus, bu sapmanın her zaman olumsuz olması gerekmediği, olumlu yönde sapmaların da gözlenebileceği ve risk kavramının her iki durumu birlikte temsil ettiğidir.

Risk, gelecekte meydana gelebilecek olaylar ile ilgili belirsizlik ve bu belirsizlik dolayısıyla ortaya çıkabilecek farklı sonuçlar ve getiri oranlarındaki değişkenlik olarak da tanımlanmaktadır. Bu tanımlar açıldığında gelecekteki olaylar ile ilgili bir belirsizliğin söz konusu olduğu görülmektedir. Bu nedenle finans literatüründe risk ile birlikte kullanılan bir diğer kavram da belirsizliktir. Risk, meydana gelebilecek sonuçlara ait olasılıkların bilinmesidir, belirsizlik ise sonuçların ve olasılıkların bilinmediği durumdur. Risk durumunda beklenen değerlerin olasılık dağılımları kantitatif olarak ölçülebilir ve diğer yatırım seçeneklerinin sonuçları ile karşılaştırılabilir. Belirsizlik durumunda ise değişken değerleri olasılıklarla bile ortaya konamaz. Belirsizlik, elde edilecek olası sonuçların dağılımıdır. Dağılım ne kadar genişse belirsizlik de o kadar fazla demektir. Belirsizlik riskten daha genel bir anlam ifade etmektedir. Ayrıca belirsizlik riskin kaynağıdır ve risk belirsizlikten doğmaktadır.

Risk sözcüğü değişik bilim dallarında farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Örneğin riskin en çok konuşulduğu sigortacılık alanında risk; mali kayıp veya hasarın belirsizliği, yitirme ihtimalidir. Finans literatüründe risk; işletmenin finansal yönüyle ilgili planlanan veya beklenen herhangi bir durumun meydana gelmesinde ortaya çıkan sapma ihtimalidir. İşletmeler açısından bakıldığında ise risk; bir işletmenin şimdiki zamanda yapmış olduğu işlemlerden yada sözleşmelerden gelecekte değişen koşullar nedeniyle zarar etme tehlikesi, nakit akımlarında ortaya çıkabilecek düzensizlik ve bu düzensizliğe bağlı olarak ödeme güçlüğü ya da umulandan daha yüksek oranlarda borçlanmak zorunda kalma tehlikesi olarak tanımlanabilir.

Risk, bankalar ve finans kuruluşları için hep ilgi odağı olmuştur. Bankalar için risk, taraflarca kabul edilen veya istenilen yükümlülüklerin yerine getirilmemesi, beklenen olayların gerçekleşmemesi ya da beklenmeyen durumların ortaya çıkmasına bağlı olarak zarar etme olasılığıdır. Verilen bir kredinin ya da girilen bir taahhüdün

tahsilinde ya da yerine getirilmesindeki başarısızlık ihtimali anlamına da gelmektedir. Bankacılık açısından risk, beklenen değer beklenen getiriden düşük olduğunda söz konusudur. Bankalar karlılığa ve likiditeye ilişkin kararları daima belirsizlik koşulları altında alırlar. Bu belirsizliği ortadan kaldırmak için tahminde bulunurlar. Tahmin ile gerçekleşen değerlerin aynı ölçülerde olmaması veya tahmin hatasının yarattığı kayıp, risk olarak değerlendirilir. Bankaların yanlış tahminlere dayanarak aldığı kararlar sadece bankanın karlılığı için değil likiditesi için de risk yaratır. Bu durum bankanın geleceğini tehdit etmektedir. Banka risklerini iyi yönetebilirse karlılığını arttırabilecektir.

Finansal kurumlar açısından risk, sadece bir tehlikenin varlığından daha fazlasıdır. Risk, ortaya konulabilen ve olasılıkları saptanabilen sonuçlar üzerinde istenen ya da istenmeyen bir olayın meydana gelme olasılığının, tehlikeye maruz kalınan miktarın, riskin devam etme süresinin ve frekansın hesaplanmasını içerir.² Bu bağlamda risklerin tanımlanması, sayısallaştırılıp ölçülmesi, analiz edilmesi, raporlanması, denetimi ve uygun risk politikalarının oluşturulması gibi faaliyetleri içeren risk yönetim süreçlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Tehlikeler, tehditler ve bunlarla bağlantılı riskler, hem tehlikeli kayıp ve hasarların ortaya çıkma olasılığını azaltmak hem de spekülatif risk bölgelerindeki kazançlara ilişkin olasılıkları arttırmak amacıyla yönetilebilirler.

Bankalarda çeşitli kaynaklardan elde edilen fonlar, yatırım alternatifleri arasında dağıtılır. Dağıtım, her alternatifin risklilik derecesi ve risklilik miktarı dikkate alınarak yapılır. Temel işlevleri çerçevesinde bankacılık bir risk alma ve yönetme işi olduğundan, bankacılık faaliyetlerinden kaynaklanan risklerin gereğince anlaşılması ve iyi yönetilmesi gereklidir. Banka karlılığı, aracılık ve ödeme fonksiyonları sürecinde sunulan ürün ve hizmetlere, dolayısıyla bunlarla ilgili risklerin yönetimine bağlıdır. Bankalar iyi çalışan bir risk yönetimi sayesinde, kredi risklerini, piyasa risklerini ve operasyonel riskleri izlerler ve böylece beklenmedik durumlarda veya ileride oluşabilecek krizlerde uğrayacakları zararları önceden tahmin edebilirler.

² Alan E. Waring and A.Ian Glendon, **Managing Risk**, First Edition, China, L.Rex, 1998, s.4.

2.2 Risk Türleri

Literatürde işletmelerin ve yatırımcıların karşılaştıkları riskler hayli fazladır. Bu riskler değişik kaynaklarda çeşitli kriterlere göre farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Bankaların faaliyetleri sırasında karşı karşıya kaldıkları riskleri, genel olarak üç kategoride toplamak mümkündür. Bunlar, Piyasa Riski, Kredi Riski ve Operasyonel Riskler olarak ifade edilebilir. Bu çalışma operasyonel riskin ölçümüne dayalı olduğu için operasyonel riskler ayrı bir başlıkta incelenecektir.

2.2.1 Piyasa Riski

Piyasa fiyat ve oranlarının volatilitesi piyasa riskini oluşturur. Piyasa riski, bankaların sahip oldukları bir ya da birden fazla ticari varlığın işleme tabi tutulabileceği süre dahilinde, piyasada meydana gelen beklenmeyen olumsuz dalgalanmaların sebep olduğu kayıp veya beklenenden düşük seviyedeki kar halini ifade eder. Piyasa riski genel anlamda, piyasa fiyatlarındaki dalgalanmalardan ya da piyasa fiyatları düzeyindeki hareketlerden dolayı ortaya çıkan risklerdir.

BDDK tarafından 8.2.2001 tarihinde çıkarılan Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkındaki Yönetmelikte piyasa riski şöyle tanımlanmıştır:

*“Bilanço içi ve bilanço dışı hesaplarda bankalarca tutulan pozisyonlarda finansal piyasadaki dalgalanmalardan kaynaklanan faiz, kur ve hisse senedi fiyat değişimlerine bağlı olarak ortaya çıkan faiz oranı riski, hisse senedi pozisyon riski ve kur riski gibi riskler nedeniyle zarar etme ihtimalidir”.*³

Bankalar piyasadaki fiyat değişimlerine bağlı olarak bilanço ve bilanço dışı işlemlerinde zarar riski taşırlar. Muhasebe kuralları gereği bu riskler özellikle ticari işlemlerde görülür. Piyasa şartlarının değişmesi sonucunda, bir sözleşme, mali araç, finansal varlık veya portföy değerindeki azalma riski, piyasa riski olarak adlandırılmaktadır.

³ BDDK, Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkında Yönetmelik, 8 Şubat 2001, http://www.bddk.org.tr/turkce/mevzuat/bddk_icdenetim_riskyonetimi.doc (14 Nisan 2005), ss.14-15.

Piyasa riski kategorisi altında bankaların finansal varlık portföyünün değerini etkileyen makro değişkenlerden kaynaklanan riskler yer almaktadır. Bunlar faiz oranı riski, kur riski ve hisse senedi fiyat riskleridir. Bazı kaynaklarda likidite riski de piyasa risklerinin içerisinde gösterilmektedir.

2.2.1.1 Faiz Oranı Riski

Faiz, finansal pazardaki fon arzı ile fon talebini eşitleyen bir fiyat olarak tanımlanır. Fonları ödünç almak isteyenlerin ödemek zorunda olduğu bedel faizdir. Faiz, verilen fonun yüzdesi olarak ifade edilir ve bu yüzdeye de faiz oranı denir.

Faiz riski genel tanımıyla, faiz oranlarındaki ters (beklenmeyen) yöndeki hareketlerin bankayı karşı karşıya bıraktığı zarara (ekonomik kayba) uğrama ihtimalidir. Yatırımların gerek fiyatlarının gerekse yeniden yatırım oranlarının değişmesi sonucunda, bir yatırımdan elde edilen getiri oranının yatırım dönemi başlangıcındaki beklenen getiriden farklı olması faiz riskini doğurur. Faiz oranlarında meydana gelen bu olumsuz değişimlerden dolayı, faiz maliyetleri artar veya yatırım ve kredi gelirleri azalır.

Faiz oranlarının ters yönlü hareketlerinden dolayı banka kazançlarında meydana gelen azalma ve zarara uğrama ihtimali olarak tanımlanan faiz oranı riski, bankanın nakit akımlarını, gelirlerini, bilanço içi ve bilanço dışı kalemlerinin ekonomik değerini etkilemekte ve bilançonun aktif ve pasifteki değerlerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Bu nedenle faiz oranı riski yönetimine aktif-pasif yönetimi de denmektedir.

Basel Komitesinin Eylül 1997’de yayınladığı “Faiz Oranı Riskinin Yönetilmesi İçin Prensipler” başlıklı dokümanda, söz konusu riskin etkin ve iyi bir şekilde yönetilmesi için uyulması gereken ana kurallarla birlikte, denetleyici otoriteler tarafından faiz riskinin izlenmesi ve kontrol edilmesi için gerekli faaliyetler ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Yine aynı dokümanda faiz oranı riskinin kaynakları olarak dört ana risk unsuru sıralanmıştır.

Yeniden Fiyatlama Riski (Repricing Risk): Faiz oranlarının vadelerinin farklı zamanlara düşmesi nedeniyle uğranılacak zararı ifade eder. Uzun dönem sabit oranlı kredilerini kısa dönem mevduatları ile finanse eden bir banka, faiz oranlarının artması durumunda hem gelecekteki gelirinde hem de kredi değerinde bir azalma ile karşılaşabilir. Bu azalmanın nedeni, nakit akımlarının kredilerin vadesi boyunca sabit olmasıdır.⁴

Gelir Eğrisi Riski (Yield Curve Risk): Fiyatlandırmadaki uyumsuzluklar, bir bankanın gelir eğrisinin eğiminin ve şeklinin değişmesine yol açar. Bu risk, gelir eğrisindeki beklenmeyen değişimlerin bankanın gelirlerinde veya temel ekonomik değerlerinde ters yönde etkiler oluşturmalarıyla ortaya çıkar.

Temel Riski (Basis Risk): Bankanın aynı yeniden fiyatlama döneminde yer alan yükümlülükleri için uyguladığı faiz oranıyla, aktiflerin getirisini gösteren faiz oranı arasındaki negatif korelasyondan kaynaklanan risktir.

Opsiyon Riski (Optionality): Opsiyon riski, bir bankanın muhatap olduğu karşı tarafın kullanabileceği bir seçim hakkı olduğu durumlarda meydana gelir. Örneğin bankanın kredi verdiği bir borçlunun borcunu belirlenen vadeden önce ödeme hakkına sahip olması ya da bankaya mevduat yatıran müşterilerin mevduatını vadeden önce çekebilme hakkına sahip olması gibi. Bu hakların uygulanıp uygulanmayacağını banka tarafından bilinmemesi nedeniyle bankanın bilanço bileşiminin nasıl değişeceği de bilinmemekte ve faiz riskine maruz kalınmaktadır.

Bankanın faiz oranı değişim risklerinin ölçülmesi ve bu risklerin bankaya en az zarar verecek şekilde yönetilmesi için değişik yöntemlerden yararlanılmaktadır. Bu yöntemlerin en yaygın biçimde kullanılanları kısaca, Gap (vadelerin uyumsuzluğu ve açık vade pozisyonu) analizi, Duration analizi (ortalama süre), faiz esnekliği analizi, simülasyon ve parametrik yöntemleridir. Bu ölçüm teknikleri 2. bölümde incelenecektir.

⁴ Emre Alkın, Tuğrul Savaş ve Vedat Akman, **Bankalarda Risk Yönetimine Giriş**, İstanbul: Çetin Matbaacılık, Mayıs 2001, s.116.

2.2.1.2 Döviz Kuru Riski

Döviz kuru riski, döviz kurlarında meydana gelen dalgalanmaların ortaya çıkardığı bir risktir. Kur riski, yabancı paraya dayalı işlemlerde, yabancı paraların yerli paraya ya da birbirlerine karşı değerlerinin değişmesi halinde banka açısından uğranılabilecek zarar riskini ifade etmektedir.

Bir bankanın bilançosunun aktifinde ve pasifinde aynı tutarda ve cinsten yabancı para bulunmaması kur riskine neden olur. Döviz kurlarındaki değişimler sonucu ortaya çıkan bu risk, bir firmanın gelir ve harcamalarına ilişkin net nakit akımlarını, mali tablolarda yer alan karlarını, yabancı paralı varlıklarının değerini ve rekabet durumunu etkiler.

Bankaların döviz kuru dalgalanmaları dolayısıyla taşıdığı riskler, döviz kalemleri üzerinde bulunur. Döviz cinsinden borç ve alacakların birbirini tutmaması sonucu kur riski oluşur. Dövizli alacaklar dövizli borçlara eşit değil ise döviz kuru riski vardır. Bu durumda karlar döviz kurunun artmasına ya da azalmasına bağlı olarak artar ya da azalır. Eğer eşit ise döviz kuru riski yoktur yani karlar değişmez. Başka bir deyişle bankanın belirli bir para cinsinden yabancı paralı yükümlülükleri, varlıklarını aşıyor ve banka bu durumda iken söz konusu yabancı para değer kazanıyorsa, açık pozisyon nedeniyle bir zararla karşılaşılır. Yine aynı durumda yabancı para değer kaybederse banka açık pozisyonundan kazanç sağlar. Burada ifade edilen açık pozisyonun anlamı, ulusal paranın devamlı değer kaybetmesi halinde pasifteki döviz borçlarının aktifteki döviz varlıklarından fazla olması durumudur.⁵

2.2.1.3 Hisse Senedi Fiyat Riski

Hisse senedi fiyatlarındaki dalgalanmalardan kaynaklanan risktir. Bu risk türünden bazı kaynaklarda menkul değer fiyat riski olarak da söz edilmektedir. Hisse senedi piyasaları sabit getirili menkul kıymet piyasaları ya da döviz piyasalarına göre

⁵ Evren Bolgün ve Barış Akçay, **Risk Yönetimi Finansal Piyasalarda Risk Ölçüm ve Yönetimine Türkiye Perspektifinden Stratejik Bakış**, 1.Basım, İstanbul: Scala Yayıncılık, Borsa Yönetim Dizisi 34, Ağustos 2003, s.198.

daha fazla dalgalanma gösterir. Bu nedenle hisse senedi fiyat riski piyasa riskinin önemli bir kaynağıdır.

Hisse senedi fiyat riskini belirleyebilmek için öncelikle hisse senetlerinin fiyatlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi gerekir. Bu faktörler firmaya özgü faktörler ve piyasaya özgü faktörler olarak iki grupta toplanabilir.⁶

Firmaya özgü faktörler, sistematik olmayan risk olarak da adlandırılan firmaya özgü riskleri meydana getirir. Bu risk, firma içi davranışlar ya da olaylar tarafından meydana gelen rassal sonuçlar ile ilişkilidir. Firma içi davalar, grevler, pazarlama programlarındaki başarılar ya da başarısızlıklar, büyük sözleşmelerdeki kazançlar ya da kayıplar ve diğer olaylar firmaya özgü riskleri oluşturur. Bütün bu nedenlerden dolayı işletmenin getirisi beklenenden farklı olabilir. Portföyünde söz konusu işletmenin finansal varlıklarını bulunduran bir kişi veya kurum, çeşitli sektörlerdeki firmalara ait hisse senetlerine yatırım yaparak yani birbirleriyle tamamen zıt korelasyona sahip hisse senetlerini bir araya getirerek (çeşitlendirme) sistematik olmayan riskin önemli bir bölümü yok edebilir hatta tamamen ortadan kaldırabilir.⁷ Çeşitlendirme ile hisse senetlerinin bir kısmından elde edilen beklenenden düşük getiri, diğer hisse senetlerinden elde edilen beklenenin üstündeki getiri ile dengelenmektedir.

Piyasaya özgü faktörler ise sistematik riski oluşturur. Piyasa riski, savaşlar, enflasyon, resesyon, yüksek faiz oranları gibi sermaye piyasalarındaki genel hareketlere neden olan ve diğer pek çok firmayı sistematik olarak etkileyen faktörlerden oluşur. Pek çok hisse senedi bu tür piyasa koşullarından negatif olarak etkilenmeye meyilli olduğundan, sistematik risk çeşitlendirilmeyle yok edilemez. Çünkü bir çok firmanın hisse senedi aynı yönde hareket eder. Bir menkul kıymet ya da portföyün çeşitlendirmeye yok edilemeyen riski (sistematik risk) beta katsayısı ile ölçülür. Beta, bir menkul kıymetin piyasa portföyü karşısındaki duyarlılığını ortaya koyan nisbi bir risk göstergesidir.⁸

⁶ J.Fred Weston, Scott Besley and Eugene F. Brigham, **Essentials of Managerial Finance**, Eleventh Edition, The Dryden Press, 1996, s.201.

⁷ Zeyyat Hatipoğlu, **İşletme Finansı**, İstanbul: Temel Araştırma Yayınları, No.6, 1986, s.161.

⁸ Hüseyin Dağlı, **Sermaye Piyasası ve Portföy Analizi**, 1.Baskı, Trabzon: Derya Kitapevi, 2000, s.375.

Hisse senetlerinin beklenen getiri ve risklerinin analiz edilmesinde, standart sapma, varyans, kovaryans, korelasyon gibi çeşitli istatistiksel teknikler ile olasılık dağılımlarından yararlanılır. Risk ve getiri analizi sonucunda maruz kalınacak risk miktarı tahmin edilir ve riski azaltacak hisse senetleri portföyü belirlenir.

2.2.2 Likidite Riski

Likidite, bir bankanın borçlarını karşılayabilme ya da minimum zarar ile olabilecek mevduat çekilmelerini ödeyebilme ve piyasanın kredi ihtiyacını karşılayabilme yeteneğidir. Likidite riski bankanın yükümlülüklerindeki azalmayı iyi düzenleyememesi ya da aktiflerindeki artışı karşılayacak şekilde yeterli kaynak bulunduramaması nedeniyle ortaya çıkar. Bu nedenle likidite, büyüme için fon sağlamak ve beklenen ya da beklenmeyen bilanço dışı dalgalanmaları karşılamak amacıyla bankalar için gereklidir.

Likidite riski genel olarak, ihtiyaç duyulan miktarda fonun ihtiyaç duyulduğu anda uygun bir maliyetle bulunamaması, elde tutulan finansal varlığın istenilen zamanda ve fiyatta elden çıkarılamaması veya transfer edilememesi sonucunda zarara uğrama olasılığı olarak tanımlanabilir. Bankaların yeterli likit varlıklara sahip olmamaları ya da aktif kalemlerindeki artışı karşılayacak ölçüde yeterli öz kaynak bulundurmamaları nedeniyle talep edilen yükümlülüklerini zamanında yerine getirememeleri riski likidite riskini oluşturur. Likidite sıkıntısı çeken bir banka, kısa sürede yükümlülüklerini arttırarak ya da aktiflerini makul maliyetlerde nakde çevirerek ihtiyacı olan fonu sağlayamayabilir. Olağanüstü hallerde likidite yetersizliği bankanın yükümlülüklerini yerine getiremez duruma düşmesine neden olabilir. Bu nedenle bankaların topladıkları kaynakları hem yüksek getiri elde edebilecek hem de istenildiğinde geri ödeyebilecek şekilde değerlendirmeleri gerekir.

Bankacılıkta risklerin çok yönlü oluşu likidite riskini oluşturan birçok etmeni bir araya getirmektedir. Örneğin; büyük müşterilerden doğan zararlar, kötü krediler, hesaplardan aşırı para çekilmesi ve bankaya olan güvenin azalması sonucu kredi alamaz hale gelmesi gibi durumlar sonucunda likidite krizi oluşabilir.

Döviz kurlarında meydana gelen değişimler de likidite riskini etkilemektedir. Bankaların pozisyonlarındaki kolay pazarlanabilir olmayan para birimlerinin fazla miktarda olması ve döviz kurlarındaki değişikliklerin nakit giriş ve çıkışlarında dengesizliğe yol açmaları likidite riskine neden olur.⁹

Likidite riskine neden olan bir diğer faktör ise bankaların aktif kalemleri ile pasif kalemleri arasındaki vade uyumsuzluğudur. Bankalar genellikle kısa vadeli kaynak bulup, uzun vadeli borç verir. Yükümlülükleri kısa vadeli olan bir banka, topladığı fonları uzun vadeli kredilere ya da yatırımlara dönüştürürse likidite riski ile karşı karşıya kalır ve yükümlülüklerinin vadesi geldiğinde bunları yerine getirmek için gerekli fonları bulamaz. Bu işlemin sonucunda varlıklar ile borçlar arasında vade boşluğu oluşur (gaps). Vadeler arasında belirlenen bu aralıkta her zaman bir likidite riski vardır.

Bankalar çok müşteriden az mevduat toplayarak likidite risklerini azaltırlar. Buna karşılık az sayıda fakat yüksek miktarda mevduata dayanan bankaların likidite riski daha yüksektir. Bu nedenle mevduat tabanı geniş olmayan bir banka daha fazla likidite darlığına düşecektir. Bu bağlamda büyük bankaların küçük bankalara oranla daha az likidite riski ile karşılaştığı söylenebilir. Çünkü büyük bankaların mevduatları, küçük bankalara oranla daha geniş bir alana yayıldığı için çekilen mevduatın toplam mevduatın küçük bir kısmını oluşturma ihtimali daha yüksektir.

Faiz oranı riskini ölçmek için kullanılan gap ve durasyon analizleri likidite riskini ölçmek için de kullanılır.

2.2.3 Kredi Riski

Kredi riski, bir bankanın kullandığı kredinin veya verdiği paranın geri dönüşünün kısmen ya da tamamen olmayışından veya geç tahsil edilmesinden kaynaklanan risktir.

⁹ Saniye Gümüşeli, **Döviz Kuru ve Faiz Oranı Tekniklerinden Korunma Teknikleri**, Ankara: TBB Yayınları, Yayın No.179, 1994, ss. 90-93.

Bir borç ilişkisi söz konusu olduğunda borç veren açısından, bir ürün veya hizmetin alınması halinde ödemenin anında gerçekleşmediği durumlarda ise ürün ve hizmeti satan kişi veya kuruluşlar açısından kredi riski söz konusudur. Bu anlamda kredi riski başta bankalar olmak üzere diğer finans şirketleri ve devletin de karşı karşıya kaldığı bir risk türüdür.

Borçlunun çeşitli nedenlerle borcun ana para veya faizini ödeyememesi veya borçlu ödese de bunu bankanın tahsil edememesi durumunda kredi riski zarara dönüşmektedir. Borçlunun borcunu ödeyememe durumu kendi yönetim politikalarından veya davranışından kaynaklanabileceği gibi, ekonomik durumun genel olarak kötüleşmesi veya olumsuz bir konjonktüre girilmiş olması nedeniyle de olabilir.

Kredi riskinin yönetiminde bireysel müşterilere ve şirket gruplarına karşı üstlenilebilecek risk limitlerinin belirlenmesi en önemli hususlardan biridir. Bunun için kredi müşterileri en iyi müşteriler, en güvenilir müşteriler, az güvenilir olanlar şeklinde sınıflandırılır. Bu limitler bankanın dahili risk rating (derecelendirme) sistemine göre belirlenmekte ve daha iyi ratinglere sahip müşteriler için daha yüksek risk alma limitleri öngörülmektedir. Söz konusu bu limitler bankanın kredi verme faaliyetlerinin uygun olarak çeşitlendirilmesine de olanak vermektedir.

Bankalar için kredi vermek hem risk almayı hem de kar sağlamayı gerektirir. Bu açıdan her bir kredi işlemi için risk/getiri ilişkisinin değerlendirilmesinin yanında karlılık hesabı da yapılmalıdır. Risklerin değerlendirilmesinde kötümser senaryolar ve bunların kredi alan üzerindeki etkileri de değerlendirilmelidir. Potansiyel risklere bağlı tahmini kayıplar için gerekli karşılıklar ayrılmalı, risklere ve beklenmedik kayıplara karşı yeterli sermaye bulundurulmalıdır.

2.2.4 Kambiyo Riski

Ülke parasının yabancı paralar karşısında değer yitirmesi (kur riski) veya çapraz kurlarda meydana gelen değişimler neticesinde kurumun döviz pozisyonunda oluşan zarar olasılığıdır. Kambiyo riski kur riski ve parite riski olmak üzere iki şekilde incelenebilir. Yukarıda kur riskinden bahsedildiği için burada sadece parite riski ele alınacaktır.

Parite riski bir bankanın döviz pozisyonunda bulunan yabancı paraların paritelerinin değişiminden kaynaklanmaktadır. Bir bankanın döviz pozisyonunda iki ayrı yabancı para olduğunu ve yabancı paralardan birinin, diğeri karşısında değer kazandığını varsayalım. Bu durumda eğer banka pariteleri iyi tahmin edemeyip diğeri döviz pozisyonunu, değer kazanan döviz cinsine çevirememişse alternatif getiriden mahrum kalmaktadır. İşte buna parite riski denir.

2.2.5 Takas, Teslim Riski

Menkul kıymetlerin vadeli olarak satın alınması veya satılması durumunda önceden öngörülemeyen nedenler ile taraflardan birinin yükümlülüğünü zamanında (takas veya teslim tarihinde) yerine getirememesinden kaynaklanan risktir. Sözleşmeye konu olan menkul kıymetin takas dönemindeki fiyatı ile o günkü fiyatı arasında oluşan farklardan dolayı bankanın zarara uğrama olasılığıdır.

2.2.6 Karşı Taraf Riski

Bir menkul kıymetin alınıp satılması sırasında ya da bir kredi işleminde bankaya karşı taraf olanın herhangi bir nedenle yükümlülüklerini yerine getirememesinden dolayı ortaya çıkan risklerdir.

2.2.7 Ülke ve Transfer Riski

Ülke riski özellikler yabancı hükümetlere, kamu kurum ve kuruluşlarına verilen kredilerde önemlidir. Kredi açılan ülkede meydana gelebilecek olumsuz gelişmeler nedeniyle uğranılan zarar olarak tanımlanmaktadır. Ülke Riskinin bir uzantısı transfer riskidir. Transfer riski ödünç alan tarafın yükümlülüğünün ulusal para cinsinden tanımlanamamasından kaynaklanmaktadır. Hükümet riski, politik, ekonomik ve sosyal riskler de ülke riski içinde yer almaktadır.

2.2.8 Ödeyememe Riski

Bankanın borç ödeyememe olasılığıdır. Alınan bütün risklerin ve mevcut sermayenin ortaya çıkardığı bir sonuçtur. Sermaye yeterliliğinin temel amacı tüm risklerden oluşan kayıpları karşılayacak şekilde gerekli sermayenin bulundurulmasıdır.

Bu bankanın hayatta kalması için gerekli olan sermayedir. Sermaye tüm risklerde oluşan kayıpları karşılayacak düzeyde olmalıdır. Beklenmeyen risklerden doğan zararlar ile sermayenin yetersizliği ödeyememe sorunlarına yol açar.

2.2.9 Satın Alma Gücü Riski

Enflasyon riski olarak da adlandırılmaktadır. Satın alma gücü kaybı, vade sonunda elde edilecek servet düzeyinin, başlangıçta tahmin edilenden daha düşük bir satın alma gücüne sahip olunmasını ifade eder.

2.3. Operasyonel Risk

Yukarıda ifade edilen risk türlerinin dışında kalan yasal risk, itibar riski, teknoloji riski, araştırma geliştirme riski, yönetim riski, personel riski, organizasyon riski ile doğal risk (kuraklık, deprem, yangın, su baskınları), savaşlar, iç karışıklıklar, grevler ve terör olaylarının yol açacağı dışsal riskler operasyonel risklerin kapsamına girmektedir

Operasyonel risk bankaların maruz kaldıkları en önemli ve en eski risk türüdür. Bir banka piyasa ve kredi pozisyonu ile ilgili bir karar vermeden önce operasyonel riske maruz kalır.

Son yıllarda finansal piyasalarda operasyonel risklerin artmasında birçok faktör etkili olmuştur. Bu faktörlerden en önemlisi teknolojik atılımlar sonucu gelişen ve değişen finansal hizmetlerdir. Dünya genelinde yaşanan küreselleşme ile bilgi ve iletişim sistemlerindeki gelişmeler, finansal piyasaların tanımını ve bu piyasalarda işlem yapma biçimini değiştirmiştir. Bilgi sistemlerindeki gelişim ve iletişim maliyetlerindeki düşüş, finansal işlemlerin elektronik ortamlarda gerçekleşmesine neden olmuştur. Bu gelişmelere paralel olarak finansal kuruluşların dünyanın çeşitli bölgelerinde hizmet verir hale gelmesi ve sınır ötesi yatırımların artması operasyonların yakından izlenmesi olanağını azaltmıştır. Yeni ürün ve hizmetlerin piyasaya girmesi de riskleri arttırıcı bir faktör olmuştur. Özellikle türev ürünlerdeki gelişmeler risk yönetim sürecini çok yönlü ve karmaşık hale getirmiş, daha karmaşık ürün ve hizmetler ise bankaların operasyonlarını önemli ölçüde etkilemiş ve operasyonel risklerin artmasına neden

olmuştur. Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler işlem hızını ve depolama imkanlarını arttırmış bu ise finansal kuruluşların yeni sistemlere ve bilgisayar donanımlarına olan ihtiyacını büyötmüştür. Bir yandan riskleri azaltan bu sistemler aynı zamanda, sistemin aksaması ya da kuruluşun bu değışimlere uyum sağlayamaması durumunda ortaya çıkabilecek risklerin artmasına neden olmuştur.

Finansal sektörde yaşanan bu gelişmelerle birlikte bölgesel ya da global krizler, doğal afetler, terörist saldırılar, yasal düzenlemelerdeki değışiklikler gibi piyasalardaki beklenmeyen olayların finansal kuruluşlar üzerinde yıkıcı etkiler yaratabilme potansiyeli, operasyonel risklere bakış açısını değışirmiştir. Bu amaçla operasyonel risk yönetimine yönelik olarak yapılan uluslararası düzenlemeler hız kazanmıştır. Özellikle Basel Bankacılık Denetim Komitesi tarafından yapılan operasyonel risk yönetimi ilke ve standartlarına ilişkin düzenlemeler bu alandaki en önemli yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Uluslararası bankacılık sektörü, 2001 yılında yayımlanan ve operasyonel riskleri de risk yönetim kapsamına alan Basel II olarak anılan taslak ile beraber, operasyonel risk yönetimi için birimler oluşturmaya başlamış ve bu riskleri sermaye yeterliliğı hesaplamasına dahil etme aşamasına gelmiştir.

2.3.1 Operasyonel Riskin Tanımı

Operasyonel riskin tanımı hakkında henüz tam bir fikir birliğı bulunmamakla birlikte, temel olarak iki farklı görüş olduğu söylenebilir. Bunlardan birincisi operasyonel riski, piyasa ve kredi riskleri altında sınıflandırılmayan diğer bütün finansal riskler olarak tanımlamaktadır. Diğer uğta yer alan ikinci görüşe göre ise operasyonel risk, kurumun faaliyet sürecinde yaşanan aksaklıklardan dolayı ortaya çıkan zarara uğrama riski olarak tanımlamakta ve sahtekarlık gibi bir riski kapsamamaktadır.¹⁰ Birinci tanım konuyu çok geniş bir çerçevede ele almakta ve kurumlara tanımlanan risklerin hepsini ölçme ve yönetme imkanı tanımamaktadır. Başlangıçta geniş çapta kabul gören bu tanımın daha sonra teorik ve pratik düzeyde tatmin edici olmadığı görölmüştür. İkinci tanım ise riskin yönetimini ve kontrolünü kolaylaştırmakta fakat kurum dışı riskleri tanım dışı bırakmaktadır ve bu nedenle ilk

¹⁰ Christopher L. Marshall, **Measuring and Managing Operational Risk**, Singapore: John Wiley & Sons, 2001, s.25.

tanıma göre daha kısıtlayıcıdır. Operasyonel riskin tanımına yönelik olarak bu iki uç görüş arasında yer alan birçok tanım bulunmaktadır.

Operasyonel risk genellikle insanlardan, teknik hatalardan ve aksaklıklardan meydana gelen bir risk olarak tanımlanabilir. Bu tanım sahtekarlıkları, yönetim başarısızlıklarını, yetersiz prosedür ve kontrolleri kapsamaktadır.

Operasyonel risk özellikle kurum içi kontrollerdeki aksamalar ve şirket yönetimindeki hatalardan kaynaklanır. İç kontrollerdeki aksamalar mevcut hata ve sahtekarlıkların gözden kaçmasına yol açacağı için bankanın zarara uğramasına ve banka çıkarlarının tehlikeye girmesine neden olabilir. Bununla birlikte operasyonel riskler, bilgi teknolojisi sistemlerindeki hata ve aksamalar ile yangın, sel, doğal felaketler vb. gibi dışsal olayların yol açabileceği zararları da kapsamaktadır.

Basel komitesi tarafından belirlenen ve uluslararası bankacılık alanında da kabul gören tanıma göre operasyonel risk, *“yetersiz ya da başarısız içsel süreçler, personel ve sistemlerden ya da dışsal olaylardan meydana gelen doğrudan ya da dolaylı kayıpların riskidir”*¹¹ Bu tanımın yer aldığı dokümanda, yasal risk operasyonel risk tanımına dahil edilirken, stratejik risk ve itibar riski operasyonel riske karşı tahsis edilecek sermayenin minimum düzeyde tutulabilmesi amacıyla tanıma dahil edilmemiştir. Basel Komitesi operasyonel riski tanımlarken riske neden olan faktörler üzerinde yoğunlaşmış ve bunun riskin yönetimi ve ölçümü açısından doğru bir yaklaşım olduğunu ileri sürmüştür.

Operasyonel risk aynı zamanda kredi ve piyasa risklerinin nedeni ve tetikleyicisi olabilir. Özellikle ticari bir işlem ile ilgili operasyonel bir problem (örneğin ödemedeki bir başarısızlık) kredi ya da piyasa riski yaratabilir. Bir kredi verme işleminde, kredinin vadesinde ödenmemesi kredi riski olarak tanımlanırken, personelin prosedüre uygun olmayan bir krediyi onaylaması halinde oluşan kayıp operasyonel risk olarak değerlendirilmektedir. Bu açıdan operasyonel risk yönetimi bir bankanın maruz kaldığı diğer finansal risklerin yönetimi açısından da önemlidir.

¹¹ BIS, “Operational Risk, Consultative Document”, *Supporting Document to the New Basel Capital Accord*, January 2001, <http://www.bis.org/publ/bcbsca07.pdf> (8 Şubat 2005), s.2.

Bazı görüşlere göre operasyonel risk; yasal risk, yönetim riski, iş kesinti riski, ödeme ya da ödeyememe riski ile birlikte düşünülmektedir. Risklerin karışımı ve onların görece büyüklükleri, faaliyetler içinde çok değişiklik gösterse de bankaların çoğu operasyonel riski, alt yapı sistemi de dahil bütün faaliyet kolları ile birlikte düşünmektedir.

Gerek riskin ölçülebilmesi ve yönetilebilmesi, gerekse sermaye yükümlülüğünün hesaplanabilmesi için öncelikli olarak operasyonel risk ile ilgili doğru tanımların yapılması gerekir. Fakat operasyonel risklere neden olan faktörlerin çeşitliliği riskin tanımlanmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle operasyonel riskin tanımlanmasında ve öneminin kavranmasında riske neden olan faktörlerin anlaşılması gerekmektedir.

2.3.2 Operasyonel Riske Neden Olan Faktörler

Operasyonel risk yönetiminin en önemli adımı, bankanın hangi faaliyetlerinin operasyonel riske neden olacağının saptanmasıdır. Operasyonel risklere neden olan faktörler her kurumun kendi iç yapısına ve faaliyetlerine göre farklılık göstermekle birlikte genel olarak, personel riski, sistem ve teknoloji riskleri, süreçlere ilişkin riskler ve dış riskler olmak üzere dört başlık altında değerlendirilebilir. Operasyonel risklere neden olan faktörler ve alt düzeyleri operasyonel riskin nedensellik sınıflaması adı altında EK 1’de gösterilmektedir.¹²

2.3.2.1 Personel Riski

Banka yönetiminin ve personelinin eğitim yetersizliklerinden, ihmallerinden, görevlerini unutmalarından ya da görevlerini kötüye kullanmalarından veya kasıtlı olarak suç sayılan eylemleri gerçekleştirmelerinden kaynaklanan risklerdir.

Bu riske neden olan faktörler arasında; yetersiz ve niteliksiz personel istihdamından dolayı mevcut personelin fazla mesai ile çalıştırılması veya iş ortamındaki stresin fazla olması vb. gibi nedenlerden dolayı çalışanlarda görülen

¹² Murat Mazıbaşı, “Operasyonel Risk Veri Tabanı Modellemesi”, BDDK Çalışma Raporları, No.2006/2, ss.39-44.

motivasyon eksikliği ve performans düşüklüğü ile teknoloji kullanımının giderek yaygınlaşması nedeniyle ortaya çıkan çok sayıda karmaşık yeni hizmet ve ürünler hakkında personelin yeterli bilgiye sahip olmaması ve bunun sonucunda hata yapma olasılıklarının artması gibi hususlar yer almaktadır. Bunun yanında personelin kötü niyetli davranması, kayıtlara kasıtlı olarak zarar vermesi, kayıtları saklaması ya da kayıtlarda silinti yapması, kayıtların düzensiz ve hatalı tutulması, önemli bilgilerin yanlış kullanılması, gelirleri ve karları olduğundan fazla veya az göstermesi, yolsuzluk, hırsızlık ve sahtekarlık yapması gibi hususlar da personel riski kapsamına girmektedir.

İnsan faktörünün operasyonel riskin ortaya çıkmasında oldukça önemli bir yeri vardır. Banka çalışanlarının yapmış olduğu hatalar ve usulsüzlükler bankalara büyük zararlar vermektedir. Bankalar, maddi zararların yanında potansiyel müşteri kayıplarına da maruz kalmaktadır.¹³

2.3.2.2 Sistem ve Teknoloji Riskleri

Bilgisayar donanımlarında, yazılımlarında, bilgi depolama ve iletişim sistemlerinde yaşanan teknik sorunlar, yetersizlikler veya aksaklıklar ile virüs problemleri, yetersiz ya da eskimiş sistemlerden kaynaklanan risklerdir.

Sistem ve teknoloji risklerine neden olan faktörlere; sistem yetersizlikleri nedeniyle yaşanan veri kayıpları, iletişim sürecinin yavaşlaması, sistemde yaşanan aksaklıklar dolayısıyla veri girişinin yanlış yapılması, verinin geçerli olduğu süre içinde saklanamaması, hesaplama hataları, depolama hafızasındaki yetersizlikler nedeniyle işlem hızının yavaşlaması, banka sistemlerinin korumalı olmadığı durumlarda diğer kullanıcıların sisteme müdahale etmesi ve sistem içinde yer alan verileri elde etmesi gibi hususlar örnek olarak verilebilir. Ayrıca banka sisteminin değiştirilmesi ya da piyasadaki gelişmelere uyum sağlamak için yeni bir yazılımın yüklenmesi durumunda banka verilerinin zarar görmesi, merkezi yazılımların birbirine bağımlı olması sonucu merkezi sisteme yerleştirilecek yeni bir yazılımın tüm yerel birimleri etkilemesi ve

¹³ Dilek Leblebici Teker, “Bankacılıkta Operasyonel Risk ve Sermaye Yeterliliği”, **Geleneksel Finans Sempozyumu-2004 Bildirileri**, Marmara Üniversitesi, Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü & Bankacılık ve Sigortacılık Yüksekokulu, İstanbul, 27-28 Mayıs 2004, s.63.

bütün bu sistem aksaklıklarını hafifletecek yedekleme sistemlerinin oluşturulamaması veya etkin çalıştırılmaması gibi hususlar da sistem ve teknoloji riskini oluşturmaktadır.

Eski, bozuk ya da yetersiz sistemler nedeniyle yanlış çalışan yazılım programları, bankaların önemli maddi hataları sistematik ve düzenli olarak yapmalarına neden olmaktadır. Tüm sistematik hatalar, bankaların yazılım hatalarından kaynaklanan riskleri oluşturur.¹⁴

Bankaların otomasyon sağlayan yazılım programlarına yaptıkları büyük yatırımlar sonucunda, bankacılık işlemlerinin büyük bir bölümü otomatik olarak yapılır hale gelmiştir. Bankaların neredeyse tüm işlem ve hesaplarının sistemler tarafından yapıldığı göz önüne alınırsa, bu sistemlerin doğru çalışmasının banka için ne kadar önemli olduğu anlaşılır.

2.3.2.3 Süreçlere İlişkin Riskler

Banka faaliyetlerine ait süreçlere ilişkin riskler, banka içi raporlama, iletişim, organizasyon ve iç kontrollerdeki olumsuzluklardan ya da aksaklıklardan dolayı ortaya çıkan risklerdir.

Süreç riskleri, bankanın örgüt yapısı ve faaliyetlerinin işleyişi ile ilgili süreçlere ve bu süreçlerin işlerliğinin, doğruluğunun ve banka hedeflerine uygunluğunun kontrolüne ilişkin prosedürlerin olmamasından ya da bu prosedürlerin yanlış şekilde uygulanmasından kaynaklanan risklerdir. Örneğin; kurum içi birimler arasındaki bilgi akışındaki yetersizlikler, personel ve birimlerin görev, yetki ve sorumluluklarının açık, anlaşılır ve süreçleri destekleyici biçimde tanımlanmaması, her işlemin nasıl yapılacağını gösteren iş akış şemalarının oluşturulamamış olması ya da yanlış veya eksik oluşturulması banka faaliyetlerine ilişkin süreç risklerini olarak sayılabilir. Bankanın maruz kalabileceği risklerin tam olarak anlaşılmamış veya tanımlanmamış olmasından dolayı iç kontrol sisteminin yanlış geliştirilmesi, yeterli ve etkin kontrol mekanizmalarının olmaması, banka içi ve banka dışı raporlamalara ait prosedürlerin belirlenmesindeki hatalar ve yetersizlikler, raporlama işlemlerinin doğru,

¹⁴ Hakan Şakar, **Risk Yönetimi Açısından Bankalarda Aktif Pasif Yönetimi**, 1.Basım, İstanbul: Akdeniz Yayıncılık, 2002, s.281.

zamanında ve amacına uygun olarak yapılmaması ve ilgili mercilere ulaştırılamaması, banka birimleri arasındaki iletişim kanallarının açık ve etkin olmaması, gibi hususlar bu gruba dahil olan risklere yol açan faktörler arasında değerlendirilebilir.

Süreç riski, süreçlerin yerine getirilmesi esnasında insan hatası nedeniyle faaliyetlerde meydana gelen risk değildir. Bu tür risk daha önce de belirtildiği gibi personel riskinin kapsamına girmektedir. Süreç riski daha ziyade, süreçlerin yanlış, eksik ya da hatalı belirlenmesi, değişime ve gelişime ayak uyduramaması yada yetersiz kalması nedeniyle meydana gelen risk olarak tanımlanmaktadır. Bu amaçla işlerin yapılması için belirlenen süreçlerin geçerliliği (aynı şekilde devam edip etmeyeceği), verimliliği ve performansı sürekli olarak izlenmeli, değişime ve gelişime göre gerektiğinde yeniden belirlenebilmeli ve süreçlere ilişkin oluşacak risklerin saptanarak etkili bir biçimde yönetilmesi gereklidir. Bu ise etkin ve sürekli bir süreç yönetimi sayesinde mümkün olmaktadır.

2.3.2.4 Dış Riskler

Dışarıdan alınan hizmetlerden kaynaklanan riskler, banka dışında üçüncü kişilerden kaynaklanan riskler (örneğin hizmet veren kurumun iflası gibi), banka dışı riskler ve doğal afetlerden kaynaklanan riskler bu gruba girmektedir.

Banka genellikle maliyetlerin düşürülmesi ve maruz kalınacak zararların hafifletilmesi amacıyla dışarıdan hizmet (outsourcing) almaktadır. Fakat bazen dışarıdan alınan bir hizmet de beklenmeyen risklere yol açabilir.

Terörist saldırılar, kara para aklama, sosyal kargaşaların yol açacağı zararlar ya da web sitelerinin dış müdahalelerle kötüye kullanımı, kapsamlı elektrik kesintileri ile enerji iletişiminde oluşan aksaklıklar gibi hususlar banka dışı faktörlerden kaynaklanan riskleri oluşturmaktadır.

Dışsal risklerin bir diğer grubunu da deprem, sel yangın gibi doğal afetler oluşturur. Bu tür felaketsel risklerden korunmak için bankalar genellikle bu kayıplarını sigortalamaktadır.

2.3.3 Operasyonel Risk Yönetimi

Operasyonel risk yönetimi; karşı karşıya olunan risklerin saptanması, risklerin ölçümü, izlenmesi, ortaya çıkmadan önlenmeye çalışılması, kontrolü, raporlanması ile riske bağlı zararların azaltılması, uygun risk yönetim stratejilerinin geliştirilmesi, riskin transferi ve risklere karşı sermaye tahsisi edilmesi gibi yöntemlerden oluşan bir süreçtir. Bu sözü edilen yöntemler birbirinin alternatifi değil, operasyonel risk yönetim sürecinin birbirinin devamı niteliğinde olan aşamalarıdır.

Bir organizasyon içerisinde meydana gelen aksaklıkların ve risklerin yönetiminde iş süreçlerinin analiz edilmesi önemlidir. Diğer işletmelerde olduğu gibi bankalarda da her ürün veya hizmet mutlaka bir sürecin sonucu olarak ortaya çıkar. Herhangi bir işletmede yapılan herşey hemen hemen bir süreçler dizisidir. Bir organizasyonun amaçları doğrultusunda ilerleyebilmesi, politika, strateji ve planlarının sistematik bir şekilde uygulanabilmesi için, bütün birimlere ait süreçlerin belirlenmesi, etkili bir şekilde uygulanması, yönetilmesi ve riskler varsa düzeltilmesi gereklidir. Bu bağlamda süreçlerde meydana gelebilecek aksaklıkların analizi operasyonel risk yönetiminin bir parçasıdır.

Pazar koşullarında, teknolojik altyapıda veya ürün ve hizmetlerde ortaya çıkan değişiklikler bankadaki birçok operasyonu ve onlara bağlı iş süreçlerini çeşitli şekillerde etkilemektedir. İş süreçlerini önemli ölçüde etkileyen bu değişikliklerin kontrol altında tutulması ise banka yönetimi için en önemli yönetsel problemlerden biridir. Banka yönetimi bu değişikliklerin banka faaliyetleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, bunları mevcut sisteme adapte edilmesi, yapılan kontrollerin bu değişimlere göre yeniden düzenlenmesi gibi birçok problemle karşı karşıyadır.

Daha önce de belirtildiği gibi operasyonel risk faktörleri; personel riski, sistem ve teknoloji riskleri, süreçlere ilişkin riskler ve dışsal riskler olarak sınıflandırılmaktadır. Sistem ve teknoloji ile ya da personel yönetimi ile ilgili olarak yerine getirilmesi gereken süreçler hakkında yapılacak izleme ve iyileştirme faaliyetleri sonucunda bu birimlerde oluşacak riskler önlenabilir ya da azaltılabilir. Süreçlerde oluşabilecek aksaklıklar diğer risk faktörlerini de etkilemektedir. Bu nedenle bir

organizasyonda süreçlere ilişkin yapılacak analizler risk yönetimi ile birlikte değerlendirilmelidir.

Operasyonel riskin nedenlerinden birisi olan ve bir organizasyonun iş faaliyetlerindeki uygulamalarında meydana gelen süreç risklerinin; belirlenmesi, izlenmesi, ölçülmesi ve iyileştirme sistemlerinin oluşturulması süreç riski analizi olarak tanımlanmaktadır.

Süreç riski analizindeki ilk adım kritik iş süreçlerinin tespit edilmesidir. Kritik iş süreçleri; söz konusu sürecin organizasyon içerisindeki rolü, önemi, diğer süreçlerle olan ilişkisi, o süreçte kullanılan fiziki kaynaklar ve süreç ile ilgili olan çalışanlar gibi faktörler dikkate alınarak belirlenmelidir. O süreçte yaşanacak bir kesinti organizasyonun varlığını tehlikeye sokuyor ise veya diğer süreçler için kritik bir öneme sahip olup, başka bir süreci direkt olarak etkiliyor ise o süreçte yaşanabilecek bir risk olayı daha büyük boyutlu kayıplara neden olabilecektir. Bu gibi kriterler göz önüne alınarak, birim yöneticileri ve fonksiyon çalışanları ile ayrıntılı analizler yapılmalı ve yapılan tespitler akış diyagramları ile ifade edilmelidir.¹⁵

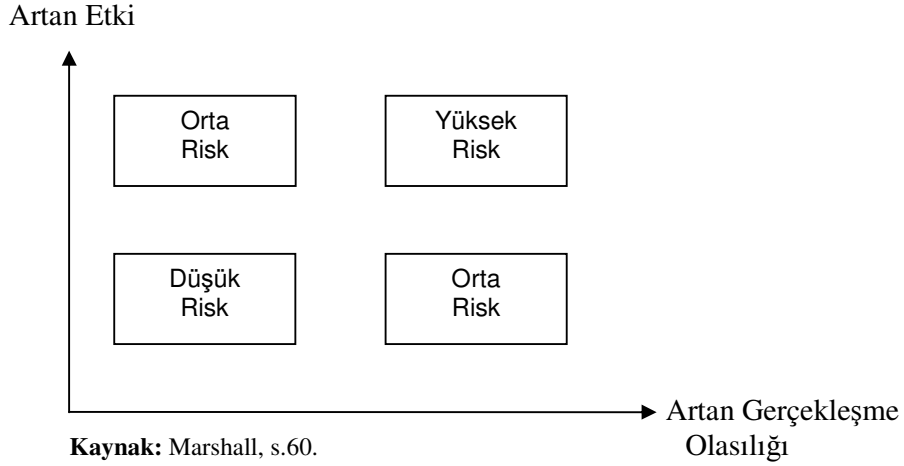
Her operasyonel riskin bu teknik yardımıyla belirlenebilmesi mümkün değildir. Örneğin banka dışında üçüncü kişilerden kaynaklanan riskler ile doğal afetlerden kaynaklanan riskler gibi dışsal risk faktörleri bu teknik yardımıyla ölçülemezler. Bu nedenle operasyonel risklerin bütün olarak değerlendirilmesinde diğer ölçüm teknikleri de göz önüne alınmalıdır. Sözgelimi süreçlerdeki beklenmeyen olumsuz gelişmelere karşı acil durum önlemlerinin alınması ve bu amaçla gerekli simülasyonların oluşturulması gibi.

Bankaların operasyonel risk yönetim süreci içinde kullandıkları teknikler, operasyonel risklerin gerçekleşme sıklıklarına, risklerin türlerine ve ortaya çıkardıkları etkilerine göre farklılık göstermektedir. Bu amaçla operasyonel riskler, gerçekleşme

¹⁵ Tamer Saka, “Operasyonel Risk Ölçüm Tekniklerine Genel Bir Bakış”, *Active Bankacılık Dergisi*, Temmuz-Ağustos 2002, No.25, http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=1294 (8 Şubat 2005), s.5.

olasılıklarına ve gerçekleşmeleri halinde neden olabilecek zararların boyutuna göre dört grupta sınıflandırılmaktadır.

Şekil 2.1
Operasyonel Risk Sınıflaması



Şekil 2.1’de görülen bu sınıflandırmaya göre; bir faaliyetten kaynaklanan operasyonel riskin ortaya çıkma olasılığı yüksek ve ortaya çıktığında meydana gelecek potansiyel zararın etkisi de yüksek ise bu faaliyet banka için yüksek derecede risk taşımaktadır. Ancak bu kategoriye giren olay sayısı fazla değildir. Bu gibi risklerle karşılaşılması halinde eğer bankanın faaliyetten çekilmesi, riskin yönetilmeye çalışılmasından daha karlı ise banka bu faaliyet alanından çekilecektir. Faaliyetten çekilme göze alınamıyorsa bu durumda banka ya riski kabul edip çok sıkı bir denetime tabi tutacak ya da riski başkasına aktaracak yani sigorta yaptıracaktır. Bir faaliyetteki operasyonel riskin gerçekleşme olasılığı düşük ve neden olduğu zararın boyutu da önemli değil ise, banka düşük risk grubunda değerlendirilen bir olayla karşı karşıyadır. Bu önemli olmayan risklere karşı önlem alması da çok gerekli değildir. Gerçekleşme olasılığı yüksek olup ortaya çıkardığı zararın boyutu düşük olan riskler ya da ortaya çıkardığı zararın boyutu yüksek olduğu halde gerçekleşme olasılığı düşük olan riskler (sahtekarlık, bilgisayar sistemlerinde yaşanan aksaklıklar gibi) ise orta derecede yer alan risk türleri olarak sınıflandırılmaktadır. Bir banka çoğunlukla orta derecede olarak nitelendirilen risk unsurları ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle de operasyonel

risk yönetimi daha ziyade orta derecede yer alan risk türleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu sınıflandırma operasyonel risklerin yönetiminde kullanılacak tekniklerin belirlenmesi açısından son derece önemlidir.

Operasyonel risk yönetimi sadece riskin ölçümü ve yönetimi konusunda yapılan çalışmalardan ibaret değildir. Banka üst düzey yönetimi ve çalışanları ile birlikte bankada operasyonel risk yönetimi bilincinin yerleşmesi, bu bilinç içerisinde faaliyette bulunulması, operasyonel riski daha hassas olarak ölçebilen yöntemlerin geliştirilmesi, riskin kontrol edilmesi için gerekli tedbirlerin alınması gibi önemli konuları da kapsamaktadır. Bu amaçla yönetim kurulu ve üst yönetim tarafından, bütün personel ve çalışanlarda doğruluk ve dürüstlük beklentileri yaratacak kurumsal bir kültür oluşturulmalıdır.

Etkin bir operasyonel risk yönetimi kurumun operasyonel verimliliğini artırır ve kurum sermayesinin verimli bir şekilde kullanılmasını sağlar. Operasyonel risk yönetimi kurum içinde sıklıkla meydana gelen risklerin anlaşılmasını ve bu risklerin yol açtığı zararların düşürülmesini sağlarken, kurumun operasyonel verimliliğini de arttırmaktadır.

2.3.4 Operasyonel Risklerin Saptanması ve Veri Toplama (Veritabanı)

Her türlü riskin ölçümü ve yönetimi için uygun ve güvenilir risk verilerinin mevcut olması öncelikli koşuldur. Operasyonel risk ölçümünün gerçekleştirilebilmesi için ölçüm amaçlarına ve ölçüm yöntemine uygun verilerin toplanmış olması gerekir. Operasyonel risk hakkında bilgi sahibi olabilmek için de, riskin kendisini gösterdiği olay, bu olay nedeniyle karşı karşıya kalınan kayıplar ve bu risk olayının ortaya çıkmasına neden olan etkenler bilinmelidir. Operasyonel risk hakkında doğrudan bilgi sağlayan bu verilerin yanında riskin gelişimine ilişkin dolaylı olarak bilgi sağlayan çeşitli risk göstergeleri hakkında bilgiler de gereklidir.

Operasyonel riskin doğru bir şekilde ölçülmesi ve değerlendirilmesi için, banka tarafından toplanan veriler kalite bakımından birtakım özellikler taşınmalıdır. Bu veriler öncelikle, fonksiyonel ve amaca uygun, doğru, güvenilir, elde edilebilir, tutarlı ve kapsamlı olmalıdır. Toplanan veriler şiddet ve sıklık bilgilerini içermeli, olaylar

arasındaki bağlantı ve etkileri doğru olarak ortaya koyabilecek ve banka için öngörülen ve beklenen ihtiyaçları karşılayabilecek nitelikte olmalıdır. İçsel kayıp verisi banka içindeki bütün önemli faaliyetleri, alt faaliyetleri ve farklı coğrafi konumları içerecek şekilde kapsamlı olmalıdır.¹⁶ Verilerin eksik, hatalı, yetersiz ve sapmalı olması, güvenilir olmaması, bunlara dayanarak gerçekleştirilen analizin de tutarsız ve anlamsız olmasına yol açacaktır. Bu nedenle verilerin toplanması ve işlenmesi süreci de en az ölçüm yöntemleri kadar önemlidir.

Bankalar, operasyonel risklerin ölçülmesi, azaltılması, kontrol edilmesi, yönetilmesi ve operasyonel risk kültürünün oluşturulması bakımından yararlı ve güçlü bir operasyonel risk veritabanı oluşturmalı ve bu verileri analiz etmelidir. Çünkü operasyonel risk verileri, banka organizasyonu içinden toplanmış olduğu için bankanın kendi yapısına ilişkin özellikleri yansıtan objektif ve duyarlı risk göstergeleridir. Her banka kendi aktivite, yapı, büyüklük, yönetim tarzı ve süreçlerini göz önünde bulundurarak kendi operasyonel risk profillerini yansıtan veritabanlarını oluşturmalıdır. Risklerin saptanmasında kurumun iç yapısı, kurum kültürü ve kurumdan kuruma değişen özellikler de dikkate alınmalıdır.

Operasyonel risk alanında bankalar için en önemli nokta, kayıplar için bir veritabanının yaratılmasıdır. Bu veritabanında bankanın bütün iç operasyonel risk ve kayıplarının toplanması gerekmektedir. Veri toplama sürecindeki en önemli konu toplanacak veri türleri ve bunların sınıflandırılmasıdır. Hangi verilerin hangi kaynaklardan toplanacağı ve bunların hangi sınıflandırma yöntemi esas alınarak sınıflandırılacağı, analizin doğruluğunu ve uygulanabilirliğini belirleyen en önemli etkenlerdendir.

Operasyonel riskler ile ilgili bilgiler (kayıplar) farklı veri kaynaklarından toplanmaktadır. Bu veri kaynakları; teftiş raporları, iç kontrol raporları, dış denetim raporları, kaybın meydana geldiği banka bölümünün tespit ve değerlendirmeleri, muhasebe kayıtları, dava konusu olaylara ilişkin kayıtlar, bilgi işlem bölümünün kayıtları ve güvenlik bölümünün (bilgi güvenliği, sistem güvenliği, fiziki güvenlik vs.) kayıtlarıdır. Veri kaynakları bunlarla sınırlı olmayıp, bankanın yapısına ve olayların

¹⁶ TBB, “Operasyonel Risk Veri Tabanı”, **Bankacılar Dergisi**, Sayı.49, Nisan 2004, ss.133-135.

özelliğine göre farklı kaynaklar kullanılabilir. Ancak veri kaynaklarının hiç birisi tek başına yeterli olmayıp, avantaj ve dezavantajları göz önüne alınarak, hem bilgileri tamamlaması hem de çapraz kontrolünün yapılması açısından, birden fazla kaynağın bir arada kullanılmasında fayda görülmektedir.

Operasyonel risk veritabanı oluşturulurken karşı karşıya kalınan sorunlardan birisi, kayıpların operasyonel riskin nedenlerine mi yoksa etkilerine göre mi sınıflandırılacağı ile ilgilidir. Operasyonel olayların etkileri ile nedenleri birbirine karıştırılmaktadır. Örneğin insan ya da personel ve sistem riskleri sadece operasyonel riskin nedenini oluşturduğu halde genelde operasyonel risk olarak görülmektedir. Operasyonel riskin süreçlerden, sistemlerden, insanlardan ve dışsal olaylardan kaynaklandığı kabul edilmektedir. Bir operasyonel risk olayının gerçekleşmesine çoğu zaman birden çok etken neden olmaktadır. Etkenlerin birbirleri ile etkileşim halinde bulunması bu konuda kesin yargılara varılmasını da engellemektedir. İşlem süreci riskinde olduğu gibi özellikle çok sayıda kayıp olayı olduğu göz önüne alınırsa, risklerin nedenlerine göre sınıflandırılması yanlışlıklara neden olabilir.¹⁷ Bununla birlikte risklerin hem nedenleri hem de etkileri önemlidir. Risk olaylarının nedenlerinin bilinmesi, riskin niteliğinin anlaşılması bakımından risk yönetimi için önemlidir. Örneğin bir analizcinin yeni bir ödeme sisteminin anlaşılmasında ya da bir kapasite problemi nedeniyle ortaya çıkan giderlerdeki artışları araştırması risk yönetimi bakımından önemlidir, ancak riskin ölçümü için sadece bu yeterli değildir.

Bu nedenle risk ölçümü için, verilere ulaşılması daha kolay olan ve daha objektif ölçümler gerçekleştirilmesine imkan veren ve karşılaştırılabilir olan kayıp verilerine ilişkin sınıflandırma yapılması ihtiyacı doğmuştur. Kayıp verilerine ilişkin sınıflandırma, kayıpların sonuçlar üzerinde yaptığı etki bakımından sınıflandırılmasıdır. Kayıpların sonuçlar üzerinde yaptığı doğrudan etki, kazançlardaki değişkenliği (volatilitiyi) etkilemektedir. Bundan dolayı kar ve zararları doğrudan etkileyen kayıpların sınıflandırılmasına ihtiyaç vardır.

¹⁷ Marcelo G. Cruz, **Modeling, Measuring and Hedging Operational Risk**, UK: John Wiley & Sons, 2002, s.12.

Operasyonel kayıplar bankanın finansmanı üzerinde doğrudan kayıp ve dolaylı kayıp olmak üzere iki temel etkiye sahiptir. Doğrudan kayıp, bankanın varlıkları üzerinde meydana gelen bir zarar ya da gelirlerinde oluşan bir azalmayı ifade etmektedir. Dolaylı kayıp ise, oluşan maddi kaybın yanında, banka itibarına verilen zarar ya da oluşan bu kaybın farklı şekillerde başka kayıplara yol açmasıdır. Geciken işlemler dolayısıyla yaşanan müşteri kaybı, fazla mesai dolayısıyla çalışanların yapmış oldukları işlem hataları dolaylı kayıplara örnek olarak verilebilir.

Basel Komitesi operasyonel riskler için bulundurulacak sermaye miktarının hesaplanmasında kayıp verilerinin kullanılmasını, riskin yönetimi için ise nedensellik verilerinden yararlanılmasını uygun kabul etmiştir. Komitenin bu şekilde bir yaklaşım benimsemesinde her iki veri grubu konusunda bir sektör standardının ve genel bir uzlaşının bulunmaması etkili olmuştur. Buna göre bankalar, operasyonel risk kayıp olaylarına ilişkin hem nedensellik verisi hem de bu olaylar sonucu ortaya çıkan kayba ilişkin etki verisi toplayacaklardır. Kayıp verileri özellikle operasyonel risk ölçümü yaklaşımlarından biri olan kayıp dağılımı yaklaşımında kullanılmaktadır.

Kayıp olayları sonucu ortaya çıkan kayıp etkilerinin sayısallaştırılması yoluyla daha objektif bir risk ölçütü elde edilmesi nedeniyle komite, operasyonel risk ölçümü konusunda, risk verilerine ilişkin sınıflandırmada kayıp verisi yaklaşımını benimsemiştir. Bu amaçla komite, Haziran 2004'te yayımladığı "International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards" adlı dökümanda operasyonel risk kayıp olaylarını sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırma EK 3'te gösterilmektedir.

Operasyonel kayıp olayı, bankaların maruz kaldıkları operasyonel riskler sonucunda oluşan maddi zararlardır. Operasyonel risk kayıp olayları iki şekilde karşımıza çıkmaktadır. Birincisi yüksek sıklıkta görülen fakat düşük etkiye sahip kayıplar (high-frequency/low-value losses), ikincisi düşük sıklıkta görülen fakat etkileri büyük (low-frequency/high-value losses) olan kayıplardır. Bu açıdan ortaya çıkacak kaybın ölçülmesinde, kayıp olayının ortaya çıkma olasılığı (sıklığı ya da frekansı) ve kayıp olayının etkisi dikkate alınmalıdır.

Gelecekte meydana gelebilecek bir olayın ortaya çıkma olasılığı, geçmişte aynı iş kolu ve kategoride yaşanmış olan kayıp olayı sayısına bağlıdır. Ancak değişen ürün ve hizmetler ile piyasa koşulları ve teknolojiye yaşanan değişimler de dikkate alındığında bu durum sadece sık yaşanan olaylar için geçerli olmaktadır. Ortaya çıkma olasılığı düşük olan yüksek etkilere sahip kayıp olayları için senaryo analizi uygulanmalıdır. Operasyonel kayıp olayının önem derecesi ise, olayın meydana gelme olasılığı ile olayın etkisinin çarpımından oluşmaktadır.

Gerçekleşen kayıplarla ilişkili olarak ciddi kayıplara yol açabilecek potansiyele sahip istenmeyen olay veya olaylar dizisi olarak tanımlanan olası kayıpların da ortaya çıkarılması ve incelenmesi gerekmektedir. Bunların veritabanına kayıt edilip edilemeyeceği henüz tartışılan bir konudur. Olası kayıpların objektif olarak ölçülmesi oldukça zordur ancak bu risklerin tespiti ve kayıt edilmesi potansiyel risklerin ortaya konulması bakımından önemlidir.

Bankalar, operasyonel risklerin ölçüm sürecinde esas olarak içsel veriler kullanmaktadır. İçsel veri, operasyonel risklerin ölçümünde kullanılan en uygun ve bankanın kendi bünyesinden sağlanması nedeniyle en güvenilir kaynaktır. Ancak, yüksek şiddet ve düşük sıklık taşıyan kayıp verilerini yeterli olarak içermemesi nedeniyle, içsel kayıp verileri tek başına yeterli olmamaktadır. Bu nedenle içsel veri kadar dışsal verilerin de hazırlanmış ve erişilebilir olması gerekmektedir. Dışsal kayıp verileri, banka dışından sağlanan en belirgin operasyonel risk veri çeşidini oluşturmaktadır. İçsel verinin yeterli olmadığı durumlarda, istatistiki yöntemlerle birleştirilmiş dışsal veri kullanılabilir. Bu noktada, dışsal kayıp veri tabanı kullanımı ve senaryo analizi devreye alınarak sağlıklı bir ölçümlemenin yapılması sağlanabilir. İçsel ve dışsal kayıp verilerinin birleştirilerek kullanılması, doğru bir risk ölçümü ve sermaye hesaplaması bakımından önemlidir. Bu tür veriler banka tarafından toplanabileceği gibi dışsal bir veri tabanından da sağlanabilecektir. Dışsal veri tabanı, bankaların bir araya gelerek oluşturdukları ortak bir veri tabanı olabileceği gibi, bazı veri tabanı şirketlerinin topladığı verilerle oluşturduğu bir veri tabanı da olabilir.¹⁸

¹⁸ Murat Mazıbaşı, “Bankalarda Operasyonel Risk Veritabanının Oluşturulması”, **BDDK Çalışma Raporları**, No.2003/6, ss.16-17.

Dışsal veriler kendi içerisinde özel veriler ve kamuya açık veriler olmak üzere iki ana grupta ele alınabilmektedir. Özel veriler genellikle aynı sektörde faaliyet gösteren benzer diğer kuruluşların tecrübe ettiği, belli istatistiksel teknikler kullanılarak ve belli aşamalardan geçirilerek standartlaştırılan ve ortak bir veri tabanında toplanarak belirli gizlilik kuralları çerçevesinde kullanıma hazır hale getirilen operasyonel kayıp olaylarına ait verileri ifade etmektedir. Kamuya açık veriler ise genellikle basın, yayın vb. yollarla kamuya açıklanan düşük sıklıkla gerçekleşen yüksek maliyetli kayıp olaylarına ait verilerden oluşmaktadır.¹⁹

Bütün bunlara rağmen operasyonel riskin çok geniş bir alanı kapsamaması nedeniyle riskin tamamını yakalamak veya tespit etmek mümkün değildir. Bu nedenle risklerin saptanması aşamasında dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise kurumun maruz kalabileceği bütün riskler yerine, kurum için gerçekten kritik olabileceğine inanılan, kurumun gelirlerinde veya varlıklarında doğrudan ve büyük etkiye neden olabileceği düşünülen sınırlı sayıda içsel ve dışsal risklerin belirlenmesidir. Bu aşamada fiziki olanaklar, zaman ve maliyet dikkate alınarak belirli bir eşiğin altındaki kayıplara ilişkin bilgilerin toplanmaması ya da bunlar hakkında daha az bilgi toplanması gerekmektedir. Ancak düşük şiddette, yüksek sıklıkta meydana gelen kayıplar dikkate alındığında, risklilik düzeyini önemli ölçüde etkileyecek kayıpların kapsam dışında kalmaması için, belirlenecek eşiğin olabildiğince düşük olması gerekmektedir.

2.3.5 Operasyonel Risk Ölçüm Yaklaşımları

Operasyonel risklerin tanımlanması ve belirlenmesinden sonraki aşama, bu risk türünün ölçülmesidir. Operasyonel riskler bazı özellikleri nedeniyle kredi ve piyasa riski kadar kolay ölçülememektedir. Bir organizasyondaki operasyonel risk, o kurumda çalışanlara, süreçlere ve teknolojiye bağlı olduğu kadar, o işin diğer kişilerle ve şirketlerle olan ilişkisiyle ve onlardan ne şekilde etkilendiğiyle de yakından ilgilidir. Operasyonel riskin çok sayıda farklı risk türlerini içermesi, bu risklerin oluşturdukları etkilerin ve zaman çerçevelerinin farklılığı, nedensel faktörlerin belirlenmesindeki zorluklar, imaj zedelenmesi ve hepsinden önemlisi analiz ve modelleme yapabilecek

¹⁹ Mazıbaş, *Operasyonel Risk Veri Tabanı Modellemesi*, ss.9-10.

kadar kapsamlı içsel kayıp verilerine sahip olunmaması operasyonel risklerin ölçümünü zorlaştırmaktadır.

Operasyonel risk ölçümünde temel amaç, geçmişte meydana gelmiş olaylardan edinilen tecrübelerin ve gelecek ile ilgili beklentilerin bir araya getirilerek, riskin yol açacağı zarar ve kayıpları mümkün olduğunca önleyebilmektir. Ancak hiçbir zaman risklerin %100 oranında tahmin edilmesi ve kontrol altına alınması mümkün değildir.

Operasyonel riskleri ölçmek hem kayıp olasılığını hem de kaybın potansiyel boyutunu hesaplamayı gerektirir. Tanımlanmış olan pek çok yaklaşım, bir operasyonel kayıp olayının meydana gelme olasılığının bazı belirtilerini gösteren risk faktörleri üzerindeki dağılımlara bağlıdır. Bu risk faktörleri ise çoğunlukla niceldir.

Operasyonel risk ölçümü, sermaye tahsisinin hesaplanmasının yanında kuruma ticari fayda da sağlamaktadır. Riskin ölçümü, organizasyon içerisindeki riskle ilgili önemli konular ve maruz kalınan riskler hakkında bir farkındalık yaratmaktadır. Ayrıca ileriye dönük alınacak önlemlere ve yönetim sürecinde yapılması gereken değişikliklere ışık tutmaktadır. Risk ölçümü sayesinde işletme, aktiviteleri ile ilgili yeni oluşacak risklerini de değerlendirebilmektedir.

Operasyonel risk ölçümü geçmiş verileri kullanarak gelecek ile ilgili frekans ve etki tahmini yapma işlemi olduğundan, operasyonel risklerin ölçülmesinde tahmin yöntemlerinin çoğu kullanılmaktadır. Bu yöntemler basit doğrusal regresyon analizinden başlayarak bulanık mantık yöntemi gibi karmaşık tekniklere kadar uzanabilmektedir. Yapılması gereken, organizasyonun gerçeklerinin çok iyi bir şekilde analiz edilmesi ile söz konusu yapı için en uygun olan ölçüm yönteminin geliştirilmesidir.

Bankalar tarafından operasyonel risk sermayesinin ölçümünde uygulanan yaklaşımlar iki grupta toplanmaktadır. “Kantitatif-Kalitatif Yaklaşımlar” ve “Yukardan-Aşağıya (Top-Down) ve Aşağıdan-Yukarıya (Bottom-Up) Yaklaşımlar”. Bununla birlikte kuruluşlar, bu iki ölçüm yönteminin özelliklerini taşıyan teknikler kullanmaktadırlar.

2.3.5.1 Kalitatif Yaklaşım

Kalitatif yaklaşımlar, risk durumunun sistematik veya sistematik olmayan şekilde yansıtılmasını sağlayan subjektif deneyimlere bağlı tahminlere dayanmaktadır. Kalitatif yaklaşımlar operasyonel riskin tam olarak ölçülmesinden ziyade yargısal ya da göreceli bir bilgi sağlamakta ve operasyonel riskin yönetimini destekleyici nitelik taşımaktadır. Bu bağlamda, bu yaklaşım operasyonel riskin belirlenmesi, değerlendirilmesi, riske bağlı zararların azaltılması ve riskin ne derece etkin yönetildiğinin belirlenmesi için kullanılan metod ve araçları içermektedir. Kalitatif tekniklerin uygulanmasında objektif sayısal verilerden çok öznel veriler temel alındığı için, beşeri sezgi ve muhakeme kabiliyeti önem taşımaktadır. Bu yaklaşım içinde, risk göstergeleri, öz değerlendirme, senaryo analizleri, süreç riski analizi ve karar ağacı analizi gibi değerlendirme teknikleri bulunmaktadır.

2.3.5.2 Kantitatif Yaklaşım

Kantitatif yaklaşım riskin ortaya çıkma olasılığının hesaplanması ile ilgili olan modellemelere dayanmaktadır. Piyasa riskindeki riske maruz değerın ölçülmesine benzer olarak, operasyonel riskin parasal yönden hesaplanmasını sağlayan bir yaklaşımdır. Kantitatif yaklaşım, sayısal formda bulunan veya anlamlı bir şekilde sayısal forma dönüştürülebilen verileri kullanmakta ve riskin düzeyini ölçen matematiksel ölçüm tekniklerini içermektedir. Bu nedenle bu yaklaşım, verilerin miktarına ve kalitesine bağlı olarak olumlu sonuçlar vermektedir. Kalitatif yaklaşım ise daha çok riskin öznel değerlendirmesini içeren daha objektif bir yaklaşımdır. Bu teknikler operasyonel risk alanında çok yönlü kullanıma açık olmalarına rağmen, kalitatif yaklaşımlara göre daha yüksek maliyetlidirler. Kantitatif yaklaşım içinde sermaye varlıklarını fiyatlandırma modeli (CAPM), nedensel modelleme, tesadüfi dağılımlar, uç değer teorisi, simülasyon modeli, senaryo analizi gibi ölçüm teknikleri bulunmaktadır.

2.3.5.3 Yukarıdan-Aşağıya (Top-Down) Yaklaşım

Aşağı yönlü yaklaşım olarak da adlandırılan bu yaklaşım her şeyden önce organizasyon içinde en tepede meydana gelen risklerin incelenmesini temel almaktadır. Bu yaklaşımda riskin saptanması ve ölçülmesi doğrudan ya da dolaylı kayıplara maruz kalan organizasyonun üst yönetimi tarafından kararlaştırılan ve önceden kabul edilen bir yapıya göre yönetilmektedir. Bu nedenle yukarıdan aşağıya yaklaşımda, bilinen ve tanımlanabilir operasyonel kayıp olayları söz konusudur.

Yukarıdan aşağıya yaklaşım kurum performansına ilişkin hedef parametreleri belirler ve riskin boyutunu, operasyonel risk faktörlerinin bu parametreler üzerindeki etkisini dikkate alarak hesaplar. Bu yaklaşım genel olarak hedef parametrenin saptanması, bu parametreyi etkileyebilecek içsel ve dışsal risk faktörlerinin belirlenmesi, parametre ile risk faktörleri arasındaki ilişkiyi ortaya koyacak bir modelin geliştirilmesi ve operasyonel risk boyutunun hedef parametrede görülen değişkenliğe göre belirlenmesi şeklinde özetlenebilecek aşamalardan oluşmaktadır.²⁰

Aşağı yönlü yaklaşımın bazı olumlu ve olumsuz yönleri bulunmaktadır. Bu yaklaşım farklı işletmelerin operasyonel risklerinin karşılaştırılmasına olanak sağlaması, uygulanmasının kolay ve düşük maliyetli olması ve karar alma sürecinde operasyonel risk sermayesinin göz önünde bulundurulmasını sağlaması açısından avantajlıdır. Fakat operasyonel kayıplara neden olan faktörler yerine bu faktörlerin hedef parametreler üzerindeki etkileri dikkate alındığından riskin yönetimi konusunda yeterince yol gösterici olamamaktadır. Bu yaklaşımın bir diğer olumsuz tarafı ise operasyonel risklerin kontrolünü sağlamak için gerekli olan kurumsal kültürün oluşturulmasına katkıda bulunmamasıdır. Operasyonel risk yönetimi için yukarıdan aşağıya yaklaşımı esas alan bankalar, risklerin ortaya çıkmadan önce belirlenmesi ve yönetilmesi konularını ele almamaktadırlar.

²⁰ Evrim Can, **Operasyonel Risk ve Yönetimi**, Ankara: SPK Yayınları, No.154, Nisan 2003, s.13.

2.3.5.4 Aşağıdan -Yukarıya (Bottom-Up) Yaklaşım

Aşağıdan yukarıya yaklaşım operasyonel riski, kaynaklarına ve nedenlerine göre araştıran bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım risk hakkında bilgi edinilmesinden ziyade riskin etki ve olasılığını belirleyen faktörlerin ortaya çıkarılmasını ve değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

Operasyonel riskin kaynakları genellikle basit bir neden-sonuç ilişkisinin sonucu olarak ortaya çıkmaz. Bu risk türü hem iç hem de dış faktörlerden etkilenen karmaşık bir ağın sonucudur. Operasyonel riske neden olan kayıplar genellikle teknoloji, istihdam, içsel ve dışsal olaylar ile süreçlerin etkileşimi tarafından ortaya çıkmaktadır. Aşağıdan yukarıya yaklaşım organizasyonun başından sonuna kadar konuşlanmış olan bu etkileşimi dikkate alarak operasyonel riskin etki ve olasılığını saptanmaya çalışmaktadır.

Yukarı yönlü yaklaşım birtakım özellikleri nedeniyle aşağı yönlü yaklaşıma göre daha çok tercih edilir. Bu yaklaşım, riskleri faaliyet alanları ve faaliyet kolları düzeyinde ele almakta ve operasyonel risk zarar olaylarına ilişkin verileri kullanmaktadır. Bu nedenle aşağı yönlü yaklaşımlara göre daha doğru sonuçlar vermektedir. Yukarı yönlü yaklaşım riskin ortaya çıkmadan önce belirlenmesi ve yönetilmesini sağladığı için kuruluşun operasyonel riskin olumsuz sonuçlarından kaçınmalarına yardımcı olur.

2.3.6 Operasyonel Risklerin İzlenmesi ve Ortaya Çıkmadan Önlenmesi

Operasyonel risklerin izlenmesi, temel ve önemli risklerin saydam bir şekilde tespit edilmesi ve tanımlanmasına yardımcı olan ve bankanın bu risk tespitlerine göre uygun önlemleri almasını olanak sağlayan bir süreçtir. Belirlenen süreçler ve saptanan risklerde, içsel ve dışsal faktörler nedeniyle zaman içinde meydana gelen değişikliklerin değerlendirilmesi izleme süreciyle mümkün olmaktadır.

İzleme aşaması; işlem hacmi, ciro, yerleşim başarısızlığı, gecikmeler ve hatalar gibi bankanın operasyonel performans ölçülerinin izlenmesi ile ya da yönetim kuruluna veya üst düzey yöneticilere sunulan operasyonel kayıpların nedenleriyle birlikte

izlenmesi yoluyla gerçekleştirilebilir. Ayrıca hızlı büyüme, yeni ürünlerin sunulması, personel devir oranı, işlem sapmaları ve ihlalleri, sistem kesintileri vb. gibi potansiyel operasyonel risk sebep ve kaynaklarını yansıtan risk göstergelerinin izlenmesiyle de etkin ve etkili bir risk izleme süreci gerçekleştirilmiş olur.

Düzenli izleme faaliyetleri, operasyonel risk yönetimi ile ilgili politikalarda, süreçlerde ve prosedürlerdeki yetersizliklerin ve hataların hızla tespit edilmesini ve riskin ortaya çıkmadan önlenmesini sağlamaktadır. Risklerin önlenmesindeki amaç risklerin etkilerinin azaltılması değil, tekrarlanma sıklıklarını düşürmektir. Zararın henüz ortaya çıkmadan önlenmesi riske neden olan faktörlerin açık bir şekilde belirlenmesini gerektirir.

Risk faktörlerindeki aksaklıkların, yetersizliklerin ya da hataların ortaya çıkma olasılıklarının azaltılması için uygulanan faaliyetler riski önleyici faaliyetler olarak adlandırılmaktadır. Riski önleyici faaliyetlerden birisi anahtar risk göstergelerinin tespit edilerek sürekli olarak izlenmesidir. Anahtar risk göstergeleri riskin olası sonucuna ilişkin bir uyarı sinyali olarak görev yapan, uyarı halinde riske karşı önlem alınmasını sağlayan bir tekniktir. Risk göstergeleri, kayıpların gerçekleşmeden önce engellenmesini amaçlar. Anahtar risk göstergeleri; yerleşmiş bir dağılımın dışına çıkan ve tehlike işaretleri meydana getiren olayları kolayca takip eden, risk seviyesi ile ilgili sürekli bilgi sağlayan, finansal, operasyonel ve iş süreçleri ile ilgili göstergeler bütünüdür. Örnek olarak personelin ortalama eğitim süresindeki düşüş zamanında değerlendirilebilirse, işlemlerde meydana gelebilecek hata oranı engellenebilir. Bu göstergeler dikkatli izlenmeleri halinde, finansal kayıp oluşmadan önce sorunlara müdahale edilmesi ve engellenmesi olanağı sağlar.

Bu teknikteki ilk aşama bankanın yapısına, yöneticilerin tecrübe ve değerlendirmelerine dayanılarak risk göstergelerinin belirlenmesidir. Bir organizasyon içerisinde yer alan; bilgi teknolojileri, insan kaynakları, finansal işlemler, teftiş ve iç kontrol, hukuk, operasyon ve yönetsel hizmetler gibi iş birimlerinde meydana gelen, kayıp riskini arttıran olaylar hakkında önceden bilgi sahibi olmak amacıyla o birimlere ait risk göstergeleri belirlenir. Örneğin; insan kaynakları birimi için; personel devir hızı, operasyon birimi için; işlem adetleri ve tutarları ile başarısız alım-satımlar, bilgi

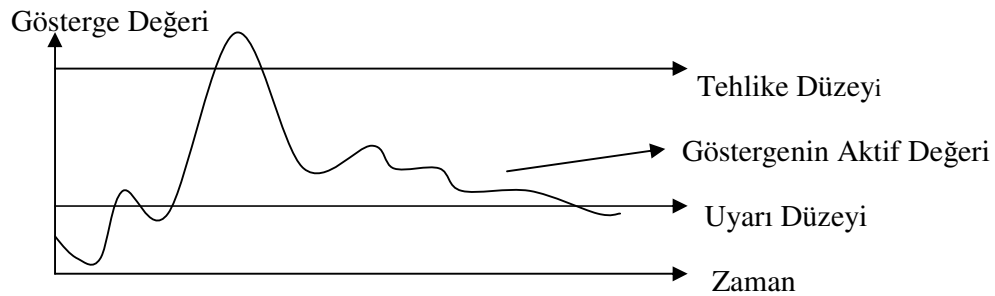
teknolojileri birimi için; virüs vakaları, sistem kesintileri, veri depolama kapasitesi vb. göstergeler belirlenebilir.

Göstergeler her zaman somut ölçümlere dayandırılmalı ve göstergelerdeki değişimlerin temsil ettikleri olası kayıp ile bağlantısı doğru olarak ölçülebilmelidir. Gösterge ile kayıp sıklığı veya şiddeti arasındaki korelasyonu istatistiki yöntemlerle kanıtlanmış olan gösterge, gerçek bir risk göstergesi olarak kabul edilebilir. Bu aşamanın başarılı olabilmesi için bankada risk kültürünün oluşturulmuş olması gerekmektedir. Yöneticilerin kendi birimlerine ilişkin risklere ait detayları vermek istememeleri ya da gizlemeleri, bu aşamadaki engellerden birisidir. Gösterge kullanımının başarısında üst yönetimin desteği kaçınılmazdır. Bu göstergelere ilişkin veriler periyodik olarak (aylık veya üç aylık olarak) toplanmalı ve izlenmelidir.²¹

Her birime ait risk göstergelerinin belirlenmesi ve bu göstergelerin belirli limitler içinde kalıp kalmadığının izlenmesi ile bankanın risk pozisyonu hakkında bilgi edinilebilir.

Aşağıda uyarı ve tehlike düzeyleri için kavramsal bir şekil çizilmiştir:

Şekil 2.2
Uyarı ve Tehlike Düzeyleri



Kaynak: Bank of Japan, Advanced Operational Risk Management, Financial and Payment System, 2005-2006 Calendar Year, September 2005, <http://www.boj.or.jp/en/type/release/zuiji/data/fsk0509b.pdf> (28 Aralık 2005), s.24.

Anahtar göstergeler önceden ayarlanmış limit değerlerini aşarsa (uyarı ya da tehlike düzeylerine ulaşırsa), kontrol ve denetim aşılan dereceye uygun olarak

²¹ TBB, *Operasyonel Risk Veritabanı*, ss.139-141.

güçlendirilir (uyarı düzeyini aştığı yerde) ya da iş operasyonları ve risk yönetim sistemleri yeniden gözden geçirilir, incelenir.

Göstergelerdeki değişimler izlenerek sorumluluğun hangi birimlerde olduğu, risklerin ne sıklıkta ortaya çıktığı belirlenmeli, belirlenen riskler üst yönetime bildirilmeli ve gerekli önlemler alınarak zararların ortaya çıkma olasılıkları azaltılmalıdır.

Örneğin süreçlerle ilgili olarak alınacak önlemlerden bazıları; işlemeyen ya da uygun olmayan süreçlerin daha basit hale getirilmesi, süreç içindeki faaliyetlerin ve kontrollerin daha çok bilgisayar sistemleri ile yapılması sonucu hata yapma olasılığının azaltılması, faaliyetlere ilişkin tüm süreçlerin ve bunlara ait alt süreçlerin basit, anlaşılır ve herkesçe bilinen yazılı prosedürler haline getirilmesi, kurum içi şeffaflığın artırılması gibi faaliyetlerdir.

Personel hatalarını ve bu hatalara bağlı operasyonel risklerin önlenmesinde personelin özenle seçilmesi, eğitilmesi ve yetiştirilmesi, görev dağılımının personel nitelikleri göz önüne alınarak yapılması, iş yükünün çalışanlar arasında adil bir şekilde dağıtılması, iş ortamının fiziki yapısının görev dağılımına uygun bir şekilde planlanması, işlemi yapan kişilerle onay veren kişilerin ayrı olması gibi faaliyetler önemlidir.

İç ve dış denetim, kurum içi ve kurum dışı yolsuzluk ve sahtekarlık olaylarının azaltılmasında etkili bir yöntemdir. Kurum içi yolsuzlukların önlenmesinde kurum çalışanları yolsuzlukların ortaya çıkartılması konusunda eğitilmeli, yolsuzluk yapıldığının tespit edilmesi halinde uygulanacak yaptırımlar tüm personel tarafından bilinen yazılı prosedürler haline getirilmelidir. İşlerin sadece belli çalışanlar tarafından yapılmasına ve bilinmesine engel olunması, birbirini takip eden süreçlerde görev ve sorumlulukların farklı personeller tarafından yapılması yolsuzlukların tespit edilmesi bakımında önemli faaliyetlerdir. Kurum dışı yolsuzluk olayları ile mücadelede ise yapılan anlaşmaların sürekli olarak gözden geçirilmesi ve alınan hizmetlerin kalite ve bedel bakımından piyasa emsalleri ile karşılaştırılması gerekmektedir. Ayrıca bilgisayar

sistemlerine dışarıdan yapılacak müdahaleler için de güvenlik sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Bankaların risk kültürü ve organizasyon yapıları birbirlerinden farklı olacağı için standart bir risk göstergeleri listesi oluşturulamamaktadır. Her banka kendi yapısına uygun olarak ve dış kayıp verisi ile desteklenmiş, bankaya özgü kayıp verisini doğru bir şekilde sınıflandırarak toplamalıdır. EK 2 'de operasyonel risk göstergelerine ilişkin örnek bir tablo sunulmuştur.²²

2.3.7 Operasyonel Riskin Kontrolü ve Riske Bağlı Zararların Azaltılması

Operasyonel risklerin kontrolü riskin gerçekleşmesi halinde ortaya çıkabilecek zarar olaylarının azaltılması faaliyetlerini içermektedir. Risk kontrolündeki amaç, riske yol açan faktörlerden ziyade riskin meydana getireceği zarar olaylarının kritik hale gelmeden engellenmesidir. Risk zararlarının azaltılması ile amaçlanan ise, risklerin tekrarlanma sıklıklarının düşürülmesi değil, riskin gerçekleşmesi halinde meydana gelecek zararların minimum düzeyde tutulmasıdır. Bu açıdan bakıldığında operasyonel risklerin kontrol edilmesi ve zararların azaltılması faaliyetleri, ortaya çıkma olasılığı düşük fakat potansiyel etkisi yüksek operasyonel risklerle mücadelede daha etkilidir.²³

Operasyonel risklerin kontrolü ve azaltılması için; iç ve dış denetim, kurum faaliyetlerine ilişkin kuralların ve işlem limitlerinin belirlenmesi, işlem ve bilgi teknolojisi güvenliği, sigorta, kamuyu aydınlatma gibi çok sayıda teknik kullanılmaktadır.

Bu tekniklerden en önemlileri iç denetim ve iç kontrol süreçleridir. Kurum içi yolsuzluk olaylarının tespit edilmesi, iç kontrol sistemlerinin etkinliğinin incelenmesi, risk yönetim ve risk değerlendirme yöntemlerinin değerlendirilmesi, muhasebe kayıtlarının kontrolü gibi amaçları üstlenen denetim fonksiyonu, operasyonel etkinlik ve verimlilik gibi faktörler üzerinde de yoğunlaşmıştır. Hem yönetim kurulu hem de üst yönetim, kontrol faaliyetlerinin bankanın düzenli iş ve faaliyetlerinin tamamlayıcı bir parçası olduğu sağlam ve güçlü bir iç kontrol kültürü oluşturmalıdır. Operasyonel

²² TBB, *Operasyonel Risk Veritabanı*, s.171.

²³ Marshall, ss.379-403.

riskleri azaltma amacıyla kullanılan iç kontrol teknikleri içerisinde; personelin özenle seçimi, yetiştirilmesi ve izlenmesi, görev ve sorumlulukların uygun bir şekilde dağıtılması ve ayrılması, çıkar çatışmalarına neden olabilecek sorumlulukların personele devredilmemesi ve uygun prosedürlerin uygulanması sayılabilir. Ayrıca bankalar kendi kendilerini değerlendirme programı yardımıyla kendi derecelendirme puanlarını, dış denetim veya denetçi görüşlerini kullanarak da operasyonel risklerini kontrol edebilirler.

İşlem ve bilgi teknolojisi güvenliği için yapılan yatırımlar da riskin azaltılması açısından önemlidir. İnternet aracılığı ile yapılan işlemlerin artması müşteri güvenliğine verilen önemi arttırmış ve web sitelerine yapılan kurum dışı saldırılar, kötüye kullanımlar ve virüs tehlikeleri gibi sorunlara karşı sistem güvenliğine ilişkin önlemlerin alınması zorunlu hale gelmiştir. Bu gibi zararlar bankacılık hizmetlerini uzun bir süre kesintiye uğratabilir ve hatta bankanın temel faaliyetlerini yürütme kabiliyetini tehlikeye sokabilir. Bankalar bu gibi durumlara karşı felaket kurtarma ve iş devamlılığı planları oluşturmalı ve uygulamalıdır.²⁴

Operasyonel risklerin azaltılmasında kullanılan diğer bir araç riskin sigortalanmasıdır. Sigorta, sigortalanan kurumun belli miktarda prim ödemek suretiyle karşı karşıya olduğu risklerin bir kısmını sigortalayan kuruma devretmesidir. Basel Komitesi, sigorta kapsamına alınacak risklerin, riske neden olan faktörlere ve riskin neden olacağı potansiyel zararların büyüklüğüne göre belirlenmesi gerektiğini savunmuştur. Buna göre ortaya çıkma olasılığı düşük, ancak potansiyel etkisi kurum sermayesi ile karşılanamayacak derecede büyük operasyonel risklerin sigortalanmasını önermektedir.²⁵ Örneğin; hatalar ve ihmaller, personelin veya üçüncü şahısların sahtekarlıkları, bilgisayar sistemlerinde yaşanan arızalar, virüs problemleri ile doğal afetler gibi düşük sıklıkta fakat yüksek etkili zarar risklerini önlemek için sigorta poliçeleri kullanılabilir. Risklerin sigorta şirketi tarafından üstlenilmesi kurum kaynaklarının daha etkin alanlarda kullanılmasına imkan sağlamaktadır. Beklenmeyen zararların nakit akımlarında yaratacağı olumsuz etkiler, ödenen sigorta primleri ile zamana yayılmakta ve büyük zararların kurum gelirlerinde yaratacağı ani düşüşler

²⁴ BIS, Sound Practices for the Management and Supervision of Operational Risk, February 2003, <http://www.bis.org/publ/bcbs96.pdf>, (20 Kasım 2005), s.12.

²⁵ BIS, *Operational Risk Consultative Document*, s.15.

önlenmektedir. Ancak operasyonel risklerin kurumdan kuruma farklılık göstermesi, sigortaya konu olan risklerin tanımlanmasının ve anlaşılmasının son derece güç olması, müşterinin faaliyetlerinin ve iş alanının anlaşılmasını gerektirmesi sigortalama faaliyetlerini güçleştirmektedir. Sigortalanan kurum operasyonel risklerinin tamamını ya da bir kısmını sigorta şirketine devretse de, riskin meydana gelmesi halinde oluşacak zarar, zamanında ve belirlenen miktarda ödenemiyorsa operasyonle risk, karşı taraftan kaynaklanan bir risk haline dönüşecektir. Bu nedenle kurumlar risk azaltma aracı olarak kullanılan sigortanın, riski gerçekten azaltıp azaltmadığına, riski başka bir sektöre veya iş alanına transfer edip etmediğine, yeni bir risk yaratıp yaratmadığına dikkat etmelidirler.

Kamuyu aydınlatma yoluyla da operasyonel riskler kontrol edilebilir. Denetim otoritelerince, finansal kuruluşlara maruz kaldıkları zararlar hakkında açıklama yapma ve risk profili ile ilgili bir dış rapor hazırlama zorunluluğu getirilmesi, dolaylı olarak kurumları operasyonel risklerini kontrol etmeye sevk eder.²⁶

2.3.8 Operasyonel Riske Yönelik Olarak Yapılan Düzenlemeler

Finansal piyasalarda meydana gelen büyük boyutlu kayıp olayları, temel finansal riskler haricindeki diğer risklere olan ilginin artmasını sağlamıştır. Başlangıçta sadece kredi ve piyasa riski yönetimine ilişkin düzenlemeler yapılırken son yıllarda bu düzenlemelere operasyonel riskler de dahil edilmiş ve finansal piyasaların kredi, piyasa ve operasyonel riskleri bir arada değerlendirmeleri gereği ortaya çıkmıştır. Bu amaçla operasyonel riske yönelik olarak yapılan uluslararası düzenlemeler giderek önem kazanmış ve bankacılık sektörü, denetim otoriteleri ile beraber operasyonel risk yönetim çerçevesi oluşturmaya ağırlık vermiştir.

Gelişmiş ülkelerin merkez bankaları, menkul kıymet borsaları ve bunlara ilişkin kurumların bir araya gelerek oluşturduğu; Basel Komitesi, Avrupa Komisyonu ve IOSCO (Uluslararası Sermaye Piyasası Kurulları Örgütü) gibi kurumların belirlediği düzenlemeler, risk yönetimi konusunda uluslararası finansal piyasalarda etkili olmaktadır. Bu kurumlar içerisinde özellikle Basel Komitesi tarafından oluşturulan

²⁶ Melek Acar Boyacıoğlu, “Operasyonel Risk ve Yönetimi”, **Bankacılar Dergisi**, Sayı 43, 2002, s.61.

düzenlemeler tüm dünyada finansal piyasaların yeniden yapılanmasını gerektiren en önemli yaklaşım olarak kabul edilmektedir.

2.3.8.1 Basel Düzenlemeleri

Basel Komitesi; G-10 ülkelerinin merkez bankası başkanları tarafından, 1974 yılında, dünya bankalarının ortak standartlar dahilinde çalışmasını sağlamak için BIS (Bank for International Settlements) bünyesinde oluşturulan uluslararası bir kuruluştur. Basel Komitesi'nin amacı; bankacılık sisteminin güvenliğini sağlamak, denetim standartları oluşturmak, gözetim için teknikler geliştirmek ve sermaye yeterliliği konusunda minimum standartları belirlemektir. Basel Komitesi'nin kararları uluslararası finansal kurumlar için tavsiye niteliğinde olup herhangi bir yaptırım içermemektedir.

Basel Komitesi tarafından 1988 yılında hazırlanan Basel Sermaye Uzlaşısı (Basel I Accord) ile sermaye yeterlilik hesaplamalarında diğer riskleri de kapsayacak şekilde sadece kredi riskini dikkate almış ve banka sermayesinin, riskli aktiflere oranının %8'den az olmayacağını ifade eden sermaye yeterlilik rasyosunu getirmiştir. Daha sonra Komite, piyasa ve operasyonel riski ayrı birer disiplin olarak ele almıştır. Operasyonel riske ilişkin olarak yapılan ilk çalışma Eylül 1998'de yayınlanan "Operasyonel Risk Yönetimi" adındaki rapordur. Bankaların operasyonel riske bakış açılarının belirlenmesi amacıyla 30 büyük banka ile yapılan görüşmeler sonucu hazırlanan raporda, operasyonel risk konusunda bir düzenleme yapılması gerektiği ilk defa vurgulanmıştır. Ayrıca Rapor'da operasyonel riske karşı sermaye tahsis edilmesi gerekliliğinden de söz edilmiştir.

Haziran 1999'de Komite tarafından, 1988 tarihli düzenlemenin yerini almak üzere yeni bir taslak hazırlanmıştır. "Yeni Sermaye Yeterliliği Çerçevesi" adlı bu taslakta, operasyonel risk için de sermaye ayrılması önerilmiştir. Ocak 2001'de bu düzenlemeye ilişkin yapılan değişiklikler sonucunda oluşturulan ikinci taslak çalışması kamuoyuna sunulmuştur. Basel I'de sermaye yeterlilik oranının hesaplanmasında sadece kredi ve piyasa riskleri dikkate alınırken Ocak 2001'de yayınlanan Basel II taslağında bu hesaplama, operasyonel riskler de dahil edilmiş ve toplam sermayenin kredi, piyasa ve operasyonel risklere oranlanması ile hesaplanan asgari sermaye

yeterlilik oranının %8 olması öngörülmüştür. Bu belgede operasyonel risklerin toplam sermaye gereğinin yaklaşık %20'sini oluşturacağı tahmin edilmektedir. Basel II anlaşma metninin son hali Haziran 2004'de yayınlanmış, 2006 sonuna kadar G-10 ülkelerinde, 2007'den sonra ise G-10 dışındaki ülkelerde uygulamaya geçilmesi planlanmaktadır.

Eylül 2001 tarihinde yayınlanan “Regulatory Treatment of Operational Risk” adlı çalışmada Ocak 2001 tarihli metnin sonuçları analiz edilerek operasyonel risk sermayesi tahsisinin hesaplanması için; Temel Gösterge Yaklaşımı, Standartlaştırılmış Yaklaşım ve İçsel Ölçüm Yaklaşımı olmak üzere üç farklı yaklaşım tanımlanmıştır. Ayrıca bu belgede operasyonel risk tanımı için Ocak 2001'de yapılan “*doğrudan ve dolaylı kayıp*” ifadesi metinden çıkarılmış ve operasyonel risk, “*yetersiz veya başarısız içsel süreçler, insanlar ve sistemler ya da dışsal olaylar sonucu ortaya çıkan zarar riski*” olarak tanımlanmıştır.²⁷

Operasyonel riske ilişkin olarak yapılan düzenlemelerde Basel Komitesi'nin amacı, bankacılık sektörünü riskin yönetimine ilişkin veri toplama ve çeşitli metodolojiler geliştirme konusunda teşvik etmek ve operasyonel risk ölçüm çabalarını arttırmaktır.

2.3.8.2 Ülkemiz Düzenlemeleri

Son yıllarda Türk bankacılık sektöründe yaşanan olumsuz gelişmeler nedeniyle risk yönetimi kavramının uygulamaya geçirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu amaçla BDDK tarafından Şubat 2001 ve Ocak 2002'de yayımlanan iki yönetmelik ile Türk bankacılık sistemindeki iç denetim ve risk yönetimi ile ilgili genel çerçeve belirlenmiştir.

Bankaların, karşılaştıkları risklerin izlenmesini ve kontrolünü sağlamak üzere kuracakları iç denetim sistemleri ile risk yönetim sistemlerine ilişkin esas ve usullerin belirlenmesi amacıyla, BDDK tarafından 8 Şubat 2001'de, “Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkında Yönetmelik” yayımlanmıştır. Bu yönetmelik bankaları ve özel finans kurumlarını kapsamaktadır. Yönetmelik; iç kontrol sistemi ve

²⁷ BIS, Working Paper on the Regulatory Treatment of Operational Risk, September 2001, http://www.bis.org/publ/bcbs_wp8.pdf (13 Nisan 2006), s.2.

işlevi, iç denetim sistemi, teftiş sistemi ve risk yönetim sistemini içeren bölümlerden oluşmuştur. Risk yönetim sistemi adlı bölüm altında; risk yönetim süreci ve risklerin tanımlanması, ölçülmesi, risk politikaları, risk yönetiminin organizasyonu, risk yönetim grubunun temel görevleri ile risklerin analizi, izlenmesi, raporlanması, araştırılması ve denetimi hakkındaki hükümler belirtilmektedir. Yönetmeliğin 30’uncu maddesinde bankaların maruz kalabileceği operasyonel risk şu şekilde tanımlanmıştır:

*“Banka içi kontrollerdeki aksamalar sonucu hata ve usulsüzlüklerin gözden kaçmasından, banka yönetimi ve personeli tarafından zaman ve koşullara uygun hareket edilememesinden, banka yönetimindeki hatalardan, bilgi teknolojisi sistemlerindeki hata ve aksamalar ile deprem, yangın, sel gibi felaketlerden kaynaklanabilecek kayıpları ya da zarara uğrama ihtimalini ifade eder”.*²⁸

Yönetmeliğin 38’inci maddesinde ise operasyonel riskin ölçülmesi, izlenmesi ve yönetimine ilişkin hususlar belirtilmiştir. Operasyonel riskin; uygun bir iç denetim sisteminin var olması ve bu sistemin banka içindeki dağıtımının sağlanması, bankanın tüm faaliyet sistemlerinin detaylı bir şekilde test ve kontrol edilmesi, iç ve dış sistemler arasında tam bir uyumun ve tamamen bağımsız bir yedekleme imkanının tesisi suretiyle yönetileceği ifade edilmiştir.

BDDK, 19 Ağustos 2002 tarihli “Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkındaki Yönetmeliğin Uygulanmasına İlişkin 1 Sayılı Tebliğ Taslağı”nda, operasyonel risklere ilişkin daha ayrıntılı düzenlemelere yer vermiştir. Taslak metinde, elektronik bankacılık ve internet bankacılığı faaliyetlerinde operasyonel riskin ortaya çıkabileceği durumlar; bilgi işlem sistemine ve elektronik bankacılık platformuna izinsiz girişler, personelin suç sayılan eylemleri yapması, sahte elektronik para yaratılması, banka dışından hizmet sağlanması sürecinde ortaya çıkan aksaklıklar, kullanılan sistemlerin eski ve yıpranmış durumda bulunması, yönetim ve personelin bankada yeniliklere uyum sağlayamaması, müşteri güvenlik uygulamalarında mevcut

²⁸ BDDK, *Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkında Yönetmelik*, s.15.

olan yetersizlikler ve banka tarafından gerçekleştirilen işlemlere müşteriler tarafından yapılan itirazlar olmak üzere sekiz madde halinde açıklanmıştır.²⁹

Bununla birlikte bu taslakta, itibar riski, kredi riski, likidite riski, faiz oranı riski, piyasa riski ve ülke riskinin de ortaya çıkabileceği durumlar belirtilmiştir.

Aynı taslağın 22'nci maddesinde ise, operasyonel risklerin kontrol altına alınmasına ilişkin süreç belirlenmiştir. Buna göre bankalar, operasyonel risklerin tanımlanması, ölçülmesi, kontrol edilmesi ve izlenmesi sürecinin tasarımı; teftiş kurulunun, iç kontrol merkezinin ve risk yönetimi grubunun sürece etkin ve beraberce katılımını sağlayarak gerçekleştirirler. Yine bu maddede operasyonel risklere ait zararların kontrolünün sağlanması amacıyla, bankada daha önce meydana gelmiş söz konusu hadiseler ile bunların oluşturduğu yaklaşık kayıplara ilişkin verilerin, bilgi sisteminde saklanılarak analize hazır durumda bulundurulması hususunda gerekli tüm tedbirlerin alınması gerektiği ifade edilmiştir. Taslakta, temel operasyonel faaliyet alanlarının, iç denetim sistemi kapsamında teftiş ve iç kontrolü gerçekleştirecek birim ve yetkililer vasıtasıyla kontrol edilmesi ve denetlenmesine ilişkin hükümler de yer almaktadır.

Uluslararası bankacılık sektörü, 2001 yılında yayınlanan, Basel II olarak anılan taslak ile beraber, operasyonel risk için birimler oluşturmaya başlamış, operasyonel riskleri de sermaye hesaplamasına katma aşamasına gelmiştir. Türk bankacılık sektörü ise, Basel II çerçevesinde yaşanan gelişmeleri pek yakından izleyememektedir. Ülkemizde yaşanan ekonomik krizler nedeniyle, risk yönetim çabalarında öncelikli olarak kredi ve piyasa riski üzerinde odaklanılmış ve operasyonel risk yönetimi konusuna gereken ilgi gösterilememiştir. Ayrıca bankalarımızın elinde geçmişe yönelik sınıflandırılmış yeterli veri birikiminin olmaması da ileri düzeyde operasyonel risk ölçümünü zorlaştırmaktadır. Fakat AB ile uyum sürecinde yaşanan gelişmelere paralel olarak, Basel II tarafından belirlenen düzenlemelere en kısa sürede adapte olunması kaçınılmazdır.

²⁹ BDDK, Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkında Yönetmeliğin Uygulanmasına İlişkin 1 Sayılı Tebliğ Taslağı, Ağustos 2002, <http://www.bddk.org.tr/turkce/duyurular/duzenlemeler/risk/Teb-AA3.doc> (23 Ocak 2006), s.8.

3. RİSK ÖLÇÜM TEKNİKLERİ

Risk ölçümü, finansal kurumların belirli bir zaman boyutu içinde faaliyet gösterdikleri ortamdaki belirsizlik düzeyinin, gerçekleşen veya gerçekleşmesi muhtemel finansal olayların sonuçlarına yaptıkları veya yapacakları etkinin parasal değer cinsinden ifade edilmesi olarak tanımlanabilir.

Finansal risk yönetimi sürecinde uygulanacak faaliyetlerin, alınacak kararların veya yapılacak yatırımların muhtemel sonuçlarının sayısal olarak ifade edilebilmesi durumunda riskin ölçülebilmesi mümkündür. Finansal kurumlarda hangi risklerin ne kadar üstlenilebileceği, yapılan yatırımlar veya işlemlerden elde edilecek kar ve zararın zaman içinde ne kadar değişeceği ve riskin büyüklüğünün ne kadar olacağı gibi sorulara cevap vermek amacıyla, riskin sayısallaştırılabilen kısmı için birtakım ölçüm teknikleri geliştirilmiştir. Risk ölçümü için kullanılan teknikler yardımıyla, belirli bir risk dönemi için muhtemel sonuçların olasılık dağılımı elde edilmektedir.

Banka ve diğer finansal kurumların yapıları gereği karşı karşıya kaldıkları riskler bundan önceki bölümde anlatılmıştır. Bu risklerden piyasa, likidite ve kredi riskleri banka dışı finansal piyasalardaki değişikliklerden ve üçüncü kişilerden kaynaklanan riskler olmakla birlikte, operasyonel risk çoğunlukla banka içi süreç ve sistemlerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle piyasa riskinin ölçümünde genellikle piyasa hareketleri dikkate alınırken, operasyonel risk ölçümünde kurum içinde oluşturulan içsel ve dışsal risk olaylarının veritabanından yararlanılmaktadır. Bununla birlikte her türlü risk ölçümü kantitatif analizlere dayanmaktadır. Risk yönetimi kantitatif risk ölçümleri sayesinde gelişmiştir. Çünkü risklerin kantitatif ölçümleri olmaksızın saptanmaları ya da kontrol edilmeleri mümkün değildir.

Risk ölçümü için çok sayıda metot ve veri analiz teknikleri bulunmaktadır. Finansal riskin ölçümü hangi modelde olursa olsun temelde risk ve gelir arasındaki ilişkilerle belirlenmektedir. Yöntemlerin hemen hepsi, piyasa değeri gibi belirli hedef değişkenler altında rassal parametre yaratılması suretiyle, faiz oranı ve piyasa parametresi tahminine dayanmaktadır.

Risk ölçümünde kullanılan belirli kantitatif risk göstergeleri bulunmaktadır. Bunlar duyarlılık, volatilité ve aşağı yönde risk ölçümü olmak üzere üç gruba ayrılır.³⁰

Duyarlılık (Sensitivity): Tek bir piyasa oranındaki bir birimlik değişimin hedef değişken üzerinde meydana getirdiği sapmadır. Duyarlılık, kazançlardaki değişkenlik oranıdır. Örneğin; piyasa faiz oranındaki %1’lik değişim, hisse senedi fiyatında %5 oranında bir değişime neden oluyorsa faiz oranı değişimine karşı hisse fiyatının duyarlılığı 5’e eşit demektir. Bankaların belirli bir riske olan hassasiyetleri bilanço kalemleri kullanılarak ölçülebilmektedir. Örneğin faiz oranı riskine olan hassasiyet Gap ile ölçülürken, kredi riskine olan hassasiyet toplam kredi miktarı ile ölçülmektedir. Döviz kuru riskine ilişkin hassasiyet ise, bankaların bilançolarında bulunan yabancı para aktifleri ile yabancı para pasifleri arasındaki farkla ölçülmektedir.

Volatilité: Belirlenen zaman boyunca bir finansal varlığın fiyatında meydana gelen aşağı ya da yukarı yönlü değişimlerdir. Bu değişim, incelenen varlık değerinin standart sapması ile ölçülür.

Aşağı Yönde Risk Ölçümü (Downside Risk): Hedef değişken üzerinde meydana gelen ters yönlü (olumsuz) sapmalara dayanmaktadır. Kazançlardaki değişkenlik, kayıpların ya da karların artması ve azalması durumunda meydana gelir. Volatilité; kazançlarda meydana gelen aşağı ve yukarı yönlü değişkenliği ifade ederken, aşağı yönde risk ölçümü; sadece kazançların aşağı yönlü sapması ile ilgilidir.

3.1 Temel İstatistiksel Kavramlar

Risk ölçümünde kullanılan temel istatistiki kavramlar aşağıda anlatılmıştır.

Ortalama (Beklenen Değer): Birinci bölümde riskin gerçekleşen sonuçlar ile tahmin edilen (beklenen) sonuçlar arasındaki sapma olduğu ifade edilmişti. Dolayısıyla risk hesaplamasında öncelikle gerçekleşecek sonuç hakkında bir tahminde bulunmak gerekir. Gelecekte meydana gelebilecek sonuçlar hakkında tahminde bulunmak için kullanılan yöntemlerden birisi ortalamadır.

³⁰ Joel Besis, **Risk Management in Banking**, New York: John Wiley & Sons Ltd., 1998, s.51.

İstatistikte, gözlem sonuçlarının hangi nokta etrafında toplandığını gösteren, seriyi temsil etme özelliği taşıyan tek bir sayısal değere ortalama denir ve aşağıdaki gibi gösterilir:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Beklenen değer aritmetik ortalamanın tesadüfi değişkenler için hesaplanan karşılığıdır. Beklenen değerde aritmetik ortalama kullanılan frekansların yerine olasılıklar kullanılır. n; gerçekleşebilecek muhtemel sonuçların sayısını, P(X_i); i sonucunun gerçekleşme olasılığını ve X_i; i sonucu gerçekleştiğinde elde edilecek sayısal sonucu gösterirse beklenen değer aşağıdaki gibi hesaplanabilir:³¹

$$E(X) = \sum_{i=1}^n X_i P(X_i)$$

Standart Sapma – Varyans: Risk, gelecekte ortaya çıkabilecek olaylar dağılımının bir ölçümüdür. Bu dağılımın yaygınlığı varyans ve standart sapma ile ölçülür. Standart sapma, seri birimlerinin ortalamadan sapmasının bir ölçüsüdür. Standart sapma bir risk ölçütü olarak kullanılır ve volatilité olarak da isimlendirilir. Standart sapma seri değerlerinin aritmetik ortalamadan farklarının kareli ortalamasıdır ve aşağıdaki gibi hesaplanır:

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

Standart sapmanın karesi varyanstır. Varyans bir yatırımdan elde edilecek gelirin değişkenliğinin ölçülmesinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda iki menkul kıymet

³¹ Mehmet Bolak, **Risk ve Yönetimi**, İstanbul: Birsan Yayınevi, 2004, s.21.

arasında seçim yapabilmek için kullanılabilecek bir risk ölçütüdür. Standart sapmanın veya varyansın küçüklüğü değişkenliğin dolayısıyla riskin az olduğunu gösterir. Varyans aşağıdaki formül ile hesaplanır:

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

Kovaryans - Korelasyon: Kovaryans iki değişkenin zaman içinde birlikte değişiminin bir ölçüsüdür. X ve Y gibi iki değişken için kovaryans Cov(X,Y) aşağıdaki gibi ifade edilir:³²

$$\text{Cov}(X,Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{n}$$

Kovaryans $-\infty$ ile $+\infty$ arasında bir değer alır. Kovaryans katsayısının $\text{Cov}(X,Y)>0$ pozitif işaretli olması değişkenler arasında doğru yönlü bir ilişkinin olduğunu, negatif işaretli olması ise değişkenler arasında ters yönlü ilişkinin olduğunu gösterir. Hesaplanan kovaryans katsayısının $\text{Cov}(X,Y)=0$ olması durumunda ise değişkenler birbirlerinden bağımsızdır, yani aralarında doğrusal bir ilişki yoktur.

Kovaryans değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü vermekte fakat standart bir ölçü olmadığından ilişkinin derecesi hakkında bilgi vermemekte ve serilerin ilişkilerinin karşılaştırılmasında yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle değişkenler arasındaki ilişkinin derecesini belirlemek için kovaryans standartlaştırılır. Kovaryansların X ve Y değişkenlerinin standart sapmalarına bölünmesi ile elde edilen standart ölçüye korelasyon denir ve aşağıdaki gibi hesaplanır:³³

³² Münevver Turanlı, Selahattin Güriş ve Aydın Ayaydın, **İstatistik Temel Kavramlar ve Uygulamalar**, Genişletilmiş 2. Basım, İstanbul: Der Yayınları, 1995, s.153.

³³ Güriş ve Bülbül, ss:371-372.

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{Cov}(X,Y)}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{n}}{\sigma_x \sigma_y}$$

Standartlaştırma ile ölçü farkları giderilmiş olur. Korelasyon katsayısı, ± 1 arasında değerler alır. $\rho < 0$ olması değişkenler arasında ters yönlü ilişki olduğunu, $\rho > 0$ olması ise değişkenler arasında doğru yönlü bir ilişki olduğunu gösterir. $\rho = 0$ ise değişkenler arasında doğrusal bir ilişki yoktur.

Değişkenlik Katsayısı: Ölçü birimleri farklı olan serilerin değişkenliğini ölçmede, standart sapma ve varyans gibi oransal olmayan ölçüler yetersiz kalmaktadır. Standart sapma ile varyans bir yatırımın riskini mutlak değer olarak ölçmektedir. Başka yatırımlar ile mukayese açısından oransal değerlere ihtiyaç duyulur. Değişkenlik katsayısı ne kadar yüksek ise yatırımın riskinin o ölçüde fazla olduğu kabul edilir. Değişkenlik katsayısı, standart sapmanın beklenen değere (getiriye) oranlanması suretiyle hesaplanır:

$$DK = \frac{\sigma}{E(X)} 100$$

Tesadüfi Dağılımlar:

Risk hesabında kullanılan kantitatif yaklaşımların büyük bir bölümü olasılık hesaplaması ile yakından ilgilidir. Olasılık teorisinde kullanılan tesadüfi dağılımlar, belirli bir risk tipinin zaman içerisinde göstermiş olduğu davranış biçiminin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Operasyonel risk için ayrılacak sermayenin belirlenmesi amacıyla kullanılan hesaplama tekniklerinin çoğu istatistiksel dağılımlar kullanılarak yapılmaktadır. Özellikle gelişmiş ölçüm yaklaşımlarından birisi olan zarar dağılımı yaklaşımında; operasyonel risklerin miktarının ya da diğer bir deyişle şiddetinin tespit edilmesi ve ne sıklıkta ortaya çıktıklarının belirlenmesi amacıyla, sıklık

ve şiddet modellerinin oluşturulmasında ve operasyonel riske maruz değerin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Bu açıdan tesadüfi dağılımlar, kantitatif operasyonel risk analizinde önemli bir yere sahiptir.

Operasyonel risk ile ilgili veritabanında yeterli veri mevcut ise ampirik dağılımlar doğrudan türetilir. Fakat çoğu durumda veri yetersizliği ile karşılaşılır. Bu nedenle teorik tesadüfi dağılımların kullanılması daha faydalı olmaktadır. Operasyonel risklerin modellenmesinde yaygın olarak kullanılan tesadüfi dağılımlar Tablo 3.1’de gösterilmektedir.

Tablo 3.1
Operasyonel Risk Modellerinde Yaygın Olarak Kullanılan Olasılık
Dağılımları

Operasyonel Kayıp Modelleri	Dağılımlar
Sıklık Modeli	Poisson, Binom, Negatif Binom
Şiddet Modeli	Üstel, Pareto, Lognormal, Gamma, Weibull, Aşırı Değer Teorisi (EVT) ve Genelleştirilmiş Pareto Dağılımı

Operasyonel risk kayıplarına ait verilerin özel niteliğinden dolayı, gerçekleşme sıklığı ve zararın büyüklüğü ayrı ayrı modellenmektedir. Sıklık modellerinde kesikli dağılımlar kullanılırken, şiddet modellerinde sürekli dağılımlar kullanılmaktadır. Çünkü frekans modelinde olayın ortaya çıkma sayısı dikkate alınırken, şiddet modelinde kaybın tutarı ölçülür.

Bu dağılımlar aşağıda anlatılmıştır:

Poisson Dağılımı:

Poisson dağılımının olasılık yığın fonksiyonu ve kümülatif dağılım fonksiyonu aşağıdaki gibi hesaplanır:³⁴

Olasılık yığın fonksiyonu:

$$P_k = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} \quad k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

k : bir olayın belirli bir zaman dilimi içerisinde gerçekleşme olasılığıdır.

Kümülatif dağılım fonksiyonu:

$$F(x) = \sum_{i=0}^x \frac{e^{-\lambda} \lambda^i}{i!}$$

Poisson dağılımında λ parametresi aritmetik ortalamayı verir ve şöyle hesaplanır:

$$\lambda = \frac{\sum_{k=0}^{\infty} kn_k}{\sum_{k=0}^{\infty} n_k} = \bar{X}$$

İki sonuçlu olaylara uygulanan bu dağılımda olayın ortaya çıkış olasılığı $p \rightarrow 0$ 'a yaklaşırken, deneme sayısı ∞ 'a gider. Poisson dağılımı tek parametrelili bir dağılım olup, dağılımın parametresi λ 'dır. λ , gerçekleşen olayların ortalamasını gösterir ve $\lambda > 0$ olmalıdır.

Poisson dağılımı sadeliğinden ve veritabanlarının çoğu için uygun olmasından dolayı operasyonel risk frekans tahmininde sıklıkla kullanılmaktadır.

³⁴ Güriş ve Bülbül, ss.423-424.

Binom Dağılımı:

Binom dağılımının olasılık yığın fonksiyonu ve beklenen değeri $E(k)$ aşağıdaki gibidir:³⁵

$$P_x = \binom{m}{k} p^k (1-p)^{m-k} \quad k = 0, 1, \dots, m$$

$$E(k) = mp$$

2 parametrelili bir dağılımdır, parametreleri m ve p 'dir. m ; birbirinden bağımsız ve aynı türde olan riskleri, p ise olasılığı göstermektedir. Genellikle m 'in değeri bilinir ve sabittir. Beklenen değer $E(k) = mp$ formülünden hesaplanan parametre p aşağıdaki gibidir:

$$p = \frac{E(k)}{m}$$

$$E(k) = \left(\sum_{k=0}^m kn_k \right) / \left(\sum_{k=0}^m n_k \right)$$

Negatif Binom Dağılımı:

Negatif binom dağılımının olasılık yığın fonksiyonu, kümülatif dağılım fonksiyonu ve parametre tahminleri aşağıdaki gibidir:³⁶

Olasılık yığın fonksiyonu:

$$P_k = \binom{k+r-1}{k} \left(\frac{1}{1+\beta} \right)^r \left(\frac{\beta}{1+\beta} \right)^k$$

³⁵ Bedriye Saraçoğlu ve Ferhan Çevik, **Matematiksel İstatistik Olasılık ve Önemli Dağılımlar**, 2. Baskı, Gazi Büro Kitabevi, Ekim 1995, s.386-391.

³⁶ Anna Reshetar, "Operational Risk and the Effect of Diversification on Capital Charge", **Summer Research Paper**, October 31, 2004, s.29.

$$k = 0, 1, 2, \dots, n \quad r > 0 \quad \beta > 0$$

Kümülatif dağılım fonksiyonu:

$$F(x) = \sum_{i=0}^x \binom{k+i-1}{i} \beta^k (1-\beta)^i$$

Negatif Binom dağılımı iki parametreye sahip bir dağılımdır. Parametreleri r ve β 'nin Maximum Olabilirlik tahminleri aşağıdaki gibidir:

$$r = \frac{\mu_{\text{sample}}^2}{\sigma_{\text{sample}}^2 - \mu_{\text{sample}}} , \quad \beta = \frac{\sigma_{\text{sample}}^2}{\mu_{\text{sample}}} - 1$$

Üstel Dağılım:

Üstel dağılıma sahip bir X tesadüfi değişkeninin olasılık yığın fonksiyonu, kümülatif dağılım fonksiyonu ve beklenen değeri aşağıdaki gibidir:³⁷

Olasılık yığın fonksiyonu:

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} , x > 0$$

Kümülatif dağılım fonksiyonu:

$$F(x) = 1 - e^{-\lambda x}$$

$$\text{Beklenen Değer} = E(x) = 1/\lambda$$

Dağılımın parametresi olan λ basitçe şu şekilde hesaplanır:

$$\lambda = 1 / E(x)$$

³⁷ Güriş ve Bülbül, ss.506-507.

Pareto Dağılımı:

Tek parametreye sahip pareto dağılan bir x tesadüfi değişkeninin olasılık yığın fonksiyonu ve kümülatif dağılım fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilir:³⁸

Olasılık yığın fonksiyonu:

$$f(x) = \frac{\alpha \theta^\alpha}{x^{\alpha+1}} \quad \alpha > 0, \quad x \geq \alpha > 0$$

Kümülatif dağılım fonksiyonu:

$$F(x) = 1 - \left(\frac{\theta}{x} \right)^\alpha$$

Parametrelerin maksimum olabilirlik ve moment tahmini aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.³⁹

Maksimum olabilirlik tahmini:

$$\alpha = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \ln(x_i/\theta)}, \quad \theta = \min \{x_i\}$$

Moment tahmini:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n x_i / n}{\left(\sum_{i=1}^n x_i / n \right) - \theta} = \frac{\bar{x}}{\bar{x} - \theta}$$

³⁸ Bedriye Saraçoğlu ve Ferhan Çevik, **Matematiksel İstatistik Olasılık ve Önemli Dağılımlar**, 2. Baskı, Gazi Büro Kitabevi, Ekim 1995, s.587.

³⁹ Mette Rytgaard, "Estimation in The Pareto Distribution", Nordisk Reinsurance Company A/S, Copenhagen, Denmark, **Astin Bulletin**, Vol.20, No.2, November 1990, ss.203-205.

Lognormal Dağılım:

Bir X tesadüfi değişkeninin logaritması normal dağılım gösterirse, bu X tesadüfi değişkeni lognormal dağılır. Lognormal dağılım, standart normal dağılıma benzer. Ancak burada Z yerine $(\ln(x)-\mu)/\sigma$ değeri yer alır. Normal dağılımı temsil eden Z'nin bu değere eşit olması halinde X tesadüfi değişkeni lognormal dağılır. Bu dağılımın olasılık yığın fonksiyonu ve parametre tahminleri aşağıdaki gibi ifade edilir:⁴⁰

Olasılık yığın fonksiyonu:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\log(x)-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad Z = \frac{\log(x) - \mu}{\sigma}$$

$$\mu = \bar{Z} \quad \text{ve} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^2}{n}}$$

Zi' lerin ortalaması μ 'nün, varyansı ise σ 'nın tahmini değerlerini verir.

Gamma Dağılımı:

Gamma dağılımı, belirli bir zaman aralığında belirli sayıda olayın gerçekleşmesi için gerekli zamanın olasılıklarının hesaplanmasında kullanılır. X sürekli tesadüfi değişkeninin pozitif değerleri için olasılık yoğunluk fonksiyonu, beklenen değer ve varyansı aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:⁴¹

Olasılık yoğunluk fonksiyonu:

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}, \quad x>0, \alpha>0, \beta>0$$

⁴⁰ Cruz, s.51.

⁴¹ Güriş ve Bülbül, s.524.

Beklenen Değer: $E(X) = \alpha\beta$

Varyans: $V(x) = \alpha\beta^2$

Beklenen değer ve varyans formüllerinden parametre tahminleri;

$\alpha = [E(x)]^2 / V(x)$, $\beta = V(x) / E(x)$ olarak bulunur.

$\alpha = 1$ olması durumunda gamma dağılımı üstel dağılıma dönüşür.

Weibull Dağılımı:

Weibull dağılımı, üstel dağılımın iki parametrelili bir genellemesidir. Weibull dağılımına sahip bir tesadüfi değişkenin olasılık yığın fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:⁴²

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-(x/\beta)^\alpha}$$

Kümülatif dağılım fonksiyonu:

$$F(x) = 1 - e^{-(x/\beta)^\alpha}$$

c parametresi yardımıyla yüzdebirlik değerlerden (a; 25. yüzdebirlik, b; 75. yüzdebirlik değerini gösterir) hesaplanan parametre tahminleri aşağıdaki gibidir:⁴³

$$c = \frac{\ln(\ln(4))}{\ln(\ln(4/3))} = 0,26217$$

⁴² Patrick de Fontnouvelle, John Jordan, and Eric Rosengren, “Implications of Alternative Operational Risk Modeling Techniques”, *Cambridge: NBER Working Paper Series*, No.11103, February 2005, <http://papers.nber.org/papers/w11103.pdf> (28 Aralık 2005), s.31.

⁴³ Cruz, s.53.

$$\beta = \frac{c \ln(a) - \log(b)}{c - 1}, \quad \alpha = - \frac{\ln(\ln(4))}{\ln(b) - \ln(\beta)}$$

Operasyonel kayıpların modellenmesinde, kullanılan dağılımların kuyruk özelliklerinin incelenmesi önemlidir. Düşük sıklıkta meydana gelen fakat etkileri büyük olan kayıp olaylarını dikkate almak için dağılımların kuyruk kısımlarına da olasılık değeri vermek suretiyle kalın veya ince kuyruk özellikleri araştırılmalıdır. Operasyonel riskler için özellikle dağılımların sağ kuyruklarının şekli önem taşımaktadır.

3.2 Portföy Riskinin Ölçümü

Tek bir menkul kıymetin riski, o menkul kıymetin beklenen getirisi ile reel (gerçekleşen) getirisi arasındaki farktır. Bu fark standart sapma ve varyans ile ölçülmektedir. Portföy riskinin ölçülmesinde ise portföyün standart sapması ve varyansı kullanılmaktadır. Portföy riski kendisini oluşturan finansal varlıkların toplam riskine eşit değildir. Portföy riskinin ölçümünde finansal varlıkların getirileri arasındaki ilişkiler de istatistiki açıdan önem kazanmaktadır.

Bir portföyün beklenen getirisi, kendisini oluşturan finansal varlıkların beklenen getirilerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Portföyün toplam değeri içinde her menkul kıymetin değerinin oranı portföy ağırlığı olarak ifade edilir. Bir portföyün beklenen getirisi aşağıdaki formül yardımıyla bulunmaktadır:⁴⁴

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i)$$

Bu eşitlikte; $E(R_p)$ Portföyün beklenen getirisini, $E(R_i)$ i. menkul kıymetin beklenen getirisini, w_i i. menkul kıymet için portföy ağırlığını (w_i 'lerin toplam değeri 1'e eşittir.), n ise portföydeki menkul kıymet sayısını göstermektedir.

⁴⁴ Hatipoğlu, s.158.

Portföy riskin göstergesi ise standart sapma ve varyanstır. Portföy yaklaşımında, bir finansal varlığın riski sadece kendi getirisinin standart sapmasına değil aynı zamanda kendi getirisi ile birlikte portföydeki diğer varlıkların getirileri arasındaki ilişkiye de bağlıdır. Bu nedenle portföy riskinin hesaplanmasında, portföyde yer alan finansal varlıkların (menkul kıymetlerin) getirilerinin birbirleri arasındaki ilişkinin de ortaya konulması gerekir. Örneğin; iki menkul kıymetin getirileri arasında ters yönlü bir ilişki varsa, bu iki menkul kıymetten oluşan portföyün standart sapması, ayrı ayrı iki menkul kıymetin standart sapmalarının toplamından küçük olacaktır. Bu ilişki, finansal varlıkların getirileri arasındaki kovaryans ile ölçülür. n tane finansal varlıktan oluşan bir portföyün standart sapması aşağıdaki gibi ölçülür:⁴⁵

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{Cov}_{i,j}}$$

Genellikle bir portföydeki finansal varlık sayısının artırılması yolu ile çeşitlendirmenin sağlanacağı ve riskin azalacağı kabul edilir. n sayısı arttıkça portföydeki menkul kıymetlerin ortalama varyansı küçülür ve sıfıra yaklaşır. Bu nedenle iyi çeşitlendirilmiş portföyler için standart sapma, formülün ikinci ifadesi olan kovaryans tarafından belirlenir. Böylece portföy riskinin standart sapması aşağıdaki gibi hesaplanır:⁴⁶

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{Cov}_{i,j}}$$

3.3 Volatilite Ölçümü

Risk yönetiminde belirsizlik kavramı söz konusu değişkenlerin volatiliteleri cinsinden ölçülür. Faiz oranları, döviz kurları, enflasyon, borsa endeksleri, ücretler, maliyetler gibi değişkenlerin volatiliteleri beklenen değerlerinden ne kadar saptıklarının

⁴⁵ Dağlı, s.358.

⁴⁶ Robert W. Kolb and Ricardo J. Rodriguez, **Finansal Yönetim**, Ali İhsan Karacan (çev.), SPK Yayınları, No:35, 1996, s.226.

bir ölçüsüdür. Ekonomideki belirsizlikler volatilitenin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle gelecekteki belirsizliklere karşı volatilitenin iyi bir şekilde tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla gelecekteki değişimleri tahmin edebilmek için volatilitenin tahmin metodları geliştirilmiştir. Uygulamada volatilitenin hesaplaması için; Tarihi Volatilitenin Hareketleri, Üssel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama Yöntemi (EWMA) ile ARCH (otoregresif koşullu eğişen varyans) ve GARCH (genelleştirilmiş otoregresif koşullu eğişen varyans) yöntemleri kullanılmaktadır.

Tarihi Volatilitenin Hareketleri: Bu yöntem volatilitenin, hesaplama dönemleri içinde sabit olduğunu varsayar. Finansal varlık fiyatı ile ilgili zaman serileri (günlük, haftalık, aylık) dikkate alınarak uygulanır. Finansal varlıkların fiyatlarının ortalama getirileri ve standart sapmaları belirlenerek risk-getiri miktarları karşılaştır ve yatırım için en uygun finansal varlık belirlenir.

Üssel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama Yöntemi (EWMA): VaR hesabında normal dağılım varsayımına dayanan parametrik yöntemde standart sapmanın zamandan bağımsız olduğu yani durağan olduğu kabul edilmektedir. Fakat piyasa fiyatlarındaki tarihsel veriler incelendiğinde standart sapmanın dolayısıyla volatilitenin zaman içinde değiştiği gözlemlenmektedir. Finansal piyasalarda volatilitenin genellikle zamana bağlı bir şekilde değişkenlik göstermektedir. Bu durumda durağan volatilitenin varsayımı ile yapılacak hesaplamalar gerçek riski yansıtmayacağından volatilitenin değişkenliğini hesaba katan yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur. Bu yöntemlerden birisi Üssel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama Yöntemi ve GARCH yöntemleridir.

Üssel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama Yönteminde volatilitenin hesaplanacağı dönem değerlerine daha fazla ağırlık verilir. Volatilitenin hesaplamasında üssel ağırlıklı hareketli ortalamalar kullanılmaktadır. t zamanındaki tahmini varyans, geçmiş değerlerin λ (lamda) ağırlıklı ortalamasıdır. Varyans aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanmaktadır:⁴⁷

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

⁴⁷ Philippe Jorion, **Value at Risk**, Second Edition, Singapore: McGraw Hill Companies, 2002, s.193.

Herhangi bir t zamanı için standart sapma (σ_t); bir önceki zamana (t-1) ait standart sapma (σ_{t-1}) ve bir önceki zamana ait getiri (r_{t-1}) verilerinin karelerine bağlı olarak hesaplanır.

ARCH-GARCH Modelleri: ARCH ve GARCH olarak bilinen varyansın sabit kalmadığını kabul eden ekonometrik tahmin modelleri, günümüzde özellikle finans sektöründe geniş bir şekilde kullanılmaktadır.

ARCH; otoregresif koşullu değişen varyansı ifade etmektedir. Oto regresif kelimesi, volatilitenin her zaman periyodu için önceki periyotlardaki volatilitelere bağlı olduğunu belirtir. ARCH ekonometrik olarak, hata teriminin varyansında meydana gelen ardışık bağımlılık (otokorelasyon) olarak tanımlanabilir. Engle tarafından geliştirilen otoregresif koşullu değişen varyans modelinin temel düşüncesi, hata teriminin t dönemindeki varyansı $V(u_t)$ 'nin önceki zaman dönemlerindeki hata terimlerinin karesine bağlı olmasıdır. Hata terimi u 'nun t dönemindeki varyansı, (t-1) dönemindeki hata terimi karesine, yani u_{t-1}^2 'e bağlı ise bu durum ARCH(1) süreci olarak gösterilir. Gecikme düzeyi 2 dönem olursa ARCH(2) süreci ortaya çıkar. Bu durum genelleştirilebilir.

k değişkenli regresyon modelinin; $Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + u_t$ olarak tanımlandığını varsayalım. Standart ekonometrik bir modelde u_t hata terimlerinin, 0 ortalamalı ve sabit varyanslı (σ^2) olduğu kabul edilir. Ancak hata terimlerinin sabit varyans özelliği göstermesi finansal zaman serilerinin yapısını tam olarak yansıtmaz. Bu nedenle Engle (1982) çalışmalarında koşullu hata varyansının modellenebileceğini göstermiştir. Böylece ARCH(p) süreci k değişkenli regresyon modeli için aşağıdaki gibi tanımlanır:⁴⁸

$$\text{var}(u_t) = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_2 u_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p u_{t-p}^2 + v_t$$

Yukarıda gösterilen ARCH(p) modelinin hata terimi v_t ; 0 ortalama ve sabit varyanslı white noise sürecine sahiptir ve u_{t-p} 'lerden bağımsızdır. ARCH modeli olarak

⁴⁸ Damador N. Gujarati, **Temel Ekonometri**, Ümit Şenesen ve Gülay Günlük Şenesen (çev.), Birinci Basım, İstanbul: Literatür Yayıncılık, Ekim 1999, s.437.

isimlendirilen bu model ile, özellikle yüksek volatilité sergileyen bir çok zaman serisi modellenebilmektedir. Buna bağlı olarak volatilitenin zaman içinde nasıl değiştii incelenebilmekte ve volatilitenin ileriye dönük tahminleri de yapılabilmektedir.

Hata varyansında ardışık bağımlılık yoksa, $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_p = 0$ olur. Yukarıdaki regresyonun en küçük kareler yöntemiyle tahmin edilmesi sonucunda elde edilen parametrelerinin anlamlılığı F sınamasıyla test edilerek ARCH(p) sürecinin var olup olmadığı belirlenir.

GARCH modelleri ARCH modellerinin genelleştirilmiş versiyonudur. GARCH modellerinde u'nun t dönemindeki koşullu varyansı yalnız hata terimlerinin geçmiş değerlerinin karesine bağlı değil, aynı zamanda geçmişteki koşullu varyanslara da bağlıdır. Yani hata terimlerinin varyansı hem kendi geçmiş değerlerinden hem de koşullu varyans değerlerinden etkilenir. GARCH modelleri genel olarak GARCH(p,q) şeklinde ifade edilir. p sayısı ARCH modelindeki gibi gecikmeli hata karelerinin uzunluğunu, q ise koşullu varyansın gecikme uzunluğunu vermektedir. Böylece GARCH(p,q) süreci k değişkenli regresyon modeli için aşığıdaki gibi tanımlanır:

k değişkenli regresyon modeli; $Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + u_t$ olarak tanımlanırsa GARCH(p,q) süreci aşığıdaki gibi ifade edilir:⁴⁹

$$\text{var}(u_t) = \sigma_t^2 = \delta_0 + \delta_1 u_{t-1}^2 + \delta_2 u_{t-2}^2 + \dots + \delta_p u_{t-p}^2 + \varphi_1 \sigma_{t-1}^2 + \varphi_2 \sigma_{t-2}^2 + \dots + \varphi_q \sigma_{t-q}^2 + \omega_t$$

$$\text{var}(u_t) = \sigma_t^2 = \delta_0 + \sum_{i=1}^p \delta_i u_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \varphi_i \sigma_{t-i}^2 + \omega_t$$

Burada σ_{t-i}^2 bir önceki dönemin volatilitésini, u_{t-i}^2 bir önceki dönemin getirisinin karesini göstermektedir. GARCH modelleri özellikle leptocurtic ve şişman-kuyruk (fat-tail) dağılımını açıklamada kullanılmaktadır.

⁴⁹ Hasan Şahin, **Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri**, Ankara: Turhan Kitabevi, 2004, s.87

3.4 Gap

Piyasa riski açısından incelendiğinde geleneksel risk ölçümünde en yaygın kullanılan yöntemlerden birisi faiz aralığı gap analizleridir. Bankaların genel faiz oranı değişikliği karşısında karşı karşıya kaldığı riskler; değişken faizli işlemler ve sabit faizli işlemler riski olarak ikiye ayrılabilir. Bu açıdan bakıldığında gap analizinde iki unsur söz konusu olur. Bunlardan birincisi sabit faizli aktifler ile sabit faizli pasiflerin miktarları arasındaki farkı ifade eden sabit oranlı gaptır. Burada faizler sabit olduğu için aktif ve pasifte yer alan kalemler piyasa faiz oranı değişikliklerinden etkilenmez. Yani sabit faizli işlemlerde faiz esnekliği 0'dır. Dolayısı ile faiz oranı riski %100'dür.⁵⁰ Yani faiz oranı değişimi kadar kar ya da zarar edilmektedir. Eğer aktif ve pasifte sabit faizli işlemler aynı tutarda ise herhangi bir pozisyon açığı veya fazlası (gap) yoktur. Eğer aktifteki sabit faizli kalemler pasifteki sabit faizli kalemlerden fazla ise aktif pozisyon fazlası (pozitif gap) var demektir. Böyle bir durumda piyasa faiz oranlarının yükselmesi durumunda aktif kalemdeki faiz oranı değişmeyeceği için faiz geliri kaybı oluşur. Piyasa faiz oranlarının düşmesi durumunda ise bu kalemler eski getirilerini koruyacakları için banka bu işlemlerden karlı çıkmış olur.

İkinci durum ise, değişken faizli aktifler ile değişken faizli pasiflerin miktarları arasındaki farktır. Bu durumda gap, belirli bir dönemde faize karşı duyarlı aktifler ile faize karşı duyarlı pasiflerin miktarları arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır.

$$\text{GAP} = \text{Faize Duyarlı Aktifler} - \text{Faize Duyarlı Pasifler}$$

Faize duyarlı aktiflerin (ticari ve bireysel krediler, menkul değerler cüzdanı vb.) miktarı faize duyarlı pasiflerin (vadeli mevduat, alınan krediler vb.) miktarından fazla ise pozitif gap, tersi durumda ise negatif gap söz konusudur. Pozitif bir aralık değerine sahip olan bir bankanın net faiz gelirleri piyasa faiz oranları yükseldiğinde artacak, tersi durumda ise azalacaktır. Negatif gap'a sahip olan bir banka ise piyasa faiz oranlarının yükselmesi durumunda faiz geliri kaybına uğrayacak, düştüğü durumlarda

⁵⁰ Hasan Kaval, **Bankalarda Risk Yönetimi**, Ankara: Yaklaşım Yayınları, 2000, s.92.

ise daha fazla faiz geliri elde edebilecektir. Bu durum matematiksel olarak şöyle gösterilebilir:⁵¹

$$\text{Net Faiz Gelirindeki Değişim} = \text{Aralık (Gap)} * \text{Faiz Oranındaki Değişim}$$

$$\Delta \text{NFG} = \text{Aralık} * \Delta \text{FO}$$

Bir bankanın faiz duyarlılığı, faize duyarlı aktiflerinin faize duyarlı pasiflerine oranı ile ölçülür.⁵²

$$\text{Faiz Duyarlılığı} = \frac{\text{Faize Duyarlı Aktifler}}{\text{Faize Duyarlı Pasifler}}$$

Faiz duyarlılığı 0 ile 1 arasında değer alır. Faiz duyarlılığı 1 ise; faize duyarlı aktifler ile faize duyarlı pasifler eşit demektir. Bu durumda gap, 0'dır. Faiz duyarlılığı 1'den küçük ise; faize duyarlı aktifler faize duyarlı pasiflerden küçüktür, yani negatif gap var demektir. Faiz duyarlılığı 1'den büyük ise; faize duyarlı aktifler faize duyarlı pasiflerden büyüktür, yani pozitif gap var demektir.

Değişken faiz söz konusu olduğunda bilançonun aktif ve pasifindeki kalemler piyasa faiz oranları değişikliklerinden etkilenmektedir. Yani faiz oranı değişimlerine karşı duyarlıdır. Piyasa faiz oranı değiştiğinde bu kalemlerin fiyatları ve oranları da değişmektedir. Ancak bu değişim piyasa faiz oranlarında meydana gelen değişim ölçüsünde olmayabilir. Piyasa faiz oranındaki bu değişikliğin aktif ve pasif kalemlere ne kadar yansıtacağı bu kalemlerin faiz oranı esnekliklerine bağlıdır.

⁵¹ Salih Tanju Yavuz, "Risk Yönetimi 'İçeri' Aktif Pasif Yönetimi 'Dışarı' (mı?)", **Bankacılar Dergisi**, Sayı:41, 2002, ss.26-27.

⁵² Raif Parlakkaya, **Finansal Türev Ürünler ile Mali Risk Yönetimi ve Muhasebe Uygulamaları**, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, Mart 2003, ss.75-76.

Faiz oranı esnekliği; herhangi bir işlem türünde meydana gelen faiz oranı değişiminin, piyasa faiz oranlarında meydana gelen değişime oranı olarak tanımlanabilir ve aşağıdaki gibi gösterilebilir:⁵³

$$\text{Faiz Oranı Esnekliği} = \frac{\text{Aktif (pasif) faiz oranlarında meydana gelen değişim}}{\text{Günlük faiz oranındaki değişim}}$$

3.5 Durasyon ve Konveksite

Piyasa riski açısından geleneksel risk ölçümü içerisinde en yaygın olarak kullanılan bir diğer yöntem durasyondur. Ortalama süre olarak da bahsedilen durasyon; faiz oranlarındaki değişimlere karşı portföyün duyarlılığının ölçülmesine imkan veren bir yöntemdir.

Durasyon; tahvillerin fiyat oynaklığının ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Durasyon bir tahvilin gelecekte sağlayacağı nakit akışlarının tamamlanabilmesi için geçmesi gereken ağırlıklı ortalama yıl sayısıdır. Bu süre, nakit akışlarının doğdukları döneme göre ağırlıklandırılmış toplam net şimdiki değerinin, tahvilin şimdiki değerine (piyasa fiyatına) bölünmesi ile bulunur. Durasyon formülü ilk kez 1938 yılında Friedrich Macaulay tarafından hesaplanmış ve hesaplanan bu ilk şekline Macaulay durasyon adı verilmiştir.⁵⁴

$$D = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{tF}{(1+i)^t} + \frac{nA}{(1+i)^n}}{\sum_{t=1}^n \frac{F}{(1+i)^t} + \frac{A}{(1+i)^n}}$$

Bu formülde; D durasyonu (süre), F sabit kupon faiz ödemesini (yıllık, altı aylık ya da üç aylık), n faiz ödenecek dönem sayısını (yıl sayısı, altışar aylık dönemsayısı ya da üçer aylık dönem sayısı), A tahvilin anapara geri ödemesini (tahvilin

⁵³ Bolgün ve Akçay, s.178.

⁵⁴ Dağlı, s.176.

nominal değeri), i yıllık faiz oranını (piyasa faiz oranı veya tahvilin verimi), t ise ödemenin yapılacağı dönemi göstermektedir. Formülün paydasında yer alan ifade, bir tahvilin fiyatının gelecekteki nakit akışlarının bugünkü değerine bağlı olarak nasıl hesaplandığını göstermektedir.

Tahvilin fiyat oynaklığının ölçülmesinde yatırımcılar çoğunlukla D'nin (1+i)'ye bölünmüş şekli olan düzeltilmiş durasyonu kullanmayı tercih ederler:⁵⁵

$$D_d = \frac{D}{(1+i)}$$

Düzeltilmiş durasyon, tahvilin verimindeki (piyasa faiz oranı) değişiklik karşısında fiyatının yaklaşık olarak ne ölçüde değişeceğini ortaya koymaktadır. Diğer bir deyişle tahvil fiyatının değişim oranını vermektedir.

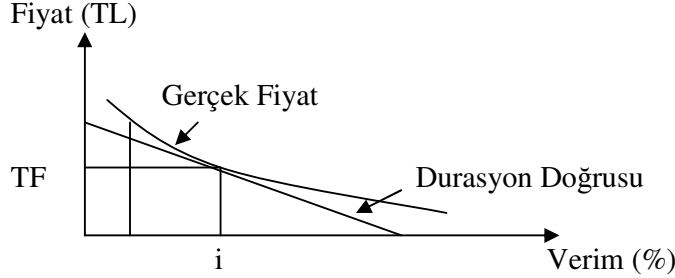
Durasyon oynaklığın bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Yani tahvildeki fiyat değişikliğinin ne kadar değişeceğini, dolayısıyla riski göstermektedir. Diğer faktörler sabit kalmak şartıyla, bir tahvilin vadesi ne kadar uzun ise durasyonu da o ölçüde büyük hesaplanmaktadır. Tahvilin vadesinin uzaması durasyon ve düzeltilmiş durasyonu arttırmaktadır. Durasyonu büyük olan tahvilin faiz oranı riski de büyüktür.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi, tahvil veriminde meydana gelebilecek değişiklikler karşısında tahvil fiyatında meydana gelebilecek değişikliklerin hesaplanmasında durasyon yöntemi kullanılabilir. Fakat büyük değişiklikler söz konusu olduğu zaman durasyona göre yapılan tahvil ile gerçek fiyat değişimi arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Çünkü tahvil fiyatı ile tahvil verimi arasındaki ilişki doğrusal değil konvektir. Durasyon yöntemi bu ilişkiyi doğrusal varsayar. Bu nedenle durasyona göre yapılan tahvil fiyatı tahmininde az çok hata meydana gelir. Bu durum faiz oranı değişikliğinin tahvil fiyatına her zaman aynı şekilde yansımadığını gösterir.

⁵⁵ Kaval, s.107.

Dışbükeysellik de denilen konveksite şekil üzerinde şöyle gösterilir:

Şekil 3.1
Fiyat-Verim Eğrisinin Konveks Şekli



Kaynak: Halit Soydan, **Bankalarda Risk Kavramı ve Yeni Finansman Teknikleri**, İzmir: D.E.Ü. ATMER, 1999, s.45.

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

3.6 VAR (Value At Risk)

Teknolojik gelişmelerin paralelinde risk türlerinin ve işlem hacimlerinin artması yaşanan krizleri arttırmakta ve etkilerini derinleştirmektedir. Riskteki değer ya da riske maruz değer olarak da yorumlanan VAR, bu bağlamda risklerin yönetilmesi ve ölçülebilmesi için son dönemde uluslararası finansal kuruluşlar arasında en çok kullanılan ölçüm araçlarından birisi olmuştur. Piyasa riskinin tespiti için son yıllarda gittikçe daha yaygın olarak kullanılmaya başlanan VAR, istatistiki temeli olan bir yöntemidir.

Riskteki değer, temel olarak belirli bir zaman içerisinde, belirli bir güven aralığında ortaya çıkabilecek en yüksek zararı ifade etmektedir. Value at Risk, finansal piyasalarda belli bir güven aralığında, belli bir dönem içinde meydana gelebilecek en yüksek zararı geleceğe dönük bir bakışla, herkesin anlayabileceği bir cinsten -para

değeri olarak- ifade eden bir yöntemdir.⁵⁶ Başka bir deyişle riske maruz değer (VAR), belirlenen bir zaman döneminde (bir işlem günü, bir ay, bir yıl vb.), belirli bir olasılıkla, finansal bir varlığın veya portföyün değerinde, piyasa hareketlerinden dolayı meydana gelebilecek maksimum değer kaybının tahminine dayanan bir kavramdır. Tanımdan da anlaşılacağı üzere, VAR tek bir varlık için hesaplanabileceği gibi birden fazla varlık yani portföy için de hesaplanabilmektedir. VAR yöntemi; risklere ilişkin bilgilerin toplanmasında, kaynakların şirket içinde kullanım yerlerinin belirlenmesinde ve performans ölçümünde kullanılmaktadır.

VAR metodolojisi, risk yönetimi için tek başına yeterli olmayan, birtakım avantajları ve eksiklikleri olan bir yöntemdir. VAR modelleri farklı varlıkların risklerini ve farklı risk faktörlerinden kaynaklanan riskleri (faiz oranı riski, döviz kuru riski gibi) bir araya getirerek herkesin yorumlayabileceği tek bir rakama indirgediği için tercih edilmektedir. Bu rakam bankaların piyasa riskleri karşısında tutmaları gereken sermaye miktarının hesaplanmasında temel oluşturmaktadır. Ayrıca VAR, risk faktörleri arasındaki korelasyonu da dikkate almakta, birbirini yok eden veya azaltan riskler var ise, toplam risk daha düşük olarak hesaplanmaktadır. Bu gibi üstünlüklerinin yanı sıra uygulanmasının oldukça basit olması, üst yönetimlerce yorumlanıp değerlendirilmesinin kolay olması ve kullanımının BIS tarafından teşvik edilmesi bu yöntemin başarısını etkileyen en önemli faktörler olarak görülmektedir.⁵⁷ VAR modelinin de bazı eksiklikleri ve uygulama sorunları bulunmaktadır. En kötü zararın ne olabileceğini vermemesi, dönem boyunca pozisyonların değişmediğinin varsayılması ve nereye yatırım yapılacağını söylememesi modelin kısıtları arasında sayılmaktadır. VAR modelinin en zayıf noktası olasılığı çok düşük olan ekstrem olayları kapsamamasıdır. Oysa gerçek hayatta bu tür olaylarla da karşılaşmaktadır. VAR modelinin bu eksikliklerini gidermek için senaryo analizleri ve stres testleri modelleri gündeme gelmiştir. Bu bağlamda VAR, bir banka içerisinde sağlıklı ve periyodik bir risk yönetim sisteminin kendisi değil sadece bir parçasıdır. Risk yönetimi, VAR'a ek olarak diğer risk bilgi sistemleri ve risk yönetim metotları ile desteklenmelidir.

⁵⁶ Jorion, s.86.

⁵⁷ Mustafa Duman, "Bankacılık Sektöründe Finansal Riskin Ölçülmesi ve Gözetiminde Yeni bir Yaklaşım: VaR Metodolojisi", **Bankacılar Dergisi**, Sayı:32, 2000, s.8.

Herhangi bir finansal varlık veya portföyün riske maruz değerinin hesaplanmasında kullanılan parametreler aşağıda açıklanmıştır:

Elde Tutma Süresi: Elde bulundurulanan varlık veya portföyün nakde dönüştürülmesine yani likide edilmesine kadar geçecek olan gün sayısıdır. Elde tutma süresi ile piyasa riski arasında doğru orantı vardır. Nakde dönüştürme süresi uzadıkça beklenen fiyat değişiklikleri yükseleceğinden maruz kalınacak risk de artacaktır. Bankaların çoğu VAR hesaplamalarında 1 günlük elde tutma süresi kullanır. Çünkü, elde tutulan portföy genelde bono, döviz gibi çok likit varlıklardan oluşmaktadır. Gerek Basel Komitesi gerekse BDDK, bankalar için bu süreyi asgari 10 iş günü olarak kabul etmektedir. Yani banka bir gün için bile yatırım yapsa o enstrüman, bankanın bünyesinde 10 gün duracak gibi değerlendirilir. Elde tutma süresi zamanın karekökü alınarak VAR hesaplamasına yansıtılır.

Örnekleme Periyodu: Fiyat değişikliklerinin gözleneceği ve buna bağlı olarak volatilite ve korelasyonların hesaplanacağı gözlem periyodudur. VAR'ın doğru bir şekilde hesaplanması için uygun sayıda verinin olması gerekir. Basel Komitesi tarihsel örnekleme periyodu olarak asgari 1 yıllık süre yani 252 iş gününü önermiştir.

Güven Düzeyi: Basel Komitesi ve BDDK, %99 güven düzeyinde ve tek taraflı güven aralığının kullanılmasını istemektedir. VAR hesabı açısından sadece olası en büyük zarar önemli olduğundan tek taraflı olasılık yeterlidir. Her aralık belli bir güven düzeyine göre belirlenir. Bu düzey $\%(1-\alpha)$ biçiminde gösterilir. $\alpha = 0,01$ hata payına ya da %99 güven düzeyine standart normal dağılım tablosunda karşılık gelen tek taraflı kritik değer 2,33'tür. Yani herhangi bir gözlemin ortalamasının 2,33 standart sapma kadar altında bir değerde olma olasılığı %1 olacaktır. VAR hesabında bu kritik değerler kullanılır. Aralık tahmininin %99 güvenle yapılmış olması, anakütleden çekilecek her biri n hacimli çok sayıdaki örneklemden hesaplanan her 100 istatistikten 99'unun güven sınırları içinde kalacağı, 1'inin ise sınırın dışına çıkacağı anlamını taşır. Güven sınırını %99 olarak seçilmesi, buna göre hesaplanacak VAR değerinden daha yüksek bir "günlük zarar" olasılığının %1 'in altında olacağı anlamına gelmektedir. Yani elde edilen VAR değerinden daha yüksek bir değerde zarar uğrama olasılığı %1'dir. Güven

aralığı ne kadar yüksek olursa ortaya çıkan VAR rakamları da o kadar yüksek olmaktadır.

Risk Faktörleri Arasındaki Korelasyonlar: Risk faktörleri arasında korelasyon vardır. VAR hesaplamaları genellikle birden varlığı içerdiği için aralarındaki korelasyonun hesaplanması önem taşımaktadır. Bu uygulamanın amacı VAR hesaplamalarını korelasyon varsayımlarının etkilerinden arındırmaktır.

Sermaye Gereksiniminin Hesaplanmasında Kullanılan Çarpım Faktörü: Basel Komitesi, bankaların piyasa riskine dayalı sermaye gereksiniminin hesaplanmasında VAR rakamının tek başına yeterli olamayacağını düşünmektedir. Gerekli sermaye tutarı, VAR rakamı ile belirli bir çarpım faktörü çarpılarak elde edilmelidir. BIS çarpım faktörünü en az 3 olarak belirlemiştir. Buna göre sermaye gereksinimini günlük bazda hesaplamak için; ilk önce yüzde 99 güven aralığında 10 iş günlük VAR rakamları her gün hesaplanır, ikinci aşamada ise bir önceki günün VAR rakamı ile son 60 iş günü için hesaplanan VAR rakamları ortalamasından büyük olanı çarpım faktörü ile çarpılarak sermaye gereksinimi tutarı bulunur.

VAR hesabı için kullanılan değişik yöntemler bulunmaktadır. Her yöntemin kendine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu yöntemler, bankanın özel durumuna ve pazarın özelliklerine göre ayrı ayrı veya birlikte de kullanılabilirler. Temel olarak iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlar parametrik yöntemler ve simülasyonlardır.

1. Parametrik (ya da lineer, varyans-kovaryans, delta-normal) VAR

Parametrik VAR olarak da adlandırılan varyans-kovaryans yönteminin birtakım varsayımları bulunmaktadır. Bu yöntem, yatırım araçlarının getirilerinin yani faiz oranı, döviz kuru gibi riske yol açan etkenlerdeki değişimlerin ve piyasa etkenlerinin normal dağılıma sahip olduğu varsayımına dayanmaktadır. Normal dağılıma sahip değişkenlerin toplamı da normal dağılıma sahip olduğundan portföyün getirisi de normal dağılıma sahip olacaktır. Diğer bir varsayım da portföy getirisinin normal dağıldığı varsayılan bu risk faktörlerindeki değişimlere lineer olarak bağlı olmasıdır. Ayrıca bu metotta volatilité ve korelasyonların zaman içinde değişmediği de varsayılmaktadır.

VAR değeri, örneğin ortalama ve varyans gibi parametrik özellikleri olan bir anakütleden geldiği varsayımı altında, zaman serileri kullanılarak tahmin edilmektedir. Bu varsayımlar altında portföyün VAR değeri, doğrudan ilgili risk faktörlerinin volatiliteler (standart sapma) ve korelasyonlarından hesaplanmaktadır. Bu yöntem ile VAR hesabı temel olarak aşağıdaki formül ile hesaplanır:⁵⁸

$$VaR = PV * \alpha * \sigma * \sqrt{t}$$

Formüldeki; PV pozisyonun piyasa değeri ya da portföy değerini, α güven düzeyine normal dağılım tablosunda karşılık gelen kritik değeri, σ getiri volatilitelerini (standart sapmasını), t ise elde tutma süresini göstermektedir.

Örneğin; bir işletme 100000€ karşılığı Amerikan Doları satın almış olsun. Günlük döviz kuru değişimlerinin standart sapması %0,25 (0,0025) ise, %99 güven düzeyinde 1 günlük ve 10 günlük elde tutma süreleri için VAR değerleri;

$$VaR_1 = 100000 * 0,0025 * 2,33 * \sqrt{1} = 582,5€$$

$$VaR_{10} = 100000 * 0,0025 * 2,33 * \sqrt{10} = 1842,026€ \text{ olur.}$$

Bir gün içinde mevcut döviz pozisyonundan elde edilecek zarar %99 olasılıkla 582,5€’dan az olacaktır. Yani bu miktardan daha fazla zarar etme olasılığı %1 ile sınırlıdır. Döviz pozisyonunun 10 gün tutulması halinde ise, %1 olasılıkla 1842,026€’dan daha fazla zarar edilmesi söz konusudur.

Pozisyonun ortalama getirisi biliniyor ise VAR değeri şu formül yardımıyla bulunabilir:

$$VaR = (Z * \sigma * \sqrt{t} - \mu) * \text{Yatırımın Değeri}$$

Örneğin; bir banka 50 milyarlık A hisse senedi almıştır. Bu hisse senedinin ortalama getirisi 0,0025 standart sapması 0,0426’dır. Bankanın bu yatırımı 1 gün elinde tutması durumunda VAR değeri %99 güven düzeyine göre;

⁵⁸ Bolgün ve Akçay, s.325.

$$\text{VAR} = (2,33 * 0,0426 * \sqrt{1-0,0025}) * 50 \text{ milyar} = 4837900000 \text{ olur.}$$

Yukarıdaki örnekler tek bir finansal varlığa yatırım yapılması durumundaki VAR tahminlerini göstermektedir. Portföyün iki varlık içermesi ya da iki farklı risk faktörüne maruz kalması durumunda ise varlıkların getirileri ya da risk faktörleri arasındaki korelasyonun da dikkate alınması gerekir. İki varlıktan oluşan portföyün standart sapması korelasyon kullanılarak hesaplanır. Portföyün riski yani portföy standart sapması (volatilitesi) aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$\sigma_p = [W_1^2 \sigma_1^2 + W_2^2 \sigma_2^2 + 2 W_1 W_2 \rho_{1,2} \sigma_1 \sigma_2]^{1/2}$$

W_1, W_2 : Birinci ve ikinci varlığın portföy içindeki ağırlığını göstermektedir. Bu durumda iki varlıktan oluşan bir portföyün VAR tahmini:

$$\text{VAR} = \text{Portföyün Toplam Değeri} * \sigma_p * Z * \sqrt{t} \quad \text{formülü ile bulunur.}$$

Ya da ilk önce her bir varlık için VAR değeri hesaplanıp, daha sonra portföyün VAR değerini hesaplayabiliriz:

$$\text{VAR} = [\text{VaR}_1^2 + \text{VaR}_2^2 + 2 \rho_{1,2} \text{VaR}_1 \text{VaR}_2]^{1/2}$$

Bir işletmenin 40000€ karşılığı dolara ve 60000€ karşılığı da İsviçre frangına yatırım yaptığını varsayalım. Günlük dolar kuru değişimlerinin standart sapması %0,263, günlük İsviçre frangı kuru değişimlerinin standart sapması %0,124 ve her iki döviz kuru değişim oranları arasındaki korelasyon katsayısının +%30 olduğu kabul edilirse portföyün standart sapması;

$$\sigma_p = [0,4^2 * 0,00263^2 + 0,6^2 * 0,00124^2 + 2 * 0,4 * 0,6 * 0,3 * 0,00263 * 0,00124]^{1/2} = 0,0014594 \text{ olarak elde edilir.}$$

Bu standart sapmaya bağlı olarak da döviz kurunun 10 günlük elde tutma süresi için, %99 güven düzeyine göre VAR değeri;

$$\text{VAR} = 100000 * 0,0014594 * 2,33 * \sqrt{10} = 1075,301\text{€ olur.}$$

Her iki döviz pozisyonu için VAR değerlerini hesaplayıp, daha sonra portföyün VAR değerini bularak da aynı sonuca ulaşabiliriz.

$$VAR_{USD} = 40000 * 0,00263 * 2,33 * \sqrt{10} = 775,124\text{€}$$

$$VAR_{IF} = 60000 * 0,00124 * 2,33 * \sqrt{10} = 548,187\text{€}$$

$$VAR_p = [775,124^2 + 548,187^2 + 2 * 0,3 * 775,124 * 548,187]^{1/2} = 1075,301\text{€}$$

Sonuç olarak, Amerikan doları ve İsviçre frangından oluşan döviz pozisyonunun 10 gün sürdürülmesi halinde, elde edilebilecek zarar %99 olasılıkla 1075,301€ değerinden az olacaktır.

İkiden fazla varlık veya risk faktöründen oluşan portföylerin VAR değerini hesaplamak için formüller genelleştirilir. n tane varlıktan oluşan portföyün standart sapması için;⁵⁹

$$\sigma_p = \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \rho_{i,j} W_i W_j \sigma_i \sigma_j \right]^{1/2}$$

VAR değeri için ise;

$$VAR_p = \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \rho_{i,j} VaR_i VaR_j \right]^{1/2} \quad \text{formülleri kullanılır.}$$

⁵⁹ Bolak, ss.272-273.

Portföy varyansı matrislerle de gösterilebilir. Bu durum, $\sigma_p = W^T \sigma_p W$ ile ifade edilebilir:⁶⁰

$$\sigma_p = [w_1 \ w_2 \ \dots \ w_n] \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & . & . & . & 0 \\ 0 & \sigma_2 & . & . & . & 0 \\ . & . & \sigma_3 & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ 0 & 0 & . & . & . & \sigma_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{11} & . & . & . & \rho_{11} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & . & . & . & \rho_{2n} \\ . & . & \rho_{33} & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & . & . & . & \rho_{nn} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & . & . & . & 0 \\ 0 & \sigma_2 & . & . & . & 0 \\ . & . & \sigma_3 & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ 0 & 0 & . & . & . & \sigma_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ . \\ . \\ . \\ w_n \end{bmatrix}$$

Parametrik yöntem kolay anlaşılabilmesi ve geniş çaplı portföylere kolay uygulanabilmesi açısından VAR hesaplamasında bankalar tarafından en çok kullanılan yöntemdir. Bununla birlikte bu yöntemin bazı eksiklikleri bulunmaktadır. Bunlardan birisi volatilité ve korelasyonların sabit olduğunu varsaymasıdır. Oysa finansal veriler zaman içinde değişmektedir ve finansal getirilerin dağılımında büyük volatilitelerin varlığı gözlemlenmektedir. Bu durumda normal dağılıma dayalı olarak bulunan VAR değeri gerçek VAR değerinden daha düşük tahmin edilmiş olur. Diğeri ise yöntemin sadece varsayımları sağlayan portföyler için doğru VAR tahminleri vermesidir. Bu portföyler, hisse senetleri, spot ya da forward döviz ya da ürün pozisyonları ve kısa vadeli borçlanma araçları içeren portföylerdir. İçeriğinde opsiyonlar, faize dayalı başka türev ürünler (örneğin structured notes) ve mortgage'a dayalı menkul kıymetlerin bulunduğu doğrusal olmayan enstrümanların riskini ölçmede yetersiz kalmaktadır.⁶¹

Parametrik modeldeki lineerlik varsayımı nedeniyle delta-normal modeli, gamma ve konveksiteye sahip portföylerde başarılı sonuçlar vermemektedir. Bu durumda parametrik yaklaşımın geliştirilmesi ile delta-gamma yaklaşımı ortaya

⁶⁰ Şahin, s.70.

⁶¹ Aydan Aydın, "Sermaye Yeterliliği ve VAR: Value At Risk", **TBB Araştırma Yayınları**, Eylül 2000, s.9.

çıkıştır. Delta-gamma yaklaşımı, doğrusallığın olmadığı durumlarda modele ikinci dereceden hassasiyetleri dahil ederek kuadritik yaklaşımı kabul etmektedir. Bu metot delta ve gamma risklerini de içermektedir. Delta oranı, opsiyonu söz konusu olan bir finansal varlığın değerinde meydana yüzde değişikliğin, opsiyon primini ya da fiyatını yüzde kaç oranında etkileyeceğini göstermektedir. Delta oranı 0 ile 1 arasında hareket eder. Gamma oranı, delta oranındaki değişimlere karşı opsiyon fiyatının değişimini ölçmektedir. Birimin değerinde meydana gelen değişikliklere portföyün ikinci dereceden hassasiyetini ölçer. Konveksite ise; verim eğrisinde meydana gelen paralel kaymalara, portföyün ikinci dereceden hassasiyetini ölçer.

2. Tarihi Simülasyon Yöntemi

Tarihi simülasyon yöntemi, belirlenen geçmiş tarih boyunca piyasa faktörlerinde görülen değişimlerin gelecekte portföy değerine etkisini belirlemekte kullanılan bir yöntemdir. Bu yaklaşımda finansal varlık ya da portföyün getiri dağılımı hakkında herhangi bir varsayım yapılmamakta tarihin tekrar edileceği varsayılmaktadır.

Tarihi simülasyon yöntemi piyasadaki etkenlerin dağılımları hakkında herhangi bir varsayımda bulunmamakta dolayısıyla tahmin edilmesi gereken volatilité, standart sapma ve korelasyon gibi parametrelerin hesaplanmasını gerektirmemektedir. Bu nedenle bu yöntem parametrik olmayan yöntem olarak da adlandırılmaktadır.

Yöntemde portföyün olası kar veya zararının dağılımı, piyasa etkenlerinin geçmiş N dönem boyunca gerçekleşmiş olan değişimlerinin şu anki portföye uygulanması yoluyla elde edilir. Tarihi simülasyon yöntemi şu aşamalardan oluşmaktadır:⁶²

1. İlk olarak portföyün temel piyasa etkenleri cinsinden hesaplanması ve portföyde bulunan varlıkların piyasa fiyatlarına göre olan değerlerini piyasa etkenleri cinsinden ifade edebilecek bir formül tespit edilmesi gerekir.

⁶² H. Özge Uysal, **Piyasa Riskinin Tespitinde Kullanılan Riskteki Değer (Value at Risk) Yöntemi**, Ankara: SPK Yeterlilik Etüdü, Yayın No.171, Nisan 1999, ss.12-13.

2. Piyasa etkenleri için son N dönem süresince gerçekleşmiş olan tarihi değerlerin ortaya konması gerekmektedir. Veriler VAR tutarının hesaplandığı elde tutma süresi ile uyumlu olmalıdır. VAR tutarı günlük elde bulundurma süresi boyunca karşılaşılabilecek zararın bir ölçüsü olarak kullanılacaksa, varsayımsal kar veya zararı elde etmek için piyasa etkenlerinin günlük değişimleri kullanılacaktır.

3. Mevcut portföye, piyasa oran ve fiyatlarında geçmiş N dönem boyunca görülen değişimler uygulanmakta ve varsayımsal portföy değerleri bulunduktan sonra her bir varsayımsal portföy değerlerinden portföyün mevcut değeri çıkarılarak kar veya zararlar bulunur.

4. Piyasa fiyatları ile bulunan değerlendirme sonucunda bulunan kar veya zararlar en yüksek zarardan en yüksek kara doğru sıralanır.

5. Son aşamada seçilen güvenlik düzeyine karşılık gelen zarar tespit edilir. Örneğin %95'lik güven aralığının esas alınması ve 1000 günlük verilerin kullanılması durumunda, ortaya çıkacak zararın VAR'ı aşması günlerin %5'inde yani toplam 50 günde beklenecek, böylece en yüksek VAR değeri 51'inci zarar olacaktır.

Tarihi simülasyon yöntemi, VAR hesaplama yöntemlerinin en basiti olarak gözükmektedir. Dağılımlar hakkında herhangi bir varsayımda bulunmaması ve risk faktörlerindeki değişimlere portföyün gösterdiği lineer olmayan tepkileri de dikkate alabilmesi bu yöntemin avantajlarındandır. Bununla birlikte yöntemin en büyük sakıncası, geçmiş verilere fazla bağımlı olmasıdır. Geçmişte gerçekleşmiş aşırı bir değer VAR tahminlerini aşırı olumsuz hale getirebilir ya da geçmişte gözlenmiş yeterli sayıda gözlem yoksa aşırı iyimser VAR tahminleri elde edilebilir. Yöntemin fiyat değişimlerinin etkin bir tarihine sahip olduğumuzu varsayması diğer bir zayıf yönüdür. Bazı varlıkların kısa bir geçmişi vardır ya da varlık ile ilgili büyük miktarlarda gerçek tarihi veri elde edilmemiş olabilir.

3.Monte Carlo Simülasyonu Yöntemi

VAR hesaplama yöntemleri içinde en güçlü ve en kapsamlı olan yöntem Monte Carlo simülasyonu yöntemidir. Tarihsel simülasyon yöntemi ile arasında bazı

farklılıklar bulunmaktadır. Tarihsel simülasyon yönteminde portföyün varsayımsal kar veya zararını oluşturmak için örnekleme dönemi içerisinde piyasa değerlerinde gözlemlenen gerçek değişimler kullanılırken, Monte Carlo Simülasyonu yönteminde piyasa etkenlerindeki olası değişimleri yeterli düzeyde temsil edebileceği düşünülen bir istatistiki dağılım seçilerek, gerçek olmayan piyasa fiyat ve oranları üretilir. Üretilen bu tesadüfi değerler mevcut portföye ilişkin varsayıma dayalı kar veya zararların dağılımını elde etmek için kullanılacak olup, VAR tutarı da bu dağılımdan elde edilmektedir.

Portföyde birden çok risk faktörü varsa, bu risk faktörleri arasındaki korelasyon da fiyat değişimlerinin yaratılmasında dikkate alınmalıdır. Risk faktörleri arasındaki korelasyon ve volatilitelerin saptanarak varsayıma dayalı değerler ilgili volatiliteler kullanılarak üretilir. Oluşturulan korelasyon matrisi yardımıyla korelasyonlu tesadüfi fiyat serileri üretilir.

Monte Carlo simülasyonunda üstün ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Yöntem doğrusal olmayan fiyat riski, volatilité riski ve model riski gibi pek çok riski hesaplayabilir. Ayrıca volatilitédeki zaman değişimi ve uç senaryoları da içine alabilir. Geniş bir perspektifte riskleri ölçebilen en kuvvetli VAR hesaplama yöntemidir. Yöntemin en önemli zayıflığı ise uygulama güçlükleri bulunması ve yüksek maliyetli olmasıdır. Monte Carlo, gamma ve konveksitenin bulunduğu karmaşık portföylerde doğru tahminler verebilen bir VaR modelidir.⁶³ Monte Carlo Simülasyonu ile VAR beş adımda hesaplanmaktadır.⁶⁴

1. Tarihi simülasyon yönteminde olduğu gibi ilk olarak portföyün temel piyasa etkenleri cinsinden tanımlanması ve portföyde bulunan varlıkların piyasa fiyatlarına göre olan değerlerini piyasa etkenleri cinsinden ifade edebilecek bir formül belirlenmesi gerekir.

2. Temel risk etkenleri belirlendikten sonra bunlardaki değişimler için belli bir dağılım tespit edilmekte ve bu dağılımın parametreleri tahmin edilmektedir. Kabul edilen dağılımın normal dağılım olması gerekli değildir. Risk yöneticileri piyasa

⁶³ Bolgün ve Akçay, s.341.

⁶⁴ Güven Sevil, **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitésinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları**, Eskişehir: T.C Anadolu Üniversitesi Yayınları, No.1323, 2001, ss.57-58.

etkenlerinde gelecekte ortaya çıkabilecek olası değişimleri doğru bir şekilde tanımlayabileceğine inandıkları herhangi bir dağılımı seçebilirler.

3. Dağılım seçildikten sonra piyasa etkenlerinin her biri için çok sayıda (1000 veya 10000 adetten fazla) varsayımsal değişim değeri üretilir ve bu varsayımlara dayalı piyasa etkenleri kullanılarak portföy değerleri hesaplanır. Daha sonra portföyün mevcut değeri ile varsayıma dayalı portföy değeri karşılaştırılarak varsayımsal kar ve zararlar bulunur.

4. Son olarak da portföy kar ve zararları maksimum zarardan maksimum kara doğru sıralanır ve VAR tutarı seçilen güven seviyesine karşılık gelen tutar olarak tespit edilir.

VAR ölçümünde yukarıda incelenen bu üç metot kullanılmaktadır. Hangi metodun kullanılacağına ilişkin seçim ise portföyün kompozisyonuna bağlıdır. Parametrik yöntem geniş portföyler için VAR ölçümünde hızlı ve etkili olmakla beraber lineer olmayan enstrümanlara olan uygunluğu daha azdır. Birçok risk kaynağına maruz kalan portföyler ve içinde opsiyon bulunmayan portföyler için en iyi seçim delta-normal metodudur. Opsiyon pozisyonları taşıyan portföyler için bu model uygun değildir. Birçok risk kaynağına maruz kalan portföyler ile önemli opsiyon bileşimleri için Delta-gamma metodu uygundur. Önemli opsiyon bileşimleri içeren portföyler için tarihsel simülasyon ile hesaplanan VAR ya da Monte Carlo simülasyon metotları kullanılabilir. Monte Carlo metodu genellikle tarihsel simülasyon ile hesaplanan VAR'dan çok daha fazla sayıda portföyün fiyatlamasını içerir. Tarihsel Simülasyon yöntemi normal dışı dağılımları modellemede diğer yöntemlere göre daha başarılıdır.

VAR modellerinin sözü edilen bu eksikliklerinin giderilmesi amacıyla senaryo analizleri ve stres testi modelleri geliştirilmiştir. Stres testleri ve senaryo analizleri, bankaların bilançoları içerisindeki alım-satım hesaplarındaki olağanüstü kazanç ve kayıplara neden olabilecek ya da riskin yönetimini güçleştirebilecek önemli faktörleri kapsar. Bu faktörler; piyasa riski, kredi riski ve operasyonel risk dahil tüm ana riskleri etkileyen gerçekleşme ihtimali düşük ancak zarar boyutu büyük olabilecek olayları içermektedir.

Stres Testi

İstatistiksel risk ölçümleri piyasa davranışının dengeli olduğunu varsaymaktadır. Piyasanın geçmişte kaydettiği istatistiksel karakterlerin gelecekte de devam edeceği varsayımına dayanan VAR değerleri, piyasa risk faktörlerinde meydana gelebilecek büyük değişimlerden kaynaklanacak riskleri kapsamamaktadır. VAR tutarı, normal piyasa koşulları altında ne kadar riske maruz kalınabileceğine ilişkin olarak istatistiksel bir ölçü sağlamakta fakat ileride meydana gelebilecek varsayımsal olaylara ve olağanüstü değişikliklere karşı portföyün duyarlılığı hakkında bilgi vermemektedir. Örneğin, %95 güven düzeyinde hesaplanan bir VAR değeri için, %5 olasılıkla bu VAR değerinden daha yüksek bir zararın gerçekleşmesi mümkündür. Stres testi bu zararın gerçekleşmesi ihtimalini göz önüne almaktadır. Bu nedenle VAR hesaplamalarının stres testleriyle desteklenmesi gerekmektedir.

Stres testi extrem piyasa koşullarında banka portföylerinde gerçekleşebilecek kayıp ya da kazanç durumlarının analiz edilmesini sağlar. Stres testleri extrem değerlerin gerçekleşmesi durumundaki zararı ölçmektedir. Örneğin petrol fiyatlarının iki katına çıkması, faiz oranlarında görülen büyük artışlar, likidite krizi, devalüasyon, politik kriz gibi tahmini olaylar karşısında portföyün kar-zarar durumunun ne şekilde bir değişim göstereceği ölçülmeye çalışılmaktadır.

Stres testi oluşturma'nın ilk aşaması strese maruz kalacak olan piyasa değişkenlerinin seçilmesidir. Piyasa değişkenler, portföyün değeri üzerinde etki edebilecek olan risk faktörleridir. Daha sonra aşırı piyasa senaryoları seti oluşturularak her bir risk faktörü üzerine uygun şoklar uygulanır. Yani bu uç değerlerin portföydeki varlıkların fiyatları üzerindeki ve portföy değeri üzerindeki etkisi analiz edilir.

Stres şokları belirlemenin iki yaklaşımı vardır. Bunlardan birisi, piyasa risk faktörünün zaman içinde aldığı değerlerin dikkate alınmasıyla oluşturulacak senaryolardır. Bu yaklaşımda her bir piyasa risk faktörünün kriz dışı ve kriz dönemlerindeki davranışı incelenir ve normal kriz dönemlerindeki hareketlerin kaç standart sapma olduğu hesaplanır. Diğer bir yaklaşım ise geçmiş yıllarda genel olarak ekonomide meydana gelen kriz dönemlerinin, risk faktörleri üzerindeki etkisinin

incelenmesi ile tarihsel kriz senaryolarının oluşturulmasıdır. Bu sürecin gerektiği gibi çalışabilmesi için piyasa risk grubu, piyasalardaki gelişmeleri yakından takip etmeli ve doğru analizlerle muhtemel çalkantıları önceden senaryo haline dönüştürebilmelidir. Stres testinde ayrıca risk faktörleri arasında meydana gelebilecek değişik korelasyon durumları da senaryolaştırılarak analiz edilmektedir.

Senaryo Analizi

Senaryo analizi stres testi sürecinde kullanılan bir yöntemdir. Stres testi piyasa koşulları hakkında oluşturulacak senaryolara bağlıdır.

Senaryo analizi sürecinin ilk aşamasında olağandışı varsayımsal senaryolar üretilmekte daha sonra ise bu senaryoların portföydeki varlıkların fiyatları üzerindeki olası etkileri araştırılmaktadır.

Senaryolar bir veya birkaç risk faktörünün değerinde belli oranda değişimleri içerecek şekilde tasarlanmış senaryolardan veya geçmiş tarihlerde gerçekleşmiş olağandışı olaylardan seçilebileceği gibi büyük deprem felaketleri, terörist saldırılar gibi geçmişte yaşanmamış olağandışı olayların olması durumunda bunun piyasa etkenleri üzerindeki etkilerinin ne olacağı da incelenebilir.

Kullanılacak senaryolar geliştirildikten sonra bu senaryoların portföydeki varlıklara, dolayısıyla portföyün değerine yaptıkları etki belirlenmelidir. Bunun için senaryolarla risk faktörlerinde meydana getirilen değişikliklere portföydeki varlıkların ne kadar duyarlı oldukları tespit edilir daha sonra portföyün değeri üzerinde meydana gelen toplam etki belirlenir.

Senaryo analizi ile risk faktörlerinin değerindeki oynaklıklar ile birlikte korelasyonlar da dikkate alınmaktadır. Herhangi bir portföy ile ilgili risk aynı zamanda çeşitli pozisyonların beklenen korelasyonlarına da dayanmaktadır. Bu nedenle korelasyonlarda önemli bir değişikliğin olması portföyün beklenenden daha fazla bir riskle karşılaşması sonucunu doğurabilecektir. Bu nedenle piyasada büyük oynamalar karşısında maruz kalınacak riskin yanında olağan piyasa korelasyonlarının önemli

ölçüde değişmesi durumunda maruz kalınacak risklerin de tespit edilmesi gerekmektedir.

Bu yöntemin en önemli sakıncası ise, sürecin tamamen risk yöneticilerinin öngörü ve tecrübelerine bağımlı olmasıdır.

Stres testi sürecinde senaryo analizi dışında kullanılan diğer araç stres modelleridir. Stres testi sürecinde; Olası Senaryo Modeli, Şarta Bağlı Senaryo Modeli, Tarihi Senaryo Modeli, Faktör İtme Metodu, Sistemik Senaryo Metodu gibi stres modelleri kullanılmaktadır.⁶⁵

Backtesting (Geriye Dönük Test)

Bankalar tarafından VAR hesabında kullanılan modellerin doğruluğunu ve performansını ölçmek amacıyla kullanılan bir test etme yöntemidir. Geriye dönük test en basit ifadeyle, portföyün zararını bir gün önceden hesaplanan VAR tahmini ile karşılaştırmaktır. Eğer yarın gerçekleşen zarar, yarın için hesaplanan VAR tahminine eşit ya da küçük ise hesapladığımız VAR modeli uygun bir model olarak değerlendirilebilir. Fakat hiçbir zaman gerçekleşen zarar ile VAR tahmini sonucu aynı olmaz. Aralarında az çok farklılık bulunur. Modelin anlamlı olarak değerlendirilebilmesi için bu farklılığın belirli sınırlar içerisinde kalması gerekir.

Günlük zararın, modelin VAR tahminini aşma sayısı sapma sayısı olarak adlandırılır. Kullanılan modelin uygun olması için sapma sayısının beklenen sapma sayısına yakın olması gerekir. Beklenen sapma sayısı backtest uygulanan gün sayısı ile güven düzeyine bağlıdır. Örneğin 1000 günlük bir dönem için %95 güven düzeyinde sapma sayısının 50 ($1000 \cdot 0,05 = 50$) olması beklenir. Yani 1000 günlük bir dönemde, 50 gün boyunca günlük zarar, tahmini VAR değerini aşmıştır. Sapma sayısı 50'den büyük ise modelin uygunluğu hakkında şüphe edilir.

Modelin geçerli bir model olup olmadığı istatistiksel olarak test edilebilir. Bu durumda sapma sayısı ile beklenen değer arasındaki farkın istatistiki olarak anlamlı olup olmadığını bulmamız gerekir. Örneğin; 255 iş gününde VAR tahmininden büyük olarak

⁶⁵ Sevil, s.62.

hesaplanan gün sayısı 25'tir. Modelin uygun bir model olup olmadığını %95 güven düzeyine göre bulalım:

Modele ilişkin hipotezler şu şekilde ifade edilebilir:

Ho: Model geçerli bir modeldir. (Anlamlı bir fark yoktur.)

H1: Model geçerli bir model değildir. (Anlamlı bir fark vardır.)

X sapma sayısını, N backtest uygulanan gün sayısını, p anlamlılık düzeyini ve $q = 1-p$ 'yi gösterirse; $N = 255$, $X = 25$, $p = 0,05$, $q = 0,95$ olur.

Test istatistiği:⁶⁶

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{X - Np}{\sqrt{Npq}}$$

$$Z = \frac{25 - 255(0,05)}{\sqrt{255(0,05)(0,95)}} = 3,520 \quad \text{olarak elde edilir.}$$

%95 güven düzeyinde tek taraflı test için tablo değeri 1,645'tir. Bu durumda $3,520 > 1,645$ olduğunda H_0 reddedilir. %95 güven düzeyinde model geçerli bir model değildir. Burada $N \cdot p$ = beklenen değeri vermektedir. Yani 255 günün ortalama olarak 12,75 gününde günlük zararın, tahmin edilen VAR değerini aşması beklenir. $N \cdot p \cdot q$ ise varyansı verir. Bu ise iki sonuçlu binom dağılımına uymaktadır. N yeteri kadar büyük olursa merkezi limit teoremi gereği binom dağılımı normal dağılıma yaklaşır.

Aşağıdaki tabloda değişik gözlem sayılarında, belirli güven aralıkları için kabul edilebilir istisna (sapma) değerleri verilmiştir:

⁶⁶ Şahin, s.106.

Tablo 3.2
Kabul Edilebilir Sapma Sayıları

VAR Güven Aralığı	Hata Miktarına İstinaden Reddedilemeyecek Alan		
	T = 255 Gün	T = 510 Gün	T = 1000 Gün
%99	$N < 7$	$1 < N < 11$	$4 < N < 17$
%97,5	$2 < N < 12$	$6 < N < 21$	$15 < N < 36$
%95	$6 < N < 21$	$16 < N < 36$	$37 < N < 65$
%92,5	$11 < N < 28$	$27 < N < 51$	$59 < N < 92$
%90	$16 < N < 36$	$38 < N < 65$	$81 < N < 120$

Kaynak: Jorion, s.136.

Bu tablo örneğin; 510 iş gününde (2 yıl), %95 güven düzeyinde, sapma sayısı 16 ile 36 arasında olduğu sürece modelin reddedilemeyeceğini göstermektedir. N'in değeri 36'ya eşit ya da ondan büyük olursa VAR değeri çok küçük kalmakta yani model kayıp miktarını olduğundan düşük tahmin etmektedir. Bu durumda model kabul edilmez. N'in değerinin 16'ya eşit ya da ondan daha küçük olması durumunda ise VAR modeli fazla muhafazakar kalmaktadır. Yüksek hesaplanan VAR modeli bankanın yüksek sermaye tutmasına neden olur.

Tablodan aynı zamanda güven düzeyi yükseldikçe ya da hata payı azaldıkça sapma sayısı için reddedilemeyecek alanın daraldığını görülmektedir. Aralık azaldıkça modeli reddetme olasılığı artar. Bu da güven düzeyinin artması durumunda modelin güvenilirliğinin azaldığını gösterir.

Basel Komitesi, öngörülen limit aşımalarını üç kategoride sıralamayı tavsiye eder. Bu kategorileri yeşil, sarı ve kırmızı bölge olarak ayırmıştır. Tablo 3.3'te de görüldüğü gibi yeşil bölge modelin geçerliliğinin yüksek ihtimalini ifade ederken, kırmızı bölge modelin kusurlu olduğunu işaret eder. Tablo, sermaye hesaplamalarında kullanılacak sapma sayılarına karşılık gelen çarpım ve artı çarpım faktörünü gösterir. Bu faktörler sermaye yükümlülüğünün hesaplanması için VAR tutarı ile çarpılır. Tablodan da görüldüğü gibi sapma sayısı 4 veya daha az ise VAR tutarı 3 ile, eğer sapma sayısı 7 ise VaR tutarı 3,65 ($3+0,65$) rakamı ile çarpılarak sermaye yükümlülüğü bulunur. Sapma sayısının artması durumunda düzenleyici kurum bankanın daha fazla sermaye gereksinimi hesaplaması için kullanacağı artı çarpım faktörünü arttırmaktadır.

Kurum bir anlamda bankayı VAR'ı doğru tahmin etmesi için teşvik etmektedir. Bankalar için önemli olan husus, VAR'ı doğru bir biçimde tahmin edebilecek ve düşük sermaye konulmasını sağlayacak bir modelin bulunmasıdır.

Tablo 3.3
BIS'in Geriye Dönük Test Kriterleri

Bölge	Sapma Sayısı	Çarpım Faktörü	Artı Çarpım Faktörü	Birikimli Olasılıklar
Yeşil	0	3,00	0,00	%8,11
	1	3,00	0,00	%28,58
	2	3,00	0,00	%54,32
	3	3,00	0,00	%75,81
	4	3,00	0,00	%89,22
Sarı	5	3,00	0,40	%95,88
	6	3,00	0,50	%98,63
	7	3,00	0,65	%99,60
	8	3,00	0,75	%99,89
	9	3,00	0,85	%99,97
Kırmızı	10	3,00	1,00	%99,99

Kaynak: BIS, Supervisory Framework For The Use of "Backtesting" in Conjunction With The Internal Models Approach To Market Risk Capital Requirements, January 1996, <http://www.bis.org/publ/bcbs22.pdf> (12 Nisan 2006), s.15.

3.7 Operasyonel Riske İlişkin Ölçüm Teknikleri

Bankacılık sektöründe önemli bir otorite olan Basel Komitesi, operasyonel risk grubunun sadece sayısallaştırılabilen kısmı için tahsis edilecek sermayenin hesaplanmasında, basit ve riske duyarlı yöntemlerden gelişmiş ve riske duyarlı yöntemlere kadar üç farklı yaklaşım önermektedir. Bu yaklaşımlar; Temel Gösterge Yaklaşımı, Standartlaştırılmış Yaklaşım ve Gelişmiş Ölçüm Yaklaşımlarıdır.

3.7.1 Temel Gösterge Yaklaşımı (Basic Indicator Approach)

Temel gösterge yaklaşımı oldukça basit bir yöntemdir ve operasyonel risk için gerekli sermaye tahsisini bankanın bütün faaliyetleri için tek bir gösterge kullanarak

tespit etmektedir. Söz konusu gösterge BIS tarafından brüt gelir* olarak belirlenmiştir. Temel gösterge yaklaşımında brüt gelirin belirli bir α katsayısı ile çarpılması suretiyle operasyonel riske karşı tahsis edilecek sermaye miktarına ulaşılmaktadır.

Temel gösterge yaklaşımında, bankaların operasyonel riskleri için önceki 3 yılın brüt gelirlerinin %15'i olarak her bir yıl için hesaplanan ve son 3 yılın ortalaması alınarak ulaşılan tutarda sermaye bulundurmaları öngörülmektedir. Bu yaklaşıma göre operasyonel risk için ayrılacak sermaye miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır:⁶⁷

$$\text{Sermaye}_{\text{TGY}} = [\sum (\text{BG}_{1...n} * \alpha)] / n$$

Burada Sermaye_{TGY}; Temel gösterge yaklaşımı ile hesaplanan sermaye tutarını, BG_{1...n}; yıllık brüt geliri, α ise komite tarafından 0,15 olarak belirlenen katsayıyı temsil etmektedir.

Temel gösterge yaklaşımı uygulama açısından basit olmakla birlikte, uluslararası faaliyet gösteren ve önemli boyutlarda operasyonel risklere maruz kalan büyük bankalara uygulanamamaktadır. Bu yaklaşımı daha çok faaliyet alanı dar olan küçük ölçekli ve operasyonel risk kültürüne sahip olmayan bankalar tercih etmektedir.

Bu yaklaşımda brüt gelirin operasyonel riskin bir göstergesi olarak kullanılması eleştirilmektedir. Operasyonel riskin niteliği ve özellikleri göz önünde bulundurulduğunda brüt gelirin risk düzeyi hakkında bilgi vermesi teorik olarak imkansız görülmektedir. Ayrıca brüt gelirin negatif olması halinde nasıl bir uygulama yapılacağı da belirsizdir.

* Brüt gelir; karşılıklar, bankacılık hesaplamalarındaki menkul kıymet alım-satım kar-zararı, olağanüstü kalemler ve sigortacılık faaliyetlerinden gelirler hariç olmak üzere net faiz gelirleri ile net faiz dışı gelirlerden oluşmaktadır.

⁶⁷ BIS, International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, June 2004, <http://www.bis.org/publ/bcbs107.pdf> (31 Mayıs 2006), s.137.

3.7.2 Standartlaştırılmış Yaklaşım (Standardised Approach)

Temel gösterge yaklaşımının daha karmaşık bir şekli olan standartlaştırılmış yaklaşımda, banka faaliyetleri çok sayıda faaliyet birimlerine ayrılmakta ve daha sonra bu alanlarda bankanın faaliyetinin büyüklüğünü yansıtan bir gösterge kullanılmaktadır.

Bu yöntemde banka faaliyetleri 8 ana iş koluna ayrılarak her bir iş kolu için sermaye yükümlülüğü hesaplanmaktadır. EK 4'te, Basel Komitesi tarafından 2004'te yayımlanan "International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards" adlı dökümanda belirtilen 8 adet iş kolu ve faaliyet sınıflandırması yer almaktadır. Her bir iş kolu için hesaplanan son 3 yıllık brüt gelirlerin basit ortalamaları, o iş kolu için belirlenen katsayıyla çarpılarak iş kolunun sermaye yükümlülüğü bulunmakta ve tüm iş kolları için hesaplanan sermaye tutarları toplanarak bankanın toplam sermaye yükümlülüğüne ulaşılmaktadır. Toplam sermaye yükümlülüğü aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:⁶⁸

$$\text{Sermaye}_{SY} = \{\sum_{1-3.\text{yıllar}} \max[\sum(BG_{1-8} * \beta_{1-8}), 0]\} / 3$$

Burada; Sermaye_{SY}; standart yaklaşımla hesaplanan sermaye tutarını, BG₁₋₈; her bir iş kolu için o yıla ait brüt geliri, β_{1-8} ; her bir iş kolu için belirlenen beta katsayılarını göstermektedir.

Bu yaklaşımda da temel gösterge yaklaşımında olduğu gibi gösterge olarak brüt gelir göz önüne alınmaktadır. Aradaki fark standart yaklaşımda her bir iş kolu için belirlenen β katsayılarının hesaba katılmasıdır. Bu nedenle temel gösterge yaklaşımına yöneltilen eleştiriler standartlaştırılmış yaklaşıma da yöneltilmektedir.

⁶⁸ Murat Mazıbaşı, "Operasyonel Riske Basel Yaklaşımı: Üç Yapısal Blok Çerçevesinde Bir Değerlendirme", **BDDK Araştırma Raporları**, No:2005/1, Temmuz 2005, s.7.

Her bir iş kolu için belirlenen katsayı değerleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Tablo 3.4
İş Kolları İçin Belirlenen Beta Katsayıları

İşkolları	Beta Katsayıları (β)
Kurumsal Finansman (β_1)	%18
Alım-Satım Ve Aracılık (β_2)	%18
Perakende Bankacılık (β_3)	%12
Ticari Bankacılık (β_4)	%15
Ödeme Ve Takas (β_5)	%18
Acentelik Hizmetleri Ve Saklama (β_6)	%15
Varlık Yönetimi (β_7)	%12
Perakende Aracılık Faaliyetleri (β_8)	%12

Kaynak: BIS, International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards,

s.140.

3.7.3 Gelişmiş Ölçüm Yaklaşımları (Advanced Measurement Approach)

Operasyonel risklerin gerçek anlamda sayısallaştırılarak ölçümünün gerçekleştirildiği ve sermaye tahsisinin bu ölçüm sonuçlarına göre yapıldığı yöntemler İleri Ölçüm Yaklaşımları altında toplanmaktadır. Bu yaklaşım temel gösterge yaklaşımı ve standartlaştırılmış yaklaşımdan daha karmaşık fakat riske daha duyarlı bir yöntemleri içermektedir. Gelişmiş ölçüm yaklaşımı daha gelişmiş ileri bir yaklaşım olarak bankaların hem iç uzmanlığının hem de iç ve dış zarar verilerinin kullanılmasını sağlar. Basel Komitesi, bankaları özellikle gelişmiş yaklaşımı kullanarak sermaye karşılıklarını hesaplamaları için teşvik etmektedir.

Gelişmiş ölçüm yaklaşımlarını kullanacak bankaların içsel operasyonel risk ölçümlerini en az 5 senelik tarihsel veri toplama sürecine dayandırmaları gerekmele birlikte, geçiş döneminde üç senelik bir tarihsel veri toplama çalışması yeterli kabul edilmektedir.⁶⁹

Komite gelişmiş ölçüm yaklaşımları kapsamında İçsel Ölçüm Yaklaşımı, Zarar Dağılım Yaklaşımı ve Skor-Kart Yaklaşımı olmak üzere üç farklı yöntem önermiştir.

⁶⁹ Can, s.30.

3.7.3.1 İçsel Ölçüm Yaklaşımı (Internal Measurement Approach)

İçsel Ölçüm Yaklaşımında bankaların operasyonel risklere karşı tahsis etmeleri gereken sermaye aşağıdaki prosedürlerin kullanılması suretiyle tespit edilmektedir.⁷⁰

1. Banka faaliyetleri çeşitli faaliyet kollarına ayrılır ve her bir faaliyet kolunda kullanılmak üzere operasyonel zarar çeşitleri tanımlanır.

2. Her bir faaliyet kolu/zarar türü kombinasyonu için, denetim otoritesi tarafından o faaliyet kolunun maruz kaldığı operasyonel risklerin büyüklüğünü (veya miktarını) temsil eden bir gösterge (EI) belirlenir.

3. EI göstergesine ek olarak, her bir faaliyet kolu/zarar kombinasyonu için bankalar tarafından kendi içsel zarar verileri kullanılarak zararın gerçekleşme olasılığını (probability of Loss Event-PE) temsil eden bir parametre ile birlikte olayın gerçekleşmesi durumunda maruz kalınabilecek zararı (Loss Given Event-LGE) temsil eden ikinci bir parametre ölçülür. Daha sonra bu üç faktör çarpılarak, her bir faaliyet kolu/zarar kombinasyonu için beklenen zarar (Expected Loss-EL) hesaplanır.

$$EL = EI * PE * LGE$$

PE: Zarar Olaylarının Sayısı/İşlemlerin Sayısı

LGE: Ortalama Zarar/İş Miktarı

4. Denetim otoritesi, beklenen zararı (EL) sermaye tahsisine dönüştürmek üzere her bir faaliyet kolu/zarar kombinasyonu için “Gama Faktörü- γ ” tayin eder. Gama faktörü; belirli bir güven aralığında, elde tutulan süre başına maksimum zarar miktarı olarak tanımlanmaktadır. Belirli bir banka için toplam sermaye tahsisi; her bir faaliyet kolu/zarar kombinasyonu için hesaplanan sermaye tahsislerinin basit toplamı alınarak hesaplanır. Aşağıda bu hesaplama ile ilgili formül yer almaktadır:

$$K = \sum_i \sum_j [\gamma(i,j) * EI(i,j) * PE(i,j) * LGE(i,j)] \quad (i=\text{faaliyet kolu}, j=\text{risk türü})$$

Basel Komitesi yöntemler arasında paralellik sağlamak amacıyla İçsel Ölçüm Yaklaşımında Standart Yaklaşımında kullanılan göstergelerin kullanılmasını

⁷⁰ BIS, *Operational Risk, Consultative Document*, ss.8-9.

önermektedir. İçsel Ölçüm Yaklaşımı daha çok karmaşık yapılı finansal kurumlar için önerilmektedir.

3.7.3.2 Skor-Kart Yaklaşımı (Scorecard Approach)

Bu yaklaşımda öncelikle bankanın tamamını veya belirli bir faaliyet kolu düzeyini esas alacak şekilde ayrılacak olan operasyonel risk sermayesinin başlangıç seviyesi tespit edilerek, söz konusu tutarlar skor-kartlara dayalı olarak zaman içinde değiştirilmektedir.

Bu yaklaşım içsel ve dışsal tarihsel zarar verilerinin yanında uzman bilgisini de içermektedir. Ayrıca operasyonel olayların sıklık ve şiddet düzeylerini sorgulayan sorularla birlikte risk azaltıcı unsurları sorgulayan sorular da sorulmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde yaklaşım, ileriye yönelik bir bakış açısı getirmektedir. Skor-kart yaklaşımının temel hedefleri; operasyonel risklerin daha iyi tanımlanıp anlaşılmasını sağlayarak risk kültürünün organizasyon genelinde (çalışanlar ve yöneticiler) anlaşılıp desteklenmesini sağlamak ve sermaye yönetim sorumluluğunu ilgili iş birimi yöneticisine vermektir. Bu amaçla skor-kart yaklaşımı öz değerlendirme yaklaşımıyla birlikte değerlendirilmelidir.⁷¹

Öz değerlendirme tekniği risklerin ortaya çıkma olasılıklarının ve etkilerinin, belirli kriterlere uygun olarak, çalışanlar ve yöneticiler tarafından değerlendirilmesi esasına dayanan bir tekniktir. Bu teknik, etkin bir analiz yapılmasına imkan vermeyecek düzeyde yetersiz tarihi veri bulunduğunda ve risk kontrolü hakkında çalışanların görüşlerinin dikkate alınması gerektiği durumlarda uygulanmaktadır.⁷²

Öz değerlendirme süreci üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama, temel risk kategorileri ve bu kategorilere ait detaylandırılmış alt kategorileri de içeren kapsamlı bir risk tanımının yapılmasıdır. Daha sonraki aşama risk kaynaklarının belirlenmesi ve son aşama ise, faaliyet kolları bazında risklerin ortaya çıkma sıklıklarını (olasılıklarını) ve kayıp miktarlarını (etkilerini) gösteren bir risk haritasının oluşturulmasıdır.

⁷¹ TBB, *Operasyonel Risk Veri Tabanı*, ss.150-151.

⁷² Saka, s.5.

Öz değerlendirme tekniği kurumların faaliyet süreçlerine ve risk profillerine göre farklı yöntemler kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu yöntemlerden birisi, her faaliyet alanında çalışan personele dağıtılan kontrol listeleri yardımıyla risklerin değerlendirilmesidir. Anket formunda hazırlanan kontrol listeleri, daha önce operasyonel risk yönetim kurulu ile ilgili birim yöneticilerinin yaptığı değerlendirmeler sonucunda belirlenen risk kategorilerinden oluşmaktadır. Daha sonra belirlenen her kategori, her bir faaliyet alanında çalışan personel tarafından oylanarak organizasyonun operasyonel kayba uğrama olasılığı belirlenir. Yöntemlerden bir diğeri görüşmedir. Bu yöntemde her bir faaliyet biriminin temsilcisi kendi faaliyet birimi ile ilişkili riskleri tanımlamaktadır. Bir diğere yöntem ise çalışma grupları oluşturarak, her bir faaliyet biriminde çalışan personelin, karşılaştıkları riskleri tartışacakları bir ortamın yaratılması ile risklerin değerlendirilmesidir.

Risklerin değerlendirilmesi için uygulanan çalışma grupları yöntemi; grupların oluşturulması, soru setinin hazırlanması ve oylama gibi aşamalardan oluşmaktadır. İlk aşama grupların oluşturulmasıdır. Gruplar ele alınan konu hakkında yetkinliğe sahip, ilgili birim çalışanlarından oluşmaktadır. Öz değerlendirme çalışması yapacak olan banka birimleri tarafından hazırlanan öz değerlendirme soru seti, çalışma grubuna sunulmaktadır. Banka yapısı göz önünde bulundurularak bu soru setleri farklılaştırılabilir ve genişletilebilir. Bu soru setleri ile, karşılaşılan operasyonel riskler tespit edilmekte, tespit edilen bu risklerin gerçekleşme olasılıkları ve şiddet düzeyi, ölçeğe uygun olarak oylanmaktadır. Tablo 3.5'te risk belirlemede kullanılan beşli ölçek gösterilmiştir. Bu ölçek yedili veya dokuzlu olarak da hazırlanabilir.

Tablo 3.5
Risk Belirlemede Kullanılabilecek Örnek Bir Ölçek

Seviye	ŞİDEET		Seviye	OLASILIK
1	Önemsiz	↑ ↓	A	Hemen Hemen Kesin
2	Az Önemli		B	Oldukça Kesin
3	Orta Önemli		C	Mümkün
4	Önemli		D	Zayıf İhtimal
5	Çok Önemli		E	Hemen Hemen İmkansız

Kaynak: TBB, *Operasyonel Risk Veri Tabanı*, s.168.

Örnek olarak verilen bu ölçeğin ve analiz tekniklerinin içeriklerini değiştirmek mümkündür. Önemli olan yapılan analizin önemli risk ve risk faktörlerini uygun bir şekilde kapsamasını sağlamaktır. Katılımcıların oylamaları sonucunda elde edilen sonuçların net olarak anlaşılabilmesi için Tablo 3.6’da görülen “*Risk Değerlendirme Matrisi*” oluşturulmalıdır. Çalışma grupları yönteminde sadece soru setlerindeki riskler oylanmamakta, karşılaşılan veya karşılaşılmaması muhtemel olan operasyonel risk kayıplarının önlenmesi için görüş ve öneriler de değerlendirilmektedir.

Tablo 3.6
Risk Değerlendirme Matrisi

OLASILIK	ŞİDDET				
	1 Önemsiz	2 Az Önemli	3 Orta Önemli	4 Önemli	5 Çok Önemli
A (Hemen Hemen Kesin)	Y	Y	ÇY	ÇY	ÇY
B (Oldukça Kesin)	O	Y	Y	ÇY	ÇY
C (Mümkün)	D	O	Y	ÇY	ÇY
D (Zayıf İhtimal)	D	D	O	Y	ÇY
E (Hemen Hemen İmkansız)	D	D	O	Y	Y
Risk Analiz Sonuçları: ÇY: Çok yüksek, Y:Yüksek, O: Orta, D:Düşük					

Kaynak: Saka, s.6.

Öz değerlendirme tekniğinin başarısı bazı faktörlere bağlıdır. Bu teknikte, katılımcılara yöneltilecek soruların son derece dikkatli bir şekilde belirlenmesi gerekir. Sorular katılımcılardan istenilen bilgilerin elde edilmesine fırsat verebilecek nitelikte olmalı ve onları temel konulardan uzaklaştırmamalıdır. Temel olarak tartışma ve oylama şeklinde iki tip soru hazırlanmalıdır. Katılımcıların cevaplarını test edebilmek için kontrol sorularına da yer verilmelidir. Öz değerlendirmenin etkili ve yararlı sonuç verebilmesi için sürekliliğe sahip olacak şekilde belirli dönemlerde tekrar edilmesi gerekmektedir. Başarı için bir diğer faktör ise faaliyet bazında öz değerlendirme yapılmasıdır. Kurum birimlerinin birbirlerinden farklı özelliklere sahip olmaları

nedeniyle her bölüm için ayrı bir öz değerlendirme uygulaması daha doğru sonuçlar verecektir.

Bu tekniğin son aşaması ise elde edilen sonuçların üst yöneticilere sunulmasıdır. Değerlendirme sonucunda kurumun karşı karşıya olduğu riskler, bu risklerin tanımları, kaynakları ve riskler hakkında alınması gereken önlemler bir rapor haline getirilerek üst yönetime sunulur. Öz değerlendirme sürecinde üst yönetimin rolü büyük önem taşımaktadır. Sadece sonuçların değerlendirilmesi bakımından değil tekniğin başından sonuna kadar her aşamasında üst yönetimin desteği görülmektedir.

3.7.3.3 Zarar Dağılım Yaklaşımı (Loss Distribution Approach)

Zarar dağılım yaklaşımı, bankanın kendi içsel risk verilerini kullanarak operasyonel risk ölçümü gerçekleştirmesine imkan veren ve geliştirilmeye devam eden bir yaklaşımdır. Zarar dağılım yaklaşımı öncelikle, aktüeryal matematik modellere dayanan bir yöntem olarak sigorta sektöründe kullanılmaya başlamış, daha sonra geliştirilerek Basel Komitesi'nin de önerileriyle operasyonel risklerin ölçümünde ve bu risk için gerekli sermayenin tahsis edilmesinde kullanılmıştır.

Bu yöntemde, operasyonel risk kayıp tutarlarının belirli bir zaman aralığındaki dağılımı tahmin edilmektedir. Zarar dağılım yaklaşımı altında banka, kendi içsel verilerini kullanarak her bir riskin gelecek bir yıl içerisinde meydana gelme olasılığını ve riskin doğması halindeki etkisinin olasılık dağılım fonksiyonunu, her bir faaliyet kolu/risk türü hücresi için tahmin eder ve kümülatif operasyonel kaybın olasılık dağılım fonksiyonunu hesaplar.

Kayıp verilerinin toplanması ve faaliyet kolu ve olay tipi matrisine göre ayrıştırılması sonrasında, her bir faaliyet kolu olay tipi kombinasyonu için ayrı ayrı sıklık ve şiddet dağılımları modellenmektedir. Bu dağılımlar Monte Carlo veya diğer istatistiksel teknikler aracılığıyla birleştirilerek her bir faaliyet kolu olay tipi kombinasyonu için belirli bir zaman aralığına ilişkin toplam kayıp dağılımı oluşturulmaktadır. Operasyonel riskler için gerekli olan sermaye tutarı bu dağılımdan elde edilecek “operasyonel riske maruz değer”lerin (OpVaR) basit toplamalarının alınması ya da korelasyonun riskleri azaltıcı etkisini dikkate alan diğer toplama

yöntemlerinin kullanılması ile belirlenmektedir. Bu aşamalar Operasyonel VAR bölümünde anlatılmıştır.

Dağılımlarda kullanılacak güven aralığı seviyesi gerekli sermayenin belirlenmesinde etkili olmaktadır. Güven aralığı ne kadar yüksek belirlenirse, beklenmeyen kayıp tutarlarına karşı gerekli olacak sermaye tutarı da o kadar artacaktır. Operasyonel risk için güven aralığı seviyesinin Basel II'ye göre %99,9 olarak kullanılması ve bir yıllık bir zaman aralığını yansıtmaması uygun görülmektedir.

Zarar dağılım yöntemi ile operasyonel risklerin modellenmesinde, aktüeryal uygulamalara benzer şekilde birleşik sayma sürecinden yararlanılmaktadır. (i) faaliyet kolunu ve (j) operasyonel risk kayıp olayı türünü gösterirse stokastik model şu şekilde ifade edilebilir:⁷³

$$X(i,j) = \sum_{k=1}^{N(i,j)} Z_k, (i,j)$$

Bu formülde yer alan $N(i,j)$, $(0,T]$ zaman aralığında (i) iş kolunda ortaya çıkan (j) operasyonel risk kayıp olayı türündeki olayların sayısını göstermektedir. Modeldeki $Z_k, (i,j)$ ise $F(i,j)$ şeklindeki birikimli dağılım fonksiyonuna sahip kayıp olayının büyüklüğünü gösteren rassal değişkeni ifade etmektedir.

Basel Komitesi, İleri Ölçüm Yaklaşımları ile sermaye yükümlülüğünün hesaplanmasında kullanılacak verilere ilişkin olarak 8 adet iş kolu ile 7 adet risk türü tanımlamıştır. Bu şekilde bankalar 7x8 boyutunda bir matrisin her bir hücresi için operasyonel risk ölçümü ve sermaye tahsisi gerçekleştirmektedir. Sermaye gerekliliği Tablo 3.7'de gösterildiği gibi matrisin her bir hücresinde yer alan OpVaR'ın basit toplamı alınarak bulunmaktadır.

⁷³ Murat Mazıbaşı, "Operasyonel Risk Ölçümü: Kayıp Dağılımları Modellemesi", **VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu**, İstanbul, 26-27 Mayıs 2005, s.4.

Tablo 3.7
Faaliyet Kolu/Risk Türü Matrisi

Risk Türü (j) Faaliyet Kolu (i)	Banka İçi Hile ve Dolandırıcılık	Banka Dışı Hile ve Dolandırıcılık	İstihdam Uygulamaları ve İşyeri Güvenliği	Müşteriler, Ürünler ve İş Uygulamaları	Fiziki Varlıklara Verilen Zararlar	Faaliyetin Durması ve Sistem Hataları	İcra, Teslimat ve Süreç Yönetimi
Kurumsal Finansman	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}
Alım-Satım ve Satış	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}
Perakende Bankacılık	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}
Ticari Bankacılık	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}
Ödeme ve Takas	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}
Acentelik Hizmetleri	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}
Aktif Yönetimi	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}
Perakende Brokerlik	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}	OpVaR _{i,j}
Toplam Sermaye Gerekliliği	$\Sigma \text{OpVaR}_{i,j}$						

Kaynak: Dilek Teker, “Comparative Analysis of Operational Risk Measurement Techniques”, *International Trade and Finance Association, Presented at the 15th International Conference*, İstanbul, Turkey, May 2005, <http://services.bepress.com/itfa/15th/art39>, (22 Şubat 2006), s.14.

Bu yaklaşım hakkında Basel Komitesi’nin tavsiyelerini şu şekilde sıralayabiliriz:⁷⁴

1. Zarar dağılım yaklaşımı altında bankalar, faaliyet kolu zarar türü matrisindeki her bir hücre veya hücre gruplarının gelecek dönemlerdeki (örneğin 1yıl gibi) olası operasyonel risk kayıp dağılımını hesaplamalıdır.
2. Sermaye gereksinimi, zarar dağılımının yüksek bir yüzdelik dilimindeki tutarına (%99,9 gibi) dayanmalıdır.
3. Kullanılan zarar dağılımı, operasyonel risk kayıp olayının sıklığı ve frekansına ilişkin varsayımlara dayalı olarak üretilmiş olmalıdır.

⁷⁴ BIS, *Working Paper on the Regulatory Treatment of Operational Risk*, s.34.

4. Zarar dağılımı özellikle, operasyonel risk kayıp olaylarının sıklığına ve her bir olayın büyüklüğüne ilişkin dağılımların şeklinin hesaplanmasını içermelidir.

5. Bu hesaplamalara, spesifik dağılım varsayımları empoze edilmeli (örneğin kayıp olaylarının sıklık dağılımı için Poisson dağılımı, şiddet dağılımı için lognormal dağılımın kullanılması gibi) veya Boot-strapping ve Monte Carlo Simülasyonu gibi teknikler kullanılarak dağılımlar deneysel olarak türetilmelidir.

6. Toplam sermaye yükümlülüğü, her bir faaliyet kolu/kayıp türü kombinasyonu için hesaplanan operasyonel risk rakamlarının basit toplamı ya da korelasyonun riskleri azaltıcı etkisini dikkate alan diğer toplama yöntemleri kullanılarak hesaplanmalıdır.

3.7.4 Operasyonel VAR

Operasyonel Var, “Zarar Dağılım Yaklaşımı” içerisinde yer alan ve piyasa risk yönetimi ile aynı temele dayandırılan bir yaklaşımdır. Piyasa risk yönetiminin operasyonel riske uygulanması sonucunda “operasyonel VAR” geliştirilmiştir. Operasyonel VaR, sıklık ve şiddet modellerinin kombinasyonu ile elde edilmektedir.

Riske Maruz Değer (VAR), en genel anlamıyla belirli bir süre içerisinde ve belirli bir güven aralığında (olasılık seviyesinde) maruz kalınabilecek maksimum kayıp tutarını gösteren bir rakamdır. Toplam kayıp modelini kullanarak farklı güven aralıklarında hesaplanan operasyonel VAR ile piyasa VAR arasında farklılıklar bulunmaktadır.

Piyasa riski VAR modelleri genellikle normal dağılım varsayımına dayanmakta ve olayların gerçekleşmesi “Brownian Motion” olarak adlandırılan bir stokastik süreçle açıklanmaktadır. Operasyonel risk kayıp olaylarına ait stokastik süreçler ise hiçbir şekilde normal dağılım ile açıklanamamaktadır. Operasyonel risk kayıp olayları genellikle Poisson, Karma Poisson ve Cox süreçleri gibi kesikli stokastik süreçlerle açıklanabilmektedir. Bu süreçler piyasa VAR’ına bağlı olarak risk hesaplama metodlarını değiştirir. Bu durum operasyonel kayıp olaylarına ait verilerin büyüklük ve sıklık olmak üzere iki farklı özelliğe sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Piyasa VAR

modelleri olayların frekansı ile ilişkili değildir. Varlık fiyatlarındaki değişiklikler sürekli bir stokastik süreçle açıklanabilmektedir. Dolayısıyla bu modeller sadece kaybın tutarına odaklanmaktadır ve bu nedenle kayıpların meydana gelme sıklığının hesaplanması modelin bir parçası değildir. Operasyonel kayıp olayları ise gün başına n kez meydana gelir ki bu durum piyasa riski ölçümünde hissedilmez. Bu nedenle operasyonel risk kayıp olayları kesikli stokastik süreçler izlemekte ve toplam kayıp modeli bu iki ayrı sürecin birleştirilmesi ile elde edilmektedir.⁷⁵

Piyasa VAR ile operasyonel VAR arasındaki farklılıklara rağmen temel olarak VAR'ın kavramı değişmez. VAR her iki model de belirli bir sürede ve güven aralığında karşılaşılabilecek maksimum kaybın tahmin edilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Toplam kayıp modelinin oluşturulması için öncelikle sıklık ve şiddet modellerinin ayrı ayrı tahmin edilmesi gerekir. Bu modeller, daha önceki bölümde anlatılan kesikli ve sürekli tesadüfi değişkenler yardımıyla oluşturulmaktadır.

Büyüklik Modeli:

Büyüklik modelinin oluşturulması sürecinde öncelikle operasyonel kayıp olaylarına ait verilerin normal dağılım ve diğer dağılım özellikleri araştırılır. Dağılımda kullanılacak veriler tek tek operasyonel kayıp olaylarına ilişkin veriler olmalıdır. Kayıp verilerine en uygun kayıp dağılımının belirlenmesi amacıyla daha önce belirtilen gamma, lognormal, üstel, pareto ve weibull dağılımlarının parametreleri tahmin edilir. Daha sonra QQ-Grafik testleri ve Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak elde edilen dağılımların uygunluğu test edilir. Test sonuçları ile birlikte dağılımın uç kantilleri de dikkate alınarak kuyruk davranışı incelenir ve en uygun dağılım seçilir.

⁷⁵ Cruz, ss.101-102.

Birbirinden bağımsız ve benzer dağılıma (iid) sahip olan operasyonel risk kayıp olaylarının büyüklük modeli şu şekilde ifade edilmektedir:⁷⁶

$$F_{i,j}(x) = \sum_{n=0}^{N(i,j)} \zeta_n(i,j)$$

Burada i ; faaliyet kollarını j ; kayıp türlerini göstermektedir. $\zeta_n(i,j)$; operasyonel kayıp olaylarının miktarını (tutarını) gösteren rassal değişken, $N(i,j)$ ise t ve $t+r$ zamanları (r genellikle 1 yıla eşittir) arasındaki kayıp olaylarının sayısını ifade eden rassal değişkendir. Matrisin her bir hücresindeki kayıp tutarlarının birbirinden bağımsız ve benzer dağılıma (iid) sahip olduğu varsayılmaktadır. $X(i,j)$ 'nin kayıplara ilişkin büyüklük dağılımı $F_{i,j}$ olarak ifade edilmektedir. Operasyonel risk kayıp olaylarının büyüklüklerine ilişkin $\zeta_n(i,j)$ değişkeninin değerlerinin oluşturduğu dağılım büyüklük dağılımı olarak adlandırılır.

Sıklık Modeli:

Sıklık modelini oluşturma süreci hemen hemen büyüklük modeli ile aynıdır. Fakat burada sürekli dağılımlar yerine kesikli dağılımlar kullanılmaktadır. Operasyonel kayıp olaylarına ilişkin verilerin Poisson, Negatif-Binom, Binom dağılımlarına uygunluğu ki-kare testi ve grafik testleri yardımıyla araştırılır. Dağılımların test sonuçları ve kuyruk davranışları incelenerek en uygun sıklık dağılımı seçilir. Operasyonel risk kayıp olaylarının sıklık modeli şu şekilde elde edilmektedir:⁷⁷

$$P_{i,j}(n) = \sum_{k=0}^n P_{i,j}(k)$$

Burada, $P_{i,j}$; $N(i,j)$ değişkeninin olasılık fonksiyonunu, n ; k kadar kayıp olayının gerçekleştiği gün sayısını, k ise bir günde gerçekleşen kayıp olayı sayısını göstermektedir. Kayıp olaylarının ortaya çıkma sıklığına ilişkin modelin oluşturulduğu

⁷⁶ Murat Mazıbaşı, *Operasyonel Risk Ölçümü: Kayıp Dağılımları Modellemesi*, s.6.

⁷⁷ Reshetar, s.6.

stokastik süreçte t ve $t+r$ zamanları arasındaki kayıp olaylarının sayısını ifade eden $N(i,j)$ değişkeninin rassal olduğu varsayılmaktadır. $N(i,j)$ değişkeni, $P_{i,j}$ şeklinde bir olasılık fonksiyonuna sahiptir. Her bir hücre, $P_{i,j}$ şeklindeki sıklık dağılımı ile temsil edilir.

Model Parametrelerinin Tahmin Edilmesi

Kayıp dağılımlarının parametrelerinin hesaplanması dağılımların veri setlerine uygunluğunun belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Dağılımların parametreleri; Momentler Yöntemi, Olasılıkla Ağırlıklandırılmış Momentler Yöntemi ve Maksimum Olabilirlik Yöntemleri ile tahmin edilmektedir.

Dağılımların Uygunluğunun Belirlenmesi

Büyüklik ve sıklık modellerinde kullanılacak dağılımların belirlenmesi amacıyla Ki-kare testi, Kolmogorov-Smirnov testi, Anderson-Darling testi ve Quantile-Quantile ve Probability-Probability Grafik testleri kullanılmaktadır. Bu testlerle, Operasyonel risk kayıp olaylarına ilişkin anakütle dağılım fonksiyonu ile veri setinden oluşan örneklemeyi modellemek amacıyla seçilen kayıp dağılım fonksiyonunun birbirine eşit olup olmadığı test edilmektedir.

Toplam Kayıp Modeli:

Banka çapında operasyonel risklerin ölçülmesi amacıyla bankalar faaliyet kollarına ayrılarak, her bir faaliyet kolundaki kayıp olaylarına göre ölçümler gerçekleştirilir. Bu amaçla faaliyet olayı/kayıp olayı türü matrisi hazırlanarak, matrisin her hücresi için ölçüm yapılır. Faaliyet kolları “i” ile, kayıp ya da risk türleri “j” ile ifade edilmektedir. Her bir hücre içerisindeki büyüklük ve sıklık dağılımlarının birbirinden bağımsız olduğu varsayılır.

Toplam kayıp dağılımının oluşturulması amacıyla birbirinden bağımsız iki ayrı süreç olan büyüklük ve sıklık modelleri bir araya getirilmelidir. Toplam kayıp modeli şu şekilde ifade edilmektedir:⁷⁸

$$G_{i,j}(x) = \begin{cases} \sum_{n=1}^{\infty} P_{i,j}(n) F_{i,j}^{n*}(x) & x > 0 \\ P_{i,j}(0) & x = 0 \end{cases}$$

Burada,

$G_{i,j}(x)$: Toplam kayıp modeli

$F_{i,j}^{n*}(x)$: Büyüklük modelinin dağılım fonksiyonunun konvolüsyon faktörü

F^{n*} : F 'in kendisi ile n kat konvolüsyonu^{*} olarak ifade edilmektedir.

Toplam kayıp dağılımının kullanılmasında Ardışık (recursive) yöntem, Hızlı Fourier dönüşümü ve Monte Carlo Simülasyonu yöntemi kullanılmaktadır. En çok kullanılan Monte Carlo Simülasyonu yöntemidir. Bu yöntem toplam kayıp dağılımı olan $G_{i,j}$ dağılımının, $F_{i,j}$ tesadüfi değişkeninin simüle edilmiş değerlerinden oluşan S kümesi ile tahmin edilmesine dayanmaktadır.

Gerçekleştirilen simülasyonlar sonucunda toplam kayıp dağılımının %99 veya %95 güvenilirlik düzeylerine tekabül eden kayıp tutarları operasyonel VAR değerlerini vermektedir.

Backtesting (Geriye Dönük Test):

Piyasa VaR modellerinde olduğu gibi operasyonel VAR modellerinde de, modelin tahmin kabiliyetinin ve doğruluk derecesinin belirlenmesi gerekmektedir. Modelin tahmin kabiliyeti, tahmin edilen modelin VAR rakamları ile gerçekleşen operasyonel kayıp rakamlarının karşılaştırılması suretiyle gerçekleştirilebilir. Bu süreç

⁷⁸ A. Frachot, P. Georges and T. Roncalli, "Loss Distribution Approach for Operational Risk", *Groupe de Recherche Operationnelle*, Credit Lyonnais, France, <http://gro.creditlyonnais.fr/content/wp/lda.pdf> (25 Nisan 2001), s.4.

* $F^{1*} = F$

$F^{n*} = F^{(n-1)*}$

geriye dönük test (backtesting) olarak adlandırılmaktadır. Geriye dönük testin sonuçları bir modeli onaylamak için kullanılır.

Geriye dönük testler, oluşturulan operasyonel VAR modellerinin tahminleri ile gerçekleşen operasyonel kayıp olaylarının karşılaştırılması şeklinde kullanılmaktadır. Piyasa riski için kullanılan geriye dönük testte olduğu gibi, gerçekleşen kayıp rakamlarının tahmin edilen VAR değerlerinden büyük olması durumu “sapma” olarak nitelendirilmektedir. Sapmalar modelin tahmin kabiliyetini gösteren temel göstergelerdir. Geriye dönük testte, belirlenen sapma değerleri kullanılarak belirli bir güven düzeyinde kötü bir modeli kabul etme veya iyi bir modeli reddetme hipotezleri istatistiksel olarak test edilmektedir.

Operasyonel VAR kavramının henüz yeni bir kavram olması nedeniyle operasyonel riske özgü geriye dönük bir test geliştirilmemiştir. Bu nedenle operasyonel VaR modellerinin geriye dönük testleri çoğunlukla piyasa riski modelleri için kullanılan geriye dönük testlere benzer şekilde geliştirilmektedir. Ancak operasyonel riskin piyasa riskinden farklı özellikleri ihmal edilmemelidir.

4. UYGULAMA

Bu çalışmada, 2004 yılı X bankasına ait A tipi hisse senedi fon değerleri kullanılarak, bankanın fon yönetim faaliyetlerinde meydana gelen operasyonel zararlar, VAR yöntemi kullanılarak modellenmiştir. Fon değerlerinde günden güne meydana gelen azalışlar, fon yönetiminde yatırım yapılacak sermaye piyasası araçlarının doğru seçilmediğinin göstergesi olarak ele alınmıştır. Fonun portföyünde yer alan hisse senetleri ve diğer sermaye piyasası araçlarının değeri, piyasa koşullarına göre belirlense de fonda yer alacak sermaye piyasası araçları fon yönetimi tarafından belirlenmektedir. Fon değerlerindeki uzun süreli düşüşler firmanın itibar kaybetmesine ve dolayısıyla müşteri kayıplarına da neden olmaktadır. Bu amaçla fon değerlerindeki düşüşler operasyonel riskin göstergesi olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada, operasyonel kayıpların modellenmesi için, kayıp dağılımları büyüklük ve sıklık olmak üzere iki farklı stokastik süreçte ele alınmış, büyüklük ve sıklık süreçleri EK 5'te yer alan 2004 yılı verileri kullanılarak ayrı ayrı modellenmiştir. Sıklık modelinde fon değerlerinde her ayda meydana gelen azalış sayısı, şiddet modelinde ise fon değerlerindeki günlük azalış miktarları kullanılmıştır. Sıklık ve şiddet modelleri için kayıp olaylarına ilişkin dağılımların uygunluklarının belirlenmesinde Kolmogorov-Smirnov testi ile Q-Q grafiklerinden yararlanılmıştır. Bir sonraki aşamada iki model Monte Carlo Simülasyonu ile bir araya getirilerek “Toplam Kayıp Dağılımı” oluşturulmuştur ve “Toplam Kayıp Dağılımı” kullanılarak bir sonraki sene her bir ayda meydana gelebilecek maksimum zarar miktarları yani operasyonel VAR değerleri tahmin edilmiştir. Daha sonraki aşamada ise geriye dönük test (backtesting) yöntemi kullanılarak modelin tahmin kabiliyeti değerlendirilmiştir.

4.1 Sıklık Modeli

Sıklık modeli için, EK 5'te yer alan 2004 yılı verileri kullanılarak fon değerlerinde aylara göre gerçekleşen günlük azalış sayısı dikkate alınmıştır. Bu model için kesikli olasılık dağılımlarından olan poisson ve binom dağılımının test edilmesinde Kolmogorov-Smirnov testi kullanılmıştır.

Aşağıdaki tabloda 2004 yılının her ayında gerçekleşen azalış sayıları yer almaktadır.

Tablo 4.1

**2004 Yılında Aylara Göre
Meydana Gelen Azalış
Sayıları**

Tarih	Olay/Ay
Oca.04	12
Şub.04	5
Mar.04	6
Nis.04	14
May.04	11
Haz.04	11
Tem.04	10
Ağu.04	10
Eyl.04	10
Eki.04	9
Kas.04	11
Ara.04	9
ORTALAMA	9,833333
VARYANS	5,472222
STANDART SAPMA	2,34

Dağılımların değerlendirilmesi amacıyla aşağıda azalış sayılarının frekans tablosu oluşturulmuştur.

Tablo 4.2

Frekans Tablosu

No. Olaylar/Ay (Xi)	Ay Sayısı (fi)	No. Olaylar/Ay (Xi)	Ay Sayısı (fi)
0	0	8	0
1	0	9	2
2	0	10	3
3	0	11	3
4	0	12	1
5	1	13	0
6	1	14	1
7	0	Toplam	12

Veri setine en uygun dağılım olarak sıklık modelinde kullanılacak dağılımın belirlenmesi amacıyla poisson ve binom dağılımları için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Bunun için SPSS ve Excel programlarından yararlanılmıştır. Poisson ve binom dağılımının parametre değerleri ile Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları aşağıdaki gibidir:

Tablo 4.3

Dağılımların Parametre Değerleri

Dağılımlar	Değerler
Poisson	$\lambda = 9,8333$
Binom	$m = 20$, $p = 0,4915$

Tablo 4.4

Poisson Dağılımı İçin Kolmogorov-Smirnov Testi

		Olay/Ay
N		12
Poisson Parameter(a,b)	Mean	9,8333
Most Extreme Differences	Absolute	,185
	Positive	,118
	Negative	-,185
Kolmogorov-Smirnov Z		,642
Asymp. Sig. (2-tailed)		,805

a Test distribution is Poisson.

b Calculated from data.

Kolmogorov-Smirnov Testi İçin Hipotezler:

Ho: Uygunluk vardır.

H1: Uygunluk yoktur.

0,05 hata payına göre, kuyruk olasılığı $p = 0,805 > 0,05$ olduğu için Ho kabul edilir, sıklık modeli poisson dağılımına uygundur.

Tablo 4.5

Binom Dağılımı İçin Kolmogorov-Smirnov Testi

No. Olaylar/Ay (Xi)	Ay Sayısı (fi)	Deneme Sayısı	Başarı Sayısı	Binom Dağılımı Birikimli Teorik Olasılık	Birikimli Frekans Olasılığı	D
0	0	20	0	1,3E-06	0	1E-06
1	0	20	1	2,7E-05	0	3E-05
2	0	20	2	0,00026	0	0,0003
3	0	20	3	0,00164	0	0,0016
4	0	20	4	0,00729	0	0,0073
5	1	20	5	0,02476	0,083	0,0586
6	1	20	6	0,06699	0,167	0,0997
7	0	20	7	0,14862	0,167	0,018
8	0	20	8	0,27684	0,167	0,1102
9	2	20	9	0,44208	0,333	0,1087
10	3	20	10	0,61777	0,583	0,0344
11	3	20	11	0,77215	0,833	0,0612
12	1	20	12	0,88406	0,917	0,0326
13	0	20	13	0,95063	0,917	0,034
14	1	20	14	0,9828	1	0,0172
Toplam	12				Dmak	0,1102

0,05 hata payına göre Kolmogorov-Smirnov kritik değeri $D_{(0.05)} = 1,36/\sqrt{12} = 0,392$ olarak bulunur. $D_{mak} = 0,1102 < 0,392$ olduğu için H_0 kabul edilir, sıklık modeli binom dağılımına uygundur.

Bu çalışmada, kullanım kolaylığı ve operasyonel risklerin modellenmesinde uygunluğu dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonucunda sıklık modelinin oluşturulmasında poisson dağılımı benimsenmiştir.

4.2 Şiddet Modeli

Şiddet modeli için, EK 5'te yer alan 2004 yılı verileri kullanılarak fon değerlerinde meydana gelen günlük azalış miktarları dikkate alınmıştır. Bu model için sürekli olasılık dağılımlarından olan normal, üstel, lognormal, weibull, gama ve pareto dağılımları test edilmiştir. 2004 yılında fon değerlerinde meydana gelen günlük zarar miktarları EK 6'da gösterilmiştir.

Fon değerlerinde meydana gelen günlük azalış yani zarar miktarlarının frekans tablosu ve histogramı aşağıdaki gibidir:

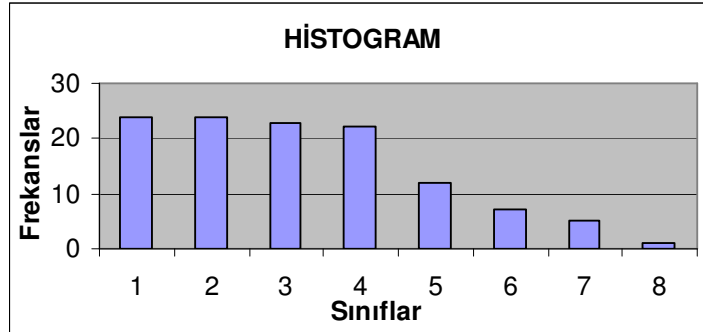
Tablo 4.6

Frekans Tablosu

Sınıflar	S.O.N	Frekanslar
0_0,0001	0,00005	24
0,0001_0,002	0,00015	24
0,0002_0,0003	0,00025	23
0,0003_0,0005	0,0004	22
0,0005_0,0008	0,00065	12
0,0008_0,0010	0,0009	7
0,0010_0,0012	0,0011	5
0,0012_0,00162	0,00141	1
	Toplam	118

Tablo 4.7

Histogram



Veri setine en uygun dağılım olarak şiddet modelinde kullanılacak dağılımın belirlenmesi amacıyla Kolmogorov-Smirnov testi, Q-Q grafikleri ve dağılımların kantil grafiklerinden yararlanılmıştır. Bunun için SPSS ve Excel programları kullanılmıştır.

Dağılımların parametre değerleri ve Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları aşağıdaki gibidir:

Tablo 4.8
Dağılımların Parametre Değerleri

Dağılımlar	Değerler
Normal	$\bar{X} = 0,000336$, $\sigma = 0,000303$
Üstel	$\lambda = 2975,66$
Lognormal	$\bar{X} = -8,56$, $\sigma = 1,355$
Gama	$\alpha = 1,23$, $\beta = 0,000273$
Weibull	$\alpha = 0,9153$, $\beta = 0,0003575$
Pareto	$\Theta = 0,000001$, $\alpha = 0,19$

Tablo 4.9
Normal Dağılım İçin Kolmogorov-Smirnov Testi

		ZARARLAR
N		118
Normal Parameters(a,b)	Mean	,0003
	Std. Deviation	,00030
Most Extreme Differences	Absolute	,159
	Positive	,159
	Negative	-,134
Kolmogorov-Smirnov Z		1,730
Asymp. Sig. (2-tailed)		,005

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.

0,05 hata payına göre kuyruk olasılığı $p = 0,005 < 0,05$ olduğu için H_0 reddedilir, şiddet modeli normal dağılıma uygun değildir.

Tablo 4.10**Üstel Dağılım İçin Kolmogorov-Smirnov Testi**

		ZARARLAR
N		118
Exponential parameter.(a,b)	Mean	,0003
Most Extreme Differences	Absolute	,103
	Positive	,039
	Negative	-,103
Kolmogorov-Smirnov Z		1,119
Asymp. Sig. (2-tailed)		,163

a Test Distribution is Exponential.

b Calculated from data.

0,05 hata payına göre $\rho = 0,163 > 0,05$ olduğu için H_0 kabul edilir, şiddet modeli üstel dağılıma uygundur.

Lognormal, Weibull, Pareto ve Gama dağılımları için Kolmogorov-Smirnov testi SPSS'te olmadığı için Excel'de yapılmıştır.

Tablo 4.11**Lognormal Dağılım İçin Kolmogorov-Smirnov Testi**

Sınıflar	S.O.N	Frekanslar	Lognormal Dağılımı Birikimli Teorik Olasılık	Birikimli Frekans Olasılığı	D
0_0,0001	5E-05	24	0,160719839	0,20339	0,0427
0,0001_0,002	0,0002	24	0,428293784	0,40678	-0,022
0,0002_0,0003	0,0003	23	0,577801862	0,601695	0,0239
0,0003_0,0005	0,0004	22	0,706483141	0,788136	0,0817
0,0005_0,0008	0,0007	12	0,816324902	0,889831	0,0735
0,0008_0,0010	0,0009	7	0,873192273	0,949153	0,076
0,0010_0,0012	0,0011	5	0,901423976	0,991525	0,0901
0,0012_0,00162	0,0014	1	0,92961643	1	0,0704
	Toplam	118		D mak =	0,0901

0,05 hata payına göre kritik değer $D_{(\alpha)} = 1,36/\sqrt{118} = 0,125$ olarak bulunur. $D_{mak} = 0,0901 < 0,125$ olduğu için H_0 kabul edilir, şiddet modeli lognormal dağılıma uygundur.

Tablo 4.12**Gama Dağılımı İçin Kolmogorov-Smirnov Testi**

Sınıflar	S.O.N	Frekanslar	Gama Dağılımı Birikimli Teorik Olasılık	Birikimli Frekans Olasılığı	D
0_0,0001	0,00005	24	0,100145927	0,20339	0,1032
0,0001_0,002	0,00015	24	0,31933175	0,40678	0,0874
0,0002_0,0003	0,00025	23	0,499325706	0,60169	0,1024
0,0003_0,0005	0,0004	22	0,691436264	0,78814	0,0967
0,0005_0,0008	0,00065	12	0,866499796	0,88983	0,0233
0,0008_0,0010	0,0009	7	0,943411612	0,94915	0,0057
0,0010_0,0012	0,0011	5	0,971768051	0,99153	0,0198
0,0012_0,00162	0,00141	1	0,990486548	1	0,0095
	Toplam	118		D mak =	0,1032

0,05 hata payına göre $D_{mak} = 0,1032 < 0,125$ olduğu için H_0 kabul edilir, şiddet modeli gama dağılımına uygundur.

Tablo 4.13**Weibull Dağılımı İçin Kolmogorov-Smirnov Testi**

Sınıflar	S.O.N	Frekanslar	Weibull Dağılımı Birikimli Teorik Olasılık	Birikimli Frekans Olasılığı	D
0_0,0001	5E-05	24	0,1522899	0,20339	0,0511
0,0001_0,002	0,0002	24	0,3633971	0,40678	0,043383
0,0002_0,0003	0,0003	23	0,513642	0,601695	0,088053
0,0003_0,0005	0,0004	22	0,6698758	0,788136	0,11826
0,0005_0,0008	0,0007	12	0,822433	0,889831	0,067398
0,0008_0,0010	0,0009	7	0,9025208	0,949153	0,046632
0,0010_0,0012	0,0011	5	0,9390389	0,991525	0,052486
0,0012_0,00162	0,0014	1	0,9701416	1	0,029858
	Toplam	118		D mak =	0,11826

0,05 hata payına göre $D_{mak} = 0,11826 < 0,125$ olduğu için H_0 kabul edilir, şiddet modeli weibull dağılımına uygundur.

Tablo 4.14**Pareto Dağılımı İçin Kolmogorov-Smirnov Testi**

Sınıflar	S.O.N	Frekanslar	Pareto Dağılımı Birikimli Teorik Olasılık	Birikimli Frekans Olasılığı	D
0_0,0001	5E-05	24	0,524451	0,20339	0,321061
0,0001_0,002	0,0002	24	0,61404	0,40678	0,20726
0,0002_0,0003	0,0003	23	0,649739	0,601695	0,048044
0,0003_0,0005	0,0004	22	0,679662	0,788136	-0,10847
0,0005_0,0008	0,0007	12	0,70789	0,889831	-0,18194
0,0008_0,0010	0,0009	7	0,725404	0,949153	-0,22375
0,0010_0,0012	0,0011	5	0,735677	0,991525	-0,25585
0,0012_0,00162	0,0014	1	0,747856	1	-0,25214
	Toplam	118		D mak =	0,321061

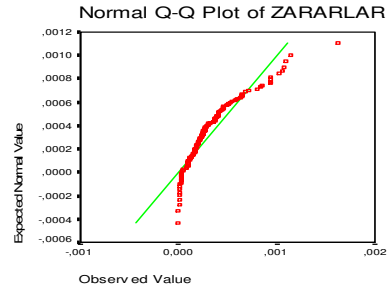
0,05 hata payına göre $D_{mak} = 0,321061 > 0,125$ olduğu için H_0 reddedilir, şiddet modeli pareto dağılımına uygun değildir.

Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre şiddet modeli için üstel, lognormal, weibull ve gama dağılımları kabul edilmiştir.

Ayrıca verilerin taşıdığı özelliklerin ve eğilimlerin grafik ve şekiller yardımıyla belirlenmesi suretiyle modelin kabul edilebilirliği konusunda bir fikir edinmek amacıyla Q-Q grafikleri kullanılmıştır. Q-Q grafikleri bir değişkenin dağılımının dörttebirliklerini normal dağılımın dörttebirliklerine karşı gösteren grafiklerdir. Dağılımların Q-Q grafikleri aşağıda gösterildiği gibidir.

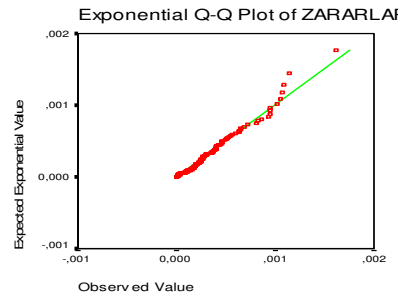
Tablo 4.15

Normal Dağılıma Ait Q-Q Grafiği



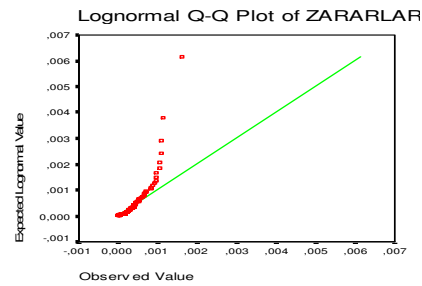
Tablo 4.16

Üstel Dağılıma Ait Q-Q Grafiği



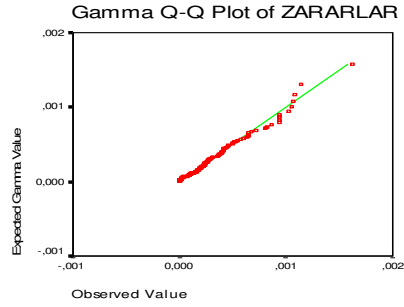
Tablo 4.17

Lognormal Dağılıma Ait Q-Q Grafiği



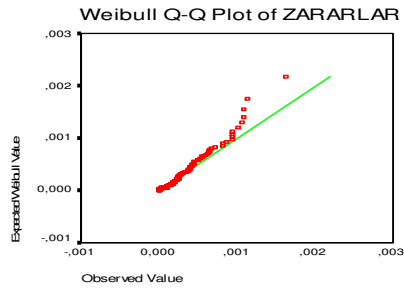
Tablo 4.18

Gama Dağılıma Ait Q-Q Grafiği



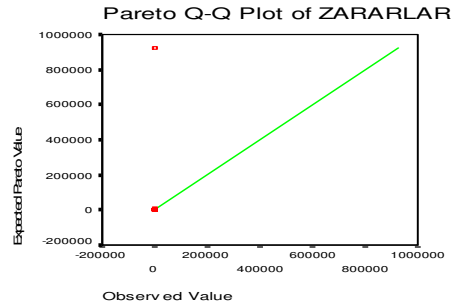
Tablo 4.19

Weibull Dağılıma Ait Q-Q Grafiği



Tablo 4.20

Pareto Dağılıma Ait Q-Q Grafiği

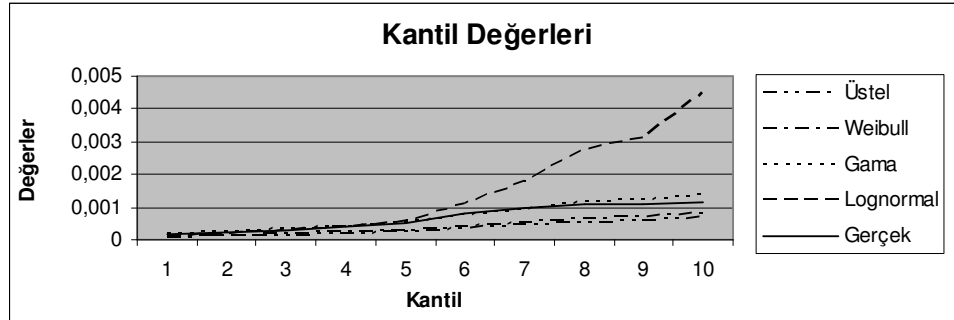


Grafik sonuçları değerlendirildiğinde en uygun dağılımın gama dağılımı olduğu görülmektedir.

Ayrıca bu sonuçlar ile birlikte dağılımın uç kantilleri de dikkate alınarak kuyruk davranışı incelenmelidir. Uç kantiller, aşırı değerlerin doğru tahmin edilmesi açısından önemlidir. Bu amaçla kümülatif dağılım fonksiyonlarının tersi olan kantil fonksiyonlarından dağılımların kantil grafikleri çizilmiştir. Gama dağılımının kantil fonksiyonu Excel’de “=gamaters (p;location;scale)” fonksiyonu ile lognormal dağılımın kantil fonksiyonu ise “=logters(p;ortalama;standart_sapma)” fonksiyonu ile hesaplanmıştır. Üstel ve weibull dağılımlarının kantil fonksiyonu olan ters fonksiyonları Excel’de olmadığından, bu dağılımların ters fonksiyonlarının formülleri kullanılmıştır. Üstel dağılımın kantil fonksiyonunun formülü; $-(\log(1-p))/\lambda$, weibull dağılımın kantil fonksiyonunun formülü ise; $\beta(-\log(1-p))^{1/\alpha}$ ’dır.⁷⁹

Tablo 4.21

Dağılımların Kantil Grafikleri



Kantil grafiklerinden de görüldüğü gibi gerçek veriyi en iyi yansıtan dağılımın gama dağılımı olduğu görülmektedir.

4.3 Operasyonel VAR

Kolmogorov-Smirnov, Q-Q grafikleri ve kantil grafikleri sonuçları değerlendirildiğinde sıklık dağılımı için Poisson, şiddet dağılımı için de Gama’nın uygun olduğu görülmüştür. Ancak finansal verilerin lognormal dağılıma uygunluğunun bilinmesi ve sıklıkla bu dağılımın finansal veri analizlerinde kullanılması nedeniyle şiddet modeli her iki dağılıma göre de değerlendirilerek, test aşaması sonuçları irdelenecektir. Operasyonel VAR değerleri şiddet ve sıklık dağılımlarının Monte Carlo

⁷⁹ Cruz, s.58.

simülasyonu kullanılarak birleştirilmesi ile elde edilmektedir. Bu amaçla Excel’de poisson dağılımına uyan, parametresi 9,83 olan 10000 tane veri üretilmiştir. Şiddeti temsil etmek amacıyla da frekansın gerektirdiği kadar çok uniform tesadüfi değişken yaratılmıştır. Bu uniform tesadüfi sayılar gama ve lognormal fonksiyonlardaki kantilleri bulmak için gerekli olan p olasılık değerlerini vermektedir. Böylece gama fonksiyonundaki kantil değerleri, Excel’de “=gamaters(p;location;scale)” fonksiyonu ile hesaplanır.

Aşağıda poisson ve gama dağılımları için Monte Carlo Simülasyonunun nasıl oluşturulduğu ve toplam kayıp dağılımı gösterilmektedir.

Tablo 4.22
Poisson ve Gama Dağılımları İçin Monte Carlo Simülasyonu

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
2	Frekans	Ünitem 1	Ünitem 2	Ünitem 3	Ünitem 4	Ünitem 5	Ünitem 6	Ünitem 7	Ünitem 8	Ünitem 9	Ünitem 10	Ünitem 11	Ünitem 12	Ünitem 13	Ünitem 14	Ünitem 15	Ünitem 16	Ünitem 17
3	8	0,80134	0,2096	0,71199	0,67317	0,42905	0,92541	0,61474	0,56089									
4	3	0,73279	0,92823	0,36528														
5	13	0,58935	0,23321	0,66478	0,9305	0,67454	0,86127	0,69529	0,64278	0,93987	0,66518	0,9638	0,72006	0,95501				
6	10	0,41322	0,40264	0,46264	0,44469	0,55769	0,30678	0,0982	0,42993	0,57619	0,01278							
7	7	0,71536	0,72144	0,4513	0,38824	0,1545	0,54566	0,03738										
8	9	0,3018	0,15383	0,92783	0,38913	0,89749	0,49767	0,86653	0,44714	0,58244								
9	13	0,31025	0,19847	0,41777	0,09128	0,69254	0,66341	0,51246	0,0544	0,45566	0,29011	0,37563	0,26748	0,16955				
10	14	0,34521	0,47911	0,57537	0,95731	0,96266	0,47547	0,82009	0,27631	0,80416	0,86445	0,97704	0,76934	0,89996	0,68891			
11	11	0,98402	0,24382	0,79368	0,89803	0,78156	0,95647	0,89072	0,74481	0,02012	0,82857	0,60258						
12	17	0,14497	0,99341	0,4849	0,41604	0,1248	0,91508	0,13683	0,03533	0,14349	0,39964	0,06316	0,48176	0,54114	0,7634	0,53392	0,80485	0,608
13	14	0,16186	0,84927	0,82069	0,32163	0,9684	0,82776	0,83008	0,22124	0,97479	0,579	0,54016	0,1037	0,62262	0,92783			
14	12	0,44186	0,73071	0,53291	0,94791	0,79325	0,69527	0,47244	0,0114	0,19453	0,48897	0,70544	0,33233					
15	16	0,99698	0,59473	0,04124	0,24967	0,217	0,39248	0,71263	0,93102	0,77905	0,27387	0,89637	0,47377	0,07015	0,15891	0,88128	0,05518	
16	4	0,10638	0,97808	0,95951	0,5133													
17	8	0,30399	0,7258	0,32433	0,48248	0,6271	0,9673	0,05617	0,83177									
18	13	0,06448	0,50247	0,93318	0,94422	0,36592	0,88238	0,05334	0,06748	0,95965	0,94538	0,77638	0,04902	0,65396				
19	12	0,76321	0,6493	0,01174	0,53346	0,33229	0,58306	0,48029	0,13264	0,87827	0,68609	0,31635	0,05437					
20	9	0,15429	0,47267	0,29858	0,54454	0,09793	0,01697	0,82708	0,92983	0,06471								
21	14	0,76559	0,73277	0,74492	0,05342	0,89671	0,58118	0,01253	0,27548	0,50022	0,91195	0,42667	0,46685	0,12088	0,454			
22	7	0,91414	0,97728	0,06895	0,3861	0,05766	0,48172	0,19994										
23	11	0,80253	0,88972	0,69262	0,39698	0,93644	0,01456	0,1603	0,52441	0,46206	0,10925	0,11937						
24	9	0,53533	0,64001	0,76151	0,03641	0,74641	0,74195	0,88334	0,46801	0,5175								
25	12	0,53142	0,30465	0,14666	0,73173	0,49497	0,32187	0,29362	0,83609	0,41069	0,60365	0,69141	0,53729					
26	9	0,97056	0,09616	0,67803	0,07957	0,65823	0,69819	0,16066	0,01984	0,06893								
27	6	0,12848	0,97768	0,02382	0,21747	0,02678	0,19291											
28	6	0,78346	0,80698	0,96126	0,79333	0,52983	0,6995											
29	11	0,70714	0,0251	0,68164	0,61228	0,43193	0,16209	0,99092	0,99167	0,40112	0,65158	0,34365						
30	12	0,19029	0,00855	0,18409	0,17082	0,87036	0,96786	0,5234	0,51739	0,53804	0,33466	0,89743	0,9853					
31	12	0,75868	0,19242	0,97569	0,48798	0,7059	0,83165	0,87164	0,59925	0,40057	0,19298	0,46414	0,48931					

Tablo 4.23

Toplam Kayıp Dağılımı

Microsoft Excel - OPERASYONEL VAR

Yardım İçin soru yazın

Dosya Düzen Görünüm Ekle Bgım Araslar Veri Pencere Yardım

Aralar Tur 10

B3 =TOPLA(AB3:AX3)

	AF	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB
1										TOPLAMLAR	
2	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,003085434	
3	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,001480809	
4	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,007014969	
5	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,00185214	
6	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,00157879	
7	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,003392293	
8	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,002923278	
9	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,002923278	
10	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,00790792	
11	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,008974493	
12	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,005361178	
13	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,006068523	
14	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,003912943	
15	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,00158693	
16	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,002480628	
17	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,003361178	
18	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,005794108	
19	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,003137578	
20	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,002327644	
21	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,004203215	
22	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,002327644	
23	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,003341138	
24	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,003230523	
25	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,003247296	
26	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,002381731	
27	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,001495001	
28	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,003037905	
29	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,005027017	
30	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,004607608	
31	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	1,11022E-09	0,004863207	

Microsoft Excel - OPERASYONEL VAR

Yardım İçin soru yazın

Dosya Düzen Görünüm Ekle Bgım Araslar Veri Pencere Yardım

Aralar Tur 10

B3 =TOPLA(AB3:AX3)

Baslat

Microsoft Excel

Microsoft Word

Toplam=16,3587976

BH SAYI 547

TR

16:0

Elde edilen toplam kayıp dağılımı yardımıyla gelecek sene herhangi bir ayda meydana gelebilecek maksimum zarar miktarı çeşitli güven düzeylerine göre tahmin edilmiştir. Bu zarar miktarları operasyonel VAR değerleri olarak adlandırılır. Maksimum zarar miktarları toplam kayıp dağılımının kantilleri bulunarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

Tablo 4.24

Güven Düzeylerine Göre Kantiller

Microsoft Excel - OPERASYONEL VAR

Dosya Düzen Görünüm Ekle Bilm Açılar Yeri Pencere Yardım Yardım için soru yazın

Aralık Tur 10

BA3 =TOPLA(BA3:AX3)

	AR	AS	AV	AW	AX	AY	AZ	BA
9950	1.11022E-09	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.002075808
9951	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.005634411
9952	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.002069893
9953	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.00290478
9954	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.00353314
9955	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.001656204
9956	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.002782427
9957	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.001921014
9958	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.001146801
9959	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.004810193
9960	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.004683412
9961	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.004146022
9962	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.000733317
9963	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.00337703
9964	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.002765128
9965	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.002828508
9966	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.002142009
9967	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.004050648
9968	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.001873718
9969	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.002377911
10000	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.003197884
10001	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.004046851
10002	1.11022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09	1.1022E-09		0.003516523
10003								
10004								
10005								
10006								
10007								
10008								
10009								
10010								

KANTİLLER	0.9999	0.010771839
	0.999	0.006307598
	0.99	0.007214922
	0.95	0.005844602

Toplam=16,3587976 BH SAYI

Hızlı Başlat

2 Microsoft Excel

Microsoft Word

TR SAHİ

16:00

Tablo 4.25

Güven Düzeylerine Göre Tahmin Edilen Maksimum Zarar Miktarları

Güven Düzeyleri	Maksimum Zarar Miktarları
%99,99	0,010771839
%99,9	0,009307597
%99	0,007214931
%95	0,005844562

Buna göre gelecek sene herhangi bir ayda meydana gelebilecek maksimum zarar miktarı %99,99 güven düzeyine göre 0,010771839, %99,9 güven düzeyine göre 0,009307597, %99 güven düzeyine göre 0,007214931, ve %95 güven düzeyine göre ise 0,005844562 olarak bulunur.

Aynı veriler için şiddet modeli olarak lognormal dağılımın seçilmesi durumunda, lognormal fonksiyondaki kantil değerlerini bulmak için Excel'deki “=logters(p;ortalama;standart_sapma)” fonksiyonu kullanılır. Aşağıda poisson ve lognormal dağılımlar için Monte Carlo Simülasyonunun nasıl oluşturulduğu ve toplam kayıp dağılımı gösterilmektedir.

Tablo 4.26

Poisson ve Lognormal Dağılımlar İçin Monte Carlo Simülasyonu

Microsoft Excel - OPERASYONEL VAR-lognormal için

Yardım için soru yazın

Arial Tur 10 0,9999

AZ10005

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1																		
2	Fre	Üretim 1	Üretim 2	Üretim 3	Üretim 4	Üretim 5	Üretim 6	Üretim 7	Üretim 8	Üretim 9	Üretim 10	Üretim 11	Üretim 12	Üretim 13	Üretim 14	Üretim 15	Üretim 16	Üretim 17
3	8	0,46005	0,1939	0,27397	0,00958	0,41015	0,29223	0,17676	0,7934									
4	3	0,61182	0,17239	0,09409														
5	13	0,85247	0,25336	0,26518	0,2608	0,88701	0,29216	0,13626	0,38588	0,95301	0,50315	0,45583	0,92234	0,55244				
6	10	0,36445	0,41678	0,51481	0,53288	0,52576	0,55236	0,42015	0,98312	0,70722	0,63192							
7	7	0,46157	0,57132	0,59033	0,53237	0,67227	0,65711	0,9053										
8	9	0,30714	0,14661	0,88548	0,74699	0,53251	0,95158	0,1634	0,10057	0,78779								
9	13	0,68011	0,0639	0,4827	0,41261	0,9448	0,63321	0,96426	0,88559	0,10737	0,28335	0,09314	0,5294	0,48013				
10	14	0,15202	0,76434	0,76595	0,47592	0,1763	0,90463	0,2104	0,62889	0,57186	0,9744	0,57574	0,52401	0,55245	0,03623			
11	11	0,79056	0,17236	0,05459	0,62226	0,67024	0,40195	0,97765	0,54098	0,82451	0,82903	0,02119						
12	17	0,33808	0,91766	0,34768	0,7274	0,64717	0,73222	0,69501	0,01387	0,71443	0,13014	0,31564	0,11308	0,55389	0,01483	0,84272	0,60501	0,0
13	14	0,45266	0,59657	0,91862	0,0179	0,06478	0,34327	0,67543	0,40848	0,55467	0,34475	0,30367	0,51528	0,75383	0,61856			
14	12	0,82951	0,14484	0,7125	0,00232	0,39705	0,42597	0,63948	0,86505	0,76675	0,97899	0,08292	0,55282					
15	16	0,84017	0,67481	0,7043	0,08435	0,69727	0,69085	0,67342	0,84056	0,4522	0,08166	0,48811	0,98339	0,10325	0,26056		0,12592	0,85734
16	4	0,86092	0,5184	0,11968	0,49087													
17	8	0,39778	0,39463	0,57065	0,00209	0,86999	0,00107	0,91575	0,33666									
18	13	0,62996	0,907	0,68116	0,60204	0,40228	0,69776	0,76358	0,62799	0,24661	0,15251	0,17804	0,78451	0,90462				
19	12	0,01993	0,90532	0,81812	0,89923	0,01849	0,92826	0,3255	0,59572	0,21359	0,99099	0,44171	0,26796					
20	9	0,96494	0,34481	0,9837	0,95472	0,63209	0,64343	0,96763	0,80733	0,88657								
21	14	0,86239	0,57789	0,15184	0,52938	0,15601	0,32148	0,31546	0,03923	0,42783	0,7053	0,88123	0,73294	0,41807	0,05573			
22	7	0,77569	0,62373	0,44648	0,2743	0,57969	0,46202	0,62546										
23	11	0,22524	0,93717	0,05205	0,07717	0,38751	0,36525	0,87434	0,45305	0,90335	0,94336	0,57635						
24	9	0,33763	0,04086	0,39062	0,06136	0,97638	0,37155	0,143	0,63796	0,05264								
25	12	0,08715	0,48839	0,60048	0,80212	0,21227	0,2277	0,58442	0,611	0,18664	0,97001	0,55455	0,4593					
26	9	0,65604	0,6767	0,41162	0,80313	0,89227	0,41239	0,76142	0,83081	0,16746								
27	6	0,01481	0,07688	0,7162	0,79583	0,39548	0,33944											
28	6	0,61334	0,27443	0,03315	0,03915	0,25454	0,8529											
29	11	0,62646	0,37907	0,76931	0,71608	0,02812	0,58463	0,12301	0,57925	0,80578	0,70774	0,00761						
30	12	0,36982	0,01166	0,61288	0,65043	0,35318	0,79446	0,33107	0,04559	0,81817	0,95789	0,96965	0,28851					
31	12	0,33504	0,68201	0,28371	0,0864	0,8352	0,62921	0,61953	0,81715	0,41408	0,68861	0,64407	0,63701					

Sayfa1 / Sayfa1 / MART 2005 opvar / Sayfa3 /

Otomatik Şekil

Hazır

Toplam=3,9389

SAYI SAR

Başlat

TEZ-LOG - Microsoft ...

Microsoft Excel - OPE...

TR

17:06

Tablo 4.27

Toplam Kayıp Dağılımı

Microsoft Excel - OPERASYONEL VAR-lognormal için

Yardım için soru yazın

Arial Tur 10 K T A

A3 8

	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA
1															TOPLAMLAR
2	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
3															0,001580448
4															0,002386288
5	0,000136904	0,000123204													0,003485044
6															0,002386536
7															0,002291083
8															0,00254313
9	0,000924425	0,000444167													0,004072037
10	0,000608732	7,82964E-05	7,75064E-05												0,00620941
11															0,004313759
12	2,05228E-05	0,000130957	0,000131043	6,30618E-05	0,000563683	1,36936E-05									0,004034032
13	0,000875159	4,81147E-05	0,000286543												0,00269933
14	0,00108024														0,00371808
15	0,002235317	9,77951E-05	0,000547764	5,85556E-05	3,83576E-05										0,009175597
16															0,002110909
17															0,001555602
18	0,000144075	5,3832E-05													0,004435195
19	2,76625E-05														0,004615679
20															0,002066128
21	0,000874891	0,000362358	8,52005E-05												0,003303103
22															0,004995063
23															0,005261507
24															0,003564735
25	0,00014969														0,003238892
26															0,003343718
27															0,002982089
28															0,002460873
29															0,014700376
30	4,78284E-05														0,006006933
31	0,000865435														0,014779989

Hazır Otomatik Şekil

Toplam=98060 SAVI

Başlat TEZ-LOG - Microsoft ... 2 Microsoft Excel TR 17:18

Tablo 4.28

Güven Düzeylerine Göre Kantiller

Microsoft Excel - OPERASYONEL VAR-lognormal için

Yardım için soru yazın

Arial Tur 10 K T A

AZ10005 0,9999

	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC
9980													0,003140613		
9981	5,84142E-05	0,000111296											0,009209559		
9982													0,001590375		
9983													0,001810054		
9984													0,002835348		
9985													0,00086623		
9986													0,002657393		
9987													0,003434378		
9988													0,001310935		
9989	0,000282931												0,000642216		
9990	1,91249E-05												0,010730861		
9991													0,005438498		
9992													0,000840469		
9993													0,001764946		
9994													0,002557088		
9995													0,003974103		
9996													0,002626295		
9997	2,19121E-05	1,01084E-05											0,007790758		
9998													0,003055666		
9999													0,004256061		
10000													0,004400766		
10001													0,013001363		
10002													0,005406246		
10003															
10004															
10005													0,9999	0,002560445	
10006													0,999	0,033819824	
10007													0,99	0,018003527	
10008													0,95	0,010835245	
10009															
10010															

Hazır Otomatik Şekil

Toplam=3,9389 SAYI SAR

Başlat TEZ-LOG - Microsoft ... 2 Microsoft Excel TR 17:19

Tablo 4.29

**Güven Düzeylerine Göre Tahmin
Edilen Maksimum Zarar Miktarları**

Güven Düzeyleri	Maksimum Zarar Miktarları
%99,99	0,062560445
%99,9	0,033819824
%99	0,018003527
%95	0,010836245

Buna göre gelecek sene herhangi bir ayda meydana gelebilecek maksimum zarar miktarı %99,99 güven düzeyine göre 0,062560445, %99,9 güven düzeyine göre 0,033819824, %99 güven düzeyine göre 0,018003527, ve %95 güven düzeyine göre ise 0,010836245 olarak bulunur.

4.4 Backtesting

Bankalar tarafından VAR hesabında kullanılan modellerin doğruluğunu ve performansını ölçmek amacıyla kullanılan bir test etme yöntemidir. Geriye dönük test için operasyonel VAR rakamları ile bir sonraki yıla ait fon değerlerindeki zarar miktarları karşılaştırılır. Gerçekleşen kayıp rakamlarının tahmin edilen operasyonel VAR değerlerinden büyük olması durumu “sapma” olarak nitelendirilmektedir. Sapmalar modelin tahmin kabiliyetini gösteren temel göstergelerdir. Geriye dönük testte, belirlenen sapma değerleri kullanılarak belirli bir güven düzeyinde kötü bir modeli kabul etme veya iyi bir modeli reddetme hipotezleri istatistiksel olarak test edilmektedir.

EK 7’de 2005 yılına ait fon değerleri, EK 8’de ise 2005 yılında meydana gelen fon değerlerindeki günlük zarar miktarları verilmiştir. Geriye dönük testte örneğin 2005 yılının ocak ayında 5 tane kayıp olayı meydana gelmiş ise bu olayların miktarı ile toplam zarar dağılımındaki frekansı 5 olan zarar miktarlarının hata paylarına göre kantil değerleri karşılaştırılır. Bunun için 2005 yılında aylara göre gerçekleşen olay sayıları hesaplanmıştır.

Tablo 4.30

**2005 Yılında Aylara Göre Meydana
Gelen Olay Sayıları**

Tarih	Olay/Ay	Tarih	Olay/Ay
Oca.05	5	Eyl.05	8
Şub.05	9	Eki.05	11
Mar.05	10	Kas.05	6
Nis.05	14	Ara.05	7
May.05	8	TOPLAM	103
Haz.05	9	ORTALAMA	8,583
Tem.05	7	VARYANS	5,719697
Ağu.05	9	STANDART SAPMA	2,391

Geriye dönük test, gama ve lognormal dağılım için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Poisson ve gama dağılımlarına göre oluşturulan toplam kayıp dağılımı kullanılarak %99,9, %99 ve %95 güven düzeylerine göre maksimum zarar miktarları yani operasyonel VAR değerleri bulunur. Bu değerler bulunurken 2005 yılında gerçekleşen aylık zarar olaylarının sayısı dikkate alınmıştır. Bu değerler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.31

**Güven Düzeylerine Göre Aylık Operasyonel
VAR Değerleri**

Aylar	Güven Düzeyleri		
	0,999	0,99	0,95
Oca.05	0,00470463	0,003612284	0,003113372
Şub.05	0,006600182	0,005755498	0,004748406
Mar.05	0,006896137	0,006182303	0,00506733
Nis.05	0,009274965	0,007754366	0,006670829
May.05	0,005757217	0,004904709	0,004207459
Haz.05	0,006600182	0,005755498	0,004748406
Tem.05	0,005992073	0,00470496	0,00398799
Ağu.05	0,006600182	0,005755498	0,004748406
Eyl.05	0,009274965	0,007754366	0,006670829
Eki.05	0,007602491	0,006452673	0,005608197
Kas.05	0,004500915	0,003991837	0,00334884
Ara.05	0,005992073	0,00470496	0,00398799

Bu tabloya göre örneğin, 2005 yılının ocak ayında 0,999 güven düzeyine göre meydana gelecek maksimum zarar miktarı 0,00470463 olacaktır. Bundan daha yüksek miktarda zararın meydana gelme olasılığı 0,001'dir. Bu operasyonel VAR değerleri ile meydana gelen aylık gerçek zarar miktarlarının toplamı arasındaki fark alınarak sapma sayıları bulunur. %99,9, %99 ve %95 güven düzeylerine göre bulunan farklar ve sapma sayıları aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 4.32

%99,9 Güven Düzeyine Göre Sapma Sayıları

Aylar	Operasyonel VAR (%99,9)	2005 Yılındaki Aylık Gerçek Zarar	Farklar	Sapma Sayısı
Oca.05	0,00470463	0,002143	0,0025616	0
Şub.05	0,006600182	0,002003	0,0045972	0
Mar.05	0,006896137	0,009181	-0,0022849	1
Nis.05	0,009274965	0,006863	0,002412	0
May.05	0,005757217	0,003809	0,0019482	0
Haz.05	0,006600182	0,002885	0,0037152	0
Tem.05	0,005992073	0,002576	0,0034161	0
Ağu.05	0,006600182	0,002845	0,0037552	0
Eyl.05	0,009274965	0,002303	0,006972	0
Eki.05	0,007602491	0,005349	0,0022535	0
Kas.05	0,004500915	0,001307	0,0031939	0
Ara.05	0,005992073	0,001534	0,0044581	0

Tablo 4.33

%99 Güven Düzeyine Göre Sapma Sayıları

Aylar	Operasyonel VAR (%99)	2005 Yılındaki Aylık Gerçek Zarar	Farklar	Sapma Sayısı
Oca.05	0,003612284	0,002143	0,001469	0
Şub.05	0,005755498	0,002003	0,003752	0
Mar.05	0,006182303	0,009181	-0,003	1
Nis.05	0,007754366	0,006863	0,000891	0
May.05	0,004904709	0,003809	0,001096	0
Haz.05	0,005755498	0,002885	0,00287	0
Tem.05	0,00470496	0,002576	0,002129	0
Ağu.05	0,005755498	0,002845	0,00291	0
Eyl.05	0,007754366	0,002303	0,005451	0
Eki.05	0,006452673	0,005349	0,001104	0
Kas.05	0,003991837	0,001307	0,002685	0
Ara.05	0,00470496	0,001534	0,003171	0

Tablo 4.34**%95 Güven Düzeyine Göre Sapma Sayıları**

Aylar	Operasyonel VAR (%95)	2005 Yılındaki Aylık Gerçek Zarar	Farklar	Sapma Sayısı
Oca.05	0,003113372	0,002143	0,00097	0
Şub.05	0,004748406	0,002003	0,002745	0
Mar.05	0,00506733	0,009181	-0,00411	1
Nis.05	0,006670829	0,006863	-0,00019	1
May.05	0,004207459	0,003809	0,000398	0
Haz.05	0,004748406	0,002885	0,001863	0
Tem.05	0,00398799	0,002576	0,001412	0
Ağu.05	0,004748406	0,002845	0,001903	0
Eyl.05	0,006670829	0,002303	0,004368	0
Eki.05	0,005608197	0,005349	0,000259	0
Kas.05	0,00334884	0,001307	0,002042	0
Ara.05	0,00398799	0,001534	0,002454	0

Aylık toplam zararın, modelin VAR tahminini aşma sayısı sapma sayısı olarak adlandırılır. Kullanılan modelin uygun olması için sapma sayısının beklenen sapma sayısına yakın olması gerekir. Beklenen sapma sayısı backtest uygulanan ay sayısı ile güven düzeyine bağlıdır. 12 aylık bir dönem için %99,9 güven düzeyinde sapma sayısının $12 \times 0,001 = 0,012$ olması beklenir. Yani 12 aylık bir dönemde, 0 ay boyunca aylık toplam zarar miktarının, tahmin edilen VAR değerini aşması beklenir. Yine aynı şekilde %99 güven düzeyine göre sapma sayısının 0,12 ve %95 güven düzeyine göre ise 0,6 olması gerekir. Bu durumda sapma sayısı 0'den büyük ise modelin uygunluğu hakkında şüphe edilmelidir.

Elde edilen sonuçlara göre, %99,9 ile %99 güven düzeylerinde sapma sayısı 1 iken, %95 güven düzeyinde sapma sayısının 2 olduğu görülür. Sonuç olarak şiddet modeli için gama dağılımının seçilmesi halinde operasyonel VAR modelinin tahmin kabiliyeti yetersiz kalmaktadır.

Poisson ve lognormal dağılım için yapılacak olan geriye dönük testte ise poisson ve lognormal dağılımlara göre oluşturulan toplam kayıp dağılımı kullanılarak %99,9, %99 ve %95 güven düzeylerine göre maksimum zarar miktarları yani operasyonel VAR değerleri bulunur. Bu değerler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.35

**Güven Düzeylerine Göre Aylık Operasyonel
VAR Değerleri**

Aylar	Güven Düzeyleri		
	0,999	0,99	0,95
Oca.05	0,01122746	0,008543447	0,006122777
Şub.05	0,03345148	0,017531219	0,009158808
Mar.05	0,029040258	0,017751789	0,010837336
Nis.05	0,02112783	0,019386858	0,013221901
May.05	0,018728163	0,013559319	0,008837125
Haz.05	0,03345148	0,017531219	0,009158808
Tem.05	0,022267666	0,012797394	0,007937867
Ağu.05	0,03345148	0,017531219	0,009158808
Eyl.05	0,018728163	0,013559319	0,008837125
Eki.05	0,025376764	0,017641784	0,010960107
Kas.05	0,021846649	0,01195787	0,007072968
Ara.05	0,022267666	0,012797394	0,007937867

Buna göre, 2005 yılının ocak ayında 0,999 güven düzeyine göre meydana gelecek maksimum zarar miktarı 0,01122746 olacaktır. Bundan daha yüksek miktarda zararın meydana gelme olasılığı 0,001'dir. Poisson-gama modelinde olduğu gibi operasyonel VAR değerleri ile meydana gelen aylık gerçek zarar miktarlarının toplamı arasındaki fark alınarak sapma sayıları bulunur. %99,9, %99 ve %95 güven düzeylerine göre bulunan farklar ve sapma sayıları aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 4.36

%99,9 Güven Düzeyine Göre Sapma Sayıları

Aylar	Operasyonel VAR (% 99,9)	2005 Yılındaki Aylık Gerçek Zarar	Farklar	Sapma Sayısı
Oca.05	0,01122746	0,002143	0,00908446	0
Şub.05	0,03345148	0,002003	0,03144848	0
Mar.05	0,029040258	0,009181	0,01985926	0
Nis.05	0,02112783	0,006863	0,01426483	0
May.05	0,018728163	0,003809	0,01491916	0
Haz.05	0,03345148	0,002885	0,03056648	0
Tem.05	0,022267666	0,002576	0,01969167	0
Ağu.05	0,03345148	0,002845	0,03060648	0
Eyl.05	0,018728163	0,002303	0,01642516	0
Eki.05	0,025376764	0,005349	0,02002776	0
Kas.05	0,021846649	0,001307	0,02053965	0
Ara.05	0,022267666	0,001534	0,02073367	0

Tablo 4.37**%99 Güven Düzeyine Göre Sapma Sayıları**

Aylar	Operasyonel VAR (%99)	2005 Yılındaki Aylık Gerçek Zarar	Farklar	Sapma Sayısı
Oca.05	0,008543447	0,002143	0,0064004	0
Şub.05	0,017531219	0,002003	0,0155282	0
Mar.05	0,017751789	0,009181	0,0085708	0
Nis.05	0,019386858	0,006863	0,0125239	0
May.05	0,013559319	0,003809	0,0097503	0
Haz.05	0,017531219	0,002885	0,0146462	0
Tem.05	0,012797394	0,002576	0,0102214	0
Ağu.05	0,017531219	0,002845	0,0146862	0
Eyl.05	0,013559319	0,002303	0,0112563	0
Eki.05	0,017641784	0,005349	0,0122928	0
Kas.05	0,01195787	0,001307	0,0106509	0
Ara.05	0,012797394	0,001534	0,0112634	0

Tablo 4.38**%95 Güven Düzeyine Göre Sapma Sayıları**

Aylar	Operasyonel VAR (%95)	2005 Yılındaki Aylık Gerçek Zarar	Farklar	Sapma Sayısı
Oca.05	0,006122777	0,002143	0,00398	0
Şub.05	0,009158808	0,002003	0,007156	0
Mar.05	0,010837336	0,009181	0,001656	0
Nis.05	0,013221901	0,006863	0,006359	0
May.05	0,008837125	0,003809	0,005028	0
Haz.05	0,009158808	0,002885	0,006274	0
Tem.05	0,007937867	0,002576	0,005362	0
Ağu.05	0,009158808	0,002845	0,006314	0
Eyl.05	0,008837125	0,002303	0,006534	0
Eki.05	0,010960107	0,005349	0,005611	0
Kas.05	0,007072968	0,001307	0,005766	0
Ara.05	0,007937867	0,001534	0,006404	0

Şiddet modeli için lognormal dağılım kullanıldığında %99,9, %99 ve %95 güven düzeylerinde sapma sayılarının bu güven düzeyleri için beklenen sapma sayısı olan 0'dan büyük olmadığı görülür. Sonuç olarak şiddet modeli için lognormal dağılımının seçilmesi halinde operasyonel VAR modelinin tahmin kabiliyeti yeterlidir.

5. SONUÇ

Operasyonel risk bankacılık sektörünün karşı karşıya kaldığı önemli bir risk türüdür. Bu risk türünün ölçümüne ilişkin yaklaşımlar temelde piyasa ve kredi riski ölçümünde kullanılan tekniklere benzese de operasyonel kayıp olaylarının farklı özellikleri dikkate alınarak geliştirilmiş olup daha zor ve karmaşıktır.

Bu çalışmada operasyonel risklerin ölçümü için matematiksel temele dayanan, riskin düzeyini parasal yönden hesaplayan ve diğerlerinden daha gelişmiş bir yöntem olan VAR modeli kullanılmıştır. Operasyonel VAR modelinin diğer modellere göre bazı üstünlükleri olmakla birlikte birtakım kısıtlamaları da bulunmaktadır. Operasyonel VAR, piyasa riski VAR modellerinde olduğu gibi belirli bir güven aralığında ortaya çıkabilecek en büyük zararın ne olabileceği konusunda bilgi vermektedir. Tek bir risk göstergesine dayanmaması, istatistiksel dağılımları kullanması ve riskin miktarını parasal yönden objektif olarak ölçebilmesi bakımından gelişmiş bir modeldir. Doğrudan operasyonel kayıp verilerini kullanması nedeniyle objektif ölçümler gerçekleştirmektedir. Bu model kurumun kendi içsel zarar verilerini kullanması nedeniyle bankanın operasyonel risk profilini en iyi yansıtan modeldir. Fakat bankalar kurum içinde meydana gelen hatalardan ya da aksaklıklardan kaynaklanan risklerle birlikte aynı zamanda dışsal olaylardan kaynaklanan operasyonel risklere de maruz kalmaktadırlar. Bu bakımdan bu model ortaya çıkma olasılığı yüksek fakat düşük etkiye sahip operasyonel risklerin modellenmesi için daha uygundur. Deprem, yangın, sel gibi ortaya çıkma olasılığı düşük ancak yarattığı etkileri fazla olan, dışsal olaylardan kaynaklanan riskler için uygun değildir. Ayrıca model geçmiş tarihsel verilere ve bunların belirli bir zaman dilimi için toplanmış olmasına ihtiyaç duyar. Modelin güvenilir sonuçlar verebilmesi için nitelikli ve güvenilebilir yeterli miktarda verinin mevcut olması gerekir.

Bu yöntem, Basel Komitesi'nin operasyonel risk ölçümü için önerdiği gelişmiş ölçüm yaklaşımları adı altında, zarar dağılımı yaklaşımı içerisinde yer almaktadır. Basel Komitesi, 2006 yılı sonundan itibaren uluslararası faaliyet gösteren bankaların, sermaye yeterliliği hesaplamasına operasyonel risklerini de dahil etmelerini ve operasyonel risk ölçümü için gelişmiş ölçüm yaklaşımına geçmelerini zorunlu kılmıştır. Bu bakımdan

operasyonel VAR yöntemi, AB üyeliğ sürecinde ülkemizdeki bankalar tarafından da kullanılması gerekli olan bir yöntemdir. Türk bankacılık sektörü ise daha çok piyasa ve kredi riskine ağırlık vererek bu gelişmelerin gerisinde kalmıştır. Bankalarımızın elinde geçmişe dönük yeterli miktarda sınıflandırılmış veri birikiminin olmaması nedeniyle ileri düzeyde operasyonel risk ölçümü aşamasına geçmekte zorluk yaşanmaktadır. Ayrıca teknik bir yöntem olduğu için gerekli bilgisayar yazılımlarına ve konu ile ilgili yeterli bilgiye sahip nitelikli finans uzmanlarına da ihtiyaç duyulmaktadır. Yöntemin pahalıya mal olması ve uzun zaman alması da diğer dezavantajlarından.

Çalışmada operasyonel risk ölçümü VAR modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı, bankacılık faaliyetlerinden birisi olan fon yönetim bölümünde meydana gelen operasyonel zararların operasyonel riske maruz değer yöntemi kullanılarak modellenmesi ve gelecek sene her bir ayda meydana gelebilecek maksimum kayıp tutarlarının tahmin edilmesidir. Bu amaçla öncelikle operasyonel risklere ilişkin kayıp verilerinin sıklık ve şiddet modelleri ayrı ayrı modellenmiş ve her iki model Monte Carlo Simülasyonu ile bir araya getirilerek toplam kayıp dağılımı oluşturulmuştur. Toplam kayıp dağılımı kullanılarak operasyonel VAR değerleri hesaplanmıştır. Bulunan aylık operasyonel VAR değerleri bir sonraki senenin gerçek değerleri ile karşılaştırılarak modelin tahmin performansı değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada operasyonel riskler için oluşturulacak VAR modeli birden fazla dağılım kullanılarak karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Sıklık modeli için kesikli tesadüfi dağılımlar ayrı ayrı test edilerek operasyonel kayıp olayının frekansını en iyi yansıtan dağılım seçilmiştir. Şiddet modeli için ise sürekli tesadüfi dağılımlar ayrı ayrı test edilerek operasyonel kayıp olayının şiddetini yani miktarını en iyi yansıtan dağılım seçilmiştir. Sıklık modelinden poisson, şiddet modelinden gama dağılımı seçilerek birinci operasyonel VAR modeli, daha sonra da sıklık modelinden poisson, şiddet modelinden ise lognormal dağılım seçilerek ikinci operasyonel VAR modeli oluşturulmuştur. Poisson-Gama ve Poisson-Lognormal modellerinden elde edilen sonuçlar değerlendirilerek gelecek sene maruz kalınacak maksimum kayıp miktarları ile modellerin tahmin kabiliyetinin yeterliliği karşılaştırılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, Poisson-Gama modelinde 2005 ocak ayı için meydana gelebilecek maksimum kayıp miktarı %999 güven düzeyine göre 0,00470463, %99 güven düzeyine göre 0,003612284 ve %95 güven düzeyine göre ise 0,003113372 olarak tahmin edilmiştir. Poisson-Lognormal modeline göre 2005 ocak ayı için meydana gelebilecek maksimum kayıp miktarı %999 güven düzeyine göre 0,01122746, %99 güven düzeyine göre 0,008543447 ve ve %95 güven düzeyine göre ise 0,006122777 olarak tahmin edilmiştir. Poisson- Lognormal modeline göre tahmin edilen maksimum kayıp miktarlarının Poisson-Gama modeline göre tahmin edilen maksimum kayıp miktarlarından daha büyük olduğu görülmektedir. Çünkü Poisson-Lognormal modeli Poisson-Gama modeline göre aşırı dağılımları daha iyi tahmin etmektedir. Nitekim Tablo 4.21'deki dağılımların kantil grafiklerinde lognormal dağılımın gamaya göre kantil değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle Poisson-Gama modelinde sapma sayısı 1 ya da 2 olurken, Poisson-Lognormal modelde sapma sayısı 0 olarak bulunmuştur.

Operasyonel risklerin ölçümü için hiçbir ölçüm yöntemi tek başına yeterli değildir. Kayıp verisinin toplanması için gerekli olan kalitatif değerlendirme tekniklerinden ileri ölçüm yaklaşımına kadar bütün teknikler birlikte değerlendirilmelidir. Ayrıca her kurumun operasyonel risk yapısının birbirinden farklı olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır.

EKLER

EK 1 Operasyonel Riskin Nedensellik Sınıflaması

OPERASYONEL RİSKLER		
1. SEVİYE	2. SEVİYE	FAALİYET ÖRNEKLERİ
SÜREÇLERDEN KAYNAKLANAN RİSKLER	Ödeme / Mutabakat, Takas Riski	Banka içi ödeme ve takas işlemlerinde ortaya çıkan kusur, hata ve noksanlıklar
		Fiyatlandırma konusunda uzlaşamamasından kaynaklanan zarar
		Tahvil ve senetlerin teslimatında yaşanan hatalar
		Limit aşımaları
		İşlemlerin hacmi nedeniyle personelin ve sistemlerin kapasitesinin yetersiz kalması
		Diğer
	Dokümantasyon ya da Sözleşme Riski	Belgelerin uygun ve yeterli bir şekilde doldurulmaması
		Yetersiz ifadeler ve yetersiz sözleşme hükümleri
		Uygunsuz sözleşme hükümleri
		Yetersiz faaliyet kayıtları
		Müşteri bilgilerinin doğruluğunun teyidinde ve müşteriye değerlendirmede yapılan hata ve kusurlar
		Diğer
	Değerleme/ Fiyatlandırma Riski	Kullanılan modelden kaynaklanan riskler, (uygunsuz parametreler, yanlış programlama, geçersiz varsayımlar, matematiksel hatalar vb. modele özgü riskler)
		Girdi sorunları ve hataları, veri problemleri
		Diğer
	Banka İçi/ Banka Dışı Raporlama Riski	Yetersiz istisnai olay raporlaması
		Muhasebeleştirme ve kayıt hataları, yetersiz ve eksik veriler
		Eksik ve yetersiz risk yönetimi raporlaması
		Eksik ve yetersiz düzenleme otoritesi raporlaması
		Eksik ve yetersiz finansal raporlama
		Eksik ve yetersiz vergilendirme raporlaması
		Eksik ve yetersiz hisse senedi ve tahvil piyasası raporlamaları
		Hesap ve kayıt düzeni hususundaki yasal düzenlemelere uygun hareket edilmemesi
		Diğer
	Kural ve Prosedürlere Uyum Riski	Banka içi kural ve prosedürlere uygun hareket edilmemesi
		Banka dışı düzenleme, kural ve prosedürlere uygun hareket edilmemesi
	Proje Riski Yönetimi ve Değişim Yönetimi	Eksik ve yetersiz proje önerisi/ planı
		Yeni ürün süreçlerinde eksiklik ve yetersizlikler
		Projeler için belirlenen maliyet ve zaman limitlerinin aşılması
		Diğer
	Satış Riskleri	Uygunsuz ürün seçimi
		Ürünün anlaşılabilirliği ve karmaşıklığı
		Eksik veya yanlış danışmanlık hizmeti (menkul kıymetleri de içeren)
		Diğer
İNSANLARDAN KAYNAKLANAN RİSKLER	Çalışan Sahtekarlığı / Dolandırıcılığı/ Kötü Niyetli Davranışı (Kriminal)	Hile ve bu konuda yapılmış gizli anlaşmalar (birden çok kişiden oluşan ve en az birinin banka çalışanı olduğu)
		Zimmete geçirme
		Bankanın itibarının kırılmasına yönelik kasıtlı söz ve eylem
		Kasıtlı kara para aklanması
		Fiziki hırsızlık
		Fikri mülkiyete yönelik hırsızlık
		Programlama dolandırıcılığı (kasıtlı virüs bulaştırma vb.)
		Diğer
	Yetkisiz İşlem / Hileli Alım-Satım / Çalışan Kabahati	Gizli ve imtiyazlı bilgilerin kötüye kullanımı
		Müşterinin çıkarlarını gözetmeden broker tarafından komisyon tutarını artırmak amaçlı aşırı alım-satım yapılması

SİSTEMLERDEN KAYNAKLANAN RİSKLER		Piyanın manipüle edilmesi
		Kasıtlı yanlış fiyatlandırmaya yol açan faaliyet
		Yetkisi bulunmayan muhatapla işlem yapmak
		Yetki verilmemiş ürün üzerine işlem yapmak
		Limit aşımaları
		Kasıtlı yanlış modeller (modelin unsurlarının kasıtlı olarak değiştirilmesi vb. suretiyle modelin etkilenmesi)
		Alım-satım kurallarına aykırı ve bunların haricinde kalan işlemler
		Kanunsuz/ saldırgan satış taktikleri
		Prosedürlerin görmezden gelinmesi/dolanılması (kasıtlı)
		Diğer
	İstihdam Yasası	Haksız olarak personelin işine son verilmesi
		Çalışanlar arasında ayrımcılık yapılması, çalışanlara eşit fırsat verilmemesi
		Cinsel taciz vb. olaylar
		İstihdam ve ilgili diğer yasa ve düzenlemelere uygun hareket edilmemesi
		Çalışan Sağlığı ve İşyeri Güvenliği konusundaki yasa ve düzenlemelere uygun hareket edilmemesi
		Diğer
	İşgücü Kaybı	Toplu çalışan eylemleri (grev, işi yavaşlatma vb.)
		Diğer
	Kritik Önemdeki Personelin Bulunmaması ya da Personel Kaybı	Bir iş için uygun personelin banka içinde veya banka dışında bulunmaması
		Kilit önemdeki personelin kaybı
		Diğer
	Teknoloji Yatırımı Riski	Banka faaliyetleriyle ve mevcut sistemlerle uyumsuz teknoloji mimarisi
		Stratejik risk (platform/ hizmet sağlayıcılar)
		Faaliyet ihtiyaç ve gereklerinin yanlış veya eksik tanımlanması
		Mevcut sistemlerle uyumsuzluk
		Teknolojik donanımların eskimesi
		Yazılımların eskimesi
		Diğer
	Sistem Geliştirme ve Uygulama Riski	Eksik ve yetersiz proje yönetimi
		Projelerin maliyet/ zaman aşımaları
		Programlama kusurları (banka içi ve dışı)
		Mevcut sistemlere entegre edilme veya mevcut sistemlerden ayrıştırma hataları
		Sistemin faaliyet gereklerini karşılayamaması
		Diğer
	Sistemlerin Kapasitesi	Yeterli yazılımın bulunmaması (yazılım eksikliği)
		Yeterli kapasite planlamasının bulunmaması (planlama eksikliği)
		Diğer
	Sistem Hataları	Ağ hatası
		Birbirine bağlılık (karşılıklı-bağımlılık interdependency) riski
		Bağlantı ve ara yüz hataları
		Sistem donanımında ortaya çıkan hatalar
		Yazılı hataları
		Banka içi haberleşme hataları
		Diğer
	Sistem Güvenliğinin İhlali	Banka dışından sistem güvenliği ihlalleri
		Banka içi sistem güvenliği ihlalleri
		Programlama dolandırıcılığı
		Bilgisayar virüsleri
		Diğer
HARİCİ (DIŞSAL)	Yasal ve Toplumsal	Çevrenin korunması uygulamalarının ihlali

ETKENLERDEN KAYNAKLANAN RİSKLER	Sorumluluk	İtimat ve güvenin ihlali, aracılık görevinin yerine getirilmemesi (emanette saklanması işlemlerinde vb.)
		Yasaların ve mevzuatın yanlış yorumlanması
		Yanlış betimleme (tanımlama)
		Diğer
	Kriminal Faaliyetler	Banka dışı dolandırıcılık, çek dolandırıcılığı, sahtekarlık (sahte imza vb.)
		Müşteri tarafından hileli hesap açılması
		Müşterinin kendisi hakkında gerçeği yansıtmayan yanlış bilgi vermesi
		Şantaj
		Soygunlar (hırsızlık dahil)
		Kara para aklanması
		Terörizm, bombalı saldırı
		Sabotaj, toplumsal hareketler vb. nedenlerle faaliyetlerin durması
		Mülkiyete fiziki zarar verilmesi
		Kundaklama
		Diğer
	Harici Hizmet Sağlama (Outsourcing)/ Tedarikçi Riski	Hizmet sağlayıcının iflas etmesi
		Hizmet sağlayıcının sorumluluklarını yerine getirememesi (gizli bilgilerin kötüye kullanımı gibi)
		Eksik ve yetersiz sözleşme
		Hizmet sağlama anlaşmasına aykırı hareket edilmesi
		Hizmet sağlayıcının teslimatı gerçekleştirmemesi
		Hizmet sağlayıcıların verdiği hizmetlerin iyi icra edilememesi
		Diğer
	Banka İçi Hizmet Sağlama (Insourcing) Riski	Banka içi hizmet sağlamada sorun yaşanması
		Diğer
	Felaketler ve Altyapı Hizmetlerinin Kesilmesi	Yangın
		Sel
		Deprem
		Diğer doğal (jeolojik, meteorolojik) afetler
		Toplumsal felaketler (kimyasal serpinti, çarpışma vb.)
		Ulaşım sorunları
		Enerji sorunları
		Harici iletişim sorunları
		Su kesintileri
		Bina ve çalışma alanı bulunmaması
		Diğer
	Düzenleyici Otorite Riski, Politik Risk	Düzenleme otoritesinin mevzuatı değiştirmesi
		Savaş
		Kamulaştırmalar
		Faaliyet engellemeleri
		Vergi rejiminin değiştirilmesi
		Diğer kanunlarda değişiklikler
		Siyasi istikrarsızlık
		Diğer

EK 2 Operasyonel Risk Göstergelerine İlişkin Örnek Bir Tablo

Faaliyetler - ortalama günlük hacim (adet, tutar) - mutabakatsız alım-satımlar (adet) - eşleştirilemeyen alım-satımlar(adet) - alım-satım (düzeltmeleri) (adet) - başarısız alım-satım (adet) - yabancı para pozisyon (tutar) - ödenecek faiz (adet, tutar) - ödeme emirleri (adet, tutar) Bilgi Teknolojileri - hizmet kesilme/bozulma süresi (adet, süre) - gerçekleştirilemeyen proje hedefleri (adet, maliyet) - iş devamlılığını etkileyen sorunlar (adet) - BT güvenlik soruşturmaları (adet) - kontrol ihlalleri (adet) - güvenlik duvarı değişiklikleri (adet) - virüs vakaları (adet) Risk Yönetimi - temerrütler (adet, tutar) - kredinin yeniden değerlendirilmesi ya da sınıflandırılması (adet, derece) - senelik değerlendirmeler/denetimler (adet) - kredi onayları (adet) - yeni ürün onayları (adet) - münferit model onayları (adet) - limit ihlalleri (adet, tutar) Denetim - yüksek riskli konular (adet) - gecikmiş denetim konuları - değiştirilen hedef tarihleri	Finans - günlük kar/zarar ayarlamaları (adet, tutar) - piyasa dışı alım-satımlar (adet, tutar) - teyitsiz bakiyeler (brüt tutar) - şirketler arası hatalı eşleştirmeler (tutar) - vade/son tarih ihlalleri (adet) - yasal sermaye (tutar) - aktiften çıkarılan sabit kıymetler (tutar) - yönetim raporları ile muhasebe kayıt farklılıkları (brüt tutar) İnsan Kaynakları - çalışan sayısı (adet, derece, çalışma süresi) - ayrılanlar/işe girenler (adet, derece, sebep) - açık kadrolar (adet, derece) - işe devamsızlık/hastalık günleri (adet, derece) - işten çıkarma/disiplinsizlik ihlalleri (adet) - ayrımcılık davaları (adet, maliyet) Hukuk - davalar, hukuki ihtilaflar (adet, tutar) - kara para raporları (adet) - uygunluk incelemeleri (adet) - müşteri şikayetleri (adet) Yönetmelik Hizmetler - kullanılabilir alan/mekan (tutar) - yenilenecek kira sözleşmeleri - sağlık ve güvenlik kural ihlalleri (adet) - ödenmeyen faturalar (adet, tutar) - hizmet devamlılık sözleşmesi ihlalleri
---	---

EK 3 Operasyonel Risk Kayıp Olayı Sınıflandırması

OLAY TİPİ SINIFLANDIRMASI (1.Seviye)	TANIM	OLAY TİPİ SINIFLANDIRMASI (2.Seviye)	FAALİYET ÖRNEKLERİ (3.Seviye)
BANKA İÇİ HİLE ve DOLANDIRICILIK	Banka içinden en az bir tarafın işin içine karıştığı ve söz konusu taraf veya tarafların dolandırıcılık; zimmetine geçirme; düzenlemeleri, kanunları ya da şirket politikalarını dolanma veya ayrımcılık olayları şeklindeki faaliyetleri sonucu ortaya çıkan kaybı ifade eder.	Yetkisiz İşlem	Raporlanmayan işlemler (kasıtlı)
			Yetkisiz işlem tipi (mali kayba neden olan)
			Yanlış belirlenen pozisyonlar (kasıtlı)
		Hırsızlık ve hile, dolandırıcılık olayları	Hile ve dolandırıcılık/ kredi dolandırıcılığı/ değersiz mevduatlar
			Hırsızlık/şantaj/zimmetine geçirme/soygun
			Varlıkları kişisel kullanımına alma, zimmetine geçirme
			Varlıkların kötü niyetli olarak tahribi
			Sahtekarlık
			Çek sahtekarlığı
			Kaçakçılık
			Hesabi ele geçirmek/taklit etmek/vb.
			Vergi kaçırmak/vergiden kaçınmak (kasıtlı)
			Rüşvet vermek veya almak/bir ücret veya komisyon üzerinden başkasına pay vermek
			İçerden alınan bilgilerle ticaret (bankanın hesabına olmayan)
BANKA DIŞI HİLE ve DOLANDIRICILIK	Üçüncü kişilerin dolandırıcılık, zimmetine geçirmek ya da kanunları dolanmak şeklindeki faaliyetleri sonucu ortaya çıkan kaybı ifade eder.	Hırsızlık ve hile, dolandırıcılık olayları	Hırsızlık/Soygun
			Sahtekarlık
			Çek sahtekarlığı
		Sistem Güvenliği	Hacking zararı
İSTİHDAM UYGULAMALARI VE İŞYERİ GÜVENLİĞİ	İstihdam, sağlık veya iş güvenliği yasaları yada sözleşmelerine aykırı davranışlar, şahsi tazminat davaları ya da farklılık ve ayrımcılık olayları nedeniyle ortaya çıkan tazminatların ödenmesi suretiyle ortaya çıkan kaybı ifade eder.	Çalışanlarla İlişkiler	Tazminat, ikramiye, işine son verme hususları
		Çevre Güvenliği	Organize çalışan faaliyetleri (grev vb)
			Genel yükümlülük (giriş çıkışlarda güvenlik kartlarını kullanmak, vb.)
			Çalışan sağlığı ve güvenliği ile ilgili kurallara dair olaylar
			İşçilerin tazminatları
MÜŞTERİLER, ÜRÜNLER & İŞ UYGULAMALARI	Kasıtsız olarak ya da ihmal sonucu belirli müşterilere karşı profesyonel yükümlülüklerin (itimat ve uygunluk yükümlülükleri de dahil olmak üzere) yerine getirilememesi ya da ürünün yapısından veya dizaynından kaynaklanan hatalar sonucu ortaya çıkan kaybı ifade eder.	Farklılık ve Ayrımcılık	Tüm ayrımcılık türleri (din, dil, ırk, cinsiyet vb.)
			İtimadın suiistimal edilmesi / Kullanılan kılavuzlara aykırı işlemler
			Uygunluk / açıklama hususları (KYC, vb.)
			Bireysel müşteri işlemlerinin gizliliği ilkesinin ihlali
			Gizliliğin ihlali
			Agresif satışlar
			Alınacak komisyon tutarını artırmak amacıyla hesap sahibinin çıkarlarını gözetmeksizin aşırı işlemler yapmak (account churning)
			Gizli bilginin kötüye kullanılması
			Ödünç verenin yükümlülüğü

		Uygunsuz iş ya da Piyasa Uygulamaları	Tröstlerin teşekkül etmesine karşı düzenlemeler
			Uygunsuz ticaret/ piyasa uygulamaları
			Hileli piyasa yönlendirmesi (manipülasyonu)
			İçerden alınan bilgilerle ticaret (bankanın hesabına)
			Lisanssız faaliyette bulunmak
			Para aklanması
		Ürünlerdeki Kusurlar	Ürünlerdeki kusurlar (yetkisiz, vb.)
			Model hataları
		Seçme, Sponsorluk & Riskten Korunma Limitleri	Kılavuzlardaki esaslara göre müşterinin araştırılması işleminin yerine getirilmemesi
			Müşterinin riskten korunma limitlerinin aşılması
		Danışmanlık Faaliyetleri	Danışmanlık faaliyetlerinin performansı hakkındaki uyumsuzluklar
FİZİKİ VARLIKLARA VERİLEN ZARARLAR	Doğal felaketler veya terörizm vb. olaylar nedeniyle fiziki varlıklara verilen zararları ifade eder.	Felaketler ve Diğer Olaylar	Doğal afetlerden doğan zararlar
			Harici kaynaklardan ortaya çıkan insan Kaynağı kayıpları (terörizm, kamu yada özel mülkiyete zarar verme olayları vb.)
FAALİYETİN DURMASI VE SİSTEM HATALARI	Faaliyetlerin durması, kesilmesi ya da sistem hataları sonucu ortaya çıkan kaybı ifade eder.	Sistemler	Donanım
			Yazılım
			Telekomünikasyon hizmetleri
			Kamu hizmetlerinin durması / kesilmesi
İCRA, TESLİMAT & SÜREÇ YÖNETİMİ	Başarısız süreçler ya da başarısız süreç yönetimi ile ticari muhataplarla ve satıcılarla ilişkiler sonucu ortaya çıkan kaybı ifade eder.	İşlemlere İlişkin Bilgilerin Tutulması, İşlemlerin Gerçekleştirilmesi ve İşlem Bilgilerinin Muhafazası	İletişimin sağlanamaması
			Bilgi girilmesi, bilgi muhafazası ya da bilgi yükleme hatası
			Son tarih ya da sorumlu bilgisi eksikliği
			Modelin ya da sistemin yanlış çalıştırılması
			Muhasebe hatası / varlık niteleme hatası
			Diğer görevlerin yerine getirilememesi
			Teslimatta hata ve başarısızlık
			Teminat yönetiminde hatalar ve başarısızlıklar
			Referans Bilgi Muhafazası
		İzleme ve Raporlama	Zorunlu raporlama yükümlülüklerinin yerine getirilememesi
			Hatalı dış rapor (kayba neden olan)
		Müşterinin Çekilmesi ve Belgelendirme	Kayıp müşteri izinleri / haklarından feragat edenlere ait bilgiler
			Yasal dokümanın kaybı ya da eksikliği
		Müşteri Hesaplarının Yönetimi	Hesaplara onaysız girişler
			Yanlış müşteri kayıtları (kayba neden olan)
			İhmal sonucu müşteri varlıklarına zarar verilmesi ya da zarar ortaya çıkması
		Ticari Muhataplar (counterparties)	Müşterilerin dışında kalan muhatapların edimlerini yerine getirmemeleri
			Müşterilerin dışında kalan muhtelif muhataplarla ortaya çıkan uyumsuzluklar
		Satıcılar ve Hizmet Sağlayıcılar	Harici hizmet sağlama
			Satıcı uyumsuzlukları

EK 4 İş Kolları ve Faaliyet Sınıflandırması

1. SEVİYE	2. SEVİYE	FAALİYET GRUPLARI
KURUMSAL FİNANSMAN	Kurumsal finansman	Birleşme ve satın almalar, aracılık yüklenimi işlemleri (underwriting), özelleştirmeler, menkul kıymetleştirmeler, araştırma, borç (merkezi hükümet, yüksek getiri), hisse senedi, sendikasyonlar, birincil halka arzlar (IPO)
	Merkezi hükümetin/yerel yönetimlerin finansmanı	
	Tacir (merchant) bankacılık	
	Danışmanlık hizmetleri	
ALIM-SATIM & SATIŞ	Satışlar	Sabit getirili, hisse senedi, döviz, ticari mal, kredi, fonlama, kendi pozisyonlarına ilişkin menkul kıymetler, ödünç ve repo işlemleri, brokerlik, borç, birincil brokerlik
	Piyasa Yapıcılığı	
	Bankaya ait hususi (proprietary) pozisyonlar	
	Hazine	
PERAKENDE BANKACILIK	Perakende bankacılık	Perakende krediler ve mevduatlar, bankacılık hizmetleri, emanet (trust) ve menkul mal
	Bireysel bankacılık	Bireysel kredi ve mevduatlar, bankacılık hizmetleri, emanet ve menkul mal saklama, yatırım danışmanlığı
	Kart hizmetleri	Tacir (merchant)/ticari/kurumsal kartlar, perakende
TİCARİ BANKACILIK	Ticari bankacılık	Proje finansmanı, gayrimenkul, ihracat finansmanı, ticari finansman, faktoring, finansal kiralama, kredilendirme, garantiler, ödeme emirleri*
ÖDEME VE TAKAS	Harici müşteriler	Ödeme ve Tahsilatlar, fon transferleri, mahsuplaşma ve takas
ACENTELİK HİZMETLERİ	Muhafaza	Escrow, ADR** (depository receipts), menkul kıymet ödünçleri (müşteriler), kurumsal faaliyetler
	Ticari mümessillik	İhraç ve ödeme temsilciliği
	Ticari muhafaza	
AKTİF YÖNETİMİ	İsteğe bağlı fon yönetimi***	Bir havuzda toplanmış, ayrıştırılmış, perakende, kurumsal, kapalı, açık, özel hisse senedi
	İsteğe bağlı olmayan fon yönetimi****	Bir havuzda toplanmış, ayrıştırılmış, perakende, kurumsal, kapalı, açık.
PERAKENDE BROKERLİK	Perakende brokerlik	İşletme ve tam hizmet

* Ticari bir işlemde bir tarafın diğer taraftan belli bir tutarı üçüncü bir kişiye ödeme emrini içeren bir ödeme aracını ifade eder ve üçüncü kişi genellikle birinci kişidir. Uluslararası işlemlerde "bill of exchange" olarak adlandırılmaktadır.

** Genellikle yabancı şirketlerin ABD bankalarında tutulan pay senetlerinin fiziki bir yer değiştirme olmaksızın banka emanetinde tutulurken satın alındığına dair makbuz.

*** Fon sahibi ile fon yöneticisi arasındaki anlaşmaya bağlı olarak fon yöneticisine fon sahibinin talimatı olmaksızın yatırım kararı ve pozisyon almasına imkan tanıyan bir hizmet şekli.

**** Fon sahibi ile fon yöneticisi arasındaki anlaşmaya bağlı olarak fon yöneticisine ancak fon sahibinin talimatı ile işlem yapma imkanı tanıyan bir hizmet şekli.

EK 5 X Bankası 2004 Yılına Ait A Tipi Hisse Senedi Fon Değerleri

Tarih	Birim Pay Değeri YTL	Tarih	Birim Pay Değeri YTL	Tarih	Birim Pay Değeri YTL	Tarih	Birim Pay Değeri YTL
02.01.2004	0.048823	10.03.2004	0.050871	11.05.2004	0.046673	12.07.2004	0.049013
05.01.2004	0.049930	11.03.2004	0.051014	12.05.2004	0.047048	13.07.2004	0.049151
06.01.2004	0.050623	12.03.2004	0.050834	13.05.2004	0.047223	14.07.2004	0.049624
07.01.2004	0.049975	15.03.2004	0.050885	14.05.2004	0.047048	15.07.2004	0.049594
08.01.2004	0.050332	16.03.2004	0.050920	17.05.2004	0.046805	16.07.2004	0.049981
09.01.2004	0.050897	17.03.2004	0.050826	18.05.2004	0.046519	19.07.2004	0.050542
12.01.2004	0.051268	18.03.2004	0.050513	20.05.2004	0.046425	20.07.2004	0.050420
13.01.2004	0.051355	19.03.2004	0.050939	21.05.2004	0.046652	21.07.2004	0.050465
14.01.2004	0.050705	22.03.2004	0.051852	24.05.2004	0.046982	22.07.2004	0.050015
15.01.2004	0.050025	23.03.2004	0.052465	25.05.2004	0.047449	23.07.2004	0.049659
16.01.2004	0.049626	24.03.2004	0.052232	26.05.2004	0.047256	26.07.2004	0.049949
19.01.2004	0.048575	25.03.2004	0.052281	27.05.2004	0.047655	27.07.2004	0.049769
20.01.2004	0.047500	26.03.2004	0.052726	28.05.2004	0.047499	28.07.2004	0.049572
21.01.2004	0.049010	29.03.2004	0.053601	31.05.2004	0.047934	29.07.2004	0.050103
22.01.2004	0.049557	30.03.2004	0.054075	01.06.2004	0.047698	30.07.2004	0.050399
23.01.2004	0.049191	31.03.2004	0.052931	02.06.2004	0.047441	02.08.2004	0.050811
26.01.2004	0.049178	01.04.2004	0.053197	03.06.2004	0.047196	03.08.2004	0.051233
27.01.2004	0.049177	02.04.2004	0.053725	04.06.2004	0.047504	04.08.2004	0.050934
28.01.2004	0.048548	05.04.2004	0.053830	07.06.2004	0.048033	05.08.2004	0.050519
29.01.2004	0.048014	06.04.2004	0.053731	08.06.2004	0.048727	06.08.2004	0.050882
30.01.2004	0.046397	07.04.2004	0.053636	09.06.2004	0.048483	09.08.2004	0.050696
05.02.2004	0.046026	08.04.2004	0.053610	10.06.2004	0.048462	10.08.2004	0.050983
06.02.2004	0.045933	09.04.2004	0.052588	11.06.2004	0.048685	11.08.2004	0.050993
09.02.2004	0.045561	12.04.2004	0.052553	14.06.2004	0.048552	12.08.2004	0.050605
10.02.2004	0.046217	13.04.2004	0.052052	15.06.2004	0.048140	13.08.2004	0.050339
11.02.2004	0.046991	14.04.2004	0.051919	16.06.2004	0.047943	16.08.2004	0.050329
12.02.2004	0.047071	15.04.2004	0.051425	17.06.2004	0.048002	17.08.2004	0.050344
13.02.2004	0.048637	16.04.2004	0.050566	18.06.2004	0.047705	18.08.2004	0.050857
16.02.2004	0.048835	19.04.2004	0.050985	21.06.2004	0.047544	19.08.2004	0.050929
17.02.2004	0.049400	20.04.2004	0.051567	22.06.2004	0.047500	20.08.2004	0.050560
19.02.2004	0.048884	21.04.2004	0.051377	23.06.2004	0.047592	23.08.2004	0.050570
20.02.2004	0.048622	22.04.2004	0.050924	24.06.2004	0.047627	24.08.2004	0.050543
23.02.2004	0.048670	26.04.2004	0.050974	25.06.2004	0.047652	25.08.2004	0.050944
24.02.2004	0.048590	27.04.2004	0.050541	28.06.2004	0.048151	26.08.2004	0.050932
25.02.2004	0.048745	28.04.2004	0.049600	29.06.2004	0.048620	27.08.2004	0.050894
26.02.2004	0.048956	29.04.2004	0.049639	30.06.2004	0.048618	31.08.2004	0.051296
27.02.2004	0.049512	30.04.2004	0.048708	01.07.2004	0.048837	01.09.2004	0.051992
01.03.2004	0.049519	03.05.2004	0.048948	02.07.2004	0.049152	02.09.2004	0.052554
02.03.2004	0.049585	04.05.2004	0.048005	05.07.2004	0.049375	03.09.2004	0.052543
03.03.2004	0.050447	05.05.2004	0.047840	06.07.2004	0.049679	06.09.2004	0.052788
05.03.2004	0.049808	06.05.2004	0.048076	07.07.2004	0.049442	07.09.2004	0.052712
08.03.2004	0.049929	07.05.2004	0.047678	08.07.2004	0.049157	08.09.2004	0.052901
09.03.2004	0.050835	10.05.2004	0.047081	09.07.2004	0.049022	09.09.2004	0.053089

Tarih	Birim Pay Değeri YTL	Tarih	Birim Pay Değeri YTL
10.09.2004	0.053067	11.11.2004	0.053775
13.09.2004	0.052804	12.11.2004	0.052969
14.09.2004	0.052637	17.11.2004	0.052815
15.09.2004	0.053051	18.11.2004	0.052598
16.09.2004	0.053138	19.11.2004	0.053039
17.09.2004	0.053026	22.11.2004	0.053112
20.09.2004	0.052632	23.11.2004	0.052888
21.09.2004	0.051805	24.11.2004	0.053030
22.09.2004	0.052420	25.11.2004	0.053216
23.09.2004	0.052736	26.11.2004	0.052988
24.09.2004	0.053394	29.11.2004	0.052682
27.09.2004	0.053925	30.11.2004	0.052141
28.09.2004	0.053475	01.12.2004	0.051557
29.09.2004	0.053316	02.12.2004	0.051823
30.09.2004	0.053342	03.12.2004	0.052082
01.10.2004	0.053025	06.12.2004	0.051821
04.10.2004	0.052785	07.12.2004	0.051668
05.10.2004	0.053077	08.12.2004	0.051650
06.10.2004	0.052866	09.12.2004	0.050936
07.10.2004	0.053211	10.12.2004	0.050675
08.10.2004	0.053512	13.12.2004	0.050874
11.10.2004	0.053796	14.12.2004	0.051512
12.10.2004	0.053881	15.12.2004	0.051533
13.10.2004	0.053656	16.12.2004	0.053165
14.10.2004	0.054036	17.12.2004	0.053629
15.10.2004	0.053587	20.12.2004	0.053437
18.10.2004	0.053815	21.12.2004	0.055033
19.10.2004	0.053646	22.12.2004	0.055079
20.10.2004	0.054116	23.12.2004	0.055389
21.10.2004	0.053710	24.12.2004	0.054820
22.10.2004	0.053606	27.12.2004	0.054464
25.10.2004	0.053532	28.12.2004	0.054929
26.10.2004	0.052518	29.12.2004	0.055394
27.10.2004	0.052799	30.12.2004	0.055537
28.10.2004	0.053275	31.12.2004	0.055534
01.11.2004	0.053679		
02.11.2004	0.054215		
03.11.2004	0.054311		
04.11.2004	0.054571		
05.11.2004	0.054176		
08.11.2004	0.054143		
09.11.2004	0.053900		
10.11.2004	0.053695		

EK 6 2004 Yılında Meydana Gelen Günlük Zarar Miktarları

Xi	Zararlar (YTL)	Xi	Zararlar (YTL)	Xi	Zararlar (YTL)
1	0,000648	44	0,000243	87	0,000827
2	0,00065	45	0,000286	88	0,00045
3	0,00068	46	0,00094	89	0,000159
4	0,000399	47	0,000193	90	0,00024
5	0,001051	48	0,000156	91	0,000211
6	0,001075	49	0,000257	92	0,000225
7	0,000366	50	0,000245	93	0,000449
8	0,000013	51	0,000244	94	0,000169
9	0,000001	52	0,000021	95	0,000406
10	0,000629	53	0,000106	96	0,000104
11	0,000534	54	0,000412	97	0,000104
12	0,001617	55	0,000197	98	0,001088
13	0,000093	56	0,000297	99	0,000395
14	0,000372	57	0,000161	100	0,000033
15	0,000516	58	0,000044	101	0,000243
16	0,000262	59	0,000002	102	0,000205
17	0,00008	60	0,000237	103	0,000806
18	0,000639	61	0,000285	104	0,000154
19	0,00018	62	0,000135	105	0,00022
20	0,000094	63	0,000009	106	0,000224
21	0,000313	64	0,00003	107	0,000228
22	0,000233	65	0,000122	108	0,000306
23	0,001144	66	0,00045	109	0,000541
24	0,000099	67	0,000356	110	0,000261
25	0,000095	68	0,00018	111	0,000153
26	0,000026	69	0,000197	112	0,000018
27	0,001022	70	0,000299	113	0,000714
28	0,000035	71	0,000415	114	0,000261
29	0,000501	72	0,00019	115	0,000192
30	0,000133	73	0,000378	116	0,000569
31	0,000494	74	0,000266	117	0,000356
32	0,000859	75	0,00001	118	0,000003
33	0,00019	76	0,000369		
34	0,000453	77	0,000027	Ortalama	0,00033
35	0,000433	78	0,000012	Varyans	0,00000009182
36	0,000941	79	0,000038	Std.Sapma	0,000303
37	0,000931	80	0,000011		
38	0,000943	81	0,000076		
39	0,000165	82	0,000022		
40	0,000398	83	0,000263		
41	0,000597	84	0,000167		
42	0,000408	85	0,000112		
43	0,000175	86	0,000394		

EK 7 X Bankası 2005 Yılına Ait A Tipi Hisse Senedi Fon Değerleri

Tarih	Birim Pay Değeri YTL	Tarih	Birim Pay Değeri YTL	Tarih	Birim Pay Değeri YTL	Tarih	Birim Pay Değeri YTL
03.01.2005	0.055530	08.03.2005	0.063016	09.05.2005	0.057571	11.07.2005	0.062021
04.01.2005	0.056376	09.03.2005	0.063064	10.05.2005	0.057157	12.07.2005	0.061939
05.01.2005	0.055943	10.03.2005	0.063161	11.05.2005	0.057309	13.07.2005	0.061472
06.01.2005	0.054756	11.03.2005	0.063719	12.05.2005	0.056800	14.07.2005	0.062085
07.01.2005	0.055019	14.03.2005	0.063357	13.05.2005	0.057578	15.07.2005	0.062568
10.01.2005	0.055611	15.03.2005	0.062613	16.05.2005	0.057490	18.07.2005	0.062899
11.01.2005	0.056832	16.03.2005	0.061911	17.05.2005	0.057087	19.07.2005	0.062612
12.01.2005	0.057471	17.03.2005	0.061040	18.05.2005	0.057100	20.07.2005	0.062931
13.01.2005	0.058157	18.03.2005	0.059355	20.05.2005	0.057244	21.07.2005	0.063279
14.01.2005	0.058387	21.03.2005	0.060756	23.05.2005	0.057834	22.07.2005	0.063603
17.01.2005	0.058617	22.03.2005	0.059746	24.05.2005	0.056262	25.07.2005	0.063946
18.01.2005	0.058834	23.03.2005	0.059910	25.05.2005	0.055678	26.07.2005	0.063770
19.01.2005	0.058710	24.03.2005	0.058646	26.05.2005	0.055720	27.07.2005	0.063313
24.01.2005	0.058324	25.03.2005	0.059309	27.05.2005	0.055500	28.07.2005	0.063413
25.01.2005	0.058551	28.03.2005	0.060025	30.05.2005	0.055813	29.07.2005	0.063851
26.01.2005	0.059160	29.03.2005	0.059404	31.05.2005	0.056558	01.08.2005	0.064210
27.01.2005	0.059147	30.03.2005	0.058138	01.06.2005	0.056778	02.08.2005	0.064522
28.01.2005	0.059345	31.03.2005	0.058406	02.06.2005	0.056692	03.08.2005	0.064252
31.01.2005	0.059393	01.04.2005	0.059730	03.06.2005	0.058195	04.08.2005	0.064491
01.02.2005	0.059575	04.04.2005	0.060576	06.06.2005	0.058528	05.08.2005	0.064625
02.02.2005	0.059958	05.04.2005	0.060016	07.06.2005	0.057961	08.08.2005	0.064484
03.02.2005	0.060116	06.04.2005	0.059991	08.06.2005	0.057307	09.08.2005	0.064361
04.02.2005	0.060002	07.04.2005	0.060551	09.06.2005	0.058032	10.08.2005	0.064211
07.02.2005	0.059741	08.04.2005	0.060498	10.06.2005	0.057476	11.08.2005	0.064051
08.02.2005	0.060012	11.04.2005	0.060316	13.06.2005	0.057758	12.08.2005	0.063609
09.02.2005	0.059848	12.04.2005	0.059738	14.06.2005	0.057636	15.08.2005	0.062724
10.02.2005	0.059754	13.04.2005	0.059677	15.06.2005	0.058254	16.08.2005	0.062293
11.02.2005	0.059461	14.04.2005	0.059280	16.06.2005	0.058903	17.08.2005	0.062713
14.02.2005	0.060218	15.04.2005	0.058584	17.06.2005	0.059672	18.08.2005	0.062470
15.02.2005	0.060486	18.04.2005	0.057409	20.06.2005	0.059603	19.08.2005	0.062594
16.02.2005	0.061080	19.04.2005	0.056427	21.06.2005	0.059892	22.08.2005	0.062699
17.02.2005	0.060405	20.04.2005	0.056889	22.06.2005	0.060098	23.08.2005	0.063089
18.02.2005	0.060344	21.04.2005	0.057246	23.06.2005	0.059999	24.08.2005	0.063291
21.02.2005	0.060486	22.04.2005	0.057430	24.06.2005	0.060460	25.08.2005	0.063645
22.02.2005	0.060389	25.04.2005	0.057991	27.06.2005	0.060301	26.08.2005	0.064145
23.02.2005	0.060145	26.04.2005	0.057696	28.06.2005	0.059728	29.08.2005	0.064859
24.02.2005	0.060330	27.04.2005	0.057075	29.06.2005	0.060052	31.08.2005	0.065210
25.02.2005	0.060707	28.04.2005	0.056526	30.06.2005	0.060574	01.09.2005	0.066059
28.02.2005	0.061526	29.04.2005	0.055837	01.07.2005	0.060531	02.09.2005	0.066933
01.03.2005	0.062721	02.05.2005	0.055610	04.07.2005	0.061458	05.09.2005	0.067472
02.03.2005	0.062065	03.05.2005	0.056249	05.07.2005	0.061886	06.09.2005	0.067762
03.03.2005	0.062208	04.05.2005	0.056230	06.07.2005	0.061255	07.09.2005	0.067602
04.03.2005	0.062699	05.05.2005	0.056922	07.07.2005	0.061703	08.09.2005	0.066936
07.03.2005	0.062774	06.05.2005	0.057532	08.07.2005	0.061227	09.09.2005	0.067024

Tarih	Birim Pay Değeri YTL	Tarih	Birim Pay Değeri YTL
12.09.2005	0.067900	15.11.2005	0.071143
13.09.2005	0.068607	16.11.2005	0.071586
14.09.2005	0.070246	17.11.2005	0.072470
15.09.2005	0.070121	18.11.2005	0.073009
16.09.2005	0.070833	21.11.2005	0.072799
19.09.2005	0.071215	22.11.2005	0.073295
20.09.2005	0.071190	23.11.2005	0.073069
21.09.2005	0.071667	24.11.2005	0.073804
22.09.2005	0.071829	25.11.2005	0.073654
23.09.2005	0.071262	28.11.2005	0.074007
26.09.2005	0.070886	29.11.2005	0.073691
27.09.2005	0.071207	30.11.2005	0.074302
28.09.2005	0.070889	01.12.2005	0.074468
29.09.2005	0.070823	02.12.2005	0.074834
30.09.2005	0.071259	05.12.2005	0.075350
03.10.2005	0.071069	06.12.2005	0.075373
04.10.2005	0.070936	07.12.2005	0.075465
05.10.2005	0.072834	08.12.2005	0.075389
06.10.2005	0.072535	09.12.2005	0.075541
07.10.2005	0.071198	12.12.2005	0.075405
10.10.2005	0.070278	13.12.2005	0.075643
11.10.2005	0.070540	14.12.2005	0.075600
12.10.2005	0.070698	15.12.2005	0.076247
13.10.2005	0.070480	16.12.2005	0.075811
14.10.2005	0.069372	19.12.2005	0.076605
17.10.2005	0.068831	20.12.2005	0.077597
18.10.2005	0.068860	21.12.2005	0.077541
19.10.2005	0.069116	22.12.2005	0.078034
20.10.2005	0.068500	23.12.2005	0.078751
21.10.2005	0.068996	26.12.2005	0.079969
24.10.2005	0.069097	27.12.2005	0.080476
25.10.2005	0.069470	28.12.2005	0.079761
26.10.2005	0.069454	29.12.2005	0.079689
27.10.2005	0.069398	30.12.2005	0.080466
28.10.2005	0.069293		
31.10.2005	0.069364		
01.11.2005	0.069675		
02.11.2005	0.069843		
07.11.2005	0.069993		
08.11.2005	0.070254		
09.11.2005	0.070205		
10.11.2005	0.070435		
11.11.2005	0.071027		
14.11.2005	0.070671		

EK 8 2005 Yılında Meydana Gelen Günlük Zarar Miktarları

Xi	Zararlar (YTL)	Xi	Zararlar (YTL)	Xi	Zararlar (YTL)
1	0,000433	44	0,001572	87	0,000616
2	0,001187	45	0,000584	88	0,000016
3	0,000124	46	0,00022	89	0,000056
4	0,000386	47	0,000086	90	0,000105
5	0,000013	48	0,000567	91	0,000049
6	0,000114	49	0,000654	92	0,000356
7	0,000261	50	0,000556	93	0,00021
8	0,000164	51	0,000122	94	0,000226
9	0,000094	52	0,000069	95	0,00015
10	0,000293	53	0,000099	96	0,000316
11	0,000675	54	0,000159	97	0,000076
12	0,000061	55	0,000573	98	0,000136
13	0,000097	56	0,000631	99	0,000043
14	0,000244	57	0,000476	100	0,000436
15	0,000656	58	0,000082	101	0,000056
16	0,000362	59	0,000467	102	0,000715
17	0,000744	60	0,000287	103	0,000072
18	0,000702	61	0,000176		
19	0,000871	62	0,000457		
20	0,001685	63	0,00027		
21	0,00101	64	0,000141		
22	0,001264	65	0,000123		
23	0,000621	66	0,00015		
24	0,001266	67	0,00016		
25	0,00056	68	0,000442		
26	0,000025	69	0,000885		
27	0,000053	70	0,000431		
28	0,000182	71	0,000243		
29	0,000578	72	0,00016		
30	0,000061	73	0,000666		
31	0,000397	74	0,000125		
32	0,000696	75	0,000025		
33	0,001175	76	0,000567		
34	0,000982	77	0,000376		
35	0,000295	78	0,000318		
36	0,000621	79	0,000066		
37	0,000549	80	0,000133		
38	0,000689	81	0,000299		
39	0,000019	82	0,001337		
40	0,000414	83	0,00092		
41	0,000509	84	0,000218		
42	0,000088	85	0,001108		
43	0,000403	86	0,000541		

KAYNAKÇA

Kitaplar

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

Besis, Joel. **Risk Management in Banking**. New York: John Wiley & Sons Ltd., 1998.

Bolak, Mehmet. **Risk ve Yönetimi**. İstanbul: Birsan Yayınevi, 2004.

Bolgün, Evren ve Barış Akçay. **Risk Yönetimi Finansal Piyasalarda Risk Ölçüm ve Yönetimine Türkiye Perspektifinden Stratejik Bakış**. 1.Basım. İstanbul: Scala Yayıncılık Borsa Yönetim Dizisi 34, Ağustos 2003.

Can, Evrim. **Operasyonel Risk ve Yönetimi**. Ankara: SPK Yayınları. No.154. Nisan 2003.

Cruz, Marcelo G. **Modeling, Measuring and Hedging Operational Risk**. UK: John Wiley & Sons Ltd., 2002.

Dağlı, Hüseyin. **Sermaye Piyasası ve Portföy Analizi**. 1.Baskı. Trabzon: Derya Kitabevi, 2000.

Gujarati, Damador N. **Temel Ekonometri**. Ümit Şenesen ve Gülay Günlük Şenesen (çev.). Birinci Basım. İstanbul: Literatür Yayıncılık, Ekim 1999.

Gümüşeli, Saniye. **Döviz Kuru ve Faiz Oranı Tekniklerinden Korunma Teknikleri**. Ankara: TBB Yayınları. Yayın No.179. 1994.

Güriş, Selahattin ve Şahamet Bülbül. **Olasılık**. İstanbul: Marmara Üniversitesi Nihad Sayar Eğitim Vakfı Yayınları. No.497/431. 1995.

Hatipoğlu, Zeyyat. **İşletme Finansı**. İstanbul: Temel Araştırma Yayınları. No.6. 1986.

Jorion, Philippe. **Value at Risk**. Second Edition. Singapore: McGraw Hill Companies, 2002.

Kaval, Hasan. **Bankalarda Risk Yönetimi**. Ankara: Yaklaşım Yayınları, 2000.

Kolb, Robert W. and Ricardo J. Rodriguez. **Finansal Yönetim**. Ali İhsan Karacan (çev.). SPK Yayınları. No:35. 1996.

Marshall, Christopher L. **Measuring and Managing Operational Risk**. Singapore: John Wiley & Sons Ltd., 2001.

Parlakkaya, Raif. **Finansal Türev Ürünler ile Mali Risk Yönetimi ve Muhasebe Uygulamaları**. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, Mart 2003.

Saraçoğlu, Bedriye ve Ferhan Çevik. **Matematiksel İstatistik Olasılık ve Önemli Dağılımlar**. 2. Baskı. Gazi Büro Kitabevi, Ekim 1995.

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

Soydan, Halit. **Bankalarda Risk Kavramı ve Yeni Finansman Teknikleri**. İzmir: D.E.Ü. ATMER, 1999.

Şahin, Hasan. **Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri**. Ankara: Turhan Kitabevi, 2004.

Şakar, Hakan. **Risk Yönetimi Açısından Bankalarda Aktif Pasif Yönetimi**. 1.Basım. İstanbul: Akdeniz Yayıncılık, 2002.

Turanlı, Münevver. Selahattin Güriş ve Aydın Ayaydın. **İstatistik Temel Kavramlar ve Uygulamalar**. Genişletilmiş 2. Basım. İstanbul: Der Yayınları, 1995.

Uysal, H. Özge. **Piyasa Riskinin Tespitinde Kullanılan Riskteki Değer (Value at Risk) Yöntemi**. Ankara: SPK Yeterlilik Etüdü. Yayın No.171. Nisan 1999.

Waring, Alan E. and Alan Glendon. **Managing Risk**. First Edition. China, L.Rex, 1998.

Weston, J.Fred Scott Besley and Eugene F. Brigham. **Essentials of Managerial Finance**. Eleventh Edition. The Dryden Press, 1996.

Williams, C. Arthur Jr. and Richard M. Heins. **Risk Mnagement and Insurance**. Fifth Edition. McGraw-Hill Book Company, 1985.

Sürekli Yayınlar

Aydın, Aydan. “Sermaye Yeterliliği ve VAR: Value At Risk”. **TBB Araştırma Yayınları**. Eylül 2000.

Bank of Japan. Advanced Operational Risk Management. Financial and Payment System. 2005-2006 Calendar Year. September 2005. <http://www.boj.or.jp/en/type/release/zuiji/data/fsk0509b.pdf> (28 Aralık 2005).

BIS. Sound Practices for the Management and Supervision of Operational Risk. February 2003. <http://www.bis.org/publ/bcbs96.pdf>, (20 Kasım 2005).

BIS. Working Paper on the Regulatory Treatment of Operational Risk. September 2001. http://www.bis.org/publ/bcbs_wp8.pdf (13 Nisan 2006).

BIS. International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, June 2004. <http://www.bis.org/publ/bcbs107.pdf> (31 Mayıs 2006).

BIS. “Operational Risk, Consultative Document”. *Supporting Document to the New Basel Capital Accord*. January 2001. <http://www.bis.org/publ/bcbsca07.pdf> (8 Şubat 2005).

BIS. Supervisory Framework For The Use of “Backtesting” in Conjunction With The Internal Models Approach To Market Risk Capital Requirements. January 1996. <http://www.bis.org/publ/bcbs22.pdf> (12 Nisan 2006).

Boyacıoğlu, Melek Acar. “Operasyonel Risk ve Yönetimi”. **Bankacılar Dergisi**. Sayı 43. 2002.

Duman, Mustafa. “Bankacılık Sektöründe Finansal Riskin Ölçülmesi ve Gözetiminde Yeni bir Yaklaşım:VaR Metodolojisi”. **Bankacılar Dergisi**. Sayı:32. 2000.

Fontnouvelle, Patrick de. John Jordan. and Eric Rosengren. “Implications of Alternative Operational Risk Modeling Techniques”. *Cambridge: NBER Working Paper Series*. No.11103. February 2005. <http://papers.nber.org/papers/w11103.pdf> (28 Aralık 2005).

Frachot, A. P. Georges and T. Roncalli. “Loss Distribution Approach for Operational Risk”. *Groupe de Recherche Operationnell*. Credit Lyonnais. France. <http://gro.creditlyonnais.fr/content/wp/lda.pdf> (25 Nisan 2001).

Mazıbaşı, Murat. “Bankalarda Operasyonel Risk Veritabanının Oluşturulması”. **BDDK Çalışma Raporları**. No.2003/6

Mazıbaşı, Murat. “Operasyonel Risk Veri Tabanı Modellemesi”. **BDDK Çalışma Raporları**. No.2006/2.

Mazıbaşı, Murat. “Operasyonel Riske Basel Yaklaşımı: Üç Yapısal Blok Çerçevesinde Bir Değerlendirme”. **BDDK Araştırma Raporları**. No:2005/1., Temmuz 2005.

Reshetar, Anna. “Operational Risk and the Effect of Diversification on Capital Charge”. **Summer Research Paper**. October 31. 2004.

Rytgaard, Mette. “Estimation in The Pareto Distribution”, Nordisk Reinsurance Company A/S. Copenhagen. Denmark. **Astin Bulletin**. Vol.20. No.2. November 1990.

Saka, Tamer. “Operasyonel Risk Ölçüm Tekniklerine Genel Bir Bakış”. *Active Bankacılık Dergisi*. Temmuz-Ağustos 2002. No.25. http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=1294 (8 Şubat 2005).

TBB. “Operasyonel Risk Veri Tabanı”. **Bankacılar Dergisi**. Sayı.49. Nisan 2004.

Yavuz, Salih Tanju. “Risk Yönetimi ‘İçeri’ Aktif Pasif Yönetimi ‘Dışarı’ (mı?)”. **Bankacılar Dergisi**. Sayı:41. 2002.

Yönetmelik ve Taslaklar

BDDK. Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkında Yönetmelik. 8 Şubat 2001.
http://www.bddk.org.tr/turkce/mevzuat/bddk_icdenetim_riskyonetimi.doc (14 Nisan 2005).

BDDK. Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkında Yönetmeliğin Uygulanmasına İlişkin 1 Sayılı Tebliğ Taslağı. Ağustos 2002.
<http://www.bddk.org.tr/turkce/duyurular/duzenlemeler/risk/Teb-AA3.doc> (23 Ocak 2006).

Sempozyumlar

Mazıbaşı, Murat. “Operasyonel Risk Ölçümü: Kayıp Dağılımları Modellemesi”. **VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu**. İstanbul., 26-27 Mayıs 2005.

Teker, Dilek Leblebici. “Bankacılıkta Operasyonel Risk ve Sermaye Yeterliliği”. **Geleneksel Finans Sempozyumu-2004 Bildirileri**. Marmara Üniversitesi. Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü & Bankacılık ve Sigortacılık Yüksekokulu. İstanbul. 27-28 Mayıs 2004.

Teker, Dilek Leblebici. “Comparative Analysis of Operational Risk Measurement Techniques”. *International Trade and Finance Association, Presented at the 15th International Conference*. İstanbul. Turkey. May 2005.
<http://services.bepress.com/itfa/15th/art39>, (22 Şubat 2006).