

T.C.  
MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİMDALI  
SAYISAL YÖNTEMLER BİLİMDALI

## **OPERASYONEL RİSK ÖLÇÜMÜ VE BİR UYGULAMA**

Yüksek Lisans Tezi

MÜKERREM ENGİN

İstanbul, 2010

T.C.  
MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİMDALI  
SAYISAL YÖNTEMLER BİLİMDALI

## **OPERASYONEL RİSK ÖLÇÜMÜ VE BİR UYGULAMA**

Yüksek Lisans Tezi

MÜKERREM ENGİN

Danışman: PROF. DR. İSMAİL HAKKI ARMUTLULU

İstanbul, 2010

Marmara Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Tez Onay Belgesi

İŞLETME Anabilim Dalı SAYISAL YÖNTEMLER Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi MÜKERREM ENGİN'İN OPERASYONEL RİSK ÖLÇÜMÜ VE BİR UYGULAMA adlı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulunun 10.12.2009 tarih ve 2009-19/16 sayılı kararıyla ile oluşturulan jüri tarafından oy birliğiyle Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi

: 21.04.2010

1) Tez Danışmanı : PROF. DR. İSMAİL HAKKI ARMUTLULU

2) Jüri Üyesi : DOÇ. DR. HAKAN YILDIRIM

3) Jüri Üyesi : DOÇ. DR. AHMET METE ÇİLİNGİRTÜRK



# **OPERASYONEL RISK ÖLÇÜMÜ VE BİR UYGULAMA**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**MÜKERREMENGİN**

**MARMARA ÜNİVERSİTESİ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**2010**

## **ÖZET**

Risk ölçümünün çok eski ve önemli bir konu olduğu bilinmesine rağmen, son yıllarda yaşanan büyük boyutlu operasyonel kayıp olayları ile birlikte önemi artan operasyonel risklerin ölçülmesi yeni ve gelişmekte olan bir alandır. Özellikle bankaların karşılaştığı en eski risk türü olarak da bilinen operasyonel risklerin ölçümünde, finansal risklerin ölçülmesinde kullanılan yöntemlerden daha farklı ve karmaşık yöntemler kullanılması gerekmektedir.

Bu tez çalışmasının temelde iki amacı bulunmaktadır. Birincisi; Operasyonel kayıp olaylarının yaşandığı bankacılık faaliyet kolları arasındaki ikişerli ilişkiyi, kümeleme mantığı çerçevesinde açıklamaya çalışmaktır. Burada, faaliyet kolları arasındaki ortak özelliklerin ortaya konması ile risk yöneticisine karar alma konusunda yardımcı olabileceği düşünülerek Kümeleme Analizi kullanılmıştır. Bu amaca yönelik olarak küçük örneklem gruplarının analizinde etkin kullanımı olan hiyerarşik kümeleme tekniği üzerinde durulmuştur.

Çalışmanın ikinci amacı ise operasyonel risk ölçüm yöntemlerinden olan Kayıp Dağılımları Yaklaşımı ele alınarak bankacılık sektöründe bir uygulama sunulmasıdır. Öncelikli olarak Kayıp Dağılımları Yaklaşımı ile ilgili teorik bilgiler verilerek çalışmanın yöntem ve kapsamı belirlenmiştir. Sonrasında, operasyonel kayıp olayları “sıklık” ve “büyüklük” olmak üzere iki ayrı stokastik süreçte ele alınarak “Toplam Operasyonel Kayıp Modeli” ne ulaşılmış ve bu şekilde beklenen kayıpların belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Operasyonel Risk, Operasyonel Risk Ölçümü, Kayıp Dağılımları Yaklaşımı, Kümeleme Yaklaşımları, Hiyerarşik kümeleme.

**Sayfa Adedi:** 107

**Tez Yürütücüsü:** Prof. Dr. İsmail Hakkı Armutlulu

# **OPERATIONAL RISK MEASUREMENT AND AN APPLICATION**

**(Master Thesis)**

**MÜKERREMENGİN**

**MARMARA UNIVERSITY**

**INSTITUTE OF SOCIAL SCIENCES**

**2010**

## **ABSTRACT**

Although risk measurement is known as a very old and important subject, with the growing importance after multi-dimensional operational losses occurred in recent years, the measurement of operational risks is a new and developing field. Known as the oldest type of risk that is faced specifically by banks, in the measurement of operational risks, the different and complicated methods other than that are used in financial risks measurement, should be used.

This thesis basically has two objectives. The first objective; to explain the counterpart relation between the fields of activities in banking that experience operational loss events, in the frame of clustering logic. Here, Clustering Analyse is used to show the common specifications between the fields of activities, with the consideration in mind to assist the risk manager in taking decisions. In order to meet this purpose, the hierarchical cluster analysis technique, which is efficiently used in analysing small sample groups, is utilized.

And the secondary objective of this study is to provide an application to banking sector by taking the Loss Distribution Approach in hand, which is an operational risk measurement method. Primarily, theoretical information regarding the Loss Distribution Approach is given in order to determine the method and scope of this study. Then, operational loss events are taken in hand within two stochastics processes based on “frequency” and “quantity”, and as a result “Total Operational Loss Model” is presented and in that way, it was intended to determine the expected losses.

**Keywords:** Operational Risk, Operational Risk Measurement, Loss Distribution Approach, Clustering Approaches, Hierarchical Clustering.

**Total Page:** 107

**Thesis Director:** Prof. Dr. İsmail Hakkı Armutlulu

## TEŐEKKÜR

Çalıőmam boyunca bana tez konuyla ilgili bütün bilgisini aktaran, öneri ve yardımlarını esirgemeyen, çok değerli hocam sayın Prof. Dr. İsmail Hakkı Armutlulu' ya ve hayatım boyunca bana her konuda destek olan sevgili aileme sonsuz teőekkürlerimi sunar, çalışmanın tüm ilgililere yararlı olmasını dilerim.

Mükerrem Engin



# İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

|   |           |
|---|-----------|
| <b>TABLO LİSTESİ</b> .....  | <b>iv</b> |
| <b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....  | <b>v</b>  |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>2. OPERASYONEL RİSKİN TANIMI, ÖNEMİ VE DİĞER RİSK TÜRLERİ İLE ETKİLEŞİMİ</b> .....   | <b>3</b>  |
| 2.1. Operasyonel Riskin Tanımı .....  | 3         |
| 2.2. Operasyonel Riskin Önemi.....  | 4         |
| 2.2.1. Önemli Kayıp Olayları.....   | 4         |
| 2.2.2. Operasyonel Yapılardaki Karmaşıklık.....   | 8         |
| 2.2.3. Yeni Basel Sermaye Anlaşması .....   | 8         |
| 2.3. Operasyonel Riske Neden Olan Faktörler .....                                       | 12        |
| 2.3.1. İnsan Faktörü.....   | 13        |
| 2.3.2. Sistem Faktörü .....   | 13        |
| 2.3.3. Süreç Faktörü .....  | 14        |
| 2.3.4. Dış Faktörler.....   | 16        |
| 2.4. Operasyonel Riskin Diğer Risk Türleri ile Etkileşimi.....                          | 17        |
| 2.5. Operasyonel Riskin Yönetimi.....   | 20        |
| 2.5.1. Operasyonel Risk Yönetiminin Yapısı.....   | 23        |
| 2.5.2. Operasyonel Risk Yönetiminin Faydaları.....                                      | 24        |
| <b>3. OPERASYONEL RİSK VERİLERİNİN SINIFLANDIRILMASI VE RİSK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ</b> ..... | <b>26</b> |
| 3.1. Operasyonel Risk Verilerinin Sınıflandırılması .....                               | 26        |
| 3.2. Operasyonel Risk Ölçüm Yöntemleri.....   | 29        |
| 3.2.1. Yukarıdan Aşağıya Yaklaşımlar (Top-down Method) .....                            | 29        |
| 3.2.2. Aşağıdan Yukarıya Yaklaşımlar (Bottom-up Method).....                            | 30        |
| 3.3. Düzenleyici Otoriteler Tarafından Önerilen Risk Ölçüm Yaklaşımları.....            | 31        |
| 3.3.1. Temel Gösterge Yaklaşımı (Basic Indicator Approach).....                         | 33        |
| 3.3.2. Standart Yaklaşım (Standardized Approach).....                                   | 34        |
| 3.3.3. Gelişmiş (İleri) Ölçüm Yaklaşımları (Advanced Measurement Approaches-AMA).....   | 35        |
| 3.3.3.1. İçsel Ölçüm Metodu (Internal Measurement Approach) .....                       | 36        |
| 3.3.3.2. Zarar Dağılımı Yaklaşımı (LDA) .....   | 37        |
| 3.3.3.3. Puan Kartı Yaklaşımı (Scorecard Approach) .....                                | 38        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.4. Bayes Kuralı ve Bayesci Çıkarsama.....   | 39        |
| 3.5. Operasyonel Risk Ölçümü İle İlgili Çalışmalar.....   | 40        |
| 3.5.1. A. Frachot, P. Georges & T. Roncalli, “Operasyonel Risk İçin Kayıp Dağılımı Yöntemi”.....      | 41        |
| 3.5.2. Yuji Yasuda, “Operasyonel Risk Yönetiminde Bayesci Çıkarsama Uygulamaları”.....                | 44        |
| 3.6. Konvolüsyon (Matematiksel Evrişim).....  | 45        |
| <b>4. KÜMELEME ANALİZİ.....</b>   | <b>48</b> |
| 4.1. Kümeleme Analizinin Tanımı.....  | 48        |
| 4.2. Kümeleme Analizinin Genel Amacı.....   | 48        |
| 4.3. Kümeleme analizinin Uygulama Aşamaları.....  | 50        |
| 4.4. Kümeleme Analizinde Temsil Deseni (Değişkenler) Seçimi ile Benzerlik ve Uzaklıkların Ölçümü..... | 50        |
| 4.5. Kümeleme Teknikleri.....   | 54        |
| 4.5.1. Hiyerarşik Kümeleme Yöntemleri.....  | 55        |
| 4.5.1.1. Tek Bağlantı Tekniği.....  | 56        |
| 4.5.1.2. Tam Bağlantı Tekniği.....  | 58        |
| 4.5.1.3. Ortalama Bağlantı Tekniği.....   | 59        |
| 4.5.2. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemleri.....  | 60        |
| 4.5.2.1. K-Ortalımalı Yöntem.....   | 61        |
| <b>5. OPERASYONEL RİSK VE BANKACILIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA.....</b>                                 | <b>63</b> |
| 5.1. Birinci Kısım; Faaliyet Kollarının Kümelenmesi.....  | 63        |
| 5.1.1. Uygulama Hakkında Genel Bilgiler.....  | 63        |
| 5.1.2. Değişkenlerin Seçilmesi ve Veri matrisinin Belirlenmesi.....                                   | 64        |
| 5.1.3. Ortalama Bağlantı Tekniği ile Hiyerarşik Kümeleme.....   | 70        |
| 5.2. İkinci Kısım; Kayıp Dağılımı Yaklaşımı ile Operasyonel Risk Ölçümü.....                          | 80        |
| 5.2.1. Uygulama Hakkında Genel Bilgiler.....  | 80        |
| 5.2.3. Veri.....  | 80        |
| 5.2.4. Büyüklük Dağılımının Oluşturulması.....  | 81        |
| 5.2.5. Sıklık Dağılımının Oluşturulması.....  | 84        |
| 5.2.6. Toplam Kayıp Dağılımının Oluşturulması.....  | 85        |
| <b>6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....</b>   | <b>87</b> |
| <b>EKLER.....</b>   | <b>90</b> |
| EK 1. Operasyonel Risk Neden Olan Olay Türleri Sınıflaması.....                                       | 91        |
| EK 2. Basel II Faaliyet Kolları Sınıflaması.....  | 95        |
| EK 3. Matlab' de Monte Carlo Simülasyonu.....   | 100       |

|                      |            |
|----------------------|------------|
| <b>KAYNAKÇA.....</b> | <b>101</b> |
|----------------------|------------|

## TABLO LİSTESİ

|   | <b>Sayfa No.</b> |
|---|------------------|
| <b>Tablo 1:</b> Finansal Kurumlarda Yaşanan Operasyonel Risk Kayıp Örnekleri.....                       | 7                |
| <b>Tablo 2:</b> Risk Grupları ve Risk Ağırlıkları.....  | 10               |
| <b>Tablo 3:</b> Operasyonel Risk Veri Sınıfları.....  | 27               |
| <b>Tablo 4:</b> İş Kolları ve Faaliyet Alanları Sınıflandırması.....                                    | 29               |
| <b>Tablo 5:</b> Yukarıdan Aşağıya Yaklaşımlar (Top-down Method) için Örnekler.....                      | 30               |
| <b>Tablo 6:</b> Yukarı Yönlü Yaklaşımlar ( Bottom-up Method) için Örnekler.....                         | 31               |
| <b>Tablo 7:</b> Standart Yaklaşım İçin Beta Değerleri.....  | 35               |
| <b>Tablo 8:</b> 2002-2008 Yılları Faaliyet Kolları ve Kayıp Olayı Türlerine Göre Sıklık Verileri.....   | 66               |
| <b>Tablo 9:</b> 2002-2008 Yılları Faaliyet Kolları ve Kayıp Olayı Türlerine Göre Büyüklük Verileri..... | 66               |
| <b>Tablo 10:</b> 2002-2008 Faaliyet Kolları Risk sıralaması.....  | 67               |
| <b>Tablo 11:</b> 2009/2.Çeyrek Faaliyet Kolları ve Kayıp Olayı Türlerine Göre Sıklık Verileri.....      | 76               |
| <b>Tablo 12:</b> 2009/2.Çeyrek Faaliyet Kolları ve Kayıp Olayı Türlerine Göre Büyüklük Verileri.....    | 77               |
| <b>Tablo 13:</b> 2009/2.Çeyrek Faaliyet Kolları Risk Sıralaması.....                                    | 77               |
| <b>Tablo 14:</b> 2002-2008 Ortalama Kayıp Olayı Büyüklüğü Sınıf Aralıkları.....                         | 81               |
| <b>Tablo 15:</b> Bazı Faydalı Dağılımlar.....   | 82               |
| <b>Tablo 16:</b> Büyüklük Verilerinin Temel İstatistik Özellikleri.....                                 | 83               |
| <b>Tablo 17:</b> Sıklık Verilerinin Temel İstatistik Özellikleri.....                                   | 84               |

## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No.

|   |    |
|---|----|
| <b>Şekil 1:</b> Operasyonel Riske Neden Olan Faktörler.....   | 12 |
| <b>Şekil 2:</b> Farklı Risk Kategorilerinin Payları.....  | 18 |
| <b>Şekil 3:</b> Operasyonel Risk Verisinin Yapısı.....  | 19 |
| <b>Şekil 4:</b> “Best Practice” in Anahtar Bileşenleri.....   | 22 |
| <b>Şekil 5:</b> Operasyonel Risk Yönetiminin Yapısı.....  | 24 |
| <b>Şekil 6:</b> Görsel olarak Konvolüsyon gösterimi .....   | 47 |
| <b>Şekil 7:</b> İki Nokta (A ve B) Arasındaki Öklid Uzaklığının Gösterimi .....   | 51 |
| <b>Şekil 8:</b> Kümeleme Teknikleri.....  | 55 |
| <b>Şekil 9:</b> Hiyerarşik Kümelemeyi Gösteren Dendogram.....   | 56 |
| <b>Şekil 10:</b> En Yakın Komşuluk Yöntemi.....   | 57 |
| <b>Şekil 11:</b> En Uzak Komşuluk Yöntemi .....   | 58 |
| <b>Şekil 12:</b> Ortalama Bağlantı Yöntemi .....  | 60 |
| <b>Şekil 13:</b> 2002-2008 Yılları Sıklık Verileri Üzerinden Faaliyet Kollarının Kümelenmesi ile İlgili Dendogram.....      | 74 |
| <b>Şekil 14:</b> 2002-2008 Yılları Büyüklük Verileri Üzerinden Faaliyet Kollarının Kümelenmesi İle İlgili Dendogram.....    | 75 |
| <b>Şekil 15:</b> 2009/2.Çeyrek Sıklık Verileri Üzerinden Faaliyet Kollarının Kümelenmesi ile İlgili Dendogram.....          | 78 |
| <b>Şekil 16:</b> 2009/2.Çeyrek Büyüklük Verileri Üzerinden Faaliyet Kollarının Sınıflandırılması ile İlgili Dendogram ..... | 79 |
| <b>Şekil 17:</b> Büyüklük Verilerinin Histogram Grafiği .....   | 82 |
| <b>Şekil 18:</b> Toplam Kayıp Dağılımının Histogram Grafiği.....  | 85 |
| <b>Şekil 19:</b> Toplam Kayıp Olasılığı Dağılımı.....   | 86 |

## 1. GİRİŞ

Operasyonel risk, bankaların karşılaştıkları en eski risk türü olarak bilinmektedir. Son yıllarda bankalar açısından operasyonel riskin öneminin artması, özellikle uluslararası finansal piyasalarda kullanılmakta olan ürünler, yöntemler ve teknolojinin karmaşık bir düzeye ulaşması ile çok sayıda bankanın operasyonel riskin neden olduğu büyük boyutlu zararlara maruz kalmalarından kaynaklanmaktadır.

Kurumların iflas etmesine neden olabilecek boyutta operasyonel risk kayıp olaylarının yaşandığı bir ortamda, ulusal ve uluslararası bankacılık sisteminin istikrarının sürdürülmesi görevi bankacılık sektörüne yeni düzenlemelerin getirilmesini de beraberinde getirmiştir. Bu alandaki gelişmeleri Bank for International Settlement (BIS) öncülüğünde, merkez bankaları ve birkaç ülkenin banka denetim uzmanından teşkil edilen bir komite takip etmekte ve önlemler önermektedir. “Basel Komite” olarak bilinen bu düzenleyici otoritenin ilk başarılarından biri bankaların sermaye yeterliliği ile ilgili düzenleme faaliyetleridir.

Basel Komitesi, operasyonel risk ölçümünün çok yeni ve gelişmekte olan bir alan olduğunu göz önünde bulundurarak bankaların kendi içsel kayıp verilerini toplamaları ile yeni ölçüm yaklaşımlarının geliştirilmesi çalışmalarını teşvik etmektedir. Aynı zamanda Komite, yasal sermaye amacıyla gerçekleştirilen risk ölçümlerinde yeknesaklığın sağlanması için operasyonel riske neden olan kayıp olayları ve bankacılık alanındaki faaliyet kollarını bir sınıflandırmaya tabi tutmuştur. Operasyonel risk ölçümünde kullanılacak olan verilerin hangi faaliyet kolunda ve hangi kayıp olayı türünde meydana geldiği, meydana gelme sıklığı ve şiddeti konuları risk yönetiminde önemli unsurları oluşturmaktadır.

Bu amaca yönelik olarak uygulamamızın birinci kısmında, bankacılık faaliyet kollarında meydana gelen kayıp olaylarının gerçekleşme “sıklığı” ve “büyüklüğü” süreçleri ayrı ayrı ele alınarak faaliyet kollarının ikiye bölünebilir benzerlikleri Kümeleme mantığı çerçevesinde açıklanmaya çalışılmıştır. Kümeleme analizi, bir araştırmada

incelenen birimleri aralarındaki benzerliklerine göre belirli gruplar içinde toplayarak sınıflandırma yapmayı, birimlerin ortak özelliklerini ortaya koymayı ve bu sınıflar ile ilgili genel tanımlar yapmayı sağlayan bir yöntem olması nedeni ile tercih edilmiştir. Faaliyet kolları arasındaki ikişerli ilişkinin açıklanması ile ilgili analizimizde, benzerlik ve uzaklık biçimlerini ele almadaki kolaylığı düşünülerek Kümeleme Yöntemlerinden olan Hiyerarşik Kümeleme Yaklaşımı üzerinde durulmuştur.

Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen uygulamanın ikinci kısmı ise operasyonel risk ölçümü ile ilgilidir. Bu analizimizi gerçekleştirmede gelişmiş risk ölçüm tekniklerinden olan, doğrudan risk verileri kullanılarak operasyonel risk ölçümü gerçekleştirilmesine imkan veren Zarar Dağılımları Yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşım altında “sıklık” ve “büyüklük” modellerinin dağılımlarının tahmin edilmesi ile operasyonel risklere ilişkin toplam kayıp dağılımına ulaşılması ve beklenen kayıpların belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. OPERASYONEL RİSKİN TANIMI, ÖNEMİ VE DİĞER RİSK TÜRLERİ İLE ETKİLEŞİMİ

### 2.1. Operasyonel Riskin Tanımı

Ölçümü üzerindeki tartışmaların önemli bir nedeni operasyonel risk için ortak bir tanımın bulunmamasıdır. Bazı bankalar işlem süreçleriyle ilgili risklere odaklanarak, operasyonel risk için dar bir tanım kullanmaktadırlar. Diğerleri ise piyasa ve kredi risklerinin dışında kalan tüm riskleri operasyonel risk olarak tanımlamaktadırlar. Bu geniş tanım, insan hataları, teknoloji arızaları, yetersiz kontroller ve dış etkenlerin yanında rakiplere ve değişen ekonomik koşullara tepki vermedeki başarısızlık gibi stratejik ve işletme risklerini de kapsamaktadır<sup>1</sup>.

Operasyonel risk , Basel Yönlendirici dökümanında ise; “Yetersiz veya yanlış içsel yöntem, kişi ve sistemler veya dışsal olaylar nedeniyle meydana gelebilecek doğrudan veya dolaylı zarara uğrayabilme riski”, olarak tanımlanmaktadır. Başlangıçta kredi ve piyasa riski dışındaki tüm riskler bu tanıma dahil edilirken, gelişmiş ülkelerdeki düzenleyiciler “Stratejik ve İtibar Riski” ‘ni bu tanımdan çıkarmıştır<sup>2</sup>. 2004 yılında yayınlanan Basel dokümanında da benzer şekilde Stratejik ve İtibar Riski operasyonel risk tanımından çıkartılmıştır.

Ülkemizde ise BDDK’ nın 8 Şubat 2001 tarih 24312 Sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanan “Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Hakkında Yönetmelik”te operasyonel risk; “*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 kayıplara ya da zarara uğrama ihtimali*” olarak tanımlanmaktadır<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Kaan Aksel, “**Finansal Kurumlarda Operasyonel Riskin Ölçümü**”, Activeline Gazetesi, No:21, Aralık 2001, [http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?bWhere=true&nARTICLE\\_id=1110](http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?bWhere=true&nARTICLE_id=1110), (26 Mart 2009), s.1

<sup>2</sup> Nurgül Chambers ve Atilla Çifter, “Operasyonel Risk Yönetimi’ nde Zarar Dağılımları ile Gelişmiş Ölçüm Yaklaşımları Uygulaması”, **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, Cilt:8, Sayı.2, 2007, s.143-144.

<sup>3</sup> Melek Acar Boyacıoğlu, “Operasyonel Risk ve Yönetimi”, **Bankacılar Dergisi**, sayı.43, 2002, s.52.



Operasyonel risk kısaca yetersiz veya başarısız şirket içi iş akımları, çalışanları ya da sistemleri nedeniyle şirket dışında meydana gelen olayların oluşturduğu bir risktir. Burada dikkat edilmesi gereken husus, şirketlerin kendi iç yapılarından kaynaklanan problemlerin dışarıda gerçekleşen olaylara istenilen şekilde cevap verememesinin yarattığı risklerdir<sup>4</sup>.

## 2.2. Operasyonel Riskin Önemi

### 2.2.1. Önemli Kayıp Olayları

Yakın geçmişte yaşanan Barings, Daiwa, Deutsche Morgan Grenfell ve Sumitomo örnekleri operasyonel riskin önemini bir kez daha göz önüne sermiştir. Teknolojinin ve ürünlerin hızla gelişmesi, iş süreçlerinin buna bağlı olarak karmaşıklaşması ve sistem üzerindeki kontrolün zorlaşması ile birlikte, hata veya doğrudan dolandırıcılıktan kaynaklanan operasyonel riskler olağanlaşmıştır<sup>5</sup>.

26 Şubat 1995 Pazartesi günü 1762 de kurulmuş olan Birleşik Krallığın en eski ticari bankası Barings iflas olayı ile birlikte operasyonel riskin ne kadar önemli bir risk türü olduğu ilk kez anlaşılmış oldu<sup>6</sup>. Bankanın 800 milyon pound finansal türev borcuna karşılık 540 milyon poundluk bir sermaye karşılığı vardı. Bankanın iflas etmesine , 28 yaşındaki Nicholas Leeson adında bir dealer' ın türev enstrümanlarda yapmış olduğu işlemlerden kaynaklanan 1.9 milyar \$ civarındaki zarar yol açmıştır. Zararın temel nedeni, Japon Borsasında alınan yüksek miktardaki riskli pozisyonlardır. Yapılan denetimlerde Leeson' ın alım/satım masasının yanında muhasebe ve kayıt işlemlerinin yürütüldüğü operasyon masasından (backoffice) da sorumlu olduğu ortaya çıkmıştır. *Japonya'da Kobe' de yaşanan deprem sonrasında Nikkei 225 endeksinde görülen hızlı düşüş Leeson' ın pozisyonundaki zararın katlanarak artmasına yol açıyor gözükse de*

---

<sup>4</sup> Jacques Pezier, "Operasyonel Risk: Basel II ve Sonrası", Activeline Gazetesi, No: Activeline Activity / SAS / Basel II' nin Finansal Kurumlar Üzerindeki Etkileri, E k i m 2 0 0 2 , [http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE\\_id=1902](http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=1902), ( 12 Haziran 2009), s.1.

<sup>5</sup> Mehmet Fehmi Eken, "Bankalarda Risk Yönetimi ve Türkiye Uygulaması", Activeline Gazetesi, Temmuz 2006, [http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE\\_id=4083](http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=4083), (05 Şubat 2009), s.28-29.

<sup>6</sup> Yuji Yasuda, "Application of Bayesian Inference to Operational Risk Management", (Doctoral Program in Quantitative Finance and Management, University of Tsukuba, 2003), s.5.

*Leeson' in 1994 yılında Barings adına 20 milyon \$ kar yapması başıboş bırakılmasına yol açmıştı*<sup>7</sup>.

Ayrıca, Daiwa Bankası hazine tahvilleri ticareti yoluyla 1.1 milyar \$ kaybetmiştir. Alım Satım yapanlar, 1984 yılından 1995' e kadar süren 11 yıllık uzun bir süre boyunca söz konusu tahvilleri, bankanın yetkisiz satış yaptığını fark etmeden aldılar. *Barings çöküşünün aksine Daiwa Bank hala hayatta ancak olayın maliyeti sermaye tabanlarının 1/7' sine mal oldu*<sup>8</sup>. Söz konusu olayları takip eden 1996 yılının eylül ayında ise yatırım bankası olan Deutsche Morgan Grenfell (DMG) ,kendi varlık yönetimi biriminde yıldız bir fon yöneticisi olarak çalışan Peter Young'ı askıya aldığını açıkladı. DMG ayrıca, 2.2 milyar \$ değerindeki üç ana Avrupa Sermaye Fonu ticaretini durdurdu.Görünüşe bakılırsa Peter Young, liste dışı menkul kıymetlere %10 sınırında yatırım yapılabilirliği ilkesini ihlal etti. Bu sınır, söz konusu menkul kıymetlerin piyasa değerlerindeki zorluk nedeni ile koyulmuştur. *Yetki dışı yatırım yapan Peter Young, 1995 yılında fon yönetiminde bir yıldız olarak görülürken 1996 yılının ilk çeyreğinde listenin en sonunda yerini aldı. Deutsche Bank, DMG ve Alman ortakları, fonların telafisi için anlaşılabilir ve toplam zararı karşılamak üzere 720 milyon \$ karşılık ayırma kararı aldıklarını açıkladılar*<sup>9</sup>. İtibarı zedelenen bankaların kaybettikleri iş ise toplam maliyetten çok daha yüksek olmalıdır.

Literatürde Daiwa Bank ve iflas etmiş olan Barings Bank' ta gerçekleşmiş olan usulsüz alım satım işlemleri büyük operasyonel risklere örnek olarak gösterilmektedir. 2008 yılının başında uluslararası düzeyde faaliyet gösteren bir bankada, bu örneklerden daha büyük tutarlı ve yüzyılın finans skandalı olarak nitelendirilen bir operasyonel risk yaşanmıştır. *Societe Generale Bank' ta Jerome Kerviel tarafından yapılan ve aylarca fark edilmeyen yetkisiz vadeli işlemler sonucu 4,9 milyar Euro' luk zarar gerçekleşmiştir. Bankadan 22,5 milyon müşterisine özür mektubu gönderileceği açıklanmıştır*<sup>10</sup>.

---

<sup>7</sup> Eken , s.16.

<sup>8</sup> Yasuda, , s.5.

<sup>9</sup> Philippe Jorion, **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk**, 3. Basım, Singapore: McGraw-Hill,2001, s.494.

<sup>10</sup> Ertuğrul Umut Uysal, "Operasyonel Risk Yönetiminde Senaryo Analizi", **Bankacılar Dergisi**, Sayı.69, 2009, s.73.

Günümüze kadar yaşanan operasyonel risk kayıp örneklerine bakıldığında, finansal kurumlar başta olmak üzere herhangi bir örgütün kurumsal yönetiminin, en üst düzeyde kontrol etmesi gereken iş, yoksulluğa bağlı olarak ortaya çıkan iç dolandırıcılıktır. Bu tanıma ilave olarak, *sanayinin hızla büyümesi ile organizasyonların operasyonel yapılarının büyüyerek karmaşıklaşması sonucunda operasyonel riskin öneminin artarak devam ettiğini belirtebiliriz<sup>11</sup>.*

---

<sup>11</sup> Jorion, s.492.

**Tablo 1**

**Finansal Kurumlarda Yaşanan Operasyonel Risk Kayıp Örnekleri**

| <b>Olay Yılı</b> | <b>Finansal Kurumlar</b>           | <b>Olayların İçeriği</b>  |
|------------------|------------------------------------|---|
| 1990             | Credit Lyonnais                    | Borç verme kontrolündeki zayıflık nedeni ile 10 yıl süre ile 29 milyar \$ lık bir kayıp yaşanmıştır.  |
| 1993             | London Stock Exchange ve Üyeleri   | TAURUS sisteminin iptali nedeni ile yaşanan 700 milyon \$ lık kayıp.  |
| 1994             | Bankers Trust                      | Türev ürünleri açıklamadaki yetersizlikleri nedeni ile 1994 yılından beri açılan davalar  |
| 1994             | Orange County                      | Yönetimde yapılan kontrol eksiklikleri nedeni ile 1.7 milyar \$ kayıp açıklanmıştır.  |
| 1994             | Kidder Peabody                     | İç kontrol eksikliği nedeni ile 200 milyon \$ kayıp açıklanmıştır.  |
| 1995             | Barings Bank                       | Banka çalışanlarından Nicholas Leeson tarafından yapılan Nikkei Future işlem nedeni ile 927 milyon pound tutarındaki kayıp sonucunda banka tasfiye edildi.  |
| 1995             | Daiwa Bank                         | 11 yıl boyunca yetkisiz hazine bonusu ticareti yapılması sonucu 1.1 milyar \$ kayıp açıklamıştır ve kendi çalışma lisansını iptal ederek 340 milyon \$ ceza ödemiştir.                              |
| 1996             | Sumitomo Corp                      | Yetkisiz ticaret ve dolandırıcılık nedenleri ile 1.7 milyar \$ kayıp açıklanmıştır.   |
| 1997             | National Westminster Bank          | Banka çalışanlarından birinin swap işlemlerde yolsuzluk yapması neticesinde banka 77 milyon pound kayıp açıklamıştır.   |
| 1999             | eBay                               | İnternet ortamındaki teknoloji eksiklikleri nedeni ile 5 milyar \$ lık bir kayıp  |
| 2001             | Simultaneous Terörizm Etkinlikleri | Dünya Ticaret Merkezi dahil bazı binalara yapılan terörist saldırılar sonucu finansal kurumlar çok büyük kayıplara maruz kaldılar. Dört gün boyunca New York Borsası ve Nasdaq işlemlere kapatıldı. |
| 2002             | Allied Irish Bank                  | Çalışanlarından birinin dövizli işlemlerde yaptığı hata nedeni ile banka tarafından 750 milyon \$ kayıp açıklandı.  |
| 2002             | Mizuho Financial Group             | Sistem birleştirmelerin getirdiği problemler, ATM sorunları, çift para çekimleri ve otomatik ödemelerde yaşanan sorunlar.   |

**Kaynak:** Junji Hiwatashi&Hiroshi Ashida, Advancing Operational Risk Management Using Japanese Banking Experiences, **Federal Reserve Bank of Chicago**, Working Paper, December 2002, s.5. ; Christopher Lee Marshall , **Measuring and Managing Operational risks in Financial institutions : Tools, Techniques and Other Resources** , Singapore : John Wiley&Sons , 2000 , s.25. ; Jorion, s.494.

## 2.2.2. Operasyonel Yapılardaki Karmaşıklık

Daha karmaşık ve her zamankinden daha farklı olan bugünkü banka operasyonlarının yeni yüzü sonucunda operasyonel riskler de hızlı bir şekilde artmıştır. *Finansal sektörde yaşanan teknolojik gelişmeler, piyasadaki dalgalanmalar, bankaların sundukları ürün ve hizmetlerdeki değişimler bankaların operasyonlarını önemli ölçüde etkilemektedir*<sup>12</sup>. Bankaların karşılaştığı bu yeni ve büyüyen risklere bazı örnekler verebiliriz<sup>13</sup>;

- Elektronik ticaretin büyümesi ile birlikte gelen, dış sahtekarlık ve sistem güvenlik konularının henüz tam olarak anlaşılabilmesi,
- Büyük ölçekli şirket birleşmeleri, yeni veya yenilenen entegre sistemler ve canlılık konsolidasyonları,
- Entegre sistemlere daha fazla güven duyulması ile, potansiyel riskin, manuel işlem hataları riskinden sistem hataları riskine dönüşümünde daha yüksek otomasyonlu teknoloji kullanımının düzgün ve kontrollü yapılmaması; ve
- Bankaların, maruz kaldıkları kredi ve piyasa risklerini, teminat, türev ürünler ve varlık güvencesi gibi risk azaltma teknikleri ile optimize etmek ile meşgul olması sonucunda riskin diğer şekilleri ile karşı karşıya kalınması.

## 2.2.3. Yeni Basel Sermaye Anlaşması

Bretton Woods\* sözleşmesinin sonra erdirilmesi ile birlikte sabit kur sisteminin terk edilmesi ve 1974 yılında yaşanan petrol krizi sonucunda, uluslararası döviz ve bankacılık piyasalarında büyük dalgalanmalar yaratan sorunlara ortak bir çözüm bulmak amacıyla, 1974 yılı sonunda “Bankacılık Düzenleme ve Denetim Uygulaması

<sup>12</sup> K. Evren Bolgun ve M. Barış Akçay, **Risk Yönetimi: Finansal Piyasalarda Risk Ölçüm ve Yönetimine Türkiye Perspektifinden Stratejik Bakış**, 1. Basım, İstanbul: Scala Yayıncılık, 2003, s.150.

<sup>13</sup> Yasuda, s.6.

\* Amerikan doları arzındaki artış sebebiyle çöken Bretton Woods sisteminden sonra, Aralık 1971’ den itibaren serbest dalgalanma sistemine geçilmiştir. Bu sistemde döviz kurları arz ve talebe bağlı olarak gerçekleştiği için ülkelerin izlediği parasal politikalarda değişiklikler, kurlarda önemli istikrarsızlıklara yol açabilmektedir.

Komitesi” adında bir komite oluşturulmuştur. Basel Bankacılık Denetim Komitesi (Basel Committee on Banking Supervision – BCBS), İsviçre’nin Basel kentinde yerleşik Uluslararası Takas Bankası (Bank for International Settlements – BIS) bünyesinde faaliyet gösteren, gelişmiş ülkelerin merkez bankaları ve bankacılık denetim otoritelerinden yetkililerin katılımıyla oluşturulan ve bankacılık konusunda istişari mahiyetli olarak uluslararası standartları yayımlayan bir komitedir. *Komite, 1988 yılında farklı ülkelerde uygulanan sermaye yeterliliği hesaplama yöntemlerini birbirleriyle uyumlu hale getirmek ve bu konuda uluslararası platformda geçerli olacak asgari bir sektör standardı oluşturmak amacıyla Basel-I olarak adlandırılan Sermaye Yeterliliği Uzlaşısını yayımlamıştır*<sup>14</sup>.

Geçen 21 yıl boyunca, bankacılığı düzenleyen otoriteler, riske hassas olan bir sermaye yapısı oluşturmaya çalıştılar. Riskler arasında kredi riski ilk ve en önemli risk olarak algılandı ve 1988 yılındaki ilk Basel anlaşması ile üzerinde önemle durulmaya çalışıldı. Bu uzlaşi ile, uluslararası alanda faaliyet gösteren bankaların riskli faaliyetleri ile tuttukları sermaye arasında bir ilişki kurulmaya çalışılmıştır. Bu amaca uygun olarak, Basel I Uzlaşısında Cooke Rasyosu diye bilinen bir sermaye yeterliliği tanımı yapılmıştır.

$$SYR = \frac{\text{ÖZKAYNAK}}{\text{KREDİ RİSKİ}} = \%8 \quad (\text{Sermaye Yeterlilik Rasyosu})$$

Sermaye Yeterliliği Rasyosu’nun payında geçen “ Özkaynak”, şu şekilde hesaplanabilir<sup>15</sup>;

Özkaynak = ( I+II+III )-IV olmak üzere,

**I :** Ana Sermaye (Ödenmiş Sermaye + Dağıtılmamış Karlar)

**II :** Katkı Sermaye ( Karşılıklar + Reservler + Fonlar)

<sup>14</sup> BDDK, 10 Soruda Yeni Basel Sermaye Uzlaşısı (Basel-II), 2005, [http://www.bddk.org.tr/websitesi/turkce/Basel-II/125010\\_Soruda\\_Basel-II.pdf](http://www.bddk.org.tr/websitesi/turkce/Basel-II/125010_Soruda_Basel-II.pdf), (12 Ağustos 2009), s.1.

<sup>15</sup> Suat Teker, K. Evren Bolgün ve M. Barış Akçay, “Banka Sermaye Yeterliliği: Basel-II Standartlarının Bir Türk Bankasına Uygulanması”, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 2003, Cilt.3, No.12, <http://esosder.org/dergi/1204-TEKER.pdf> (11 Ocak 2009), s.51.

**III** : Üçüncü Kuşak Sermaye (Sadece piyasa riski için kullanılabilen sermaye benzeri krediler)

**IV** : Sermayeden İndirilen Değerler ( aktifleştirilmemiş giderler + mali iştirakler) şeklindedir.

Risk ağırlıklı varlıklar ve gayrinakdi krediler tutarı ise, tüm bilanço içi ve bilanço dışı varlıkların dört farklı risk grubuna dağıtılıp, risk ağırlıklarıyla çarpılıp toplanmasıyla bulunur.

**Tablo 2**  
**Risk Grupları ve Risk Ağırlıkları**

| <b>Risk Grupları</b> | <b>Risk Ağırlıkları</b> |
|----------------------|-------------------------|
| I                    | %0                      |
| II                   | %20                     |
| III                  | %50                     |
| IV                   | %100                    |

Basel I standardının en önemli eksikliği, sermaye yeterliliği hesaplamasına esas teşkil eden risk ölçütlerinin yeterli olmaması ve sadece kredi riskinin tanımlanmasıdır. Piyasa riski kavramı ise daha sonradan dikkat çekmeye başladı. 1980' li yıllardan sonra finansal piyasalardaki faiz oranları ve döviz kurlarındaki dalgalanmalar, çok sayıda Amerikan finans kuruluşunun iflasını gündeme getirmiştir. Bu eksikliği gidermek üzere 1996 yılından itibaren Amerika' da Sermaye Yeterlilik Rasyosu' nun paydasına faiz oranı ve döviz kurlarına dayalı risklerin beraberce tanımlandığı piyasa riski için de gerekli sermaye miktarı ilave edilmeye başlanmıştır.

Basel I' e yapılan eklemeler ile piyasa riski hakkında bazı ölçüm metodları (VAR-Riske Maruz Değer gibi) gündeme getirilerek, piyasa riskinin ölçümlenmesi amaçlandı. Kredi ve piyasa riskleri bir bakıma bilanço veya depo riskler olarak

adlandırılabilir. Ancak bankalar bilindiği üzere bunlar dışında kalan ve pozisyon almaya bağlı olmayan bir takım diğer risklerle de karşı karşıyadırlar. *Operasyonel risk olarak adlandırabileceğimiz söz konusu risk, düzenleyici otoriteler için giderek daha fazla önem verilen ve daha yakından izlenmesi gereken bir risk unsuru olarak karşımıza çıkmıştır*<sup>16</sup>.

Kredi risklerinin de sayısal ve derecelendirmeye dayalı yöntemlerle ölçülmesine ilişkin 1999 yılında yayınlanan birinci istişare metni ile ivme kazanan ve Basel-II adını alan genişletilmiş düzenlemenin nihai hali 2004 yılı Haziran ayında yayımlanmıştır<sup>17</sup>. Söz konusu uzlaşının ilk sayacağı sermaye yeterliliğinin hesaplanmasına ilişkindir. Basel komite, 2004 yılında yayımlamış olduğu Basel-II standartlarında bankalar için %8 olarak öngörülen sermaye yeterlilik oranını değiştirmemiş, ancak 1988’de yayınladığı Basel-I’de ki formülü değiştirerek piyasa riski ve operasyonel riski de bu orana dahil etmiştir.

Yeniden düzenlenen Sermaye Yeterlilik Rasyosu ise;

*SYR*; Sermaye Yeterlilik Rasyosu,

*KR* ; “Kredi Riski”,

*PR* ; “Piyasa Riski” ve

*OR* ; “Operasyonel Risk” olmak üzere,

$$SYR = \frac{\text{ÖZKAYNAK}}{KR + PR + OR} \geq \%8 \text{ şeklindedir.}$$

---

<sup>16</sup> Pezier, s.1.

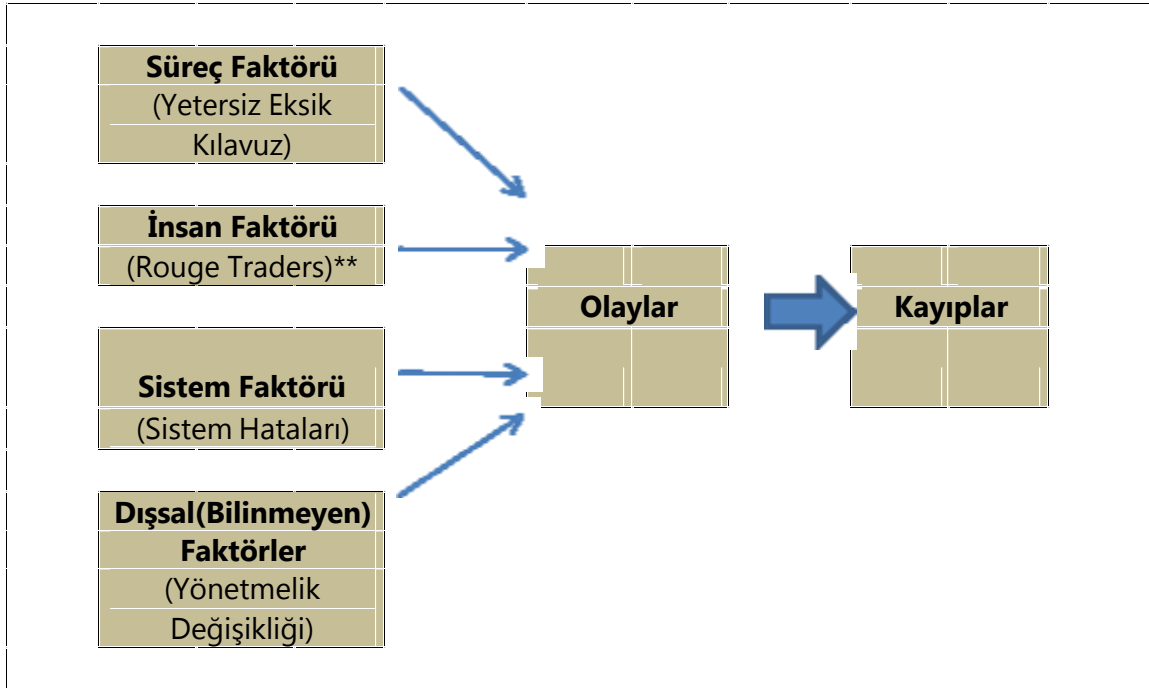
<sup>17</sup> C. Coşkun Küçüközmen, “Basel II, Kobilere ve Bankacılık: Küresel Rekabet Çerçevesinde Bir Değerlendirme”, **Finans Bülteni**, No.2, (Temmuz-Ağustos 2007), s.6.



Özetle, bankalar daha fazla tanımlanmış risklerini ölçecek, bunlar için ayrı ayrı sermaye gereksinimi hesaplayacak ve %8 olan sermaye yeterlilik oranını en azından sabit tutacak kadar sermaye ayıracaklardır<sup>18</sup>.

### 2.3. Operasyonel Riske Neden Olan Faktörler

Basel Bankacılık Denetim Komitesi tarafından Haziran 2004’ de yayınlanan “Sermaye Ölçümü ve Sermaye Standartlarının Uluslararası Düzeyde Uyumlaştırılması” başlıklı nihai metinde yer alan operasyonel riskin tanımı; “Yetersiz veya başarısız dahili süreçler, insanlar ve sistemlerden veya harici olaylardan kaynaklanan kayıp riski”, olarak yapılmaktadır<sup>19</sup>. Basel Komite’nin operasyonel risk üzerine geliştirmiş olduğu bu tanımda da belirtildiği gibi, operasyonel risk; insan, sistem, süreç ve dışsal faktörler olmak üzere 4 başlık altında incelenmektedir.



Şekil 1: Operasyonel Riske Neden Olan Faktörler

**Kaynak:** Hiwatashi&Ashida, s.10.

\*Parantez içinde operasyonel riske neden olan faktörlere örnek verilmiştir.

\*\*Rouge Traders: Alım satım yapanlar, Banka çalışanı.

<sup>18</sup> Dilek Leblebici Teker ve Burç Ülengin, “Bankacılıkta Operasyonel Risk Ölçüm Modellerinin Türk Bankacılık Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir Bankaya Uygulanması”, **İtü Dergisi/b Sosyal Bilimler**, Cilt.2, Sayı.1, (Aralık 2001), s.22.

<sup>19</sup> Basel Committee on Banking Supervision, “**International Convergence of Capital Measurement and Capital Standarts**”, Ankara: BDDK, 2007, s.189.

### 2.3.1. İnsan Faktörü

Operasyonel riske neden olan insan faktörü, dört alt grupta incelenmektedir:

- Banka çalışanın hatası,
- Banka çalışanın yolsuzluğu,
- Banka çalışanın iş kanununa aykırı davranışları,
- Bankada kilit personel eksikliği.

Banka çalışanın hatası ile ifade edilen, çalışanın kötü niyet gözetmeden yapmış olduğu hatalar sonucu bankanın zarara maruz kalmasıdır. Banka çalışanlarının yolsuzluk yapması insan faktörünün neden olduğu operasyonel kayıplarda büyük bir oranı teşkil etmektedir<sup>20</sup>.

İnsan faktörü altında incelenen bir başka operasyonel risk türü olan banka çalışanlarının iş kanununa aykırı davranması ise; banka içi yaşanan ayrımcılık, cinsel taciz ve uygun olmayan iş akdi feshi olarak gruplandırılabilir. Bir bankada kilit personel eksikliği ise, bankanın kalifiye olmayan elemanlarla çalışması sonucu doğabilecek hatalardan dolayı zarara uğraması olarak tanımlanabilir. *Operasyonel riskte insan faktörü etkisinin azaltılabilmesi için, çalışanların hata yapma ve yolsuzluk oranının düşük seviyelere çekilmesi gerekmektedir. Bu nedenle banka kültürünün yeni ürün ve hizmetler ile ilgili eğitim yatırımı yapılan, iç denetime önem verilen ve bir teşvik primi sistemi uygulanan bir yapıya kavuşturulması gerekmektedir*<sup>21</sup>.

### 2.3.2. Sistem Faktörü

Son yıllarda piyasalara sunulan yeni hizmet ve ürünlerin karmaşıklığı ve teknolojiye yaşanan hızlı gelişmeler, bankaların mevcut sistemlerinin kapasitesini

---

<sup>20</sup> Porter D., "Insider Fraud: Spotting The Wolf in Sheep's Clothing", **Computer Fraud&Security**, Cilt 2003, Sayı.4, Nisan 2003, s.12-15.

<sup>21</sup> Bloom Leon, Galloway Duncan, **Managing Operational Risk Through Cultural Change (Statistical Data Included)**, Mc Graw-Hill; International Edition, 2000.

yetersiz bırakmıştır. Bu nedenle bankalar sistemlerini ya tamamen değiştirme ya da yeniden yapılandırma yoluna gitmektedirler. Ancak, banka bünyesinde kurulan yeni bir sistemde ya da mevcut sistemin güncellenmesi sırasında oluşabilecek hatalar veya yanlış programlamalar veri kayıplarına neden olabilir. Sistemden kaynaklanan riskler dört alt grupta incelenebilir<sup>22</sup>;

- Teknoloji ve yatırım riski,
- Sistem geliştirme ve uygulama ile ilgili aksaklıklar,
- Sistemin kapasite problemleri,
- Güvenlik Problemleri.

Sistemden kaynaklanan operasyonel kayıp türüne örnek olarak, 1995 yılında bir grup Rus bilgisayar korsanının, Citibank' ın sistemindeki bir boşluktan yararlanarak bankanın sistemine girmeyi başarması ve tüm müşterilerin hesap hareketlerine ulaşmasını gösterebiliriz<sup>23</sup>.

Bankalar sistem maliyetlerini azaltabilmek amacıyla, mevcut sistemlerini geliştirici yatırımları yapmayı erteleyebilir. Bankanın sisteminde yaşanan bir hata veya boşluk, banka içinden ya da dışından sisteme müdahale imkanı verebilir. *Sistemdeki böyle bir aksaklık, banka içi ve banka dışı kullanıcıların sistemdeki hesapları manipüle edebilmelerine olanak sağlayabilir*<sup>24</sup>.

Sonuçta banka, müşterilerinin kaybını ödeyerek maddi bir zarara maruz kalabileceği gibi, olayın kamuoyunda duyulması ile büyük bir itibar kaybına uğrayabilir.

### **2.3.3. Süreç Faktörü**

Bankaların iç kontrol sistemleri, karşılaşılabilecek muhtemel risklerden korunmak amacıyla geliştirilmiştir. Ancak tasarlanan bu iç kontrol sistemlerinin de

---

<sup>22</sup> Teker ve Ülengin, s.14-15.

<sup>23</sup> Marshall, s.57.

<sup>24</sup> Anita K. Pennathur, "Clicks and Bricks: e-Risk Management for banks in the age of the Internet", **Journal of Banking and Finance**, Cilt 25, Sayı.11, Nisan 2001, s.2115.

yanlış geliştirilmesi veya doğru geliştirilmiş olsa bile yanlış uygulanması sonucu maruz kalınabilecek operasyonel riskler artar. Operasyonel riske neden olan süreç faktörü, altı alt grupta incelenebilir<sup>25</sup>;

- Ödeme ve teslimat riski,
- Belgeleme ve sözleşme riski,
- Banka içi ve banka dışı raporlama,
- Satış ve hizmet riski,
- Banka sistem ve varlıklarının kontrol edilmemesi,
- Görev tanım ve yetkilerinin belirlenmemesi.

Ödeme ve teslimat riski; bir bankanın gerek müşterilerine gerekse banka giderleri için geç ödeme yapması ya da bankanın tahsil etmesi gereken komisyonları hiç veya zamanında tahsil edememesi ve alması gereken teminatları alamamasından kaynaklanan zararlar ile banka kayıtlarının mutabakatının yapılmaması sonucu ortaya çıkan aksaklıkların yaratacağı risk olarak özetlenebilir.

Belgeleme ve sözleşme riski; banka içi süreçlerin gerektirdiği belgelerin hiç doldurulmaması, eksik doldurulması veya bu belgelerin saklanmaması ve müşteri ile yapmış olduğu sözleşme şartlarında yaşanan aksaklıklar sonucu zarara uğramasını ifade etmektedir.

Banka içi ve banka dışı raporlama; yapılan muhasebe hataları, vergi raporlama hataları, gişe raporlamasının yapılmaması gibi banka içi raporlama eksiklikleriyle denetim otoritelerine yapılmayan yasal raporlamalar sonucu bankanın maruz kaldığı riskleri ifade etmektedir<sup>26</sup>.

---

<sup>25</sup> Michel Crouhy, Dan Galai, and Bob Mark, **The Professional's Handbook of Financial Risk Management: Operational Risk**, 1.Basım, Oxford: Marc Lore&Lev Borodovsky, 2000, s.350.

<sup>26</sup> Teker ve Ülengin, s.15.

Satış ve hizmet riski; bankanın müşterisine vermiş olduğu hatalı danışmanlık, müşteri şikayetlerinin dikkate alınmaması sonucu oluşan müşteri kayıpları, müşterilere kalitesiz hizmet verilmesi gibi faktörlerden oluşmaktadır.

Banka sistem ve varlıklarının kontrol edilmemesi riski, banka mallarının kayıtlarının tutulmaması sonucu yaşanan kayıplar, bankada güvenlik aksaklıkları, banka mallarının personele zimmetlenmemesi sonucu kontrol dışı kalması gibi riskler ile açıklanmaktadır.

Son olarak, *banka dahilinde etkin bir yönetimin sağlanabilmesi için tüm personelin görev ve yetkilerinin raporlanması ve yazılı olarak personele dağıtılması gerekmektedir*<sup>27</sup>.

#### **2.3.4. Dış Faktörler**

Operasyonel riske neden olan dış faktörler, dört alt grupta incelenmektedir<sup>28</sup>;

- Yasal ve politik risk,
- Suç faaliyetleri,
- Tedarikçi riskleri,
- Doğal afetler.

Yasal ve politik risk, yetersiz ya da yanlış yasal bilgi ve doküman nedeniyle alacakların değer kaybederek geri dönmesi ya da yükümlülüklerin beklenenin üzerinde gerçekleşmesi durumları ve hükümetin mal varlıklarına el koyması ya da vergi yasalarında değişiklik yapması sonucu bankanın zarara uğraması olarak ifade edilebilir . Ayrıca, *mevcut yasalar banka ile ilgili yasal sorunların çözümünde yetersiz kalabilmekte ya da bir bankanın özel bir durumuna ait bir mahkeme kararı bankacılık sektörünü kısmen ya da tamamen olumsuz etkileyebilecek nitelikte olabilmektedir*<sup>29</sup>.

---

<sup>27</sup> Teker ve Ülengin, s.16.

<sup>28</sup> Crouhy, Galai and Mark, s.350.

<sup>29</sup> Bolgun ve Akçay, s.147-148.

Suç faaliyetleri, bankanın maruz kalacağı soygun, terör saldırıları, banka mallarına üçüncü şahıslar tarafından zarar verilmesi gibi faaliyetleri içerirken, tedarikçi riskleri bankanın dışarıdan aldığı hizmetlerden doğabilecek riskleri ifade etmektedir.

Bankaların maruz kalabileceği deprem, sel, yangın gibi doğal afetler, bankaların sistemlerine büyük zarar verebilir. Bu tür felaket kayıplarından korunmak için, bankalar genellikle bu kayıplarını sigortalatmaktadır.

#### **2.4. Operasyonel Riskin Diğer Risk Türleri ile Etkileşimi**

Basel-II sermaye standardı, bankacılık risklerinin üç ana grup altında toplanarak ölçülmesini ve bu riskleri karşılayacak kadar ekonomik sermaye tutulmasını öngörmektedir. Bu standartta tanımlanan bankacılık riskleri; kredi riski, piyasa riski ve operasyonel risk olarak üç başlık altında toplanmaktadır.

Kredi riski, bankaya karşı olan yükümlülüklerin zamanında yerine getirilmemesi nedeniyle doğabilecek zararlar olarak tanımlanabilir<sup>30</sup>. Yalnızca kredi işlemlerinden değil, diğer bilanço dışı işlemlerden de bankalar kredi risklerine maruz kalabilirler. *Önemli temel bankacılık problemleri, bankaların aktif kalemlerindeki zararları doğru tespit ederek yeterli karşılığı ayıramamaları ve faiz gelirlerindeki ertelemeyi zamanında hesaplarına geçirememelerinden kaynaklanmaktadır*<sup>31</sup>.

Diğer bir risk türü olan piyasa riski, finansal piyasaların normal salınımları nedeniyle faiz oranları ve döviz kurlarında meydana gelen değişimler sonucunda bankanın zarar etme veya sermaye kaybetme riski olarak tanımlanabilir<sup>32</sup>.

Operasyonel risk, süreç tanımlamaları, daha net ve kesin olarak yapılabilen ve veri tabanı gerekli entegre bilgi sistemleri ile desteklenebilen kredi ve piyasa risklerinden çok daha geniş kapsamlıdır. Operasyonel riski ölçmek piyasa ve kredi riskinin ölçülmesinden daha zor olmasına rağmen, operasyonel riskin doğru yönetilmemesinden kaynaklanan her olayın ortak bir noktası bulunmaktadır. *Finansal kuruluşların, kredi ve piyasa risklerinin yönetilmesinde deneyim ve uzmanlıkları*

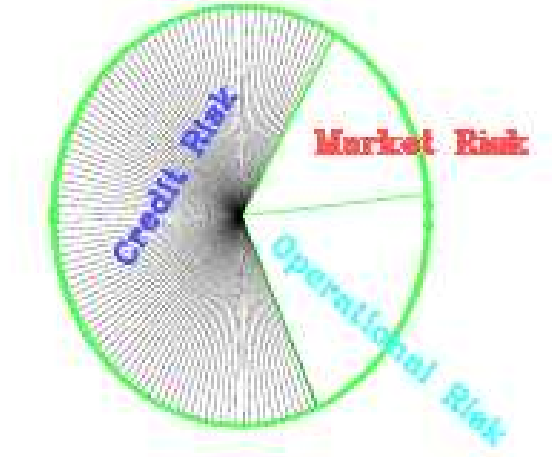
---

<sup>30</sup> Teker S., Bolgün ve Akçay, s.46.

<sup>31</sup> Bolgün ve Akçay, s.148.

<sup>32</sup> Teker S., Bolgün ve Akçay, s.53.

*olmasına rağmen, sadece birkaç kurum operasyonel risk kavramını sistematik olarak ele almıştır. Operasyonel risk, kredi ve piyasa riski yaklaşımlarıyla entegre edilmelidir<sup>33</sup>.*



(Credit Risk; Kredi Riski, Market Risk;Piyasa Riski, Operational Risk; Operasyonel Risk)

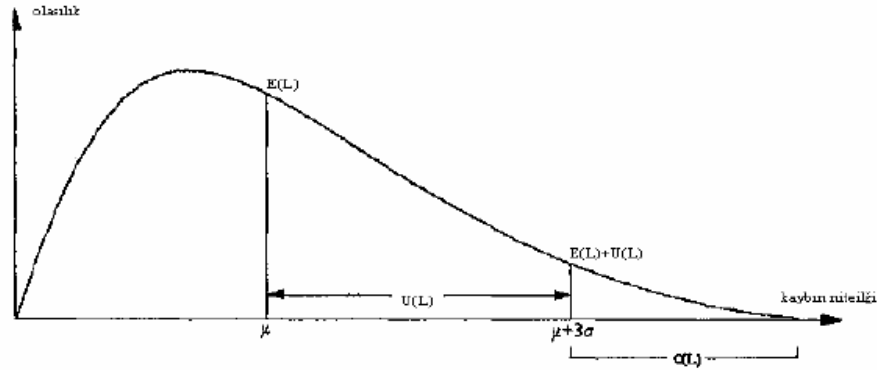
**Şekil 2:** Farklı Risk Kategorilerinin Payları

Operasyonel riskin diğer risk türlerinden farkları, aynı zamanda operasyonel riskin önemli özelliklerini yansıtmaktadır. Bu özellikler şu şekilde sıralanabilir;

- Operasyonel risk verisinin yapısı diğer risklerden farklıdır.

<sup>33</sup> Bolgün ve Akçay, s.151.

\* garanti ve kabuller, menkul kıymet yatırımları...vb.



- \*U(L): Beklenmeyen Kayıplar
- \*\*E(L): Beklenen Kayıplar
- \*\*\*c(L): Felaketsel Kayıplar

**Şekil 3:** Operasyonel Risk Verisinin Yapısı

Hesaplanacak operasyonel risk sermaye ihtiyacı düzeyini önemli ölçüde etkileyen kuyruk değerleridir. Bunun sebebi, ihtimali düşük, şiddeti yüksek beklenmeyen ve sıra dışı olayların bu bölümde yer almasıdır. *Bilgi sistemlerinin çökmesi, kasırga, sel, deprem, terör saldırısı gibi nedenler sonucu bankanın büyük zarara uğraması, müşteri bilgilerine suistimal amaçlı ulaşım ve oluşabilecek büyük zararlar, yetkisiz yüksek tutarlı türev işlemler yapılması suretiyle oluşabilecek büyük zararlar...vb. riskler bu kapsamdadır*<sup>34</sup>.

- Operasyonel riskin diğer risk türleri gibi yönetsel açıdan ayrı değerlendirilmemesi gerekmektedir.

*Tüm süreçlerde meydana gelebileceği ve diğer tüm risklerle ilişkili olabileceği bilinmelidir. Risk yönetiminin temelinde operasyonel risklerin kontrolü yatar*<sup>35</sup>.

- Operasyonel riskin diğer risk türlerinden bir diğer farkı da kurum risk profili ile ilgilidir.

<sup>34</sup> Uysal, s.74-75.

<sup>35</sup> A. Nejat Yüzbaşıoğlu, "Risk Yönetimi ve Bankaların Denetimi", **Risk Yönetimi Konferansı**, İstanbul: BDDK, 16 Ocak 2003, s.35.



*Örneğin, bir bankanın piyasa riski profili operasyonel risk profiline göre daha kolay değiştirilebilir. Riski oluşturan pozisyon kapatılabilir, bu pozisyona korunma sağlanabilir (hedge edilebilir). Piyasa riski ölçüm sonuçlarından, risk yönetimi sürecinde günlük düzeyde yararlanılabilir. Ancak, operasyonel risk ölçüm sonuçlarından, riske en duyarlı olan ileri ölçüm yaklaşımlarında dahi günlük düzeyde yararlanılması mümkün değildir, çünkü bir bankanın operasyonel risk profilinin hızla değiştirilmesi olanaksızdır. Bankada bu profili belirleyen operasyon çeşitlerinin, operasyonel limitlerin, (örn; şube banko vezne personeli işlem limiti) iş süreçlerinin, kontrol düzeyinin, sistem altyapısının, dış çevrenin, organizasyon ve personel yapısının hızla değiştirilmesi söz konusu değildir<sup>36</sup>.*

- *Operasyonel riskin tamamını yakalamak veya tespit etmek imkansızdır.*
- *Kapsamında sadece ölçülebilir riskler bulunmaktadır.*
- *İçeriğinde kredi veya piyasa riski ile ilişkilendirilemeyen riskler yer almaktadır<sup>37</sup>.*

## **2.5. Operasyonel Riskin Yönetimi**

Risk yönetimi, getiri, sermaye ve riski ilişkilendiren, bunların arasında optimum dengeyi kuran bir yaklaşım, bir yönetim tekniği ve anlayışıdır. *Risk yönetimi güçlü olan bankalar, aldıkları riskleri ayrıntılı olarak inceler, olası krizlerde kayıpları daha önceden belirleyerek önceden önlemler alırlar, aldıkları risk ile kazançları karşılaştırıp, riske değip değmeyeceğinin değerlendirilmesini yaparlar<sup>38</sup>.*

Scott E. Harrington ve Gregory R. Niehaus' un ifadesiyle; riskin türünden bağımsız olarak, risk yönetim sürecinin birkaç temel adımdan meydana geldiği belirtilmektedir. Bu anlamda risk yönetim süreci aşağıdaki gibi sıralanmaktadır<sup>39</sup>;

---

<sup>36</sup> Uysal, s.76.

<sup>37</sup> Pezier, s.1.

<sup>38</sup> K. Şevket Sayın, "Türk Bankacılık Sisteminde Bilanço Dışı İşlemler ve Risk Yönetimi Açısından Değerlendirilmesi", **2. Ulusal İktisat Kongresi**, İzmir, 20-22 Şubat 2008, s.10.

<sup>39</sup> Scott E. Harrington, Gregory R. Niehaus, **Risk Management and Insurance**, United States of America: Irwin / McGraw-Hill , 1999, s.8.

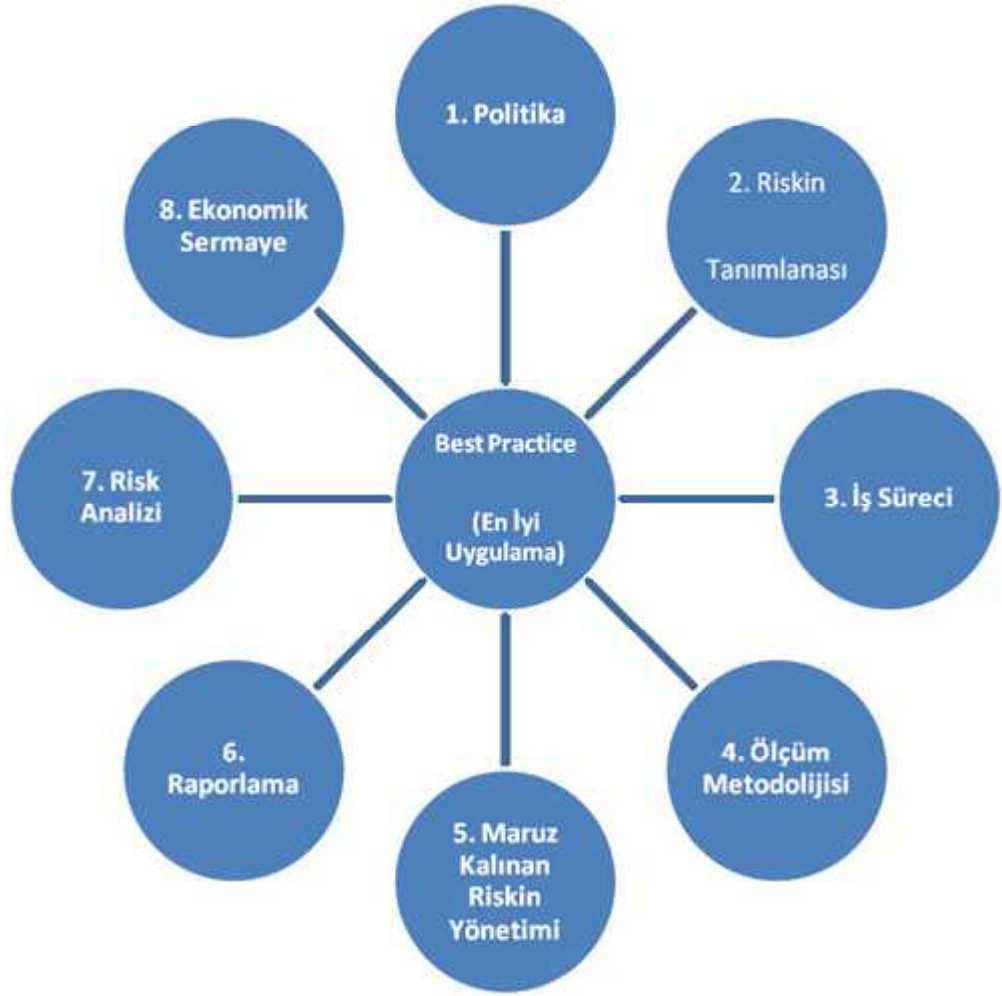
- Önemli tüm risklerin tanımının yapılması, iş kollarında meydana gelen kayıp nedenlerini azaltabilir.
- Potansiyel kayıpların sıklığının ve şiddetinin değerlendirilmesi,
- Hissedarların iş değerlerini artırıcı risk yönetim metodlarının seçilmesinin ve geliştirilmesinin sağlanması,
- Seçilen risk yönetim yöntemlerinin uygulanması,
- Firmaların risk yönetim yöntemlerinin ve stratejilerinin performans ve uygunluğunu sürekli olarak izlemesi.

Bankalarda ise operasyonel risk yönetiminin başarı ile uygulanabilmesi için sekiz anahtar unsurun önem taşıdığı vurgulanmaktadır<sup>40</sup>. Bunlar;

- Risk politikalarının belirlenmesi,
- Riskin anlaşılabilir bir dille anlatılması,
- Bankadaki işleyiş haritasının oluşturulması,
- Ölçüm metodunun belirlenmesi,
- Risk miktarı yönetiminin sağlanması,
- Raporlamanın zamanında yapılması,
- Stres testi içeren risk analizinin yapılması,
- Ekonomik sermayenin dağıtımının yapılması, olarak sıralanabilir.

---

<sup>40</sup> Cengiz Doğru ve Dursun Aydın, “Operasyonel Riskin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi Üzerine Bir Deneme”, Activeline Gazetesi, MartNisan 2004, No.35, [http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE\\_id=2954](http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=2954) (11Nisan 2008), s.2.



**Şekil 4:** “Best Practice” in Anahtar Bileşenleri

**Kaynak:** Walter Keck and Dean Jovic, **Das Management Van Operationellen Risiken bei Banken**, In: Der Schweizer Treuhinder, Heft 10 (1999), s.966.

Bankacılıkta risk yönetimi anlayışının yadsınamaz önemi, son yıllarda finansal sektörde yaşanan krizler sonucu giderek artmıştır. 11 Eylül saldırısından kısa bir süre önce Amerikan Speers&Associates (S&A) firmasının risklerin azaltılması konusunda yayınladığı raporun ortaya koyduğu gerçekler, 11 Eylül’ den sonra daha ciddi bir şekilde algılanmaya başlanmıştır. Raporun açıklandığı tarihte S&A’ nın başkanı olan Peter Davidson, “Eğer tarihe bir göz atarsanız ne zaman bir ekonomik yavaşlama

*olmuşsa mutlaka ekonomik suçların işlenmesinde bir artış olmuştur*<sup>41</sup>” diyerek, bankaların geleneksel olarak; kredi, sahtekarlık, faiz oranları ve likit riski olmak üzere riski dörde ayırdıklarını belirtmektedir. Fakat şu an herkesin bildiği gibi, riskler sadece bunlardan ibaret değildir.

Söz konusu riskler arasında operasyonel risk belki de en tehlikeli risk biçimidir. Çünkü, finansal kurumlarda meydana gelen çok sayıda hatadan dolayı olarak sorumludur. *Açıkçası yeni bir risk türü değildir. Ancak, operasyonel risk yönetiminin, risk yönetim yapısı, araçları ve süreçleri ile birlikte değerlendirilmesi fikri yeni bir disiplindir*<sup>42</sup>.

### **2.5.1. Operasyonel Risk Yönetiminin Yapısı**

Kredi ve piyasa riskinin yanı sıra operasyonel riskten de sorumlu olan risk yönetim departmanı, risk ölçümünde uzmanlaşmış yan kuruluşların dış kaynak hizmetlerini kullanarak veya kendi risk ölçüm yöntemlerine katarak geliştirmesi ile operasyonel risk yönetiminin eşgüdümlü olarak sürdürülmesini sağlar. *İşlem riski, sistem riski, yasal risk ve personel riskinden sorumlu olan risk yönetim departmanları kayıp verisi ve olay analizi ile verilerin toplanması ve faaliyet kolları ile ilişkilendirilmesi gibi nitel risk yönetiminden de sorumludurlar*<sup>43</sup>. Kurumsal risk yönetim ofisi, politik ve öz değerlendirme standartlarını belirler ve her faaliyet kolu için sistemin işleyişini sağlayan planlama, uygulama ve değerlendirme faaliyetlerini yürütür.

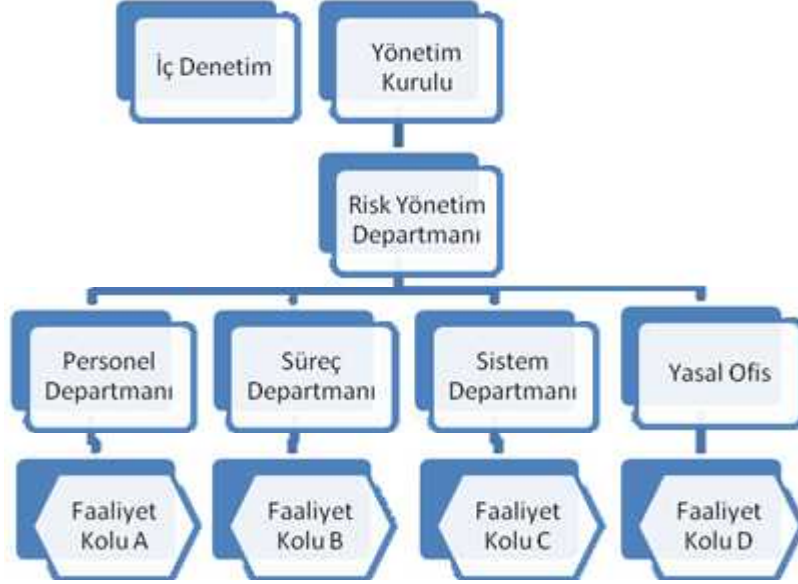
Bu şekilde tüm kurumu kapsayan risklerden sorumlu tek bir organizasyon birimi sayesinde şirket başarılı bir risk yönetimi adına güçlü bir temele sahip olur. *Merkezileşmiş bir risk yönetimi, ortak bir iskelet, şirket politikası ve ölçüm metodları geliştirilmesini sağlar. Risk yönetimine olan bu yaklaşım, üst düzey yönetimin ve karar mekanizmasındaki kişilerin riskler arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamasını sağlar. Bütün riskleri bünyesinde barındıran bu yapı sayesinde şirket; risk yönetimi, finansal analiz ve mantık arasındaki dengeyi daha iyi kurarak, kararlarında kar/zarar analizini sağlıklı*

<sup>41</sup> Bankacılıkta Risk Tanımlamaları, Activeline Gazetesi, Aralık 2001, [http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE\\_id=1094](http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=1094) (24 Ağustos 2009).

<sup>42</sup> Jorion, s.491.

<sup>43</sup> Hiwatashi J., Ashida H., s.13.

bir şekilde yapar<sup>44</sup>. Böyle kapsamlı bir yapı aynı zamanda gelecekte oluşacak risklerin analizini kolaylaştırır.



**Şekil 5:** Operasyonel Risk Yönetiminin Yapısı

### 2.5.2. Operasyonel Risk Yönetiminin Faydaları

Modern operasyonel risk yönetimi, bankaların herhangi bir risk yönetimi tedbiri almadan veya risk yönetimi faaliyeti gerçekleştirilmeden evvel risklerini tanımlamalarını, sayısallaştırmalarını ve ölçmelerini zorunlu görmektedir. *Operasyonel risk yönetimi sisteminin oluşturulmasına yönelik çalışmalar, teknik konularda yapılacak çalışmaların yanında, risk yönetimini bankada içselleştirecek faaliyetlere başlamalıdır. Bu nedenle, banka yönetimi risk yönetimini benimsemeli, banka çalışanlarını ve ilgili kesimleri risk yönetiminin modern bankacılık yönetiminin vazgeçilmez bir unsuru olduğu konusunda ikna etmeli ve bunu temin etmelidir*<sup>45</sup>. Unutulmamalı ki risk yönetimi

<sup>44</sup> Kaan Aksel, "Tüm Kurumu Kapsayan Risk Yönetimi Uygulamak İçin Finansal Kurumların Organizasyonu", Activeline Gazetesi, TemmuzA ğ u s t o s 2 0 0 1 , [http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE\\_id=478](http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=478) (20 Eylül 2008), s.2.

<sup>45</sup> Murat Mazıbaş, "Bankalarda Operasyonel Risk Veri Tabanının Oluşturulması", **BDDK Çalışma Raporları**, Ankara: BDDK, Mart 2006, s.II.

sadece riskleri yönetmek için değildir. *Risk yönetimi aynı zamanda sağlıklı ve sürekli getiriyi garanti ettiği gibi firma değerini de artıran bir yönetim tarzıdır*<sup>46</sup>.

Buraya kadar, önemi ve yapısı üzerine bazı kısa açıklamalarda bulunduğumuz Operasyonel Risk Yönetimi' nin getireceği ek faydaları ise şu şekilde özetlenmektedir<sup>47</sup>,

- Sermaye,
- İtibar riski-etki ve gelir kaybının analizi,
- Operasyonel risk iştahı,
- Sigorta ve beklenen zarar sermaye indirimleri,
- Temel prensipleri unutmadan daha sofistike düşünme şekli,
- Doğru model yoktur, bazı modeller işe yarar,
- Operasyonel risk sermayesindeki değişimin analizi.

---

<sup>46</sup> C. Coşkun Küçüközmen, "Bankacılığın Matematiği ve Risk Ölçüm Modelleri", **Finans Kulüp**, İstanbul, 25 Nisan 2006, s.8.

<sup>47</sup> Mehtap Numanoğlu Tasiopoulos, "Global Ekonomik Gelişmeler ve Operasyonel Risk Yönetimi", **TBB**, İstanbul, 17 Aralık 2008, s.54.

### 3. OPERASYONEL RİSK VERİLERİNİN SINIFLANDIRILMASI VE RİSK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

#### 3.1. Operasyonel Risk Verilerinin Sınıflandırılması

Operasyonel riskin bir bütün olarak değerlendirilebilmesi için kullanılan verilerin doğru olması, tam olması, zamanında erişilebilir olması, tutarlı olması, detaylılık ve incelemeye elverişli olması, güvenilirliği ve kalitesi operasyonel risk verilerinin sahip olması gereken temel özelliklerdir. *Verilerin eksik, hatalı, yetersiz ve sapmalı olması, bunlara dayanılarak gerçekleştirilen analizin de tutarsız ve anlamsız olmasına neden olabilmektedir*<sup>48</sup>. Operasyonel risk verilerine ilişkin olarak öncelikle operasyonel riskin tanımlanması ve risk yönetim sisteminin bu tanım esas alınarak inşa edilmesi gerekmektedir.

Komite, operasyonel risk ölçümü konusunda operasyonel kayıp olayları ve bu olaylar nedeni ile ortaya çıkan kaybın niteliği konusunda veri sınıflarını belirlemek suretiyle ilk aşamada kayıp verileri konusunda sınıflandırmalar getirmiştir. Komitenin , yasal sermaye amacıyla gerçekleştirilen risk ölçümlerinde yeknesaklığın sağlanması amacıyla detaylı olarak operasyonel risk kayıp olayları konusunda geliştirdiği *operasyonel risk kayıp olayları sınıflandırması şunlardan oluşmaktadır*<sup>49</sup>:

- Banka içi hile ve dolandırıcılık olayları,
- Banka dışı hile ve dolandırıcılık olayları,
- İstihdam uygulamaları ve işyeri güvenliğiyle ilgili kayıp olayları,
- Müşteriler, ürünler ve iş uygulamalarına ilişkin kayıp olayları,
- Fiziki varlıklara verilen zararlar ile ilgili olaylar,
- Faaliyetlerin durması ve sistem hatalarına ilişkin kayıp olayları,

<sup>48</sup> Murat Mazıbaşı, “Operasyonel Riske Basel Yaklaşımı: Risk Verilerine İlişkin Bir Değerlendirme”, **Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu Araştırma Raporları**, Ankara: BDDK, 2005, s.2.

<sup>49</sup> Basel Committee on Banking Supervision, **International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards**, Switzerland, June 2006, s.305-307.

- İşleme, teslimat ve süreç yönetimine ilişkin kayıp olayları.

Operasyonel risklerin nedenleri ve kayıp olayı türlerine ilişkin veri sınıfları Tablo 3’ deki gibidir. Operasyonel risk kayıp olaylarına ilişkin detaylı tanım ve açıklamalara ise Ek1’ de yer verilmiştir.

**Tablo 3**

**Operasyonel Risk Veri Sınıfları**

| <b>Operasyonel Riskler (Nedenler)</b> | <b>Operasyonel Risk Olayları (Olaylar)</b>                         |
|---------------------------------------|--|
| Süreçlerden Kaynaklanan Riskler       | Banka içi hile ve dolandırıcılık olayları                          |
| Sistemlerden Kaynaklanan Riskler      | Banka dışı hile ve dolandırıcılık olayları                         |
| İnsan Unsurundan Kaynaklanan Riskler  | İstihdam uygulamaları ve işyeri güvenliğiyle ilgili kayıp olayları |
| Dışsal Olaylardan Kaynaklanan Riskler | Müşteriler, ürünler ve iş uygulamalarına ilişkin kayıp olayları    |
|                                       | Fiziki varlıklara verilen zararlarla ilgili olaylar                |
|                                       | Faaliyetlerin durması ve sistem hatalarına ilişkin kayıp olayları  |
|                                       | İşleme, teslimat ve süreç yönetimine ilişkin kayıp olayları        |

Komite, bankaların operasyonel risk sermaye yükümlülüğünün hesaplanmasında İkinci İstişare Metni’ nde (Consultative Paper 2, CP2) yer verdiği 8



adet iş kolunu kullanmalarını istemektedir. *Belirlenen iş kolları şunlardan oluşmaktadır*<sup>50</sup>:

- Kurumsal Finansman
- Alım-Satım ve Satış
- Perakende Bankacılık
- Ticari Bankacılık
- Ödeme ve Takas
- Acentelik Hizmetleri ve Saklama
- Varlık Yönetimi
- Perakende Aracılık Faaliyetleri.

İş kolu ve Faaliyet Alanları Tablo 4'te belirtilmiştir. Detay tanım ve açıklamalara ise Ek2' de yer verilmiştir.

---

<sup>50</sup> BCBS, 2006, s.302.

**Tablo 4**

**İş Kolları ve Faaliyet Alanları Sınıflandırması**

|  |  |
|--|--|
| <b>Kurumsal Finansman</b>                          | Kurumsal Finansman                             |
|  | Merkezi Hükümetler/Yerel Yönetimler Finansmanı |
|  | Tacir Bankacılık                               |
|  | Danışmanlık Hizmetleri                         |
| <b>Alım Satım Faaliyetleri ve Satışlar</b>         | Satış Faaliyetleri                             |
|  | Piyasa Yapıcılığı                              |
|  | Hususi (Tescilli) pozisyonlar                  |
|  | Fon Yönetimi (Hazine) İşlemleri                |
| <b>Bireysel Bankacılık</b>                         | Perakende (Bireysel) Bankacılık                |
|  | Özel Bankacılık                                |
|  | Kart Hizmetleri                                |
| <b>Ticari Bankacılık</b>                           | Ticari Bankacılık                              |
| <b>Takas, Ödemeler vb Faaliyetler</b>              | Harici Müşteriler                              |
| <b>Kurumsal Temsilcilik (Acentelik Hizmetleri)</b> | Saklama ve Emanet Hizmetleri                   |
|  | Acentelik Hizmetleri                           |
|  | Şirket Portföyleri ve Fonları                  |
| <b>Varlık/Portföy Yönetimi</b>                     | İsteğe Bağlı Fon Yönetimi                      |
|  | Görevlendirmeye Bağlı Fon Yönetimi             |
| <b>Perakende Aracılık ( Brokerlık)</b>             | Perakende Aracılık ( Brokerlık)                |

**3.2. Operasyonel Risk Ölçüm Yöntemleri**

Bankalar tarafından operasyonel risk sermayesinin ölçümünde kullanılan yaklaşımlar iki grupta toplanmaktadır; Yukarıdan Aşağıya Yaklaşımlar (Top-down Method),Aşağıdan Yukarıya Yaklaşımlar (Bottom-up Method).

**3.2.1. Yukarıdan Aşağıya Yaklaşımlar (Top-down Method)**

Aşağı yönlü yaklaşımların uygulanması açısından bir finansal kurum için operasyonel riskin bilinen sonuçlarının ön plana alınması önem taşımaktadır. Veri toplama ve tahmin kolaylığı gibi bazı avantajları vardır. *Ancak bu yaklaşımların yeterli kayıp verisi ve ampirik çalışma ile doğrulanması gerekmektedir. Ayrıca, bu yaklaşım risk yönetimi düzeyini yansıtmaz. Banka için risk yönetiminin daha iyi olması adına çok*

az teşvik edicidir<sup>51</sup>. Bu yaklaşımların sağladığı avantaj, farklı işletmelerin operasyonel risklerinin birbiriyle karşılaştırılabilmesi, dezavantajları ise kesin bir hesaplama sunulamaması ve nedenlerin dikkate alınamamasıdır<sup>52</sup>.

**Tablo 5**

**Yukarıdan Aşağıya Yaklaşımlar (Top-down Method) için Örnekler**

| Yaklaşımlar   | Operasyonel Risk Ölçüm Yolu   |
|---|---|
| Gösterge Yaklaşımı  | Bankaların brüt gelir veya maliyetlerinin belirli bir yüzdesi operasyonel kayıp olarak kabul edilir.                                  |
| CAPM (Capital Asset Pricing Model, Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli) Yaklaşımı | Tüm riskler CAPM <sup>3</sup> e göre ölçülür. Sonrasında piyasa riski ve kredi riski ayrı ayrı ölçülerek tüm risk ölçümünden düşülür. |
| Volatilité (Oynaklık) Yaklaşımı   | Oynaklığın kendisi bir risk olarak görülür. Örneğin faiz gelirlerindeki oynaklık operasyonel risk olarak görülerek ölçüm yapılır.     |

**Kaynak:** Hiwatashi J. & Ashida H., s.12.

**3.2.2. Aşağıdan Yukarıya Yaklaşımlar (Bottom-up Method)**

Yukarı yönlü yaklaşımlarda daha fazla insan kaynağına ihtiyaç olup aşağı yönlü yaklaşımlara göre daha fazla zaman alıcıdır. *Bu yaklaşımda, istatistiksel yöntemler ve bilgi teknolojilerinin hızla gelişiyor olması nedeni ile operasyonel riskin mümkün oldukça doğru ölçülmesi iddiası vardır. Yukarı yönlü yaklaşımlar ile bankalar, İş kollarını çeşitli satırlara bölebilir, her iş koluna ait risk profillerini ölçebilir ve bu ölçülen riskleri özetleyebilir*<sup>53</sup>. Bu yaklaşımda özellikle karşılaşılan problem;

<sup>51</sup> Toshihiko Mori, Junji Hiwatashi and Koukichi Ide, “Measuring Operational Risk in Japanese Major Banks”, July 14, 2000, s.3.

<sup>52</sup> Dean Jovic and Jean-Marc Piaz, **Operational Risk Management als Kritischer Erfolgsfaktor für Banken**, Schweizer Threuhander, 2001, s.924.

<sup>53</sup> Mori T., Hiwatashi J., Ide K., s.4.

toplam risk yönetimi ile değerlendirilme başarısının personelin inisiyatifine ve maliyetin yoğunluğuna bağlı olması hususları arasında bir ilişki bulunmamıştır.

**Tablo 6**

**Yukarı Yönlü Yaklaşımlar ( Bottom-up Method) için Örnekler**

| Yaklaşımlar                   | Operasyonel Risk Ölçüm Yolu   |
|-------------------------------|---|
| İstatistiksel Ölçüm Yaklaşımı | Operasyonel risk kayıp verileri sıklık ve büyüklük olarak ayrı ayrı modellenerek Monte-Carlo Simülasyonu veya Konvolüsyon, Hızlı Fouier Dönüşümü gibi yöntemlerle birleştirilip bu şekilde toplam operasyonel kaybın bulunmasına dayanır. |
| Senaryo Analizi               | Düşük sıklık-yüksek şiddete sahip kayıp olaylarının diğer bankaların dışsal kayıp olayları referans alınarak tahmin edilmesine dayanır.   |
| Faktör Analizi Yaklaşımı      | İşlem hacmi ve hata oranları gibi faktörler ile ilgili kayıplar, korelasyon analizi dikkate alınarak tanımlanır.  |
| Bayes Ağları Yaklaşımı        | Operasyonel riskin nedenleri ve etkilerinin modellenmesine dayanır.   |

**Kaynak:** Hiwatashi J., Ashida H., s.12.

**3.3. Düzenleyici Otoriteler Tarafından Önerilen Risk Ölçüm Yaklaşımları**

Operasyonel riskin ölçümü her zaman zor bir uğraş olmuştur. Birçok farklı riskin oluşu, oluşturdukları etkilerin ve zaman çerçevelerinin farklılığı, nedensel faktörlerin belirlenmesindeki zorluklar, imaj zedelenmesi bunlardan sadece bazılarıdır. *Belki hepsinden daha zor olan ise operasyonel kayıplarla ilgili verilerin kısıtlılığıdır.*

*Birçok kuruluşta analiz ve modellenmesi yapılabilecek kadar kapsamlı içsel kayıp verileri bulunmamaktadır<sup>54</sup>.*

Risklerin ölçülmesinde, gerekli ekonomik ve düzenleyici sermaye tahsisinin hesaplanmasında en önemli şart, risklerin sayısallaştırılabilir olmasıdır. *Risklerin sayısallaştırılması ise zarar potansiyelinin tahminine ve zarar olayının gerçekleşme olasılığının belirlenmesine bağlıdır. Ancak bu şartlar operasyonel riskin sadece belirli bir bölümü için geçerlidir. Bu nedenle teknik olarak operasyonel riskin tamamının sayısallaştırılabilmesi mümkün değildir<sup>55</sup>.*

Basel Komite, operasyon riskine ilişkin sermaye ihtiyacını sürekli yükselen karmaşıklık ve risk hassasiyeti içerisinde ölçmek için bankalara üç metot sunmaktadır. Bunlar;

- Temel Gösterge Yaklaşımı (Basic Indicator Approach),
- Standart Yaklaşım (Standardised Approach)
- Gelişmiş (İleri) Ölçüm Yaklaşımları (Advanced Measurement Approaches; AMA)

olarak isimlendirilmektedirler. Bankaların, daha karmaşık ve ileri operasyonel risk ölçüm sistemleri ve uygulamaları geliştirdikçe bu mevcut yaklaşımlar yelpazesi içerisinde yeni yaklaşımlara geçmeleri komite tarafından teşvik edilmektedir<sup>56</sup>.

Türkiye’deki bankacılık sektörüne bakıldığında ise BDDK’nın Eylül 2009 İlerleme Raporu’ nun ortaya koyduğu en önemli gerçek, risk ölçümünde kullanılacak olan verilerin yetersizliğidir. Söz konusu raporda bankaların operasyonel risk ölçümü açısından Basel II’ ye uyum durumu incelendiğinde ülkemizdeki bankaların tamamı şu anda kullanılmakta olan temel gösterge yaklaşımına uyum sağlarken, standart yaklaşımda %75 ile %100 arasında uyum sağlayan bankaların oranı %29’ da

<sup>54</sup> Kaan Aksel, “Finansal Kurumlarda Operasyonel Riskin Ölçümü”, Activeline Gazetesi, No.21, Aralık 2001, [http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE\\_id=1110](http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=1110) (2 Kasım 2008), s.1.

<sup>55</sup> Hans Geiger, “Regulating and Supervising Operational Risk for Banks, **Future of Financial Regulation: Global Regulatory Reform and Implications for Japan**, Tokyo, 17 Oct 2000, s.9.

<sup>56</sup> Basel Committee On Banking Supervision, “International Convergence Capital Measurement and Capital Standards”, **A Revised Framework Comprehensive Version**, June 2006, madde 646., s. 189.

kalmaktadır. Raporun ortaya koyduğu diğer bir sonuç ise operasyonel risk hesaplamasında bankaların büyük çoğunluğunun nihai olarak ileri ölçüm yaklaşımını hedeflediğidir<sup>57</sup>.

### 3.3.1. Temel Gösterge Yaklaşımı (Basic Indicator Approach)

Temel gösterge yaklaşımını kullanan bankalar, operasyonel risk için, pozitif yıllık brüt gelirin \* sabit bir yüzdesinin ( “ $\alpha$ ” işareti ile gösterilir) son üç yıl içerisindeki ortalamasına eşit tutarda sermaye bulundurmalarıdır. Bu sermaye yükümlülüğü aşağıdaki denklemle belirlenebilir<sup>58</sup>;

$K_{BIA}$  = Temel Gösterge Yaklaşımı boyunca bulundurulacak sermaye,

GI = Son üç yılın yıllık brüt gelir,

n = Son üç yıl içinde brüt gelirin pozitif olduğu yılların sayısı,

$\alpha$  = Sektör çapında gereken sermaye seviyesinin sektör çapında gösterge seviyesine oranı olan Komite’ nin tespit ettiği %15 olmak üzere,

$$K_{BIA} = \frac{\sum_{i=1}^n (\alpha * GI_i)}{n}$$

*Bu yaklaşıma göre son 3 yıllık ortalama brüt gelir düzeyi 4.489 Milyar \$ (USD) olan bir A Bankasının operasyonel risk için sermaye gereksinimi aşağıdaki gibi olacaktır<sup>59</sup>.*

Sermaye Gereksinimi = %15 \* 4489 = 673.35 Milyon \$.

<sup>57</sup> BDDK, “Bankacılık Sektörü Basel II İlerleme Raporu”, Ankara, Eylül 2009, s. 7-8.

\* Brüt Gelir, net faiz geliri + net faiz dışı gelir olarak tanımlanır.

<sup>58</sup> BCBS, International Convergence Capital Measurement and Capital Standarts, s.190.

<sup>59</sup> Marcelo G. Cruz, “Modeling, Measuring and Hedging Operational Risk”, John Wiley-Sons, 2002, s.274.

### 3.3.2. Standart Yaklaşım (Standardized Approach)

Bu yaklaşım 8 faaliyet alanında gerekli kriterleri sağlayan bankalar için kullanılabilir. Her faaliyet kolunda brüt gelir, iş operasyonları ve faaliyetlerin ölçeğini, dolayısıyla, faaliyet kollarının her birinde operasyonel risklerin olası ölçeğini gösteren bir gösterge işlevi görür. Her faaliyet kolu için sermaye bulundurma yükümlülüğü, brüt gelirin o faaliyet koluna tahsis edilen bir faktörle (beta ile gösterilir) çarpılması yoluyla hesaplanır. *Beta, belirli bir faaliyet kolundaki operasyonel risk kayıp deneyimi ile o faaliyet kolu için toplam brüt gelir seviyesi arasında sektör çapında mevcut ilişkiyi gösteren bir katsayıdır*<sup>60</sup>.

Standart yaklaşıma göre, operasyonel risk için sermaye gereksinimi, faaliyet kollarının 3 yıllık ortalama brüt gelirlerinin Basel Komite' nin öngördüğü beta katsayıları ile çarpılması sonucu hesaplanmaktadır. *Herhangi belirli bir yılda, herhangi bir faaliyet kolunda (eksi brüt gelirden kaynaklanan) negatif sermaye bulundurma yükümlülükleri, herhangi bir sınırlamaya tabi olmaksızın, diğer faaliyet kollarındaki pozitif sermaye bulundurma yükümlülüklerini ortadan kaldırabilir. Bununla birlikte, belirli bir yılda tüm faaliyet kolları için toplam sermaye bulundurma yükümlülüğü negatif ise, o yıl için kesrin pay kısmında yazılması gereken değer sıfır olacaktır*<sup>61</sup>. Bu yaklaşıma göre toplam sermaye bulundurma yükümlülüğü aşağıdaki formülle gösterilebilir:

$K_{SY}$ = Standart Yaklaşıma göre sermaye bulundurma yükümlülüğü,

$BG_{ij}$ = Sekiz faaliyet kolunun her biri için, belirli bir i. yılda yıllık brüt gelir,

$\beta_j$ = Sekiz faaliyet kolunun her biri için, gereken sermaye seviyesini brüt gelir düzeyine bağlayan ve Komite tarafından belirlenen sabit bir oran olmak üzere,

$$K_{SY} = \frac{\sum_{i=1}^3 \max(\sum_{j=1}^8 BG_{ij} * \beta_j)}{3}$$

<sup>60</sup> BCSB, 2007, s.192.

<sup>61</sup> BCSB, 2007, s.193.

**Tablo 7**

**Standart Yaklaşım İçin Beta Değerleri**

| <b>İş Kolları</b>                  | <b>Beta Faktörleri</b> |
|------------------------------------|------------------------|
| Kurumsal finansman ( $\beta_1$ )   | %18                    |
| Alım-satım ve satış ( $\beta_2$ )  | %18                    |
| Perakende bankacılık ( $\beta_3$ ) | %12                    |
| Ticari bankacılık ( $\beta_4$ )    | %15                    |
| Takas ve Ödemeler ( $\beta_5$ )    | %18                    |
| Acentelik hizmetleri ( $\beta_6$ ) | %15                    |
| Varlık yönetimi ( $\beta_7$ )      | %12                    |
| Perakende aracılık ( $\beta_8$ )   | %12                    |

**3.3.3. Gelişmiş (İleri) Ölçüm Yaklaşımları (Advanced Measurement Approaches-AMA)**

Basel, bankaları kendi metotlarını geliştirmeleri ve kendi iç verilerini kullanarak operasyonel risk ölçümleri yapmaları konusunda teşvik etmektedir. Gelişmiş ölçüm teknikleri ile amaçlanan, gelecek bir yıl içindeki beklenmeyen zararların %99,9 güven aralığında ölçülerek, gerekli sermaye meblağının belirlenmesidir<sup>62</sup>. Gelişmiş hesaplamalarda 8 faaliyet kolu ve her faaliyet kolu için 7 kayıp olayı türü üzerinden bankaların zararları 56 kategori dikkate alınarak gözlemlenmektedir.

*Gelişmiş ölçüm teknikleri nitel ve nicel kriterlere sahip olup bu kriterlerin denetçiler tarafından onaylanması gerekmektedir. Nitekim bu alanda önemli ilerlemeler kaydedilmiş olup aşağıdaki yaklaşımlarda oldukça ileri seviyede yol alınmıştır<sup>63</sup>. Bunlar;*

- İçsel Ölçüm Metodu (Internal Measurement Approach-IMA)
- Zarar Dağılımı Yaklaşımı (Loss Distribution Approach-LDA)
- Puan Kartı Yaklaşımı ve diğer nitel ölçümlerdir.

<sup>62</sup> BCBS, 2007, s.199.

<sup>63</sup> Pezier, s.2.



### 3.3.3.1. İçsel Ölçüm Metodu (Internal Measurement Approach-IMA)

Bu yaklaşımda bankalara gerekli sermayenin hesaplanmasında kendi içsel zarar verilerini kullanabilme imkanı sunulmuştur. Bu şekilde bankalar içsel zarar verilerini bir araya getirmeye teşvik edilmektedir. Basel Komite, bankalarda içsel ölçüm yaklaşımının uygulanabilmesi için, 8 faaliyet kolu ve 7 risk grubundan oluşan 56 hücrelik bir operasyonel risk matrisi oluşturmuştur.

*Her bir faaliyet kolu/zarar türü kombinasyonu için denetçi, her faaliyet kolunun maruz kaldığı operasyonel riskin büyüklüğünü temsil eden bir gösterge (Exposure Indicator-EI) tayin eder. EI göstergesine ek olarak, bankalar her bir faaliyet kolu/zarar türü kombinasyonu için, kendi içsel zarar verilerine dayalı olarak zararın gerçekleşme olasılığını (Probability of Loss Event-PE) temsil eden bir parametreyi ve olayın gerçekleşmesi durumunda maruz kalınabilecek zararı (Loss Given Event-LGE) temsil eden ikinci bir parametreyi ölçerler. Daha sonra bu üç faktör çarpılarak, her bir faaliyet kolu/zarar türü kombinasyonu için beklenen zarar (Expected Loss-EL) hesaplanır<sup>64</sup>.*

$$EL = EI \times PE \times LGE$$

Denetçi, beklenen zararı (EL) sermaye tahsisine dönüştürmek üzere her bir faaliyet kolu/zarar türü kombinasyonu için Gamma Faktörü- $\gamma$  tayin eder. Gamma faktörü, belirli bir güven aralığında elde tutulan süre başına maksimum zarar miktarı olarak tanımlanmaktadır. Gamma faktörü her bir faaliyet kolu/zarar türü için denetçiler tarafından belirlenerek sabitlenmektedir. Belirli bir banka için toplam sermaye tahsisi; her bir faaliyet kolu/zarar türü kombinasyonu için hesaplanan sermaye tahsislerinin basit toplamı şeklinde belirlenir. Bu hesaplamanın formülasyonu aşağıda sunulmaktadır;

i = Faaliyet Kolları (i=1,2,..8),

j= Risk Türü (j=1,2,..7),

K = Operasyonel Risk için toplam sermaye gereksinimini göstermek üzere,

---

<sup>64</sup> Boyacıoğlu, s.59.

$$K = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^7 (Y_{ij} * EI_{ij} * PE_{ij} * LGE_{ij})$$

### 3.3.3.2. Zarar Dağılımı Yaklaşımı (Loss Distribution Approach-LDA)

Kayıp Dağılımları Yöntemi, aktüeryal matematik modellere dayalı olarak geliştirilen ve sigortacılıkta uygulama alanı bulan bir ölçüm yaklaşımıdır. Bu yöntem, operasyonel risklerin farklı yönleri dikkate alınarak geliştirilmekte ve operasyonel risklerin ölçümüne uygulanmaktadır. *Zarar Dağılımı yaklaşımı çerçevesinde tarihi verilere dayanarak her faaliyet kolu ve risk türü açısından operasyonel riskler aracılığıyla zararın gerçekleşmesi ve miktarına ilişkin olasılık dağılımları tahmin edilmektedir. Daha sonra sermaye-piyasa risklerinde Riske Maruz Değer (Value at Risk-VaR)' e benzer bir şekilde ortaya çıkan zarar, olasılık dağılımının belirli bir oranı olarak hesaplanmaktadır*<sup>65</sup>.

Kayıp Dağılımı Yaklaşımları' nın uygulanması beş aşamadan meydana gelmektedir<sup>66</sup>:

- Operasyonel kayıp olaylarının büyüklük modellemesi,
- Operasyonel kayıp olaylarının sıklık modellemesi,
- Toplam kayıp dağılımının modellemesi,
- Toplam kayıp modeli kullanılarak riske maruz sermaye (RMS) tutarlarının hesaplanması,
- Her bir hücre için hesaplanan RMS tutarlarının toplanması suretiyle bankanın tamamı için gerekli RMS tutarının hesaplanması.

<sup>65</sup> Antoine Frachot, Pierre Georges&Thierry Roncalli, “Loss Distribution Approach for Operational Risk”, France, April 25, 2001, s.2.

<sup>66</sup> Murat Mazıbaş, Operasyonel Risk Ölçümü: Kayıp Dağılımları Modellemesi, **Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu Araştırma Raporları**, Ankara:BDDK, 2006, s.6.

Bu ölçüm yaklaşımında en önemli olan konu veri ile ilgilidir. Buraya kadar belirtilen operasyonel risk ölçüm yaklaşımları arasında en gelişmiş olanı olup iç ve dış verinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi sonucunda anlam kazanır.

Basel Komite tarafından ilk kez 2001 yılında yayınlanan Yeni Basel Sermaye Uzlaşısı' nın ikinci istişare paketinde bahsedilen kayıp dağılımları yaklaşımında, hesaplamalar sonucunda bulunan sermaye gereksiniminin, bu kayıp dağılımının yüksek bir yüzdelik dilimindeki (%99,9 gibi) tutarına dayanması ifadesi bulunmaktadır. Araştırmacılar ise, Basel II için düzenleyici otoritelerin %99,9 gibi bir güven aralığında zarar ihtimalinin hesaplanmasının imkansız olduğunu savunmaktadırlar.

### **3.3.3.3. Puan Kartı Yaklaşımı (Scorecard Approach)**

Bu yaklaşımda, alan yöneticisi tarafından Puan Kartı (Kontrol Listesi, Skor Kart) yardımı ile, ilgili faaliyet kollarındaki riskler değerlendirilmekte ve sermayeye çevrilmektedir. *Bu metodun üstünlüğü sadece tarihsel verilere dayanmamasıdır*<sup>67</sup>.

Puan Kartı yaklaşımında bankalar, öncelikle bankanın tamamını veya faaliyet kolu düzeyini esas alacak operasyonel risk sermayesinin başlangıç seviyesini tespit edip, bu miktarı puan kartına dayalı olarak zaman içinde değiştirirler. Puan kartı, çeşitli faaliyet kollarında risk profilini ve risk kontrol çevresinin önemini belirlemeye çalışır. *Bu yaklaşım, sermaye hesaplamaları için ileriye dönük bir bakış açısı getirmeyi hedeflemektedir. Bu şekilde gelecekteki operasyonel risk zararlarının sıklığı ve şiddetini azaltacak risk kontrol çevresindeki gelişmeler yansıtılır. Puan kartı gerçek risk ölçümlerine dayalı olabilir. Fakat daha çok faaliyet birimleri/faaliyet kollarındaki belirli risk türlerini temsil eden göstergeleri tanımlar*<sup>68</sup>

<sup>67</sup> G. Giese, "Kritik und verbessening vorschlaege für den Basel II Akkord", **Der Schweizer Treuhaender**, 2002, s.72.

<sup>68</sup> Basel Committee on Banking Supervision, "Operational Risk" Supporting Document to the new Basel Capital Accord, BIS, Basel, Switzerland, January 2001, s. 204.

### 3.4. Bayes Kuralı ve Bayesci Çıkarsama

Bayes Kuralı (Teoremi), bir binom dağılımının parametresinin olasılık dağılımının hesaplanmasını incelemekte olan, İngiliz Rahip Thomas Bayes (1702-1761) tarafından bulunmuştur. Bu teorem, bir rastsal değişken için olasılık dağılımları içinde koşullu olasılıklar ile marjinal olasılıklar arasındaki ilişkiyi gösterir.

Olasılık teorisi içinde incelenen bir olay olarak B olayına koşullu bir A olayı (yani B olayının bilindiği halde A olayı) için olasılık değeri, A olayına koşullu bir B olayı (yani A olayının bilindiği haldeki B olayı) için olasılık değerinden farklıdır. Ancak bu iki birbirine ters koşulluluk arasında çok belirli bir ilişki vardır ve bu ilişkiye Bayes Teoremi denir<sup>69</sup>. Bayes Teoremi eğer B gözlemlenmiş ise, A gözlemi hakkındaki inançların ne şekilde güncelleştirilebileceğini ortaya çıkartır ve matematiksel olarak aşağıdaki gibi gösterilir<sup>70</sup>;

$P(A)$ ; A için önsel olasılık veya marjinal olasılık, (önsel olmasının nedeni B olayı hakkında herhangi bir bilgiyi içermemektir)

$P(A|B)$ ; B için A'nın koşullu olasılığı,

$P(B|A)$ ; A için B'nin koşullu olasılığı,

$P(B)$ ; B olayı için önsel olasılık veya marjinal olasılık olmak üzere,

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

şeklinde hesaplanır.

Bayes Teoreminin sürekli olasılık dağılımlarına uygun gösterimi ise şu şekildedir;

$f(x, y)$ ; X ve Y için bileşik dağılım,

$f(x|y)$ ; Y=y verilmiş iken X'in sonsal dağılımı,

<sup>69</sup> Vikipedi Özgür Ansiklopedi, Bayes Teoremi, [http://tr.wikipedia.org/wiki/Bayes\\_teoremi](http://tr.wikipedia.org/wiki/Bayes_teoremi) , (16 Mart 2010).

<sup>70</sup> İsmail Hakkı Armutlulu, *İşletme İstatistiğine Giriş*, 2. Basım, İstanbul:Alfa Yayınları, 2004, s.120.

$f(y|x) = L(x|y)$ ;  $Y=y$  verilmiş ise  $X$ ' in olasılık fonksiyonu,

$f(x)$ ;  $X$ ' in önsel dağılımı veya marjinal dağılımı,

$f(y)$ ;  $Y$ 'nin önsel dağılımı olmak üzere,

$$f(x|y) = \frac{f(x,y)}{f(y)} = \frac{f(y|x)f(x)}{\int_{-\infty}^{+\infty} f(y|x)f(x)dx}$$

Klasik istatistikte bir modelin parametrelerinin sabit olduğu fakat bilinmediği varsayılır. Ancak Bayesci yaklaşımda, modelin parametrelerinin de rassal değişken olduğu varsayılmaktadır. Bayes çıkarımının genel denklemi, önsel dağılım ve olasılık fonksiyonunun çarpımının sonsal dağılım ile orantılı olduğunu söylemektedir.

Son olarak Bayesci çıkarım aşamaları şu şekilde özetlenebilir<sup>71</sup>;

- Önsel bilgi ile başlar,
- Önsel bilginin güncellenmesi ile sonsal bilgiye ulaşılır,
- Sonsal bilgi, sonraki kanıtlar için önsel bilgi halini alır.

### 3.5. Operasyonel Risk Ölçümü İle İlgili Çalışmalar

Operasyonel riskin ölçümünde kullanılan yöntemler diğer risk ölçüm yöntemlerinden daha farklı ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Operasyonel risk, bilinen en eski risk türlerinden olmasına rağmen, ölçümü üzerindeki çalışmalar oldukça yeni sayılmaktadır. Özellikle 1990' lı yıllarda yaşanan Barings Bank, Daiwa Bank, Worldcom, Enron gibi yüksek maliyetli kayıp olayları ile gündeme gelmiştir. Bu riski yönetebilmek için öncelikli olarak riskin ölçümü gerekmektedir. Riskin ölçümü için ise risk verilerine ve bu verileri kullanan matematiksel olarak sağlam yöntemlere ihtiyaç bulunmaktadır.

Matematiksel yöntemler kullanılarak operasyonel risklerin ölçülmesi ile ilgili ilk çalışmalar 1998 yılında Marcelo Cruz tarafından yapılmıştır. Cruz, çalışmalarında

---

<sup>71</sup> Kathryn Blackmond Laskey, "Bayesian Inference and Decision Theory", 2009, George Mason University, Department of Systems Engineering and Operations Research, [http://volgenau.gmu.edu/~klaskey/SYST664/Bayes\\_Unit1.pdf](http://volgenau.gmu.edu/~klaskey/SYST664/Bayes_Unit1.pdf) (4 Şubat 2010).

risklerin büyüklüğünü ve kayıp olaylarının sıklığını farklı süreçler olarak ele alarak büyüklük ve sıklık dağılımlarının bir araya getirilmesiyle oluşan Toplam Kayıp Dağılımı üzerinden operasyonel riske maruz değer (RMD) hesaplaması yapmıştır<sup>72</sup>.

Operasyonel risk ölçümünde Kayıp Dağılımı Yöntemi'nin Kullanılması ile ilgili ilk çalışmalar ise 2001 ve 2002 yıllarında Antoine Frachot, Pierre Georges ve Thierry Roncalli tarafından yapılmıştır. Daha sonraki dönemde yapılan çalışmalar daha çok Cruz ile Frachot vd. esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de ise operasyonel risklerin Kayıp Dağılımları Yöntemi ile ölçülmesine yönelik olarak yapılan ilk çalışma 2002 yılında Murat Mazıbaş tarafından gerçekleştirilmiştir. Mazıbaş' ın çalışması Frachot vd. ile Cruz' un çalışmaları temeline dayanmakta olup özellikle Türkiye' de bulunan bankaların operasyonel riske maruz sermaye miktarlarını belirlemede yararlanabilecekleri önemli bir referans olarak görülmektedir.

Bu çalışmalara ilave olarak 2003 yılında Yuji Yasuda tarafından hazırlanan "Operasyonel Risk Yönetiminde Bayesci Çıkarıma Uygulamaları" (Application of Bayesian Inference to Operational Risk Management) adlı Doktora Tezinin, operasyonel risk ölçümü ve yönetiminde Bayes Tekniği kullanımı ile ilgili örnek teşkil ettiği düşünülmektedir.

Yasuda ve Frachot vd. 'in çalışmalarına kısaca değinilecek olup operasyonel kayıp olaylarına ilişkin büyüklük ve sıklık verilerinin birleştirilmesi ile toplam kayıp dağılımının bulunmasında önemli bir yeri olan "Konvolüsyon" konusundan bahsedilecektir.

### **3.5.1. A. Frachot, P. Georges & T. Roncalli, "Operasyonel Risk İçin Kayıp Dağılımı Yöntemi"**

2001 yılında Basel Raporunun yayımlanmasının ardından, operasyonel risklerin ölçülmesi ve sermaye tahsisinin gerçekleştirilmesinde KDY' nin kullanılması konusundaki ilk çalışma "Loss Distribution Approach for Operational Risk" (Operasyonel Risk için Kayıp Dağılımı Yöntemi) adı altında, Frachot, Georges ve Roncalli tarafından gerçekleştirilmiştir.

---

<sup>72</sup> Murat Mazıbaş, Operasyonel Risk Ölçümü: Kayıp Dağılımları Modellemesi, s.3.

Kayıp Dağılımı Yaklaşımı altında bankalar, kendi iç verilerini kullanarak bir yıl içinde meydana gelen kayıp olayları sıklığına ve şiddetine ait olasılık dağılımlarını tahmin ederler. Bu iki dağılımın elde edilmesinden sonra ise toplam olasılık dağılımı hesaplanmaktadır. Bu şekilde her “faaliyet kolu-kayıp olayı türü” kombinasyonu için riske maruz değer hesaplaması yapılarak toplam gerekli sermaye miktarı bulunur.

Frachot vd.’nin çalışmasının üç amacı bulunmaktadır;

- Birincisi; KDY’ nin metodolojik çerçevesinin geliştirilmesi amacıyla düzenleyici otoritelerin desteği ve teşviğinin mevcut olmasına rağmen sadece birkaç banka tarafından uygulamaya konulmasıdır.
- İkincisi; Mevcut veriler üzerindeki istatistiksel konulara değinmektedir. Gerçekten de bu çalışmada KDY’nin, piyasa ve kredi riski için geliştirilen dahili modellerden daha karmaşık olduğu görülebilir. Benzer olarak kredi riski modellerindeki gibi iki olasılık dağılımının matematiksel karışımının (konvolüsyon) hesaplanması gerekmektedir. Bu iki olasılık dağılımı frekans (sıklık) ve şiddet (büyüklük) dağılımıdır.
- Üçüncüsü; KDY ve İçsel Ölçüm Yaklaşımı arasında karşılaştırma yapmaktır.

Frachot vd., temel matematiksel model tanımını yaparak risk ölçümünde riske maruz değer ve ekonomik sermaye tahsisi ile dağılımların nasıl belirleneceğini bazı algoritmalar yardımı ile göstermeyi amaçlamışlardır. Bunun için de sermaye tahsisinde aşağıdan yukarıya bir çerçeve olarak Kayıp Dağılımları Yaklaşımı’ nı ele almışlardır. KDY’ nin matematiksel formülasyonunu tanımlamak amacıyla aşağıda detaylandırılan bazı kavramlara değinmişlerdir;

- Yeni Basel Sermaye anlaşmasına göre farklı iş kolları ve olay türlerini düşünelim.  $i$  ve  $j$  endeksleri sırasıyla belirli bir faaliyet kolu (iş hattı) ve olay türünü göstermede kullanılmaktadır.

- $\xi(i,j)$  , i faaliyet kolu ve j kayıp olayı türündeki kayıp olayı başına miktarı temsil etmektedir.  $\xi(i,j)$  nin kayıp büyüklüğü dağılımı  $F(i,j)$  olarak gösterilmektedir.
- t ve t+r zamanı arasındaki olayların rastgele olduğu varsayımı altında  $N(i,j)$  kayıp olayı sayısını gösteren değişken olmak üzere bir  $P_{ij}$  olasılık fonksiyonuna sahiptir. Kayıp sıklığının dağılımı  $P_{i,j}$  olarak gösterilir ve şu şekildedir;

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

t ve t+r zaman aralığındaki i faaliyet kolu ve j olay türü için kayıp dağılımı ise aşağıdaki gibi olacaktır;

$$\vartheta(t,j) = \sum_{n=0}^{N(i,j)} \xi_n(t,j)$$

$\vartheta(t,j)$  dağılımından yola çıkılarak  $G_{ij}$  birleşik dağılımı bulunur ve şu şekilde gösterilir;

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

- Toplam kayıp dağılımı modellemesi iki aşamada yapılmalıdır. Öncelikle bir kayıp şiddet dağılımı ve kayıp zarar dağılımı düşünülmelidir. Sonra bunların toplamından birleşik kayıp dağılımı elde edilmelidir.
- Kayıpların sayısının birbirinden bağımsız olduğu ve  $\xi(i,j)$  lerin rassal olarak bağımsız dağıldığı varsayılmaktadır.



### 3.5.2. Yuji Yasuda, “Operasyonel Risk Yönetiminde Bayesci Çıkarsama Uygulamaları”

2000 yılında Kotz ve Nadarajah isimli araştırmacılar tarafından piyasa riski ve sigortalama için aşırı değer verileri kullanılarak Bayesci analiz tekniğinin geliştirilmesi ile ilgili ilk çalışmalar verilmiştir. Operasyonel risk yönetiminde Bayesci tekniklerin kullanımı ile ilgili ilk çalışma ise 2002 yılında Cruz tarafından ders kitabı içeriğinde verilmiştir. Takip eden yıl içerisinde Tsukuba Üniversitesi’nde öğrenim gören Yuji Yasuda isimli bir araştırmacı tarafından operasyonel risk ölçümünde Bayesci Çıkarsama uygulamalarının kullanılması ile ilgili örnekler sunan bir doktora tezi çalışması yapılmıştır.

Operasyonel risk ölçümünün temelinde iki ana yöntem vardır : istatistiksel ölçüm yaklaşımı ve senaryo analizleri. İstatistiksel ölçüm yaklaşımı, kredi ve piyasa riski gibi kayıp olayı boyutu ve frekansına bağlı olarak tarihsel verilerin kullanılması ile risk ölçümü yapılması temeline dayanır. Öte yandan senaryo analizi altında, düşük sıklık ve yüksek şiddetli olaylara gelindiğinde, diğer bankalarda meydana gelen olayların referansı ile senaryolar yapılarak kayıplar tahmin edilebilir. Bayesci çıkarsama ise, istatistiksel ölçüm yaklaşımı ve senaryo analizleri ile bir bütündür.

Yasuda’ nın düşüncesine göre; eğer bankalar, sadece geçmiş verilere dayanarak risk ölçümü yaparlarsa, “düşük sıklık ve yüksek şiddetteki” potansiyel kayıp olaylarını ve değişen çevre koşullarının operasyonel kayıplar üzerindeki etkilerini tahmin edemeyebilirler. Kısacası, operasyonel risklerin ölçümünde sadece tarihsel veriler yeterli değildir. Aynı zamanda hızla değişen bankacılık sektörünü çevreleyen, ileriye dönük senaryo verilerine ihtiyaç vardır.

Yasuda, öncelikli olarak çalışmasında Bayesci çıkarımın ne anlama geldiği, verinin mümkün olduğu ve olmadığı her iki durumda da pratik olarak kullanılabilirliği ile ölçüm sürecinin şeffaflılığı avantajlarından bahsetmektedir. Bayes kuralının teorik çerçevesini çizerek önsel dağılımın seçim sürecinin önemine değinmiş ve bankacılık sektöründe bir uygulama sunmuştur.

### 3.6. Konvolüsyon (Matematiksel Evrişim)

Konvolüsyon<sup>73</sup>, özellikle Matematik ve Fonksiyonel Analiz konularında,  $f$  ve  $g$  gibi iki orjinal fonksiyonun değiştirilmiş bir versiyonu olarak üçüncü bir fonksiyon üretilmesi ilkesine dayanır. Matematiksel olarak  $(*)$  işareti ile temsil edilir. İstatistik, bilgisayar, görüntü ve sinyal işleme, elektronik mühendisliği ile diferansiyel denklemler gibi bir çok alanda kullanılmaktadır.

Matematiksel olarak  $F$  olabilirlik fonksiyonu ile  $\varphi$  sınırlı fonksiyonun konvolüsyonu aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır<sup>74</sup>;

$$u(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(x-y)F(dy)$$

Konvolüsyonun  $u = F * \varphi$  ile gösterimine alternatif olarak  $F'$  nin bir  $f$  yoğunluğu için  $u = f * \varphi$  şeklinde yazılabilir. O halde konvolüsyon formülümüz şu şekilde olacaktır;

$$u(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(x-y)f(y)dy$$

Olabilirlik fonksiyonu olarak gösterilen  $F'$  nin kendisi ile n kat konvolüsyonu  $F^{n*}$  şeklinde gösterilmektedir. Buradan yola çıkarak  $F^{n*}$ ;

$$F^{1*} = F$$

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

olarak formüle edilmektedir.

<sup>73</sup> İngilizce “Convolution” kelimesinin Türkçe gösterimi olarak “Konvolüsyon” kullanılmaktadır. Türkçe anlamı, “evrişim” veya “karışım” olarak geçmektedir.

<sup>74</sup> W. Feller, **An Introduction to Probability Theory and Its Applications**, New York : John Wiley&Sons, 1971, s.143.

Operasyonel risk ölçümünde şiddet dağılımlarının pareto, lognormal, gamma ve extreme değer dağılımları gibi sürekli dağılım aileleri ile temsil olunduğu bilinmektedir. Sıklık dağılımlarının ise genellikle poisson dağılıma sahip olduğu söylenmekte olup binom veya negatif binom gibi kesikli dağılım aileleri ile temsil edilmektedir<sup>75</sup>. Örnek olarak, şiddet dağılımının lognormal, sıklık dağılımının ise poisson olduğu varsayımı altında toplam kayıp dağılımına ulaşmadaki konvolüsyon formülümüz aşağıdaki gibi bulunacaktır;

$X$  ve  $Y$  birbirinden bağımsız, pozitif tamsayı değer alan rastsal değişkenler ve,

$f(x) = P(X = x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$ , ( $\lambda$  parametrelili poisson dağılımı yoğunluk fonksiyonu,  $\lambda > 0$ )

$g(y) = P(Y = y) = \frac{e^{-\frac{(\ln y - \mu)^2}{2\sigma^2}}}{\sqrt{2\pi}\sigma y}$ , ( $(\mu, \sigma)$  parametrelili lognormal dağılımı yoğunluk fonksiyonu,  $\mu, \sigma > 0$ ) olmak üzere  $f$  ve  $g$  nin konvolüsyonu,

$$(f * g)(x) = \sum_{y=0}^{\infty} f(y)g(x-y) = \sum_{y=0}^{\infty} \left( \frac{\lambda^y e^{-\lambda}}{y!} \right) \left( \frac{e^{-\frac{(\ln(x-y)-\mu)^2}{2\sigma^2}}}{\sqrt{2\pi}\sigma(x-y)} \right)$$

şeklinde gösterilir.

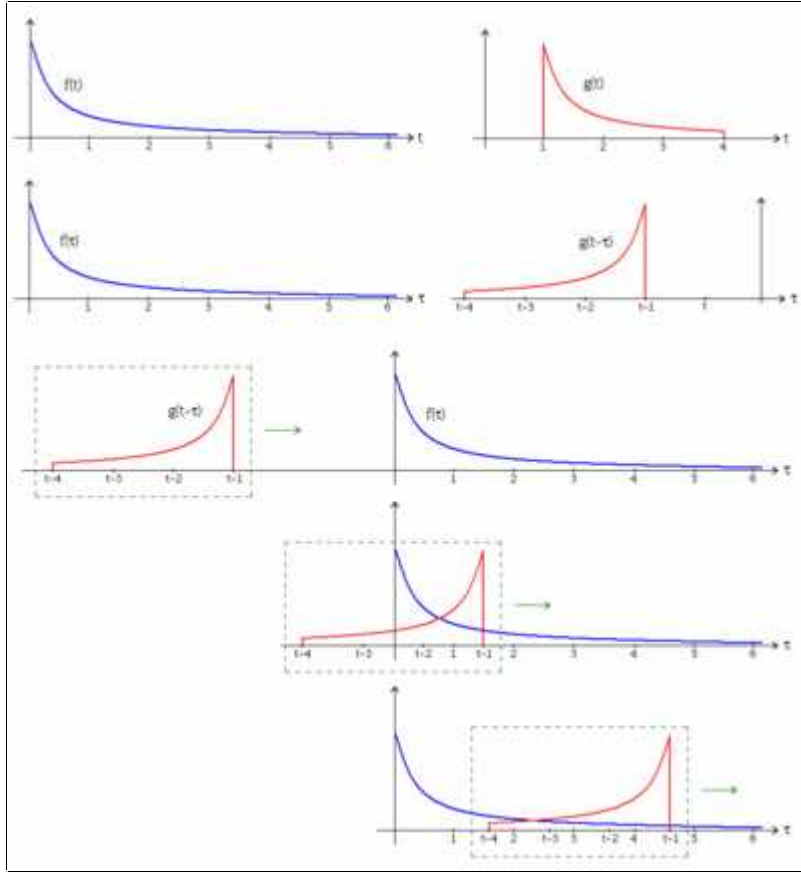
Operasyonel risk ölçümünde önemli bir nokta olan sıklık ve büyüklük dağılımlarının birleştirilmesinde iki yaklaşım ön plana çıkmaktadır; açık ve kapalı form çözümleri. Kapalı form çözümleri analitik bazı formüllerin çözümünü gerektirmektedir. Konvolüsyon da kapalı bir form olarak genellikle karmaşık integral çözümlerini içermektedir. Alternatif bir yöntem olarak dağılımları doğrudan birleştirmek yerine dönüşümlerini alarak bu dağılımları değiştirmek daha verimli sonuçlar verebilir. Fourier Dönüşümü olarak anılan bu yöntem frekans alanı üzerinde etkilidir<sup>76</sup>. Bu yaklaşım trigonometrik fonksiyonlar ile (sinüs ve cosinüs gibi) kompleks sayıları içerir. Bu teorik

<sup>75</sup> Paul Embrechts, "How to Model Operational Risk, If You Must", 2005, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Department of Mathematics, <http://staff.science.uva.nl/~spreij/stieltjes/embrechtshow.pdf>. (12 Aralık 2008).

<sup>76</sup> Enrique Navarrete, "Practical Calculation of Expected and Unexpected Losses in Operational Risk by Simulation Methods", **Scalar Consulting**, 2006, s.3.

formüller ve denklem çözmeyi içeren kapalı formların aksine toplam kayıp dağılımı elde etmekte açık bir form olan simülasyon yöntemleri oldukça sık kullanılmaktadır. Gerçek kayıp verileri kullanarak simülasyon ile şiddet ve sıklıklar için rastgele sayı üretimi ile farklı senaryolar üretilebilir.

Çalışmamızda da toplam kayıp dağılımına ulaşmada, bilgisayar kullanımı kolaylığı ve karmaşık çözümleri içermemesi nedeni ile en çok tercih edilen simülasyon yöntemlerinden Monte Carlo Simülasyonu kullanılmıştır.



**Şekil 6:** Görsel olarak Konvolüsyon gösterimi

**Kaynak:**Wikipedia the Free Encyclopedia, Convolution, <http://en.wikipedia.org/wiki/Convolution>, (16 Mart 2010).

## 4. KÜMELEME ANALİZİ

### 4.1. Kümeleme Analizinin Tanımı

Küme, bir veri grubunun birbirine komşu olan nesnelere meydana getirdiği bir topluluk olarak tanımlanabilir. *Başka bir tanımlamada da küme, istatistiksel kitlenin yakın elemanlarının bir grubu olarak verilmektedir*<sup>77</sup>. Çok geniş anlamıyla kümeleme, bazı hususlarda her biri diğerine benzer olduğu düşünülen nesnelere bir arada toplanması işlemidir.

Doğal sınıflamaları hakkında açık bir bilgi bulunmayan durumlarda, popülasyona ilişkin tahminlerin yapılmasında yararlanan bir yöntemler topluluğu olarak tanımlanan kümeleme analizi, *araştırmacıya, üzerinde çalışılan gözlemler topluluğunu, kendi içinde türdeş fakat diğerlerinden farklı olacak biçimde kümelere ayırma olanağı tanıyan bir çok değişkenli istatistiksel analiz tekniğidir*<sup>78</sup>. Bir başka tanıma göre kümeleme analizi, *bir araştırmada incelenen birimleri aralarındaki benzerliklerine göre belirli gruplar içinde toplayarak sınıflandırma yapmayı, birimlerin ortak özelliklerini ortaya koymayı ve bu sınıflar ile ilgili genel tanımlar yapmayı sağlayan bir yöntemdir*<sup>79</sup>.

### 4.2. Kümeleme Analizinin Genel Amacı

Kümeleme analizi özellikle bilim ve iş alanında, bir çok durumda uygulanan etkili ve kolay yorumlanabilen bir yöntemdir. Genel amacı, nesnelere gruplara veya kümelere ayırarak verileri gruplamaktır. *Temel olarak, keşif süreci çok değişkenli ilişkilerin karmaşık doğasını anlamada oldukça yardımcıdır*<sup>80</sup>.

Uygulamada fazla sayıdaki çok değişkenli gözlemleri tanımlamak oldukça problemli olmaktadır. Bu amaçla istenilen bilgiyi ortaya koymak ve özetlemek gerekir. Bu nedenle araştırmacı, gözlemleri kontrol edilebilir gruplara ayırmak zorundadır. Aksi

---

<sup>77</sup> Maurice George Kendall and William R. Buckland, **A Dictionary of Statistical Terms**, Edinburgh: Oliver&Boyd, 1960, s.33.

<sup>78</sup> Subhash Sharma, **Applied Multivariate Techniques**, USA: J.Wiley and Sons Inc, 1996, s.185.

<sup>79</sup> Leonard Kaufman and Peter Rousseeuw, **Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis**, New York: John Wiley and Sons, 1990, s.?

<sup>80</sup> Timothy J. Ross, **Fuzzy Logic with Engineering Applications**, England: John Wiley Sons, 2004, s.369.

halde bu gözlemleri her yönüyle kontrol edemez. Bu nedenle kümeleme analizi “veri düzenleme” işlemini yapmak için de kullanılabilir. *Belirlenen bir ölçüye göre gözlemler gruplara ayrıldığında, gruplar içinde homojenlik ve aynı zamanda gruplar arasında heterojenlik sağlanmalıdır. Bu taktirde araştırmacı, çok sayıda gözlem yerine tanımlayıcı birkaç küme üzerinde çalışma kolaylığına kavuşur. Bu durum araştırmacıya zaman ve hesaplama gibi bir çok yönde avantaj sağlar. Ancak yapılan bu işlemle bir miktar veri kaybı söz konusu olacağından, Kümeleme Analizinin amacı bu bilgi kaybını en düşük seviyede tutmaktır. İlgili bilgi kaybını ölçen bir kayıp fonksiyonu dikkate alındığında, en iyi kümeleme teorik kayıp fonksiyonunun en küçüklenmesi ile bulunabilmektedir*<sup>81</sup>.

Kümeleme analizinin amacı, kullanıcının amacına bağlı olmakla birlikte, genel olarak aşağıdaki şekilde verilmektedir<sup>82</sup>:

- Uygun Modeli bulmak,
- Model uyumu sağlamak,
- Gruplar içi ön tahmin hesapları yapmak,
- Ön tahmin sınaması yapmak,
- Veri yapısını bulmak,
- Ön tahmini genelleştirmek,
- Boyut indirgemek.

Bir çok araştırma alanında araştırmacıların karşılaştığı en genel sorun, gözlenen verilerin anlamlı olarak nasıl organize edileceğidir. Bunun için değişik sınıflandırma teknikleri geliştirmek gerekmektedir. Başka bir ifadeyle, kümeleme analizinin en genel amacı, aynı gruba ait olan verilerin arasında maksimum benzerliğin olması, diğer gruplardaki verilerle minimum benzerlikte olmasını sağlamaktır.

---

<sup>81</sup> İsmail Yıldız, “Kümeleme Analizi, Kümeleme Analizine Matematiksel Programlama Yaklaşımı ve Bir Uygulama”, (Doktora Tezi, Harran Üniversitesi FBE, 1998), s.20.

<sup>82</sup> Brian Everitt, **Cluster Analysis**, London: Hainmann, 1974, s.122.

### 4.3. Kümeleme analizinin Uygulama Aşamaları

*Kümeleme analizinin uygulama aşamaları aşağıdaki gibidir<sup>83</sup>;*

- Değişkenlerin seçilmesi ve veri matrisinin belirlenmesi,
- Birimlerin birbiriyle olan benzerlik ya da uzaklıklarını gösterecek uygun bir benzerlik/uzaklık ölçüsü ile benzerlik/uzaklık matrisinin oluşturulması,
- Uygun bir kümeleme tekniği ile benzerlik uzaklık matrisine göre birimlerin uygun sayıda kümelere ayrılması,
- Oluşturulan bu kümelerin yorumlanması, kümelerin yapılarının kurulan hipotezlerle test edilmesi ve gerekli analitik yöntemlerin uygulanması.

### 4.4. Kümeleme Analizinde Temsil Deseni (Değişkenler) Seçimi ile Benzerlik ve Uzaklıkların Ölçümü

Verilerin analize uygun hale getirilebilmesi için öncelikli olarak veri matrisinin oluşturulması gerekmektedir. Analize alınacak olan n sayıda birime sahip örneklem seçildikten sonra küme içine girecek elemanları belirleyecek p sayıda değişken seçilir.

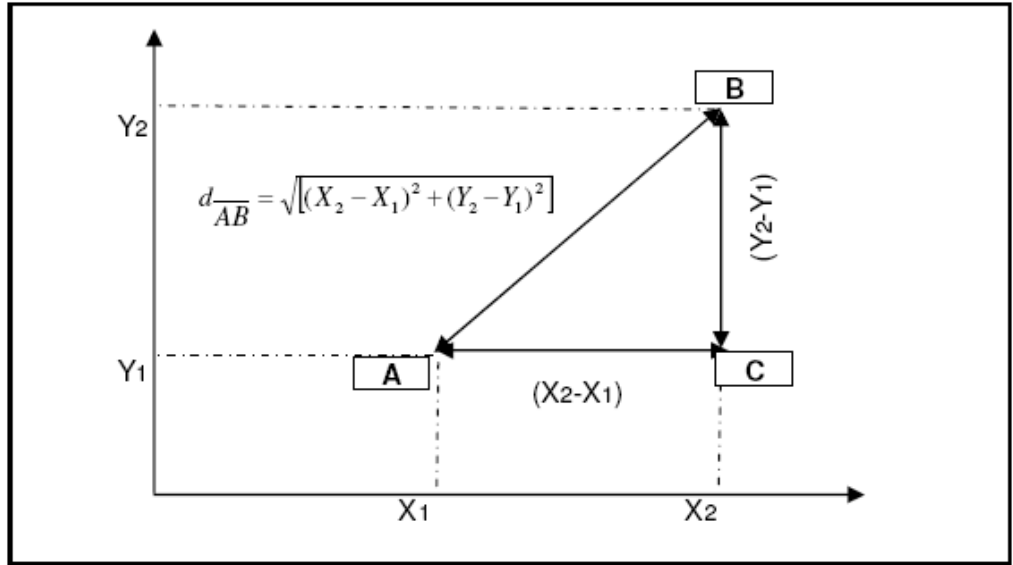
Değişkenlerin seçimi kümeleme analizinde kritik bir aşamadır. *Benzerliğin hesaplanacağı değişken setinin seçimi ve veri üzerinde yapılabilecek değişiklikler son derece önemlidir. Küme içine girecek elemanları belirleyecek değişkenler seçildikten sonra veriler standardize edilmelidir. Veriler orijinal halleriyle kullanıldığında her değişken varyansı ile orantılı olarak ağırlıklandırılacak; standardize edilmiş veri kullanıldığında ise her değişkene eşit ağırlık verilmiş olacaktır. Bir değişken standardize edilirken logaritmik hesaplamalar ya da matematiksel yöntemler uygulanabilmektedir<sup>84</sup>.*

<sup>83</sup> Azize Celile Günay Atbaş, “Kümeleme Analizinde Küme Sayısının Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma”, (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi FBE, 2008), s.11-12.

<sup>84</sup> Barış Doğan, “Bankaların Gözetiminde Bir Araç Olarak Kümeleme Analizi: Türk Bankacılık Sektörü İçin Bir Uygulama”, (Doktora Tezi, Kadir Has Üniversitesi SBE, 2008), s.80.

n sayıda birim ve p sayıda değişken matris formuna getirilerek (n x p) boyutlu veri matrisi oluşturulur. Veri matrisi oluşturulduktan sonra her bir gözlemin atanacağı kümenin saptanmasına yardımcı olacak nesnel bir kriter bulunması gerekmektedir.

Küme, birbirlerine yakın bireylerin çok boyutlu uzayda oluşturdukları birlik olarak ifade edilebilir. Bu durumda küme kavramı “benzerlik” ve “uzaklık” kavramlarını çağrıştırmaktadır. Benzerlik ya da uzaklık ölçüleri tek boyutlu yada çok boyutlu olarak yapılabilir. Her boyut birey ya da nesnelere gruplandırmak için kullanılır. Çok boyutlu uzayda iki birey ya da nesne arasındaki uzaklığı hesaplamada en çok kullanılan uzaklık ölçüsü, öklid uzaklığıdır.



**Şekil 7:** İki Nokta (A ve B) Arasındaki Öklid Uzaklığının Gösterimi

**Kaynak:** Kazım Özdamar, **Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi**, Eskişehir: Kaan Kitabevi, 1999, s.261.

Çeşitli sayıda değişkene göre nesnelere arasındaki benzerlik ve uzaklıkları hesaplamak için kullanılan ölçüler aşağıdaki gibidir:



- Minkowski Uzaklığı ( Manhattan (City-Blok) Uzaklığı (n=1), Öklid (Euclidean) Uzaklığı (n=2), “Supremum” ( $L_{\max}$  norm,  $L_8$  norm) Uzaklığı (n=8)),
- Tchebyshev Uzaklığı,
- Mahalanobis Uzaklığı,
- Canberra Uzaklığı,
- Bray Curtis (Sorensen) Uzaklığı,
- Kosinüs Benzerliği,
- Genişletilmiş Jaccard Benzerliği,
- Pearson İlişkisi,
- Spearman Benzerliği.

Veri girişinden sonra hesaplanan uzaklık değerlerinden yararlanarak birey ya da nesnelerin kümelere atanma işlemi yapılır. *Kümeleme yöntemleri, uzaklık matrisi ya da benzerlik matrisinden yararlanarak birimler ya da değişkenleri kendi içinde homojen ve kendi aralarında heterojen gruplar oluşturmayı sağlayan yöntemlerdir. Farklı kümeleme yöntemleri ile değişik özelliklerde kümeler tespit edilir*<sup>85</sup>.

**Minkowski Uzaklığı:** n sayıda birim ve p sayıdaki değişkene göre birimler ya da değişkenler arasındaki uzaklıkları hesaplamak için kullanılan uzaklık ölçülerine Minkowski Uzaklık Ölçüsü adı verilmektedir<sup>86</sup>.

Veri matrisi X olarak ifade edilirse, matrisi oluşturan n sayıda birim ve p sayıda değişken için i. ve j. gözlem vektörleri arasındaki  $d(X_i, X_j) = D_{ij}$  uzaklık değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

<sup>85</sup> Meltem Işık, “Bölünmeli Kümeleme Yöntemleri ile Veri Madenciliği Uygulamaları”, (Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi FBE, 2006), s.8.

<sup>86</sup> Hüseyin Tatlıdil, *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz*, Ankara: Akademi Matbaası, 2002, s.332.

$$d_{\lambda}(X_i, X_j) = \left[ \sum_{k=1}^p |X_{ik} - X_{jk}|^{\lambda} \right]^{\frac{1}{\lambda}} ; \quad \lambda \geq 1 ; i = 1, 2, \dots, n ; j = 1, 2, \dots, n$$

Burada  $\lambda$  üs değerini göstermektedir.  $k = 1, 2, \dots, p$  dir.  $n$  birim sayısı ve  $p$  değişken sayısıdır. Minkowski uzaklığının formülünde yer alan  $\lambda$  parametresine 1 değeri verilerek ( $\lambda = 1$ ) *Manhattan City Block Uzaklığı* hesaplanmaktadır. *Bu yöntem değişkenler arasındaki farkın mutlak değerini esas almaktadır. Uzaklık birinci dereceden olduğundan ölçümler arasındaki büyük farklar Öklid Uzaklığı'nda olduğu gibi hesaplamayı domine etmez*<sup>87</sup>. Yine Minkowski uzaklığı formülündeki  $\lambda$  parametresi 2 değerini aldığı anda karşımıza Öklid Uzaklığı formülü çıkar. Görüldüğü gibi Minkowski Uzaklık ölçüsü genel bir uzaklık ölçüsü, Öklid ve City-Block uzaklık ölçüleri ise Minkowski uzaklık ölçüsünün özel bir durumudur<sup>88</sup>.

**Mahalanobis Uzaklığı:** Doğrudan standardizasyon olanağı sağlayan Öklid Uzaklık ölçüsüdür. İki değişken arasında bir ilişki mevcut ise, bu iki değişken arasındaki kovaryans veya korelasyonu göz önüne alan Mahalanobis uzaklığının kullanılması gerekmektedir.

$p$  değişkenli bir analizde  $i$  ve  $j$  gözlemleri arasındaki Mahalanobis uzaklık ölçüsü;

$$d_M(x_i, x_j) = (x_i - x_j)^T F^{-1} (x_i - x_j)$$

şeklinde formüle edilir.

*Burada yer alan  $F$ ,  $p \times p$  tipinde örneklem kovaryans matrisini göstermektedir*<sup>89</sup>.

Mahalanobis uzaklığının avantajı ise aykırı noktaları da hesaplamasıdır.

**Kosinüs Benzerliği (Kosinüs Genliği):** Doküman kümelemede çok kullanılan vektör tabanlı bir ölçüttür. İki vektör arasındaki açının kosinüs değeri hesaplanarak

<sup>87</sup> Tatlıdil, s.333.

<sup>88</sup> Michael R. Anderberg, **Cluster Analysis for Applications**, New York: Academic Pres, 1973, s.554.

<sup>89</sup> Janos Abonyi and Balazs Feil, **Cluster Analysis for Data Mining and System Identification**, Berlin: Birkhauser, 2007, s.6.

vektörlerin benzerliği bulunur. Kosinüs benzerliğinin güçlü bir özelliği vektör boyutundan etkilenmemesidir. İki vektör arasındaki açı ne kadar 0' a yaklaşırsa, açının kosinüs değeri 1' e yaklaşır ve iki vektörün birbirlerine olan benzerlikleri de artar.

$d$  ve  $d^*$  birbirinden farklı iki boyutlu dökümanı temsil eden çok boyutlu vektörler olsun. “ ” vektörlerin iç çarpımını,  $|d|$  ise vektörün uzunluğunu temsil etmek üzere iki vektör arasındaki açının kosinüs değeri aşağıdaki formülle hesaplanır;

$$\cos(Q) = \frac{d \cdot d^*}{|d||d^*|} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i d_i^*}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n (d_i)^2\right) \left(\sum_{i=1}^n (d_i^*)^2\right)}}$$

#### 4.5. Kümeleme Teknikleri

Araştırmacı hangi benzerlik/uzaklık ölçüsünü kullanacağına karar verdikten sonra, kümeleme işleminin nasıl olacağına karar vermek zorundadır. Birimlerin benzerliklere göre kümelere dahil edilmesinde kullanılabilecek çeşitli yaklaşımlar vardır. Bu yaklaşımlardan biri, en çok benzer iki birimi aynı gruba atmakla başlayıp tüm birimlerin aynı gruba atanması ile biten hiyerarşik bir yaklaşımdır. Bir başka yaklaşım ise tüm verilerin ortalama değerlerine en yakın değerlere sahip birimlerin aynı kümeye atanmasını esas alan yaklaşımdır. *En çok kullanılan bu iki yaklaşım dışında diğer yaklaşımlarda mevcuttur. Tüm yaklaşımlarda en önemli ölçüt, kümeler arası farklar ile kümeler içi benzerliklerin maksimum olmasını sağlamaktır. En çok kullanılan kümeleme algoritmaları hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan(bölünmeli) kümeleme adı altında iki kategoride toplanmaktadır*<sup>90</sup>.

---

<sup>90</sup> R.K. Blashfield and M.S. Aldenderfer, “The Literature on Cluster Analysis”, **Multivariate Behavioral Research**, 1978, s.273.



**Şekil 8:** Kümeleme Teknikleri

**Kaynak:** Abonyi, Janos and Balazs Feil, s.8.

#### 4.5.1. Hiyerarşik Kümeleme Yöntemleri

Hiyerarşik kümeleme, aşamalı olarak daha küçük kümelerin daha büyük kümelerde birleşmesi (toplayıcı: alttan-üste) veya büyük kümelerin daha küçük kümelere ayrılmasıdır (bölücü: üstten-alta). *Hiyerarşik kümeleme analizi tipik olarak sayısı 250' den az olan küçük örneklem gruplarının analizinde etkin olarak kullanılan bir yöntemdir*<sup>91</sup>.

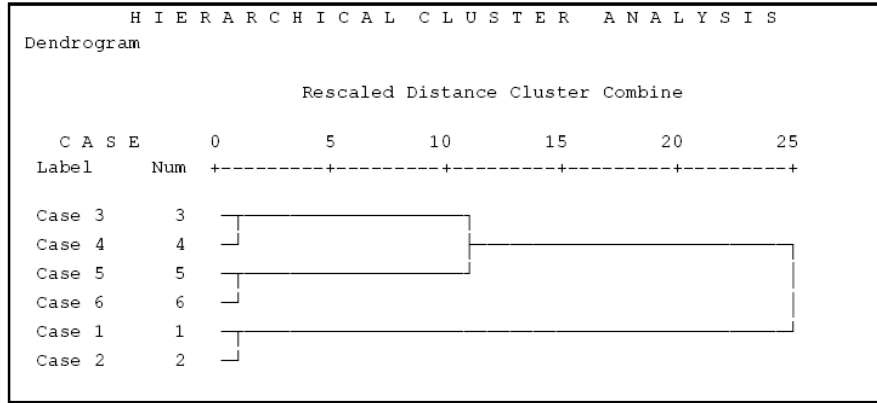
Anderberg, hiyerarşik kümeleme yöntemlerinin, araştırmacının incelediği veri setinde kaç grup bulunduğunu başlangıçta bilmediği durumlarda çok uygun bir yöntem olduğunu ve yöntemin araştırmacıya incelediği veri setinde daha önce gözlemlenmemiş ilişkileri ve prensipleri keşfetme olanağı vermesi nedeniyle de faydalı olduğunu belirtmektedir<sup>92</sup>.

Gruplayıcı ve bölücü olmak üzere iki hiyerarşik yöntem mevcuttur. Gruplayıcı hiyerarşik yöntemde her birim veya her gözlem başlangıçta bir küme olarak kabul edilir. Daha sonra en yakın iki küme (veya gözlem) yeni bir kümede toplanarak birleştirilir.

<sup>91</sup> Brian Everitt ve Sabine Landau, **Cluster Analysis**, London: Hodder Arnold Publication, 2001, s.156.

<sup>92</sup> Anderberg, s.22.

Böylece her adımda küme sayısı bir azaltılır. Bu süreç dendrogram veya ağaç grafiği adı verilen şekilde gösterilebilir.



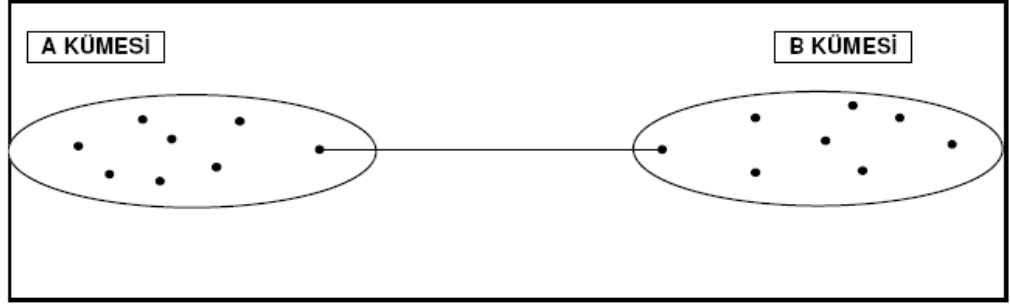
**Şekil 9:** Hiyerarşik Kümelemeyi Gösteren Dendrogram

**Kaynak:** SPSS 13.0 for Windows, User Guide.

Bölücü hiyerarşik yöntemde ise süreç gruplayıcı hiyerarşik yöntemin tam tersidir. Bu yöntemde tüm gözlemlerden oluşan büyük bir küme ile işe başlanır. Benzer olmayan gözlemler ayıklanarak daha küçük kümeler oluşturulur. Her gözlem tek başına küme oluşturana kadar işleme devam edilir. Uygulamalarda çoğunlukla gruplayıcı hiyerarşik kümeleme yöntemi kullanılmaktadır. Gruplayıcı hiyerarşik yöntemler arasında en çok tek bağlantılı, tam bağlantılı ve grup ortalama yöntemi kullanılmaktadır.

#### **4.5.1.1. Tek Bağlantı Tekniği (Single Linkage - En Yakın Komşuluk)**

Bu teknikte, uzaklıklar matrisi kullanılarak birbirine en yakın (uzaklık değerleri en küçük) birey ya da kümeler birleştirilmekte ve birleştirme ardı ardına tekrarlanılarak yürütülmektedir. Bu teknikte önce birbirine en yakın iki birim (gözlem) bir kümeye yerleştirilir. Daha sonra diğer en yakın uzaklık tespit edilerek ilk oluşturulan kümeye bu gözlem eklenir veya iki gözlemden oluşturulan yeni bir küme oluşturulur. İşlem tüm gözlemlerin bir kümeye yerleştirilmesine kadar devam eder.



**Şekil 10:** En Yakın Komşuluk Yöntemi

Bu teknikte eğer  $i$  ve  $j$  nci birimler birleştirilmiş ise birleştirilen kümenin  $k$  ıncı küme ile ilişkisi uzaklık ölçütü olarak aşağıdaki biçimde ifade edilmektedir.

Eşitlikte;

$d_{k(i,j)}$ ;  $k$ . kümenin daha önce oluşan  $i$ . ve  $j$ . kümelerle olan uzaklığını,

$d_{kj}$ ;  $k$ . kümenin  $j$ . kümeyle olan uzaklığını,

$d_{ki}$ ;  $k$ . kümenin  $i$ . kümeyle olan uzaklığını göstermek üzere,

$d_{k(i,j)} = \text{Min}(d_{ki}, d_{kj})$  şeklindedir.

Tek bağlantı tekniğinde en kısa mesafeler kullanıldığından birbirine çok yakın duran, aradaki ayrım güçlkle görülen durumlarda zayıftır. Diğer taraftan tek bağlantı tekniği eliptik olmayan kümeleri betimlemede az sayıda teknikten biridir. Bu teknik, uzun sinir ağı gibi zincirleme yapıları görebilmemizi sağlar<sup>93</sup>.

<sup>93</sup> Ross, s.394.

#### 4.5.1.2. Tam Bağlantı Tekniği (Complate Linkage – En Uzak Komşuluk)

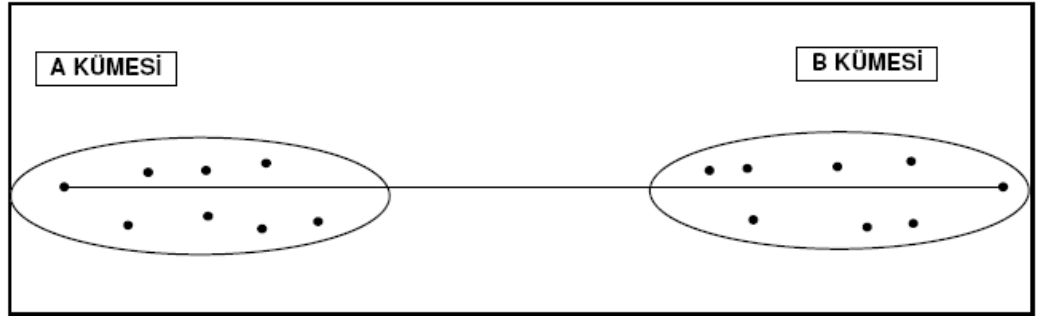
Bu teknik bir farkla tek bağlantı tekniği ile aynı anlamdadır. Bu teknikteki tek farklılık her kümedeki eleman çiftleri arasındaki uzaklığın en büyüğü ele alınmaktadır. Bu tekniğe, tam bağlantı tekniği denmesinin nedeni, bir küme içindeki tüm birimlerin birbirine maksimum uzaklık veya minimum yakınlığa bağlı olmasıdır.

Tam bağlantı tekniğindeki uzaklıklar,

$$d_{k(i,j)} = \text{Max}(d_{ki}, d_{kj})$$

şeklinde gösterilir.

Tek bağlantı tekniği, sağlıklı sonuçlar vermesi açısından tercih edilse de, işlemlerin uzun sürmesi açısından sakıncalıdır. *Tam bağlantı tekniği ise aynı küme içerisindeki bireylerin uzaklıklarının belli bir değerden küçük olması durumunda tüm kümelerin sağlıklı oluşturulmasını garanti etmemektedir. En uzak komşuluk yöntemi veri setinde uç noktalarda yer alan değerlere karşı oldukça hassas bir yöntemdir*<sup>94</sup>.



Şekil 11: En Uzak Komşuluk Yöntemi

<sup>94</sup> Glenn W. Milligan ve Martha C. Cooper, “An Examination of Procedures for Determining the Number of Clusters in a Data Set”, **Psychometrika**, Vol.50, No.2, 1985, s.159-179.

Tam bağlantılı kümeleme tekniğinin aşamalarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- Her bireyi kendi kümesine yerleştir. Tüm sırasız birey çiftleri için bireyler arasındaki uzaklığın listesini oluştur ve listeyi küçükten büyüğe doğru sırala,
- Birbirlerine en uzak (uzaklık değerleri en büyük) olan birey ya da kümeleri birleştir,
- Bütün bireyler birleştirilen kümenin üyesi ise işlemi bitir. Aksi takdirde ikinci adıma geri dön.

#### 4.5.1.3. Ortalama Bağlantı Tekniği (Average Linkage Method)

Tek bağlantılı teknikte işlemlerin uzun sürmesi, tam bağlantılı teknikte ise aynı küme içerisindeki bireylerin uzaklıklarının belli bir değerden küçük olması durumunda tüm kümelerin sağlıklı oluşturulmasının garanti edilememesi, son yıllarda sıkça kullanılan ortalama bağlantı yönteminin alternatif olarak önerilmesine sebep olmuştur. *Tek bağlantı yönteminde birbirine en yakın, Tam bağlantı yönteminde ise birbirine en uzak komşulardan başlanarak kümeleme yapıldığından iki teknikte aşırı değerlerin etkisine açıktır. Ortalama bağlantı yöntemi bu dezavantajı gideren ortalama bir yöntem olarak kullanılmaktadır*<sup>95</sup>.

*Bu teknikte gruptaki bütün birimler eşleşerek aralarındaki mesafelerin ortalaması alınır. Algoritmanın ilk iki basamağı Tek ve Tam bağlantı teknikleri ile aynıdır. Yine uzaklıklar matrisinden en yakın iki birim veya değişken seçilerek bir grup veya gruplar oluşturulur. Üçüncü basamağa gelindiğinde (uv) grubundaki her nokta w grubundaki tüm noktalar ile eşleştirilir*<sup>96</sup>.

$N_{uv}$  ; (uv) grubundaki eleman sayısı,

$N_w$  ; (w) grubundaki eleman sayısı,

---

<sup>95</sup> Anderberg, s.139.

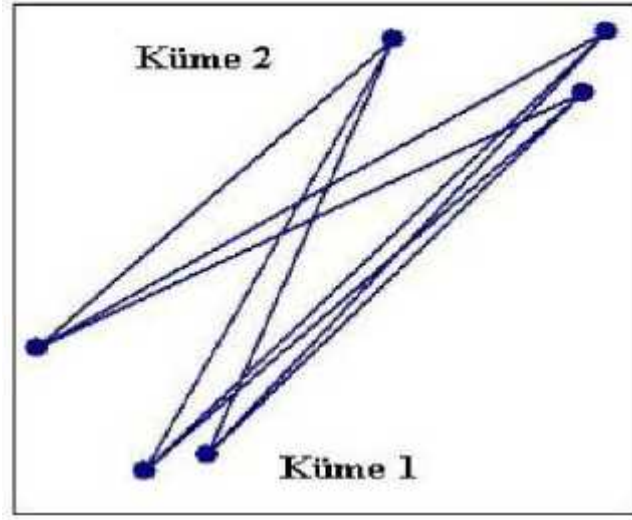
<sup>96</sup> Ross, s.400.



$i$  ; (uv) grubundaki her bir nokta,

$k$  ; (w) grubundaki bir nokta olmak üzere tüm uzaklık ortalamaları aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanır;

$$d_{(uv)w} = \frac{\sum_i \sum_k d_{ik}}{N_{(uv)}N_w}$$



Şekil 12: Ortalama Bağlantı Yöntemi

#### 4.5.2. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemleri

Bazı durumlarda küme sayısı önceden bellidir ve araştırmacı bu küme sayısına göre çözümler üretmek durumundadır. Küme sayısı konusunda ön bilgi varsa veya araştırmacı anlamlı olacak küme sayısına karar vermiş ise bu durumda, çok uzun zaman alan hiyerarşik yöntemler yerine hiyerarşik olmayan yöntemler kullanılmaktadır.

Hiyerarşik olmayan teknikler düğüm yöntemleri olarak da adlandırılmaktadır ve genellikle büyük örneklem gruplarının ( $k > 250$ ) analizinde tercih edilmektedir. *Uzaklıklar (veya benzerlikler) matrisinin oluşturulma zorunluluğunun olmaması veya*

*temel alınan verilerin bilgi işlem sürecinde depolanmasından dolayı bu yöntemde hiyerarşik yöntemle göre daha fazla sayıda veriye ihtiyaç duyulur*<sup>97</sup>.

Bu yöntemde, veri seti önceden belirlenmiş sayıda kümeye ayrılır. Bu kümelerin merkezleri yani düğüm noktaları hesaplanır. Bu adımlar her gözlem bir kümeye atanana kadar devam eder. *Hiyerarşik kümelemede bir gözlem bir kümeye atandıktan sonra yer değiştirmez. Hiyerarşik olmayan kümelemede ise küme sayısı başlangıçta belli olduğu için, gözlemler, kümeleme algoritması sonlanana kadar ilk atandıkları kümeden farklı bir kümeye de atanabilmektedirler*<sup>98</sup>.

*Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinin temel dezavantajı küme sayılarının daha önceden belirlenmesi ve küme seçimlerinin keyfi olmasıdır*<sup>99</sup>. Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri başlığı altında birçok teknikten söz edilebilir ancak burada en yaygın kullanımı olan “K-Ortalama Yöntemi” üzerinde durulacaktır.

#### **4.5.2.1. K-Ortalama Yöntem**

K-ortalama metodunu, endüstriyel ve bilimsel anlamda kullanılan en popüler kümeleme metodlarından birisidir. MacQueen “k-ortalama” terimini her bir birimin en yakın merkezli (ortalama) kümeye atanması süreci anlamında kullanmıştır. *1967’de MacQueen tarafından sunulan k-ortalama yöntemin algoritması aşağıdaki gibidir*<sup>100</sup>;

- Birimler k adet kısma ayrılırlar,
- Her kısımdaki birimlerin dikkate alınan değişkenlerin her biri itibarıyla ortalamaları alınır. Birimlerin, her grubun ortalama vektörüne uzaklıkları (genellikle öklit uzaklığı) hesaplanır. Eğer birim, başlangıçta tanımlanan grubun merkezine en yakın ise grubunda kalır, aksi halde hangi grubun merkezine yakın duruyorsa o gruba katılır,
- Merkezler, yeni katılımlardan sonra tekrar hesaplanarak ikinci adım tekrarlanır. Bu tekrar, değişiklik olmayana kadar devam eder.

<sup>97</sup> Ross, s.369.

<sup>98</sup> Neil H. Timm, **Applied Multivariate Analysis**, USA: Springer Verlag, 2002, s.530.

<sup>99</sup> Blashfield and Aldenderfer, s. 276.

<sup>100</sup> Ross, s.370.

K-ortalamlar algoritması bu şekilde aşağıdaki amaç fonksiyonunu minimize etmeye çalışır;

$$J = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \|x_i^{(j)} - c_j\|^2$$

Burada,  $\|x_i^{(j)} - c_j\|^2$ ,  $x_i^{(j)}$  verisi ile  $c_j$  küme merkezi arasındaki mesafedir.  $J$ ,  $n$  tane verinin kendi küme merkezlerinden olan toplam uzaklığıdır.

## 5. OPERASYONEL RİSK VE BANKACILIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

### 5.1. Birinci Kısım; Faaliyet Kollarının Kümelenmesi

#### 5.1.1. Uygulama Hakkında Genel Bilgiler

Uygulama kısmında Türkiye’ de faaliyet gösteren bankaların operasyonel zarar verilerine ulaşmak mümkün olmadığından, 2002 yılından bu yana operasyonel risklerin ölçümü ve yönetimi hususlarındaki faaliyetlerin ilerletilmesi amacı ile İsviçre’ nin Zürih kentinde kurulan “Operational RiskData Exchange Association (ORX)” adlı kuruluşun üye kuruluşlardan toplamış olduğu zarar verileri üzerinden bir değerlendirme yapılması amaçlanmaktadır.

ORX, küresel finansal hizmetler sektöründe operasyonel risklerin ölçümü ve yönetimi hususlarındaki faaliyetlerin ilerletilmesine, kar amacı gütmeksizin kendini adanmış bir kuruluştur. 52 tane finansal kuruluşun üye olduğu ORX’ in önemli karar örgütü olan yönetim kurulu, üyelerin eşit olarak söz sahibi olduğu üst düzey yöneticilerinden oluşur ve Yönetim Kurulu, ORX sekreterliğine bağlı olarak karar alma organını yönetir<sup>101</sup>.

Çalışmamızın birinci kısmında, ORX’ in 2002-2008 yılları arasında üye kuruluşlardan toplamış olduğu operasyonel risk verileri üzerinden faaliyet kolları arasındaki ikişerli ilişkiyi, 2009 Haziran ayı verileri ile karşılaştırmalı olarak kümeleme mantığı çerçevesinde açıklamaya çalışacağız. Faaliyet kolları arasındaki ilişkinin analizi, operasyonel risklerin gerçekleşme sıklığı ve büyüklüğü bakımından ele alınmış olup bu amaca yönelik olarak hiyerarşik olmayan kümeleme tekniklerinden “Ortalama Bağlantı Yöntemi” kullanılmıştır.

Bu analizimizi gerçekleştirmede Microsoft Excel 2007 programından yararlanılmıştır.

---

<sup>101</sup> Operational Risk Data Exchange Association (ORX), **ORX Operational Risk Report**, June 2009, s.1.

### 5.1.2. Değişkenlerin Seçilmesi ve Veri matrisinin Belirlenmesi

ORX tarafından açıklanan 2009 Haziran Raporuna göre 2002-2008 yılları arasında 52 üye kuruluştan toplanan kayıp verisi sayısı 124000 dir. Söz konusu kayıpların neden olduğu kayıp tutarı ise 40 milyar € civarındadır. ORX raporu incelendiğinde en yüksek sıklığa sahip kayıp olayı türleri sırasıyla; dış dolandırıcılık, icra teslim ve süreç yönetimi ile müşteriler, ürünler ve iş uygulamalarıdır. Buna karşılık olarak büyüklük bakımından gelir kaybının en yüksek şiddette olduğu kayıp olayları sırası ile; müşteriler, ürünler ve iş uygulamaları, icra teslimat ve süreç yönetimi ile dış dolandırıcılıktır.

Bilindiği üzere Basel Komite tarafından faaliyet kolları 8, kayıp türleri ise 7 adet kategoride belirlenmiştir. Basel, bankaları kendi faaliyet kollarını belirleme konusunda serbest bırakmıştır. ORX raporunda da faaliyet kollarının 10, kayıp türlerinin ise 8 kategoride gözlemlendiği görülmektedir.

$X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}\}$  “Bankacılık faaliyet kolları veriler” örneklemini göstermek üzere;

$x_1$  : Kurumsal Finansman,

$x_2$  : Alım Satım Faaliyetleri,

$x_3$  ; Perakende Bankacılık,

$x_4$  ; Ticari Bankacılık,

$x_5$  ; Ödeme ve Takas,

$x_6$  ; Acentelik Hizmetleri,

$x_7$  ; Varlık Yönetimi,

$x_8$  ; Perakende Brokerlik,

$x_9$  ; Özel Bankacılık,

$x_{10}$  ; Kurumsal Ögelerdir.

“Bankacılık faaliyet kolları veriler” örnekleme, kayıp olayı türü bazında

$x_i = \{x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, x_{i4}, x_{i5}, x_{i6}, x_{i7}, x_{i8}\}$  şeklinde 8 kategoride gözlenmiş olup kayıp olayı türleri aşağıdaki gibidir;

$x_{i1}$  ; Banka içi hile ve dolandırıcılık,

$x_{i2}$  ; Banka dışı hile ve dolandırıcılık,

$x_{i3}$  ; İstihdam uygulamaları ve işyeri güvenliği,

$x_{i4}$  ; Müşteriler, ürünler ve iş uygulamaları,

$x_{i5}$  ; Fiziki varlıklara verilen zararlar,

$x_{i6}$  ; Faaliyetlerin durması ve sistem hataları,

$x_{i7}$  ; İcra, teslimat ve süreç yönetimi,

$x_{i8}$  ; Kötü niyetli zararlar.

ORX 2009 Haziran raporunda açıklanan faaliyet kolları ve kayıp olayı türlerine ait sıklık ve büyüklük verileri Tablo 8 ve Tablo 9’ da özetlenmektedir.

**Tablo 8****2002-2008 Yılları Faaliyet Kolları ve Kayıp Olayı Türlerine Göre Sıklık Verileri**

| Faaliyet Kolları →<br>Kayıp Olayları ↓ | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> | x <sub>6</sub> | x <sub>7</sub> | x <sub>8</sub> | x <sub>9</sub> | x <sub>10</sub> |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| x <sub>i1</sub>                        | 21             | 95             | 4153           | 185            | 52             | 16             | 52             | 209            | 152            | 34              |
| x <sub>i2</sub>                        | 112            | 268            | 39725          | 4207           | 530            | 55             | 110            | 161            | 414            | 301             |
| x <sub>i3</sub>                        | 141            | 401            | 8101           | 393            | 123            | 96             | 141            | 515            | 165            | 667             |
| x <sub>i4</sub>                        | 308            | 645            | 7822           | 1669           | 105            | 159            | 586            | 1856           | 1541           | 315             |
| x <sub>i5</sub>                        | 1              | 18             | 844            | 59             | 3              | 5              | 10             | 10             | 25             | 215             |
| x <sub>i6</sub>                        | 5              | 670            | 1201           | 261            | 156            | 61             | 76             | 55             | 66             | 76              |
| x <sub>i7</sub>                        | 330            | 11091          | 16279          | 4440           | 1768           | 2412           | 2206           | 1222           | 2651           | 974             |
| x <sub>i8</sub>                        | 0              | 0              | 194            | 1              | 0              | 0              | 1              | 1              | 2              | 10              |
| 124000                                 | 918            | 13188          | 78319          | 11215          | 2737           | 2804           | 3182           | 4029           | 5016           | 2592            |

\*2002-2008 yılları arasındaki toplam kayıp olayı sayısı 124000 dir.

**Tablo 9****2002-2008 Yılları Faaliyet Kolları ve Kayıp Olayı Türlerine Göre Büyüklük Verileri**

| Faaliyet Kolları →<br>Kayıp türü ↓ | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> | x <sub>6</sub> | x <sub>7</sub> | x <sub>8</sub> | x <sub>9</sub> | x <sub>10</sub> |
|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| x <sub>i1</sub>                    | 25             | 1407           | 762            | 444            | 11             | 8              | 190            | 132            | 144            | 34              |
| x <sub>i2</sub>                    | 108            | 99             | 2940           | 1182           | 62             | 606            | 19             | 24             | 75             | 27              |
| x <sub>i3</sub>                    | 68             | 139            | 830            | 70             | 10             | 17             | 71             | 106            | 41             | 143             |
| x <sub>i4</sub>                    | 7631           | 1704           | 3250           | 1518           | 109            | 198            | 1216           | 504            | 1246           | 612             |
| x <sub>i5</sub>                    | 0              | 2              | 123            | 5              | 1              | 2              | 1              | 1              | 2              | 351             |
| x <sub>i6</sub>                    | 1              | 193            | 260            | 40             | 28             | 12             | 7              | 6              | 6              | 9               |
| x <sub>i7</sub>                    | 499            | 3698           | 2928           | 1880           | 260            | 403            | 410            | 182            | 302            | 375             |
| x <sub>i8</sub>                    | 0              | 0              | 15             | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 2               |
| 39786                              | 8332           | 7242           | 11108          | 5139           | 481            | 1246           | 1914           | 955            | 1816           | 1553            |

\*2002-2008 yılları arasındaki toplam operasyonel risk büyüklüğü 39.786 milyar € dur.

\*\*Eşik değer olarak 20000 € alınmıştır. Eşik değer altında gerçekleşen kayıp büyüklüğü belirtilmemiştir.

Tablo 8 ve 9'dan görüldüğü üzere kayıp olayı sayısı ve tutarına göre en yüksek sıklık ve şiddetin yaşandığı üç kayıp türü dikkat çekmektedir; Dış Dolandırıcılık (x<sub>i2</sub>), Süreç Yönetimi (x<sub>i7</sub>), Müşteriler ve İş Uygulamaları (x<sub>i4</sub>).

ORX tarafından yayımlanan 2009 Haziran raporuna göre 2002-2008 yıllarına ait bankacılık faaliyet kollarında gerçekleşen olay başına toplam kayıp tutarlarının sıralamasına ise Tablo 10' da yer verilmiştir.

**Tablo 10**

**2002-2008 Faaliyet Kolları Risk sıralaması**

| Faaliyet Kolları Risk Sıralaması<br>2002- 2008 |  |          |
|--|--|----------|
| Faaliyet kolu                                  | Olay başına ortalama kayıp tutarı (Milyar €) | Sıralama |
| x <sub>1</sub>                                 | 9,0763                                       | 1        |
| x <sub>7</sub>                                 | 0,6015                                       | 2        |
| x <sub>2</sub>                                 | 0,5491                                       | 3        |
| x <sub>4</sub>                                 | 0,4582                                       | 4        |
| x <sub>6</sub>                                 | 0,4444                                       | 5        |
| x <sub>9</sub>                                 | 0,3620                                       | 6        |
| x <sub>8</sub>                                 | 0,2370                                       | 7        |
| x <sub>5</sub>                                 | 0,1757                                       | 8        |
| x <sub>3</sub>                                 | 0,1418                                       | 9        |

Faaliyet kolları arasındaki ikişerli ilişkinin değerlendirilebilmesi açısından, Tablo 8. ve 9.'daki sıklık ve büyüklük verilerinden birer benzerlik/uzaklık matrisi oluşturabilmek için veriler, kosinüs genliği yöntemi kullanılarak bir fuzzy bağıntı olarak ifade edilmiştir. Kosinüs genliği yöntemi ile fuzzy bağıntı oluşturmada bağıntının her bir elemanı  $r_{ij}$ ,  $x_i$  ve  $x_j$  gibi iki örneklemin karşılıklı ikişerli karşılaştırılması ile üyelikler genlik olarak hesaplanmıştır.  $r_{ij} = \mu_R(x_i, y_j), 0 \leq r_{ij} \leq 1$  olacak şekilde hesaplanan değerlerin oluşturacağı matris *simetrik ve öze dönüşlü kare matris\** olacaktır. Üyeliklerin kosinüs genliği yöntemi ile hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır;

\* Simetrik ve öze dönüşlülük özelliklerini gösteren bağıntılara yakınlık (tolerans) bağıntısı denir



$$r_{ij} = \frac{\left| \sum_{k=1}^m x_{ik} x_{jk} \right|}{\sqrt{\left( \sum_{k=1}^m x_{ik}^2 \right) \left( \sum_{k=1}^m x_{jk}^2 \right)}} \quad i = 1,2,3,\dots,n; j = 1,2,3,\dots,m$$

Çalışmamızda “n” faaliyet kolu sayısını göstermekte olup n=10 dur. “m” ise kayıp olayı türlerini göstermektedir ve m=8 dir.

Sıklık verileri için Kosinüs genliği yöntemi ile bulmuş olduğumuz yakınlık bağıntısı aşağıdaki gibi olup hesaplamada Excel programının formül özelliğinden yararlanılmıştır. Elde edilen matrisin simetrik ve öze dönüşlü olması nedeni ile aşağıdaki gibi üçgen matris olarak gösterilebilir;

$$S = \begin{bmatrix} 1 & & & & & & & & & & \\ 0,729 & 1 & & & & & & & & & \\ 0,621 & 0,404 & 1 & & & & & & & & \\ 0,812 & 0,731 & 0,905 & 1 & & & & & & & \\ 0,767 & 0,964 & 0,627 & 0,875 & 1 & & & & & & \\ 0,735 & 0,999 & 0,404 & 0,732 & 0,962 & 1 & & & & & \\ 0,845 & 0,979 & 0,453 & 0,777 & 0,951 & 0,981 & 1 & & & & \\ 0,958 & 0,588 & 0,448 & 0,647 & 0,591 & 0,595 & 0,739 & 1 & & & \\ 0,942 & 0,886 & 0,533 & 0,821 & 0,885 & 0,89 & 0,961 & 0,882 & 1 & & \\ 0,88 & 0,801 & 0,633 & 0,789 & 0,845 & 0,803 & 0,843 & 0,742 & 0,836 & 1 & \end{bmatrix}$$

Yukarıda göstermiş olduğumuz S yakınlık bağıntısı, kayıp olaylarının sıklığı dikkate alınarak faaliyet kolları arasındaki ikişerli benzerlik derecelerini ifade eder. Denklik bağıntısı da aynı şeyi ifade etmek ile birlikte faaliyet kollarını sınıflandırmada kullanışlıdır. Elde ettiğimiz yakınlık bağıntısının kendisi ile 4.cü bileşkesinden denklik bağıntısı bulunur. Denklik bağıntısı, yakınlık bağıntısı ile aynı özelliklere sahip olmakla birlikte aynı zamanda geçişlilik özelliğini de sağlar. Bileşke olarak denklik bağıntısı

bulmada max-min bileşke tekniği kullanılmıştır. Oluşan 10x10 boyutlu matris, faaliyet kolları arasındaki ikişerli ilişkiyi gösteren benzerlik matrisidir.

Sıklık verilerine ilişkin denklik bağıntısı (benzerlik matrisi) şu şekildedir;

$$S_4 = \begin{bmatrix} 1 & & & & & & & & & \\ 0,942 & 1 & & & & & & & & \\ 0,875 & 0,875 & 1 & & & & & & & \\ 0,875 & 0,875 & 0,905 & 1 & & & & & & \\ 0,942 & 0,964 & 0,875 & 0,875 & 1 & & & & & \\ 0,942 & 0,999 & 0,875 & 0,875 & 0,964 & 1 & & & & \\ 0,942 & 0,981 & 0,875 & 0,875 & 0,964 & 0,981 & 1 & & & \\ 0,958 & 0,942 & 0,875 & 0,875 & 0,942 & 0,942 & 0,942 & 1 & & \\ 0,942 & 0,961 & 0,875 & 0,875 & 0,961 & 0,961 & 0,961 & 0,942 & 1 & \\ 0,880 & 0,880 & 0,875 & 0,875 & 0,880 & 0,880 & 0,880 & 0,880 & 0,880 & 1 \end{bmatrix}$$

Sıklık verileri için gerçekleştirdiğimiz işlemleri sırası ile büyüklük verileri için de tekrarladığımızda, büyüklük verilerine ilişkin yakınlık bağıntısı aşağıdaki gibi bulunmuştur;

$$B = \begin{bmatrix} 1 & & & & & & & & & \\ 0,452 & 1 & & & & & & & & \\ 0,646 & 0,768 & 1 & & & & & & & \\ 0,607 & 0,875 & 0,973 & 1 & & & & & & \\ 0,436 & 0,938 & 0,843 & 0,927 & 1 & & & & & \\ 0,308 & 0,585 & 0,891 & 0,865 & 0,751 & 1 & & & & \\ 0,955 & 0,690 & 0,772 & 0,770 & 0,645 & 0,429 & 1 & & & \\ 0,918 & 0,715 & 0,801 & 0,783 & 0,652 & 0,449 & 0,986 & 1 & & \\ 0,978 & 0,620 & 0,759 & 0,741 & 0,589 & 0,426 & 0,994 & 0,974 & 1 & \\ 0,783 & 0,713 & 0,765 & 0,764 & 0,713 & 0,476 & 0,867 & 0,869 & 0,846 & 1 \end{bmatrix}$$



Sıklık verileri üzerinden Faaliyet Kollarının kümelemesi;

| 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9    | 10 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|----|
| 0     |       |       |       |       |       |       |       |      |    |
| 0,058 | 0     |       |       |       |       |       |       |      |    |
| 0,125 | 0,125 | 0     |       |       |       |       |       |      |    |
| 0,125 | 0,125 | 0,095 | 0     |       |       |       |       |      |    |
| 0,058 | 0,036 | 0,125 | 0,125 | 0     |       |       |       |      |    |
| 0,058 | 0,001 | 0,125 | 0,125 | 0,036 | 0     |       |       |      |    |
| 0,058 | 0,019 | 0,125 | 0,125 | 0,036 | 0,019 | 0     |       |      |    |
| 0,042 | 0,058 | 0,125 | 0,125 | 0,058 | 0,058 | 0,058 | 0     |      |    |
| 0,058 | 0,039 | 0,125 | 0,125 | 0,039 | 0,039 | 0,039 | 0,058 | 0    |    |
| 0,12  | 0,12  | 0,125 | 0,125 | 0,12  | 0,12  | 0,12  | 0,12  | 0,12 | 0  |

Yukarıda bulunan 1-S<sub>4</sub> uzaklık matrisinde hiyerarşik kümeleme tekniklerinden olan ortalama bağıntı tekniği kullanılacaktır. Bunun için gruplardaki bütün birimleri eşleştirerek aralarındaki mesafenin ortalaması alınmıştır ve gruplama işlemine birbirine en yakın olan birimler alınarak başlanmıştır. Görüldüğü üzere en yakın mesafe x<sub>2</sub> ve x<sub>6</sub> arasında olup 0,001 dir. Yeni oluşan uzaklık matrisimiz aşağıdaki gibi olacaktır;

$$d_{(26)1}=(d_{21}+d_{61})/2= 0,058$$

$$d_{(26)3}=(d_{23}+d_{63})/2=0,125$$

$$d_{(26)4}=(d_{24}+d_{64})/2=0,125$$

$$d_{(26)5}=(d_{25}+d_{65})/2=0,036$$

$$d_{(26)7}=(d_{27}+d_{67})/2=0,019$$

$$d_{(26)8}=(d_{28}+d_{68})/2=0,058$$

$$d_{(26)9}=(d_{29}+d_{69})/2=0,039$$

$$d_{(26)10}=(d_{210}+d_{610})/2=0,12$$

|    | 26    | 1     | 3     | 4     | 5     | 7     | 8     | 9    | 10 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|----|
| 26 | 0     |       |       |       |       |       |       |      |    |
| 1  | 0,058 | 0     |       |       |       |       |       |      |    |
| 3  | 0,125 | 0,125 | 0     |       |       |       |       |      |    |
| 4  | 0,125 | 0,125 | 0,095 | 0     |       |       |       |      |    |
| 5  | 0,036 | 0,058 | 0,125 | 0,125 | 0     |       |       |      |    |
| 7  | 0,019 | 0,058 | 0,125 | 0,125 | 0,036 | 0     |       |      |    |
| 8  | 0,058 | 0,042 | 0,125 | 0,125 | 0,058 | 0,058 | 0     |      |    |
| 9  | 0,039 | 0,058 | 0,125 | 0,125 | 0,039 | 0,039 | 0,058 | 0    |    |
| 10 | 0,12  | 0,12  | 0,125 | 0,125 | 0,12  | 0,12  | 0,12  | 0,12 | 0  |

Yeni oluşan matrister en yakın değerler x<sub>26</sub> ve x<sub>7</sub> arasındadır. Bu şekilde gruplama işlemine son grubu oluşturana kadar devam edelim;

$$d_{(267)1}=(d_{(26)1}+d_{71})/2=0,058$$

$$d_{(267)3}=(d_{(26)3}+d_{73})/2=0,125$$

$$d_{(267)4}=(d_{(26)4}+d_{74})/2=0,125$$

$$d_{(267)5}=(d_{(26)5}+d_{75})/2=0,036$$

$$d_{(267)8}=(d_{(26)8}+d_{78})/2=0,058$$

$$d_{(267)9}=(d_{(26)9}+d_{79})/2=0,039$$

$$d_{(267)10}=(d_{(26)10}+d_{710})/2=0,12$$

|     | 267   | 1     | 3     | 4     | 5     | 8     | 9    | 10 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|----|
| 267 | 0     |       |       |       |       |       |      |    |
| 1   | 0,058 | 0     |       |       |       |       |      |    |
| 3   | 0,125 | 0,125 | 0     |       |       |       |      |    |
| 4   | 0,125 | 0,125 | 0,095 | 0     |       |       |      |    |
| 5   | 0,036 | 0,058 | 0,125 | 0,125 | 0     |       |      |    |
| 8   | 0,058 | 0,042 | 0,125 | 0,125 | 0,058 | 0     |      |    |
| 9   | 0,039 | 0,058 | 0,125 | 0,125 | 0,039 | 0,058 | 0    |    |
| 10  | 0,12  | 0,12  | 0,125 | 0,125 | 0,12  | 0,12  | 0,12 | 0  |

$$d_{(2675)1}=(d_{(267)1}+d_{51})/2=0,058$$

$$d_{(2675)3}=(d_{(267)3}+d_{53})/2=0,125$$

$$d_{(2675)4}=(d_{(267)4}+d_{54})/2=0,125$$

$$d_{(2675)8}=(d_{(267)8}+d_{58})/2=0,058$$

$$d_{(2675)9}=(d_{(267)9}+d_{59})/2=0,039$$

$$d_{(2675)10}=(d_{(267)10}+d_{510})/2=0,12$$

|      | 2675  | 1     | 3     | 4     | 8     | 9    | 10 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|----|
| 2675 | 0     |       |       |       |       |      |    |
| 1    | 0,058 | 0     |       |       |       |      |    |
| 3    | 0,125 | 0,125 | 0     |       |       |      |    |
| 4    | 0,125 | 0,125 | 0,095 | 0     |       |      |    |
| 8    | 0,058 | 0,042 | 0,125 | 0,125 | 0     |      |    |
| 9    | 0,039 | 0,058 | 0,125 | 0,125 | 0,039 | 0    |    |
| 10   | 0,12  | 0,12  | 0,125 | 0,125 | 0,12  | 0,12 | 0  |

Matris hücrelerine dikkat edilirse en son oluşan grupta  $d_{(2675)9}$  ile  $d_{89}$  arasındaki mesafe 0,039 olarak aynıdır. Her ikisi için de ayrı ayrı ortalama bağlantı tekniğini uyguladığımızda uzaklıkların değişmediğini görürüz. Bu nedenle kümeleme işlemine (8) ve (9) üzerinden devam etmeyi tercih ettik.

$$d_{(89)1}=(d_{81}+d_{91})/2=0,05$$

$$d_{(89)3}=(d_{83}+d_{93})/2=0,125$$

$$d_{(89)4}=(d_{84}+d_{94})/2=0,125$$

$$d_{(89)10}=(d_{810}+d_{910})/2=0,12$$

$$d_{(89)(2675)}=(d_{8(2675)}+d_{9(2675)})/2=0,0485$$

$$d_{(2675)1}=(d_{(2675)1}+d_{91})/2=0,058$$

$$d_{(2675)3}=(d_{(2675)3}+d_{93})/2=0,125$$

$$d_{(2675)4}=(d_{(2675)4}+d_{94})/2=0,125$$

$$d_{(2675)10}=(d_{(2675)10}+d_{910})/2=0,12$$

|      | 89     | 2675  | 1     | 3     | 4     | 10 |
|------|--------|-------|-------|-------|-------|----|
| 89   | 0      |       |       |       |       |    |
| 2675 | 0,0485 | 0     |       |       |       |    |
| 1    | 0,05   | 0,058 | 0     |       |       |    |
| 3    | 0,125  | 0,125 | 0,125 | 0     |       |    |
| 4    | 0,125  | 0,125 | 0,125 | 0,095 | 0     |    |
| 10   | 0,12   | 0,12  | 0,12  | 0,125 | 0,125 | 0  |

$$d_{(26759)8}=(d_{(2675)8}+d_{98})/2=0,0485$$

$$d_{(892675)1}=(d_{(89)1}+d_{(2675)1})/2=0,054$$

$$d_{(892675)3}=(d_{(89)3}+d_{(2675)3})/2=0,125$$

$$d_{(892675)4}=(d_{(89)4}+d_{(2675)4})/2=0,125$$

$$d_{(892675)10}=(d_{(89)10}+d_{(2675)10})/2=0,12$$

|        | 892675 | 1     | 3     | 4     | 10 |
|--------|--------|-------|-------|-------|----|
| 892675 | 0      |       |       |       |    |
| 1      | 0,054  | 0     |       |       |    |
| 3      | 0,125  | 0,125 | 0     |       |    |
| 4      | 0,125  | 0,125 | 0,095 | 0     |    |
| 10     | 0,12   | 0,12  | 0,125 | 0,125 | 0  |

$$d_{(8926751)3}=(d_{(892675)3}+d_{13})/2=0,125$$

$$d_{(8926751)4}=(d_{(892675)4}+d_{14})/2=0,125$$

$$d_{(8926751)10}=(d_{(892675)10}+d_{110})/2=0,12$$

|         | 8926751 | 3     | 4     | 10 |
|---------|---------|-------|-------|----|
| 8926751 | 0       |       |       |    |
| 3       | 0,125   | 0     |       |    |
| 4       | 0,125   | 0,095 | 0     |    |
| 10      | 0,12    | 0,125 | 0,125 | 0  |

$$d_{(892675110)3}=(d_{(8926751)3}+d_{103})/2=0,125$$

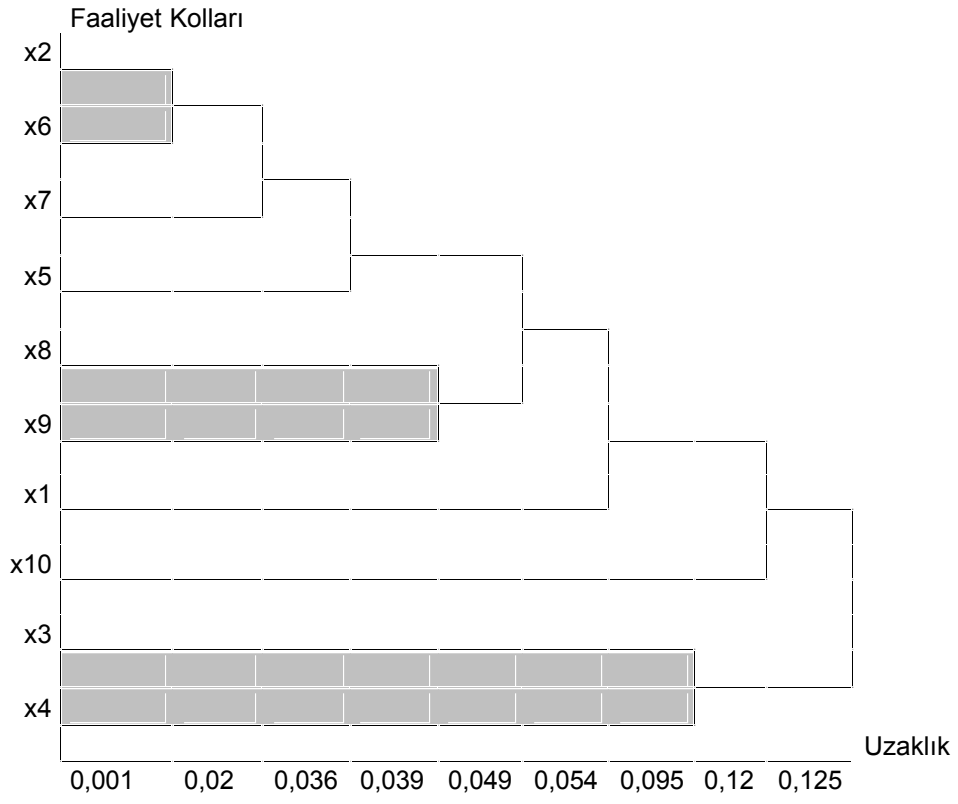
$$d_{(892675110)4}=(d_{(8926751)4}+d_{104})/2=0,125$$

|           | 892675110 | 3     | 4 |
|-----------|-----------|-------|---|
| 892675110 | 0         |       |   |
| 3         | 0,125     | 0     |   |
| 4         | 0,125     | 0,095 | 0 |

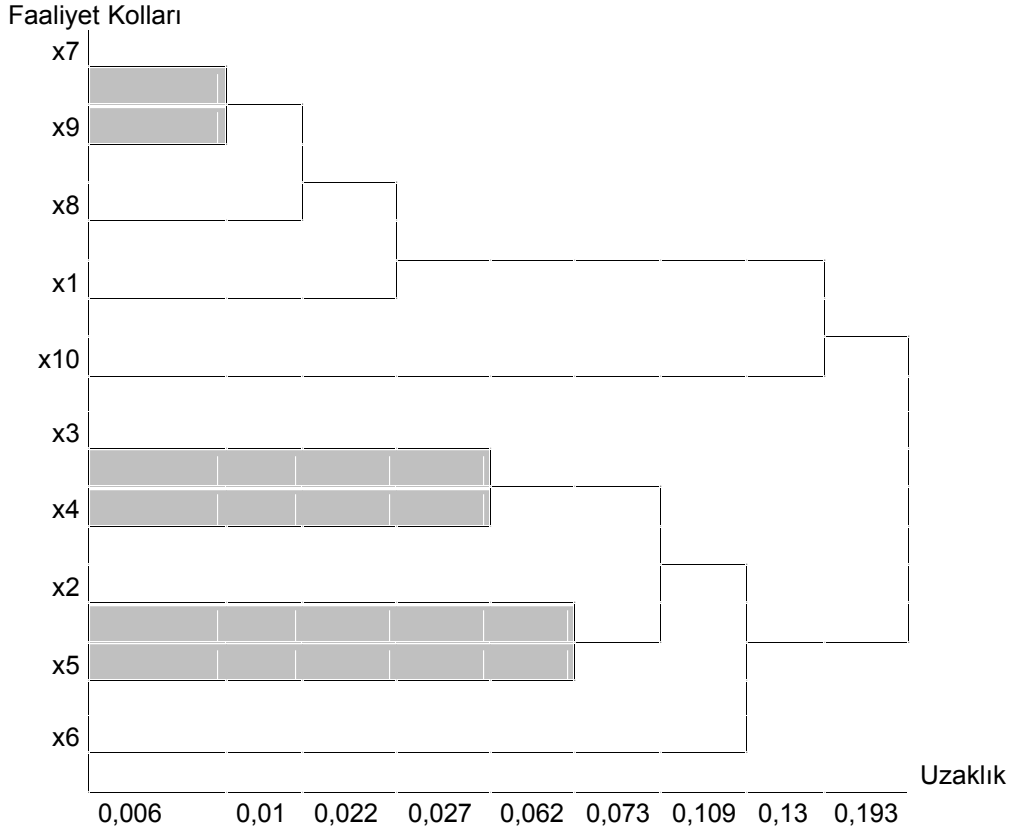
$$d_{(892675110)34}=(d_{(892675110)3}+d_{(892675110)4})/2=0,125$$

|           | 892675110 | 34 |
|-----------|-----------|----|
| 892675110 | 0         |    |
| 34        | 0,125     | 0  |

Son grubu da oluşturduktan sonra uzaklıklar bir dendogram aracılığı ile gösterilebilir. Büyüklük verileri içinde aynı işlemler tekrarlanmış olup kümeleme işlemine  $B_4$  benzerlik matrisi değerlerinden 1 çıkarılarak uzaklıklar matrisinin bulunması sureti ile başlanmıştır. 2002-2008 yıllarındaki operasyonel kayıpların, sıklık ve büyüklük verileri üzerinden ikişerli faaliyet kolları kümelemesine ait dendogramlar Şekil 13. ve Şekil 14.' de gösterilmektedir.



**Şekil 13:** 2002-2008 Yılları Sıklık Verileri Üzerinden Faaliyet Kollarının Kümelenmesi ile İlgili Dendogram



**Şekil 14 :** 2002-2008 Yılları Büyüklük Verileri Üzerinden Faaliyet Kollarının Kümelmesi İle İlgili Dendogram

Sıklık ve büyüklük verilerinden elde ettiğimiz dendogramları incelediğimizde operasyonel kayıp olaylarının gerçekleşme sıklığına göre birbirine en yakın olan faaliyet kolları  $x_2$  (Alım satım faaliyetleri) ve  $x_6$  ( Acentelik Hizmetleri) iken, operasyonel riskin yarattığı kayıp tutarına göre birbirine en yakın olan faaliyet kolları  $x_7$  ( Varlık Yönetimi) ve  $x_8$  ( Perakende Brokerlik) dir.

Buraya kadar ORX tarafından 52 üye kuruluştan toplanan 2002-2008 yılları arasındaki operasyonel kayıp verilerine göre faaliyet kolları arasındaki ikişerli benzerlik ilişkisini sıklık ve büyüklük verileri açısından kümelemeye çalıştık. 2009 yılının altı aylık kayıp verileri ise 2009-Aralık ayı itibari ile açıklanmıştır. Üye sayısında değişiklik



olmayan ORX'in 2009 Haziran ayına kadar topladığı operasyonel risk sayısı yaklaşık 13000 adet olup risklerin neden olduğu kayıp büyüklüğü 4 milyar € civarındadır.

Faaliyet kolları arasındaki ilişkilerdeki değişikliğin incelenmesi amacı ile 2009 verileri üzerinde de aynı kümeleme tekniği uygulanmıştır. 2009 Haziran ayı itibari ile 6 aylık olarak toplanan operasyonel kayıpların sıklık ve büyüklük verileri Tablo 11 ve Tablo 12' de özetlenmiştir.

**Tablo 11**

**2009/2.Çeyrek Faaliyet Kolları ve Kayıp Olayı Türlerine Göre Sıklık Verileri**

| Faaliyet Kolları → | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> | x <sub>6</sub> | x <sub>7</sub> | x <sub>8</sub> | x <sub>9</sub> | x <sub>10</sub> |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Kayıp Olayları ↓   |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |
| x <sub>11</sub>    | 0              | 1              | 261            | 15             | 1              | 4              | 2              | 23             | 13             | 4               |
| x <sub>12</sub>    | 15             | 136            | 3836           | 401            | 95             | 122            | 2              | 32             | 36             | 15              |
| x <sub>13</sub>    | 10             | 55             | 1038           | 35             | 2              | 3              | 7              | 36             | 15             | 105             |
| x <sub>14</sub>    | 23             | 68             | 729            | 251            | 15             | 22             | 49             | 194            | 137            | 27              |
| x <sub>15</sub>    | 8              | 4              | 96             | 11             | 0              | 2              | 2              | 2              | 0              | 11              |
| x <sub>16</sub>    | 0              | 60             | 74             | 11             | 12             | 9              | 10             | 4              | 10             | 16              |
| x <sub>17</sub>    | 24             | 1062           | 1652           | 524            | 116            | 471            | 222            | 200            | 366            | 55              |
| x <sub>18</sub>    | 0              | 0              | 18             | 0              | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 1               |
| 12889              | 80             | 1386           | 7704           | 1248           | 242            | 633            | 294            | 491            | 577            | 234             |

2009/2.Çeyrekte kayıt edilen toplam operasyonel kayıp sayısı 12889 adettir. 2002-2008 yıllarında olduğu gibi en yüksek sıklıklar; Dış Dolandırıcılık, İcra Teslimat ve Süreç Yönetimi, Müşteriler Ürünler ve İş Uygulamaları kayıp olayı türlerine aittir. Faaliyet kolu bazında ise ilk üç sırayı Perakende Bankacılık, Alım Satım Faaliyetleri ile Kurumsal Bankacılık paylaşmaktadır. En yüksek sıklığın yaşandığı faaliyet kolu-risk türü kombinasyonu yine 2002-2008 de olduğu gibi Perakende Bankacılık faaliyet kolunda Dış dolandırıcılık kayıp türünde gözlemlenmiştir.

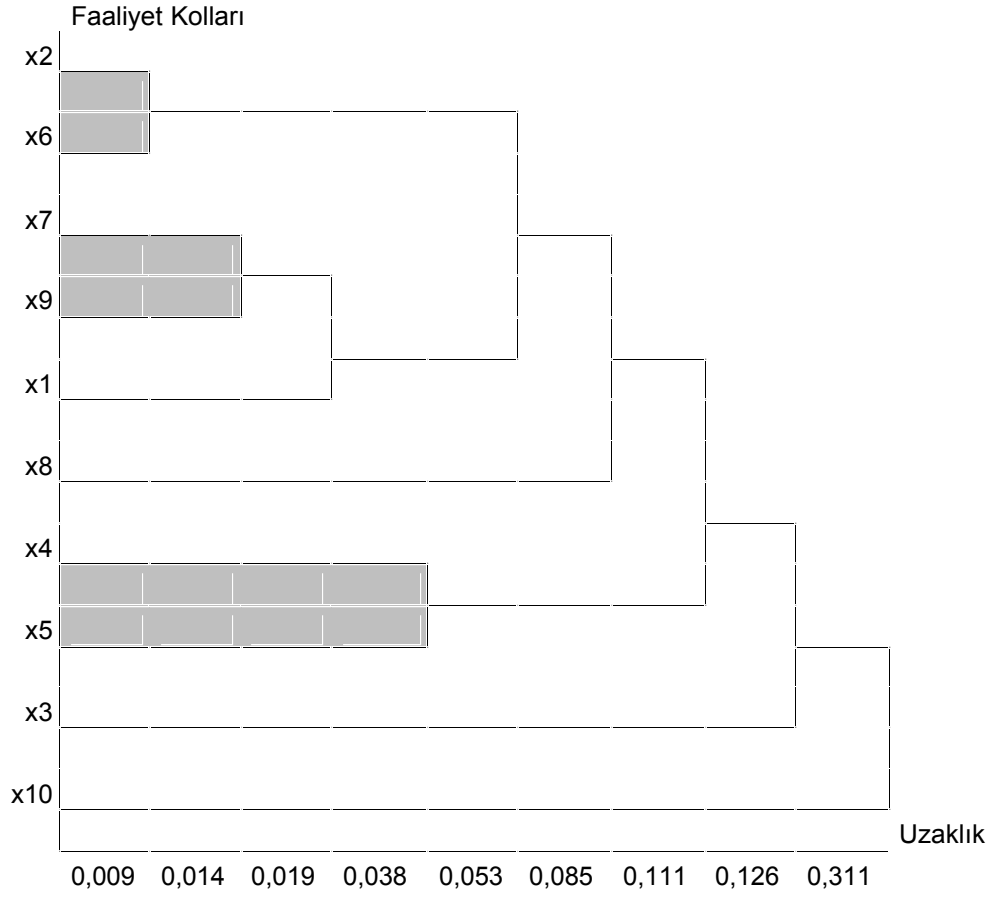
**Tablo 12****2009/2.Çeyrek Faaliyet Kolları ve Kayıp Olayı Türlerine Göre Büyüklük Verileri**

| Faaliyet Kolları → | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> | x <sub>6</sub> | x <sub>7</sub> | x <sub>8</sub> | x <sub>9</sub> | x <sub>10</sub> |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Kayıp Olayları ↓   |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |
| x <sub>i1</sub>    | 0              | 0              | 43             | 43             | 1              | 1              | 1              | 6              | 19             | 0               |
| x <sub>i2</sub>    | 506            | 382            | 331            | 194            | 4              | 11             | 0              | 4              | 118            | 5               |
| x <sub>i3</sub>    | 1              | 22             | 85             | 7              | 0              | 0              | 2              | 5              | 3              | 18              |
| x <sub>i4</sub>    | 5              | 63             | 217            | 82             | 242            | 7              | 54             | 27             | 390            | 30              |
| x <sub>i5</sub>    | 0              | 0              | 7              | 0              | 0              | 0              | 18             | 0              | 0              | 1               |
| x <sub>i6</sub>    | 0              | 11             | 8              | 5              | 5              | 1              | 1              | 0              | 0              | 1               |
| x <sub>i7</sub>    | 4              | 580            | 190            | 135            | 13             | 91             | 58             | 17             | 26             | 126             |
| x <sub>i8</sub>    | 0              | 0              | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               |
| 4228 Milyar €      | 516            | 1058           | 882            | 466            | 265            | 111            | 134            | 59             | 556            | 181             |

2009/2. Çeyrekte faaliyet kollarındaki olay başına ortalama kayıp tutarları Tablo 13’ de sıralanmış olup 2002-2008 verilerine göre sıralamadaki değişkenlikler belirtilmiştir. Burada en dikkat çekici bilgiler en yüksek ortalama kayıp tutarının yaşandığı Kurumsal Finansman (x<sub>1</sub>) faaliyet kolunun yine birinci sırada yer aldığı ile 2002-2008 yılları arasında sekizinci sıradan ikinci sıraya yükselen Ödeme ve Takas Hizmetleri’ dir (x<sub>5</sub>).

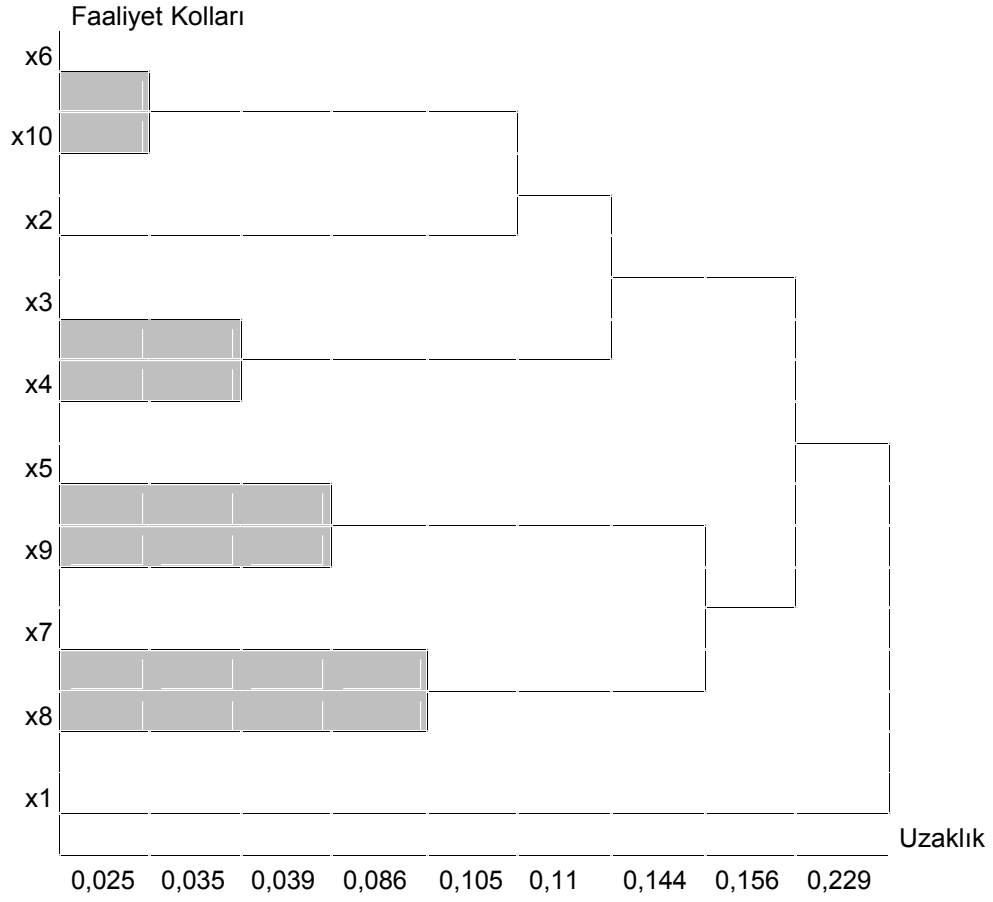
**Tablo 13****2009/2.Çeyrek Faaliyet Kolları Risk Sıralaması**

| Faaliyet Kolları Risk Sıralaması<br>2002- 2008 |  |          |
|--|--|----------|
| Faaliyet kolu                                  | Olay başına ortalama kayıp tutarı (Milyon €) | Sıralama |
| x <sub>1</sub>                                 | 6,447.172                                    | 1=       |
| x <sub>5</sub>                                 | 1,097.985                                    | 2        |
| x <sub>9</sub>                                 | 965,716                                      | 3        |
| x <sub>2</sub>                                 | 763,874                                      | 4        |
| x <sub>7</sub>                                 | 454,437                                      | 5        |
| x <sub>4</sub>                                 | 373,601                                      | 6        |
| x <sub>6</sub>                                 | 175,504                                      | 7        |
| x <sub>8</sub>                                 | 119,648                                      | 8        |
| x <sub>3</sub>                                 | 114,579                                      | 9=       |



**Şekil 15:** 2009/2.Çeyrek Sıklık Verileri Üzerinden Faaliyet Kollarının Kümelmesi ile İlgili Dendogram

2009/6 aylık olarak derlenen sıklık verileri üzerinden faaliyet kollarının kümelmesi ile ilgili dendogram Şekil 15’ de verilmiş olup birbirine en benzer olan faaliyet kolları  $x_2$  ve  $x_6$  dır. İkinci olarak benzerlik gösteren faaliyet kolları  $x_7$  ve  $x_9$  olup üçüncü küme  $x_4$  ve  $x_5$  faaliyet kolları arasında oluşmuştur. Diğer faaliyet kollarının ise bu kümelere sonradan bağlandıkları izlenmektedir.



**Şekil 16:** 2009/2.Çeyrek Büyüklük Verileri Üzerinden Faaliyet Kollarının Sınıflandırılması ile İlgili Dendrogram

2009/6 aylık olarak verilen büyüklük verileri üzerinden faaliyet kollarının kümelenmesi ile ilgili Şekil 16' daki dendrogram incelendiğinde birbirine en benzer olan faaliyet kolları  $x_6$  ve  $x_{10}$  dur. İkinci olarak benzerlik gösteren faaliyet kolları  $x_3$  ve  $x_4$  olup üçüncü küme  $x_5$  ve  $x_9$  faaliyet kolları arasında oluşmuştur. Dördüncü ve sonuncu kümeyi ise  $x_7$  ve  $x_8$  faaliyet kolları oluşturmaktadır. Diğer faaliyet kollarının ise bu kümelere sonradan bağlandıkları izlenmektedir.

## **5.2. İkinci Kısım; Kayıp Dağılımı Yaklaşımı ile Operasyonel Risk Ölçümü**

### **5.2.1. Uygulama Hakkında Genel Bilgiler**

Çalışmamızın ikinci kısmında Operasyonel risk ölçüm yöntemlerinden en gelişmiş olarak sayılan Kayıp Dağılımı Yaklaşımı üzerinde durulacaktır. Bu yaklaşım altında uygulamamızın birinci kısmında olduğu gibi ORX verilerinden yararlanılacaktır. ORX tarafından açıklanan 2002-2008 yıllarına ait her faaliyet kolu-risk türü kombinasyonunu içeren toplam kayıp verileri yardımı ile 6 yıl içinde meydana gelen kayıp olayları sıklığına ve şiddetine ait olasılık dağılımları tahmin edilecektir. Bu iki dağılım elde edildikten sonra toplam olasılık dağılımı hesaplanarak, 52 üye kuruluşun operasyonel kayıplarının beklenen değeri belirlenecektir.

Bu analizimizi gerçekleştirmede Matlab (R2009b) 7.9 programı kullanılmıştır.

Uygulama süresince Frachot vd.' nin çalışmalarından faydalanılmıştır.

### **5.2.3. Veri**

Herhangi bir bankanın iç veri tabanına ulaşılması mümkün olmadığından uygulama benzetim veriler ile yapılmıştır. Benzetim ile veri üretmede ORX bünyesinde 52 üye kuruluştan toplanan ve eşik değerin 20.000 € olarak belirlendiği 2002-2008 yılları arasında kayıtlanan kayıp verilerinden yararlanılmıştır.

Bilindiği üzere Kayıp Dağılımları Yaklaşımı her bir faaliyet kolu-risk türü kombinasyonu için ayrı ayrı sıklık ve büyüklük modeli oluşturularak toplam kayıp dağılımına ulaşılması ve her faaliyet kolu-risk türü için bulunan toplam kayıp dağılımları üzerinden operasyonel riske maruz sermaye hesaplaması yapılması esasına dayanır. Çalışmamızda ise ORX raporunda yer alan toplam kayıp sıklığı ve toplam kayıp büyüklüğü dikkate alınarak tüm faaliyet kolları-kayıp olayı türleri için rassal olarak tek bir veri seti üretilmiştir.

#### 5.2.4. Büyüklük Dağılımının Oluşturulması

Operasyonel kayıp olaylarının şiddetini temsil eden büyüklük dağılımının oluşturulması esnasında Tablo 14’ deki ORX verilerinden yararlanılmıştır.

**Tablo 14**

#### **2002-2008 Ortalama Kayıp Olayı Büyüklüğü Sınıf Aralıkları**

| <b>Sınıf Aralığı<br/>(1000€)</b> | <b>Kayıp Olayı<br/>Sayısı</b> | <b>Yüzde Kayıp<br/>Sayısı</b> | <b>Kayıp Olayı<br/>Büyüklüğü<br/>(Milyar €)</b> | <b>Yüzde Kayıp<br/>Büyüklüğü</b> | <b>Ortalama<br/>Kayıp<br/>Büyüklüğü<br/>(1000€ )</b> |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|----------------------------------|--|
| 20- < 100                        | 97,538                        | %79                           | 3,906   | %10                              | 40,044   |
| 100- <500                        | 20,220                        | %16                           | 4,063   | %10                              | 200,964  |
| 500- <1000                       | 2,946                         | %2                            | 2,025   | %5                               | 687,421  |
| 1000- <5000                      | 2,534                         | %2                            | 5,195   | %13                              | 2,050,083  |
| 5000 +....                       | 762                           | %1                            | 24,597  | %62                              | 32,278,878   |

Bu bölümde şiddet dağılımını en iyi şekilde betimleyen dağılımın hangisi olduğuna karar vermeliyiz. Tablo 15’ de en çok kullanılan büyüklük dağılımlarına yer verilmiştir. Büyüklük modeline en uygun kayıp dağılımının seçilmesi aşamasında farklı dağılımların parametreleri tahmin edilerek en uygun dağılımın seçilmesi amaçlanır. Çalışmamızda, elimizdeki veriler yardımı ile parametrelerini en pratik şekilde tahmin edebileceğimiz ve operasyonel kayıp verilerine uygun bir dağılım olarak Lognormal dağılım seçilmiştir. Diğer dağılım parametreleri de hesaplanarak büyüklük modeli için daha uygun bir dağılım seçilebilir.

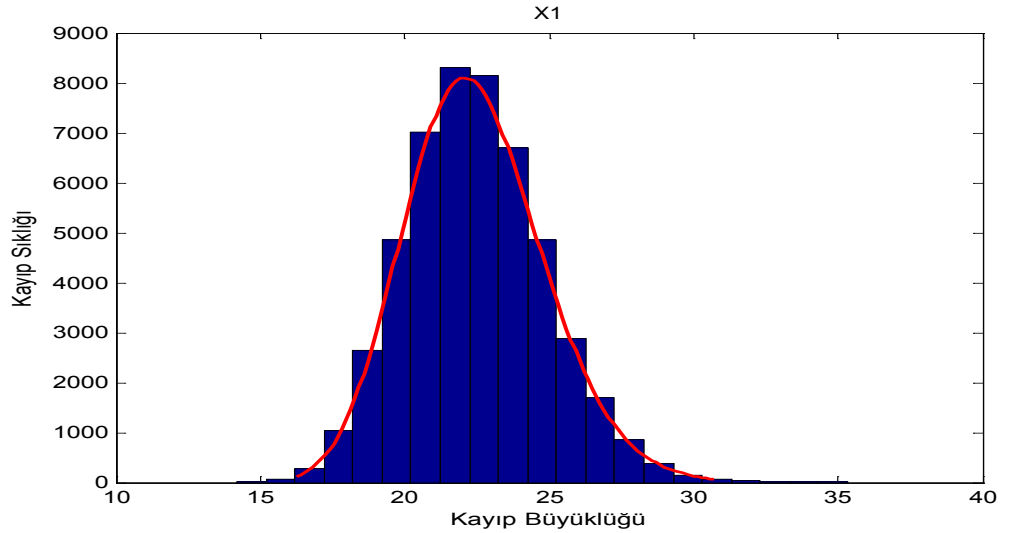
Tablo 15

Bazı Faydalı Dağılımlar

| Dağılım                         | Olasılık Fonksiyonu   | Parametreler                    |
|---------------------------------|---|---------------------------------|
| (LN) Log-Normal                 | $H(x) = \phi\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)$  | ( $\mu, \sigma > 0$ )           |
| (GEV) Genelleştirilmiş Uç Değer | $H(x) = \exp\left(-\left(1 + \xi \frac{x - \alpha}{\beta}\right)^{-\frac{1}{\xi}}\right)$                           | ( $\alpha, \beta > 0, \xi$ )    |
| (GPD) Genelleştirilmiş Pareto   | $H(x) = 1 - \left(1 + \xi \frac{x - \alpha}{\beta}\right)^{-\frac{1}{\xi}}$   | ( $\alpha, \beta > 0, \xi$ )    |
| (W) Weibull                     | $H(x) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x - \alpha}{\beta}\right)^\xi\right)$  | ( $\alpha, \beta > 0, \xi$ )    |
| (G) Gamma                       | $H(x) = (x - \gamma)^{\alpha-1} + [\beta^\alpha \Gamma(\alpha)]^{-1} \exp\left(-\frac{1}{\beta}(x - \gamma)\right)$ | ( $\alpha, \beta, \gamma > 0$ ) |

Kaynak: Frachot vd., s.15.

Büyüklik verilerinin Lognormal Dağılıma sahip olduğu varsayımı altında parametre değerleri  $\sigma=2,9$  (standart sapma),  $\mu=22,48$  (ortalama değer 224.853 €) olarak tahmin edilmiştir. Sonraki aşamada belirlenen parametre değerleri ile Lognormal dağılıma uygun 50.000 rassal sayı üretimi yapılmıştır. Bu şekilde oluşturulan büyüklik dağılımının modellemesi  $X_1$  ile gösterilmiş olup dağılımın histogram grafiği Şekil 17' de, temel istatistik özellikleri ise Tablo 16' de verilmiştir.



Şekil 17: Büyüklik Verilerine ait Histogram Grafiği

**Tablo 16**

**Büyüklik Verilerinin Temel İstatistik Özellikleri**

| Büyüklik Modeli | Min     | Max     | Standart Sapma | Ortalama | Mod     |
|-----------------|---------|---------|----------------|----------|---------|
| X <sub>1</sub>  | 14,1881 | 35,3346 | 2,3992         | 22,4619  | 14,1881 |

Büyüklik modelinde kullanılacak olan Lognormal dağılımın veri setine uygunluğunun sınanmasında ise parametrik olmayan testlerden Kolmogorov-Smirnov uygunluk testi ile p değerinden yararlanılmıştır. *Uygunluk sınamasındaki amaç, operasyonel risk kayıp olaylarına ilişkin ana kütle birikimli dağılım fonksiyonu ile veri setinden oluşan örnekleme modellemek amacıyla seçilen kayıp dağılımının ana kütle özelliklerini yansıttığının belirlenmesidir*<sup>102</sup>.

Kolmogorov-Smirnov İstatistiği (K-S) sürekli örneklem verisine uygulanabilen bir test olup aşağıdaki denklem ile ifade edilir<sup>103</sup>;

n ; toplam veri noktası sayısı,

$\hat{F}(x)$ ; test edilen kümülatif dağılım fonksiyonu,

$$F_n(x) = \frac{N_x}{n},$$

$N_x$ ; x' den küçük X<sub>i</sub> sayısı,

$$D_n = \sup [ |F_n(x) - \hat{F}(x)| ]$$

Örnek istatistik değeri olan D<sub>n</sub>, belirli bir α hassasiyet derecesinde (genellikle %95 hassasiyet derecesi alınır) tablo değeri olan D<sub>α</sub> dan büyükse, “Beklenen ve gözlenen değerler arasında fark yoktur” hipotezi reddedilir.

Büyüklik modeline ait K-S test istatistiği sonucu 0,0039 olarak bulunmuş olup K-S testi p değeri 0,9843 dir. “p” değerinin 0,0039 değerinden oldukça büyük olması,

<sup>102</sup> Mazıbaş, Operasyonel Risk Ölçümü: Kayıp Dağılımları Modellemesi, s.12.

<sup>103</sup> Atilla Çifter ve Nurgül Chambers, s. 149.



gözlenen frekansların beklenen frekanslara uygun olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, potansiyel kayıpların büyüklük modelinin simülasyonunda lognormal dağılım kullanılacaktır.

### 5.2.5. Sıklık Dağılımının Oluşturulması

Genellikle olayların sayısının, poisson dağılımının rassal değişkenleri olduğu varsayılmaktadır. Poisson dağılımı parametresi olan  $\lambda$ , dağılımın ortalaması ve varyansı olup tahmin edilmesi kolaydır. ORX verilerine bakıldığında 2002-2008 yılları arasında gerçekleşen toplam kayıp sayısı 124.000 dir. Burada kayıp olaylarının 6 yıllık bir zaman diliminde meydana geldiğini görürüz. Operasyonel kayıp olaylarına ilişkin veri setinin sıklık modelini oluşturmada kullanılacak olan dağılımın Poisson dağılımı olduğu varsayımı ile, dağılımın parametresi olan  $\lambda$ , 20.667 ( $\lambda = \frac{124000}{6} \cong 20667$ ) olarak hesaplanmıştır.

Sıklık modelinin oluşturulmasına ilişkin  $\lambda=20.667$  olan 50.000 poisson rassal sayı üretilmiş olup oluşturulan veri setinin temel istatistik özellikleri Tablo 17' de verilmiştir.

**Tablo 17**

### Sıklık Verilerinin Temel İstatistik Özellikleri

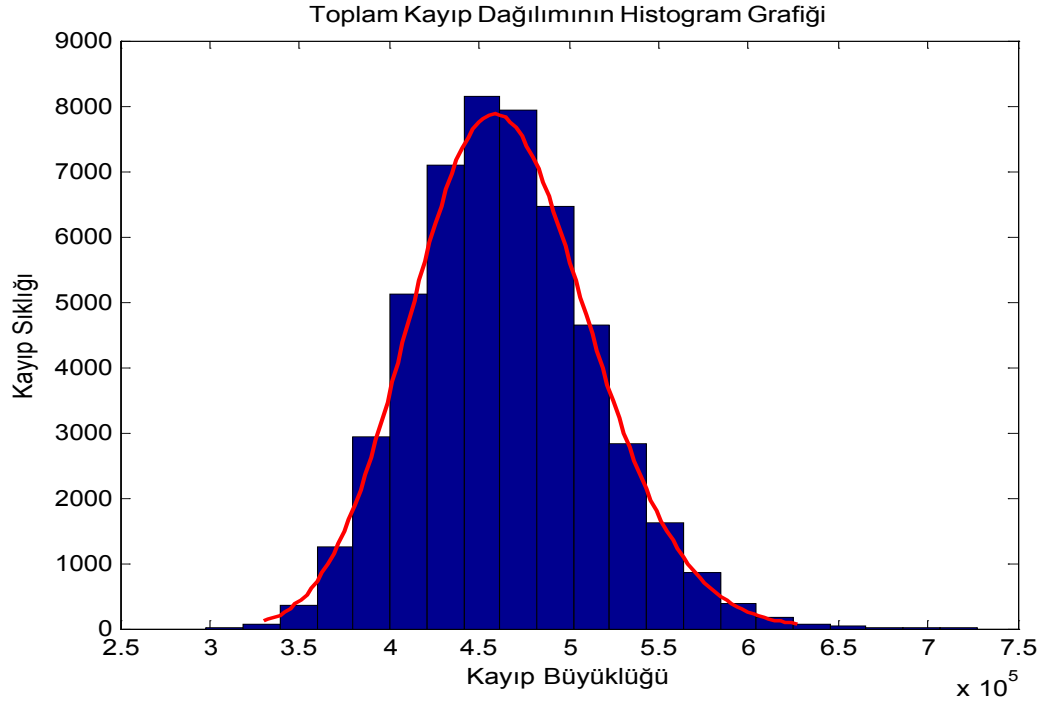
| Sıklık Modeli  | Min   | Max   | Standart Sapma | Ortalama | Mod   |
|----------------|-------|-------|----------------|----------|-------|
| X <sub>2</sub> | 20069 | 21220 | 143,9          | 20667    | 20668 |

Sıklık verileri için oluşturulan dağılımın uygunluk sınamasında ise yine parametrik olmayan uygunluk testlerinden K-S uygunluk testi yapılmış olup test istatistiği sonucu 0,0049 ve p değeri 0,087 olarak bulunmuştur. Test sonucuna göre sıklık verilerini modellemede, poisson dağılımının uygun bir seçim olduğuna karar verilmiştir.

### 5.2.6. Toplam Kayıp Dağılımının Oluşturulması

Potansiyel kayıp miktarını bulmadaki ana zorluk sıklık ve şiddet dağılımlarından toplam veriye ulaşmaktır. Çünkü her ikisi de ayrı dağılıma sahiptir. Frekans dağılımı olay sayısı açısından ifade edilir ve kesikli bir dağılımdır. Büyüklük dağılımı ise para birimi gibi sürekli bir dağılımdır.

Dağılımların her ikisi de tespit edildikten sonra Frachot vd,'nin Kayıp Dağılımları Yaklaşımı altında kullandığı Toplam kayıp Dağılımı formülünden yararlanılarak sıklık ve şiddet dağılımlarının birleştirilmesi için Monte Carlo Simülasyonu ile farklı senaryolar üretilmiştir. 50000 simülasyon sonucunda elde edilen toplam kayıp dağılımına ait histogram grafiği Şekil 18' de, olasılık dağılımı grafiği ise Şekil 19' da gösterilmiştir.



Şekil 18: Toplam Kayıp Dağılımının Histogram Grafiği



\*x-ekseni: Kayıp Büyüklükleri  
 \*\*y-ekseni: Görel Sıklıklar

**Şekil 19:** Toplam Kayıp Olasılığı Dağılımı

Toplam kayıp dağılımının ortalaması 4,642 Milyar € dur. Lognormal ve Poisson dağılımlarının ortalamalarının çarpımı da teorik olarak toplam kayıp dağılımının ortalamasını belirler ( $224.619 \text{ €} \times 20667 \text{ kayıp/yıl}$ ). Bu bize, yıllık beklenen kaybın 4,642 Milyar € olduğunu gösterir. Beklenmeyen kayıplar için ayrılması gereken sermaye tutarı ise beklenen kayıp üzerinden riske maruz değer hesaplaması yapılarak bulunmaktadır.

Büyüklik ve sıklık verilerinin rassal olarak oluşturulması ve bu iki dağılımdan Monte Carlo Simülasyonu ile 50000 farklı senaryo sonucunda toplam kayıp dağılımına ulaşılması aşamalarında Matlab 7.9. programından yararlanılmıştır. Matlab' de hazırlanan kod bilgilerine Ek 3' de yer verilmiştir.

## 6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Kümeleme Analizi yaklaşımlarından olan Hiyerarşik Kümeleme tekniği kullanılarak, operasyonel risk kayıp olaylarının sıklık ve büyüklük verileri esas alınarak bankacılık faaliyet kolları arasındaki ikişerli ilişkinin açıklanmasına ve risk ölçüm yaklaşımlarından olan Kayıp Dağılımları Yaklaşımı kullanılarak bankacılık faaliyet kollarında meydana gelen operasyonel risklerin ölçülmesi ile beklenen kayıpların belirlenmesine çalışılmıştır.

Bu analizimizi gerçekleştirmede, herhangi bir bankanın iç veri tabanına ulaşılması mümkün olmadığından hipotetik olarak veri üretmede, ORX bünyesinde 52 üye kuruluştan toplanan 2002-2008 yılları ile 2009/6 aylık olarak kayıtlanan kayıp verilerinden yararlanılmıştır.

Finansal çerçevede mutlaka yönetilmesi gereken Operasyonel Riskler için ön koşul, riskin sayısallaştırılarak ölçülmesi yolundan geçer. Riskin sayısallaştırılması kapsamında ele alınması gereken en önemli konu ise “veri” ile ilgilidir. Bilindiği üzere gerçek veriler nadirdir ve kalitesiz olmasından endişe edilir. Bunun nedenlerinden biri de içsel verilerde düşük şiddetli kayıp olaylarına karşı bir önyargı olmasıdır. Aşırı uç kayıpların ise iç veri tabanında temsil edilmesi zor olabilir. Aynı zamanda kayıt maliyeti nedeni ile belirli bir eşik değer üzerindeki kayıpların dikkate alınması risk ölçüm sürecini etkileyebilir. Bu tez çalışmasında yararlandığımız, ORX tarafından kayıtlanan verilerde de eşik değer olarak 20.000 € alınmıştır.

Çalışmamızın faaliyet kollarının kümelenmesi ile ilgili kısmında, öncelikli olarak veri matrisinin belirlenmesi amacı ile değişken tanımları yapılarak “Bankacılık faaliyet kolları verileri” örneklemini oluşturulmuştur. Örneklemin, kayıp olayı türü bazında gözlemlenmesi ile birlikte (nxm) boyutlu (uygulamamızda n=10, m=8 dir) veri matrisi belirlenmiştir. Sıklık ve büyüklük verileri için ayrı ayrı benzerlik/uzaklık matrisi oluşturulması amacıyla veriler, kosinüs genliği yöntemi kullanılarak bir fuzzy bağıntı olarak ifade edilmiştir. Bu şekilde hesaplanan değerlerin yardımı ile bir

yakınlık bağıntısı oluşturulmuştur ve yakınlık bağıntısı üzerinden bileşke alma yöntemi ile denlik bağıntısına ulaşılmıştır. Elde edilen denlik bağıntısının her bir hücresinden “1” çıkarılarak uzaklıklar matrisine ulaşılmıştır. Elde edilen uzaklıklar matrisi üzerinden hiyerarşik olmayan kümeleme tekniklerinden “Ortalama Bağıntı” tekniği kullanılarak kümeleme işlemi yapılmıştır. Sıklık ve büyüklük verileri için ayrı ayrı gerçekleştirdiğimiz kümeleme sonuçları birer dendogram aracılığı ile gösterilmiştir.

Faaliyet kollarının kümelenmesi ile ilgili analizimizi 2002-2008 yıllarında meydana gelen 6 yıllık operasyonel kayıp verileri için ayrı, 2009 un ilk 6 aylık verileri için ayrı olarak gerçekleştirdik. Bu da bize faaliyet kolları arasındaki ikişerli benzerliklerin değişimi ile, olası büyük kayıpların kaynağındaki değişimin vurgulanması açısından yol gösterici olmuştur.

2002-2008 yıllarının sıklık verileri üzerinden kümelenmesi sonuçlarına göre en çok benzerlik gösteren faaliyet kolları  $x_2$  (alım satım faaliyetleri) ve  $x_6$  (acentelik hizmetleri) dir. Kayıpların gerçekleşme sıklığına göre bu iki faaliyet koluna en yakın duran faaliyet kolları sırası ile  $x_7$  (Varlık Yönetimi) ve  $x_5$  (Ödeme ve Takas Hizmetleri) dir. 2009 ilk 6 ayı için de bu durum bir istisna dışında değişmemiştir. Yine aynı şekilde kayıp olayı sıklığına göre birbirine en çok benzeyen faaliyet kolları  $x_2$  ve  $x_6$  dir. Bu iki faaliyet koluna en yakın olanlar ise  $x_7$  ve  $x_9$  (Özel bankacılık) dir. Buradaki istisna  $x_5$  (Ödeme ve Takas Hizmetleri) faaliyet kolu ile ilgilidir. Değişimin nedeni ORX verilerinden de rahatlıkla görülebilir. Dikkat edilirse 2002-2008 yıllarında ödeme ve takas hizmetleri faaliyet kolundaki olay başına ortalama kayıp tutarında gözle görülür bir yükselme vardır. 2002-2008 yıllarında en riskli 8. faaliyet kolu iken 2009 yılının ilk 6 aylık verilerine göre 2. sıraya yükselmiştir. Buradaki değişimin sebebi 2009 yılındaki finansal piyasalardaki dalgalanmalar ile bankaların “Ödeme ve Takas” adı altındaki faaliyetleri dikkate alınarak yorumlanabilir.

Operasyonel kayıp olaylarının büyüklük verileri üzerinden yapılan, faaliyet kollarının kümelenmesi ile ilgili 2002-2008 sonuçlarına bakıldığında ise  $x_3$  (perakende bankacılık) ve  $x_4$  (ticari bankacılık) faaliyet kolları arasındaki benzerliğin 2009 yılında da değişmediği gözlemlenmektedir. Bir başka değerlendirme sonucu olarak  $x_1$  (Kurumsal Finansman) faaliyet kolunun hiçbir faaliyet kolu ile doğrudan ikişerli

benzerlik göstermediği dikkat çekmektedir. Bu durum, kayıp olayı sıklığı ve şiddetine bakıldığında “düşük sıklık-yüksek şiddette” kayıp olaylarının özellikle bu faaliyet kolunda gözlemlenmesi ve ortalama olarak en yüksek tutarda kayıp büyüklüğünün gerçekleştiği faaliyet kolu olmasındaki değişmezlik ile de açıklanabilir. Sonuç olarak diyebiliriz ki, 2002-2008’e ait veriler ile 2009 verileri yardımı ile oluşturduğumuz dendoramlara göre her faaliyet kolunda her an her şey olabilir. Kümeleme sonuçları , faaliyet kollarının sıralanması ile ilgili Risk yöneticisine önemli bir ipucu vermemektedir.

Çalışmanın ikinci kısmında ise operasyonel risklerin Kayıp Dağılımları Yaklaşımı altında ölçülmesi amacıyla yönelik olarak, öncelikle 2002-2008 yılları arasında gerçekleşen operasyonel risklere ilişkin kayıp verileri “sıklık” ve “büyüklük” olmak üzere iki farklı stokastik süreçte ele alınmıştır. Sıklık ve büyüklük dağılımları ayrı ayrı belirlendikten sonra dağılımların uygunluğu parametrik olmayan Kolmogorov-Smirnov testi ile sınanmıştır. Uygunluğuna karar verilen bu iki dağılım, Monte Carlo Simülasyonu ile birleştirilerek toplam kayıp dağılımına ulaşılmıştır.

Toplam kayıp dağılımının beklenen değeri, ORX’e üye olan 52 finansal kuruluşun 2009 yılı içinde beklenen operasyonel kayıp büyüklüğünü göstermektedir. Fakat bulunan değer kesin bir sonuç değildir. Burada sorulması gereken kritik soru “Maksimum kayıp nedir?” sorusudur. Aşırı değer teorisi kullanılarak bu teorik sorun için tahmini bir rakam sunulabilir. 2002-2008 yıllarında gerçekleşen kayıp verilerine dikkat edilirse toplam kayıp büyüklüğünün %62 si kayıpların %1’ inden gelmektedir. Bu da bize, akla gelmeyen (beklenmeyen) kayıplardaki genel ilkenin kayıp olasılığı sıfıra yaklaştıkça ( $\rightarrow 0$ ), kayıp büyüklüğünün sonsuza gittiğini göstermektedir ( $\rightarrow 8$ ).

## **EKLER**

## EK 1. OPERASYONEL RİSKE NEDEN OLAN OLAY TÜRLERİ SINIFLANDIRMASI

| KAYIP OLAYI TÜRÜ                         | TANIM   | KATEGORİLER                       | UYGULAMA ÖRNEKLERİ  |
|--|---|-----------------------------------|---|
| 1. Kurum İçi Suistimal (Internal Fraud)  | En az bir banka çalışanın katılımı ile, suistimal, varlıkların uygunsuz kullanımı veya kanunların , düzenlerin ve banka politikalarının (ayrımcılık hariç) boşluklarından faydalanılmasına yönelik davranışlardan kaynaklanan kayıplar. | Yetkisiz İşlem                    | İşlemin Kasıtlı Olarak Bildirilmemesi   |
|  |   |                                   | Yetkisiz İşlem Tipi (Parasal Kayıp Oluşturan)                                       |
|  |   |                                   | Pozisyonun Kasıtlı Olarak Yanlış Bildirilmesi                                       |
|  |   | Kurum İçi Hırsızlık ve Suistimal  | Suistimal/Kredi Suistimali/Değersiz Hesaplar  |
|  |   |                                   | Hırsızlık, Dolandırıcılık, Zimmete Para Geçirme,Soygun                              |
|  |   |                                   | Varlıkların Uygunsuz Kullanılması   |
|  |   |                                   | Varlıklara Zarar Verilmesi  |
|  |   |                                   | Sahtecilik  |
|  |   |                                   | Çek Dolandırıcılığı   |
|  |   |                                   | Kaçakçılık  |
|  |   |                                   | Hesapların Başkasının Üzerine Geçirilmesi / Hesapların Taklit Edilerek Kullanılması |
|  |   |                                   | Vergi Usulsüzlüğü /Vergi Kaçırma  |
|  |   |                                   | Rüşvet / Komisyon   |
|  |   |                                   | İç Bilgi Ticareti (Banka Lehine Olmayan)  |
| 2. Kurum Dışı Suistimal (External Fraud) | Üçüncü şahıslar tarafından suistimal, varlıkların uygunsuz kullanımı veya kanunların boşluklarından faydalanılmasına yönelik davranışlardan kaynaklanan kayıplar.   | Kurum Dışı Hırsızlık ve Suistimal | Hırsızlık ve Soygun   |
|  |   |                                   | Sahtecilik  |
|  |   |                                   | Çek Dolandırıcılığı   |
|  |   |                                   | Şantaj  |
|  |   | Sistem Güvenliği İhlalleri        | Hacking Zararları   |
|  |   |                                   | Bilgilerin Çalınması (Parasal Kayıp Oluşturan)                                      |
|  |   |                                   |   |



| KAYIP OLAYI TÜRÜ  | TANIM  | KATEGORİLER  | UYGULAMA ÖRNEKLERİ                                     |
|---|--|--|--|
| 3. İstihdam Uygulamaları ve İş Yeri Güvenliği (Employment Practices and Workplace Safety) | İş, sağlık ve güvenlik ile ilgili kanunlar ve akidlere uyulmaması; yaralanma, ayrımcılık vb. olaylar karşısında talep edilen tazminatların ödenmesi sonucu oluşan kayıplar.  | Çalışanlarla İlişkiler                               | Ücretlendirme, Yan Haklar ve İş Akdi Feshi Konuları    |
|   |  |  | Organize Çalışan Hareketleri                           |
|   |  |  | Personel Sayı ve Yetkinliğindeki Yetersizlikler        |
|   |  |  | Uygun Olmayan Süreçler                                 |
|   |  | Çalışma Ortamı Güvenliği                             | Genel İş Yeri Güvenliği                                |
|   |  |  | Çalışan Sağlık ve Güvenlik Kurallarına İlişkin Olaylar |
|   |  |  | Çalışan Tazminatları                                   |
| Her Türlü Ayrımcılık  | Her Türlü Ayrımcılık   |  |  |
| 4. Müşteriler, Ürünler ve İş Uygulamaları (Clients, Products and Business Practices)      | Müşterilerin belirli ihtiyaçlarının (itibari ve uygunluk gereksinimleri dahil) sağlanmasına yönelik profesyonel yükümlülüklerin istem dışı veya ihmal sonucu karşılanamaması veya ürünün doğasından ya da tasarımından kaynaklanan kayıplar. | Uygunluk, Bilgi Verme Yükümlülüğü ve Güven İhlalleri | Güven ihlalleri / Prosedür İhlalleri                   |
|   |  |  | Uygunluk / bildirim hususlarında ihlaller              |
|   |  |  | Bireysel müşteri gizlilik ihlalleri                    |
|   |  |  | Gizlilik İhlali  |
|   |  |  | Agresif Satış  |
|   |  |  | Hesap şifirme  |
|   |  |  | Gizli Bilgilerin Kötüye Kullanılması                   |
|   |  | Bankanın Kreditor Sorumluluğunu Yerine Getirmemesi   |  |

| KAYIP OLAYI TÜRÜ  | TANIM   | KATEGORİLER                                 | UYGULAMA ÖRNEKLERİ  |
|---|---|---|---|
|   |   | Uygunsuz İş ve piyasa Uygulamaları          | Tekelcilik ve Haksız Rekabet                              |
|   |   |   | Uygun Olmayan Ticaret / Piyasa Uygulamaları               |
|   |   |   | Piyasa Manipülasyonu                                      |
|   |   |   | İç Bilgi Ticareti (Banka Aleyhine)                        |
|   |   |   | Lisanssız Faaliyet  |
|   |   |   | Kara Para Aklamaya Farkında Olmadan Aracılık Edilmesi     |
|   |   |   | Yanlış/Eksik kamuya açık veri                             |
|   |   |   | Banka Faaliyetlerini Olumsuz Etkileyebilecek Düzenlemeler |
|   |   | Ürün Hataları                               | Ürün Kusurları / Eksiklikleri                             |
|   |   |   | Modelleme hataları  |
|   |   |   | Ürün Yönetimine İlişkin Eksik ve Hatalı Süreçler          |
|   |   | Seçim, Sponsorluk ve Risk Üstlenme Hataları | Müşterilerin Prosedürler Doğrultusunda İncelenmemesi      |
|   |   |   | Müşteri limitlerinin Aşılması                             |
|   |   | Danışmanlık Faaliyetleri                    | Danışmanlık Hizmetlerine İlişkin Anlaşmazlıklar           |
| 5. Fiziki Varlıkların Zarara Uğraması (Damage to Physical Assets) | Diğer afetler veya diğer dış etkenler sonucu fiziksel varlıkların zarar görmesi nedeniyle oluşan kayıplar | Felaketler ve Diğer Dış Etkenler            | Doğal Afetlerden Kaynaklanan Zararlar                     |
|   |   |   | Dış Kaynaklı Can Kayıpları(Terörizm, Vandalizm vb.)       |
|   |   |   | Felaketler/Afetler  |
|   |   |   | Sistem/Finansal/Veri Kayıpları                            |

| KAYIP OLAYI TÜRÜ   | TANIM  | KATEGORİLER                                   | UYGULAMA ÖRNEKLERİ  |
|--|--|---|---|
| 6. İş Kesintisi ve Sistem Arızaları (Business Disruption and System Failures)      | İş kesintileri veya sistem çökmesi sonucu oluşan kayıplar  | Sistemler                                     | Yazılım   |
|  |  |   | Donanım   |
|  |  |   | Yetersiz Yazılım Tasarımı   |
|  |  |   | Kesintiler  |
|  |  |   | Telekomünikasyon  |
|  |  |   | Enerji Kesinti ve Aksamaları  |
| 7. Uygulama, Teslim ve Süreç Yönetimi (Execution, Delivery and Process Management) | İşlemlerin gerçekleştirilmesi veya iş süreçlerinin yönetilmesinde karşılaşılan sorunlar ve alım satım işlemlerinin yapıldığı karşı taraf ve tedarikçilerden kaynaklanan kayıplar | İşlem Girişi, Uygulaması ve Bakımında Hatalar | İletişim Aksaklıkları   |
|  |  |   | Veri Giriş, Bakım ve Yükleme Hataları                               |
|  |  |   | Uyulmayan Teslim Tarihi/Yerine Getirmeyen Sorumluluk                |
|  |  |   | Model veya Sistemin Yanlış İşlemesi                                 |
|  |  |   | Muhasebeleşme Hatası/Yanlış Kayıt                                   |
|  |  |   | Faaliyetlere Yönelik Diğer Hatalar                                  |
|  |  |   | Teslimatta Hata veya Başarısızlık                                   |
|  |  |   | Teminat Yönetimi Hataları   |
|  |  | İzleme Ve Raporlama                           | Referans Verilerin Bakımı   |
|  |  |   | Hatalı Dış Raporlama  |
|  |  | Müşteri Kaydı ve Dökümantasyon                | Yetersiz İç Raporlama   |
|  |  |   | Zorunlu Raporların Yerine Getirilmemesi                             |
|  |  | Müşteri Hesabı Yönetimi                       | Kayıp Müşteri Talimatlar/Haklarından Feragat Edenlere Ait Bilgiler  |
|  |  |   | Yasal Dokümanların Kayıp/Eksik Olması                               |
|  |  |   | Hesaplara Onaylanmamış Erişim verilmesi                             |
|  |  | Alım Satım İşlemlerinde Muhataplar            | Yanlış Müşteri Kayıtları  |
|  |  |   | Müşteri Varlıklarının İhmal Kaynaklı Kaybı veya Zarar Görmesi       |
|  |  | Satıcılar ve Tedarikçiler                     | Müşteri Harici Ticari Muhatapların Görevlerini Yerine Getirmemeleri |
| Müşteri Harici Ticari Muhataplarla Olan İtilaflar                                  |  |   |   |
|  | Dış Hizmet Kullanımı   |   |   |
|  | Tedarikçiler ile Olan Anlaşmazlıklar   |   |   |

## EK 2. BASEL II FAALİYET KOLLARI SINIFLAMASI

| FAALİYET KOLLARI                             | ALT FAALİYET KOLU                                    | BASEL II FAALİYET GRUPLARI | TANIM   |
|--|--|----------------------------|---|
| 1. Kurumsal Finansman<br>(Corporate Finance) | Kurumsal Finansman                                   |                            | Kurumların finansman ihtiyacının karşılanması amacıyla kreditor veya aracı sıfatıyla faaliyet yürütülmesi.  |
|  | Merkezi<br>Hükümetler/Yerel<br>Yönetimler Finansmanı |                            | Yerel Yönetimlerin veya Ülkelerin borçlanma ihtiyacının karşılanmasına yönelik faaliyetler  |
|  | Tacir Bankacılık                                     |                            | Müşterilerin ihtiyaçlarına yönelik mali gereksinimlerini karşılamak üzere ürün geliştirilmesi ve ilgili süreçlerin yönetilmesi, müşterinin ihtiyaçları doğrultusunda gerekli bankacılık işlemlerinin gerçekleştirilmesi için gereken sermaye ve bu işlem sonucunda elde edilecek gelir rakamına ilişkin fizibilite yapabilecek şekilde uzmanlaşmalarının, hatta tarihsel gelişiminde şirket yönetimini yönlendirecek nitelik taşımalarının söz konusu olduğu görülmektedir. |

| FAALİYET KOLLARI   | ALT FAALİYET KOLU             | BASEL II FAALİYET GRUPLARI  | TANIM  |
|--|-------------------------------|---|--|
|  | Danışmanlık Hizmetleri        |   | Kurumların finansmanına yönelik işlemler çerçevesinde verilen danışmanlık hizmetleri   |
| 2. Alım Satım Faaliyetleri ve Satışlar (Trading and Sales) | Satış Faaliyetleri            |   | Müşterilerle yapılan alım-satım faaliyetleri   |
|  | Piyasa Yapıcılığı             | Sabit getirili işlemler; hisse senetleri; kombiyo/döviz işlemleri; emtia (ticari mal); kredi fonlama; bankanın kendi pozisyonundaki menkul kıymetler; kredilendirme ve repo işlemleri; aracılık hizmetleri; tahviller; birincil aracılık hizmetleri | Merkezi Otorite ile yapılan sözleşme kapsamında belirli ürünlerin menkul kıymet, döviz vs. değerleri için oluşturulan kontrollü piyasalarda alım-satım faaliyetlerine iştirak edilmesi |
|  | Hususi (Tescilli) Pozisyonlar |   | Bankanın kendi pozisyonu haricinde bir başka banka veya kişi adına taşınan pozisyonlar.  |
|  | Fon Yönetimi İşlemleri        |   | Banka pozisyonunun yönetimine ilişkin faaliyetler  |
| 3. Bireysel Bankacılık (Retail Banking)                    | Perakende Bankacılık          | Perakende kredilendirme ve mevduatlar bankacılık hizmetleri; fon ve malvarlığı hizmetleri   | Perakende müşterilere yönelik faaliyetler  |

| FAALİYET KOLLARI   | ALT FAALİYET KOLU            | BASEL II FAALİYET GRUPLARI  | TANIM   |
|--|------------------------------|---|---|
|  | Özel Bankacılık              | Özel kredilendirme ve mevduatlar; bankacılık hizmetleri; fon ve malvarlığı hizmetleri; yatırım danışmanlığı                                     | Banka içinde kriterleri belirlenerek tanımlanmış, diğer bireysel müşterilerden farklı konumlanarak yönetilmekte olan müşterilere sunulan bankacılık işlemleri bu kapsamda değerlendirilmelidir. |
|  | Kart Hizmetleri              | Ticaret / ticari kurumsal kartlar, özel markalar / etiketler ve perakende   | Kredi tahsis faaliyeti ayrık kart operasyonları   |
| 4. Ticari Bankacılık (Commercial Banking)                  | Ticari Bankacılık            | Proje finansmanı, gayrimenkul, ihracat finansmanı, ticari finansman, faktoring, finansal kiralama, kredilendirme, garantiler, kambiyo senetleri | Tüzel kişi müşterilere yönelik ürün ve hizmetler  |
| 5. Takas, Ödemeler vb Faaliyetler (Payment and Settlement) | Harici Müşteriler            | Ödeme ve tahsilatlar, fon transferi, ödemeler /tasfiyeler   | Müşterilere sunulan ödeme, tahsilat, transfer işlemleri   |
| 6. Acentelik Hizmetleri (Agency Services)                  | Saklama ve Emanet Hizmetleri | Emanet, saklama makbuzları, menkul kıymet ödünç işlemleri, kurumsal işlemler  | Saklama faaliyeti kapsamında sunulan hizmetler  |

| FAALİYET KOLLARI                                | ALT FAALİYET KOLU                  | BASEL II FAALİYET GRUPLARI  | TANIM   |
|---|------------------------------------|---|---|
|   | Acentelik Hizmetleri               | İhracatçı ve ödeme acenteliği hizmetleri  | Bankanın acentelik sözleşmesi kapsamında sunduğu tüm hizmetler  |
|   | Şirket Portföyleri ve Fonları      |   | Şirketlerin acentelik işlerinin yürütülmesine ilişkin hizmetler. Şirketlerin ihraç ettiği menkul kıymetlerin yönetimini de kapsamaktadır. Bu işlemin yerine getirilebilmesi için menkul kıymet ihraç eden şirket, söz konusu varlıkların kontrolü ile ilgili olarak bu faaliyeti üstlenen bankaya temsilcilik görevi vermektedir. |
| 7. Varlık / Portföy Yönetimi (Asset Management) | İsteğe Bağlı Fon Yönetimi          | Havuzlanmış, bölümlenmiş, perakende, kurumsal, kapalı, açık, özel sermaye fonları | Fon sahibi ile fon yöneticisi arasındaki anlaşmaya bağlı olarak fon yöneticisine fon sahibinin talimatı olmaksızın da yatırım kararı ve pozisyon almasına imkan tanıyan bir hizmet şekli  |
|   | Görevlendirmeye Bağlı Fon Yönetimi | Havuzlanmış, bölümlenmiş, perakende, kurumsal, kapalı, açık fonlar                | Fon sahibi ve fon yöneticisi arasındaki anlaşmaya bağlı olarak fon yöneticisine fon sahibinin talimatı ile işlem yapma imkanı tanıyan bir hizmet şekli  |

| <b>FAALİYET KOLLARI</b>                    | <b>ALT FAALİYET KOLU</b> | <b>BASEL II FAALİYET GRUPLARI</b>            | <b>TANIM</b>  |
|--|--------------------------|--|---|
| 8.Perakende Aracılık<br>(Retail Brokerage) | Perakende Aracılık       | İşlemleri gerçekleştirme<br>ve tam hizmetler | Belli bir pozisyon karşılığında bireysel yatırımcıların alım-satım taleplerinin karşılanması hizmeti. (Menkul kıymet vb. Ürünlerde söz konusu aracılık hizmetinin yapılabilmesi için lisans şartı aranmaktadır. |



### EK 3. MATLAB' DE MONTE CARLO SİMÜLASYONU

```
% Fonksiyon:  $y = x_1 * x_2$ 

% n tane lognormal dağılıma uygun rassal sayı üretimi

%  $r = \text{lognrnd}(\mu, \text{sd}, n, 1)$ 

%  $\mu$  : Ortalama

%  $\text{sd}$  : Standart Sapma

% n tane poisson dağılımına uygun rassal sayı üretimi

%  $r = \text{poissrnd}(\text{lambd}, n, 1)$ 

%  $\text{lambd}$  : ortalama

n = 50000; % Senaryo sayısı

%  $x_1 \sim \text{LogNormal Dağılım } L(\mu=22.48, \text{sd}=2.9)$ 

%  $x_2 \sim \text{Poisson Dağılımı } P(\text{lambd}=20667)$ 

M=22.48;

V=5.8; Lognormal Dağılımın Varyansı

 $\mu = \log((m^2)/\sqrt{v+m^2})$ ;

 $\sigma = \sqrt{\log(v/(m^2)+1)}$ ;

[M,V]=lognstat( $\mu$ , $\sigma$ )

 $x_1 = \text{lognrnd}(\mu, \sigma, 50000, 1)$ ;

 $x_2 = \text{poissrnd}(20667, 50000, 1)$ ;

 $y = x_1 * x_2$ ; %--- Simülasyonu Başlat

% --- Histogram Çizimi (21 bins)

hist(y,21);

%--- Özet İstatistik Bilgileri

 $y\_mean = \text{mean}(y)$ 

 $y\_std = \text{std}(y)$ 
```

## KAYNAKÇA

### *Kitaplar*

Abonyi, Janos and Balazs Feil, **Classical Analysis for Data Mining and System Identification**, Berlin: Birkhauser, 2007.

Anderberg, Michael R. . **Cluster Analysis for Applications**, New York: Academic Pres, 1973.

Armutlulu, İsmail Hakkı. **İşletme İstatistiğine Giriş**, 2. Basım, İstanbul:Alfa Yayınları, 2004.

Bloom, Leon ve Duncan Galloway. **Managing Operational Risk Through Cultural Change (Statistical Data Included)**. Mc Graw-Hill; International Edition, 2000.

Bolgun, K. Evren ve M. Barış Akçay. **Risk Yönetimi: Finansal Piyasalarda Risk Ölçüm ve Yönetimine Türkiye Perspektifinden Stratejik Bakış**. 1. Basım. İstanbul: Scala Yayıncılık, 2003.

Crouhy, Michel, Dan Galai and Bob Mark. **The Professional's Handbook of Financial Risk Management: Operational Risk**. 1.Basım, Oxford: Marc Lore&Lev Borodovsky, 2000.

Cruz, Marcelo. **Modeling, Measuring and Hedging Operational Risk**. New York: John Wiley-Sons, 2002.

Everitt, Brian. **Cluster Analysis**, London: Hainmann,1974.

Everitt, Brian and Sabine Landau. **Cluster Analysis**, London: Hodder Arnold Publication, 2001.

Feller, W. **An Introduction to Probability Theory and Its Applications**, New York : John Wiley&Sons, 1971.

Harrington, Scott E. and Gregory R. Niehaus. **Risk Management and Insurance**. United States of America: Irwin / McGraw-Hill, 1999.

Jorion, Philippe. **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk**. 3. Basım. Singapore: McGraw-Hill, 2001.

Jovic, Dean and Jean-Marc Piaz, **Operational Risk Management als Kritischer Erfolgsfaktor für Banken**, Schweizer Threuhander, 2001.

Kaufman, Leonard and Peter Rausseeuw. **Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis**, New York: John Wiley and Sons, 1990.

Keck, Walter and Dean Jovic, **Das Management Van Operationellen Risiken bei Banken**, In: Der Schweiter Treuhinder, 1999.

Kendall, M. G. and William R. Buckland, **A Dictionary of Statistical Terms**, Edinburgh: Oliver&Boyd, 1960.

Marshall, Christopher Lee. **Measuring and Managing Operational risks in Financial institutions : Tools, Techniques and Other Resources**. Singapore : John Wiley&Sons, 2000.

Özdamar, Kazım. **Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi**, Eskişehir: Kaan Kitabevi, 1999.

Ross, Timoty J., **Fuzzy Logic with Engineering Applications**, England: John Wiley Sons, 2004.

Sharma, Subhash. **Applied Multivariate Techniques**, USA: J.Wiley and Sons Inc, 1996.

Tatlıdil, Hüseyin. **Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz**, Ankara: Akademi Matbaası, 2002.

Timm, Neil H. . **Applied Multivariate Analysis**, USA: Springer Verlag, 2002.

### *Sürekli Yayınlar*

Basel Committee On Banking Supervision, “International Convergence Capital Measurement and Capital Standarts”, **A Revised Framework Comprehensive Version**, June 2006.

Basel Committee on Banking Supervision, **International Convergence of Capital Measurement and Capital Standarts**, Ankara: BDDK, 2007.

Basel Committee on Banking Supervision, “**Operational Risk**” **Supporting Document to the new Basel Capital Accord**, BIS, Basel, Switzerland. January 2001.

BDDK, **Bankacılık Sektörü Basel II İlerleme Raporu**, Ankara, 2009.

BDDK, **Operasyonel Risk Veri Tabanı Modellemesi: BDDK Çalışma Raporları**. Ankara, 2006.

Blashfield, R.K. and M.S. Aldenferder, “The Literature on Cluster Analysis”, **Multivariate Behavioral Research**, 1978.

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

Chambers, Nurgül ve Atilla Çifter. “Operasyonel Risk Yönetimi’ nde Zarar Dağılımları ile Gelişmiş Ölçüm Yaklaşımları Uygulaması”, **Doğuş Üniversitesi Dergisi**. Cilt.8, Sayı.2, 2007.

Frachot, Antoine, Pierre Georges and Thierry Roncalli, “**Loss Distribution Approach for Operational Risk**”, France, April 25, 2001.

Geiger, Hans. “Regulating and Supervising Operational Risk for Banks”, **Future of Financial Regulation: Global Regulatory Reform and Implications for Japan**, 17 Oct 2000.

Giese, G. “Kritik und verbessening vorschlaege für den Basel II Akkord”, **Der Schweizer Treuhaender**, 2002.

Hiwatashi, Junji and Hiroshi Ashida. “Advancing Operational Risk Management Using Japanese Banking Experiences”, **Federal Reserve Bank of Chicago**, Working Paper, December 2002

Küçüközmen, C. Coşkun. “Bankacılığın Matematiği ve Risk Ölçüm Modelleri”, **Finans Kulüp**. No.5, Ağustos 2006.

Küçüközmen, C. Coşkun. “Basel II, Kobiler ve Bankacılık: Küresel Rekabet Çerçevesinde Bir Değerlendirme”, **Finans Bülteni**. No.2, Temmuz-Ağustos 2007.

Mazıbaşı, Murat. “Bankalarda Operasyonel Risk Veri Tabanının Oluşturulması”, **BDDK Çalışma Raporları**, Ankara: BDDK, 2006.

Mazıbaşı, Murat. Operasyonel Risk Ölçümü: Kayıp Dağılımları Modellemesi, **Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu Araştırma Raporları**, Ankara:BDDK, 2006.

Mazıbaşı, Murat. “Operasyonel Riske Basel Yaklaşımı: Risk Verilerine İlişkin Bir Değerlendirme”, **Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu Araştırma Raporları**. Ankara: BDDK, 2005.

Milligan, Glenn W. ve Martha C. Cooper, “An Examination of Procedures for Determining the Number of Clusters in a Data Set”, **Psychometrika**, Vol.50, No.2, 1985.

Navarrete, Enrique. “Practical Calculation of Expected and Unexpected Losses in Operational Risk by Simulation Methods”, **Scalar Consulting**, 2006.

Operational Risk Data Exchange Association (ORX), **ORX Operational Risk Report**, Zurich, June 2009.

Operational Risk Data Exchange Association (ORX), **ORX Operational Risk Report**, Zurich, December 2009.

Pennathur, Anita K. “Clicks and Bricks: e-Risk Management for banks in the age of the Internet”. **Journal of Banking and Finance**, Cilt 25, Sayı.11, Nisan 2001.

Porter, D. “Insider Fraud: Spotting The Wolf in Sheep’s Clothing”. **Computer Fraud&Security**, Cilt 2003, Sayı.4, Nisan 2003.

Sayın, K. Şevket. “Türk Bankacılık Sisteminde Bilanço Dışı İşlemler ve Risk Yönetimi Açısından Değerlendirilmesi”, **2. Ulusal İktisat Kongresi**. İzmir, 20-22 Şubat 2008.

Tasiopoulos, Mehtap Numanoğlu. “Global Ekonomik Gelişmeler ve Operasyonel Risk Yönetimi”, İstanbul:**TBB**, 17 Aralık 2008.

Teker, Dilek Leblebici ve Burç Ülengin. “Bankacılıkta Operasyonel Risk Ölçüm Modellerinin Türk Bankacılık Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir Bankaya Uygulanması”, **İtü Dergisi/b Sosyal Bilimler**. Cilt.2, Sayı.1, Aralık 2001.

Toshihiko Mori, Junji Hiwatashi and Koukichi Ide, “**Measuring Operational Risk in Japanese Major Banks**”, July 14, 2000.

Uysal, Ertuğrul Umut. “Operasyonel Risk Yönetiminde Senaryo Analizi”, **Bankacılar Dergisi**. Sayı.69, 2009.

Yasuda, Yuji. “Application of Bayesian Inference to Operational Risk Management”, **Doctoral Program in Quantitative Finance and Management**. University of Tsukuba, 2003.

Yüzbaşıoğlu, A. Nejat. “Risk Yönetimi ve Bankaların Denetimi”, **Risk Yönetimi Konferansı**. İstanbul: BDDK, 16 Ocak 2003.

### *Diğer Yayınlar*

Aksel, Kaan. “Finansal Kurumlarda Operasyonel Riskin Ölçümü”, Activeline Gazetesi. Aralık 2001. [http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?bWhere=true&nARTICLE\\_id=1110](http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?bWhere=true&nARTICLE_id=1110) (26 Mart 2009).

Aksel, Kaan. “Tüm Kurumu Kapsayan Risk Yönetimi Uygulamak İçin Finansal Kurumların Organizasyonu”, Activeline Gazetesi. Temmuz-Ağustos 2001. [http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE\\_id=478](http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=478) (20 Eylül 2008).

Aksel, Kaan. “Finansal Kurumlarda Operasyonel Riskin Ölçümü”, Activeline Gazetesi. Aralık 2001. [http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE\\_id=1110](http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=1110) (2 Kasım 2008).

Atbaş, Azize C.G. “Kümeleme Analizinde Küme Sayısının Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma”, (**Yüksek Lisans Tezi**, Ankara Üniversitesi FBE, 2008).

Bankacılıkta Risk Tanımlamaları. Aralık 2001, [http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE\\_id=1094](http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=1094) (24 Ağustos 2009).

BDDK, 10 Soruda Yeni Basel Sermaye Uzlaşısı (Basel-II), 2005. [http://www.bddk.org.tr/websitesi/turkce/Basel-II/125010\\_Soruda\\_Basel-II.pdf](http://www.bddk.org.tr/websitesi/turkce/Basel-II/125010_Soruda_Basel-II.pdf) (12 Ağustos 2009).

Doğan, Barış. “Bankaların Gözetiminde Bir Araç Olarak Kümeleme Analizi: Türk Bankacılık Sektörü İçin Bir Uygulama”, (**Doktora Tezi**, Kadir Has Üniversitesi SBE, 2008).

Doğru, Cengiz ve Dursun Aydın, “Operasyonel Riskin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi Üzerine Bir Deneme”, Activeline Gazetesi. Mart-Nisan 2004. [http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE\\_id=2954](http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=2954) (11 Nisan 2008).

Eken, Mehmet Fehmi. “Bankalarda Risk Yönetimi ve Türkiye Uygulaması”, Activeline Gazetesi. Temmuz 2006. [http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE\\_id=4083](http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=4083) (05 Şubat 2009).

Işık, Meltem. “Bölünmeli Kümeleme Yöntemleri ile Veri Madenciliği Uygulamaları”, (**Yüksek Lisans Tezi**, Marmara Üniversitesi FBE, 2006).

Laskey , Kathryn Blackmond. “Bayesian Inference and Decision Theory”, 2009, George Mason University, Department of Systems Engineering and Operations

Research, [http://volgenau.gmu.edu/~klaskey/SYST664/Bayes\\_Unit1.pdf](http://volgenau.gmu.edu/~klaskey/SYST664/Bayes_Unit1.pdf) (4 Şubat 2010).

Pezier, Jacques. “Operasyonel Risk: Basel II ve Sonrası”, Activeline Gazetesi. Ekim 2002. [http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE\\_id=1902](http://www.makalem.com/Search/ArticleDetails.asp?nARTICLE_id=1902) ( 12 Haziran 2009).

Teker, Suat, K. Evren Bolgün ve M. Barış Akçay, “Banka Sermaye Yeterliliği: Basel-II Standartlarının Bir Türk Bankasına Uygulanması”, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi. 2003, Cilt.3, No.12, ss.51. <http://esosder.org/dergi/1204-TEKER.pdf> (11 Ocak 2009)

Wikipedi Özgür Ansiklopedi, Bayes Teoremi, [http://tr.wikipedia.org/wiki/Bayes\\_teoremi](http://tr.wikipedia.org/wiki/Bayes_teoremi) , (16 Mart 2010).

Wikipedia the Free Encyclopedia, Convolution, <http://en.wikipedia.org/wiki/Convolution>, (16 Mart 2010).

Yıldız, İsmail. “Kümeleme Analizi, Kümeleme Analizine Matematiksel Programlama Yaklaşımı ve Bir Uygulama”, (**Doktora Tezi**, Harran Üniversitesi FBE, 1998).