

# TÜRK BANKACILIK SİSTEMİNDE AKTİF PASİF YÖNETİMİ VE PİYASA RİSKİ

Hazırlayan: Gökhan FIRAT

Danışman: Prof. Dr. Sadi UZUNOĞLU

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin İktisat Anabilim Dalı, İktisat  
Bilim Dalı için öngördüğü YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

EDİRNE

Trakya Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

2008

T.C.  
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANABİLİM DALI

TÜRK BANKACILIK SİSTEMİNDE  
AKTİF PASİF YÖNETİMİ VE PİYASA RİSKİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan FIRAT tarafından hazırlanan bu çalışma 15.09.2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Sadi UZUNOĞLU (Danışman)

Üye: Yrd. Doç. Dr. Ş. Kasırga YILDIRAK

Üye: Yrd. Doç. Dr. Gökhan SÖNMEZLER

T.C YÜKSEKÖĞRETİM KURULU TEZ MERKEZİ  
TEZ VERİ GİRİŞ FORMU

Referans No	<b>319581</b>
Yazar Adı / Soyadı	GÖKHAN FIRAT
Uyruğu / T.C.Kimlik No	T.C. 32177172280
Telefon / Cep Telefonu / e-Posta	03122892669 05333598877 gfirot@halkbank.com.tr
Tezin Dili	Türkçe
Tezin Özgün Adı	Türk Bankacılık Sisteminde Aktif Pasif Yönetimi ve Piyasa Riski
Tezin Tercümesi	Asset&Liability Management and Market Risk in Turkish Banking System
Konu Başlıkları	Bankacılık
Üniversite	Trakya Üniversitesi
Enstitü / Hastane	Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı	İktisat Anabilim Dalı
Bilim Dalı / Bölüm	İktisat Bölümü
Tez Türü	Yüksek Lisans
Yılı	2008
Sayfa	- - - 198
Tez Danışmanları	Prof. Dr. SADİ UZUNOĞLU
Dizin Terimleri	Risk yönetimi=Risk management Aktif pasif yönetimi=Asset liability management
Önerilen Dizin Terimleri	Piyasa Riski=Market Risk
Kısıtlama / Kısıt Süresi	Yok

Yukarıda başlığı yazılı olan tezinin, ilgilenenlerin incelemesine sunulmak üzere Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi tarafından arşivlenmesi, kağıt, mikroform veya elektronik formatta, internet dahil olmak üzere her türlü ortamda tamamen veya kısmen çoğaltılması, ödünç verilmesi, dağıtımı ve yayımı için, tezime ilgili fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere hiçbir ücret (royalty) ve erteleme talep etmeksizin izin verdiğimi beyan ederim.

10.09.2008

İmza:.....

**Hazırlayan:** Gökhan FIRAT

**Tezin Adı:** Türk Bankacılık Sisteminde Aktif Pasif Yönetimi ve Piyasa Riski

## ÖZET

Günümüz finans dünyası, belirsizliklerin giderek arttığı, bu belirsizlikler karşısında izlenecek stratejilerin belirlenmesi sürecinin giderek zorlaştığı karmaşık bir beklentiler ağına sahiptir. Böyle bir ortamda finansal kuruluşların belirsizliklerin yarattığı riskleri sayısallaştırması ve yönetmesi son derece önemli hale gelmektedir. Geçmişte kullanılan karar verme mekanizmaları ve yaklaşımları günümüz dünyasının risk algılamaları ile örtüşmemekte ve bu yaklaşımları kullanan riski sayısallaştırma yöntemleri tek başlarına etkisiz kalmaktadır.

Türk Bankacılık Sisteminde son yıllarda yaşanan gelişmeler, sistemin dünya piyasalarıyla entegrasyonunu önemli ölçüde arttırmış, aynı zamanda piyasaların derinliğinde ve kullanılan finansal ürünlerin çeşitliliğinde de önemli artışlar yaşanmıştır. Türk Bankacılığındaki bu gelişmeler etkin risk yönetiminin gerekliliğini arttırmaktadır. Bu çalışma etkin risk yönetiminin önemli unsurlarından olan Aktif Pasif Yönetimi ve Piyasa Riski Yönetimi üzerine odaklanmaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde Aktif Pasif Yönetimi, Likidite Riski ve Faiz Oranı Riski alt başlıklarında ayrıntılı olarak incelenmektedir. Bu risklerin yönetilmesi ile ilgili kavramsal çerçeve ve sayısallaştırılmasıyla ilgili modeller ve örnek uygulamalar da bu ayrıntıların içinde yer almaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde de Piyasa Riski Yönetimi, Risk Faktörleri, Volatilite Hesaplama Yöntemleri ve Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri başlıklarında, örnek uygulamalarla desteklenerek açıklanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Risk Yönetimi, Aktif Pasif Yönetimi, Piyasa Riski

**Prepared by:** Gökhan FIRAT

**Name of thesis:** Asset&Liability Management and Market Risk in Turkish Banking System

## ABSTARCT

Financial world of today is possessing a complicated expectations network in which uncertainties are growing and the determination period of enforced strategies are getting to be difficult against these uncertainties.

In such an environment, quantification and the management of the risks created by financial constitutions are becoming significantly important. As traditional decision making mechanisms and approaches do not meet with today's risk perceptions and risk quantification methods that's why, using these approaches become ineffective individually.

Due to the recent developments in Turkish Banking System, system integration with global markets has rosed significantly, moreover the depth of markets and variety of financial tools has increased substantially. These developments in Turkish Banking System have raised the necessity of effective risk management. This master thesis focuses on Asset-Liability Management (ALM) and Market Risks Management, which are important elements of Efficient Risk Management.

In the first section of the study Asset-Liability Management is analysed in detail under the chapter of Liquidity Risk and Structural Interest Rate Risk. Conceptual frame and quantifications models and sample applications about these risks management, will also be illustrated in these details.

In the second section of the study, Market Risk Management is studied under the chapter of Risk Factors, Volatility Account Methods and Methods of Calculating Value-at-Risk explained with support of sample applications.

**Key Words:** Risk Management, Asset and Liability Management, Market Risk

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZET .....	i
ABSTARCT.....	iii
GİRİŞ.....	1
BİRİNCİ BÖLÜM.....	7
<b>AKTİF PASİF YÖNETİMİ .....</b>	<b>7</b>
1. Likidite Riski.....	8
1.1. Likidite Riski Yönetim Stratejisi .....	15
1.2. Likidite Riski Ölçüm Teknikleri .....	18
1.2.1. Statik Analizler .....	18
1.2.1.1. Likidite Riski Analizi .....	20
1.2.1.2. Likidite Rasyoları .....	36
1.2.1.3. Nakit Akım Analizi .....	37
1.2.2. Dinamik Likidite Riski Analizi Modelleri .....	43
1.2.3. Stres Testi ve Likidite Acil Durum Eylem Planı .....	46
2. Faiz Riski:.....	48
2.1. Faiz Oranı Riski Hesaplama Teknikleri .....	53
2.1.1. Faiz Oranı Riski Analizi .....	53
2.1.2. Durasyon Analizi .....	59
2.1.2.1. Menkul Kıymetlerde Fiyat Hassasiyetinin Ölçütleri .....	60
2.1.2.2. Macaulay Durasyonu .....	64
2.1.2.3. Modifiye Durasyon .....	67
2.1.2.4. Konveksite .....	70
2.1.2.5. PVBP (Bir Baz Puanın Fiyat Değeri) .....	74
2.1.2.6. Düzensiz Nakit Akımlara Sahip Bir Bononun Durasyonu.....	77
2.1.2.7. FRN'lerin Durasyonu .....	78
2.1.2.8. Faiz SWAP'larının (IRS-Interest Rate SWAP) Durasyonu.....	84
2.1.2.9. Bono Portföyünün Durasyonu, Konveksitesi ve PVBP'si .....	86
2.1.2.10. Paralel Kayma (Shift) Varsayımı Altında Hedging .....	88
2.1.2.11. Varsayımsal X Bankası Durasyon Uygulaması.....	90
2.1.2.12. Varsayımsal X Bankası Duyarlılık Analizi Uygulaması.....	96
2.1.3. Simülasyona Dayalı Faiz Oranı Riski Ölçme Teknikleri .....	100
2.1.4. Stres Testi.....	104
3. Kur Riski: .....	105
4. Hisse Senedi Pozisyon Riski .....	106
<b>İKİNCİ BÖLÜM.....</b>	<b>108</b>
<b>PİYASA RİSKİ YÖNETİMİ .....</b>	<b>108</b>
1.1. Finansal Varlıkların Getirileri ve Getiri Modelleri .....	115
1.2. Verim Eğrileri .....	121
1.2.1. Verim Eğrilerinin Hesaplanması .....	123
1.2.1.1. Spot Verim Eğrisi .....	123
1.2.1.2. Forward Verim Eğrisi .....	126



1.2.1.2. Par Verim Eğrisi .....	127
1.2.2. Verim Eğrisi Modelleri .....	128
1.2.2.1. Nelson Siegel .....	129
1.2.2.2. Cubic Spline .....	131
1.2.2.3. Vasicek .....	132
1.3. Nakit Akım Mappingi .....	133
<b>2. Volatilite Hesaplama Yöntemleri .....</b>	<b>138</b>
2.1. Standart Sapma .....	139
2.2. Hareketli Ortalama .....	140
2.3. Yüzdeler (Percentile) Yöntemi .....	140
2.4. Üssel Ağırlıklı Hareketli Ortalama (EWMA) .....	141
2.5. GARCH .....	142
2.6. EGARCH (Exponential (Üssel) GARCH) .....	143
2.7. GJR .....	144
2.8. Çoklu GARCH ve Şarh Dinamik Varyans Kovaryans Tahmini .....	145
2.9. Volatilite Uygulaması .....	147
<b>3. RMD (Riske Maruz Değer) Hesaplama Yöntemleri .....</b>	<b>148</b>
3.1. RMD Hesaplamasında Kullanılan Temel Parametreler .....	150
3.1.1. Güven Aralığı .....	150
3.1.2. Elde Tutma Süresi .....	151
3.1.3. RMD'ye Esas Veri Setleri .....	152
3.2. Parametrik Yöntem .....	155
3.2.1. Temel Varsayımlar .....	155
3.2.2. Portföyün Ortalama Getirisi ve Standart Sapmasının Tahmin Edilmesi .....	160
3.3. Tarihi Simülasyon Yöntemi .....	166
3.4. Monte Carlo Simülasyonu .....	170
3.5. RMD Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması .....	173
3.6. Geriye Dönük Test (Back Test) .....	174
3.7. Stres Testi .....	177
3.8. RMD Uygulaması .....	179
<b>SONUÇ .....</b>	<b>183</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>185</b>

<b>TABLolar LİSTESİ</b>	<b>SAYFA</b>
TABLO 1: VARSAYIMSAL X BANKASI LİKİDİTE RİSKİ ANALİZİ .....	25
TABLO 2: VARSAYIMSAL X BANKASI LİKİDİTE RİSKİ YATAY ANALİZİ .....	29
TABLO 3: VARSAYIMSAL X BANKASI LİKİDİTE RİSKİ DİKEY ANALİZİ .....	30
TABLO 4: VARSAYIMSAL X BANKASI LİKİDİTE RİSKİ AĞIRLIKLI ORTALAMA VADE ANALİZİ .....	31
TABLO 5: VARSAYIMSAL X BANKASI LİKİDİTE RİSKİ FARK ANALİZİ .....	33
TABLO 6: VARSAYIMSAL X BANKASI LİKİDİTE RİSKİ ORJİNAL VADE DAĞILIMI ANALİZLERİ .....	35
TABLO 7: VARSAYIMSAL X BANKASI NAKİT AKIM ANALİZİ .....	42
TABLO 8: VARSAYIMSAL X BANKASI FAİZ ORANI RİSKİ ANALİZİ .....	58
TABLO 9: CARİ FAİZ HADDİ VE DURASYON ARASINDAKİ İLİŞKİ .....	66
TABLO 10: KUPON ORANLARI VE DURASYON ARASINDAKİ İLİŞKİ .....	66
TABLO 11: VADE VE DURASYON ARASINDAKİ İLİŞKİ .....	66
TABLO 12: MACAULAY DURASYONU .....	67
TABLO 13: FARKLI BAZ PUAN DEĞİŞİKLİKLERİ İÇİN BONO FİYATLARI VE HATALAR .....	73
TABLO 14: EKSTRA MARJ .....	83
TABLO 15: BONO VE SWAP NAKİT AKIMLARI .....	85
TABLO 16: BONO + SWAP PORTFÖYÜNDE HADGE .....	86
TABLO 17: VARSAYIMSAL X BANKASI YTL DURASYON ANALİZİ .....	93
TABLO 18: VARSAYIMSAL X BANKASI USD DURASYON ANALİZİ .....	95
TABLO 19: VARSAYIMSAL X BANKASI EUR DURASYON ANALİZİ .....	96
TABLO 20: VARSAYIMSAL X BANKASI YTL DUYARLILIK ANALİZİ .....	98
TABLO 21: VARSAYIMSAL X BANKASI USD DUYARLILIK ANALİZİ .....	99
TABLO 22: VARSAYIMSAL X BANKASI EUR DUYARLILIK ANALİZİ .....	100
TABLO 23: ÇARPIM VE ARTI ÇARPIM FAKTÖRÜ .....	111
TABLO 24: 01.02.2008/29.02.2008 TARİHLERİ ARASINDA USD DÖVİZ KURU GETİRİLERİ ....	117
TABLO 25: SPOT VERİM EĞRİSİNE ESAS VERİ SETİ .....	124
TABLO 26: FRA İÇİN NAKİT AKIM MAPPINGİ .....	137
TABLO 27: ÜSSEL AĞIRLIKLI HAREKETLİ ORTALAMA (EWMA) .....	142
TABLO 28: VOLATİLİTE .....	148
TABLO 29: STANDART NORMAL DAĞILIM TABLOSU .....	151
TABLO 30: VARSAYIMSAL X BANKASI RMD'YE ESAS PORTFÖYÜ .....	180
TABLO 31: MODEL BAZINDA RMD SONUÇLARI .....	181
TABLO 32: GERİYE DÖNÜK TEST SONUCU (GARCH <sub>(1,1)</sub> ) .....	182

<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b>	<b>SAYFA</b>
GRAFİK 1: BONO FİYATI CARİ FAİZ ORANI İLİŞKİSİ .....	61
GRAFİK 2: BONO FİYATI – VERİM İLİŞKİSİ .....	62
GRAFİK 3: BONOLARIN KARŞILAŞTIRILMASI .....	63
GRAFİK 4: BONO FİYATLARI VE VADEYE KADAR GETİRİ .....	68
GRAFİK 5: KONVEKSİTE .....	71
GRAFİK 6: YÜZDESEL VE LOGARİTMİK GETİRİ .....	118
GRAFİK 7: NORMAL DAĞILIM .....	161

## GİRİŞ

Bankalar, kar maksimizasyonu amacı çerçevesinde faaliyette bulunan diğer organizasyonlardan, fon fazlası ve fon açığı olan ekonomik birimler arasında üstlendikleri finansal aracılık faaliyetleri nedeniyle ayrılırlar. Bu aracılık faaliyeti bankalar açısından bir bilanço yönetimi olarak basitçe tanımlansa da aslında çok sayıda, karmaşık ve birbirine bağlı riskin yönetimidir. Bankaların performansı da bu karmaşık risk ağının kar amacı doğrultusunda doğru olarak yönetilmesiyle ilintilidir. Öyleyse bankalar açısından performansın iki bileşeninin etkin kar yönetimi ve etkin risk yönetimi olduğunu söyleyebiliriz. Günümüz finans dünyasının gerekleri bu iki bileşen arasında dengeli ve etkileşimli bir ilişki kurmayı bankalar açısından zorunlu kılmaktadır. Bu iki bileşen birbirinin karşısı ya da birbirini sınırlayan kavramlar gibi algılansa da aslında her iki bileşen de banka karlılığını arttırma hedefine odaklanmıştır. Kullandıkları yöntemler farklı olsa da her iki bileşen açısından da temel hedef bankanın piyasa değeri veya hisse fiyatını arttırmaktır.

Risk yönetimi kavramı, deniz ticaretinin sigortalanması ihtiyacının bir sonucu olarak yüz yıllar öncesine dayanmakla birlikte çağdaş risk yönetimi, 1970'li yıllarda yaşanan faiz oranları ve döviz kurlarındaki dalgalanmalar ve bu dalgalanmaların doğurduğu risklerden korunmak amacıyla geliştirilen türev ürünlerle birlikte ortaya çıkmıştır.

Dünya'da Bretton Woods'un yıkılmasıyla (1973) esnek kur sistemine geçilmesi, döviz piyasalarında meydana gelen dalgalanmaları artırırken, finansal kurumları, bu dalgalanmalardan korunmak amacıyla futures, options gibi türev ürünleri geliştirmeye zorlamıştır. Buna ilave olarak, 1970'lerin başlarında yükselen enflasyon oranları ve döviz kurlarının dalgalanması faiz oranlarında da oynaklığa neden olmuştur. Finansal kurumların faiz oranı oynaklıklarına verdiği tepki ise yine riskten korunma amacı ile yeni faizli türev enstrümanları geliştirmeleri olmuştur.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Michael CROUHY, Dan GALAI, Robert MARK: Risk Management, New York: Mc-Graw Hill Yayınları, (2001), xix

Son otuz yılda finans ve finans dışı alanlarda yaşanan hızlı gelişmeler tüm dünyada bankaların karşı karşıya kaldıkları risklere yenilerini eklerken, riskin tanımlanması ve taşınan riskin gerçek boyutunun tespit edilmesi için gerekli olan çalışmaların giderek daha karmaşıklaşmasına neden olmuştur.<sup>2</sup>

Leslie Rahl'a göre risk yönetiminin son 30 yıldaki gelişimi şöyle özetlenmektedir:

“1970'lerde risk kontrolleri sadece kredi üzerineydi. 1980'lerde risk yönetimi ürünleri türetildi ve bunlardan bazıları faiz, döviz futures ve swapları, caps, collars ve benzeri türevlerdir. Bu on yıl içerisinde risk raporlamalarına (kredi limitlerinin ve pozisyon limitlerinin) olan talep artmıştır. 1990'lara gelindiğinde risk limitleri sayısallaştırılmaya başlanmıştır. Portföyün riskten korunması beta ağırlıklı delta karşılıklarıyla, kredi rezervleri ile sağlanıyordu. Bunlara ilave olarak stres testleri, RMD modelleri ve kurum çapında entegre risk yönetim sistemleri geliştirilip uygulanmaya başlandı.”<sup>3</sup>

Son otuz yıl içinde giderek karmaşıklaşan finans dünyası içinde bankalar açısından çözümlenmesi gereken temel problem, karşılaşılan riskleri minimize ederken karı maksimize etmektir. Peki minimize edilecek risk nedir?

Risk kavramı, yaşanan anın ilerisinde var olması olası, sonuçları istenmeyen arzulanmayan durumlar için kullanılmaktadır. Riskin çeşitli tanımları bulunmaktadır. Bu tanımlardan bir kaçı aşağıda verilmiştir.

- Risk, gelecekteki belirsizlik nedeniyle bir işletmenin;

---

<sup>2</sup> Cüneyt SEZGİN, Yasemin TÜZÜN, “Dünyada ve Türkiye’de Piyasa Riski Yönetimi”, **Active**, (1999),17

<sup>3</sup> Leslie Rahl, "Reflections on Risk Management" Business Economics Washington (Nisan 2000), Vol.35, Sayı.2, ss.20-26

-Şimdiki zamanda yapmış olduğu işlemler ya da aktedilen sözleşmelerden, gelecekte değişen koşullar nedeniyle zarar etme tehlikesini,

-Nakit akımlarında ortaya çıkabilecek düzensizlik ve bu düzensizliğe bağlı olarak ödeme güçlüğu ya da umulandan daha yüksek oranlarda borçlanmak zorunda kalma tehlikesini,

-Yukarıdaki nedenlerden biri veya ikisinin aynı anda oluşması sonucu ortaya çıkan, taahhütlerini yerine getirememekten kaynaklanan tasfiyeye uğrama tehlikesini ifade eder.<sup>4</sup>

- Gerek İngilizce, gerekse Türkçe’de risk; kayıp hasar tehlikesi yada kayıp hasar tehlikesi olasılığı veya sigorta edilen şey olarak kullanılmaktadır.<sup>5</sup>
- Risk, bir işleme ilişkin bir parasal kaybın ortaya çıkması veya bir giderin ya da zararın doğması nedeniyle ekonomik faydanın azalması ihtimalidir.
- Risk, çeşitli değişkenlik ya da belirsizlik kaynaklarının karlılık üzerindeki ters etkisi olarak tanımlanabilir.
- İstatistiksel açıdan risk ise örnek kütlenin varyansı veya standart sapmasıdır. Varyans ne kadar yüksekse, getirinin bilinmezliği yani riski de o kadar yüksektir.<sup>6</sup>

---

<sup>4</sup> Şakar, Hakan: Risk Yönetimi Açısından Bankalarda Aktif Pasif Yönetimi, İstanbul: Akdeniz Yayıncılık A.Ş. (2002), s.8

<sup>5</sup> Arman T.Tevfik: Risk Analizine Giriş, İstanbul:Alfa Kitapevi, (1997), s:2

<sup>6</sup> Lance Smith, Risk Management & Financial Derivatives: Risk-reward Relationships^Foundation. of Derivatives New York: McGraw Hill, 1998, s.3

Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumunun 8 Şubat 2001 tarihli 24312 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe soktuğu, “Bankaların İç Denetim Ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkında Yönetmelik” kapsamında risk<sup>7</sup>; “Bir işleme ilişkin bir parasal kaybın ortaya çıkması veya bir giderin ya da zararın vuku bulması nedeniyle ekonomik faydanın azalması ihtimali” olarak tanımlanmaktadır.

Yönetmelik kapsamında yer alan risk türlerine ilişkin açıklamalar da, aşağıda ki gibidir.<sup>8</sup>

- Kredi riski: Banka müşterisinin yapılan sözleşme gereklerine uymayarak yükümlülüğünü kısmen veya tamamen zamanında yerine getirememesinden dolayı bankanın karşılaştığı durumu;
- İşlemin sonuçlandırılmaması riski: Bankanın karşı taraftan, umulan sürede işleme konu finansal aracı ya da fonu (nakdi) teslim alamaması, elde edememesi durumunu;
- İşlemin sonuçlandırılma öncesi oluşan risk: İşlemi yapan taraflardan birinin, işlemin süresi içinde, sözleşmedeki yükümlülüğünü yerine getiremeyeceğinin anlaşıldığı durumu;
- Ülke riski: Uluslararası kredi işlemlerinde, krediyi alan kişi ya da kuruluşun faaliyette bulunduğu ülkenin ekonomik, sosyal ve politik yapısı nedeniyle yükümlülüğün kısmen veya tamamen zamanında yerine getirilememesi ihtimalini;
- Transfer riski: Krediyi alan kişi ya da kuruluşun bulunduğu ülkenin ekonomik durumu ve mevzuatı nedeniyle döviz borcunun aynı türde veya konvertibl diğer bir döviz ile geri ödenememe ihtimalini;

---

<sup>7</sup> Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu, “Bankaların İç Denetim Ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkında Yönetmelik” , 8 Şubat 2001 tarihli 24312 sayılı Resmi Gazete

<sup>8</sup> Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu, “Bankaların İç Denetim Ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkında Yönetmelik” , 8 Şubat 2001 tarihli 24312 sayılı Resmi Gazete

- Likidite riski: Bankanın nakit akışındaki dengesizlik sonucunda nakit çıkışlarını tam olarak ve zamanında karşılayacak düzeyde ve nitelikte nakit mevcuduna veya nakit girişine sahip bulunmaması;
- Piyasaya ilişkin likidite riski: Bankanın piyasaya gerektiği gibi girememesi, bazı ürünlerdeki sıkı piyasa yapısı ve piyasalarda oluşan engeller ve bölünmeler nedeniyle pozisyonlarını uygun bir fiyatta, yeterli tutarlarda ve hızlı olarak kapatamaması veya pozisyonlardan çıkamaması durumunda ortaya çıkan zarar ihtimalini;
- Fonlamaya ilişkin likidite riski: Nakit giriş ve çıkışlarındaki düzensizlikler ve vadeye bağlı nakit akımı uyumsuzlukları nedeniyle fonlama yükümlülüğünü makul bir maliyet ile potansiyel olarak yerine getirememesi ihtimalini;
- Piyasa riski: Bilanço içi ve bilanço dışı hesaplarda bankalarca tutulan pozisyonlarda finansal piyasadaki dalgalanmalardan kaynaklanan faiz, kur ve hisse senedi fiyat değişimlerine bağlı olarak ortaya çıkan faiz oranı riski, hisse senedi pozisyon riski ve kur riski gibi riskler nedeniyle zarar etme ihtimalini;
- Faiz oranı riski: Faiz oranlarındaki hareketler nedeniyle bankanın pozisyon durumuna bağlı olarak maruz kalabileceği zarar ihtimalini;
- 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 kayıpları ya da zarara uğrama ihtimalini;

- Mevzuata ilişkin yetersiz bilgi riski: Banka tarafından yetersiz ya da yanlış yasal bilgi ve belgeye dayanarak yapılabilecek işlemler neticesinde hakların beklenenden düşük, yükümlülüklerin ise beklenenin üzerinde gerçekleşme ihtimalini;
- İtibar riski: Faaliyetlerindeki başarısızlıklar ya da mevcut yasal düzenlemelere uygun davranılmaması neticesinde bankaya duyulan güvenin azalması veya itibarının zedelenmesi ile ortaya çıkabilecek kaybı;
- Düzenlemelere uyulmama riski: Mevzuat hükümlerine ve yasal yükümlülüklere uyulmaması sonucu ortaya çıkabilecek kaybı,

ifade etmektedir.

Yönetmeliğin tanımladığı bu risklerin bankalar açısından son derece önemli olduğu ve yakından takip edilmesi gerektiği açıktır. Bu risklerin her birisinin bir diğerini doğurması ya da bir diğerine dönüşmesi de mümkündür. Örneğin yüksek tutarlardaki kredi riskinin bankayı likidite riski ile karşı karşıya bırakması ya da itibar riskinin artması ve müşteri güveninin sarsılmasıyla bankanın bir likidite sıkıntısına girmesi her zaman mümkündür.

Yaptığımız çalışma yukarıda sayılan risklerden aktif / pasif yönetimi ve piyasa riski çatısı altına girenlere odaklanmakta ve bu çatı altındaki risklerin sayısallaştırılması ve yönetilmesi konularına açıklık getirmeye çalışmaktadır.



## BİRİNCİ BÖLÜM

### AKTİF PASİF YÖNETİMİ

Aktif-Pasif Yönetimi bankanın bilançosunun aktif ve pasif taraflarını eş anlı olarak optimal karlılık temel amacından sapmadan bilançooya yansıyan likidite, kur, kredi, faiz ve sermaye yeterliliği gibi riskleri göz önüne alarak çeşitli modeller ve analiz teknikleri yardımıyla yasal kısıtlar çerçevesinde vade, miktar, fiyat olarak dengede tutmaya yönelik risklerini yönetmesi tekniğidir.<sup>9</sup>

Aktif Pasif Yönetimi kavramının bankacılık açısından daha bilinen bir kavram olmasına karşın risk yönetimi ve risk yönetimi perspektifinden ele alınan aktif pasif yönetimi kavramı ülkemiz bankaları için bugünkü içeriği ile yeni bir kavramdır.<sup>10</sup>

Banka bilançosunu yönetmekle görevlendirilmiş ve bu konuda banka yönetimince yetkilendirilmiş birimler, yönetim organlarınca kendilerine verilen gelir hedeflerine ulaşmak için yetkilendirildikleri alanlarda bir portföy oluşturarak, bu portföyü gelir hedefleri doğrultusunda yönetirler. Temel amaç, aktif getirileriyle pasif maliyetleri arasındaki marjı pozitifte tutarak burada stabilize etmek, böylece hedeflenmiş gelirlere ulaşmaktır. Bu portföy yönetimi, açık bir şekilde ifade edilmiş olsun ya da olmasın aslında bir risk yönetimidir. Klasik bankacılık algısı bu portföyün maksimum gelire odaklandığı bir çerçevede çalışır. Oysa temel amaç sadece geliri maksimize etmek değil minimum riskle optimum kara ulaşmaktır. Bu bakış açısı günümüz bankacılığının da odak noktasıdır. Klasik bankacılık algılarından uzaklaşarak risk odaklı bu bakış açısını aktif pasif yönetiminin de temeline yerleştirmek gerekir. Aslında günümüzde de aktif pasif yönetimi kavramı, bankacılığın öteden beri kullandığı, bilindik analizlere yapılmaktadır. Geçmişten bugüne değişen ise analizlerin

---

<sup>9</sup> Koray, TULGAR: Ticari Bankalarda Aktif Pasif Yönetimi, Türkiye Bankalar Birliği, 1993

<sup>10</sup> Şakar, Hakan: Risk Yönetimi Açısından Bankalarda Aktif Pasif Yönetimi, İstanbul: Akdeniz Yayıncılık A.Ş. (2002), s.4

içerikleri ya da yapılış şekilleri değil risk yönetimi odaklı bu bakış açısının getirdiği yönetsel farklılıklardır.

## 1. Likidite Riski

Likidite riski, bankalarda (ve tüm işletmelerde) başka aktif ve pasifler arasında doğabilecek vade uyumsuzluğu olmak üzere; aktif kalitesinin bozulması, (geri dönmeyen alacakların artması) batık krediler dışındaki donuk aktiflerin artışı ya da donuk olmayan aktiflerin donuk hale gelmesi, faiz tahsilatlarının ve karlılığın düşmesi, hızlı ve beklenmeyen mevduat çekilişi, yerel ve/veya uluslar arası krizler nedeniyle nakit talebinin hızla artması vb. nedenlerle aktiflerin fonlama ihtiyacı ve buna bağlı olarak nakit ödemelerini ve taahhütlerini yerine getirememe tehlikesidir.<sup>11</sup>

Hemen her işletmede olduğu gibi ticari bankalarda da kar temel amaçtır. Bu amacın maksimizasyonu, önemli bir kısmı belirli bir maliyet unsuru içeren pasif kalemlerin minimum maliyetle oluşturulması ve aktif kalemlerin de mümkün olan en yüksek getiriyle yatırıma dönüştürülmesi ile mümkün olur. Bu dönüştürme işlemi pasif ile aktif arasında bir vade ve faiz transformasyonunu da zorunlu kılar.

Sadece kar amacına odaklanmış bir bankanın fazla likit varlık bulundurmaması gerekir, çünkü temelde karlılık ile likidite arasında ters yönlü bir ilişki vardır. Bir bankanın aktiflerinin ortalama likiditesi arttıkça bu aktiflerin getirisi de düşecektir. Ancak bir yandan da bankalar, mevduattaki çekilmeleri ve yeni kredi taleplerini de karşılamak zorundadırlar. Ayrıca öngörülemeyen likidite ihtiyaçlarının karşılanması için her an ulaşılabilir fonlama kaynaklarına da ihtiyaç vardır. Bu kısıtların varlığı bankaların belirli miktarda likit ya da likite yakın varlık tutmalarını zorunlu kılar.

---

<sup>11</sup> Şakar, Hakan: Risk Yönetimi Açısından Bankalarda Aktif Pasif Yönetimi, İstanbul: Akdeniz Yayıncılık A.Ş. (2002), s.209

Karlılıkla likidite arasındaki ters yönlü ilişki banka yönetimini bu iki kavram arasında bir optimum nokta bulmaya itecektir. Banka yönetimi, kısa vadeli likidite ihtiyaçlarının karşılanması için belli miktarda hazır değerleri bankada tutmakla birlikte, öngörülemeyen likidite ihtiyaçlarının karşılanması için hemen ulaşılabilir yeni fonlama kaynaklarını da hazırda tutmak isteyecektir. Bunun dışındaki fon kaynaklarını ise karlılığı arttırmak için likit bir değer olarak tutmayacaktır. Öyleyse, bir bankanın karlılığını arttırabilmesi için kısa vadeli likidite ihtiyaçlarını tam olarak belirleyebilmesi yani ihtiyacından fazla likit değer bulundurmaması gerekmektedir. Bu nedenle banka, likidite gereksiniminin unsurları üzerinde dikkatle durmalıdır.

Bir bankanın likidite gereksinimi temel olarak üç ana unsura ayrılabilir:

- Kısa vadede likidite ihtiyacı, bankanın günlük olağan işlemlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkan, kısa zamanda vadesi dolacak aktif ve pasif kalemler arasındaki farktan kaynaklanan likidite ihtiyacıdır. Örneğin bir hafta içinde vadesi dolacak mevduat ile kredi ve menkul değerler cüzdanı arasındaki fark, kısa vadede bankanın likidite ihtiyacı olarak ortaya çıkacaktır. Bu anlatımla hesaplaması oldukça kolay gözükse de belirsizlik unsurları da dikkate alındığında hesaplamasının hiç de kolay olmadığı görülecektir. Hesaplama sırasında karşılaşılabilecek en önemli belirsizlik, vadesiz unsurların davranış şekilleridir. Özellikle olağan üstü durumlarda (kriz ortamında) bu vadesiz unsurların nakde dönüşme olasılığı oldukça yüksektir.

Vadesiz hesaplar istenildiği an geri ödenen hesaplardır. Bu kalemin hesaplamaya katılmasında ekonomik konjoktüre göre yol çizmek doğru kabul edilmektedir. Piyasanın bankaya güveninin azaldığı yada genel bir ekonomik krizin baş gösterdiği durumlarda tüm vadesiz hesapları hemen çekileceğini varsaymak gerekmektedir. Diğer bir yol ise banka mevduat çekilişlerinin olağan ve olağanüstü dönemlere göre istatistiksel olarak hesaplanması ve ortalamalar ışığında bir vade yapısı kullanılmasıdır.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Şakar, Hakan: Risk Yönetimi Açısından Bankalarda Aktif Pasif Yönetimi, İstanbul: Akdeniz Yayıncılık A.Ş. (2002), s.214

Bir başka belirsizlik unsuru, vadesi dolan mevduatın yenilenememe olasılığıdır. Benzer şekilde yeni mevduat girişleri de belirsizliği arttırmaktadır. Kredilerin vadesinde geri dönmeme olasılığı ya da yeni kullanılacak kredilerdeki artış da hesaplamaları zorlaştırmaktadır. Tüm bu belirsizlik unsurlarının kısa vadede doğacak likidite ihtiyacının belirlenmesinde dikkate alınması gerekir.

- Mevsimsel ya da dönemsel etkilerden kaynaklanan likidite ihtiyacı, tarihsel olarak bir düzenlilik gösterir. Örneğin vergi ödeme dönemleri, bayramlar, tatil dönemleri, tarımsal faaliyet dönemleri önceden bilinen nakit giriş ve çıkışları yaratırlar. Bu nakit giriş ve çıkışlarının kısa vadede likidite ihtiyacı üzerinde yaratacağı etkiler mutlaka hesaplanmalıdır.
- Bir bankanın likidite gereksinimi kaynağı olarak sayılabilecek üçüncü ana unsur ise, yapısal olarak ortaya çıkan likidite gereksinimleridir ve bu gereksinimler kısa vadeli ya da mevsimsel likidite gereksinimlerinden, bilanço üzerindeki etkileri ve fonlama ihtiyaçları yönünden farklılık gösterirler. Yapısal olarak ortaya çıkan likidite gereksinimleri, banka bilançosunda meydana gelen kalıcı değişiklikler sonucu ortaya çıkar. Örneğin yıllardır yenilenen bir sendikasyon kredisinin yenilenememesi bankanın bilanço yapısında yapısal bir değişiklik yaratacak ve sendikasyon yoluyla fonlanan kredilerin kullanılması mümkün olmayacaktır. Banka bu sendikasyon kredisini geri ödeyebilmek için bu yolla plasman sağladığı kredileri geri çağırarak ya da mevcut fonlama kaynaklarının üzerindeki yükü arttıracaktır. Hangi yöntem seçilirse seçilsin bankanın bilanço yapısı değişime uğrayacak ve kısa vadedeki likidite ihtiyacı bu duruma özel olmak üzere artacaktır.

Bu unsurlar, likiditenin, sadece karlılık üzerinde yarattığı etki ile değerlendirilmesinin eksikliğini de ortaya koymaktadır. Bu nedenle likidite kavramı likidite riski kavramının bir alt başlığı olarak değerlendirilmeli ve incelenmelidir. Bir bankanın temel hedefi karlılık olmakla birlikte bu hedefe ulaşamamak bankanın batması

---

anlamına gelmez. Oysa yetersiz likiditenin doğurduğu likidite riski bankanın batması ile sonuçlanabilecek etkiler yaratabilir. Geçmişteki banka iflasları incelendiğinde, farklı nedenlerle, farklı risk kaynaklarından ortaya çıkmış olsalar da, bu nedenlerin ya da risk kaynaklarının likidite riskine dönüşerek bankanın iflasına yol açtığı görülmektedir. Ticari bankaların ihtiyatlılık ve kar amacını birlikte sağlaması bu nedenle bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır. Banka yönetimleri bir yandan piyasaya karşı güven telkin etmek bir yandan da karlılık amacına ulaşmak zorundadırlar. Öyleyse bir banka için öncelikli konu karlılığın maksimizasyonu ve yanı sıra ihtiyatlılık olmalıdır. Bunun için de likidite riskinin doğru yönetilmesi gerekir.

Bir ticari bankada likidite gereksiniminin karşılanması için pek çok yol vardır. Bu yollar sadece aktif ya da sadece pasif kalemler üzerinde yoğunlaşabileceği gibi, günümüzdeki kullanım şekliyle aktif ve pasif kalemleri bir arada kullanan bir yol da takip edilebilir. Sadece aktif üzerinde yoğunlaşan bir banka, likidite gereksinimini öncelikle birincil rezervler olarak adlandırılan kasa, Merkez Bankası ve diğer bankalardaki varlıklarından karşılamaya çalışacaktır. Birincil rezervlerin yetersiz kalması halinde ikincil rezervleri oluşturan devlet tahvili, hazine bonusu gibi getirili aktiflere yönelecek ve bu aktifleri nakde dönüştürmek için elden çıkartma yoluna gidecektir. Ancak ikincil rezervlerin nakde dönüşümü amacıyla satışı, çoğunlukla bankaya belirli bir maliyet yükler. Bu satış, getirili aktif niteliğindeki bu kıymetlerin gelecekteki getirilerinden bankayı mahrum bırakacak, ayrıca alım satım fiyat farkı nedeniyle de bankanın satış karşılığında elde edeceği nakit tutarı düşecektir. Birincil rezervlerin yetersiz kalması hali genelde bankanın ciddi bir likidite gereksinimi ile karşı karşıya kalması halinde ortaya çıkacaktır. Eğer ikincil rezervlerin satışı böylesi büyük bir likidite gereksiniminden kaynaklanıyorsa piyasa derinliği de satış süreci ve satış fiyatı üzerinde doğrudan etkili hale gelecektir.

İkincil rezervler içindeki hazine bonoları ve devlet tahvilleri, repo işlemine konu edilerek yeni fon kaynakları sağlanabilir. Bu yolla kaynak temini, bankaların sıkça başvurdukları bir likidite yaratma yoludur. Repo işlemi ile aktif içerisindeki menkul kıymetler elden çıkartılmadan, repo işleminin sonuna kadar nakde dönüştürülebilmektedir.

Likidite gereksinimini pasifler üzerinden karşılamak isteyen bir bankanın başvuracağı öncelikli kalemler, mevduat ve bankalar arası para piyasasıdır. Bir ticari banka açısından mevduat vazgeçilmez bir fon kaynağı ve tercih edilen bir seçenektir. Ancak mevduatın tamamı bankanın serbest kullanımına bırakılmaz, banka belli oranda zorunlu karşılık ayırmak zorundadır. Bu durum mevduatın maliyetini artıran bir unsurdur. Bu ek maliyet unsuruna rağmen tabana yayılmış bir mevduat, büyük miktarlarda fon çıkışı riskini azalttığı için banka açısından sağlam bir fon kaynağıdır.

Bankalar arası para piyasası da bankalar açısından önemli bir fon kaynağıdır. Ancak bu kaynak çok kısa vadeli yapısı nedeniyle piyasa koşullarından doğrudan etkilenen, faiz oranı değişimlerine çok hassas bir kaynaktır. Faiz oranlarındaki ani yükselmeler, bankalar arası para piyasası kullanılarak yapılan fonlamayı banka için yüksek maliyetli hale getirecektir. Sendikasyon, seküritizasyon ya da tahvil ihracı daha uzun vadeli fon kaynakları olarak bankaya likidite sağlamak için önemli araçlardır.

Likidite gereksiniminin karşılanamamasının yaratacağı likidite riski, bir bankanın, nakit akışındaki dengesizlikler sonucunda, nakit çıkışlarını tam olarak ve zamanında karşılayacak düzeyde ve nitelikte yeni nakit girişine veya mevcuduna sahip olmaması ve bankanın kısa vadeli varlıklarının, kısa vadeli yükümlülüklerini ya da beklenmeyen nakit çıkışlarını karşılayabilme gücünü kaybetmesi sonucunu doğurur. Bu durum, bir bankanın bilançosu ve bilançosunda yer alan ürünlerin çeşitliliği dikkate alındığında pek çok farklı nedenle oluşabilir. Bu nedenler, bir banka için içsel ya da dışsal faktörlerden kaynaklanan çeşitli olayların gerçekleşmesiyle ortaya çıkar. Birkaç örnek vermek gerekirse;

- Banka, vadesi gelen tüm borçları kadar kasada para veya başka türlü ödeme vasıtasını kullanıma hazır tutmaz; çekilmesi beklenen miktar kadar tutar. Ancak, bazı dönemlerde bankanın beklediği ölçülerde yeni mevduat gelmeyebilir. Bu, genelde ekonominin içinde bulunduğu durum nedeni ile olabileceği gibi, (alternatif yatırımların getirisinin artması, genel tasarruf hacminin düşmesi, faiz gelirlerine yeni vergiler getirilmesi gibi), bankanın yeterince çaba göstermiyor olması ve toplumdaki imajını yitiriyor olmasından da kaynaklanabilir. Vadesi

gelen ve yenilenemeyen mevduat geri ödemelerini karşılayacak kadar yeni fonlama kaynağı bulunamaması, bankayı likidite riskiyle karşı karşıya bırakacaktır.

- Kullandırılan kredilerin anapara veya faizlerinin, sözleşme ile kararlaştırılan zamanda geri dönmemesi veya gecikme ile dönmesi, yönetilmesi gereken bir başka likidite riski kaynağıdır. Bazen de, olağanüstü durumlar nedeniyle açılan kredi limitleri veya vadesi gelen mevduat, beklenenden çok daha hızlı bir şekilde çekilmeye başlar ve banka bu çekişleri ödemekte güçlüklerle karşılaşabilir. Bu güçlük, bankanın itibarına kısa zamanda telafi edilemez hasarlar verebilir ve diğer müşterilerin de korku ve panikle, vadesi gelmeyen paralarını talep etmeleri sonucunu doğurabilir. Böylece, banka ödeme gücünü içine düşer.

Likidite riskini ortaya çıkaran başlıca nedenler ise şu şekilde sıralanabilir:<sup>13</sup>

- Genel ve dönemsel vade uyumsuzluğu;
- Aktif kalitesinin bozulması;
- Donuk aktiflerin artması;
- Beklenmeyen kaynak çıkışı;
- Faiz tahsilatlarının ve karlılığın düşmesi;
- Yerel ve uluslararası krizler.

---

<sup>13</sup> Şakar, Hakan: Risk Yönetimi Açısından Bankalarda Aktif Pasif Yönetimi, İstanbul: Akdeniz Yayıncılık A.Ş. (2002), s.211

Likidite riskinin iki temel kaynağı olduğu söylenebilir. Bu kaynaklardan bir tanesi, fonlama ihtiyaçlarından kaynaklanan likidite riski, diğeri ise piyasadan kaynaklanan likidite riskidir.

Fonlama ihtiyaçlarından kaynaklanan likidite riski, “Bankanın günlük faaliyetlerini ya da mali durumunu etkilemeden, hem beklenen hem de beklenmeyen cari ve gelecek nakit akışı ve teminat ihtiyaçlarını etkin ve verimli bir şekilde karşılayamaması riskidir.”<sup>14</sup>

Piyasadan kaynaklanan likidite riski, “Piyasa derinliğinin yetersiz olmasından ya da piyasanın bozulmasından dolayı, bir bankanın piyasa fiyatlarını önemli oranda etkilemeden bir pozisyonu kolay karşılayamaması veya tasfiye edememesi riski”<sup>15</sup> olarak tanımlanmaktadır.

Bu iki risk arasında yakın bir bağlantı vardır ve bazı olaylar her iki riski birden tetikleyebilir. Bazı durumlarda ise, bu iki riskten bir tanesinin varlığı diğeri de tetikleyebilir. Bu riskleri doğurabilecek bazı olası durumlar ise şunlardır:

- Bankanın, bilanço içi / dışı yükümlülüklerinin vadesi geldiğinde, bu yükümlülükleri karşılama kabiliyetinde önemli bir bozulma olması;
- Teminatl / teminatsız yeni fonlama kapasitesinin daralmasından, likit varlıkların azalmasından ya da bunların tamamen ortadan kalkmasından kaynaklanan bilanço yönetememek;
- Piyasa derinliğinin kaybolmasından dolayı likide yakın varlıkları nakde dönüştürememek;

---

<sup>14</sup> Institute of International Finance-IIF , “The Management of Liquidity Risk in Financial Groups” Mayıs 2006 s.1

<sup>15</sup> Institute of International Finance-IIF , “The Management of Liquidity Risk in Financial Groups” Mayıs 2006 s.1



- Banka aktiflerinin fonlama giderlerinde, likit varlıkların iskonto oranlarında ya da bankanın teminat karşılığı yaptığı işlemlerde yatırılan teminatın marjlarında, bankanın bilanço yapısındaki bozulmalardan ya da piyasa dinamiklerinden kaynaklanan beklenmedik artışlar.

Aslında yukarıda likidite riskinin temel kaynakları için yapılan her iki tanıma da ihtiyatla yaklaşmak gerekir. Bu ihtiyatlılık, tanımların genel anlamda likidite riskinin çerçevesini çizmeye çalışmasından kaynaklanır. Oysa her bankanın farklı faaliyet alanları, farklı fonlama kaynakları ve ihtiyaçları, farklı piyasa özellikleri ve farklı risk alma iştahları bulunmaktadır. Her banka için likidite sorunlarının çeşitli yol ve şekillerde kendini gösterdiği dikkate alındığında, yukarıda verilen her bir tanımın bankaya özel likidite risklerini de kapsayacak şekilde detaylandırılması yerinde olacaktır.

Bu tanımların detaylandırılmasının en önemli gerekliliği, likidite riskinin, bankanın sadece üst yönetimince değil, her birimince kavranılıp, anlaşılmasına imkan sağlamaktır. Bankanın, özellikle fonlama kaynaklarının ve doğal olarak fonlama ihtiyaçlarından kaynaklanan likidite riskinin günlük yönetimi için bu durum son derece önemlidir. Çünkü bu detaylı tanımlama, bankanın risk yönetim stratejisi ve risk iştahı bağlamında, risklerinin önem düzeyini yansıtan ve dikkate alan, önceden kararlaştırılmış, dokümente edilmiş ve söz konusu birimlerce uygulanan bir likidite riski yönetimi stratejisini de beraberinde getirecektir.

### **1.1. Likidite Riski Yönetim Stratejisi**

Bir bankada önceden tanımlanmış ve dokümente edilmiş bir likidite riski yönetim stratejinin varlığı, banka üst düzey yönetiminin olduğu kadar, likidite yönetiminde doğrudan veya dolaylı pay sahibi olan tüm birimlerin de genel bir bakış açısına sahip olmasına imkan sağlayacak; böylece bir yandan fonlama kaynakları içinden en az maliyetli kaynaklar arasında seçim yapılması, bu kaynakların

sürekliliğinin sağlanması ve bir yandan da fonlamadan kaynaklanan likidite riski olasılığına karşı, daha yüksek maliyetli olsalar da istenildiğinde ulaşılabilir fonlama kaynaklarının hazırda tutulmasına imkan sağlayacaktır.

Banka tarafından yapılacak bu tanımlamalar ve oluşturulacak stratejiler; bankanın bilanço yapısında meydana gelen değişiklikler, banka tarafından yeni uygulamaya konulan ürünler, makro düzeyde piyasa dinamiklerinde meydana gelen değişimler, bazı fonlama kaynaklarında bankalar arası rekabetin artmasının yaratacağı etkiler ve sorunlar v.b. nedenlerle belirli aralıklarla gözden geçirilmeli ve güncellenmelidir. Aksi takdirde likidite riski yönetimi stratejisinin banka ihtiyaçlarını karşılayamaması ve doğal olarak, tanımlanmamış ve stratejide yer verilmemiş yeni risk unsurlarıyla karşılaşılması olasılığı vardır.

Bir bankanın likidite riski yönetimi stratejisinde olması gereken unsurların genel çerçevesi aşağıda sıralanmıştır:

- Bankaların likidite riskini ölçmek, izlemek, kontrol altında tutmak ve kurum içinde raporlamak amacına yönelik uygun ve yeterli bilgi sistemleri mevcut olmalıdır. Bankaların bu sistemlerde düzenli gözden geçirme ve incelemeler yapması ve bilgi sistemlerince üretilen bilgilerin doğruluğundan emin olması gerekir. Bunun için bilgi sistemleri üzerinde etkin ve verimli iç kontrol süreçleri tanımlanmalıdır. Bilgi sistemlerinin raporlama gücü, piyasa ve kredi risklerini, operasyonel riskleri ve diğer ilgili riskleri de içeren, entegre risk yönetimi çerçevesinin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde arttırılmalıdır. Likidite riskinin sayısallaştırılması bu entegre risk yönetiminin önemli unsurlarından birisi olmalıdır.
- Bankalar, likidite risklerini sayısallaştıran raporlamalarını sadece döviz cinsleri bazında konsolide edilmiş raporlarla sınırlı tutmamalı; raporlamaları, banka bilançosu içinde tutarsal olarak anlamlılığı olan tüm döviz cinslerinde ayrı takip etmelidir. Hatta önemli döviz cinslerinin likidite yönetim stratejileri de ayrıca tanımlanmalıdır.

- Bankaların likidite riski yönetim stratejilerini etkin bir şekilde uygulamak ve hayata geçirmek için, likidite yönetimi yapısı içinde yer alan çeşitli kurulların, üst yönetim komitelerinin ve diğer alt birimlerin rolleri, görevleri ve sorumlulukları yazılı olarak belirlenmelidir. Bu görev ve sorumluluklar likidite riskinin yönetimini üstlenen birimlerle ilgili tüm detayları içermelidir.
- Bankalar, sayısallaştırdıkları likidite risklerini, sınırlamak ve kontrol altında tutmak adına, likidite riski tanımları içerisinde yer alan her bir risk unsuru için limitler koymalıdır. Limitlerle birlikte limit aşım yetkileri ve sınırları da tanımlanmalı ve olası limit aşımalarında yapılması gerekenler ayrıntılı olarak dokümente edilmelidir.
- Bankalar, likidite riskini ölçmek ve izlemek amacıyla sağlam ve dokümente edilmiş metodolojiler geliştirmeli ve uygulamalıdır. Bu metodolojiler, endüstri standardı olarak kabul görmüş belirli statik ölçüm tekniklerinden, dinamik aktif pasif modellerine kadar likidite riskinin sayısallaştırılmasında farklı bakış açıları getiren ölçüm tekniklerini ve modellerini içermelidir. Bu ölçüm tekniklerinin ve modellerinin temel varsayımları ve parametreleri sık periyotlarla gözden geçirilmelidir.
- Bankalar, piyasa dinamiklerine ve koşullarına; ürünlerine ve ürün pazarlama alanlarına uygun yeni ürün geliştirme ve fonlama kaynaklarını çeşitlendirme stratejileri belirlemeli; belirlenen koşullarda değişiklik oldukça bu stratejilerde de güncellemeler yapmalıdır.
- Likidite riski yönetimi stratejisi içinde yer alması gereken bir başka önemli konu da likidite acil durum eylem planı olmalıdır. Bu plan, likidite riski yönetimi stratejisinin genel çerçevesi ile uyumlu, acil durum tanımlamasını ve şartlarını net bir şekilde ortaya koyan ve yürütülmesi açısından yönetim organlarının görevleri ve sorumluluklarını da belirleyen bir içerikte olmalıdır. Plan ayrıca, acil durumlarda yapılacak işleri öncelik sırası ile tanımlamalı, acil durumlarda başvurulacak kaynakları da net bir şekilde ortaya koymalıdır.

Sıralanan bu unsurların bir bankanın likidite riski yönetimi stratejisinin genel çerçevesini çizdiğini, her bankanın bu stratejiyi kendi ihtiyaçları doğrultusunda detaylandırması gerektiğini bir kez daha hatırlatmak gerekir.

## **1.2. Likidite Riski Ölçüm Teknikleri**

Bir bankanın likidite riskini sayısallaştırmak, gerek veri gereksinimi ve yönetimi gerekse modelleme anlamında zor bir iştir. Bu sayısallaştırma süreci hemen her aşamasında bir varsayım ya da tahmin gerektirir. Kullanılan varsayımlar bankanın likidite riskini ölçme sürecini finans dünyasının gerçeklerinden uzaklaştırma riski taşırken, kullanılan tahmin yöntemlerinin sapmasının yüksek olması da sonuçları güvenilir kılabilir. Bu anlamda bir bankanın likidite riskini tam ve doğru olarak ölçmenin sihirli bir formülü yoktur. Bu nedenle her bankanın likidite riski ölçümünü farklı metodolojilere dayanan birden çok analizle ve bu analizlerin getirdiği farklı bakış açılarıyla ölçümlemeye çalışması daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu farklı metodolojiler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

### **1.2.1. Statik Analizler**

Statik analizler, bankanın, analizin yapıldığı tarih itibarıyla fotoğrafını çekmeye çalışan, gelecekteki olası iç ve dış faktörlerin bilanço üzerindeki etkilerini dikkate almayan analizlerdir. Bu yönüyle eksik bir bilgi ve raporlama kaynağıdır demek yanlış olmaz. Bu eksiklik, bu grupta yer alan analizlerin iki temel varsayıma dayanmasından kaynaklanır.

Bu varsayımlardan bir tanesi, bankanın, analizin yapıldığı tarih itibarıyla işlemlerine son verdiği ya da bir başka anlatım biçimiyle tasfiye sürecine girdiği varsayımdır. Bankanın tasfiye sürecinde olduğunu varsaymak; bankanın bilançosunu

dondurduğu, yeni hiçbir işlem yapmayacağı ve var olan işlemlerinin vade sonlarında banka bilançosuna, aktifte yer alan işlemler için nakit girişi, pasifte yer alan işlemler için de nakit çıkışı olarak yansıtacağı anlamına gelmektedir.

Bu analiz grubunun dayandığı bir diğer varsayım, istisnasız her bilanço kaleminin vadesinde tam olarak ödendiği varsayımdır. Bu varsayım her aktif/pasif kalemin sözleşme vadesinde tam olarak likit değere dönüşmeyeceği gerçeği ile uyuşmamaktadır. Örneğin bir bankada kredilerin tamamı vade sonunda tam olarak nakde dönüşmez. Bazı krediler hiç geri dönmeyebilir ya da sözleşme ile belirlenen vadeden daha önce nakde dönüşebilir, bazı krediler ise nakde dönüşmeksizin yenilenebilir. Benzer şekilde vadesi dolan her mevduat bankada likidite çıkışı yaratmaz, genelde yenilenir. Üstelik bu örnekleri bilançonun diğer kalemleri bazında çeşitlendirmek de mümkündür. Öyleyse sözleşmede yazılı olan vade sonu, likidite riskini ölçmeye yönelik analizler için her zaman doğru bilgiyi vermez. Bu gerçek, likidite riski analizlerinde mutlaka dikkate alınması gereken bir durumdur. Bu durumun dikkate alınması süreci, bankanın ürün çeşitliliğine ve bilanço büyüklüğüne göre uzun uğraşları ve farklı metodolojileri zorunlu kılsa da, her banka kendi ürün gamını ve bu ürün gamını kullanan müşteri davranışlarını ayrıntılı analizlere tabi tutarak, vardıkları sonuçları likidite riski ölçüm süreçleri içinde değerlendirmelidir. Yapılacak analizler, hem normal günlerdeki davranış ve hareketleri hem de stres ortamında bu davranış ve hareketlerdeki sapmaları içermelidir. Örneğin stres ortamında mevduat sigortasına tabi bir mevduat müşterisi ile mevduatının bir kısmı sigorta kapsamı dışında kalan bir mevduat müşterisinin aynı davranış tarzını göstermesi beklenemez.

Yukarıda bahsi geçen her iki varsayımın da finans dünyasının gerçekleriyle örtüşmediği ortadadır. Ancak yine de bu analiz grubu, bir endüstri standardı olarak her banka tarafından kullanılmakta ve yasal raporlamalara konu edilmektedir. Bunun nedeni; bu analiz grubunun likidite riskini ölçmek anlamında eksik yönleri bulunsa da, dayandığı varsayımlardan kaynaklanan, bankalar arasında ya da banka içinde, tarihler itibarıyla birbiriyle karşılaştırılabilir standart raporlar üretmek gibi önemli bir işlevi bulunmasıdır. Bu nedenle, dayandığı varsayımlar göz ardı edilmeden, likidite riskinin ölçümünde farklı ve standart bir bakış açısı getirdiği dikkate alınarak her banka tarafından kullanılması gereken analizlerdir.

### 1.2.1.1. Likidite Riski Analizi

Bankalarda likidite riskini yaratan en temel nedenlerden bir tanesi aktif ve pasif vadeleri arasında ortaya çıkan uyumsuzluktur. Bu uyumsuzluk, aktif vadelerinin pasif vadelerinden kısa olması halinde likidite riski yaratmayan, bankaya net nakit girişi sağlayan likidite açısından olumlu uyumsuzluk olarak tanımlanırken; aktif vadesinin pasif vadesinden uzun olması halinde likidite riski yaratabilecek, bankadan net nakit çıkışı gerektiren bir uyumsuzluk olarak tanımlanabilir.<sup>16</sup>

Likidite riski analizi, statik analizler içinde önemli bir yere sahip olan; vade dağılımı, vade gruplama, vade yaşlandırma ve kimi zaman, özellikle yasal raporlamalarda kullanıldığı adıyla likidite analizi ya da likidite riski analizi olarak adlandırılan; banka bilançosunda yer alan bilanço içi ve dışı tüm kalemlerin, vadelerine kalan gün sayıları itibarıyla, önceden belirlenmiş vade gruplarında toplulaştırıldığı ve vade grupları bazında toplulaştırılmış aktif ve pasif kalemlerin toplamları arasındaki farkın likidite açığı ya da fazlası olarak raporlandığı bir analizdir.

Yukarıdaki detaylı tanımlamadan da anlaşılacağı üzere, sadece toplama ve çıkartmadan ibaret, hesaplaması oldukça kolay bir analizdir. Ancak bu hesaplama kolaylığı, analizin ihtiyaç duyduğu veri setleri düşünüldüğünde ciddi bir hesaplama maliyetine dönüşmektedir. Özellikle bilanço büyüklüğü ve ürün çeşitliliği fazla olan bankalarda, analizin ihtiyaç duyduğu veri setlerinin hazırlanması ciddi bir bilgi işlem alt yapısını zorunlu kılmaktadır.

Analiz tam bir nakit akım içermemekte, bilanço büyüklükleri kullanılarak hesaplamalar yapılmaktadır. Yani her bir kalemin bilançoda yer alan anapara ve reeskont tutarları, üzerlerinde yazılı olan vadeler dikkate alınarak analize dahil edilmektedir<sup>17</sup>.

<sup>16</sup> Şakar, Hakan: Risk Yönetimi Açısından Bankalarda Aktif Pasif Yönetimi, İstanbul: Akdeniz Yayıncılık A.Ş. (2002), s.211

<sup>17</sup> Reeskontların üzerinde yazılı olan vadeden, örneğin bir faiz reeskontundan bahsediyorsak, ilk faiz tahakkuk tarihini anlamak gerekir.

Anaparalar açısından durum, bazı bilanço kalemleri için tartışmalıdır. Tartışmayı, bir annüite hesaplaması sonucunda taksit tutarları belirlenmiş bir krediden örnekle açalım. Bu kredinin on yıl vadeli bir konut kredisi olduğunu düşünelim. Bu durumda kredinin analize dahil edileceği vadeye kalan gün sayısının nasıl hesaplanacağı sorusuna cevap bulmamız gerekecektir. Kredinin bilançodaki anapara tutarının tamamı, kredinin son taksit tarihine kalan gün sayısına mı yerleştirilecek yoksa her bir taksitin içinde yer alan anaparalar, her bir taksitin vadesine kalan gün sayısına mı yerleştirilecek? Sorunun ilk kısmında yer alan, anapara tutarının tamamının, kredinin son taksit tarihine kalan gün sayısına yerleştirilmesinin farklı bir bilgi ihtiyacının cevabı olabileceğini ancak likiditenin ölçümünde doğru sonuç vermeyeceğini söyleyebiliriz<sup>18</sup>.

Vadeye kalan gün sayısının analizin temel hareket noktası olduğunu vurguladıktan sonra bir başka önemli konuyu daha tartışmak gerekir. Bu tartışma, vadeye kalan gün sayılarının hangi vade grupları bazında toplulaştırılacağıdır. Bu vade grupları bazında toplulaştırma işlemi analizin bir başka hareket noktasıdır ve her bankanın kendi bilanço yapısını dikkate alarak vade aralıklarını belirlemesi gerekir. Genel anlamda, Türk Bankacılık Sisteminin müzmin sorunu olan kısa vadeli mevduatların yarattığı likidite zorluklarının detaylı olarak izlenmesine imkan sağlamak amacıyla, yakın tarihli vade gruplarında sık aralıklar belirlemek yerinde olacaktır. Raporlama zorluğu yaratsa da, örneğin bir aya kadar vade aralığı belirlememek, yani her bir vadeye kalan gün sayısını bir vade grubu olarak düşünmek iyi bir seçenek olabilir. Ya da en azından bir haftaya kadar olan vade dilimini, vadeye kalan gün sayısı bazında takip etmek bir seçenek olarak düşünülmelidir. Diğer vade gruplarının da detaylandırılması, banka bilançosunun vade yapısı dikkate alınarak, ihtiyaçlar doğrultusunda yapılmalıdır.

Analizin bir başka toplulaştırma yaptığı alan, raporlamaya konu edilecek bilanço kalemlerinin grup başlıklarında yapılan toplulaştırmadır. Yine kredilerden örnek vermek

---

<sup>18</sup> Ana paraların nakit akım setlerine ulaşamayan ya da bu setlerin neden olduğu hesaplama maliyetine katlanmak istemeyen bankalar, likidite riski analizinde kullanılan ana para tutarlarının tamamını, kredinin son taksit tarihine kalan gün sayısına yerleştirilmesi yoluyla analize konu etmektedirler.

gerekirse, kredileri tek bir grup olarak mı ele alacağız, yoksa krediler üst başlığı altında detay kredi başlıkları da yer alacak mı? Bu sorunun cevabı da yine banka özelinde tartışılıp verilmesi gereken bir cevaptır.

Sonuçta analiz, banka bilançosundaki anapara, reeskont tutarları ve tutarlar üzerinde yazılı vadeye kalan gün sayıları bazında, önceden belirlenmiş vade grupları ve rapor başlıklarında toplulaştırma yaparak, aktif ve pasif kalemler arasındaki farklardan hareketle, önceden belirlenmiş her bir vade grubunda likidite açığını ya da fazlasını hesaplamaya yarayan bir analiz olarak kullanılmaktadır.

Aşağıda, Tablo 1'de varsayımsal X Bankasının Likidite Riski Analizi yer almaktadır. Banka varlıklarını;

- Nakit Değerler ve TCMB
- Bankalar ve Diğer Mali Kuruluşlardan Alacaklar
- Para Piyasaları
- Menkul Değerler Cüzdanı
- Krediler
- Zorunlu Karşılıklar
- Diğer Varlıklar

yükümlülüklerini de;

- Mevduat / DTH



- Para Piyasaları
- Diğer Kur. Sağ. Fonlar
- Diğer Yükümlülükler

başlıklarında izlemektedir.

Bankanın likidite riski analizi için belirlediği vade grupları da aşağıdaki gibidir.

- Vadesiz
- O/N
- 2-7 Gün
- 8-15 Gün
- 16-31 Gün
- 1-3 Ay
- 3-6 Ay
- 6-12 Ay
- 1-2 Yıl
- 2-5 Yıl

- 5–10 Yıl
- 10 Yıl Üzeri

Banka yukarıdaki başlıklar bazında belirlenmiş vade gruplarında, ilgili her kaleme ait anapara ve reeskont tutarını vadeye kalan gün sayıları itibarıyla tablo içinde ilgili yerlerine yerleştirmiştir. Yerleştirme işleminde kullanılan rakamlar bilanço büyüklüklerine denk geldiğinden, tabloda yer alan “Toplam Varlıklar” ve “Toplam Yükümlülükler” kalemleri birbirine ve banka bilançosunda yer alan “Aktif Büyüklük” kalemine eşittir. Analiz bu yönüyle banka bilançosu ile rakamsal olarak tutarlı bir vade dağılımı içermektedir. Üzerinde vade taşımayan her bir bilanço kalemi vadesiz başlığında toplulaştırılmıştır. Bankanın özkaynakları da bu vade unsuru taşımayan kalemler arasında değerlendirilmiştir. Analiz konsolide bazda yapılmıştır ve tüm döviz cinslerindeki tutarları içermektedir.

Tablo 1’de görüldüğü üzere, bankanın vadesi bir gün sonra dolacak olan 7.506.000 YTL varlığı ve yine bir gün sonra vadesi dolacak olan 37.259.000 YTL yükümlülüğü bulunmaktadır. Yükümlülüklerin yaklaşık üçte ikisi mevduat kaleminden kaynaklanmaktadır. Bu durumda bankanın bir gün sonra karşı karşıya kalacağı açık tutarı 29.753.000 YTL olarak gözükmektedir. Banka ertesi gün bu açığı kapatmak için öncelikle vadesi dolan mevduatları yenilemek yoluna gidecektir. “Diğer Kuruluşlardan Sağlanan Fonlar” kalemi içinde yer alan kısmın yenilenmesi mümkün değilse, bu durumda X Bankasının ya yeni mevduat bulması ya da para piyasalarından borçlanması gerekecektir. Bir başka yol olarak da menkul değerler cüzdanı içinden satış ya da burada bulunan kıymetleri kullanarak repo yapmak seçeneklerinden birisini ya da bir kaçını kullanacaktır.

Analiz dikkatle incelendiğinde mevduatların önemli bir kısmının vadesinin bir ay içinde dolacağı görülmektedir. Bunun aksine, bankanın kredileri ve menkul değerler cüzdanı içinde tuttuğu varlıklarının vade sonları mevduata oranla çok daha uzundur. Bu nedenle X Bankası için hemen her zaman vadesi dolan mevduatın yenilenmesi oldukça önemli gözükmektedir.

Tablo 1: Varsayımsal X Bankası Likidite Riski Analizi

LİKİDİTE RİSKİ ANALİZİ													
	Vadesiz	O/N	2-7 Gün	8-15 Gün	16-31 Gün	1-3 Ay	3-6 Ay	6-12 Ay	1-2 Yıl	2-5 Yıl	5-10 Yıl	10 Yıl Üzeri	Toplam
<b>VARLIKLAR</b>													
Nakit Değerler ve TCMB	129.142	0	4	0	0	33	0	0	0	0	0	0	129.179
Bankalar ve Diğ. Mali Kur. Al.	0	4.236	36.533	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40.770
Para Piyasaları	0	0	49.621	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49.621
Menkul Değerler Cüzdam	2.114	0	5.647	749	28.750	24.955	145.226	302.962	286.695	1.062.071	440.215	39.261	2.338.645
Krediler	80.289	3.236	227.185	48.171	76.874	186.284	541.058	738.779	542.077	298.535	134.430	4.045	2.880.965
Zorunlu Karşılıklar	0	0	0	1.893	90.625	114.199	26.505	30.421	884	0	0	0	264.526
Diğer Varlıklar	271.800	34	256	20	483	587	12.812	0	0	0	0	0	285.993
<b>TOPLAM VARLIKLAR</b>	<b>483.346</b>	<b>7.506</b>	<b>319.246</b>	<b>50.834</b>	<b>196.732</b>	<b>326.058</b>	<b>725.601</b>	<b>1.072.162</b>	<b>829.656</b>	<b>1.360.606</b>	<b>574.646</b>	<b>43.307</b>	<b>5.989.699</b>
<b>YÜKÜMLÜLÜKLER</b>													
Mevduat / DTH	629.779	24.620	745.379	648.985	1.116.358	698.829	158.154	151.820	296	0	0	0	4.174.220
Para Piyasaları	0	0	54.874	15.416	13.587	19.297	0	76.081	0	0	0	0	179.255
Diğer Kur. Sağ. Fonlar	53.506	12.639	874	6.487	1.802	14.792	35.191	64.565	28.661	79.707	32.359	16.601	347.183
Diğer Yükümlülükler	862.738	0	8.879	789	964	0	226.208	0	0	0	0	0	1.099.578
<b>TOPLAM YÜKÜMLÜLÜKLER</b>	<b>1.546.022</b>	<b>37.259</b>	<b>810.006</b>	<b>671.677</b>	<b>1.132.711</b>	<b>732.918</b>	<b>609.016</b>	<b>292.466</b>	<b>28.958</b>	<b>79.707</b>	<b>32.359</b>	<b>16.601</b>	<b>5.989.699</b>
<b>BİL.İÇİ NET AÇIK/FAZLA</b>	<b>-1.062.677</b>	<b>-29.753</b>	<b>-490.760</b>	<b>-620.844</b>	<b>-935.979</b>	<b>-406.860</b>	<b>116.585</b>	<b>779.696</b>	<b>800.698</b>	<b>1.280.899</b>	<b>542.286</b>	<b>26.706</b>	<b>0</b>
<b>BİL.İÇİ KÜM.AÇIK/FAZLA</b>	<b>-1.062.677</b>	<b>-1.092.430</b>	<b>-1.583.190</b>	<b>-2.204.033</b>	<b>-3.140.012</b>	<b>-3.546.872</b>	<b>-3.430.286</b>	<b>-2.650.590</b>	<b>-1.849.892</b>	<b>-568.992</b>	<b>-26.706</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Tablo 1 ile ilgili olarak yapılan bu kısa yorumlar aslında bir yandan da analizin eksik yönlerini bize göstermektedir. Bu eksik yönleri şöyle sıralayabiliriz;

- Analiz döviz cinslerinin konsolide edilmesi yoluyla yapıldığı için likidite ihtiyacının hangi döviz cinsinde yoğunlaştığını bize söylememektedir. Oysa YTL cinsinden likidite ihtiyacı ile örneğin USD cinsinden likidite ihtiyacı, hem kaynakları hem de bu ihtiyacın karşılanması yönünden birbirinden farklıdır. Bu nedenle daha önce de belirttiğimiz gibi önemli döviz cinslerinin likidite riskleri ayrı ayrı sayısallaştırılmalıdır.
- “Diğer Kuruluşlardan Sağlanan Fonlar” kalemi içinde yer alan yükümlülüklerin neler olduğu anlaşılmamaktadır. Bu kalem içerisinde sendikasyondan, sekürütizasyona, tahvil ihracından yurt dışından ya da yurt içinden sağlanan uzun vadeli fon kaynaklı kredilere kadar pek çok kalem girebilir. Başlık bize bu bilgiyi vermediği için bu kalem içinde vadesi dolan kısmın daha önce tanımlanmış olan yapısal bir likidite gereksinimine yol açıp açmayacağı konusunda yorum yapılamamaktadır. Aynı şekilde bu kalem içinden vadesi dolan kısımların yenilenip yenilenemeyeceği de belli değildir. Bu nedenle yine daha önce belirttiğimiz gibi X Bankasının analiz içinde takip edeceği başlıkları belirlerken daha detaylı bir tanımlamaya gitmiş olması gerekirdi. Başlıkların daha detaylı tanımlanması analizin okunmasını ve yorumlanmasını kolaylaştırıcı bir unsur olarak görülmeli ve Bankanın bilançosunda yer alan özellikli kalemlerin takibine imkan sağlamalıdır.
- Analiz hazırlanırken dikkatle üzerinde durulması gereken bir başka önemli konunun da vade gruplarının belirlenmesi olduğu görülmektedir. Örneğin 2–7 günlük vade diliminde vadesi dolacak olan 810 Milyon YTL’lik kısmın ikinci günde mi yoksa yedinci günde mi yoğunlaştığı ya da günler içinde eşit mi dağıldığı anlaşılamamaktadır. Oysa analizin en azından bir haftaya kadar vadesi dolacak kalemlerle ilgili daha ayrıntılı bilgi vermesi beklenmelidir. Bu nedenle

vade gruplarının seçiminde yoğunlaşmaların olduğu dönemlerde daha sık vade aralığı belirlenerek bilgi kaybı en aza indirilmelidir.

- Analiz sadece bilanço içi işlemleri dikkate almakta, bilanço dışı işlemlerden kaynaklanan likidite açık ya da fazlasını hesaplamaya konu etmemektedir. Oysa türev ürünlerin giderek artan tutarlarla banka bilançolarında yer aldığı düşünüldüğünde, bilanço dışı işlemlerin de analize konu edilmesi gerekir. Özellikle türev ürünleri yoğun şekilde kullanan bankalarda bu durum, döviz cinsleri arasında önemli miktarda likidite kaymalarına yol açmaktadır.

Analizle ilgili olarak yukarıda açıkladığımız eksiklerin yine analizin kendi içerisinde detaylandırılması yoluyla çözüme kavuşturulması mümkündür. Bu nedenle beklendiği de asıl eksiklik olarak ortaya koyulması gereken ve statik analizler grubu içinde yer alan tüm analizler için de geçerli olan daha önce tanımladığımız varsayımlardır. Bu varsayımları tekrar hatırlatmak gerekirse; birinci varsayım, bankanın, analizin yapıldığı tarih itibarıyla işlemlerine son verdiği ya da bir başka anlatım biçimiyle tasfiye sürecine girdiği varsayımdır; ikinci varsayım ise, istisnasız her bilanço kaleminin vadesinde tam olarak ödendiği varsayımdır. Yukarıda analiz ile ilgili yaptığımız yorumlarda, bankanın bir gün sonra karşı karşıya kalacağı açık tutarının yaklaşık 30 milyon YTL olarak gözüktüğünü söylemiştik. Bu rakam analizin yapıldığı tarih itibarıyla vadesi dolan kalemlerden hareketle hesaplanmış açık tutarıdır ve hesaplamaya konu edilen kayıtlarla ilgili bilinen bilgiler kullanılarak hesaplanmıştır. Oysa hayatına devam eden bir bankanın karşı karşıya olduğu ve bu analizde dikkate alınmayan belirsizlikler bu açık tutarını hesaplananın çok üzerine taşıyabileceği gibi bankanın açık yerine fazla vermesine de neden olabilir. Bu belirsizliklere birkaç örnek vermek gerekirse, örneğin vadesiz mevduatın bir kısmı nakde dönüşebilir ya da vade sonu geldiği için tahsil edilmesi gereken kredilerin bir kısmı geri dönmeyebilir ya da bankaya blok ve yüklü tutarda yeni mevduat girişi olabilir. Elbette bu belirsizlik alanlarını çeşitlendirmek mümkündür. Burada dikkat edilmesi gereken şey, analizin tüm belirsizlik alanlarını yukarıda bahsettiğimiz varsayımlar yoluyla devre dışı bıraktığıdır. Bu nedenle analize temel varsayımları göz ardı edilmeden bakılmalı ve analiz üzerinden yapılacak yorumlar da bu varsayımların yarattığı kısıtlar altında sınırlı tutulmalıdır.

Likidite riski analizinin bazı yardımcı analizlerle de desteklenmesi, likidite riskine yönelik olarak bu analiz doğrultusunda yapılacak yorumların daha sağlıklı olmasını sağlayacaktır. Bu yardımcı analizlerden bazıları aşağıda sıralanmıştır.

**Yatay-Dikey Analiz:** Likidite riski analizi içinde yer alan her bir başlığın, o başlığa ait vade grupları içinde yer alan tutarlarının, o satıra ait toplam tutarın yüzde kaçını gösterdiğini belirten analize, yatay analiz ve yine her bir vade grubunda yer alan tutarların bir üst başlıktaki tutara oranına da dikey analiz tanımlaması yapılır. Yatay-dikey analiz, vade gruplarındaki yoğunlaşmayı ya da yığılmayı ölçmek açısından önemlidir. Eğer belirli vadelerde bir yoğunlaşma varsa, bu durum hem o vade grubunu hem diğer vade gruplarının likidite açık ya da fazlası üzerinde etki yaratacaktır. Bu nedenle yoğunlaşmanın nedenleri, yapısal olup olmadığı mutlaka araştırılmalıdır. Eğer yapısal değilse, alınacak tedbirlerle yoğunlaşmanın çözülmesine çalışılmalı; eğer yoğunlaşma yapısal bir nedenden kaynaklanıyorsa yakından takip edilip, yönetilerek kronik bir boyuta gelmesi engellenmelidir. Konuyu örneklemek gerekirse, Türk Bankacılık Sisteminde kısa vadeli mevduat yapısı banka bilançolarına yapısal bir sorun olarak yansımaktadır. Bu durum, mevduat kaleminde üç aya kadar olan vade gruplarında yığılma yaratmaktadır. Bu nedenle yakından takip edilip, bu yoğunlaşmanın en azından bir ay ve daha kısa vade gruplarına kaymaması sağlanmalıdır.

Tablo 2’de de görüleceği gibi, “Toplam Varlıkların” %47’si 1 yılın üzerindeki vade gruplarında yer almaktadır. Oysa “Toplam Yükümlülüklerin” %98’inin vadesi 1 yıla kadar dolmaktadır. Bu durum bankanın kısa vadeli mevduat ve mevduata oranla daha uzun vadeli kredi ve menkul değerler cüzdanı yapısının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Vade gruplarındaki yoğunlaşmalar başlıklar itibarıyla incelendiğinde, bu bankanın mevduat çekilişlerine oldukça hassas olduğu görülmektedir. Vadesi dolan mevduatların yenilenememesi ya da yeni mevduatla ikame edilememesi durumunda bankanın önemli bir likidite riskiyle karşı karşıya kalacağı söylenebilir.

**Tablo 2: Varsayımsal X Bankası Likidite Riski Yatay Analizi**

LİKİDİTE RİSKİ YATAY ANALİZ												
	Vadesiz	O/N	2-7 Gün	8-15 Gün	16- 31 Gün	1-3 Ay	3-6 Ay	6-12 Ay	1-2 Yıl	2-5 Yıl	5-10 Yıl	10 Yıl Üzeri
<b>VARLIKLAR</b>												
Nakit Değerler ve TCMB	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bankalar ve Diğ. Mali Kur. Al.	0,00	0,10	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Para Piyasaları	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Menkul Değerler Cüzdanı	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,06	0,13	0,12	0,45	0,19	0,02
Krediler	0,03	0,00	0,08	0,02	0,03	0,06	0,19	0,26	0,19	0,10	0,05	0,00
Zorunlu Karşılıklar	0,00	0,00	0,00	0,01	0,34	0,43	0,10	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
Diğer Varlıklar	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOPLAM VARLIKLAR</b>	<b>0,08</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,01</b>	<b>0,03</b>	<b>0,05</b>	<b>0,12</b>	<b>0,18</b>	<b>0,14</b>	<b>0,23</b>	<b>0,10</b>	<b>0,01</b>
<b>YÜKÜMLÜLÜKLER</b>												
Mevduat / DTH	0,15	0,01	0,18	0,16	0,27	0,17	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Para Piyasaları	0,00	0,00	0,31	0,09	0,08	0,11	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00
Diğer Kur. Sağ. Fonlar	0,15	0,04	0,00	0,02	0,01	0,04	0,10	0,19	0,08	0,23	0,09	0,05
Diğer Yükümlülükler	0,78	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOPLAM YÜKÜMLÜLÜKLER</b>	<b>0,26</b>	<b>0,01</b>	<b>0,14</b>	<b>0,11</b>	<b>0,19</b>	<b>0,12</b>	<b>0,10</b>	<b>0,05</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>

X Bankasının likidite riskine yönelik dikey analizi aşağıdaki tabloda verilmiştir. Analizde, her bir vade grubunda yer alan tutar, aynı vade grubundaki “Toplam Varlıklar” ya da “Toplam Yükümlülükler” tutarına oranlanmıştır.

Tablo 3’de yer alan dikey analiz incelendiğinde yakın tarihli vade gruplarında bankanın krediler ve mevduat üzerinde yoğunlaşan bir nakit giriş-çıkış yapısına sahip olduğu görülecektir. 2-7 Günlük grupta yer alan “Toplam Varlıkların” %71’nin krediler, “Toplam Yükümlülüklerin” de %92’sinin mevduat olduğu görülmektedir.

**Tablo 3: Varsayımsal X Bankası Likidite Riski Dikey Analizi**

LİKİDİTE RİSKİ DİKEY ANALİZ												
	Vadesiz	O/N	2-7 Gün	8-15 Gün	16- 31 Gün	1-3 Ay	3-6 Ay	6-12 Ay	1-2 Yıl	2-5 Yıl	5-10 Yıl	10Yıl Üzeri
<b>VARLIKLAR</b>												
Nakit Değerler ve TCMB	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bankalar ve Diğ. Mali Kur. Al.	0,00	0,56	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Para Piyasaları	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Menkul Değerler Cüzdanı	0,00	0,00	0,02	0,01	0,15	0,08	0,20	0,28	0,35	0,78	0,77	0,91
Krediler	0,17	0,43	0,71	0,95	0,39	0,57	0,75	0,69	0,65	0,22	0,23	0,09
Zorunlu Karşılıklar	0,00	0,00	0,00	0,04	0,46	0,35	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Diğer Varlıklar	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOPLAM VARLIKLAR</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
<b>YÜKÜMLÜLÜKLER</b>												
Mevduat / DTH	0,41	0,66	0,92	0,97	0,99	0,95	0,26	0,52	0,01	0,00	0,00	0,00
Para Piyasaları	0,00	0,00	0,07	0,02	0,01	0,03	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00
Diğer Kur. Sağ. Fonlar	0,03	0,34	0,00	0,01	0,00	0,02	0,06	0,22	0,99	1,00	1,00	1,00
Diğer Yükümlülükler	0,56	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOPLAM YÜKÜMLÜLÜKLER</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>

**Ağırlıklı Ortalama Vade Analizi:** Vade dağılımı analizinin belirlenen vade grupları bazında yaptığı toplulaştırma işlemi, raporlamanın yapılabilmesi açısından zorunlu bir unsurdur. Ancak bu işlem bir bilgi kaybına da yol açmaktadır. Yakın tarihli vade gruplarında bu bilgi kaybı görece az olmakla birlikte daha uzak vadelerde, belirlenen vade aralığına da bağlı olarak önemsenmesi gereken bir boyuttur. Bu bilgi kaybı her bir vade grubunda toplulaştırılan tutarların ağırlıklı ortalama vadeye kalan gün sayısı hesaplanarak bir ölçüde ortadan kaldırılabılır. Örneğin 1-2 yıl arasında yapılan toplulaştırmada yer alan tutarın bir yıla mı yoksa iki yıla mı daha yakın olduğu bilgisi yer almamaktadır. Ağırlıklı ortalama vade analizi bize bu bilgiyi sağlayarak ilgili tutarın yakın zamanda bir alt vadeye kayıp kaymayacağı konusunda fikir verecektir.

Aşağıda Tablo 4’de yer alan likidite riski ağırlıklı ortalama vade analizi, X Bankasına ait likidite riski analizinde kullanılan bilanço kalemlerine ilişkin tutarların, ağırlıklı ortalama vadeye kalan gün sayısı bazında her bir vade grubu için



hesaplanmasıyla oluşturulmuştur. Analiz, “Toplam Varlıkların” ağırlıklı ortalama 775 günlük bir vadeye kalan gün sayısına sahip olduğunu ve bankanın “Toplam Yükümlülüklerinin” ise yine ağırlıklı ortalama 96 gün olduğunu bize göstermektedir. Banka ortalama 33 günlük bir mevduat süresiyle çalışmaktadır ki bu durum likidite riski açısından bankayı zor durumda bırakma potansiyeline sahiptir.

**Tablo 4: Varsayımsal X Bankası Likidite Riski Ağırlıklı Ortalama Vade Analizi**

LİKİDİTE RİSKİ AĞIRLIKLI ORTALAMA VADE ANALİZİ													
	Vadesiz	O/N	2-7 Gün	8- 15 Gün	16- 31 Gün	1- 3 Ay	3-6 Ay	6- 12 Ay	1-2 Yıl	2-5 Yıl	5-10 Yıl	10Yıl Üzeri	Toplam
<b>VARLIKLAR</b>													
Nakit Değerler ve TCMB	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bankalar ve Diğ. Mali Kur. Al.	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Para Piyasaları	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Menkul Değerler Cüzdanı	0	0	0	0	19	53	154	253	584	1.068	2.480	4.761	1.311
Krediler	0	1	3	12	24	62	138	280	532	1.113	2.640	5.229	505
Zorunlu Karşılıklar	0	0	0	15	23	51	119	243	373	0	0	0	61
Diğer Varlıklar	0	0	0	0	0	0	96	0	0	0	0	0	4
<b>TOPLAM VARLIKLAR</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>23</b>	<b>58</b>	<b>140</b>	<b>272</b>	<b>549</b>	<b>1.078</b>	<b>2.517</b>	<b>4.804</b>	<b>775</b>
<b>YÜKÜMLÜLÜKLER</b>													
Mevduat / DTH	0	1	5	12	23	56	136	246	368	0	0	0	33
Para Piyasaları	0	0	3	13	23	37	0	244	0	0	0	0	98
Diğer Kur. Sağ. Fonlar	0	1	4	12	23	54	149	323	595	1.148	2.640	5.454	1.190
Diğer Yükümlülükler	0	0	4	13	21	0	101	0	0	0	0	0	21
<b>TOPLAM YÜKÜMLÜLÜKLER</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>23</b>	<b>55</b>	<b>118</b>	<b>262</b>	<b>593</b>	<b>1.148</b>	<b>2.640</b>	<b>5.454</b>	<b>96</b>

2-7 günlük grupta toplulaştırılmış olan kredilerin aslında ağırlıklı ortalama üç gün sonra nakde dönüşeceği görülmektedir. Benzer şekilde aynı gruptaki mevduatların ise ağırlıklı ortalama beş gün sonra vadelerinin dolacağı anlaşılmaktadır. Analiz bu açıdan ele alındığında likidite riski analizinde kullanılan vade gruplarında toplulaştırma işleminin yarattığı bilgi kaybının bir ölçüde önüne geçmektedir.

**Fark Analizi:** Seçilmiş tarihlerde yapılmış iki likidite riski analizi arasında, vade grupları bazında farkları hesaplayarak yapılan bu analiz; tarihler arasında meydana

gelen vade kaymalarını, vade dilimlerindeki artış ya da azalışları vermesi açısından önemlidir. Örneğin yatay-dikey analiz başlığında yapısal bir sorun olarak nitelendirilen, mevduat kaleminde yakın tarihli vadelere doğru zaman içinde bir kayma olup olmadığı bu analiz aracılığıyla belirlenebilir.

Tablo 5’de, X Bankasına ait, yukarıda Tablo 1’de verilen likidite riski analiziyle bir ay önceki analiz arasındaki farklar, vade grupları ve başlıklar itibarıyla verilmiştir. Tablo incelendiğinde dikkati çeken ilk unsur, X Bankasının aktif büyüklüğünün 108 milyon YTL azaldığıdır. Bankanın yükümlükleri incelendiğinde, bir ay önceye kıyasla 121 milyon YTL’lik bir mevduat kaybı yaşandığı, yanı sıra bankanın para piyasalarından yaptığı borçlanmanın da 67 milyon YTL azaldığı görülmektedir. Diğer yükümlülüklerdeki 98 milyon YTL’lik artışın kaynağı ise rapor başlıklarının detaylı olmaması nedeniyle anlaşılamamaktadır. Son bir ay içinde banka, menkul değerler cüzdanını 75 milyon YTL arttırmış olmasına rağmen, kredilerde neredeyse bir değişiklik yaşanmamıştır. Mevduat çıkışına paralel olarak tuttuğu zorunlu karşılıklar da 101 milyon YTL azaltmıştır. Bankalarda tutulan para 145 milyon azalmış buna karşılık para piyasalarına 41 milyon YTL’lik ek plasman yapılmıştır.

Bankanın mevduat kaybının, 32 milyon YTL’lik kısmının da vadesiz mevduattan kaynaklandığı görülmektedir. Mevduat kaybının vadeler itibarıyla dağılımına bakıldığında 16–31 günlük vade dağılımı dışındaki tüm vadelerde kayıp söz konusudur. Banka açısından bu durum dikkatle izlenmesi ve yönetilmesi gereken bir durumdur.

Fark analizinin döviz cinsleri bazında ayrı ayrı yapılmamış olmasının yarattığı bilgi kaybı üzerinde de durmak gerekir. Yukarıda bahsettiğimiz azalış ya da artışların ne kadarının döviz kurlarındaki değişmeden kaynaklandığı bilgisi analizlerin konsolide takip edilmesi nedeniyle ulaşılamayan bir bilgidir. Oysa her bir döviz cinsinin likidite riski analizi ayrı ayrı takip edilip yorumlansaydı daha farklı ve doğru bilgilere ulaşmak mümkün olacaktı.

Tablo 5: Varsayımsal X Bankası Likidite Riski Fark Analizi

LİKİDİTE RİSKİ FARK ANALİZİ													
	Vadesiz	O/N	2-7 Gün	8-15 Gün	16-31 Gün	1-3 Ay	3-6 Ay	6-12 Ay	1-2 Yıl	2-5 Yıl	5-10 Yıl	10 Yıl Üzeri	Toplam
<b>VARLIKLAR</b>													
Nakit Değerler ve TCMB	37.457	0	-170	0	0	33	0	0	0	0	0	0	37.321
Bankalar ve Diğ. Mali Kur. Al.	0	-480	-142.886	-1.650	0	0	0	0	0	0	0	0	-145.017
Para Piyasaları	0	-4	41.621	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41.617
Menkul Değerler Cüzdanı	28	0	-8.909	122	3.704	-10.595	109.584	-105.382	72.708	-19.389	17.246	15.809	74.926
Krediler	-47.400	-10.873	-33.185	8.632	-4.630	8.856	17.491	37.776	13.619	9.529	-562	-149	-896
Zorunlu Karşılıklar	0	0	-7.137	-1.098	-43.121	-25.499	-23.286	-1.294	-487	0	0	0	-101.922
Diğer Varlıklar	-14.566	-320	256	-121	477	211	-658	0	0	0	0	0	-14.720
<b>TOPLAM VARLIKLAR</b>	<b>-24.481</b>	<b>-11.677</b>	<b>-150.410</b>	<b>5.885</b>	<b>-43.569</b>	<b>-26.993</b>	<b>103.131</b>	<b>-68.900</b>	<b>85.840</b>	<b>-9.860</b>	<b>16.684</b>	<b>15.660</b>	<b>-108.690</b>
<b>YÜKÜMLÜLÜKLER</b>													
Mevduat / DTH	-31.921	-7.462	-83.174	-79.022	230.582	-40.386	-84.434	-25.803	-65	0	0	0	-121.684
Para Piyasaları	0	-9	11.884	-46.247	-44.878	10.303	0	1.162	0	0	0	0	-67.785
Diğer Kur. Sağ. Fonlar	-66.788	10.055	-2.206	2.415	-6.520	3.365	16.379	33.894	-4.640	-3.305	-260	164	-17.445
Diğer Yükümlülükler	-128.221	0	7.710	-1.035	-6.439	0	226.208	0	0	0	0	0	98.224
<b>TOPLAM YÜKÜMLÜLÜKLER</b>	<b>-226.929</b>	<b>2.584</b>	<b>-65.785</b>	<b>-123.889</b>	<b>172.745</b>	<b>-26.718</b>	<b>158.153</b>	<b>9.254</b>	<b>-4.705</b>	<b>-3.305</b>	<b>-260</b>	<b>164</b>	<b>-108.690</b>
<b>BİLİÇİ NET AÇIK/FAZLA</b>	<b>202.448</b>	<b>-14.261</b>	<b>-84.625</b>	<b>129.774</b>	<b>-216.314</b>	<b>-275</b>	<b>-55.022</b>	<b>-78.154</b>	<b>90.544</b>	<b>-6.555</b>	<b>16.944</b>	<b>15.496</b>	<b>0</b>
<b>BİLİÇİ KÜM.AÇIK/FAZLA</b>	<b>202.448</b>	<b>188.187</b>	<b>103.562</b>	<b>233.336</b>	<b>17.021</b>	<b>16.747</b>	<b>-38.276</b>	<b>-116.429</b>	<b>-25.885</b>	<b>-32.440</b>	<b>-15.496</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Orijinal Vade Dağılımı Analizi:** Bu analiz likidite riskinin doğrudan sayısallaştırılmasında kullanılmayan ancak sağladığı bilgi nedeniyle, likidite riskinin yönetimine katkı sağlayan bir analizdir. Özünde likidite riski analizine benzemekle birlikte; bu analizde, vadeye kalan gün sayısı yerine açılış vadesi ile vade sonu arasındaki gün sayısı kullanılmaktadır. Analize bu yönüyle bakıldığında likidite riskinin ölçümü açısından doğrudan bir bilgi vermediği görülmektedir. Ancak analizi belirli zaman periyotlarıyla yaptığımızda; örneğin son bir hafta içinde açılan kredilerin vade yapısı ile yine son bir hafta içinde açılan mevduatın vade yapısı takip edilerek, gelecekte net likidite açığı ya da fazlasının nasıl olacağı konusunda bir fikir edinilebilir. Bu analiz, özellikle likidite riski yönetimi stratejisinin gereği olarak alınmış kararların, ilgili birimlerce hayata geçirilip geçirilmediğinin takip edilmesi açısından oldukça önemlidir.

Konuyu örneklemek gerekirse; kısa vadeli likit değerlerini arttırmak isteyen bir bankanın bunun için belirlediği stratejinin, fonlama kaynaklarından mevduatın vadesini uzatmak ve elde edilen fonları bankalar arası piyasaya plase etmek olduğunu varsayalım. Bunun için bankanın yapması gereken şey, mevduat faizlerini kısa vadede düşürüp uzun vadede arttırmak ya da en azından uzun vadeye daha fazla faiz vermek olacaktır. Banka bu yolla mevduat müşterilerini daha uzun vadeli mevduat açmaya yöneltecek; eğer mevduat müşterileri verilen faiz oranını cazip bulursa mevduat vadelerini uzatmak da mümkün olacaktır. İşte orijinal vade dağılımı analizi, bu stratejinin, son açılan mevduatlar itibarıyla hayata geçirilip geçirilemediğini izlememize imkan sağlayacaktır. Bu analizi, tutarlar yerine yeni açılan kayıtların faiz oranlarını ağırlıklandırarak yaptığımızda her bir vade diliminde açılan kayıtların ağırlıklı ortalama faiz bilgisine de sahip olabiliriz. Analizin bu yönüyle ele alınması ile yukarıda verilen örnekte değinilen uzun vadeli mevduat faizlerindeki artışın boyutunu da tespit etmek mümkündür.

Tablo 6'da X Bankasının son bir hafta, bir ay, altı ay içinde açtığı kredi ve mevduatlar ile likidite riskine konu edilen kredi ve mevduatların tüm vadelerde açılmış tutarlarından hareketle yapılmış orijinal vade dağılımı analizleri yer almaktadır. Analizler incelendiğinde son bir hafta içinde, bir yıla kadar vade ile açılan kredilerin, bir

yılın üzerinde vade ile açılan kredileri oransal olarak yakaladığı görülmektedir. Bir yıl vade ile açılan kredilerin toplam kredilere oranı, son bir hafta içinde açılanlarda %49, son bir ay içinde açılanlarda %47, son altı ay içinde açılanlarda %43 ve tüm vadelerde açılmış olanlarda ise %30'dur. Bankanın yeni açılan kredi vadelerini kısalttığı açıkça görülmektedir. Bir ay vade ile açılan mevduatın toplam mevduata oranına bakıldığında, son bir hafta içinde açılanlarda %47, son bir ay içinde açılanlarda %30, son altı ay içinde açılanlarda %21 ve tüm vadelerde açılmış olanlarda ise %20 olduğu görülmektedir. Bu durum yeni açılan mevduatların vade yapısının da giderek kısaltıldığını bize göstermektedir. X Bankasının mevduatta yaşanan bu vade kısalması karşısında kredi vadelerini de bir miktar kısalttığı anlaşılmaktadır. Ancak kredi ve mevduat arasındaki hem tutarsal hem de vadesel farklılığın büyüklüğü, likidite riskinin kredi vadelerinin bir miktar kısaltılması ile aşılmasına izin vermemektedir. Bankanın fark analizinde ortaya çıkan mevduat kaybının yanı sıra bu analizde ortaya çıkan mevduat vadelerindeki kısalmanın devam etmesi bankayı ciddi bir likidite sıkıntısıyla karşı karşıya bırakma potansiyeline sahiptir.

**Tablo 6: Varsayımsal X Bankası Likidite Riski Orijinal Vade Dağılımı Analizleri**

LİKİDİTE RİSKİ ORJİNAL VADE DAĞILIMI ANALİZİ (Son Bir Hafta İçinde Açılanlar)													
	Vadesiz	O/N	2-7 Gün	8-15 Gün	16-31 Gün	1-3 Ay	3-6 Ay	6-12 Ay	1-2 Yıl	2-5 Yıl	5-10 Yıl	10 Yıl Üzeri	Toplam
Krediler	16	4	6.691	668	848	4.067	10.832	12.419	8.199	25.690	1.759	1.192	72.385
Mevduat / DTH	0	0	95.361	2.294	132.070	226.531	25.327	1.676	2.231	0	0	0	485.489
LİKİDİTE RİSKİ ORJİNAL VADE DAĞILIMI ANALİZİ (Son Bir Ay İçinde Açılanlar)													
	Vadesiz	O/N	2-7 Gün	8-15 Gün	16-31 Gün	1-3 Ay	3-6 Ay	6-12 Ay	1-2 Yıl	2-5 Yıl	5-10 Yıl	10 Yıl Üzeri	Toplam
Krediler	101	4	6.691	3.472	9.221	10.497	50.611	51.123	41.684	92.679	9.787	4.761	280.633
Mevduat / DTH	0	0	95.361	2.993	559.592	1.290.968	241.175	7.303	9.650	0	0	0	2.207.042
LİKİDİTE RİSKİ ORJİNAL VADE DAĞILIMI ANALİZİ (Son Altı Ay İçinde Açılanlar)													
	Vadesiz	O/N	2-7 Gün	8-15 Gün	16-31 Gün	1-3 Ay	3-6 Ay	6-12 Ay	1-2 Yıl	2-5 Yıl	5-10 Yıl	10 Yıl Üzeri	Toplam
Krediler	123	4	6.691	3.473	9.323	45.340	233.177	255.084	204.974	441.148	62.331	33.619	1.295.288
Mevduat / DTH	0	0	95.361	2.993	559.592	1.715.093	537.861	106.588	111.339	0	0	0	3.128.826

LİKİDİTE RİSKİ ORJİNAL VADE DAĞILIMI ANALİZİ (Tüm Vadeler)													
	Vadesiz	O/N	2-7 Gün	8-15 Gün	16-31 Gün	1-3 Ay	3-6 Ay	6-12 Ay	1-2 Yıl	2-5 Yıl	5-10 Yıl	10 Yıl Üzeri	Toplam
Krediler	2.910	4	17.051	12.899	24.931	46.080	242.510	443.145	392.191	1.026.383	253.103	137.373	2.598.580
Mevduat / DTH	0	78	95.365	2.993	561.871	1.716.920	538.028	126.339	155.500	1	0	0	3.197.096

### 1.2.1.2. Likidite Rasyoları

Yukarıda saydığımız analizler likidite riskinin yönetimi anlamında önemli olmakla birlikte, gerek hesaplama gerekse raporlama ve bu raporların okunup yorumlanması anlamında önemli bir maliyet ortaya çıkartmaktadır. Likidite rasyoları ise gerek hesaplama gerekse yorumlama kolaylığı açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Ancak sadece bu rasyolardan hareketle bir bankanın likidite riskini sayısallaştırmak, likidite riski yönetimi açısından doğru bir yöntem olmayacaktır. Bu nedenle hesaplanan rasyoların likidite riski yönetimine yardımcı olan analizler olarak görülmesi gerekir. Likidite rasyolarının içerdiği bilgi sınırlı olsa da özellikle rasyonun, bir trend analizi kapsamında tarihsel gelişimine bakıldığında, banka likiditesinde meydana gelen gelişmeleri kabaca takip etmek mümkün olacaktır. Likidite rasyoları kamu otoriteleri tarafından da bankaların likidite yeterliliğinin hesaplanması amacıyla sıkça kullanılmaktadır.

Bu rasyolara birkaç örnek vermek gerekirse;

- Birinci derece likidite rasyosu, (Kasa + TCMB + Bankalar + Hazır Değerler) / (Vadesiz Mevduat + Kısa Vadeli Borçlar + Ödeme Emirleri)
- İkinci derece likidite rasyosu, (Hazır Değerler + Para Piyasaları) / Kısa Vadeli Borçlar olarak tanımlanmaktadır.
- Krediler / Toplam Varlıklar

- Krediler / Toplam Mevduat
- Yabancı Kaynaklar / Toplam Varlıklar
- (Kasa + Merkez Bankası + Hazır Değerler) / Toplam Varlıklar gibi.

Bir başka likidite rasyosu da, likidite endeksi olarak da adlandırılan, banka bilançosunda yer alan tüm aktif ve pasif kalemlerin, likit ya da likite yakın varlık olma durumlarına göre, önceden belirlenmiş likidite oranlarıyla çarpılması sonucunda hesaplanan rasyolardır. Bu rasyolarda, likidite oranlarıyla ağırlıklandırılmış ağırlıklı pasifler toplamı, ağırlıklı aktiflere bölünerek bir endeks oluşturulur ve bu endeksin belirlenen eşik değerlerin üzerinde kalması beklenir.

Likidite rasyoları aracılığıyla bankanın likidite riskinin sayısallaştırılmasının en büyük zorluğu bu rasyoların yorumlanmasında ortaya çıkmaktadır. Hesaplanan bir likidite rasyosu aracılığıyla bir bankanın ne kadar likit olduğunu söylemek için bu rasyoyu uzun süredir takip ediyor olmak gerekir. Ancak rasyoyu ilk defa gören birisi için bankanın likiditesine ilişkin yorum yapmak hiçte kolay olmayacaktır. Bu sorunun nedeni, rasyoların genel kabul görmüş ve herkesçe kullanılan bir eşik değere sahip olmamasıdır. Böylesi bir eşik değer belirlenmesi zor olduğu gibi belirlense bile ancak o bankanın özelinde anlam ifade edecektir. Sonuçta likidite rasyolarından hareketle bankanın likiditesinin yeterli mi teresiz mi olduğu sonucuna varmak, yöneticilerin tecrübe ve tercihlerine, bankanın bilanço yapısına ve büyüklüğüne göre değişecektir. Bu nedenle rasyonun hesaplama günü itibarıyla oluşan değerinden çok tarihsel hareketi bize daha çok bilgi sunacaktır.

### **1.2.1.3. Nakit Akım Analizi**

Nakit akım analizi, anaparaların yanı sıra faiz tutarları, komisyon tutarları ve vergi tutarlarını da içeren tam bir nakit akım üzerine kuruludur ve bu yönüyle likidite

riskinin sayıllaştırılması anlamında önemli bir bilgi sunmaktadır. Likidite riski analizi ile benzeşen yönleri olmasına rağmen bu analizin bilanço büyüklükleri (sadece anapara ve reeskont tutarları) ile çalışmasının yarattığı bilgi kaybını ortadan kaldırmaktadır. Likidite riski analizi ile benzeşen yönleri, bu analizin de vade grupları ve başlıklar üzerinden nakit akımlarını toplulaştırmasıdır. Bu toplulaştırma işleminde dikkat edilmesi gereken unsurlar yukarıda likidite riski analizinde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Bu iki analizin bir başka benzeşen yönü de bankanın işlemlerine son verdiği, bir başka deyişle analizin yapıldığı gün itibarıyla bankanın yeni hiçbir işlem yapmayacağı varsayımı ile her işlemin vadesinde ve tam olarak, bilançoda bir nakit girişi ya da çıkışı yaratacağı varsayımıdır. Bu iki varsayımın korunuyor olması analizi statik analizler grubu içinde saymamızın da bir nedenidir. Bu varsayımların devre dışı kaldığı analizler dinamik aktif pasif yönetimi modeli içinde incelenecektir.

Nakit akım analizinin doğru olarak yapılabilmesi için, bir bankanın, bankacılık sisteminde yer alan neredeyse tüm kayıtların kullanılması gerekecektir. Analiz bu yönüyle önemli bir hesaplama maliyeti taşımaktadır. Bir örnek vermek gerekirse, on yıl vadeli ve ayda bir defa eşit tutarda taksit ödeyen sabit faizli bir konut kredisinin analize konu edilebilmesi için, 120'şer adet anapara tutarı, faiz tutarı, BSMV tutarı, KKDF tutarına ihtiyaç duyulacaktır. Eğer kredinin üzerinde belirli vadelerde alınması öngörülmüş bir komisyon varsa bu bilgi de ulaştırılması gereken bir bilgi olacaktır. Sonuçta sadece bir konut kredisi için 480 adet tutar ve tarih bilgisi gerekmektedir. Orta ve büyük ölçekli bankaların kullandıkları kredilerin on binler hatta yüz binlerle ifade edilebileceği düşünüldüğünde ihtiyaç duyulan veri setlerinin büyüklüğü de daha net anlaşılabilir.

Ancak bu büyük çaplı veri setlerinin temin edilmesi de tek başına yeterli olmayacaktır. Çünkü bankacılık sistemleri sadece bilinen bilgiyi tutmak üzerine kurulmuştur. Yine krediler örneğinden hareketle bu durumu açıklayalım. Yukarıda verdiğimiz örnek sabit faizli bir konut kredisiydi. Bu örnekte anaparanın yanı sıra faiz tutarı ve bu faiz tutarına bağlı olarak, vergi oranlarının gelecekte değişmeyeceği



varsayımı altında vergi tutarları önceden hesaplanabilir ve sistemde tutulabilir kayıtlardır. Ancak değişken faizli bir kredinin gelecekte ödeyeceği faizlerin önceden bilinmemesi nedeniyle bankacılık sistemleri genellikle sadece bilinen anapara ödemelerini vadeler itibarıyla sistemlerinde tutarlar. Bu durum, nakit akım analizinin hesaplama maliyetini bir kat daha arttırmaktadır. Çünkü değişken faizli ürünlerin gelecekteki nakit akımlarının da analize dahil edilmesi gerekmekte ve bu durum gelecekteki faiz hadlerinin tahmin edilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Faiz tahmin modellerini kullanarak bu ihtiyaç giderilebilir. Ancak bu modeller Türkiye gibi tahmin sapmasının yüksek olduğu ülkelerde her zaman doğru sonuçlar üretememektedir.

Faiz oranlarını tahmin etmek yerine bir varsayım kullanarak bu ihtiyacı ikame etmek de mümkündür. Bu varsayım bankalarca sıkça kullanılan, analizin yapıldığı tarih itibarıyla piyasada var olan faiz seviyelerinin gelecekte de değişmeyeceği varsayımdır. Böylesi bir varsayım yapıldığında aslında değişken faizli olduğu bilinen kıymetler sabit faizliymiş gibi analize dahil edilebilmektedir.

Analiz yapılırken dikkat edilmesi gereken bir başka önemli unsur, menkul kıymetler cüzdanı ile ilgilidir. Vade dağılımı analizinde bilanço büyüklüklerinin kullanılması nedeniyle menkul kıymetler, bilançoda yer alan ve anaparayı niteleyen maliyet bedeli ile bu maliyet bedelinin piyasa fiyatlarıyla karşılaştırılması sonucu ortaya çıkan değer düşüş ya da artışlarının toplanmasıyla ve bu kıymetlerin analizin yapıldığı gün itibarıyla üzerlerinde taşıdığı faizi niteleyen reeskont tutarlarıyla dikkate alınmaktadır. Ancak nakit akım analizinde bu kıymetlerin vade sonunda ulaşacakları değerlerle yani nominal tutarlarıyla dikkate alınması ve vade sonuna kadar bu kıymetlerden elde edilecek kupon tutarlarının da hesaplama dahil edilmesi gerekecektir.

Türev ürünler bilanço dışı işlemler içinde yer alıyor olsa da bu ürünlerin de yaratacakları nakit akımlar analize mutlaka konu edilmelidir. Türk Bankacılık Sisteminde türev ürünlerin çeşitliliğinin arttığı ve tutarsal büyüklüklerinin giderek büyüdüğü dikkate alındığında bu konu giderek daha da önemli hale gelmektedir.

Vergi tutarlarının analize dahil edilmesi de üzerinde durulması gereken önemli bir unsurdur. Vergi tahsilatı yapıldıktan hemen sonra bilançoda bir nakit girişi olarak gözükmekte ancak hemen bir nakit çıkışı olarak bilançoya yansımamaktadır. Vergi tutarlarının bilançoya girişi ve çıkışı arasında geçen sürede banka için önemli bir maliyetsiz likidite kaynağı doğmaktadır. Bu tutarların büyüklüğü bazı bankalar için analiz dışı bırakılamayacak boyutlarda olmaktadır. Bu nedenle vergi tutarlarının bilançoya giriş ve çıkış tarihleri ayrıntılı olarak incelenerek analize dahil edilmelidir.

Yukarıda ana hatlarıyla anlatmaya çalıştığımız nakit akım analizi, statik likidite analizleri içinde, bankanın likiditesinin sayısallaştırılmasına yönelik sağladığı kapsamlı bilgi nedeniyle öne çıkmaktadır. Likidite riski analizinin incelendiği bölümde ayrıntılı olarak ortaya koyduğumuz eksikliklerin önemli bir kısmını ortadan kaldıran bu analizin, aslında dinamik aktif pasif modelinin, varsayımlarla basitleştirilmiş hali olduğunu söylemek yanlış olmaz. Ancak yine de gelecekle ilgili belirsizliklerin varlığı ve bu belirsizlikleri yukarıda belirttiğimiz varsayımlar ile aşmaya çalışması nedeniyle analizin hala önemli eksiklikler taşıdığı da unutulmamalıdır.

Tablo 7'de X Bankasının nakit akım analizi yer almaktadır. Analiz yukarıda bahsi geçen varsayımlar kullanılarak, vade dağılımı analizinde belirtilen vade grupları ve başlıklar kullanılarak ve döviz cinslerinde ayrıma gidilmeksizin konsolide bazda yapılmıştır. Değişken faizli bilanço kalemlerinin analizin yapıldığı tarih itibarıyla üzerinde taşıdığı faizlerin gelecekte de değişmeyeceği varsayılmıştır.

Analiz incelendiğinde toplam varlıkların toplam yükümlülüklerden 2 milyar YTL'ye yakın fazla olduğu görülmektedir. Bu fazlalık, menkul değerler cüzdanı ve krediler kalemlerinin vadeleri boyunca üretecekleri faiz gelirlerinin yarattığı bir fazlalıktır. Bu fazlalık da dahil olmak üzere bilançonun aktif ve pasifinin üreteceği nakit akımlarının cari faizlerden bugünkü değeri alındığında X Bankasının bilançosunun ekonomik değerine ulaşılacaktır.

Nakit akım analizi sonuçları, likidite riski analizi sonuçlarıyla kıyaslandığında kısa vadelerde önemli bir farklılık göze çarpmazken vade uzadıkça iki analiz arasındaki

farkın giderek açıldığı görülmektedir. Kısa vadelerde farkın az olmasının nedeni vade dağılımı analizinin de anaparalar açısından nakit akım analiziyle benzeşmesidir. İki analiz de anaparaları menkul değerler cüzdanı dışında aynı tutarları baz alarak dağıtmakta ve anaparalar açısından bir benzeşme yaratmaktadır. Anaparalar açısından fark, menkul değerler cüzdanının nakit akım analizinde nominal değerleri ile dikkate alınmasından kaynaklanmaktadır. Kısa vadelerde farkın az olmasının bir başka nedeni de vadesi yaklaşan kıymetlerin üzerinde taşıdığı ödenmemiş faiz adedinin de azalmasıdır. Bir adet faiz ödemesi kalmış bir kıymetin vade sonu yaklaştıkça bu faiz için kesilen reeskont tutarı da faiz tutarına yakınsamaktadır.

Vade uzadıkça farkın açılmasının nedeni ise, nakit akım analizinin tüm faiz, komisyon ve vergi tutarlarını da analize dahil ediyor olmasından kaynaklanmaktadır. Likidite riski analizinin bilanço tutarlılığı esasında hareketle sadece reeskontları dikkate aldığı bir kez daha hatırlatmak gerekir.

Tablo 7: Varsayımsal X Bankası Nakit Akım Analizi

NAKİT AKIM ANALİZİ													
	Vadesiz	O/N	2-7 Gün	8-15 Gün	16-31 Gün	1-3 Ay	3-6 Ay	6-12 Ay	1-2 Yıl	2-5 Yıl	5-10 Yıl	10 Yıl Üzeri	Toplam
<b>VARLIKLAR</b>													
Nakit Değerler ve TCMB	129.142	0	4	0	0	33	0	0	0	0	0	0	129.179
Bankalar ve Diğ. Mali Kur. Al.	0	4.236	36.542	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40.778
Para Piyasaları	0	0	49.664	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49.664
Menkul Değerler Cüzdanı	2.114	0	5.982	1.045	30.356	45.268	214.721	503.252	636.327	1.519.393	578.863	46.825	3.584.146
Krediler	81.213	3.408	229.692	48.532	80.144	217.962	646.368	877.372	670.700	426.276	199.359	7.426	3.488.453
Zorunlu Karşılıklar	0	0	0	1.893	90.625	114.742	27.885	31.049	968	0	0	0	267.162
Diğer Varlıklar	271.800	34	256	20	483	587	12.812	0	0	0	0	0	285.993
<b>TOPLAM VARLIKLAR</b>	<b>484.270</b>	<b>7.678</b>	<b>322.139</b>	<b>51.490</b>	<b>201.608</b>	<b>378.593</b>	<b>901.786</b>	<b>1.411.673</b>	<b>1.307.995</b>	<b>1.945.669</b>	<b>778.222</b>	<b>54.252</b>	<b>7.845.375</b>
<b>YÜKÜMLÜLÜKLER</b>													
Mevduat / DTH	629.779	24.890	746.906	650.011	1.123.208	709.616	162.235	156.424	314	0	0	0	4.203.382
Para Piyasaları	0	0	54.897	15.441	13.771	19.689	377	77.785	0	0	0	0	181.960
Diğer Kur. Sağ. Fonlar	53.506	12.680	875	7.842	2.715	15.355	37.693	68.521	39.284	96.417	40.729	21.181	396.798
Diğer Yükümlülükler	862.738	0	8.879	4.789	964	0	226.208	0	0	0	0	0	1.103.578
<b>TOPLAM YÜKÜMLÜLÜKLER</b>	<b>1.546.022</b>	<b>37.570</b>	<b>811.557</b>	<b>678.083</b>	<b>1.140.658</b>	<b>744.660</b>	<b>426.513</b>	<b>302.730</b>	<b>39.599</b>	<b>96.417</b>	<b>40.729</b>	<b>21.181</b>	<b>5.885.718</b>
<b>BİLİÇİ NET AÇIK/FAZLA</b>	<b>-1.061.752</b>	<b>-29.892</b>	<b>-489.418</b>	<b>-626.593</b>	<b>-939.050</b>	<b>-366.067</b>	<b>475.273</b>	<b>1.108.943</b>	<b>1.268.396</b>	<b>1.849.252</b>	<b>737.494</b>	<b>33.071</b>	<b>1.959.657</b>
<b>BİLANÇO DIŞI İŞLEMLER</b>													
Türev Finansal Araçlar Alım İşl.	0	0	27.123	6.592	69.169	38.447	1.045	17.369	3.169	62.727	0	0	225.640
Türev Finansal Araçlar Satım İşl.	0	0	27.040	6.609	69.767	40.754	31	26.958	11.191	89.992	0	0	272.342

### 1.2.2. Dinamik Likidite Riski Analizi Modelleri

Yukarıda detaylı olarak açıklanan statik analizlerin, bankanın, analiz yapıldığı tarih itibarıyla fotoğrafını çekmeye çalışan, gelecekteki olası iç ve dış faktörlerin bilanço üzerindeki etkilerini dikkate almayan analizler olduğunu söylemiştik. Dinamik likidite riski analizi ise, statik analizlerin göz ardı ettiği gelecekteki olası iç ve dış faktörlerin bilanço üzerinde yaratacağı etkileri de dikkate alarak, bu etkileri modellemeye çalışır. Bu modelleme süreci, banka bilançolarının detaylarıyla doğru orantılı olarak çeşitlenmekte ve zorlaşmakla birlikte özünde bir bilanço tahmin modelini barındırmalıdır. Dinamik likidite riski analizi modelleri ile cevap bulmaya çalıştığımız soru, verilen kısıtlar ve koşullar altında, örneğin üç ay ya da altı ay sonra banka bilançosunun nasıl bir içeriğe sahip olacağıdır. Bu içerik, banka karının ne olacağından, bilanço büyüklüklerine, bu büyüklüklerin vade yapılarından faiz yapılarına kadar hemen her şeyi kapsayabilir. Bu kapsam genişledikçe daha karmaşık modelleme ihtiyacı da artacaktır.

En basit anlatımla bir bilanço tahmin modelinin unsurları;

- Faiz ve kur tahmin modeli,
- Bilanço büyüklüğü tahmin modeli,

olarak tanımlanabilecek iki ana başlıkta incelenebilir. Bu modellerin istatistiksel mi, ekonometrik mi yoksa kullanıcı tanımlı mı olacağı ya da karma bir modeller bütünü olarak mı uygulanacağı her bankanın kendi ihtiyaçları ve bilanço yapısı doğrultusunda vermesi gereken bir karar olacaktır. Bu nedenle dinamik analiz standart bir formülü, yapısı ve uygulaması yoktur. Burada aktarmaya çalışacağımız dinamik analiz yapısı ise, bizce dinamik likidite riski analizinin dayanak noktası olması gereken unsurlar üzerinden aktarılacaktır.

- Bir tahmin modelleri bütünü olarak da algılanabilecek dinamik likidite riski analizi modelinin barındırdığı her bir tahminin sapmasının, kabul edilebilir sınırlar içinde olması gerekir. Sapması yüksek tahminler üzerine kurulu model sonuçlarının kullanılması, karar alma süreçlerinde istenmeyen hatalara neden olacaktır. Bu nedenle tahmin sapmalarının dikkatle incelenmesi ve gerekirse farklı tahmin modelleri kullanarak tekrarlanması gerekir.
- Modelin kısıtları ayrıntılı olarak önceden belirlenmeli ve tahmin modelleri bu kısıtlar altında çalıştırılmalıdır. Kısıtların bazıları, zorunlu karşılık oranları, vergi oranları, sermaye yeterliliği standart oranı, yabancı para net genel pozisyon bölü özkaynaklar oranı gibi her banka için önceden belli olan ve modele adapte edilebilecek kısıtlardır. Ancak bazı kısıtlar ise, bankanın aktif pasif yönetimi, faiz riski yönetimi ya da döviz pozisyonu yönetimi gibi önceden prosedüre bağlanmış politikalarından kaynaklanır. Örneğin kur riski taşımamayı bir politika olarak benimsemiş bir bankada model sonuçlarının her hangi bir döviz cinsinde bir pozisyon bırakmaması beklenmelidir. Belirlenecek kısıtlar bankanın yönetsel politikalarıyla model uyumunu sağlayacak şekilde detaylandırılmalıdır.
- Faiz tahmin modelleri genelde piyasa faiz oranlarının tahmini üzerine kuruludur ve tahvil bono piyasasında oluşan, risksiz faiz oranı olarak da kabul edilen tahvil-bono faizleri ya da gösterge faiz oranı niteliğindeki Libor oranlarının tahmin edilmesini amaçlar. Ancak dinamik likidite analizi modellerinde kullanılacak faiz tahminleri sadece bu faiz tahminlerinden ibaret değildir. Hemen her banka, örneğin mevduat faiz oranlarını belirlerken alternatif yatırım araçlarının ve bu yatırım araçları içinde önemli bir yer tutan tahvil-bono faiz oranlarını dikkate alır. Ancak mevduat faizlerini belirlemede hiçbir banka için tek kriter bu alternatif yatırım araçlarının faiz oranları değildir. Bunun yanı sıra bankanın kaynak maliyeti, fonlama ihtiyaçları ve yine mevduat örneğinden hareketle mevduat toplamada agresif ya da normal sayılabilecek tutumu da etkili olacaktır. Öyleyse dinamik likidite riski analizi modellerinde kullanılacak faiz oranlarının tahmininde, piyasa faizlerinin tahmininin yanı sıra bankanın her bir faiz taşıyan ürününün piyasa faizleri ile arasındaki farkın (spread) da

modellenmesi ve bu modellemeye, o ürün ile ilgili bankanın gelecekteki tutumunun da eklenmesi gerekir.

- Bilanço büyüklüğü tahmin modeli de her bir bilanço kalemi için detaylandırılmalıdır. Model, bu bilanço kalemleri için bankanın gelecekteki olası tutumunu, bu kalemlerle ilgili bir plasman limiti öngörülmüşse bu limiti dikkate almalıdır. Model, üzerinde vade taşıyan bilanço kalemlerinde yenilemeleri, vadesinden önceki olası çekilmeleri ve yeni tutarları ayrı ayrı ya da topluca tahmin edebilmelidir. Bilanço büyüklüğü tahmin modeli bilanço kalemlerinin faiz oranları duyarlılığını da dikkate almalı, faiz oranlarının seviyesi ile bilanço kalemlerinin büyüklükleri arasındaki ilişkiyi modele dahil etmelidir.
- Statik analizlerin temel varsayımlarından birisi olan, her bilanço kaleminin vadesinde ve tam olarak bilançoya bir nakit girişi ya da çıkışı olarak yansıtacağı varsayımının dinamik likidite riski analizi modelinde kullanılmaması gerekir. Bunun için, örneğin kredilerin temerrüde düşme olasılıkları hesaplanmalı ve bu olasılığın tutarsal ifadesi modele eklenmelidir. Bir başka önemli konu daha önce takibe düşmüş olan kredilerden yapılacak olası tahsilatların tahmin edilerek modele dahil edilmesidir. Bunun için bankanın kredi riski modelinin sonuçları ile dinamik likidite analizi modeli birbirine entegre edilmelidir.
- Benzer bir entegrasyon da bankanın operasyonel risk modeli ile dinamik likidite riski analizi modeli arasında yapılmalıdır. Bankanın operasyonel faaliyetlerinden kaynaklanan bu kayıplar modellenerek tutarsal ifadeleri bilanço büyüklüğü tahmin modelinin içinde dikkate alınmalıdır.
- Model, henüz kullanılmamış taahhütlerin (örneğin, kabili rücu ve gayri kabili rücu, şartlı, şartsız gayri nakdi krediler) potansiyel sonuçlarını ve bu potansiyel sonuçları tetikleyecek olayları da kapsamalıdır.
- Dinamik likidite analizi modeli, bankanın türev ürünlerle ilgili politikalarına dayanan kısıtlar altında yenilenmesi, son bulması veya bilançoda modelleme

tarihi itibarıyla bulunmayan yeni türev pozisyonlarının oluşması ve bu ürünlerin fiyatlanması anlamında yeterli alt yapıya sahip olmalıdır. Benzer şekilde türev ürünlerden kaynaklanan pozisyonların yaratacağı nakit giriş çıkışları da faiz ve kur tahmin modeli ile entegre bir şekilde tahmin edilerek model içerisinde kullanılmalıdır.

- Teminata dayalı ve marjlı işlemlerin de benzer şekilde faiz ve kur tahmin modeli ile entegrasyonu zorunludur. Faiz oranlarının ya da döviz kurlarının seviyesi bu işlemlerin teminat tutarında yetersizliğe neden olarak ek teminat ihtiyacı doğurabilir. Bu durum tahmin edilen bilanço büyüklüklerini etkileyen bir unsur olarak model içerisinde öngörülebilir olmalıdır.
- Bankanın sendikasyon, seküritizasyon, tahvil ihracı ya da yurt dışından/içinden sağlanacak krediler gibi önceden bilinen işlemleri, öngörülen valör tarihleri faiz oranları ile model içerisinde değerlendirilmelidir.

Kısaca anlatmaya çalıştığımız ve bizce dinamik likidite riski analizinin dayanak noktası olması gereken bu unsurların çerçevesini genişletmek ve detaylandırmak elbette mümkündür. Ancak yukarıda açıklamaya çalıştığımız kısım bile modelin kurgusunun ve uygulanmasının ne kadar zor olduğunu görmek açısından yeterlidir. Bu zorluğa rağmen bankaların böylesi modelleri kullanma zorunluluklarının giderek arttığı bir finans dünyasında yaşadığımız unutulmamalıdır. Giderek dünya finans piyasalarıyla daha fazla entegre olmaya başlayan Türk Bankacılık Sisteminin, endüstri standardı olarak kabul edilen statik analizlerin yanı sıra dinamik analizlerle de likidite risklerini ölçmeye başlamaları süreç içinde bir zorunluluk haline gelecektir.

### **1.2.3. Stres Testi ve Likidite Acil Durum Eylem Planı**

Stres testleri, verilen stres senaryosunun banka bilançosu üzerindeki yaratacağı etkileri ve olası likidite ihtiyaçlarının tespit edilmesinde kullanılan ve bankanın likidite



yönetiminin önemli unsurlarından birisi olması gereken testlerdir. Ancak bu testlerin yapılabilmesi yukarıda kısaca açıkladığımız dinamik likidite analizi modelinin bankada var olmasına bağlıdır. Böylesi bir modelin çoğu bankada kullanılmıyor olması stres testlerinin Türk Bankacılık Sisteminde kullanılmasını sınırlamaktadır. Bankalar çoğu zaman olası kriz ortamlarının etkilerini sayısallaştırmadan bilanço yönetimi yapmakta ve likidite acil durum eylem planlarının böylesi kriz ortamları için yeterli olduğunu düşünmektedirler. Oysa derinleşen ve çeşitlenen bilanço kalemleri, karmaşık fiyatlama modellemelerine dayanan türev ürünlerin giderek daha fazla kullanılması ve teminata dayalı işlemlerdeki artışa paralel olarak teminat yönetiminin başlı başına bir sorun haline gelmesi, bankaların klasik yöntemlerle likidite riskini sayısallaştırmasını ve olası likidite ihtiyaçlarını doğru olarak belirlemelerini zorlaştırmaktadır. Bankaların bilanço yapılarındaki bu değişim, stres ortamında, tahmin edilenden çok daha fazla likidite ihtiyacı doğurma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle bankaların likidite yönetimine yönelik stres testlerini yapacak düzeyde bilgi sistemlerini geliştirmeleri ve dinamik likidite riski analizi modellerine yatırım yapmaları gereklidir.

Stres testleri yoluyla sayılaştırılan kriz durumlarındaki olası likidite ihtiyaçlarının karşılanmasına ve bu ortamda likidite yönetiminin unsurlarına yönelik ayrıntılı likidite acil durum eylem planı da bankalar açısından en az stres testleri kadar önemli bir konudur. Bankalar, likidite acil durum eylem planının uygulanmasını tetikleyebilecek ve gerektirebilecek en kötü durum senaryolarını önceden tanımlanmalıdır. Likidite acil durum eylem planı, olası bir finansal krizin erken uyarı sinyallerinin yanı sıra, gerek finansal sistemin olağan seyri içinde uygulanan gerekse kriz ortamında uygulanması planlanan likidite stratejilerini detaylı olarak tanımlamalıdır. Bu tanımlamalar bankanın bilanço yapısında ya da finansal sistemin işleyişinde meydana gelebilecek değişiklikler doğrultusunda revize edilmelidir.

Likidite acil durum eylem planları, bankaların, kaynağı banka bilançosundan ya da piyasa koşullarından olmasına göre detaylandırılmış bir varlık satış stratejisini ve ek finansman kaynaklarını da içermelidir. Bu strateji krizin boyutuna ve derinliğine göre varlık fiyatlarında meydana gelebilecek olası düşüşleri de dikkate almalıdır. Olası likidite krizi durumunda aktif hale getirilebilecek ek finansman kaynaklarının sağlamlığı da stratejiler içerisinde yer alması gereken bir konudur. Çünkü bu finansman

kaynakları cayılabilir taahhütler barındırıyorsa kriz ortamında bu finansman kaynaklarını harekete geçirmek mümkün olmayabilir. Bu nedenle bankaların bu ek finansman kaynaklarına güvenmekten önce kendi bilançosu içerisinde bir likit aktifler tamponu oluşturması daha ihtiyatlı bir stratejinin gereği olarak görülmelidir. Bu likit aktifler tamponu banka bilançosunun finansman ihtiyaçları ve piyasa koşulları doğrultusunda sürekli yönetilebilir ve tutarları ayarlanabilirse bankanın olası bir likidite krizine mümkün olan en fazla likit ya da likite yakın kaynakla girmesi sağlanabilir.

## 2. Faiz Riski:

Faiz riski, bankaların belirli bir bilanço yapısı oluşturmak üzere almış oldukları kaynak ve plasman faizleri kararlarından sonra; faiz oranlarındaki değişiklikler nedeniyle maruz kalabilecekleri gelir kaybı, özvarlığın piyasa değeri kaybı, piyasa fiyatlarından özvarlık/aktif büyüklüğü oranı (ekonomik özvarlık oranı) kaybı, nakit akımlarının zamanlamasında ortaya çıkabilecek olumsuz değişiklikler, gelecekte elde edilecek net nakit girişlerinin bugünkü değerlerinde oluşabilecek düşüşler veya bunların birinden ya da birkaçından kaynaklanabilecek taahhütlerini karşılayamama tehlikesidir.<sup>19</sup>

Faiz riski, faiz oranlarında oluşan ters yönlü hareketlerin bankanın finansal durumunda yarattığı etkidir. Bu risk bankacılığın doğal bir parçasıdır; ancak, aşırı faiz riski, banka gelirleri ve sermaye tabanı için büyük bir tehdit oluşturur. Faiz oranlarındaki değişimler, banka gelirlerini; bankanın net faiz gelirlerinde ve diğer faize duyarlı gelirlerinde ve faaliyet giderlerinde değişimlere yol açarak etkilemektedir. Faiz oranlarındaki değişimler, banka varlıklarının, yükümlülüklerinin ve bilanço dışı işlemlerinin temel değerini de etkiler. Çünkü gelecekteki nakit akımlarının bugünkü değeri ve bazı durumlarda nakit akımlarının kendisi, faiz oranları değiştiğinde değişmektedir. Bu nedenle faiz oranı riskini kabul edilebilir ve yönetilebilir sınırlar

---

<sup>19</sup> Şakar, Hakan: Risk Yönetimi Açısından Bankalarda Aktif Pasif Yönetimi, İstanbul: Akdeniz Yayıncılık A.Ş. (2002), s.37

dahilinde tutmaya çalışan etkili ve ihtiyatlı bir risk yönetimi anlayışı, bankaların güvenliği ve sağlamlığı açısından oldukça önemlidir.

Bankaların karşı karşıya kaldığı faiz riskinin dört temel kaynağı vardır<sup>20</sup>;

- **Yeniden Fiyatlama Riski:** Finansal araçlar gibi bankalar da faiz riskiyle birçok şekilde karşılaşmaktadır. Faiz riskinin en temel şekli, vadelerdeki zamanlama farklılıklarından (sabit faiz için) ve bankanın varlıklarının, yükümlülüklerinin ve bilanço dışı pozisyonlarının yeniden fiyatlandırılmasından (değişken faiz için) kaynaklanan risk şeklindedir. Yeniden fiyatlandırma uyumsuzlukları bankacılığın doğal işlevlerinden biri olsa da faiz oranı değişimleri bir bankanın gelirleri ve ekonomik değeri üzerinde beklenmedik dalgalanmalar yaratabilir. Örneğin, uzun dönemli sabit orandan bir krediyi kısa dönemli bir mevduatla fonlayan bankanın, faiz oranlarının yükselmesi halinde hem pozisyondan kaynaklanan gelecekteki gelirinde hem de pozisyonun kendi değerinde azalmalar olacaktır. Bu düşüşlerin nedeni, kredilerin vadesi boyunca, nakit girişlerinin sabit olmasına karşın fonlamada ödenen faizin mevduat vadelerinde değişken bir özellik kazanarak yükselmesidir.
- **Gelir Eğrisi Riski:** Aktif ve pasif pozisyonlarında yeniden fiyatlama farklılıkları bulunan bankalarda bu risk, gelir eğrisindeki beklenmeyen değişimler karşısında bankanın gelirlerinde ya da temel ekonomik değerinde ters yönde etkiler oluşmasına neden olur.
- **Baz Riski:** Baz riski olarak tanımlanan diğer bir önemli faiz riski de, benzer yeniden fiyatlama karakteristiklerine sahip farklı enstrümanlar üzerinden kazanılan ya da onlara ödenen tutarların ayarlanmasında kurulan mükemmel olmayan korelasyondan kaynaklanan risktir. Faiz oranları değiştiğinde bu

---

<sup>20</sup> Principles for the Management and Supervision of Interest Rate Risk, Basel Committee on Banking Supervision, September 2003, s: 6-7

farklılıklar, benzer vadeleri ya da yeniden fiyatlama sıklıkları olan varlıklar, yükümlülükler ve bilanço dışı pozisyonlar arasındaki nakit akışlarında ve kazançlarda beklenmedik değişimleri arttırabilir. Örneğin, aylık olarak Amerikan Hazine Bonosu oranları baz alınarak yeniden fiyatlanan 1 yıllık bir kredi ile aylık olarak LIBOR baz alınarak fiyatlanan 1 yıllık bir mevduata sahip bir kurum 2 endeks arasındaki marjın beklenmedik şekilde değişmesi sonucunda oluşabilecek riskle karşı karşıya bulunmaktadır.

- Opsiyon Riski: Diğer faiz oranı risk türleri içinde artan öneme sahip bir diğer faiz riski kaynağı da bankaların varlık, yükümlülük ve bilanço dışı pozisyonları ile bütünleşmiş opsiyonlardır. Opsiyon, sahibine bir enstrüman ya da finansal kontratı alma, satma ve bazı durumlarda enstrümanın nakit akışını değiştirme hakkı sağlar. Opsiyonlar organize ya da tezgah üstü piyasalarda işlem gören münferit enstrümanlar olabileceği gibi diğer standart enstrümanlara iliştirilmiş de olabilir. Bankalar, organize ve tezgah üstü piyasalarda işlem gören opsiyonları hem ticari hem de ticari olmayan hesaplarda kullanırken, opsiyon iliştirilmiş enstrümanlar genellikle ticari olmayan aktiviteler için önemlidir. İliştirilmiş opsiyonları olan enstrümanlara örnek olarak alım ya da satım koşulu taşıyan çok sayıda bono ve tahvil, borçlusuna erken kapama imkânı veren krediler ve mudilere herhangi bir para cezası ödemeksizin parasını istediği zaman çekme imkanı tanıyan mevduat araçları sayılabilir. Yeterli ve etkin bir şekilde yönetilmediğinde opsiyon özelliği taşıyan enstrümanların asimetrik ödeme özellikleri, opsiyonu alan taraf avantajlı taraf olduğundan genelde satan tarafa ciddi risk yaratabilir.

Faiz oranlarındaki değişimler bankaların gelirleri ve ekonomik değeri üzerinde olumsuz etkiler yaratma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle bankanın karşı karşıya olduğu faiz riski etkisinin değerlendirilmesinde iki ayrı, fakat birbirini bütünleyici yaklaşımın kullanılması gerekir.

Bu yaklaşımlardan bir tanesi gelirler yaklaşımıdır. Gelirler yaklaşımında analizin odak noktası, faiz oranlarındaki değişimin banka gelirleri üzerinde yaratacağı etkinin

sayısallaştırılmasıdır. Toplam faiz gelirleri ve toplam faiz giderleri arasındaki fark, yani net faiz geliri, geleneksel olarak bir bankanın en önemli gelir bileşenidir. Her ne kadar son yıllarda faiz oranlarının düşmesiyle birlikte komisyon gelirleri de Türk Bankacılık Sistemi için çok önemli hale gelse de, net faiz geliri hala en önemli gelir bileşeni olma özelliğini korumaktadır. Hatta bazı komisyon gelirlerinin faizin bir bileşeni olduğu dikkate alındığında net faiz gelirin önemi biraz daha artmaktadır. Komisyon gelirlerinin faizin bir bileşeni olmasının önemli bir etkisi de, ilk bakışta faiz hassasiyetleri yokmuş gibi görünen bu kalemlerin aslında faize hassas kalemler içinde sayılması gerekliliğidir. Bu nedenle piyasa faiz oranlarındaki değişimlerin bankanın mevcut ve beklenen gelirleri üzerindeki olası etkileriyle birlikte sayısallaştırılması son derece önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Faiz riski etkisinin değerlendirilmesinde ikinci yaklaşım ise, ekonomik değer yaklaşımıdır. Piyasa faiz oranlarındaki değişim banka varlıklarının, yükümlülüklerinin ve bilanço dışı pozisyonlarının ekonomik değerini de değiştirecektir. Bir finansal aracın ekonomik değeri, o finansal aracın beklenen nakit akımlarının piyasa faiz oranlarıyla iskonto edilmesi yoluyla bulunan bugünkü değerini ifade eder. Ekonomik değer tanımından hareketle, ekonomik değer yaklaşımının faiz oranlarındaki değişimin bankanın net varlık değerinde yaratacağı etkiyi sayısallaştırmaya odaklandığını söyleyebiliriz. Bu etkinin muhasebe anlamında bankanın bir anda yazacağı bir kar veya zararı temsil etmediği düşünülebilir. Ancak faiz oranlarındaki değişimler banka aktifleri ve pasifleri arasında var olan vade uyumsuzlukları, sabit faizli ve değişken faizli kalemler arasında var olan denge veya dengesizlikler ile bu kalemlerin üzerlerinde taşıdıkları faiz oranları arasındaki farklılıklar dikkate alındığında, zaman içinde banka bilançosuna yansıtılacak olan fonlama maliyetlerinin anlık ifadesi olduğu unutulmamalıdır. Ekonomik değer yaklaşımı, faiz oranlarındaki değişimlerin gelecekteki bütün nakit akışlarının bugünkü değeri üzerindeki olası etkilerini dikkate alarak, gelirler yaklaşımına kıyasla daha geniş bir bakış açısı sunmaktadır.

Yukarıda kısaca açıklanan her iki yaklaşımın birbirinin alternatifi değil bütünleyicisi olduğu unutulmamalı ve faiz riskinin sayısallaştırılması sürecine her ikisi açısından da bakılmalıdır. Hem bu iki yaklaşım aracılığıyla faiz oranı riskinin sayısallaştırılması hem de daha farklı bakış açıları ve faiz duyarlılığını temel alan

yaklaşımlarla sayısallaştırılması konularını içeren ölçüm tekniklerine geçmeden önce, bu ölçüm tekniklerinin arkasında var olması gereken risk yönetimi sisteminin ana unsurları üzerinde durmak gerekir.

- Bankaların faiz oranı riski ölçüm sistemlerinin, faiz riskinin oluşmasında rol oynayan tüm faktörleri içermesi ve faiz oranındaki değişmelerin bankanın bilançosu üzerinde yaratacağı etkilerin tamamını sayısallaştırabilmesi gerekir. Bankaların faiz riski ölçüm sistemleri alt yapısı, hem gelirler ve hem de ekonomik değer üzerinde etkili olan faiz oranı değişmelerinden kaynaklanan etkilerin ölçümünde, bankanın faaliyetlerinin genişliği ve karmaşık yapısıyla doğru orantılı olarak detaylandırılmalıdır.
- Sistem, genel kabul görmüş ve endüstri standardı haline gelmiş tüm ölçüm tekniklerini de içerisinde barındırmalı ve yazılı varsayım ve parametrelere dayandırılmalıdır.
- Bankanın faiz riski yönetimi sistemi, yeniden fiyatlandırma, verim eğrisi, baz ve opsiyon risklerinin tamamını dikkate alan bir yapıda olmalıdır.
- Bankalar, farklı döviz cinslerinde taşıdıkları pozisyonları ayrı ayrı modellemelidirler. Verim eğrilerinin dövizden dövize değişiklik göstermesi nedeniyle farklı döviz cinslerindeki faiz oranı riskinin sayısallaştırılması sürecinin de birbirinden ayrılması bir zorunluluktur.
- Faiz oranı riski yönetiminin amacı, faiz oranlarındaki olası değişmeler karşısında, bankanın karşı karşıya kalacağı riskin mümkün olduğunca azaltılmasıdır. Bunun için bu riskin, önceden belirlenmiş limitler içerisinde kalması sağlanmalıdır. Bu nedenle, banka genelinde ve portföy, faaliyet veya iş kolları bazında uygun limitler belirlenmelidir. Uygun bir limit belirleme sistemi, yönetimin faiz riskini kontrol edebilmesine, fırsatlar ve riskler konusunda değerlendirmeler yapmasına ve önceden kararlaştırılmış risk toleranslarına karşı gerçekleşen riski izlemesine olanak sağlamalıdır.

- Bankanın faiz oranı riski ölçüm sistemi, olası kriz koşullarının banka bilançosu üzerindeki etkilerinin anlamlı bir şekilde değerlendirilebilmesine olanak sağlamalıdır. Stres testleri, bu etkilerin sayısallaştırılabilmesi için sistem üzerinde yapılabilir olmalıdır.

## **2.1. Faiz Oranı Riski Hesaplama Teknikleri**

Bankalar faiz oranlarında meydana gelebilecek olası değişikliklerin, aktif ve pasif pozisyonlarının getirileri ve ekonomik değerleri üzerinde yaratacağı etkileri analiz ederek ve sayısallaştırarak faiz oranı risklerini ölçmektedirler. Bu ölçümlerde kullanılan teknikler, yeniden fiyatlama dönemlerini dikkate alan vade analizlerinden, çeşitli varsayımları ve tahminleri dikkate alan ileri düzeyde dinamik modellemelere kadar çeşitlilik göstermektedir. Aslında ideal olanın her bir faize duyarlı pozisyonun karakteristiğini tam olarak faiz oranı riskine konu edebilmektir. Ancak bankaların pozisyon büyüklükleri ve çeşitlilikleri çoğu zaman böylesi detaylı hesaplamalara izin vermez. Bu nedenle pozisyonları ayrı ayrı değerlendirmek yerine belirli başlıklar altında toplulaştırarak hesaplamak, uygulamada yaygın olarak kabul gören bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Hesaplamaları böylesi bir toplulaştırmayı esas alarak yapmak elbette belli oranda bir hata payını kabul etmek anlamına da gelecektir. Bu hata payı her hesaplamada standart olarak taşınacağından yönetilebilir bir hata payı olacaktır. Ancak sorun bu hata payının varlığından çok kabul edilebilir sınırlar içinde olup olmadığıdır.

### **2.1.1. Faiz Oranı Riski Analizi**

Finansal araçlar gibi bankalar da faiz riskiyle birçok şekilde karşılaşmaktadır. Faiz riskinin en çok tartışılan şekli, vadelerden (sabit orandan) ve bankanın varlıklarının, yükümlülüklerinin ve bilanço dışı (OBS) pozisyonlarının yeniden fiyatlandırılmasından (dalgalı orandan) kaynaklanan risk şeklidir. Yeniden

fiyatlandırmanın yol açtığı faiz oranlarındaki değişme bankanın gelirlerinde ve temel ekonomik değeri üzerinde büyük önem taşımaktadır. Örneğin, uzun dönemli sabit orandan bir krediyi kısa dönemli bir mevduatla fonlayan bankanın, faiz oranları yükseldiği takdirde hem pozisyondan kaynaklanan gelecekteki gelirinde hem de kendi değerinde azalmalar olacaktır. Bu düşüşlerin nedeni, kredilerin vadesi boyunca, nakit çıkışlarının sabit oluşudur. Oysa, fonlamada ödenen faiz değişkendir ve kısa dönemli mevduatın vadesi dolduktan sonra da yükselir.<sup>21</sup>

Bir bankanın faiz oranı riski ölçümü için kullanılan en basit teknik, yeniden fiyatlama tablosu, boşluk analizi (gap analizi) ya da yasal raporlamalarda da kullanılan adıyla faiz oranı riski analizi olarak adlandırılan ve yeniden fiyatlama dönemine göre bilanço içi ve dışı faize duyarlı aktif ve pasiflerin önceden belirlenmiş vade dilimlerine dağıtılmasına dayanan hesaplamalardır.

Yeniden fiyatlama dönemi tabiriyle anlatılmak istenen; sabit faizli pozisyonların vadeye kalan gün sayısına göre uygun vade dilimine, değişken faizli olanların ise yeniden fiyatlama dönemine kalan gün sayısına göre uygun vade dilimlerine yerleştirilmesi gereğidir. Bu gereklilik analizi likidite riski analizinden ayıran temel noktadır. Aslında her iki analiz açısından fark yaratan temel unsur, değişken faizlilerin analizlere dahil edilme sürecidir. Sabit faizli pozisyonların likidite riskine konu edilirken yapılan vade dağılımı ile faiz oranı riskine konu edilirken yapılan vade dağılımı arasında bir fark yoktur. Çünkü bu pozisyonların yeniden fiyatlama dönemleri vade sonlarına eşittir. Oysa değişken faizli kıymetler açısından vade sonu bilgisi, faiz oranı riskinin sayısallaştırılması sırasında kullanılabilir bir bilgi değildir. Burada temel kriter değişken faizli kıymetin bir sonraki yeniden fiyatlama tarihinin ne olduğudur. Bu sorunun cevabı ise pozisyonun niteliğine göre değişiklik göstermektedir. Örneğin Libor artı spread üzerinden fiyatlanan pozisyonların çoğu, her faiz ödeme döneminde faiz değişikliğine uğramaktadır. Bu pozisyonlar açısından yeniden fiyatlama dönemi ilk faiz ödeme tarihine kalan gün sayısı olacaktır. Ancak, örneğin borçlu cari hesaplar açısından

---

21 Principles for the Management of Interest Rate Risk, Basle Committee on Banking Supervision, September 1997, s.6



durum farklılaşmaktadır. Bu kredi tipi de yılda dört kere faiz ödemesi yapmakla birlikte, banka istediği anda kredinin tabi olduğu faiz oranını değiştirebilir. Bu durumda bu tip pozisyonların yeniden fiyatlama döneminin ilk faiz ödeme dönemi yerine ilan edilen yeni faiz oranlarının uygulanma tarihi olarak algılanması daha doğru olacaktır.

Likidite riski analizi ile faiz oranı riski analizi arasındaki bir başka önemli ayrım ise yabancı paraya endeksli kıymetler açısından ortaya çıkmaktadır. Bu kıymetler endeksli oldukları döviz cinsi üzerinden bir faiz riski taşımakla birlikte YTL cinsinden nakit akımı yaratırlar. Bu nedenle bu kıymetler likidite riski analizinde YTL cinsinde, faiz oranı riski analizinde ise endeksli oldukları döviz cinsinde dikkate alınmalıdır. Bu kıymetlerle ilgili bir başka önemli konu ise endeksli olmalarının faiz yapısı ile ilintili olmadığını gerçeğidir. Yani dövize endeksli bir kıymet sabit faizli ya da değişken faizli olabilir.

Faiz oranı riski analizi de likidite riski analizinde olduğu gibi bankanın, analizin yapıldığı tarih itibarıyla işlemlerine son verdiği ya da bir başka anlatım biçimiyle tasfiye sürecine girdiği varsayımını korumaktadır. Bu varsayım finans dünyasının gerçekleriyle örtüşmese de analizin standart ve karşılaştırılabilir olmasını sağladığı için önemlidir. Likidite riski ile benzeşen bir başka önemli konu da analizin bilanço büyüklükleri ile yapıyor olmasıdır. Yani faiz oranı riski analizi de likidite riski analizi gibi nakit akımları dikkate almaksızın, bilanço kalemlerinin anapara ve reeskont tutarlarını kullanarak hesaplanır.

Analiz, her bir vade dilimine, yeniden fiyatlama dönemine göre dağıtılmış olan faize duyarlı aktiflerden faize duyarlı pasiflerin çıkartılması esasına dayanır. Bu yolla her bir vade diliminde yeniden fiyatlanacak tutar artı veya eksi olarak tespit edilir. İlgili vade dilimindeki faize duyarlı pasifler, aktiflerden fazla olduğu durumda “negatif boşluk” oluşur ve bu durumda, piyasa faiz oranlarındaki yükseliş net faiz gelirinde azalışa yol açar. Tersini durum olan “pozitif boşluk” durumunda ise faiz oranındaki düşüş net faiz getirilerinde azalışa yol açacaktır.

Hesaplaması oldukça kolay olan bu analiz, pozisyonların farklı karakteristiklerini dikkate almaz. Her bir vade dilimindeki pozisyonların aynı anda itfa olduğu ya da yeniden fiyatlandığı kabul edilir. Faiz oranı riski analizi, piyasa faiz oranlarındaki değişimlerden kaynaklanan farklı vadelerdeki faiz değişikliklerini de, bu değişikliklere bağlı olarak ödemelerin zamanlamasında olabilecek değişiklikleri de dikkate almaz. Bu nedenle faiz oranı riski analizi, piyasa faizlerindeki değişimin net faiz gelirinde yaratacağı gerçek değişime sadece yaklaşık bir tahmin sağlar ve piyasa faiz oranlarında yaşanacak olası değişikliğin faiz dışı gelir ve giderlerde yaratacağı etkiyi dikkate almaz.

Aşağıda Tablo 8’de varsayımsal X Bankasının faiz oranı riski analizi yer almaktadır. Banka bu analizde de likidite riski analiziyle aynı rapor başlıklarını ve vade gruplama yapısını kullanmıştır<sup>22</sup>. Analiz hem tüm döviz cinslerindeki pozisyonların konsolide edilmesi hem de sabit faizli pozisyonlarla değişken faizli pozisyonların konsolide edilmesi yoluyla yapılmıştır.

Tablo incelendiğinde “Menkul Değerler Cüzdanı” başlığında yer alan tutarların yeniden fiyatlama dönemine göre vade dağıtımı ile likidite riski analizi sonuçları arasında önemli bir fark olduğu görülecektir. Menkul değerler cüzdanının vade yapısı bir yılın üzerinde yoğunlaşma yaratırken, faiz oranı riskinde 3 ay ve altında bir yoğunlaşma olduğu görülmektedir. Bu durum bankanın bir yıldan uzun vadeli ancak değişken faizli menkul kıymetlere daha fazla plasman yapmasıyla ilintilidir. Benzer durum krediler açısından da geçerlidir. Banka toplam kredilerinin %59’unu üç ay içinde yeniden fiyatlayabilmektedir. Bu oran menkul değerler cüzdanı için %66’dır. Bankanın gerek krediler gerekse menkul değerler cüzdanına yaptığı plasmanlarda değişken faizli ürünleri tercih etmeye çalıştığı görülmektedir. Bu tercih, bankanın kısa vadeli mevduat yapısının neden olduğu likidite zorluklarının varlığına rağmen, benzer zorlukların faiz oranı riskine de yansımaları engellemekte ve bankayı faiz oranlarındaki artışlara karşı nispeten korumaya almaktadır.

<sup>22</sup> Analizde kullanılan rapor başlıkları ve vade grupları likidite riski analizinde daha önce açıklandığından burada tekrar edilmemiştir.

“Bilanço İçi Net Açık Fazla” başlığı da bu durumu teyit etmektedir. Bu başlıkta yer alan tutarlar incelendiğinde bankanın olası faiz artışlarında, varlıklarının 1,2 Milyar YTL’lik kısmını bir gün sonra yeni faizlere adapte etme şansı vardır. Yükümlülüklerinde ise bu tutar 148 Milyon YTL olarak gözükmektedir. Bu durumda banka olası faiz artışlarında net olarak 1,1 Milyar YTL varlıklarını yükümlülüklerinden daha önce fiyatlayabilecektir. Bu tutar banka varlıklarının %18’ini oluşturmaktadır ki bu oran bankaya faiz artışları karşısında önemli sayılabilecek bir koruma sağlamaktadır. Ancak bu korumanın, faiz oranlarında yaşanabilecek olası düşüşlerde de banka karlılığını düşürücü bir unsur olarak sonuç doğuracağı unutulmamalıdır.

Faiz oranı riski analizinin varsayımlarından kaynaklanan bilgi eksikliği, bu analizi de likidite riski analizinde olduğu gibi başkaca analizlerle desteklemek yoluyla bir ölçüde aşılabılır. Likidite riski analiziyle benzer şekilde bu analizde de yatay-dikey analiz yoluyla vade dilimlerinde ve rapor başlıklarında var olan yığılmalar tespit edilebilir. Vade gruplarının yarattığı bilgi kaybı yeniden fiyatlama dönemlerinin vade grupları itibarıyla ağırlıklı ortalaması hesaplanarak bir ölçüde giderilebilir. Benzer şekilde farklı tarihlerdeki faiz oranı riski analizleri arasındaki farklar alınarak da yeniden fiyatlama dönemleri arasındaki kaymalar ve rapor başlıklarında meydana gelen değişiklikler tespit edilebilir. Bu analizler dışında rapor başlıkları bazında değişken faizli ve sabit faizli tutarlar ayrı ayrı analize tabi tutularak bu tutarların faiz oranı riski üzerindeki etkisi daha ayrıntılı analiz edilebilir. Böylesi bir detayda analizi yapmak bilançonun oransal olarak değişken faizli-sabit faizli yapısının tespit edilmesi için de kullanılabilir.

Tablo 8: Varsayımsal X Bankası Faiz Oranı Riski Analizi

FAİZ ORANI RİSKİ ANALİZİ													
	Faizsiz	O/N	2-7 Gün	8-15 Gün	16-31 Gün	1-3 Ay	3-6 Ay	6-12 Ay	1-2 Yıl	2-5 Yıl	5-10 Yıl	10 Yıl Üzeri	Toplam
<b>VARLIKLAR</b>													
Nakit Değerler ve TCMB	129.113	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129.179
Bankalar ve Diğ. Mali Kur. Al.	1.811	1.999	36.960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40.770
Para Piyasaları	0	0	49.621	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49.621
Menkul Değerler Cüzdanı	1.508	0	134.841	763	304.965	1.113.285	244.939	67.042	173.738	145.810	95.727	56.025	2.338.645
Krediler	62.007	975.452	199.094	22.184	100.961	343.331	265.009	293.772	302.948	210.317	105.726	164	2.880.965
Zorunlu Karşılıklar	0	264.526	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	264.526
Diğer Varlıklar	283.635	38	319	29	802	1.171	0	0	0	0	0	0	285.993
<b>TOPLAM VARLIKLAR</b>	<b>478.074</b>	<b>1.242.081</b>	<b>420.836</b>	<b>22.976</b>	<b>406.728</b>	<b>1.457.787</b>	<b>509.948</b>	<b>360.814</b>	<b>476.686</b>	<b>356.128</b>	<b>201.453</b>	<b>56.189</b>	<b>5.989.699</b>
<b>YÜKÜMLÜLÜKLER</b>													
Mevduat / DTH	430.854	18.715	637.426	634.277	1.272.901	956.188	108.199	115.406	253	0	0	0	4.174.220
Para Piyasaları	0	0	52.014	16.700	43.336	29.266	0	37.939	0	0	0	0	179.255
Diğer Kur. Sağ. Fonlar	57.709	129.524	560	5.999	1.299	59.757	20.026	8.304	2.441	44.788	3.281	13.496	347.183
Diğer Yükümlülükler	1.023.394	0	0	1.232	0	0	264.415	0	0	0	0	0	1.289.041
<b>TOPLAM YÜKÜMLÜLÜKLER</b>	<b>1.511.957</b>	<b>148.239</b>	<b>690.000</b>	<b>658.209</b>	<b>1.317.536</b>	<b>1.045.211</b>	<b>392.641</b>	<b>161.649</b>	<b>2.694</b>	<b>44.788</b>	<b>3.281</b>	<b>13.496</b>	<b>5.989.699</b>
<b>BİLİÇİ NET AÇIK/FAZLA</b>	<b>-1.033.883</b>	<b>1.093.842</b>	<b>-269.164</b>	<b>-635.233</b>	<b>-910.808</b>	<b>412.576</b>	<b>117.307</b>	<b>199.165</b>	<b>473.992</b>	<b>311.340</b>	<b>198.172</b>	<b>42.693</b>	<b>0</b>
<b>BİLİÇİ KÜM.AÇIK/FAZLA</b>	<b>-1.033.883</b>	<b>59.959</b>	<b>-209.205</b>	<b>-844.438</b>	<b>-1.755.246</b>	<b>-1.342.670</b>	<b>-1.225.363</b>	<b>-1.026.198</b>	<b>-552.205</b>	<b>-240.866</b>	<b>-42.693</b>	<b>0</b>	

Faiz oranı riski analizi yapılırken dikkat edilmesi gereken bir başka önemli nokta, analizin döviz cinsleri bazında konsolide takip edilmesinin yarattığı bilgi kaybı olmalıdır. Böylesi bir konsolidasyon finans dünyasında farklı yapılara ve kaynaklara sahip olan her bir döviz cinsinin faiz yapısının da konsolide edilmesi anlamına gelmekte ve analizi finans dünyasının gerçeklerinden koparmaktadır. Bunun için bankanın faiz riski açısından önemli tutarda pozisyon taşıdığı döviz cinslerini ayrı ayrı takip etmesi gerekir.

Ancak belirtmek gerekir ki, bu ek analizlerin de yapılmasına rağmen faiz oranı riski analizi, faiz riski ölçümünde eksik bir bilgi kaynağı olmaya devam edecektir. Bu bilgi eksikliği durasyon analizi, duyarlılık analizi ve daha karmaşık modellemelerle aşılmaya çalışılmalıdır.

### **2.1.2. Durasyon Analizi**

Durasyon kavramı ilk defa Frederick Macaulay tarafından portföy teorisi içinde incelenmiş, 1970'li yıllarda da bankalarca aktif/pasif yönetimi içinde kullanılan bir endüstri standardı haline gelmiştir. Portföy teorisi kapsamında sabit faizli kuponlu tahvillerin birbirleriyle kıyaslanabilmesine imkan sağlayacak bir ölçüt olarak ortaya çıkmıştır. Finans dünyasındaki gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan yeni enstrümanlar da (FRN<sup>23</sup> gibi) durasyon analizinin konusu haline gelmiştir.

Durasyon, genellikle bir finansal varlığın ağırlıklı ortalama süresi olarak tanımlansa da, bu tanım günümüzdeki kullanım alanları dikkate alındığında yetersiz kalmaktadır. Durasyondan hareketle hesaplanan modifiye durasyon, konveksite ve bir baz puanının değeri (PVBP) gibi kavramlar durasyon tanımını, bir finansal varlığın fiyatının, faiz oranlarında meydana gelecek küçük bir değişme karşısında ne kadar değişeceğinin ölçüsü olarak kullanmayı daha anlamlı kılmaktadır.

---

<sup>23</sup> Floating Rate Note

Durasyon, bankalarda risk yönetimi kapsamında, farklı vade yapılarına ve faiz oranlarına sahip finansal varlıkların, faiz oranlarındaki değişimler karşısında oluşturacakları risklilik düzeylerinin hesaplanması ve bu risklilik düzeylerinin karşılaştırılması amacıyla kullanılan bir analizdir.

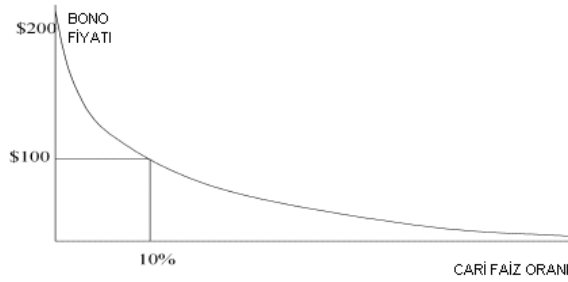
Bu aşamada, durasyon kavramı, çıkış noktası olan menkul kıymetler örneğinden hareketle tartışılacak, sonrasında türev ürünler ve tüm bilanço kalemleri çerçevesinde bu tartışma genişletilecektir. Son olarak varsayımsal X Bankası uygulaması incelenecektir.

Durasyon ile ilgili hesaplamalara geçmeden önce, kavramsal çerçevenin daha iyi anlaşılabilmesi açısından “menkul kıymetlerin fiyat hassasiyetinin ölçütleri nelerdir?” sorusunun cevabı üzerinde durmak gerekir. Bu çerçevede incelenmesi gereken temel ilişki, menkul kıymet fiyatları ile verim eğrisi arasındaki ilişkidir.

Verim eğrisinde meydana gelebilecek olası değişikliklerin, sabit getirili menkul kıymetlerin fiyatları üzerinde yaratacağı etki, menkul kıymetler arasında farklılık göstermektedir. Bazı sabit getirili menkul kıymetlerin fiyatları verim eğrisindeki değişikliklere daha hassastır. Bono fiyatlarının, faiz haddine olan bu duyarlılığı; cari faiz oranları, verim eğrisindeki değişiklikler, vadeye kalan gün sayıları ve kupon büyüklüklerini de içeren bir dizi faktöre bağlıdır. Bu faktörler aşağıda incelenmektedir.

### **2.1.2.1. Menkul Kıymetlerde Fiyat Hassasiyetinin Ölçütleri**

**Cari Faiz Oranları/Verim Eğrisi Değişikliğinin Bono Fiyatlarına Etkisi:** Aşağıdaki diyagramda kuponlu bir bononun fiyatı ile cari faiz oranları arasındaki tipik ilişki gösterilmiştir.

**Grafik 1: Bono Fiyatı Cari Faiz Oranı İlişkisi**

Vadesine 10 yıl kalmış olan ve 6 ayda bir %5 kupon ödemesi yapan, sabit kupon ödemeli bir bono düşünelim. Eğer cari faiz oranları da %10 olsaydı, bu durumda bononun fiyatı da 100\$ olacaktı. Eğer cari faiz oranları sıfıra eşit olsaydı, bu durumda paranın zaman değeri olmayacağından, bononun fiyatı tüm nakit akımlarının değerleri toplamına eşit olacaktı yani  $100+(5 \times 20) = 200\$$  olacaktı.

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi, cari faiz oranları sonsuza yaklaşırken bononun fiyatı da sıfıra yakınsamaktadır. Bu, bononun fiyatının cari faizlere konveks olması demektir. Fiyatlar ve cari faizler arasındaki konveks ilişkiye bağlı olarak, faizlerdeki büyük bir azalış karşısında oluşan fiyattaki yüzdesel artış, faizde aynı orandaki bir artışa karşılık oluşan yüzdesel fiyat azalışından daha büyüktür. Bu durum faiz oranı azalırken fiyatın belirli bir artış oranından arttığını ve faiz oranı artarken de belirli bir azalış oranından azaldığı anlamına gelir.

Bu ilişkiyi örneklendirmek gerekirse; Vadesine 4 yıl kalmış, %8'den kupon ödeyen ve faiz haddi %8 iken nominal değerinden (100\$'dan) satılan bir bono düşünelim. Eğer faiz haddi %6'ya düşerse bononun fiyatı:

$$\frac{8}{1.06} + \frac{8}{1.06^2} + \frac{8}{1.06^3} + \frac{108}{1.06^4} = \$106,93 \text{ olacaktır.}$$

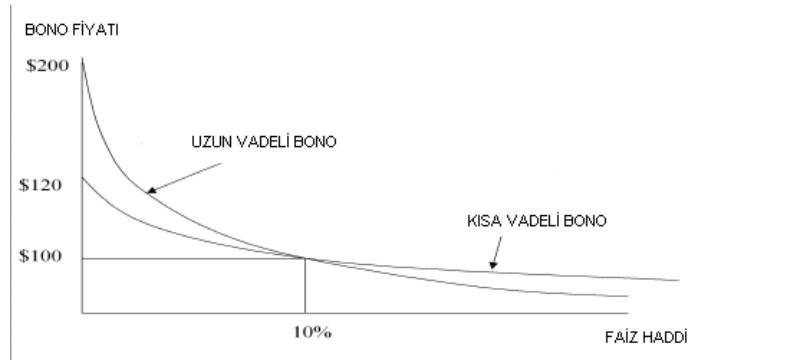
Faiz haddindeki bu düşüş, bononun fiyatında %6,93'lük değişikliğe neden olmuştur. Eğer faiz haddi %10'a yükselirse bu durumda bononun fiyatı:

$$\frac{8}{1.10} + \frac{8}{1.10^2} + \frac{8}{1.10^3} + \frac{108}{1.10^4} = \$93,66 \text{ olur.}$$

Faiz haddindeki bu yükseliş bononun fiyatında %6,34'lük değişikliğe neden olmuştur. Yukarıdaki örnekte de görüldüğü gibi faiz haddinde meydana gelecek bir azalış aynı oranda bir artışa kıyasla fiyatta daha yüksek bir yüzdesel değişikliğe neden olmaktadır.

**Vadenin Tahvil Fiyatlarına Etkisi:** Aşağıdaki şekilde kupon oranları ve verimleri aynı fakat vadeleri birbirinden farklı iki bononun fiyat-verim ilişkisi gösterilmektedir. Bu bonoların bir tanesinin vade sonuna 2 yıl, diğerinin vade sonuna 5 yıl kalmıştır. Kupon faizleri %10'dur ve eğer verimleri de %10 ise bonolar nominalde fiyatlanacaktır. Eğer cari faiz haddi sıfır olsaydı 2 yıllık kısa vadeli tahvilin fiyatı  $100+(5 \times 4)=120\$$  olurken 10 yıllık bono  $100+(5 \times 20)=200\$$  değerinde olacaktı. Eğrinin de gösterdiği gibi, uzun vadeli bono, cari faiz haddi değişikliklerine daha fazla duyarlıdır.

**Grafik 2: Bono Fiyatı – Verim İlişkisi**



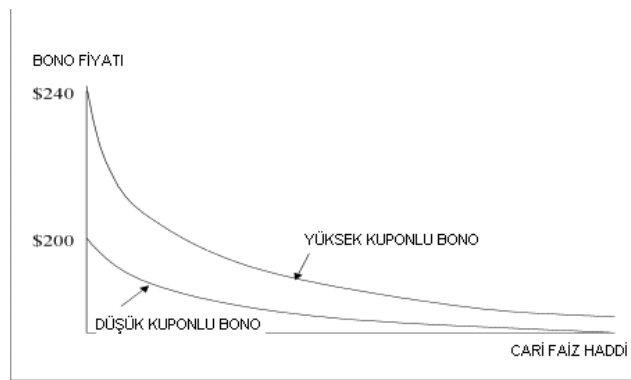
Cari faiz haddindeki veri bir değişiklik, uzun vadeli bono fiyatında, kısa vadeli bonoya oranla yüzdesel anlamda daha fazla değişikliğe neden olmaktadır. Örnek vermek gerekirse; %5 kuponlu ve % 8 cari faiz haddinde fiyatlanmış 2 bono düşünelim. İlki 4 yıllık ikincisi ise 8 yıllık bono olsun ve her iki bononun da kupon ödeme periyodu bir olsun (yani yılda bir kez kupon ödemesi gerçekleştirsin). Kısa vadeli bono 90,06\$'da, uzun vadeli bono ise 82,76\$'da fiyatlanmışken, cari faiz haddinin %10'a yükseldiğini varsayalım. Böylece, bono fiyatlaması denkliğine göre 4 yıllık bono



84,15\$'da, 8 yıllık bono ise 73,34\$'da fiyatlanacaktır. Yüzdesel bağlamda fiyattaki azalış kısa vadeli bonoda %6,6 iken uzun vadeli bonoda %11,4 olacaktır.

**Kupon Büyüklüğünün Bono Fiyatlarına Etkisi:** Aşağıdaki şekilde, birincisi yıllık %14 kupon ödemesi, ikincisi ise yıllık %10 kupon ödemesi yapan, her ikisinin de vadesine 10 yıl kalmış iki bono karşılaştırılmaktadır.

**Grafik 3: Bonoların Karşılaştırılması**



Birinci bono daha yüksek kupon ödemesi dışında düşük kupon ödemeli bononun tüm özelliklerini taşıdığından, onun verim eğrisi düşük kupon ödemeli bononun üstünde olmalıdır. Bu iki bonodan hangisi daha risklidir? Başka bir deyişle cari faiz haddindeki herhangi bir değişiklik hangi bonoda daha yüksek bir yüzdesel değişikliğe sebep olmaktadır?

Cari faiz haddindeki veri bir değişiklik düşük kuponlu bonoda yüzdesel bağlamda daha yüksek bir değişikliğe neden olacaktır. Bunun nedeni, yüksek kuponlu bonoların daha yüksek nakit akımlarına sahip olması ve düşük kuponlu bonoya oranla daha erken getiri elde etmesidir. Böylece yüksek kupon oranlarına sahip bonolar için daha düşük fiyat ayarlamaları ortaya çıkmaktadır.

Örnek vermek gerekirse; İkisi de %8 cari faiz haddinden fiyatlanmış 4 yıllık ve yılda bir kez kupon ödemeli iki bono düşünelim. İlk bono %5, ikincisi ise %10 kupon ödemesi yapmaktadır. Bono fiyatlamasından, fiyatlar sırasıyla, 90,06\$ ve 106,62\$

olarak hesaplanabilir. Faiz hadlerinin değiştiğini ve bonoların %10 cari faiz haddinden fiyatlandığını varsayalım. Böylece yeni fiyatlar sırasıyla, 84,15\$ ve 100\$ olacaktır. Yüzdesel olarak ifade edersek, %5 kupon ödemeli bono fiyatı %6,6; %10 kupon ödemeli bono fiyatı ise %6,2 değişmiştir. Genel olarak, düşük kupon ödemeli bonolar yüksek kupon ödemeli bonolara göre cari faiz haddi değişikliklerine daha duyarlıdır. Bir başka deyişle, nominal değerinin üzerinde işlem gören bonolar, nominal değerinin altında işlem gören bonolara göre daha yüksek kupon oranlarına sahiptirler ve diğer faktörler aynı iken cari faiz haddi değişikliklerine daha az duyarlıdır.

Özet olarak, bir kuponlu bononun fiyat hassasiyeti, cari faiz hadleriyle olduğu kadar kupon faizi ve vadeyle de ilgilidir. Genel olarak, veri bir vade için, kupon oranı azaldıkça faiz oranlarındaki değişimlere karşı bono fiyatı hassasiyeti artar. Sabit kuponlu bonolar için de vade arttıkça risk artar.

Buraya kadar yapılan açıklamalar dikkate alındığında, bonoların riskini farklı kupon ve vadelerde kıyaslamak için durasyon hesaplamasının iyi bir kriter olabileceği sonucuna varabiliriz. Çünkü durasyon analizi, menkul kıymetlerin fiyat hassasiyetinin bağlı olduğu tüm unsurları hesaplama sırasında dikkate alan bir analizdir.

### **2.1.2.2. Macaulay Durasyonu**

Menkul kıymetleri vadelerine kalan süreleri açısından kıyaslamak, risk yönetimi açısından oldukça yanılıcı sonuçlar doğuracak bir ölçüttür. Çünkü bu kıyaslamaya konu edilen vadeye kalan gün sayısı, menkul kıymetlerin fiyat hassasiyetinin ölçütlerinden sadece bir tanesidir. Diğer ölçütlerin de (cari faiz oranları, verim eğrisindeki değişiklikler ve kupon büyüklükleri) yapılacak analizlere dahil edilmesi gerekir. Örneğin, yüksek kupon ödemeli bonolar, aynı vadeye sahip düşük kupon ödemeli bonolara göre toplam nakit akımının daha büyükçe bir kısmını bononun süresince daha erken elde ettikleri için, efektif kısa dönem enstrümanlardır. Sonuç olarak bononun

vadesine kalan gün sayısı, bir kuponlu bononun durasyonunun hesaplanması için iyi bir ölçüt değildir.

Daha anlamlı bir ölçüt elde etmek için, bonoyu iskontolanmış bono portföyü olarak gösterip her nakit akımının vadesini ölçmek faydalı olacaktır.

Bono fiyatlaması denkleminde:

$$B_0 = \sum_{t=1}^m P(0,t)CF_t$$

İfade “ $t$ ” ninci nakit akımının bono fiyatına katkısı olsun.

Böylece:

$$w_t = \frac{P(0,t)CF_t}{B_0}$$

Bononun durasyonu, “ $D$ ”, bu bono için nakit akımlarının periyot sayısının ağırlıklı ortalamasına eşit olur:

$$D = \sum_{t=1}^m t.w_t$$

Ödemeler yapılana kadar geçen süre arttıkça durasyon artar. Eğer bono iskontoluysa, tüm ödeme vadeye bırakıldığından, durasyon vadeye eşit olmaktadır.

Macaulay Durasyonu, cari faiz haddinden, kupon faizinden ve vadeye kalan gün sayısından etkilenmektedir. Örneklendirmek gerekirse; %12 cari faiz haddinden

fiyatlanmış ve %12 yıllık kupon ödeyen bir bono için cari faiz haddindeki, kupondaki ve vadedeki değişikliklere olan durasyon hassasiyeti aşağıda gösterilmiştir.

**Tablo 9: Cari Faiz Haddi ve Durasyon Arasındaki İlişki**

Cari Faiz Haddi (%)	4	8	12	16	20
Durasyon (yıl)	4,2	4,1	4	3,7	2,9

Tüm faktörler aynı iken, cari faiz haddi arttıkça durasyon azalır.

**Tablo 10: Kupon Oranları ve Durasyon Arasındaki İlişki**

Kupon Oranı (%)	4	8	12	16	20
Durasyon (yıl)	4,5	4,2	4	3,9	3,8

Tüm faktörler aynıyken, kupon ödemesi arttıkça, durasyon azalır.

**Tablo 11: Vade ve Durasyon Arasındaki İlişki**

Vade (yıl)	3	5	7	10	30
Durasyon (yıl)	2,7	4	5,1	6,3	9

Bir bono için durasyon, vade arttıkça artar.

Macaulay Durasyon hesaplaması için bir örnek vermek gerekirse; %9 cari faiz haddinde fiyatlanmış, 6 ayda bir %9 kupon faizi ödeyen, 4 yıllık bir bono düşünelim. 6 ayda bir olan nakit akımı, ağırlıklar ve durasyon hesabı aşağıda gösterilmiştir.

**Tablo 12: Macaulay Durasyonu**

Dönem (t)	Nakit Akım CFt	Bugünkü Değer P(0,t)CFt	Ağırlıklı Ortalama Bugünkü Değer tP(0,t)CFt
1	4,5	4,3	4,3
2	4,5	4,12	8,24
3	4,5	3,94	11,83
4	4,5	3,77	15,09
5	4,5	3,61	18,06
6	4,5	3,46	20,73
7	4,5	3,31	23,14
8	104,5	73,48	587,86
Toplam		100	689,27

Durasyon:  $689,27/100 = 6,89$  yarıyıl veya 3,45 yıldır.

### 2.1.2.3. Modifiye Durasyon

Faize duyarlılık katsayısı olarak tanımlanan modifiye durasyon, durasyon hesaplamasına konu edilen menkul kıymetin Macaulay Durasyonunun faiz oranı ile indirgenmesi yoluyla hesaplanır. Bu işlem teorik ifade ile tahvil fiyatındaki değişimin faiz oranındaki değişime göre birinci dereceden türevidir. Modifiye durasyon, faiz oranlarındaki değişikliklerin bono fiyatları üzerinde yaratacağı etkiyi ölçmek amacıyla kullanılır. Ancak modifiye durasyon söz konusu etkinin sadece lineer kısmını sayısallaştırabilmektedir. Sadece lineer yakınsamayı dikkate alan ve kuadratik yakınsamayı göz ardı eden bu hesaplamasının tek başına kullanımının yaratacağı bilgi kaybı, özellikle bankaların portföy büyüklükleri dikkate alındığında mutlaka göz önünde bulundurulması gereken bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Modifiye durasyon hesaplamasının aşamaları aşağıda açıklanmıştır.

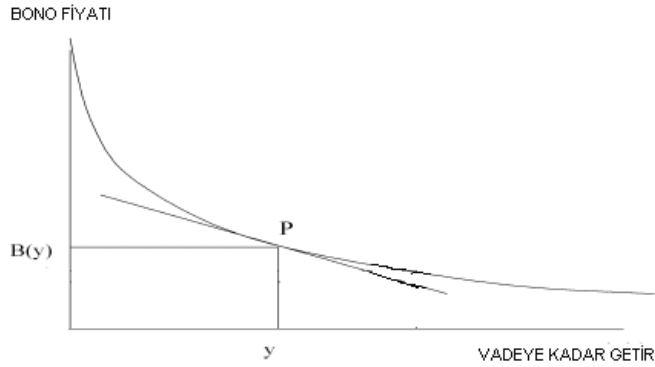
“ $m$ ” tane kupon ödemeli bir bononun fiyatı şöyle hesaplanabilir:

$$B = \sum_{t=1}^m \frac{CF_t}{(1+y)^t}$$

- “ $y$ ” = her periyottaki vadeye kadar getiri.
- “ $CF_t$ ” = “ $t$ ” günündeki nakit akımı.

Aşağıdaki şekil bono fiyatlarıyla vadeye kadar getiri arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

**Grafik 4: Bono Fiyatları ve Vadeye Kadar Getiri**



Eğer bono fiyatı “ $P$ ” noktasında oluşmuşsa, eğrinin eğimi  $\frac{dB}{dY}$  olacaktır.

$$\frac{dB}{dY} = -D \frac{B}{(1+y)}$$

Modifiye durasyonu tanımlarsak;

$$D_m = \frac{D}{(1+y)}$$

Böylece;

$$\frac{dB}{dy} = -D_m B$$

$$\frac{dB}{B} = -D_m d_y$$

Bono fiyatındaki bu anlık değişim, modifiye durasyonun negatifi ile vadeye kadar getirideki değişikliğin çarpımına eşittir.

Eğer modifiye durasyonu 4 yıl olan bir bono için, periyot başına vadeye kadar getiri 100 baz puan değişirse bono fiyatı %4 değişir. Modifiye durasyon arttıkça, bononun faiz haddi değişikliğine olan hassasiyeti artar.

Bu durumu örnekleyelim; %9 cari faiz haddinden fiyatlanmış, yılda 2 kere %9'dan kupon faizi ödeyen 4 yıllık bir bono düşünelim. Bononun durasyonu 6,89 periyottur. Bu durumda bononun modifiye durasyonu periyot cinsinden:

$$D_m = \frac{D}{(1+y)} = \frac{6.89}{1.045} = 6.593$$

olacaktır (Yıl cinsinden 3,297 yıl).

Yıllık vadeye kadar getiride 100 baz puanlık bir değişiklik, bono fiyatında %3,297 değişikliğe neden olmaktadır.

#### 2.1.2.4. Konveksite

Modifiye durasyonun, faiz oranlarında meydana gelecek 100 baz puanlık bir değişimin bono fiyatı üzerinde yaratacağı etkiyi ölçtüğünü yukarıda belirttik. Bu ölçütün bono fiyatlarında meydana gelecek değişimin sadece lineer kısmını ölçtüğünü de bir kez daha belirtelim. Sadece lineer kısmın sayısallaştırılmasının faiz oranlarında meydana gelen değişme karşısında bono fiyatlarında meydana gelecek değişmeyi ölçmeyi amaçlayan bir yakınsama olduğu ve fiyat üzerindeki etkinin tamamını vermediği unutulmamalıdır. Bu durum, modifiye durasyonun, faiz oranlarında meydana gelecek artış karşısında bono fiyatının olması gerekenden daha yüksek tahmin etmesine; faiz oranlarında meydana gelecek düşüş karşısında da bono fiyatının olması gerekenden daha düşük tahmin etmesine neden olmaktadır. Modifiye durasyon aracılığıyla ölçülen lineer yakınsama ile gerçek bono fiyatları arasındaki bu sapma, bononun vadesine, taşıdığı kupon oranına ve faiz oranlarına bağlı olarak değişim gösterecektir. Bu sapmanın azaltılabilmesi için kuadratik yakınsamanın da konveksite aracılığıyla sayısallaştırılması ve hesaplamalara dahil edilmesi gerekir.

Modifiye durasyon, bono fiyatlarının faiz oranlarındaki değişimlere karşı duyarlılığını ölçerken; konveksite, durasyonun faiz oranlarındaki değişimlere karşı duyarlılığını ölçmektedir.

Konveksitenin hesaplanmasına ilişkin aşamalar aşağıda belirtilmiştir.

“ $\Delta y$ ”nin küçük bir değişiklik olduğunu ve vadeye kadar getirinin “ $y$ ”den “ $(y+\Delta y)$ ”ye değiştiğini varsayalım. Aşağıdaki şekilde bononun fiyatı “ $B(y)$ ”den “ $B'(y+\Delta y)$ ”ye değişmektedir. “ $\Delta y$ ” yeterince küçük olduğunda, “ $B(y+\Delta y)$ ” “ $B'(y+\Delta y)$ ” tarafından yakınsanabilir ki bu diyagramda “ $S$ ” ile gösterilmiştir.





Şu şekilde de ifade edilebilir:

$$B''(y + \Delta y) \approx B(y) - D_m B(y) \Delta y + \frac{1}{2} C(y) B(y) (\Delta y)^2$$

$$C(y) = \frac{\frac{d^2 B}{dy^2}}{B(y)} \text{ bononun konveksitesi olarak tanımlanmaktadır.}$$

Bu durumda bono fiyat eşitliğinin iki kere diferansiyelini alırsak:

$$C(y) = \sum_{t=1}^m \frac{t(t+1)CF_t}{(1+y)^{t+2}B(y)} \text{ olacaktır.}$$

Vadeye kadar getiri arttığında, fiyat-verim eğrisinin de eğiminin arttığını ifade eder şekilde kuponlu bonoların konveksitesi her zaman pozitifdir.

Kuadratik yakınsama, lineer yakınsamadan son konveksite terimiyle ayrılır. Bu terim her zaman pozitif olduğundan kuadratik yakınsama lineer yakınsamaya göre daha yüksek değerler sağlamaktadır.

Vadeye kadar getirideki küçük değişiklikler için lineer yakınsama bono fiyatında iyi sonuçlar vermektedir. Bu modifiye durasyonun fiyat volatilitesi için faydalı bir ölçüm aracı olduğu anlamına gelir. Fakat piyasa, faiz haddi volatilitisini yüksek olarak algılasa, ikinci derece yakınsamanın da hesaplamaya dahil edilmesi daha uygun olacaktır.

Konuyu örneklemek gerekirse; %8 cari faiz haddinden fiyatlanan 100\$ nominal değerli, yıllık 8\$'lık kupon ödeyen (6 ayda bir 4\$), 5 yıllık bir bono düşünelim. Bu bononun durasyonu 8,435 periyottur (yarıyıl), ve modifiye durasyon da periyot cinsinden  $8,435/1,04 = 8,111$ 'dir. Periyodun konveksitesi ise 80,75 periyot karedir. Bu örnekte, her periyot 6 aylık aralığa denk gelmektedir. Konveksite ölçümünü yıl

cinsinden dönüştürmek, yıldaki periyot sayılarının karesiyle bölünmesini gerektirir. Böylece bu örnekteki yıllıklandırılmış konveksite  $80,75/4= 20,18$  yıl kareye eşittir.

Aşağıdaki tablo, vadeye kadar getirideki “Baz Puan” başlığı ile gösterilen değişiklikler için bono fiyatlaması denklemi ile hesaplanan cari bono fiyatlarını göstermektedir.

**Tablo 13: Farklı Baz Puan Değişiklikleri İçin Bono Fiyatları ve Hatalar**

Baz Puan	Bono Fiyatı	Lineer Yakınsama	Hata	Kuadratik Yakınsama	Hata
-400	117,96	116,22	1,74	117,97	-0,01
-200	108,53	108,11	0,42	108,55	-0,02
0	100	100	0	100	0
200	92,28	91,89	0,39	92,33	-0,05
400	85,28	83,78	1,5	85,52	-0,24

Aşağıdaki açıklamalar bono fiyatlarının, durasyonun ve konveksitenin hesaplanmasında faydalı olabilir. Bahsi geçen bono gelecek “ $n$ ” periyot için “ $c$ ” kuponunu ödemektedir. Bononun nominal değeri “ $F$ ”dir. Her periyot için vadeye kadar getiri “ $y$ ”ye eşittir. 6 ayda bir ödenen kupon için, vadeye kadar getiri yıllık “ $2y$ ” olmaktadır.

$$B(0) = \frac{c}{y} \left[ 1 - \frac{1}{(1+y)^n} \right] + \frac{F}{(1+y)^n}$$

$$D_m = \frac{c}{y^2 B(0)} \left[ 1 - \frac{1}{(1+y)^n} \right] + \frac{n(F - c/y)}{B(0)(1+y)^{n+1}}$$

$$C = \frac{1}{B(0)} \left[ \frac{2c}{y^3} \left( 1 - \frac{1}{(1+y)^n} \right) - \frac{2cn}{y^2(1+y)^{n+1}} + \frac{n(n+1)(F - c/y)}{(1+y)^{n+2}} \right]$$

Analitik formül, bir kuponlu bononun, “ $n$ ” periyot için “ $c$ ” dolar ödeyen bir annüite ve “ $n$ ” periyot sonrası “ $F$ ” dolar ödeyen bir iskontolu bononun birleşimi olarak görülebileceği gerçeği doğrultusunda oluşturulmuştur. Bono fiyatlaması eşitliğinde ilk terim annüitenin değeridir. Modifiye durasyon bu formülün “ $y$ ”ye göre türevi alınarak ve bono fiyatına bölünmesiyle elde edilir. Benzer şekilde, konveksite eşitliği bono

fiyatlaması denkleminin “y”ye göre iki kere diferansiyeli alınmasıyla ve bono fiyatına bölünmesiyle elde edilir.

Faiz oranlarında meydana gelecek bir puanlık düşüşün bono fiyatında meydana getireceği artış; faiz oranlarında meydana gelecek bir puanlık artışın bono fiyatında meydana getireceği düşüşten daha yüksek olacaktır. Bono fiyatlarının faiz oranı değişimleri karşısında gösterdiği bu asimetrik hareketin büyük kısmı konveksite tarafından sayısallaştırılabilmektedir. Bir bononun konveksitesinin yüksek olması, söz konusu asimetrinin de yüksek olduğu anlamına gelir. Bu durumda bono portföyünü yönetenlerin, ortalamada daha yüksek bir konveksite elde edebilmek için; durasyonu ve fiyatı aynı iki bono içinden konveksitesi yüksek olanı tercih ederek portföyelerine katmaları rasyonel olacaktır.

#### **2.1.2.5. PVBP (Bir Baz Puanın Fiyat Değeri)**

Bir bononun fiyatının vadeye kadar getiri değişikliklerine olan hassasiyeti genel bir risk ölçütüdür. PVBP<sup>24</sup> veya kimi zaman kullanıldığı ismi ile DV01<sup>25</sup>, vadeye kadar getirideki bir baz puanlık artışın sonucu fiyatta oluşan düşüşü ölçer. PVBP hesaplaması özünde bir duyarlılık analizidir ve bu ölçütün, yukarıda yaptığımız modifiye durasyon ve konveksite ile ilgili açıklamalar dikkate alındığında temelde iki alt kırılımı vardır. Lineer ve kuadratik yaklaşımlarla ifade edilen bu kırılımların her ikisinin de PVBP hesaplamasına dahil edilmesinin gerekliliği, konveksite ile ilgili açıklamalarda belirtilmiştir. Ancak uygulamada, sadece lineer kısmın PVBP hesaplaması içinde değerlendirildiği sıkça görülmektedir. Bunun nedeni, bir baz puan için yapılan hesaplamanın farklı faiz oranı artışları için de bir çarpma işlemiyle kolayca hesaplanabiliyor olmasıdır. Verim eğrisinin eğimi ile ifade edilen modifiye durasyondan hareketle PVBP'nin nasıl hesaplanacağı aşağıda gösterilmiştir.

---

<sup>24</sup> Price Value of a Basis Point

<sup>25</sup> Dollar Value of a Basis Point

$$PVBP = -\text{verim eğrisinin eğimi} \times 0,0001$$

veya;

$$PVBP = -\frac{dB}{dy} \times 0,0001$$

bu ifade oransal olarak PVBP'yi verecektir. İşlemin tutarsal olarak hesaplanabilmesi için, hesaplama konusuna konu edilen bono tutarıyla da çarpılması gerekir. Bu hesaplama faiz oranlarında yaşanacak bir baz puan artış karşısında bononun ne tutarda değer yitireceğini bize verir.

$$\frac{dB}{B} = -D_m dy$$

$$dB = -D_m B dy$$

$$PVBP = -D_m B \times 0,0001$$

Örneğin; 6 ayda bir %10'dan kupon ödeyen 5 yıllık bonomuzu tekrar ele alalım, bu bono nominalde fiyatlanmıştır. Bononun modifiye durasyonu  $D_m=3,86$  ise,  $PVBP=100 \times 3,86 \times 0,0001 = -\$0,0386$  olacaktır.

Görüldüğü gibi sadece lineer kısım kullanılarak yapılan bu hesaplama, formülden gelen negatif işaretin etkisiyle her zaman eksi çıkmaktadır. Eğer faiz oranlarında bir artış değil de düşüş öngörüyorsak, bu durumda baz puanın işareti de negatif olacağından işlemin sonucu pozitif olacak, yani bononun değer kazanacağı sonucuna varacaktık. Bir baz puan için hesaplanan PVBP'yi örneğin 100 baz puan için hesaplamak istesek;

$PVBP=100 \times 3,86 \times 0,01 = -\$3,86$  olacaktır. Ya da 1 baz puan için hesaplanan  $PVBP * 100$  de bizi aynı sonuca ulaştıracaktır. Çünkü hesaplama bu boyutuyla sadece lineer kısmı kullanılmaktadır ve farklı faiz oranlarının etkisinin hesaplanması işlemi bir çarpma işleminden ibarettir.

Şimdi kuadratik kısmın da hesaplamaya dahil edildiğini düşünelim. Bu durumda PVBP formülü şöyle olacaktır:

$$PVBP = - \text{modifiye durasyon} \times 0,0001 + (\text{konveksite} \times (0,0001)^2) / 2)$$

Formülde de görüldüğü gibi kuadratik kısmın hesaplamaya dahil edilmesi, baz puan artışının karesinin alınmasını gerekli kılmaktadır. Bu durumda işlemi farklı faiz hadlerinden tekrarlamak bir çarpma işleminden ibaret olmaktan çıkmakta; yukarıdaki hesaplamanın istenilen faiz oranından tekrar yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Oysa, kuadratik yakınsamayı da hesaplamaya dahil etsek bile sonuçta PVBP hesaplaması faiz oranlarında öngörülen artış karşısında bono fiyatında yaşanacak net değişmeyi vermeyecek, bu değişmeye oldukça yakınsayan bir sonuç verecektir.

PVBP, cari faiz haddinde fiyatı hesaplayıp; faiz haddine bir baz puan ekleyerek ve fiyatı yeniden hesaplayarak doğrudan da hesaplanabilir. Tam değerlendirme olarak da ifade edilen bu hesaplamaya örnek vermek gerekirse; 6 ayda bir %10 kupon ödemesi yapan “(y=%10)”, 5 yıllık bono nominal değerinde (100\$) fiyatlanmıştır. PVBP hesaplamak için bonoyu %10,01 faiz haddinde tekrar fiyatlıyoruz. Bu, fiyatın 99,9614\$’a düşmesine neden olur.

Böylece  $PVBP = 99,9614 - 100 = -0.0386\$$  olacaktır. Yani cari faiz haddindeki bir baz puanlık artış bononun fiyatını  $-0.0386\$$  düşürecektir.

Görüldüğü gibi doğrudan hesaplama, sadece lineer yakınsamayı dikkate alan hesaplama ile aynı sonucu vermiş gibi görünmektedir. Sonuç 1 baz puan için aynı gibi gözükse de bu durum yanıltıcıdır. Çünkü çoğu zaman öngörülen artışlar 1 baz puanın çok üzerindedir ve hesaplamaya konu edilen faiz oranı yükseldikçe iki hesaplama arasındaki fark, sayısal olarak daha anlamlı ve dikkate alınması zorunlu farklar haline gelecektir. Farkın bir başka kaynağı da kuadratik kısmın hesaplamaya dahil edilmemesinden kaynaklanacaktır. Kuadratik kısmın hesaplamaya dahil edilmesi, PVBP sonucunu tam değerlendirme yoluyla yapılan hesaplama sonuçlarına yaklaştıracak ve hata payı kabul edilebilir sınırlar içinde kalacaktır.

Sonuç olarak bir banka portföyünün büyüklüğü dikkate alındığında, tam değerlendirme yoluyla hesaplamanın yaratacağı zorluk, bu hesaplamanın istenilen faiz oranından tekrar tekrar yapılmasının yaratacağı zaman ve işlem maliyetidir. Bu maliyet özellikle büyük bankalar açısından taşınabilir bir maliyet olmaktan çıkmaktadır. Bu nedenle hesaplamaların, kuadratik yakınsamayı da dahil ederek düzeltilmesi ve kabul edilebilir bir hata payı<sup>26</sup> ile yapılması daha rasyonel olmaktadır.

#### 2.1.2.6. Düzensiz Nakit Akımlara Sahip Bir Bononun Durasyonu

Yukarıda verilen örneklerde kullanılan sabit faizli kuponlu bonoların, nakit akım aralıklarının eşit olduğu varsayılmıştır. Dolayısıyla, “y” (vadeye kadar getiri) periyottaki faiz haddine eşittir. Bazı durumlarda, ilk kupon ödemesi hariç kupon ödemeleri eşit olarak aralıklandırılmış bonolar da portföy içinde yer alabilir.

Böyle bir bonoda, “p” ilk kupon gününden itibaren ki kısım olsun. Örneğin kupon ödemeleri arasındaki zaman 6 ay ve ilk kupon ödemesine kadar olan zaman da 2 ay ise, 6 aylık aralıkta her periyot için  $p=2/6$  olmaktadır. Bu durumda Macaulay durasyonu:

$$D = \sum_{t=1}^m (p+t-1)w_t$$

“t”ninci nakit akımının bugünkü değerinin bono fiyatına olan göreceli katkısı.

Buradan  $D_m^*$  'in aynı bononun “ $p=1$ ” için hesaplanan modifiye durasyonuyken  $D_m = D_m^* - (1-p)$ , nin durasyonu verdiği görülebilir.

---

<sup>26</sup> Taşınacak bu hata payı ile ilgili tablo daha önce konveksite kısmında verilmiştir.

### 2.1.2.7. FRN'lerin Durasyonu

Değişken faizli bonolar genelde FRN (Floating Rate Notes) veya basitçe floaters olarak ifade edilirler ve biz bu iki terim arasında FRN terimini kullanacağız. FRN'ler, sabit faizli kuponlu bonoların aksine, oranların her kupon periyodu için, periyodun başında, bazı kısa dönem piyasa referans oranlarına bağlı olarak belirlendiği bonolardır. Kuponlar genelde 6 ayda bir veya yılda 4 kere ödenmektedir.

FRN'in fiyatı, piyasa faiz haddindeki dalgalanmalara karşı sabit faizli kuponlu bonolara göre çok daha az kırılındır. Çünkü periyodik olarak yapılan yeniden fiyatlama dönemlerindeki fiyatlama, FRN'i cari piyasa koşullarıyla uyumlu hale getirmektedir.

Yeniden fiyatlama gününde (genelde 6 ayda veya 3 ayda bir), değişken faizli enstrümanın kupon faizi, piyasa koşullarıyla uyumlu hale geleceği için FRN'ler, arbitrajsız bir piyasada her yeniden fiyatlama döneminde nominalde fiyatlanmalıdır. Böylece fiyatı sözleşme ile belirlenen faiz ile piyasa faizi arasında oluşabilecek bir tutarsızlığı tazmin etmek zorunda kalmayacaktır. Bu açık durum basit bir tümevarım süreci kullanılarak gösterilebilir.

" $(T=n_t)$ " olmak üzere her birinin uzunluğu " $t$ " olan vadeye kadar " $n$ " tane ödeme periyodu içeren bir değişken faizli enstrüman ele alalım. Şimdi bu enstrümanın " $n$ "inci faiz ödeme periyodunda olduğunu varsayalım. Nakit akımı " $t$ " dönemi için Libor'a eşit olacağından itfa gününde anapara artı piyasa oranından ödeme yapacak, bu nedenle nominalde fiyatlanacaktır.

Şimdi zamanda bir adım geri gidelim ve değişken faizli enstrümanın fiyatını faiz periyodunun başında " $(n-1)$ " düşünelim. Gene cari piyasa faizine eşit bir kupon faiz oranıyla kaşı karşıya olduğumuzdan arbitraj fırsatlarını ortadan kaldırmak için tekrar nominalde fiyatlama yapmamız gerekmektedir. Bu geriye doğru tümevarım sürecini devam ettirirsek FRN'in ihraç tarihi itibarıyla da nominalde fiyatlanması gerektiğini belirleyebiliriz.



“N” yıl için her altı ayda bir Libor faizi ödeyen bir FRN düşünelim. Libor, her periyodun başında belirlenmekte ve periyodun sonunda ödenmektedir. “ $l[t_i, t_{i+1}]$ ”in “ $t_i$ ”, “ $t_{i+1}$ ” periyodu için Libor faiz oranını temsil ettiğini varsayalım. “ $N[t_i, t_{i+1}]\Delta t_i$ ” nakit akımı, “ $t_{i+1}$ ” zamanında gerçekleşir. Nominal değeri 100 olarak kabul eder ve 6 aylık Libor'u yılda 2 kere kupon ödeyen bindirgenmiş orana çevirirsek:

$$\frac{y}{2} = l[t_i, t_{i+1}] \cdot \frac{\text{periyod}(\text{gün})}{360} \text{ olur.}$$

Sıfırıncı günde menkul kıymetin fiyatı:

$$V_{float} = 100P(0, t_0) = \frac{100}{(1 + \frac{y}{2})^p}$$

“p” = yeniden fiyatlama tarihine 6 aylık periyottan kalan kısım.

FRN’in vadesinin 6 ay olduğunu varsayalım. Bononun vadeye kadar getirisi “y” ise:

$$V_{float} = \frac{100(1 + \frac{y}{2})}{(1 + \frac{y}{2})} = 100 \text{ olacaktır.}$$

Şimdi FRN’in vadesinin 12 ay olduğunu varsayalım. Biz biliyoruz ki bono 6 ay sonra nominal fiyatından işlem görecektir. Bu nedenle bononun değeri 100\$’ın bugünkü değeri + yeniden fiyatlama tarihine kadar olan faizin bugünkü değerine eşittir.

$$V_{float} = \frac{100(1+\frac{y}{2})}{(1+\frac{y}{2})} = 100$$

Bu tartışmanın tekrarlanması, yeniden fiyatlama gününde FRN'in her zaman nominal değerden işlem gördüğünü ortaya koymaktadır.

Yeniden fiyatlama dönemleri arasında ise,  $y^*$  bir önceki yeniden fiyatlama döneminde belirlenirken, en son nakit akımını  $100(1+\frac{y^*}{2})$  ifadesini vermektedir. Böylece fiyat:

$$V_{float} = \frac{100(1+\frac{y^*}{2})}{(1+\frac{y}{2})^p} = 100$$

- “p”, ilk faiz ödemesine kalan süre.
- “y”, bir sonraki yeniden fiyatlama dönemine kadar olan, cari Libor oranından hesaplanan getiri.

Tüm bu bilgiler ışığında, FRN'in durasyonu, yukarıdaki formülün “y”ye göre diferansiyeli alınarak bulunabilir. Sonuç olarak:

$$D_{float} = \frac{\frac{p}{2}}{1+\frac{y}{2}} \text{ olacaktır.}$$

Böylece 6 ayda bir faiz ödemesi yapan FRN'lerin modifiye durasyonu 0(sıfır) ile 0,5 yıl arası değişmektedir. Bu nedenle yeniden fiyatlama dönemine 6 aydan az kalan FRN'ler sabit faizli bono gibi davranır.

Yukarıdaki açıklamalar FRN'in üzerinde spread taşımadığı varsayımı altında yapılmıştır. Eğer referans faizinin üzerine spread ödeyen değişken faizli bir enstrüman söz konusu ise, yatırımcıları aşağıda sıralanan risklerden korumak için Libor faizi üzerine spread ödeyen bir FRN'imiz var demektir.

- Bonoyu ihraç edenin kredi riski;
- Uzun dönemde, kısa döneme kıyasla oluşan kredi riski;
- Likiditede ve vergilemede ortaya çıkan farklılıklar;
- Düzenlemede ortaya çıkan farklılıklar.

Üzerinde spread taşıyan bir FRN'in faiz ödeme periyotlarında nominalde fiyatlanacağını artık söyleyemeyiz. Çünkü FRN'in kupon ödemeleri üzerinde piyasa faizleri dışında spread'de etkili olacaktır. Böylece nominalin altındaki ve üstündeki kotasyonlar, FRN'in kontratındaki spreadlerin aynı bono için pazar ihtiyaçlarını artık karşılamadığı anlamına gelir. FRN nominalde fiyatlanmadığı zaman, bunun için efektif marjı hesaplayabiliriz ki bu piyasa tarafından FRN'i nominalde fiyatlayacak marjı verir. Tam tersi olarak piyasanın gerektirdiği marja bağlı olarak FRN'in durasyonunu da hesaplayabiliriz.

**Cari Marj<sup>27</sup>:** Efektif bir marj hesaplamak için ilk yaklaşım, marjın fiyatının, kontrat marjının ve referans faiz oranının bir fonksiyonu olduğunu gösteren aşağıdaki formülle hesaplanan basit cari marj ölçümüdür.

---

<sup>27</sup> Current Margin

- “ $P$ ”= Kupon yeniden fiyatlama günündeki temiz fiyat
- “ $L$ ”= Yeniden fiyatlama günündeki referans faiz oranı
- “ $M$ ”=Sözleşmeden doğan marj (Örneğin 6 aylık LIBOR üzerine 20 baz puan).
- “ $CM$ ”=Cari marj, sözleşmeden doğan marj dahil.

$$CM = (L + M) \cdot \frac{100}{P} - L.$$

Örnek vermek gerekirse; 90.00\$ fiyat ile kote edilmiş, Libor artı 20 baz puan ödeyen bir FRN’imiz var. Yeniden fiyatlamada Libor %2’ye eşit olursa, 6 aylık faiz ödemesi nominal fiyatın %2’si, fiyatın ise %1,22’si olacaktır. Bu %0,10’luk, sözleşmeden doğan %10’luk marj ile birlikte de %0.22’lik yarı yıllık cari marja denk gelmektedir.

$$CM = (1.00\% + 0.10\%) \cdot \frac{100}{90} - 1.00\%$$

Sabit faizli bonolarda cari verime benzeyen cari marj, FRN’ler için geri ödemedi dolaylı oluşan kazanç veya kayıpları dikkate almadığından oldukça yanlış bir ölçüttür. Fakat vadesi belirsiz FRN’ler için, basit marj, tanımlı bir vade dolayısıyla da herhangi bir sermaye kazancı veya kaybı olmadığı için doğru bir ölçüt olabilir.

**Efektif Marj<sup>28</sup>:** FRN’in tanımlı bir vadesi olduğunda ve nominalde fiyatlanmadığı zaman efektif marjı aşağıdakilerin bir fonksiyonu olarak tanımlayabiliriz:

- FRN’in piyasa fiyatı;

---

<sup>28</sup> Effective Margin

- Sözleşmeyle belirlenen spread;
- Referans faiz oranına karşılık gelen verim eğrisi.

Efektif marjı belirlemek, onu “FRN’in nominalde kotasyonuna neden olan marj” olarak tanımladığımızda daha kolay olmaktadır. Efektif marj, söz konusu bononun risk seviyesiyle tutarlı bir verim eğrisi kullanılarak fiyatlanması gereken sabit bir annüiteye denk gelmektedir.

Aşağıdaki örnekte, 6 ayda bir Libor artı sözleşme ile belirlenen spread ödeyen 96.9601\$ fiyatla kote edilmiş 4 yıllık bir FRN vardır. Ekstra marj, ortalama efektif marjı bulabilmemiz için sözleşme marjının üstüne eklememiz gereken değeri göstermektedir. Bu, kupon başına 0.41’lik, yıllık 0.82’lik bir ekstra marja denk gelmektedir. Bu durumda, 96.9601\$ fiyatı nominal değerine taşıyan marj 3.0399\$ olmaktadır (100\$-99.9601\$=3.0399\$).

**Tablo 14: Ekstra Marj**

Vade (Yıl)	Verim Eğrisi	İskonto Faktörü	Ekstra Marj	Ekstra Marjın Bugünkü Değeri
0,5	2,00%	0,9901	0,4100	0,4059
1	2,50%	0,9756	0,4100	0,4000
1,5	2,90%	0,9580	0,4100	0,3928
2	3,20%	0,9389	0,4100	0,3850
2,5	3,40%	0,9198	0,4100	0,3771
3	3,60%	0,8993	0,4100	0,3687
3,5	3,80%	0,8776	0,4100	0,3598
4	4,00%	0,8548	0,4100	0,3505
Toplam				3,0399

Bir FRN’in spread kısmı, endeksli kısmın aksine, çoğu zaman FRN’in vade sonuna kadar değişmez.

Spreadden kaynaklanan nakit akımları da durasyon hesaplamasına mutlaka konu edilmelidir. Hesaplamaya konu edilecek spreadler, vade sonuna kadar bir nakit akımı

olarak ilgili vadelerden indirgenebileceği gibi sadece ilk yeniden fiyatlama dönemindeki spread de dikkate alınabilir. Ancak ikinci hesaplama şeklinin bir yakınsama olduğu ve bir bilgi kaybına yol açtığı unutulmamalıdır. Bu hesaplama şekli düşük spreadli işlemlerde göz ardı edilebilir bir hata payı taşırken; spread oranı büyüdükçe hesaplamanın taşıdığı hata da artacaktır.

#### **2.1.2.8. Faiz SWAP'larının (IRS-Interest Rate SWAP) Durasyonu**

Karşılığında sabit faiz alınan ve değişken faiz ödenen bir faiz SWAP'ı, sabit faizli bonoda uzun, değişken faizli bonoda kısa pozisyon olarak görülebilir. Pozisyonlardan her birinin ayrı ayrı durasyonunu hesaplayabiliriz. Fakat arbitraj olmaksızın fiyatlanmış bir SWAP'ın başlangıç gününde değeri sıfır olduğu için, o gün itibarıyla SWAP'ın durasyonunu teknik olarak hesaplamak mümkün olmayacaktır. Uygulamada SWAP'ın değerinde verim eğrisi şoku nedeniyle gerçekleşen değer değişikliğinin araştırılması daha önemlidir.

Basit bir vanilla faiz SWAP'ını sabit kupon ödemek ve 6 aylık aralıklarla Libor faizi almak gibi düşünebiliriz. Şimdi yeniden fiyatlama günlerinde arbitraja imkan veren fiyatlamayı kullanarak ve IRS'in durasyonunu SWAP'ın sabit ayağıyla aynı kuponu ödeyen nominalde fiyatlanmış düz bir bononun durasyonuna eşit olduğunu göstererek hesaplayalım.

Aşağıdaki şekilde, değişken faizli kuponların (L1,L2,L3.....,L8) ve uzun pozisyonda tutulan portföyün nakit akımını görmekteyiz. Eğer portföyün (Bono+SWAP) nakit akımı Libor faizli bir FRN ile aynı ise, bono, SWAP ile tamamen hedge edilebilir. Böylece bir sabit ödemeli SWAP'ın durasyonu, sabit faizli bir bononun durasyonunun eksi işaretlisinin aynısı olacaktır. İşaretin eksi olması kısa pozisyondan kaynaklanmaktadır.

$$D_{\S}[\text{swap}] = -D_{\S}[\text{bond}]$$

**Tablo 15: Bono ve SWAP Nakit Akımları**

Kupon Sayısı	Bono Nakit Akımları	IRS Nakit Akımları		Bono + IRS Nakit Akımları
1	2,50	-2,5	L1	L1
2	2,50	-2,5	L2	L2
3	2,50	-2,5	L3	L3
4	2,50	-2,5	L4	L4
5	2,50	-2,5	L5	L5
6	2,50	-2,5	L6	L6
7	2,50	-2,5	L7	L7
8	102,50	-102,5	L8	100+L8

Yukarıdaki sonuç, genelde sabit ödemeli bir SWAP'ın durasyonunun, Libor ödeyen değişken faizli bir enstrümanın durasyonu eksi kupon akımı SWAP'inkine eşit olan sabit faizli bir bononun durasyonuna eşit olacağı vurgulanarak özetlenebilir.

Bu tanımsal olarak doğrudur. Fakat, bu tanımlama sabit oranlı kupon akımının (anapara ödemesi hariç) durasyonunun, kuponlu bononun (anapara ödemesi dahil) durasyonuna eşit olduğu anlamına gelmez. Sabit kuponlu bir bononun uzun pozisyonunu, sabit ödeme yapan faiz SWAP'ı ile hedge ettiğimizde (SWAP faizi kupon faizine eşitken  $C_s=C_b$ ), hedge iki farklı kısım içerir;

- Bononun kupon akımı SWAP'ın sabit kuponları ile hedge edilir.
- Bononun anapara ödemesi SWAP'ın değişken faizli kuponu ile hedge edilir.

$$D_{\S}[C_B] = -D_{\S}(C_S)$$

$$D_{\S}(F) = -D_{\S}(L)$$

Basitleştirme amacıyla verim eğrisi ve vadeye kadar getiri kullanılarak yapılmış aşağıdaki örnekte; 5 yıllık, 6 ayda bir kupon ödeyen bir bono üzerinde durulmuştur.

%2'lik vadeye kadar getiri ile bono nominalde fiyatlanmaktadır. Aynı zamanda bononun 6 ayda %2'lik faiz içeren sabit ödemeli SWAP ile hedge edildiğini varsayıyoruz. SWAP'ın arbitrajsız bir piyasada başlangıç fiyatı sıfırdır. Eğer piyasa faiz haddinde 20 baz puanlık bir artış meydana gelirse bu durum, bononun değerini 1,7779\$ düşürmekte, ancak aynı zamanda SWAP'ın değerini de 1,7779\$ arttırmaktadır. Dolayısıyla Bono+SWAP'dan oluşmuş bu portföyün toplam değerinde bir değişme olmamaktadır. Çünkü uzun pozisyondaki bono, SWAP pozisyonu aracılığıyla bire bir hedge edilmiştir.

**Tablo 16: Bono + SWAP Portföyünde Hedge**

Bono + SWAP Portföyü	Piyasa Faiz Haddi (6 aylık)		
	2,00%	2,20%	Değişim
Kuponların Bugünkü Değeri	\$17,9652	\$17,7786	-\$0,1866
Anaparanın Bugünkü Değeri	\$82,0348	\$80,4435	-\$1,5913
Bononun Bugünkü Değeri	\$100,0000	\$98,2221	-\$1,7779
Sabit Faizli Bacağın Bugünkü Değeri	-\$17,9652	-\$17,7786	\$0,1866
Değişken Faizli Bacağın Bugünkü Değeri	\$17,9652	\$19,5565	\$1,5913
SWAP'ın Bugünkü Değeri	\$0,0000	\$1,7779	\$1,7779

Bu bire bir hedge, bize faiz SWAP'ının, Libor ödeyen değişken faizli bir enstrümanın durasyonu eksi kupon akımı SWAP'inkine eşit olan sabit faizli bir bononun durasyonuna eşit olduğunu da göstermektedir.

### 2.1.2.9. Bono Portföyünün Durasyonu, Konveksitesi ve PVBP'si

Hisse senedi portföyünün beta değerinin hesaplanmasında, hisse senetlerinin betalarının ağırlıklı ortalamasının kullanılmasında olduğu gibi, bir bono portföyünün



durasyonu, “ $D_p$ ” de, bireysel bono durasyonlarının ağırlıklı ortalaması olarak hesaplanabilir.

$$D_p = \sum_{i=1}^K \alpha_i D_i$$

- “ $K$ ”, portföyde yer alan bono sayısı;
- “ $\alpha_i$ ”, portföyün “ $i$ ” bonosuna yatırılan kısmı;
- “ $D_i$ ”, “ $i$ ” bonosunun durasyonu;
- “ $D_p$ ”, bono portföyünün ağırlıklı ortalama durasyonu;

Aynı şekilde, portföyün konveksitesi, portföyü oluşturan enstrümanların bireysel konveksitelerinin ağırlıklı ortalaması olarak düşünülebilir.

$$C_p = \sum_{i=1}^K \alpha_i C_i$$

“ $C_p$ ”, bono portföyünün ağırlıklı ortalama konveksitesi;

Portföyün PVBP’si tüm vadeye kadar getirilerde eşit, bir baz puanlık değişim nedeniyle portföy değerinde ortaya çıkan değişiklik olarak tanımlanabilir. “ $PVBP_i$ ”, “ $i$ ” ninci bononun “PVBP” sini temsil etsin:

$$PVBP_p = \sum_{i=1}^K w_i PVBP_i$$

“ $PVBP_p$ ”, portföyün ağırlıklı ortalama “ $PVBP$ ” sini verecektir.

### 2.1.2.10. Paralel Kayma (Shift) Varsayımı Altında Hedging

Yatırımcının, portföyünün “*PVBP*”sini sıfıra indirmeye çalıştığını varsayalım. Portföyün nihai pozisyonu, verim eğrisindeki çok küçük değişiklikler için değişmeyecektir. Bunu yapabilmek için verim eğrisini bir baz puan yukarı kaydıracağımızı varsayıyoruz. Bu bir paralel şok demektir. Burada cevabını aradığımız soru; “hedging enstrümanından portföye ne kadarlık almak lazım ki portföyün “*PVBP*”sini sıfırlamış olalım?” sorusudur.

$$PVBP_p + n_h PVBP_h = 0$$

$$n_h = -\frac{PVBP_p}{PVBP_h}$$

- “*PVBP<sub>p</sub>*” portföyün ağırlıklı ortalama tutarsal “*PVBP*”si.
- “*PVBP<sub>h</sub>*”, hedging enstrümanının oransal “*PVBP*”si.
- “*n<sub>h</sub>*”, hedging enstrümanının tutarı.
- (-) işareti hedging kontratlarında kısa pozisyonu işaret etmektedir.

Örneğin; 1 Milyon \$ nominal değerli ve 500\$ “*PVBP*”si olan bir pozisyon tuttuğumuzu ve hedging enstrümanının, %10 vadeye kadar getirili 5 yıllık kuponlu bono içerdiğini, “*PVBP*”sinin de 1 dolar başına 0,000386 olduğunu varsayalım. Satılacak 5 yıllık bono tutarı: 500/0,000386 işleminden 1.295.337\$’dır. 5 yıllık 1.295.337\$ kadar bononun kısa pozisyonunun satılmasıyla pozisyon bir baz puanın paralel şokuna karşı korunmuş olur.

Yukarıdaki örnek bir baz puanlık şokun her vadede paralel gerçekleştiğini varsayar. Bu durum, iki menkul kıymetin vadeye kadar getirilerindeki değişiklik arasında korelasyonun tam olduğu anlamına gelir. Oysa gerçek hayatta yaşanan şoklar

her zaman paralel olmadığı gibi, farklı enstrümanlar arasındaki korelasyon da çok ender durumlarda bir değerini alır.

Zaman geçtikçe, portföyün durasyonu değişir ve elde tutma zamanı azalır. Ne yazık ki bu iki değer aynı oranda düşmez. Durasyon, durasyon değişmesi<sup>29</sup> adı verilen süreçte daha yavaş bir oranda düşer. Böylece kuponlu bonolarla durasyonu dengelenmiş bir portföyde, periyot “ $m$ ” belirli bir “ $t$ ” zamanı sonunda, hedef değeri<sup>30</sup> aşan bir durasyona sahip olur “ $(m-t)$ ”. Bu nedenle, durasyon hedgingi sağlanmış bir portföy için, hedging durumunun sürekliliği açısından belirli periyotlarda bazı ayarlamalar yapılması gereklidir.

Bu bölümde anlatılan durasyon prosedürleri çoğunlukla düz (flat) verim eğrileri ve verim eğrilerinde paralel kayma yaratacak şoklar için uygulanmaktadır. Gerçekte, verim eğrileri böyle hareket etmezler ve farklı varlıkların vadeye kadar getirilerinin aynı miktarda değişeceğini varsaymak da finans dünyasının gerçekleriyle uyumlu bir varsayım değildir. Genellikle gerçekleşen şoklar arbitraj fırsatı ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle şokları, paralel olacak şekilde limitlemek gerçekçi bir varsayım olmaktan çıkmaktadır.

Vadeye kadar getiriler spot faizlerin karmaşık ortalamalarıdır. Spot faiz eğrisindeki bir kayma değişik varlıkların vadeye kadar getirilerinde değişen miktarlarda etki yapacaktır. İkincisi, farklı vadeler için faiz hadleri tam olarak korele değildirler. Eğer kısa dönem faiz hadleri %1 artarsa, uzun dönem faiz hadleri tipik olarak %1’den daha az artar. Aslında kısa ve uzun dönem faizler ters olarak da değişebilir ve örneğin verim eğrisinin basamaksız olmasına neden olabilir. Verim eğrisine birden fazla şok uygulandığında, daha karmaşık durasyon modelleri kurulmalıdır. İdeal durumda model, faiz haddi hareketlerinin daha realistik modellerine dayanmalıdır.

---

<sup>29</sup> Duration drift

<sup>30</sup> Target value

### 2.1.2.11. Varsayımsal X Bankası Durasyon Uygulaması

Varsayımsal X bankasının durasyon uygulamasının genel çerçevesi ve uygulama sırasında yapılan varsayımlar aşağıda açıklanmıştır. Hesaplamalar aşağıdaki varsayımlar altında yukarıda ayrıntılı olarak verilen teorik çerçeve içinde yer alan formüllerle yapılmıştır.

- Temel varsayımlardan bir tanesi, tüm bilanço kalemlerinin, her bir kalemin niteliğine göre; sabit faizli kuponlu bir bono, bir FRN ya da iskontolu bir bononun durasyon hesaplaması ile bazen de bunların karışımları ile aynı olduğu varsayımdır. Örneğin, konut kredilerinin sabit faizli olanları, sabit faizli kuponlu bir bono; rotatif (BCH) krediler, FRN; mevduat ise, iskontolu bir bono gibi modellenmiştir. Bilanço dışı türev işlemlerden örnek vermek gerekirse, faiz SWAP'larının sabit faizli bacağı, sabit faizli kuponlu bir bono, değişken bacağı ise bir FRN; Forward işlemlerin her iki bacağı da iskontolu bir bono gibi modellenmiştir.
- Varsayımsal X Bankası bilançosu içinde yer alan tüm kalemlerle hesaplama yapmak, önemli bir hesaplama maliyetini de beraberinde getirmektedir. Bu maliyeti kredilerinden hareketle örneklere çalışalım; Eğer X Bankasının kullandığı kredilerin durasyonunu bulurken, her bir kredinin durasyonunu tek tek hesaplayıp buradan hareketle ağırlıklı ortalama kredi durasyonuna giderek hesaplama yapılırdı ciddi bir hesaplama maliyeti ortaya çıkmış olacaktı. Bunun yerine örneğin her bir konut kredisi bazında bir durasyon hesaplaması yapmak yerine tüm konut kredilerinin nakit akımlarını tek bir kredi gibi düşünüp toplulaştırarak hesaplamalar yapılmış, böylece maliyet bir miktar düşürülmüştür. Buradaki temel varsayım, her bir konut kredisinin durasyonundan hareketle hesaplanmış bir ağırlıklı ortalama durasyon ile tüm konut kredisi nakit akımlarının tek bir krediymiş gibi düşünüldüğü bir durasyon hesaplamasının aynı sonucu verdiği şeklindedir.

- Bir başka varsayım; üzerinde faiz taşımayan ancak belirli bir vadesi olan işlemlerin de hesaplama konusuna edilmemesidir. Bu işlemlerin bir faiz getirisi olmamasına rağmen piyasa faizlerinde meydana gelecek değişmeye bağlı olarak bugünkü değerlerinin değişeceği açıktır. Bu değer değişiminin de model içinde gösterilmesi daha önce yaptığımız faiz oranı riski tanımının da bir gereğidir. Örneğin spot döviz alım/satım işlemleri valörlü yapılan işlemlerdendir ve üzerlerinde doğrudan faiz taşımazlar. Ancak valörü gelene kadar bu işlemler faiz riskine açıktırlar.
- Aşağıdaki örnek durasyon raporunda da görüleceği gibi, “*Macaulay Durasyon (Yıl)*” ve “*Durasyon (Sens.Dur./Yıl)*” olarak iki ayrı durasyon hesaplaması yapılmaktadır. Her iki durasyon da yıllık bazda hesaplanmıştır. Bu hesaplamalardan “*Macaulay Durasyon (Yıl)*” Macaulay Durasyon olarak daha önce açıkladığımız durasyon kavramına karşılık gelmektedir. Bu durasyon hesaplamasında temel amaç, ilgili başlıkta “başlangıç yatırımının hangi ağırlıklı ortalama sürede geri döneceği?” sorusuna cevap bulmaktır. Buradaki hesaplamada, tüm kayıtlar için tam bir nakit akım seti kullanılmıştır. Bu nakit akım setinin önemli bir varsayımı değişken faizli kayıtlar için yapılmıştır. Bu varsayım, hesaplamanın yapıldığı tarihteki faiz hadlerinin gelecekte de değişmeyeceği varsayımdır. Böyle bir varsayımla değişken faizli bilanço kalemleri, sabit faizli bilanço kalemleri ile aynı nitelikte değerlendirilmektedir. Yine bu hesaplamada, piyasa faiz oranları yerine, her bir kıymetin üzerinde taşıdığı faiz oranından hesaplanan verimi, indirgeme oranı olarak kullanılmıştır. Ancak böylesi varsayımlarla yapılmış bir durasyon hesaplamasından hareketle, bu kayıtlara ilişkin faiz oranı riskinin sayısallaştırılamayacağı da açıktır. Bu nedenle, “*Durasyon (Sens.Dur./Yıl)*” adı altında faiz duyarlılığının ölçümüne yönelik ayrı bir durasyon hesaplaması daha yapılmıştır. Bu hesaplamada kullanılan veri seti, sabit faizli kalemler açısından tam bir nakit akımı özelliğini korumakla birlikte, değişken faizli kalemler açısından yeniden fiyatlandırma dönemini dikkate alan bir veri setidir ve anaparalar açısından faiz oranı riski hesaplamasında kullanılan veri seti ile aynıdır. “*Durasyon (Sens.Dur./Yıl)*” hesaplamasında kullanılan faiz oranlarıyla ilgili de bir açıklama yapmak gerekir. Bu analizde piyasa faiz oranları kullanılmıştır. Ancak bazı bilanço kalemleri için

piyasa faiz oranının ne olduğu, üzerinde tartışılmaya değer bir konudur. Yine krediler örneğinden hareket edelim. Herhangi bir kredinin nakit akımlarını bugüne indirgerken kullanılması gereken faiz oranı hangisidir? Burada riskten arındırılmış faiz oranlarını niteleyen hazine bonolarından çizilmiş verim eğrisi mi kullanılmalı? Yoksa hesaplamaya konu edilen kredinin X Bankasının son bir hafta ya da bir ay içindeki kullandırmalarında geçerli olan faiz oranlarından çizilmiş verim eğrisi mi? Eğer hazine bonoları kullanılarak çizilmiş verim eğrisi kullanılırsa, ilgili kredinin bugünkü değeri yani piyasa değeri, olması gerekenden daha yüksek çıkacaktır<sup>31</sup>. Bu durum durasyon hesaplamalarında önemli bir sapmaya neden olur. Bunun için, her bir bilanço kalemini ifade edecek piyasa faiz oranı, o bilanço kaleminin güncel faiz oranları kullanılarak ayrı ayrı çizilmiş ve hesaplamalar bu indirgeme oranları ile yapılmıştır. Böylesi bir hesaplamanın yapılması, işlem maliyetlerini önemli ölçüde arttırmakla birlikte hesaplamaların doğruluğu açısından bu maliyete katlanılmalıdır.

- Modifiye Durasyon ve Konveksite hesaplamalarında baz alınan durasyon hesaplaması da “*Durasyon (Sens.Dur./Yıl)*”dır. Hem Modifiye Durasyon hem de Konveksite yıl cinsinden hesaplanmıştır.

Tablo 17’de varsayımsal X Bankası’nın YTL cinsinden durasyon analizi raporu yer almaktadır. “*Macaulay Durasyon (Yıl)*” başlığı ile “*Durasyon (Sens.Dur./Yıl)*” başlığı arasında bazı rapor başlıklarında önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. Özellikle “*Menkul Değerler Cüzdanı*” başlığındaki fark dikkat çekicidir. Bu başlıkta “*Macaulay Durasyon (Yıl)*” 2,38 yıl, “*Durasyon (Sens.Dur./Yıl)*” ise 0,39 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama, daha önce faiz oranı riskinde açıkladığımız gibi, X Bankasının YTL cinsi menkul kıymetlerinin önemli bir kısmının değişken faizli olmasından kaynaklanmaktadır. Amaç bankanın faiz riskini sayısallaştırmak olduğuna göre bu amaca yönelik hazırlanmış olan “*Durasyon (Sens.Dur./Yıl)*” başlığı dikkate alınmalıdır.

<sup>31</sup> Bu durum kredi faizlerinin çoğunlukla hazine bonusu faizlerinden daha yüksek olması ile ilişkilidir. Eğer hesaplamaya konu edilen kredinin faizi hazine bonusunun faizlerinden daha düşükse bu durumda ilgili kredinin bugünkü değeri olması gerekenden daha düşük çıkacaktır.

Analiz incelendiğinde bankanın varlıklarının durasyonu 0,48 yıl, yükümlülüklerinin durasyonu ise 0,09 yıl olduğu ve yükümlülüklerin bu düşük durasyona sahip olmasının nedeninin mevduat kalemi olduğu görülmektedir. Bu durum bankanın varlıkları ile yükümlülükleri arasında 0,38 yıllık bir durasyon açığına neden olmaktadır. Bilanço içi kalemlerde bankanın karşı karşıya olduğu bu açık, krediler ve menkul kıymetler cüzdanında önemli miktarda değişken faizli kıymet tutulmasına rağmen ortaya çıkmaktadır. Demek ki banka bu kalemlerde değişken faizli plasman politikası izlememiş olsaydı durasyon açığı çok daha fazla olacaktı. Bankanın bu açığı düşürmek amacıyla böylesi bir politika uyguladığı düşünülebilir.

**Tablo 17: Varsayımsal X Bankası YTL Durasyon Analizi**

<b>YTL DURASYON ANALİZİ</b>				
	<b>Macaulay Durasyon(Yıl)</b>	<b>Durasyon (Sens.Dur./Yıl)</b>	<b>Modifiye Durasyon (Yıl)</b>	<b>Konveksite (Yıl)</b>
<b>VARLIKLAR</b>				
Nakit Değerler ve TCMB	0	0	0	0
Bankalar ve Diğ. Mali Kur. Al.	0,0027	0,0027	0,0023	0,002
Para Piyasaları	0,0082	0,0082	0,007	0,006
Menkul Değerler Cüzdanı	2,3854	0,3978	0,3434	0,7549
Krediler	0,9847	0,6595	0,5557	1,9403
Zorunlu Karşılıklar	0,119	0,0027	0,0024	0,0021
Diğer Varlıklar	0,0129	0,0124	0,0106	0,0115
<b>TOPLAM VARLIKLAR</b>	<b>1,4678</b>	<b>0,4811</b>	<b>0,4088</b>	<b>1,2408</b>
<b>YÜKÜMLÜLÜKLER</b>				
Mevduat / DTH	0,0731	0,0731	0,0652	0,0685
Para Piyasaları	0,0445	0,0445	0,0378	0,0345
Diğer Kur. Sağ. Fonlar	1,6382	0,5143	0,4548	1,4729
Diğer Yükümlülükler	0,0009	0,0009	0,0008	0,0007
<b>TOPLAM YÜKÜMLÜLÜKLER</b>	<b>0,1624</b>	<b>0,096</b>	<b>0,0853</b>	<b>0,1509</b>
<b>BİL.İÇİ NET AÇIK/FAZLA</b>	<b>1,3053</b>	<b>0,3851</b>	<b>0,3235</b>	<b>1,0899</b>
<b>BİLANÇO DIŞI İŞLEMLER</b>				
Türev Fin. Ar. / Spot Alım İşl.	0,0574	0,0567	0,0486	0,0477
Türev Fin. Ar. / Spot Satım İşl.	1,002	1,0146	0,8774	3,4185
<b>BİLANÇO DIŞI NET AÇIK</b>	<b>-0,9446</b>	<b>-0,9579</b>	<b>-0,8288</b>	<b>-3,3708</b>

Bilanço dışı işlemlere bakıldığında ise türev finansal araçlar alım işlemlerinin 0,05 yıl satım işlemlerinin ise 1 yıl olduğu görülmektedir. Bankanın bilanço içinden kaynaklanan durasyon açığının bir kısmını bilanço dışı işlemlerle gidermeye çalıştığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Ancak bankanın bütün bu çabalara rağmen belli ölçüde faiz

oranı riski taşıdığı söylenmelidir. Bununla birlikte bu riskin yönetilebilir bir risk olduğu da görülmektedir. Zaten hiçbir banka açısından faiz oranı riskinin sıfırlanması mümkün değildir. Üstelik böylesi bir politika, bankanın faiz gelirlerini de düşürerek en önemli gelir bileşenini devre dışı bırakacaktır. Bu nedenle bankalar açısından temel amaç faiz riskini ortadan kaldırmak değil yönetilebilir sınırlar içinde tutmak olmalıdır.

X Bankasının Tablo 18’de yer alan USD durasyon analizine bakıldığında “*Macaulay Durasyon (Yıl)*” başlığı ile “*Durasyon (Sens.Dur./Yıl)*” başlığı arasında YTL cinsi raporda görülen “*Menkul Değerler Cüzdanı*” başlığındaki farkın çok azaldığı dikkati çekmektedir. Bu başlıkta “*Macaulay Durasyon (Yıl)*” 3,83 yıl iken “*Durasyon (Sens.Dur./Yıl)*” 3,64 yıl olarak hesaplanmıştır. Bunun nedeni bankanın USD cinsi menkul kıymetlerinin büyük kısmının sabit faizli olmasıdır. Bu durum USD cinsi toplam varlıklar kaleminin durasyonunu da yukarıya taşımış ve 1,55 yıl olmasına neden olmuştur. Buna rağmen bankanın USD cinsi yükümlülüklerinin durasyonu YTL cinsi yükümlülüklerinin durasyonu ile benzer nitelik taşımakta ve 0,09 yıl ile varlıklara göre oldukça düşük kalmaktadır.

Bankanın bilanço içi USD cinsi durasyon açığı böylece 1,46 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu durum bizi, bankanın YTL’ye oranla çok daha fazla faiz oranı riski taşıdığı sonucuna ulaştırmaktadır. Banka bilanço dışı işlemleri de durasyon açısından dengeli gözüktüğünden bu açığı kapatma yönünde bir katkısı olamamaktadır. Bu açıdan bankanın USD döviz cinsindeki faiz artışlarına daha fazla hassas olduğu sonucuna varmaktayız.



**Tablo 18: Varsayımsal X Bankası USD Durasyon Analizi**

<b>USD DURASYON ANALİZİ</b>				
	<b>Macaulay Durasyon(Yıl)</b>	<b>Durasyon (Sens.Dur./Yıl)</b>	<b>Modifiye Durasyon (Yıl)</b>	<b>Konveksite (Yıl)</b>
<b>VARLIKLAR</b>				
Nakit Değerler ve TCMB	0	0	0	0
Bankalar ve Diğ. Mali Kur. Al.	0,0081	0,0081	0,0078	0,0076
Menkul Değerler Cüzdanı	3,8392	3,6444	3,4451	30,0273
Krediler	2,1987	0,2871	0,2694	0,4111
Zorunlu Karşılıklar	0,1248	0,0027	0,0026	0,0026
Diğer Varlıklar	0	0	0	0
<b>TOPLAM VARLIKLAR</b>	<b>2,5287</b>	<b>1,559</b>	<b>1,4728</b>	<b>11,8976</b>
<b>YÜKÜMLÜLÜKLER</b>				
Mevduat / DTH	0,0765	0,0765	0,0739	0,0862
Para Piyasaları	0,5662	0,5662	0,5394	0,8094
Diğer Kur. Sağ. Fonlar	0,5001	0,1347	0,1276	0,1425
Diğer Yükümlülükler	0	0	0	0
<b>TOPLAM YÜKÜMLÜLÜKLER</b>	<b>0,103</b>	<b>0,0988</b>	<b>0,0951</b>	<b>0,1189</b>
<b>BİL.İÇİ NET AÇIK/FAZLA</b>	<b>2,4256</b>	<b>1,4602</b>	<b>1,3777</b>	<b>11,7787</b>
<b>BİLANÇO DIŞI İŞLEMLER</b>				
Türev Fin. Ar. / Spot Alım İşl.	1,0498	0,0947	0,091	0,0993
Türev Fin. Ar. / Spot Satım İşl.	0,0142	0,0142	0,0137	0,0144
<b>BİLANÇO DIŞI NET AÇIK</b>	<b>1,0356</b>	<b>0,0804</b>	<b>0,0772</b>	<b>0,0848</b>

X Bankasının Tablo 19’da verilmiş olan EUR cinsi durasyon analizi incelendiğinde ise, nispeten USD cinsi durasyon analizi ile benzerlik olduğu görülmekle birlikte, “*Diğer Kuruluşlardan Sağlanan Fonlar*” başlığında yer alan 2,26 yıllık durasyonun katkısıyla EUR cinsi yükümlülüklerin durasyonu 0,46 yıl olarak gözükmekte ve bu durum bilanço içi durasyon açığını 0,82 yılda tutmaktadır. Böylece bankanın EUR döviz cinsinde taşıdığı faiz oranı riskinin USD döviz cinsinden daha az olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Genel olarak bankanın YTL dışındaki döviz cinslerinde daha fazla faiz oranı riski taşıması banka açısından dikkatle takip edilmesi gereken bir durum olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 19: Varsayımsal X Bankası EUR Durasyon Analizi**

<b>EUR DURASYON ANALİZİ</b>				
	<b>Macaulay Durasyon(Yıl)</b>	<b>Durasyon (Sens.Dur./Yıl)</b>	<b>Modifiye Durasyon (Yıl)</b>	<b>Konveksite (Yıl)</b>
<b>VARLIKLAR</b>				
Nakit Değerler ve TCMB	0	0	0	0
Bankalar ve Diğ. Mali Kur. Al.	0,0079	0,0079	0,0076	0,0073
Menkul Değerler Cüzdanı	2,9364	2,4861	2,3501	17,076
Krediler	1,4842	0,4947	0,4627	0,929
Zorunlu Karşılıklar	0,2845	0,0027	0,0026	0,0026
Diğer Varlıklar	0	0	0	0
<b>TOPLAM VARLIKLAR</b>	<b>1,8525</b>	<b>1,2844</b>	<b>1,2127</b>	<b>8,0806</b>
<b>YÜKÜMLÜLÜKLER</b>				
Mevduat / DTH	0,2131	0,2132	0,2075	0,3058
Para Piyasaları	0,8136	0,0684	0,0655	0,0669
Diğer Kur. Sağ. Fonlar	5,6233	2,2664	2,1334	26,0452
Diğer Yükümlülükler	0	0	0	0
<b>TOPLAM YÜKÜMLÜLÜKLER</b>	<b>0,9137</b>	<b>0,4626</b>	<b>0,4411</b>	<b>3,5019</b>
<b>BİL.İÇİ NET AÇIK/FAZLA</b>	<b>0,9387</b>	<b>0,8217</b>	<b>0,7715</b>	<b>4,5787</b>
<b>BİLANÇO DIŞI İŞLEMLER</b>				
Türev Fin. Ar. / Spot Alım İşl.	0,6405	0,0551	0,0527	0,0537
Türev Fin. Ar. / Spot Satım İşl.	0,0116	0,0116	0,0111	0,0109
<b>BİLANÇO DIŞI NET AÇIK</b>	<b>0,6288</b>	<b>0,0435</b>	<b>0,0415</b>	<b>0,0427</b>

### 2.1.2.12. Varsayımsal X Bankası Duyarlılık Analizi Uygulaması

Yukarıda daha önce PVBP başlığı altında teorik çerçevesi incelenen bu konu, durasyon analizinin bir sonucu olarak da düşünülebilir. Çünkü analiz, durasyon hesaplamaları içinde yer alan modifiye durasyon ve konveksite hesaplamalarına dayanmaktadır. Aşağıda Varsayımsal X Bankasının duyarlılık analizi hesaplamasının genel çerçevesi açıklanmaktadır;

- Duyarlılık Analizinde hesaplamalar 1 baz puan yerine 100 baz puan üzerinden yapılmıştır. Çünkü 1 baz puanın etkisinin oransal ifadesi çoğu bilanço kalemi açısından noktadan sonra birkaç basamak sonra anlam ifade etmektedir.

- Duyarlılık Analizinde yer alan Delta Etkisi, yukarıda daha önce ayrıntılarıyla açıkladığımız ve lineer yakınsamayı sayısallaştıran modifiye durasyonun negatifi ile 100 baz puanın çarpımıdır ve oransal olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Delta Etkisi} = - \text{modifiye durasyon} \times 0,01$$

- Yine Duyarlılık Analizinde yer alan Gama Etkisi de kuadratik yakınsamayı sayısallaştıran konveksite hesaplamasını içermektedir ve yine oransal olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Gama Etkisi} = (\text{konveksite} \times (0,01)^2) / 2$$

- Duyarlılık oranı ise, daha önce ayrıntılarıyla anlatılan PVBP hesaplamasıdır. Oransal olarak ifade edilmiştir. 100 baz puan için formül aşağıdaki gibidir:

$$\text{PVBP} = - \text{modifiye durasyon} \times 0,01 + (\text{konveksite} \times (0,01)^2) / 2$$

ya da;

$$\text{PVBP} = \text{Delta Etkisi} + \text{Gama Etkisi}$$

- PVBP oranını kullanarak ilgili bilanço kaleminin 100 baz puanlık faiz artışı karşısında ekonomik değerinde oluşacak değişimi hesaplamak için PVBP oranı ile ilgili bilanço kaleminin tutarını çarpmak yeterli olacaktır.

Aşağıda Tablo 20'de varsayımsal X Bankasının YTL cinsi duyarlılık analizi yer almaktadır. Analizde bankanın toplam varlıklarının PVBP'si -0,0040, toplam yükümlülüklerinin ise -0,0008 puan olduğu, bilanço içi net açığın ise -0,0031 olduğu görülmektedir. Bu durumda X Bankasının 100 baz puanlık faiz artışı karşısında her 1000 YTL için 3,1 YTL'lik ekonomik değer kaybına uğrayacağı görülmektedir. Bu durum, Tablo 21'de yer alan USD duyarlılık analizinde 1000 USD için 13,1 USD ve

Tablo 22’de yer alan EUR duyarlılık analizinde de 1000 EUR için 7,4 EUR’luk ekonomik değer kaybı anlamına gelmektedir.

Analizlerde görüleceği gibi Delta Etkisinin PVBP üzerindeki katkısı Gama Etkisine oranla çok daha fazladır. Aşağıdaki tablolarda Gama Etkisi bazı kalemlerde 0,0000 olarak gözüke de bu etkinin sıfır olmasından değil noktadan sonra beş ya da altıncı basamakta sıfırdan farklı bir değer oluşmasından kaynaklanmaktadır. Her ne kadar Gama Etkisi çok küçük bir sayıymış gibi gözüke de bankaların bilanço büyüklükleri dikkate alındığında bu küçük sayı dikkate alınması gereken bir ekonomik değer azalışı ya da artışına dönüşmektedir.

Analizde dikkate edilmesi gereken bir başka önemli konuyu da tekrar hatırlatmak gerekir. PVBP 100 baz puan için formüle edilmiştir. Bu oran sonucu bulunacak ekonomik değer kaybı örneğin 500 baz puan için tekrar hesaplanmak isteniyorsa PVBP formülünden, oran tekrar hesaplamaya tabi tutulmalı ve ondan sonra ekonomik değer kaybı hesaplamasına geçilmelidir.

**Tablo 20: Varsayımsal X Bankası YTL Duyarlılık Analizi**

<b>YTL DUYARLILIK ANALİZİ</b>			
	<b>Delta Etkisi</b>	<b>Gama Etkisi</b>	<b>PVBP</b>
<b>VARLIKLAR</b>			
Nakit Değerler ve TCMB	0,0000	0,0000	0,0000
Bankalar ve Diğ. Mali Kur. Al.	0,0000	0,0000	0,0000
Para Piyasaları	0,0000	0,0000	0,0000
Menkul Değerler Cüzdanı	-0,0034	0,0000	-0,0033
Krediler	-0,0055	0,0000	-0,0054
Zorunlu Karşılıklar	0,0000	0,0000	0,0000
Diğer Varlıklar	-0,0001	0,0000	-0,0001
<b>TOPLAM VARLIKLAR</b>	<b>-0,0040</b>	<b>0,0000</b>	<b>-0,0040</b>
<b>YÜKÜMLÜLÜKLER</b>			
Mevduat / DTH	-0,0006	0,0000	-0,0006
Para Piyasaları	-0,0003	0,0000	-0,0003
Diğer Kur. Sağ. Fonlar	-0,0045	0,0000	-0,0044
Diğer Yükümlülükler	0,0000	0,0000	0,0000
<b>TOPLAM YÜKÜMLÜLÜKLER</b>	<b>-0,0008</b>	<b>0,0000</b>	<b>-0,0008</b>
<b>BİL.İÇİ NET AÇIK/FAZLA</b>	<b>-0,0032</b>	<b>0,0000</b>	<b>-0,0031</b>

<b>BİLANÇO DIŞI İŞLEMLER</b>			
Türev Fin. Ar. / Spot Alım İŞl.	-0,0004	0,0000	-0,0004
Türev Fin. Ar. / Spot Satım İŞl.	-0,0087	0,0001	-0,0086
<b>BİLANÇO DIŞI NET AÇIK</b>	<b>0,0082</b>	<b>-0,0001</b>	<b>0,0081</b>

**Tablo 21: Varsayımsal X Bankası USD Duyarlılık Analizi**

<b>USD DUYARLILIK ANALİZİ</b>			
	<b>Delta Etkisi</b>	<b>Gama Etkisi</b>	<b>PVBP</b>
<b>VARLIKLAR</b>			
Nakit Değerler ve TCMB	0,0000	0,0000	0,0000
Bankalar ve Diğ. Mali Kur. Al.	0,0000	0,0000	0,0000
Menkul Değerler Cüzdanı	-0,0344	0,0015	-0,0329
Krediler	-0,0026	0,0000	-0,0026
Zorunlu Karşılıklar	0,0000	0,0000	0,0000
Diğer Varlıklar	0,0000	0,0000	0,0000
<b>TOPLAM VARLIKLAR</b>	<b>-0,0147</b>	<b>0,0005</b>	<b>-0,0141</b>
<b>YÜKÜMLÜLÜKLER</b>			
Mevduat / DTH	-0,0007	0,0000	-0,0007
Para Piyasaları	-0,0053	0,0000	-0,0053
Diğer Kur. Sağ. Fonlar	-0,0012	0,0000	-0,0012
Diğer Yükümlülükler	0,0000	0,0000	0,0000
<b>TOPLAM YÜKÜMLÜLÜKLER</b>	<b>-0,0009</b>	<b>0,0000</b>	<b>-0,0009</b>
<b>BİLANÇO DIŞI NET AÇIK/FAZLA</b>	<b>-0,0137</b>	<b>0,0005</b>	<b>-0,0131</b>
<b>BİLANÇO DIŞI İŞLEMLER</b>			
Türev Fin. Ar. / Spot Alım İŞl.	-0,0009	0,0000	-0,0009
Türev Fin. Ar. / Spot Satım İŞl.	-0,0001	0,0000	-0,0001
<b>BİLANÇO DIŞI NET AÇIK</b>	<b>-0,0007</b>	<b>0,0000</b>	<b>-0,0007</b>

**Tablo 22: Varsayımsal X Bankası EUR Duyarlılık Analizi**

<b>EUR DUYARLILIK ANALİZİ</b>			
	<b>Delta Etkisi</b>	<b>Gama Etkisi</b>	<b>PVBP</b>
<b>VARLIKLAR</b>			
Nakit Değerler ve TCMB	0,0000	0,0000	0,0000
Bankalar ve Diğ. Mali Kur. Al.	0,0000	0,0000	0,0000
Menkul Değerler Cüzdanı	-0,0235	0,0008	-0,0226
Krediler	-0,0046	0,0000	-0,0045
Zorunlu Karşılıklar	0,0000	0,0000	0,0000
Diğer Varlıklar	0,0000	0,0000	0,0000
<b>TOPLAM VARLIKLAR</b>	<b>-0,0121</b>	<b>0,0004</b>	<b>-0,0117</b>
<b>YÜKÜMLÜLÜKLER</b>			
Mevduat / DTH	-0,0020	0,0000	-0,0020
Para Piyasaları	-0,0006	0,0000	-0,0006
Diğer Kur. Sağ. Fonlar	-0,0213	0,0013	-0,0200
Diğer Yükümlülükler	0,0000	0,0000	0,0000
<b>TOPLAM YÜKÜMLÜLÜKLER</b>	<b>-0,0044</b>	<b>0,0001</b>	<b>-0,0042</b>
<b>BİL.İÇİ NET AÇIK/FAZLA</b>	<b>-0,0077</b>	<b>0,0002</b>	<b>-0,0074</b>
<b>BİLANÇO DIŞI İŞLEMLER</b>			
Türev Fin. Ar. / Spot Alım İşl.	-0,0005	0,0000	-0,0005
Türev Fin. Ar. / Spot Satım İşl.	-0,0001	0,0000	-0,0001
<b>BİLANÇO DIŞI NET AÇIK</b>	<b>-0,0004</b>	<b>0,0000</b>	<b>-0,0004</b>

### 2.1.3. Simülasyona Dayalı Faiz Oranı Riski Ölçme Teknikleri

Türk Bankacılık Sistemi içinde yer alan hemen her banka yukarıda detayları verilen analizlerle faiz oranı riskini ölçümlemeye çalışmaktadırlar. Ancak giderek daha karmaşık risk profiline sahip olmaya başlayan Türk Bankacılık Sisteminde, daha gelişmiş ölçüm yöntemleri de faiz oranı riskinin ölçümünde kullanılmaya başlanmıştır. Bu tür gelişmiş yöntemler esas olarak, faiz oranlarının gelecekteki hareketlerini ve nakit akımlarını simüle etmek, faiz oranlarındaki olası değişikliklerin bankanın faiz gelirleri ve ekonomik değeri üzerinde yaratacağı etkileri ölçümlemek amacıyla kullanılmaktadır.

Simülasyon modellerinin klasik faiz oranı riski analizlerine göre pek çok üstünlüğü bulunmaktadır. Bu analizler, sadece bir sefere mahsus bir faiz şoku

uygulayan klasik faiz oranı riski analizlerinin aksine, verim eğrisindeki olası şekil değişikliklerini de içerecek şekilde, değişik faiz oranı değişimlerini kullanabilir ve sayısallaştırabilirler. Simülasyona dayalı modeller, klasik analizlerin temel varsayımlarına bağlı olmadığından, finans dünyasının gerçekleriyle daha fazla örtüşen bir hesaplama sürecine sahiptirler. Örneğin faiz oranı riskinin bilanço büyüklüklerine dayanan, yani sadece anapara ve reeskontları dikkate alan yapısı yerine, tam bir nakit akım yapısı ile çalışırlar. Ya da yine faiz oranı riskinin önemli varsayımlarından olan, her bilanço kaleminin vadesinde ve tam olarak ödendiği varsayımını kullanmazlar. Bu nedenle simülasyona dayalı modellemeler klasik analizlere nazaran görece çok daha kaliteli bir bilgi kaynağıdır. Ancak bu kaliteli bilgi kaynağının bankaya yarattığı hesaplama maliyeti bir yana, kullandığı tahmin modelleri ve varsayımlardan kaynaklanan model sapmasının varlığı nedeniyle dikkatli kullanılması gereken bir bilgi kaynağı olduğu da unutulmamalıdır. Likidite riski analizinde de belirttiğimiz gibi faiz riskinin ölçümünde de farklı karakterde ve birbirinin açıklarını kapatan ve destekleyen birden fazla analiz kullanılmalıdır. Simülasyon modellerinin kullanımı da bu çerçevede değerlendirilmelidir. Simülasyona dayalı faiz oranı riski ölçüm modellerinde dikkate alınması gereken hususlar şöyle sıralanabilir<sup>32</sup>;

- Faiz riskinin ölçümünde karşılaşılan temel zorluklardan biri, çeşitli değişkenlere bağlı olarak gerçek vadesi kontrat vadesinden farklılık gösterebilen (ya da vadesi hiç belirtilmemiş) pozisyonların hesaba katılmasıdır. Aktif tarafında bu tür pozisyonlara örnek olarak gösterilebilecek ipoteye dayalı kredilendirme işlemleri ya da buna bağlı menkul kıymetlerde erken ödeme söz konusu olabilir. Bazı ülkelerde borçluların bu tür kredileri sıfır ya da çok az bir maliyetle erken ödeyebiliyor olması, nakit akımlarının zamanlaması hakkında belirsizlik yaratmaktadır. Her ne kadar, erken ödeme istatistikleri demografik (vefat, boşanma, nakil, vb.) nedenlerle ya da makro ekonomik koşullara bağlı olarak bir miktar oynaklık gösterse de; asıl belirsizlik temelde borçluların faiz seviyesindeki değişikliklere karşı verdikleri tepkiden doğar. Prensip olarak, düşen faizler, borçluları kredilerini yeniden yapılandırmaya teşvik ederek erken ödeme eğilimini artırır. Tersine, faizler ani şekilde yükseldiğinde, erken

---

32 Türkiye Bankalar Birliği Yapısal Faiz Oranı Riski Modelleri Çalışma Grubu Raporu-Mart 2006

ödemeler yavaşlama eğilimi gösterir ki; bu da bankayı öngörüsünün ötesinde, üstelik de piyasa oranlarının altında kullandırılan bir kredi hacmiyle karşı karşıya bırakır.

- Pasif tarafında bu tür pozisyonlar, mudiye herhangi bir maliyete katlanmadan parasını her an çekebilme hakkı tanıyan her türlü vadesiz mevduat ürününü içerir. Bu tür mevduatlara ödenen faizin, piyasadaki genel faiz seviyesindeki değişikliklerden etkilenme eğilimi göstermemesi, söz konusu pozisyonların hesaba katılmasını daha da karmaşıklaştıran bir ögedir. Gerçekte, bankalar, bu tür ürünlere önerdikleri faiz oranlarını, hedefledikleri hacme bağlı olarak değiştirmektedirler.
- Mevcut gelir ve ekonomik sermaye düzeyinin faiz oranlarındaki değişikliklere karşı olan duyarlılığının saptanmasında, içinde gizli opsiyonlar içeren pozisyonların ele alınış şekli kritik öneme sahiptir. Bu durum, en basitinden en karmaşığına kadar bütün faiz riski ölçüm yöntemlerinde dikkate alınmalıdır.
- Vade/yeniden fiyatlama tablolarında, bankalar genelde erken ödeme ya da çekme karakteristikleri hakkında bazı varsayımlar yaparlar ve bunlara bağlı olarak mevcut bakiyeyi belirlemiş oldukları vade dilimlerine yayarlar. Simülasyona dayalı yaklaşımlarda opsiyon-bazlı fiyatlama modelleri gibi daha gelişmiş davranışsal varsayımlardan faydalanılarak nakit akımlarının farklı faiz seviyelerindeki büyüklük ve zamanlaması tahmin edilebilir. Ek olarak, simülasyonlar, bankanın vadesiz mevduata ileride uygulayacağı faiz oranları hakkındaki varsayımlarını da içerebilir.
- Bankanın maruz kaldığı faiz riski boyutuna ilişkin tahminin kalitesi, büyük ölçüde bu tür vadesi belirsiz pozisyonların gelecekteki nakit akımları hakkında yapılan varsayımlara bağlıdır. Bankalar genelde bu tür pozisyonların geçmişte göstermiş oldukları davranışlara bakarak varsayımlarını oluştururlar. Örneğin, geçmişteki faiz hareketlerine bağlı olarak bankanın bilançosunun nasıl değiştiği, ekonometrik ya da istatistiksel analizler yardımıyla incelenebilir. Böyle bir



analiz, özellikle bankaya has faktörlerden etkilenme eğilimi gösteren vadesiz mevduat tarzı pozisyonlar için faydalı olabilir.

Simülasyona dayalı faiz oranı riski ölçüm teknikleri, bir bakıma, daha önce açıklanan nispeten basit analizlerin daha detaylandırılmış bir uzantısı olarak görülebilir. Aslında gerek durasyon gerekse duyarlılık analizleri faiz oranlarındaki veri değişikliğinin ilgili bilanço kalemlerinin ekonomik değeri üzerinde yaratacağı etkiyi bir yakınsamayla, dolayısıyla belirli bir hata payıyla vermektedir. Ancak bu analizlerin sonuçlarının faiz oranlarındaki veri değişikliğinin faiz gelirleri üzerinde yaratacağı etkiyi vermediği de unutulmamalıdır. İşte simülasyona dayalı yaklaşımlar hem faiz gelirleri üzerinde oluşan etkiyi vermesi hem de tam değerlendirme yolunu kullanarak ekonomik değerde yaşanacak etkiyi bir yakınsama olmaktan çıkartması açısından faiz oranı riski yönetimi için önemli bir bilgi kaynağı olarak ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, simülasyona dayalı yaklaşımlar, tahmin modellerinin ve fiyatlama modellerinin sıklıkla kullanıldığı karmaşık ve hesaplaması zor modellerdir. Bu nedenle bu modellerde kullanılan basitleştirme tekniklerine ve varsayımlarına göre kendi içinde statik ve dinamik olarak ikiye ayrılmaktadır.

Statik simülasyonlarda sadece bankanın hesaplama günü itibarıyla bilanço içi ve dışı pozisyonlarının sahip olduğu nakit akımları değerlendirilir. Faiz oranlarındaki veri artışının faiz gelirlerinde yaratacağı etkiyi incelemek için ise, faiz oranlarındaki veri artışına bağlı olarak ortaya çıkacak yeni nakit akımları ve sonuçta oluşan ek faiz gelirleri ya da giderleri hesaplanır. Faiz oranlarındaki veri artış, verim eğrilerinde her vade için aynı oranda artışı öngören paralel kaymaları içerebileceği gibi, faiz oranlarında öngörülen değişiklik, vadeler arasında çeşitlendirilerek de kullanılabilir. Bu analizde, yukarıda açıklanan gelir etkisi hesaplamasının yanı sıra ekonomik değer etkisi de hesaplamalara ayrıca konu edilir. Bunun için veri faiz oranı değişikliği öncesi banka bilançosunun sahip olduğu nakit akımların bugünkü değerlerinden hareketle hesaplanan ekonomik değer ile veri faiz oranı değişikliği sonrası oluşan nakit akımlarının bugünkü değeri arasındaki fark alınır. Bu fark bankanın öngörülen faiz oranı değişikliğinin ekonomik değerinde yaratacağı etkiyi verecektir.

Bir bankanın faiz riskine maruz değerleri sadece yabancı kaynakları değildir. Özkaynakları da en az onun kadar bu riskten etkilenmektedir. Faizlerdeki dalgalanmalar özkaynağın piyasa değerini düşürebilmektedir. Sadece muhasebe kayıtlarına bakarak özvarlık hakkında yorum yapmak doğru değildir. Örneğin bankanın verdiği kredi ile topladığı mevduatın getiri ve gideri arasındaki fark muhasebede kar olarak gözükmektedir. Fakat bankanın yapması gereken elde edilen bu gelir ve gideri yeni faiz oranlarından geçmişe götürerek özkaynağı hesaplamak olmalıdır. Bu da bankanın özkaynağının piyasa değerini verecektir.<sup>33</sup>

Dinamik simülasyonlarda ise, hesaplama günü itibarıyla mevcut faiz oranları uygun bir simülasyon metodu seçilerek belirli bir dönem için ileriye dönük simüle edilir. Yanı sıra bankanın mevcut bilanço büyüklükleri de bilanço kalemleri bazında aynı dönem için modellenir. Bilanço büyüklüklerine ilişkin modelleme, piyasa beklentilerine ve/veya banka stratejisine göre belirlenebildiği gibi geçmiş dönem verileri kullanılarak da yapılabilir. Modellenen faiz oranları çoğu zaman piyasa faiz oranlarıdır. Bu nedenle bu faiz oranları ile bankanın ürün bazında uyguladığı faiz oranları arasında mutlaka ilişki kurulmalı ve faiz modellemesi bu ilişki aracılığıyla piyasa genelinden banka özeline indirgenmelidir.

Analize konu edilen dönem için hesaplanan yeni bilanço büyüklükleri ve simüle edilen faiz oranlarına göre hesaplanan net faiz gelir/gideri, belirlenen bir önceki dönemin net faiz gelir/gideri ile kıyaslanarak değişim bulunur ve bu dinamik simülasyon yoluyla hesaplanmış, gelirler yaklaşımına göre faiz oranı riski ölçümü olarak değerlendirilebilir.

#### **2.1.4. Stres Testi**

Faiz oranı riski çerçevesinde stres testi uygulaması, faiz oranı riski ölçüm teknikleri içinde ayrıntılı olarak açıkladığımız duyarlılık analiz ya da simülasyona dayalı yaklaşımlar kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu analizlerin faiz oranlarındaki veri

---

<sup>33</sup> Şakar, Hakan: Risk Yönetimi Açısından Bankalarda Aktif Pasif Yönetimi, İstanbul: Akdeniz Yayıncılık A.Ş. (2002), s.42

değişikliğin banka bilançosunun ekonomik değeri ve gelirleri üzerinde yaratacağı etkilerin sayısallaştırılması üzerine kurulduğunu hatırlatmak gerekir.

Stres testleri de, standart faiz oranı şoklarının<sup>34</sup> ya da öngörülen senaryolar çerçevesinde belirlenen faiz oranı değişimlerinin bankanın ekonomik değeri ve gelirleri üzerinde yaratacağı etkiyi sayısallaştırmakta ve bankanın özkaynaklarının bu etkiyi taşıyıp taşıyamayacağı üzerine yoğunlaşmaktadır.

Faiz oranı değişimlerinin bankanın ekonomik değeri ve gelirleri üzerinde yaratacağı etkinin özkaynaklarla ilişkilendirilmesi nedeniyle, bankanın alım satım konu ettiği bilanço kalemlerinde uğrayacağı öngörülen ekonomik değer ve gelir kayıpları hesaplama dışında bırakılmalıdır. Çünkü bu hesaplara ilişkin faiz oranı riski, piyasa riskine maruz tutar çerçevesinde değerlendirilmekte ve özkaynaklarla ilişkilendirilmektedir.

### **3. Kur Riski:**

Döviz kuru riski bankaların belirli bir bilanço yapısı oluştururken kaynak ve plasmanlarının döviz cinslerine ilişkin olarak almış oldukları kararların sonradan döviz kurundaki değişiklikler nedeniyle gelir kaybına ve bu kayba bağlı olarak özvarlığın piyasa riski kaybına, piyasa fiyatlarından özvarlık/aktif büyüklüğü oranı kaybı, nakit akımı zamanlamasında ve net bugünkü değerinde ortaya çıkabilecek olumsuz değişimler, aktif yapısındaki bozulmalar ve taahhütlerin yerine getirilememesi riski olarak tanımlanabilir.<sup>35</sup>

<sup>34</sup> Örneğin, YTL için 600 baz puan YP için 200 baz puan.

<sup>35</sup> Şakar, Hakan: Risk Yönetimi Açısından Bankalarda Aktif Pasif Yönetimi, İstanbul: Akdeniz Yayıncılık A.Ş. (2002), s.172

Sayıllaştırma sürecinde piyasa riski çatısı altında ele alınan kur riski sadece döviz borçları için değil alacakları için de söz konusudur. İşletme ya da bankanın döviz borç ve alacaklarının vadeye tutar bazında eşitliği durumunda kur riski yoktur.<sup>36</sup>

Döviz pozisyonu, aktif ve pasifteki dövizlerin farkı üzerinden hesaplanmakta ve buna net döviz pozisyonu adı verilmektedir. Net döviz pozisyonunu yönüne göre üç farklı şekilde karşımıza çıkmaktadır. Eğer bankanın, net döviz pozisyonu hesaplamasına konu edilen döviz cinsindeki aktifleri pasiflerden fazla ise bu durum uzun pozisyon; az ise kısa pozisyon olarak adlandırılır. Eğer bankanın ilgili döviz cinsindeki aktifleri pasiflerine eşitse buna da dengeli (square) pozisyon denmektedir.

Bankalar net döviz pozisyonunu her bir döviz cinsi bazında hesaplarlar. Böylece döviz cinsleri arasındaki parite etkileri de risk unsuru olarak dikkate alınmış olur.

Bankanın aynı döviz cinsinden alacak ve borçlarını hesaplayarak dengelemesi bankaya sadece hesaplama günü itibarıyla kur riskinden korunma sağlar. Bu korunmanın gelecek dönemlerde de devam etmesi ilgili döviz cinsinden aktif ve pasiflerin vadesiyle de ilişkilidir. Eğer bir banka ilgili döviz cinsindeki kur riskini tam olarak bertaraf etmeyi amaçlıyorsa bu cins dövizden aktif ve pasif büyüklüklerinin yanı sıra aktif ve pasif vadelerini de eşitlemesi gerekir.

#### **4. Hisse Senedi Pozisyon Riski**

Hisse senedi pozisyon riski, bankaların ellerinde tuttıkları hisse senetlerinin değerinde meydana gelebilecek zarar riskini ifade etmektedir. Piyasa riski çatısı altında sayıllaştırılan risklerden olan hisse senedi pozisyon riski, son yıllarda banka riskleri arasında yer almamaktadır. Bankalar portföylerinde alım satıma konu edecekleri hisse

---

<sup>36</sup> Tefik, Arman; Tefik,Gürman: Bankalarda Finansal Yönetime Giriş, Türkiye Bankalar Birliği, 1997, s.293

senedi pozisyonu taşımamakta; taşıdıkları hisse senedi pozisyonları da iştiraklere ait hisse senedi stokundan oluşmaktadır.

## İKİNCİ BÖLÜM

### PIYASA RİSKİ YÖNETİMİ

Piyasa riski yönetiminin konusu bankanın alım satım hesaplarının üzerinde taşıdığı riski sayısallaştırmak ve yönetmektir. Bu alım-satım hesapları; para ve sermaye piyasalarında sürekli alım ve satım işlemlerinde bulunmak amacıyla, kısa vadeli olarak, alım ve satım fiyatları arasındaki beklenen ya da gerçekleşen fiyat farklılıklarından ya da diğer fiyat ve faiz oranı değişikliklerinden faydalanmak amacıyla aldıkları ya da alım-satıma aracılık ya da piyasa yapıcılığı nedeniyle elde bulundurdukları finansal araçlardan veya söz konusu finansal araçlar ile ilgili pozisyonlardan kaynaklanan risklerden korunma ya da bu riskleri azaltma amacıyla yapılan türev araçlara ilişkin sözleşmelerden oluşan portföyün izlendiği bilanço içi ve dışı hesapları ve pozisyonları kapsar. Bu pozisyonlar banka bilançolarında tanımlandıkları isimleriyle şöyledir:

- Gerçeğe uygun değer farkı kar/zarara yansıtılan finansal varlıklar (alım-satım hesapları) içinde yer alan menkul kıymetler;
- Satılmaya hazır finansal varlıklar içinde yer alan menkul kıymetler;
- Repo işlemlerine konu edilen menkul kıymetler;
- Teminata verilen menkul kıymetler;
- Repo işlemlerinden sağlanan fonlar;
- Hisse senetleri;
- Değerli maden pozisyonu;
- Döviz pozisyonu;

- Türev finansal araçlar;
- Valörlü döviz alış, satış ve arbitraj işlemleri v.s.

Piyasa riski ölçümlenmeleri, iki temel risk bileşeni üzerine kurulmuştur. Bu bileşenler spesifik risk ve genel piyasa riskidir.

Spesifik risk, getirisi faiz oranı ile ilişkilendirilmiş finansal araçlardan veya hisse senetlerinden oluşan pozisyonlarda, piyasa hareketleri dışında, bu pozisyonları oluşturan finansal araçları ihraç veya garanti eden ve ödeme yükümlülüğünü üstlenen kuruluşların yönetimlerinden ve mali bünyelerinden kaynaklanabilecek sorunlar nedeniyle meydana gelebilecek zarar riskidir.<sup>37</sup>

Genel piyasa riski ise, bankanın alım-satım hesapları içinde yer alan; getirisi faiz oranı ile ilişkilendirilmiş borçlanmayı temsil eden finansal araçlara, hisse senetlerine, diğer menkul kıymetlere, bankanın bilanço içi veya bilanço dışı kalemlerinde yer alan, farklı döviz cinslerindeki tüm döviz varlıkları ve yükümlülüklerine, yukarıda belirtilen araçlara dayalı türev sözleşmelere ilişkin pozisyonların değerinde faiz oranları, hisse senedi fiyatları ve döviz kurlarındaki dalgalanmalar nedeniyle meydana gelebilecek ve “faiz oranı riski”, “hisse senedi pozisyon riski” ve “kur riski” unsurlarından oluşan zarar riski olarak tanımlanmaktadır.<sup>38</sup>

Piyasa riski ölçümlenmelerinde kullanılan bu iki temel risk bileşenin sayısallaştırılmasında bankalar açısından iki seçenek bulunmaktadır. Bu seçeneklerden bir tanesi olan Standart Metot denetim otoriteleri tarafından uygulaması zorunlu tutulan bir piyasa riski sayısallaştırma yöntemidir. Bu yöntemin alternatifi olan piyasa riski içsel modelleri ise ancak denetim otoritelerinin iznine tabi olarak kullanılabilir. İçsel modeller arasında yer alan RMD (Riske Maruz Değer) yöntemi bankalar ve denetim

<sup>37</sup> Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumunun 31 Ocak 2002 tarihli 24657 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren, “Bankaların Sermaye Yeterliliğinin Ölçülmesine ve Değerlendirilmesine İlişkin Yönetmelik”

<sup>38</sup> Bankacılık Düzenleme ve Denetleme kurumunun 31 Ocak 2002 tarihli 24657 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren, “Bankaların Sermaye Yeterliliğinin Ölçülmesine ve Değerlendirilmesine İlişkin Yönetmelik”

otoriteleri tarafından genel kabul görmüş bir yöntem olarak ön plana çıkmaktadır. Bu yöntem BIS<sup>39</sup> tarafından da kabul görmesine rağmen, kurumun bu yöntemle ilgili bazı çekinceleri olduğu da görülmektedir. Bu çekincelerin arkasında yatan temel gerekçenin ise RMD'nin gerçek piyasa risklerini yansıtmada noktasında bazı eksikler taşıdığı düşüncesi olduğu anlaşılmakta ve bu çekincelerin bertaraf edilmesi için bazı çözümler sunulduğu görülmektedir.

Sunulan çözümler içerisinde yer alan "çarpım faktörü" BIS'in RMD ile ilgili çekincelerini bertaraf etmede kullandığı en önemli unsurdur. BIS, çarpım faktörü ile ilgili şu gerekçeleri ileri sürmektedir.<sup>40</sup>

- Piyasada oluşan fiyat hareketleri, "normal dağılım" varsayımı gibi modellemede kullanılan basitleştirmelerden farklı durum gösterebilir.
- Geçmiş, her zaman geleceğin iyi bir göstergesi değildir.
- RMD, gün sonu pozisyonları dikkate alarak risk tahminlerinde bulunur, gün içi riskleri göz önünde bulundurmamaktadır.
- Modeller, istisnai piyasa şartlarında ortaya çıkan "olay" riskini kapsamamaktadır.
- Bir çok modelde, özellikle opsiyonlar gibi kompleks enstrümanlar söz konusu olduğunda, pozisyonu değerlendirme işlemi basitleştirici varsayımlara dayanmaktadır.

Çarpım faktörü dışında "artı çarpım faktörü" de söz konusu çekincelerin uygulamaya bir yansıması olarak karşımıza çıkmaktadır. Hatta güven aralığı olarak %95 kullanılması yerine %99'un zorunlu tutulması da normal dağılım tablosundan daha yüksek bir katsayı ile (1,65 yerine 2,33) çarpımı sağladığı için seçilmiş gözükmektedir.

<sup>39</sup> Bank for International Settlements

<sup>40</sup> BIS, "Overview/ of the Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risk", Ocak 1996, s: 3.



BIS, bankaların aldıkları riskler karşılığında mümkün olan en yüksek sermayeyi tutacakları bir hesaplamayı öngörmektedir. Bankalar, RMD modelleriyle hesapladıkları portföyün %99 olasılıkla bir gün sonra karşılaşılabilecek maksimum zarar olasılığının tutarsal ifadesini, sermaye yeterliliği standart oranı hesaplamasına, piyasa riskine maruz tutar adı altında taşıırken;

- Portföyün elde tutma süresini temsil eden 10 günün karekökü ile;
- Çarpım faktörünü temsil eden 3 ile artı çarpım faktörünü temsil eden ve aşağıda Tablo 23’de verilen sapma sayılarına karşılık gelen artı çarpım faktörünün toplamı ile;
- Ve nihayet çıkan rakamı piyasa riskine maruz tutara dönüştürmek için 12,5 ile çarpmak zorundadırlar.

**Tablo 23: Çarpım ve Artı Çarpım Faktörü**

Sapma Sayısı	Çarpım Faktörü	Artı Çarpım Faktörü
4 ve daha az	3	0.00
5	3	0.40
6	3	0.50
7	3	0.65
8	3	0.75
9	3	0.85
10 ve daha fazla	3	1

## 1. Risk Faktörleri

Bankaların piyasa riski yönetimi sistemleri, portföy değerini etkileyen faktörlerdeki potansiyel değişiklikleri tanımlayan ve ölçümleyen modellere dayanır. Bu risk faktörleri tüm fiyatlandırma fonksiyonları için de yapı taşlarıdır. Genel olarak finansal varlıkların piyasa fiyatlarını etkileyen faktörler; faiz oranları, sermaye fiyatları,

döviz kurları ve emtia fiyatlarıdır. Bu fiyatlardaki değişiklik olasılığı ise piyasa riskinin temel konusudur ve piyasa riski hesaplamaları çoğunlukla bu risk faktörlerinin gelecekte belirli bir değeri alma olasılıkları üzerine kurgulanmıştır. Bu kurgu, belirli bir olasılık hesaplamasına dayandırılabilirdiği gibi, risk faktörlerinin geçmiş davranışına bakarak gelecekteki davranışın aynı olacağını varsaymak üzerine de olabilir. Bu iki alternatif, piyasa riski ölçüm yöntemlerinde de iki farklı modelin ortaya çıkmasına neden olur. Bu yöntemler daha sonra ayrıntılı olarak incelenecektir. Bu bölümde piyasa riski ölçüm modellerine konu edilen risk faktörleri ana hatlarıyla incelenecektir. Bu risk faktörleri hisse senedi fiyatları, döviz kurları, emtia fiyatları ve faiz oranlarıdır.

- Hisse senedine dayalı risk faktörleri her zaman fiyatlar ya da seviyeler şeklinde ifade edilir. Bunun için hisse senetlerinin riski, kendi fiyat serileri tarafından temsil edilebilir. Hisse senetlerinin riskini hesaplamada kullanılan bir başka yol da hesaplamaya konu edilen hisse senedinin içinde bulunduğu endekse olan duyarlılığı tespit etmek ya da hesaplamaya konu edilen hisse senediyle tam bir korelasyona sahip bir başka hissenin riskinden hareket etmektir. Hisse senedi riski hesaplamasında bahsedilen son iki yöntem çoğu zaman hesaplamaya konu edilen hisse senedine ait zaman serisinin yetersiz ya da eksik olduğu hallerde kullanılır. Bu yöntemler yeni halka arz edilmiş hisselerin zaman serileri birikene kadar kullanılabilir. Benzer yöntemler, hisse senedine dayalı türev ürünler<sup>41</sup> için de geçerlidir. Finansal piyasalarda işlem gören, tarihsel fiyat verisine sahip olduğumuz ancak fiyatın oluşumunda etken olan risk faktörleri için iyi bir fiyatlama fonksiyonuna sahip olmadığımız birçok sayıda enstrüman vardır<sup>42</sup>. Bu enstrümanların fiyatları ile fiyatların oluşumunda etken olan risk faktörleri arasında bir ilişki kurmaya uğraşmak yerine, bu enstrümanlara da hisse senetleri gibi davranabilir ve elimizde var olan zaman serilerinden hareketle risk hesaplamalarını yapabiliriz.

<sup>41</sup> Hisse senedi forwardları, hisse senetleri üzerine yazılmış opsiyonlar gibi.

<sup>42</sup> Bu enstrümanlara örnek olarak Brady Tahvilleri verilebilir. 'Brady Planı' olarak tanınan sistem, özette borçlu ülkenin uluslararası piyasalara ABD Hazinesi garantisi altında uzun vadeli tahvil ihraç etmesine olanak sağlamaktadır. Uluslararası piyasalarda ihraç edilen bu tahviller de 'Brady Tahvilleri' olarak tanımlanır.

- Spot döviz kurlarındaki dalgalanmalar, bankanın taşıdığı net döviz pozisyonu ve bu pozisyonun oluşumunda etken olan döviz varlık ve yükümlülükleri ile döviz üzerine yazılmış türev ürünler, valörlü döviz alım-satım-arbitraj işlemlerinde kur riskine neden olur.
- Emtia riski temelde spot ve forward fiyatlardaki oynaklığa bağlıdır. Spot fiyatlar sadece spot emtia işlemleri için kullanılırken, forward fiyatlar, vadeli emtia alım satımı ve emtia opsiyonlarında kullanılır.
- Bir başka temel risk faktörü faiz oranlarıdır. Getirisi doğrudan ya da dolaylı olarak faiz oranı ile ilişkilendirilmiş tüm kıymetler faiz oranı riskine tabidir. Piyasa riski çerçevesinde açıklamaya çalıştığımız temel risk faktörleri arasında yer almakla birlikte, faiz oranı riskini ayrıca incelemek gerekir. Bundan önce ele aldığımız risk faktörleri, değeri piyasa şartlarında oluşan, dolayısıyla bir fiyat zaman serisine sahip risk faktörleridir. Oysa faiz oranlarının zaman serilerinde her piyasada bir süreklilik yoktur. Bunun nedeni faiz oranları ile vade arasındaki ilişkidir. Örneğin Libor oranları önceden belirlenmiş vadeler bazında ilan edildiğinden her iş günü için bu vadelerde bir faiz oranı kotasyonu temin etmek ve sürekliliği olan bir zaman serisi elde etmek mümkündür. Oysa bir tahvil bono piyasasında durum daha farklıdır. Böylesi bir piyasada önceden belirlenmiş, belli vadelerde kote edilen faiz oranları değil, işlem gören menkul kıymetlerin vade yapıları ile ilişkilendirilmiş faiz oranları gözlemlenir. Bu durumda bir risk faktörü olarak faiz oranlarının zaman serilerini elde etmek, başlı başına bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Bu konu daha sonra verim eğrileri ile ilgili bölümde ayrıntılı olarak açıklanacaktır. Buraya kadar yaptığımız kısa açıklamalardan hareketle faiz oranının bir risk faktörü olarak ele alınmasında, üzerinde taşıdığı vadenin de etken olduğunu belirtelim. Bir başka önemli etken de faiz oranının ait olduğu piyasadır.

Bankalar, piyasa riski hesaplamasına konu edeceği pozisyonlarını en azından yukarıda açıkladığımız risk faktörlerine ayırtırmak zorundadırlar. Bu ayırtırma işlemi, bankanın tuttuğu pozisyonun niteliği ile doğrudan ilişkilidir. Örneğin sadece 1000 USD

nakit pozisyon taşıyan küçük bir portföy düşünelim. Bu portföy sadece kur riskine tabi olacaktır. Şimdi portföye 1000 YTL tutarında vadesine 90 gün kalmış iskontolu bono eklediğimizi düşünelim. Bu durumda portföy hem kur riskine hem de YTL cinsinden 90 günlük faiz oranı riskine tabi olacaktır. Şimdide portföye 1000 EURO'luk yılda bir kupon ödemeli ve vadesine iki yıl kalmış bir Eurobond'u da eklediğimiz varsayalım. Bu durumda küçük portföyümüz, 1000 USD ve 1000 EURO kur riski, 1000 YTL 90 günlük YTL faiz oranı riski ve 1000 EURO'luk 365 ve 730 günlere tekabül eden EURO cinsi Eurobond piyasası faiz oranı riski taşıyor olacaktı. Bu durumda portföyün riskinin hesaplanması için döviz piyasasından elde edilmiş USD ve EURO döviz kurları, tahvil bono piyasasından elde edilmiş 90 günlük YTL cinsi faiz oranı ve EURO cinsi Eurobond piyasasından elde edilmiş 365 ve 730 günlük faiz serilerine ihtiyaç vardır.

Elbette bankalar açısından portföy büyüklükleri ve çeşitliliği düşünüldüğünde bu zaman serilerinin risk yönetimi veri tabanında tutulması daha da önemli hale gelmektedir. Bankalar, piyasa riski hesaplamalarını çoğunlukla günlük yaparlar. Eğer banka, gün içi riske maruz değer limiti belirlemişse, bu durumda hesaplamaların gün içinde belirli periyotlarla tekrarlanması da gerekebilir. Bu durumda hiçbir bankanın oluşan pozisyona göre zaman serilerindeki eksiklikleri tamamlama ve risk hesaplamalarında kullanma şansı yoktur. Bankalar var olan ya da portföye alınması mümkün olan tüm olası pozisyonlarının üzerinde taşıdığı risk faktörlerini önceden belirlemeli ve bu risk faktörlerine ait zaman serilerini günlük olarak risk yönetimi veri tabanı içinde saklamalıdır. Bu durumda faiz oranlarının zaman serilerine nasıl ulaşacağımız sorunu tekrar karşımıza çıkmaktadır. Bu konu verim eğrileri ile ilgili bölümde açıklanmaktadır.

Bankanın risk yönetimi veri tabanının risk ölçüm yöntemlerinin ihtiyaçlarını karşılayacak seviyede olması çok önemlidir. Bankalar bu veri tabanlarında saklayacakları verileri öncelikle işlem yaptıkları ve yapma olasılıkları olan piyasalar bazında belirlemeli ve bu piyasalarda işlem gören ürünlerin risk faktörleri bazında ayırımına gitmelidir. Hisse senetleri, spot döviz kurları ve emtia fiyatları açısından bu ayırımı yapmak nispeten kolaydır. Ancak faiz oranları ile ilgili serilerin tutulması süreci verim eğrileri kullanımını zorunlu kılmakla birlikte bir başka karar sürecini de beraberinde getirir. Bu karar, piyasalar bazında toplanan verim eğrilerinde hangi

vadelerin risk faktörü olarak belirleneceği ile ilgilidir. Bunun için bankanın faiz oranına ilişkin risk faktörlerinin tespitinde nakit akım mappingi<sup>43</sup> kullanıp kullanmayacağını belirlemesi gerekir. Banka eğer nakit akım mappingi kullanmayacaksa aslında her bir vadeye kalan gün sayısını bir risk faktörü olarak düşünüyor demektir. Uygulamada her iki yöntem de kullanılmakla birlikte nakit akım mappinginin bankaya gerek hesaplama gerekse veri tabanı yönetimi anlamında bazı kolaylıklar sağladığı söylenebilir. Bu durum, aşağıda nakit akım mappingi başlığı altında ayrıca ele alınacaktır.

Yukarıda saydığımız bu dört risk faktörü (hisse senedi fiyatları, döviz kurları, emtia fiyatları ve faiz oranları) temel risk faktörleri olarak düşünülmelidir. Oysa kredi spreadleri ve implied volatilité<sup>44</sup> gibi fiyatları etkileyen diğer faktörler de vardır. Aslında, bir fiyatlandırma formülünde yer alan her değişen parametre bir risk faktörü olarak düşünülebilir. Risk faktörlerinin iki alternatif serisi, bir finansal varlık için fiyattaki değişiklikleri aynı oranda tarif de edebilir. Örneğin, şirket tahvillerinin riski, risksiz faiz oranındaki değişiklikler artı şirket tahvil spreadlerindeki değişiklikler tarafından açıklanabilir. Ya da alternatif olarak, şirket tahvillerinin faiz oranlarından hareketle ve tahvili ihraç eden tüzel kişinin kredi derecesini de dikkate alan bir corporate curvedeki<sup>45</sup> değişikliklere de bağlanabilir. Benzer şekilde yatırım fonlarının riskinin hesaplanmasında ilgili yatırım fonunun fiyat serisi kullanılabilirdiği gibi, bu fonun yatırım yaptığı varlıkların fiyat değişikliklerinden de hareket edilebilir. Kısaca, riski ölçmek için farklı yollar vardır. Burada bankalar açısından dikkat edilmesi gereken nokta, belirlenen risk faktörlerinin banka portföyünde yer alan ya da yer alma olasılığı olan tüm finansal enstrümanların riskini hesaplamaya yetecek detayda olmasıdır.

### 1.1. Finansal Varlıkların Getirileri ve Getiri Modelleri

Standart metot ile piyasa riski hesaplamalarında portföy içinde yer alan finansal varlıkların tutarları dikkate alınır. Yani hesaplamalar düzeyde tutulur. Oysa içsel model ile piyasa riski hesaplamaları finansal varlıkların getirilerinden hareket eder. Bankalar,

<sup>43</sup> Risk Metrics tarafından geliştirilen bu metodoloji, finansal enstrümanlardan oluşan bir portföyü bir dizi gelecek nakit akımlarına parçalar ve her nakit akımını önceden belirlenmiş Risk Metrics matrislerine bölerek basitleştirir.

<sup>44</sup> Zımnî volatilité.

<sup>45</sup> Şirketler tarafından ihraç edilmiş tahvillerden hareketle çizilen verim eğrisi.

risk faktörü olarak belirledikleri fiyat serilerinden hareketle getiri serilerine ulaşırlar. Fiyat serilerini veri tabanında saklamanın arkasındaki en önemli neden de bu getiri serilerini elde etmektir ve piyasa riski hesaplamaları da bu serilerden hareketle yapılır. Bu nedenle finansal varlıkların getirileri ayrıca ele alınması gereken bir konudur.

Portföyün kaybedeceği muhtemel tutarı hesaplamak için portföyde yer alan finansal varlıkların fiyat değişimlerine ihtiyaç vardır. Bu fiyat değişimleri ya da finansal varlığın getirilerinin hesaplanması için üç yöntem kullanılmaktadır.

- Mutlak getiri, doğrudan fiyatlar arasında fark alınmasına dayanır. "t" zamanındaki fiyatı  $P_t$  ile gösterirsek fiyattaki değişim;

$$\Delta P_t = P_t - P_{t-1} \text{ olarak tanımlanır.}$$

- Yüzdesele getiri ise;

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \text{ biçiminde tanımlanmaktadır.}$$

- Logaritmik getiri; Brüt getiriye  $1 + R_t$  olarak tanımladığımızda, brüt getirinin doğal logaritması bize logaritmik fiyat farklarını verir ki, bu aynı zamanda sürekli bindirgeme ile getiriyi<sup>46</sup> ya da diğer adıyla logaritmik getiriyi verir.

$$\begin{aligned} r_t &= (1 + R_t) \\ &= \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \\ &= \ln P_t - \ln P_{t-1} \end{aligned}$$

$$r_t = P_t - P_{t-1} \text{ İfadede fiyatların logaritması küçük harfle gösterilmiştir.}$$

---

<sup>46</sup> continuously-compounded-return

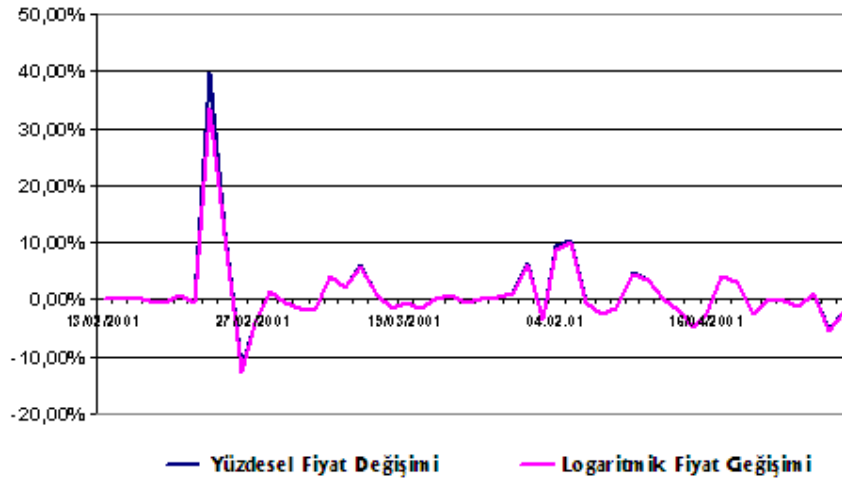
Uygulamada piyasa riskinin içsel model ile hesaplanmasında, fiyatlar yerine getirilerle çalışılmasının temel nedeni, getirilerin istatistiksel özelliklerinin fiyatlara göre daha cazip olmasındandır. Aşağıda yer alan Tablo 24, 01.02.2008/29.02.2008 tarihleri arasındaki USD kurlarının fiyat değişimlerini, yüzdesel fiyat değişimlerini ve logaritmik fiyat değişimlerini göstermektedir. Görüldüğü üzere, her üç fiyat değişiminde de işaretler, hesaplamanın yapıldığı gün için aynıdır. Logaritmik ve yüzdesel fiyat değişimleri arasındaki farkın çok az olduğu da aşağıdaki tabloda görülmektedir. Fiyat değişimlerinin az olduğu durumlarda her iki yöntemin de birbirine yakın sonuç vermesi beklenir. Ancak, mutlak fiyat değişimlerinin diğer iki yöntemden çok daha farklı sonuçlar verdiği de aşağıdaki tabloda açıkça görülmektedir.

**Tablo 24: 01.02.2008/29.02.2008 Tarihleri Arasında USD Döviz Kuru Getirileri**

Tarih	USD Döviz Kurları	Fiyat Değişimi	Yüzdesel Getiri (%)	Logaritmik Getiri (%)
01.02.2008	1,161			
04.02.2008	1,1591	-0,0019	-0,163920283	-0,16378608
05.02.2008	1,164	0,0049	0,420962199	0,42185074
06.02.2008	1,181	0,017	1,439458086	1,449918791
07.02.2008	1,1941	0,0131	1,097060548	1,103122634
08.02.2008	1,1981	0,004	0,333861948	0,334420511
11.02.2008	1,2224	0,0243	1,98789267	2,007917077
12.02.2008	1,2142	-0,0082	-0,675341789	-0,673071572
13.02.2008	1,1986	-0,0156	-1,301518438	-1,293121467
14.02.2008	1,1881	-0,0105	-0,883763993	-0,879881656
15.02.2008	1,1896	0,0015	0,126092804	0,126172368
18.02.2008	1,1893	-0,0003	-0,025224922	-0,025221741
19.02.2008	1,1868	-0,0025	-0,210650489	-0,210428932
20.02.2008	1,2023	0,0155	1,289195708	1,297577956
21.02.2008	1,1999	-0,0024	-0,200016668	-0,199816901
22.02.2008	1,1994	-0,0005	-0,04168751	-0,041678824
25.02.2008	1,1933	-0,0061	-0,511187463	-0,509885336
26.02.2008	1,1882	-0,0051	-0,42922067	-0,428302145
27.02.2008	1,1775	-0,0107	-0,908704883	-0,904601003
28.02.2008	1,1767	-0,0008	-0,067986743	-0,067963642
29.02.2008	1,1906	0,0139	1,167478582	1,174347125

Yüzdesele fiyat değişimi ve logaritmik fiyat değişimleri arasındaki farkın küçük fiyat hareketlerinde oldukça az olduğunu belirtmiştik. Bu durumun aksine, fiyat hareketlerinin büyümesi halinde iki yöntem arasındaki farklarda büyüyecektir. Aşağıda yer alan Grafik 6'da Şubat 2001 Krizi verilerini içeren 13.02.2001 / 30.04.2001 tarihleri arasındaki USD kurları kullanılmıştır. Grafikte de görüldüğü gibi, yüzdesele fiyat değişimleri ve logaritmik fiyat değişimleri arasındaki fark, iki fiyat arasındaki mutlak fiyat değişimi arttıkça artmaktadır. Ancak, iki fiyat arasındaki mutlak fiyat değişiminin nispeten az olduğu dönemlerde, yüzdesele fiyat değişimi ile logaritmik fiyat değişimi arasındaki fark gözle gözlemlenememektedir.

**Grafik 6: Yüzdesele ve Logaritmik Getiri**



Bono ve tahvillerde getiri kavramı üzerinde de ayrıca durmak gerekir. Bu ve benzeri, belirli bir vadesi olan ve nakit akımına sahip finansal enstrümanlarda getiri birden farklı yöntemle hesaplanabilir. Hesaplanan getirilerin her birisi farklı bir bilgi ihtiyacına cevap niteliğindedir.

- İçsel Getiri Oranı; Bir yatırımın getirisi, ya da içsel getiri oranı, yatırımın nakit akımlarını, yatırımın bugünkü değerine eşitleyen orandır.



$$P = \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

$CF_t$  "t" yılındaki nakit akımı;  $P$  fiyat;  $N$  yıl sayısıdır.

- Cari Getiri; sadece kupon ödemesini dikkate alır. Bu getiri hesaplamasında paranın zaman değeri dikkate alınmaz.

$$\text{Cari getiri} = \frac{\text{yıllık kupon geliri}}{\text{fiyat}}$$

- Vadeye Kadar Getiri (yield to maturity)

$$P = \sum_{t=1}^n \frac{C}{(1+r)^t} + \frac{M}{(1+r)^n}$$

Yukarıdaki eşitliği sağlayan "r" faiz oranı, vadeye kadar getiri olarak adlandırılır. Eğer, kupon ödemeleri yılda iki defa (yarı yıllık) ise, önce periyodik getiri bulunur ve iki ile çarpılarak vadeye kadar getiriye ulaşılır.

Piyasa riski ölçüm modelleri, piyasa riskine esas portföy değerinde oluşacak olası değişimi tahmin eder. Gelecekteki fiyat değişimlerinin tahmin edilmesi ise getirilerin zamansal dinamiklerinin ve herhangi bir veri zaman noktasındaki getirilerin dağılımının modellenmesi anlamına gelir. Kullanılan getiri modelleri genellikle, finansal varlık fiyatlarının rassal yürüyüşe (random walk) sahip oldukları temeline dayanır. Aslında rassal yürüyüşler modeli, etkin çalışan piyasalar için geçerlidir. Etkin çalışan bir piyasada, bugünden yarına yapılabilecek en iyi tahmin, finansal varlığın bugünkü değerinin yarın da geçerli olacağını düşünmektir. Etkin çalışan bir piyasada, fiyatlanan finansal varlık ile ilgili tüm bilgileri fiyata anında yansıtılır ve bu bilgilere tüm yatırımcılar aynı zamanda ve aynı derinlikte sahip olurlar. Ayrıca bu piyasalarda işlem gören finansal varlıkların derinlikleri ve işlem hacimleri çok fazla olduğundan bu varlıklar üzerinden spekülasyon ya da manüplatif işlemler yapılması da söz konusu olamaz.

Rassal yürüyüş modeli, finansal varlıkların fiyat dinamiklerinin tespiti için kullanılan en temel modelidir. Model denklemler şu şekilde ifade edilebilir.

$$P_t = \mu + P_{t-1} + \sigma \epsilon_t$$

$$P_t - P_{t-1} = \mu + \sigma \epsilon_t \quad \epsilon_t \sim IID N(0,1)$$

Yukarıdaki denklemden de anlaşılacağı üzere, şu anki  $P_t$  fiyatı;

- sabit bir değişken olan  $\mu$ 'ye,
- bir önceki dönemin fiyatına  $P_{t-1}$  ve
- normal dağılımdan gelen rassal bir değişkene ( $\epsilon$ ) bağlıdır.

$P_{t-1}$  veri iken  $P_t$ 'nin şartlı dağılımı normaldir. Bu yöntem ile hesaplanan  $P_t$ 'lerin negatif çıkma olasılığı vardır. Bu olasılığı ortadan kaldırmak için logaritmik getiri  $p_t$ 'nin modellenmesi gerekir.

$$p_t = \mu + p_{t-1} + \sigma \epsilon_t \quad \epsilon_t \sim IID N(0,1)$$

Logaritmik getirilerin modellenmesi sonucu denklem, sürekli bindirgenmiş getiriler için kullanılan bir model haline gelmiştir. Hem  $P_{t-1}$  hem de  $\exp(\mu + \sigma \epsilon_t)$  'nin negatiften farklı olması nedeniyle  $P_t$  hiç bir zaman negatif olmayacaktır. Ayrıca,  $\epsilon_t$ 'nin normal dağılması nedeniyle  $P_t$  de lognormal dağılacaktır.

## 1.2. Verim Eğrileri

Faiz oranlarının vade yapısı<sup>47</sup> veya verim eğrileri<sup>48</sup> farklı vadelere karşılık gelen getiri oranlarının kullanılmasıyla oluşturulur. Faiz oranlarının vade yapısı, finans çevrelerince çok farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Vade ile getiri arasındaki ilişki, menkul kıymet, swap ve diğer türev ürünleri fiyatlamaktan, gelecekteki ekonomik aktiviteleri tahmin etmeye kadar pek çok alanı yakından ilgilendirir. Kısa ve uzun vadelerdeki getiriler arasındaki fark, piyasadaki likidite ile ilişkilendirilebildiği gibi risksiz faiz oranı olarak nitelenen devlet bonolarının getirileri ile firma bonolarının getirileri arasındaki fark da firmanın risk seviyesi ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca verim eğrileri, enflasyon ve resesyon gibi değişkenleri açıklamada ve belirlemede de kullanılmaktadır.

Piyasa riskinin yönetilmesi ve sayısallaştırılması sürecinde de verim eğrilerinin önemli bir yeri vardır. Bir risk faktörü olarak faiz oranı riskinden bahsederken, faiz oranlarının zaman serilerinin oluşturulması ihtiyacını belirtmiştik. Bu bahse konu olan örnek içinde yer alan, YTL cinsi vadesine 90 gün kalmış bir hazine bonosunun riskinin hesaplanması gereği, verim eğrilerinin piyasa riski ölçümlerinde öncelikli kullanım alanlarındandır. Aslında piyasada her gün vadesine 90 gün kalmış bir hazine bonusu faizi gözlemliyor olabilseydik en azından böylesi bir zaman serisi oluşturulmasında verim eğrilerine ihtiyaç olmazdı. Ancak tahvil bono piyasaları belirli sayıda tahvil ya da bononun işlem gördüğü piyasalardır ve bu piyasalarda her vadede bir faiz oranı gözlemek mümkün değildir. Öyleyse 90 günlük bir faiz serisinin elde edilmesi ancak piyasada işlem gören tüm bonolardan hareketle çizilmiş bir verim eğrisi aracılığıyla mümkün olur. Bu verim eğrisi her gün çizilerek istenilen her vadede bir zaman serisi elde edilir.

Bir verim eğrisinin oluşturulma süreci gözlemlenen faizlerle vadeler arasındaki ilişkiye dayanır ve gözlemlenemeyen vadelerdeki faizlerde bu ilişkinin bir sonucu olarak elde edilir. Bu süreçte iki temel problem vardır. Bunlardan birincisi, vadeler arasındaki boşlukların doldurulması sürecinin bilinen faiz oranlarına dayandırılmasıdır.

---

<sup>47</sup> Term structure of interest rates

<sup>48</sup> Yield curves

Bu boşluk doldurma süreci piyasada işlem görmeyen bono ve tahvillerin olası piyasa fiyatlarının hesaplanmasının yanı sıra piyasada işlem görüyor olsa bile verim eğrisi hesaplamasına konu edilmeyen kuponlu tahvillerin piyasa fiyatlarının hesaplanmasında bir hata payı yaratabilir. Bu hata payının minimize edilmesi verim eğrisi modelinin başarısıyla doğrudan ilişkilidir ve üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Vadeler arasındaki boşlukları doldurmada yüksek hata payı taşıyan bir verim eğrisi modeli sadece fiyatlama hatasına değil, aynı zamanda yüksek hatalı bir serinin yarattığı piyasa riski ölçüm hatasına da neden olacaktır. Böylesi hatalı bir serinin volatilité hesaplamasına konu edilmesi piyasada gerçekte olmayan bir volatilitenin piyasa riski hesaplamalarında kullanılmasına ve hesaplamalarda sapma oluşmasına yol açacak ve piyasa riski ölçüm sonuçları güvenilir olmaktan çıkacaktır.

İkinci temel problem ise, verim eğrisi hesaplamalarında kullanılan verilerin homojenliği sorunudur. Farklı işlem hacmi ve likidite niteliklerine sahip, farklı nakit akış yapıları olan ve bazen de farklı vergilendirme usullerine tabi olan menkul kıymetlerin aynı veri seti içinde toplanması ve verim eğrisi hesaplamasına konu edilmesi homojenlik sorunu yaratır. Bu sorun verim eğrisinin taşıdığı ortalama hatayı da arttırıcı bir unsurdur. Verim eğrisi hesaplamalarında kullanılan verilerin homojenliği sorunu menkul kıymetlerin fiyatlama zamanlarıyla da ilintilidir. Bu sorun özellikle Türkiye gibi yüksek volatiliteli ve menkul kıymet piyasalarının etkin çalışmadığı ülkelerde baş göstermektedir. Bu piyasalarda haber etkisi, likiditesi ve işlem hacmi yüksek kağıtlara girilen kotasyonlarda anında fiyat üzerinde etki yaratırken, az işlem hacmine sahip kağıtların kotasyonları eş zamanlı olarak güncellenmemekte ve bazen de bu az işlem hacimli kağıtların fiyatları hiç değiştirilmeden piyasada kapanış yapılmaktadır. Bu veriler verim eğrisi hatasını arttırmaktadır.

Bir verim eğrisi oluşturmanın en önemli avantajı, ufak bir bilgi setinden hareketle, örneğin 10 tane sabit getirili ve kuponsuz menkul kıymetin faiz ve vade bilgilerini kullanarak çizdiğimiz verim eğrisinin, piyasada işlem görsün ya da görmesin tüm menkul kıymetlerin fiyatlarını elde edebileceğimiz bir faiz seti vermesidir.

Tahvillerin yanı sıra, verim eğrileri kullanarak faiz haddi türevlerini<sup>49</sup> de fiyatlandırabiliriz.

### 1.2.1. Verim Eğrilerinin Hesaplanması

Faiz oranlarının vade yapısını açıklamakta temel olarak üç yaklaşım kullanılır. Bu yaklaşımlar; spot oranlar, forward oranlar ve par oranlardır. Aşağıda kısaca bu yaklaşımlar açıklanmıştır.

#### 1.2.1.1. Spot Verim Eğrisi

Piyasalarda işlem gören enstrümanlar bir iskonto oranı üzerinden fiyatlanabileceği gibi üzerinde kupon taşıyan enstrümanlar da bu piyasalarda işlem görebilir. Eğer herhangi bir piyasadan bir spot verim eğrisine esas veri seti elde edilmek isteniyorsa sadece bir iskonto oranı üzerinden fiyatlanan enstrümanların, örneğin iskontolu bonoların piyasada gözlemlenen değerleri kullanılabilir. Bu gözlemler spot verim eğrisinin elde edilmesi için yeterlidir. Ancak bazı piyasalarda iskontolu bonolar işlem görmeyebilir ya da işlem gören iskontolu bonoların vade yapısı piyasayı açıklamakta yeterli olmayabilir. Bu durumda kuponlu bonoların ima ettiği iskonto oranlarının hesaplanması önemli hale gelmektedir. Herhangi bir nakit akımı, kuponsuz nakit akımlarının bir kombinasyonu olarak görülebilir. Bir enstrümanı kendisinin nakit akım bileşenlerine ayırmak, nakit akımı içeren bir enstrümanın anlaşma tarihinden vadesine kadar aynı faiz haddi ile indirgenmemesi gerektiğinden son derece önemlidir. Bu gereklilik beraberinde kuponlu bonoların ima ettiği iskonto oranının nasıl hesaplanacağı sorusunu getirmektedir.

Aşağıda Tablo 25’de yer alan bonolar üzerinde kupon taşıyan bonolardır ve verilen oranların hiç biri sıfır kupon oranı olarak kullanılamaz. Bu oranlardan hareketle bir spot verim eğrisi oluşturulabilmesi için aşağıdaki verilerden hareketle, her bir vade

---

<sup>49</sup> Cap, Floor, IR Swap ve benzeri.

için kuponsuz faiz oranlarının hesaplanması gerekir. Bootstrap<sup>50</sup> yöntemi kullanılarak istenilen kuponsuz faiz oranları elde edilebilir.

**Tablo 25: Spot Verim Eğrisine Esas Veri Seti**

Vade (Ay)	Kupon Faiz Oranı	Fiyat
6	7.75	100.36
12	9	101.34
18	6.75	98.09
24	7.5	98.18
30	10.5	103.8

Bono fiyatlaması formülünden altı aylık kuponlu tahvilin fiyatı ve kupon oranı kullanılarak yine altı aylık iskonto oranı bulunabilir.

$$100.36 = \frac{100 + (7.75/2)}{(1 + (r_6/2))}$$

$r_6 = \%7.0048$  olarak bulunacaktır. Bu oran 6 aylık iskonto oranıdır.

Bono fiyatlaması formülünden on iki aylık kuponlu tahvilin fiyatı, kupon oranı ve yukarıda bulduğumuz altı aylık iskonto oranı kullanılarak on iki aylık iskonto oranı da hesaplanabilir.

$$101.34 = \frac{(9/2)}{(1 + (r_6/2))} + \frac{(9/2) + 100}{(1 + (r_{12}/2))^2}$$

$r_6 = \%7.0048$  için  $r_{12}$  hesaplandığında,  $r_{12} = \%7.5963$  olacaktır.

İşlemler diğer kuponlu bonolar için de tekrarlandığında;

<sup>50</sup> Bir verimin bileşenlerine ayrılması ve indirgenme oranlarının hesaplanmasıdır ve istatistiğin konusu olan Bootstrap yönteminden farklıdır.

$$98.09 = \frac{(6.75/2)}{(1 + (r_6/2))} + \frac{(6.75/2)}{(1 + (r_{12}/2))^2} + \frac{(6.75/2) + 100}{(1 + (r_{18}/2))^3}$$

$r_6 = \%7.0048$ ,  $r_{12} = \%7.5963$  için  $r_{18}$  hesaplandığında  $r_{18} = \%8.1536$ ;

$$98.18 = \frac{(7.5/2)}{(1 + (r_6/2))} + \frac{(7.5/2)}{(1 + (r_{12}/2))^2} + \frac{(7.5/2)}{(1 + (r_{18}/2))^3} + \frac{(7.5/2) + 100}{(1 + (r_{24}/2))^4}$$

$r_6 = \%7.0048$ ,  $r_{12} = \%7.5963$ ,  $r_{18} = \%8.1536$  için  $r_{24}$  hesaplandığında

$r_{24} = \%8.3378$ ;

$$103.80 = \frac{(10.5/2)}{(1 + (r_6/2))} + \frac{(10.5/2)}{(1 + (r_{12}/2))^2} + \frac{(10.5/2)}{(1 + (r_{18}/2))^3} + \frac{(10.5/2)}{(1 + (r_{24}/2))^4} + \frac{(10.5/2) + 100}{(1 + (r_{30}/2))^5}$$

$r_6 = \%7.0048$ ,  $r_{12} = \%7.5963$ ,  $r_{18} = \%8.1536$  ve  $r_{24} = \%8.3378$  için  $r_{30}$  hesaplandığında  $r_{30} = \%8.2965$  olacaktır.

Böylece ilgili vadelerdeki iskonto oranları hesaplanıp spot verim eğrisinde kullanılabilir ve Bootstrap yöntemi ile elde edilen iskonto oranları kullanılarak bono fiyatlaması yapılabilir.

Eğer fiyatlaması yapılacak kuponlu enstrümanın her bir nakit akımını kuponsuz birer bono gibi düşünecek olursak;

$$P = \frac{C}{(1+y_1)} + \frac{C}{(1+y_2)^2} + \frac{C}{(1+y_3)^3} + \dots + \frac{C+M}{(1+y_n)^n}$$

$y_1, y_2, \dots, y_n$  kupon vadelerine denk gelen iskonto oranları olarak daha önceden bulunduğuandan enstrümanın fiyatını hesaplamak oldukça basit olacaktır.

### 1.2.1.2. Forward Verim Eğrisi

Forward verim eğrisi, spot verimler kullanılarak, bugünden bakıldığında gelecekteki faiz oranlarını veren bir hesaplamadır. Forward getiri, gelecek bir tarihte belirli bir vade için yapılacak yatırımın bugün belirlenen getiri oranıdır. Cari dönemde yapılan yatırımın getirisi vade boyunca oluşan ileri valörlü getirilerin ortalamasıdır. Dolayısıyla, spot getiri ile forward getiri aynı bilginin farklı şekilde ifadesidir. Forward getiriler biliniyor iken spot verim eğrisi, ya da spot verim eğrisi biliniyor iken forward getiriler hesaplanabilir.

Yukarıda spot verim eğrisinin hesaplanmasında kullandığımız örnek dikkate alınırsa, 6. aydan 12. aya olan oran  ${}_6r_{12}$  ya da bir başka deyişle altı aylık forward oran aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$(1 + r_6/2)^1 = (1 + {}_0r_6/2)$$

$r_6$  veri iken  ${}_0r_6 = \%7.0048$  olacaktır.

$$(1 + r_{12}/2)^2 = (1 + r_6/2)(1 + {}_6r_{12}/2)$$

$r_6$  ve  $r_{12}$  veri iken  ${}_6r_{12} = \%8.189$ ;

$$(1 + r_{18}/2)^3 = (1 + r_{12}/2)^2(1 + {}_{12}r_{18}/2)$$

$r_{12}$  ve  $r_{18}$  veri iken  ${}_{12}r_{18} = \%9.272$ ;

$$(1 + r_{24}/2)^4 = (1 + r_{18}/2)^3(1 + {}_{18}r_{24}/2)$$

$r_{18}$  ve  $r_{24}$  veri iken  ${}_{18}r_{24} = \%8.891$ ;



$$(1 + r_{30}/2)^5 = (1 + r_{24}/2)^4 (1 + r_{30}/2)$$

$r_{24}$  ve  $r_{30}$  veri iken  $r_{24} = \%8.131$  olarak hesaplanabilir.

### 1.2.1.2. Par Verim Eğrisi

Par oranı, bononun par değerinde (nominal değerinde) alınıp-satılması için gereken kupon faiz oranıdır. Spot verim eğrisi hesaplamasında verdiğimiz örneği kullanarak par değerlerinin hesaplamasını yaparsak;

$$100 = \frac{100(R_6/2) + 100}{(1 + (r_6/2))}$$

$r_6$  veri iken,  $R_6 = \%7.0048$  olarak hesaplanacaktır. Dolayısıyla bononun kupon faizi, altı aylık spot getiriye eşittir.

$$100 = \frac{100(R_{12}/2)}{(1 + (r_6/2))} + \frac{100(R_{12}/2) + 100}{(1 + (r_{12}/2))^2}$$

$r_6$  ve  $r_{12}$  veri iken,  $R_{12} = \%7.5853$ ;

$$100 = \frac{100(R_{18}/2)}{(1 + (r_6/2))} + \frac{100(R_{18}/2)}{(1 + (r_{12}/2))^2} + \frac{100(R_{18}/2) + 100}{(1 + (r_{18}/2))^3}$$

$r_6$ ,  $r_{12}$  ve  $r_{18}$  veri iken,  $R_{18} = \%7.9229$ ;

$$100 = \frac{100(R_{24}/2)}{(1 + (r_6/2))} + \frac{100(R_{24}/2)}{(1 + (r_{12}/2))^2} + \frac{100(R_{24}/2)}{(1 + (r_{18}/2))^3} + \frac{100(R_{24}/2) + 100}{(1 + (r_{24}/2))^4}$$

$r_6, r_{12}, r_{18}$  ve  $r_{24}$  veri iken,  $R_{24} = \%7.9040$ ;

$$100 = \frac{100(R_{30}/2)}{(1 + (r_6/2))} + \frac{100(R_{30}/2)}{(1 + (r_{12}/2))^2} + \frac{100(R_{30}/2)}{(1 + (r_{18}/2))^3} + \frac{100(R_{30}/2)}{(1 + (r_{24}/2))^4} + \frac{100(R_{30}/2) + 100}{(1 + (r_{30}/2))^5}$$

$r_6, r_{12}, r_{18}, r_{24}$  ve  $r_{30}$  veri iken,  $R_{30} = \%7.9441$  olarak hesaplanacaktır.

### 1.2.2. Verim Eğrisi Modelleri

Verim eğrisinin tahmini için kullanılan modeller denge modelleri ve ampirik modeller olarak iki kategori altında toplanabilir. Denge modelleri<sup>51</sup> kısa vadedeki faiz oranlarının stokastik bir süreç izlediğini varsayar ve tüm vade yapısını kapsayacak bir arbitraj fiyatlama tekniği bulmaya çalışır. Ampirik modeller<sup>52</sup> ise veriyi en iyi şekilde uydurmak ve aynı zamanda düz ve sürekli bir getiri eğrisi elde etmeyi amaçlar.

Verim eğrileri, gösterge niteliğinde yayımlanan ya da ikincil piyasada işlem gören farklı vadelerdeki enstrümanlara ilişkin piyasada gözlemlenen fiyatlar kullanılarak tahmin edilmektedir. Bu tahmin, gözlemlenen vadeler ve faiz oranları arasında bir ilişki kurar. Kurulan bu ilişkinin piyasayı açıklama gücü, tahmin yönteminin başarısıyla doğrudan bağlantılıdır. Bu nedenle tahmin yöntemi, piyasada gözlemlenen fiyatlar ile tahmin edilen fiyatlar arasındaki farkın minimuma indirilmesi esasına dayanmalıdır. Tahmin süreci genelde spot verim eğrisinin tahmini üzerine kuruludur ve elde edilen sürekli grafik her vade için iskonto fonksiyonuna karşılık gelen kuponsuz getirileri gösterir.

<sup>51</sup> Vasicek (1977), Dothan (1978), Brennan ve Schwartz (1979), Cox (1985) denge modellerine örnek olarak verilebilir.

<sup>52</sup> McCulloch (1971), Carleton ve Cooper (1976), Schaefer (1981), Vasicek-Fong (1982), Fong (1982), Chambers (1984), Nelson-Siegel (1987) ve Pham (1997) ampirik modellere örnek olarak verilebilir.

Hem literatürde hem de uygulamada pek çok verim eğrisi modeli yer almaktadır. Bu modellerin Türkiye’de finansal kurumlar tarafından da sıklıkla kullanılan bir kaçı aşağıda açıklanmıştır.

### 1.2.2.1. Nelson Siegel

Nelson ve Siegel, modellerinin tahmininde kuponsuz hazine bonolarını kullanmışlardır. Elleriindeki veri seti, 22 Ocak 1981 ile 27 Ekim 1983 tarihleri arasına aittir ve her on beş günde bir perşembe günü, piyasada gözlemlenen verilerden hareketle oluşturulmuştur. Gözlemlenen getiriler kullanılarak fiyatlar hesaplanmış ve bu fiyatlardan hareketle sürekli bindirgeme varsayımı ile bulunan getiriler, modelin tahmininde kullanılmıştır.

Nelson Siegel yöntemi ile getiri eğrisi tahmini, anlık forward oranların zaman içinde ikinci dereceden fark denkleminin ima ettiği bir yapıda hareket ettiği varsayımına dayanır ve getiri ile vade arasındaki ilişki dört parametre tarafından belirlenen bir fonksiyon ile açıklanmaya çalışılır.

Vade  $m$ 'deki anlık forward oranı  $r(m)$  aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır.

$$r(m) = \beta_0 + \beta_1 e^{-m/\tau_1} + \beta_2 e^{-m/\tau_2}$$

Burada  $\tau_1$  ve  $\tau_2$  zaman sabitleri,  $\beta$ ' lar ise parametrelerdir. Vadeye kadar getiri ise, forward oranlarının bir ortalamasıdır.

$$R(m) = \frac{1}{m} \int_0^m r(x) dx$$

Daha az parametreyi içeren ve tahminde kolaylık sağlayacak diğer bir forward ve vadeye kadar getiri tanımlamaları, sırasıyla;

$$r(m) = \beta_0 + \beta_1 e^{-m/\tau} + \beta_2 \left[ \frac{m}{\tau} e^{-m/\tau} \right]$$

$R(m) = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) \left[ 1 - e^{-m/\tau} \right] / \frac{m}{\tau} - \beta_2 e^{-m/\tau}$  şeklindedir. Son eşitliği elde edebilmek için forward oranı denkleminin önce integrali alınmış sonra da çıkan ifade “ $m$ ”ye bölünmüştür.

Nelson Siegel yönteminde getiri eğrisinin şeklini belirleyen dört parametre ve bunların iktisadi yorumu ise şöyledir:

- “ $\beta_0$ ”, vadeye kalan gün sayısı sonsuza giderken getirilerin limit değerine eşittir. Bu parametre, piyasa katılımcılarının ekonominin durağan düzeydeki faiz beklentisini verir.
- “ $\beta_1$ ”, kısa vadeli getiri ile uzun vadeli getiri arasındaki farka eşittir ve getiri eğrisinin eğiminin negatif işaretli değeridir.
- “ $\tau$ ”, getiri eğrisindeki kıvrımın hangi vadeye kalan gün sayısında oluşacağını ve vade uzarken açıklayıcı değişkenlerin sifıra yakınsama hızını belirlemektedir. “ $\tau$ ” değerinin küçük olması halinde, vade uzarken, açıklayıcı değişkenler daha kısa sürede sifıra yakınsamaktadır. Küçük “ $\tau$ ” değerleri verim eğrisinin kısa vadeli ucunda, büyük “ $\tau$ ” değerleri de verim eğrisinin uzun vadeli ucunda daha iyi bir örtüşme sağlar.
- “ $\beta_2$ ”, verim eğrisinde meydana gelen kıvrımın büyüklüğünü ve yönünü belirler. “ $\beta_2$ ” pozitif ise, vadenin “ $\tau$ ”ya eşit olduğu noktada getiri eğrisi kambur şeklini alır. Bu parametre, “ $\tau$ ” ile birlikte, beklenen faiz patikasını verim eğrisine dahil eder.

Nelson Siegel yönteminde parametreler bir optimizasyon süreciyle tahmin edilmekte ve bulunan parametreler aracılığıyla verim eğrisine ulaşılmaktadır.

### 1.2.2.2. Cubic Spline<sup>53</sup>

Cubic Spline yöntemi de Nelson Siegel yöntemi gibi Türk Bankacılık Sisteminde sıklıkla kullanılan bir verim eğrisi yöntemidir. Yöntemin hesaplanma aşamaları aşağıda açıklanmıştır.<sup>54</sup>

Bir grafik üzerinde  $X$  ekseninin  $X_0, X_1, X_2, X_3$  noktalarında üç eşit bölüme ayırıldığını varsayalım. Bu bölümlerin her birine, düğüm noktaları denir.

$$Y = [a_1 + b_1(X - X_0) + c_1(X - X_0)^2 + d_1(X - X_0)^3]D_1 \\ + [a_2 + b_2(X - X_1) + c_2(X - X_1)^2 + d_2(X - X_1)^3]D_2 \\ + [a_3 + b_3(X - X_2) + c_3(X - X_2)^2 + d_3(X - X_2)^3]D_3 + u$$

$D_i$  i'ninci aralıktaki kukla değişkendir.

Genel olarak, düğüm noktalarında türevleri de kendisi gibi sürekli değildir. Katsayılara uygulanan uygun koşullar, hem fonksiyonu sürekli hale getirir hem de birinci ve ikinci türevlerinin sürekli olmasını sağlar. Bu amaçla gereken koşullar;

$$a_2 = a_1 + b_1(X_1 - X_0) + c_1(X_1 - X_0)^2 + d_1(X_1 - X_0)^3 \\ b_2 = b_1 + 2c_1(X_1 - X_0) + 3d_1(X_1 - X_0)^2 \\ c_2 = c_1 + 3d_1(X_1 - X_0) \\ a_3 = a_2 + b_2(X_2 - X_1) + c_2(X_2 - X_1)^2 + d_2(X_2 - X_1)^3 \\ b_3 = b_2 + 2c_2(X_2 - X_1) + 3d_2(X_2 - X_1)^2 \\ c_3 = c_2 + 3d_2(X_2 - X_1)$$

<sup>53</sup> Suits, Mason, Chan, 1978

<sup>54</sup> ŞAHİN, H. (Kasım 2004) , Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri s.64

- $a_i$  üzerine konulan koşullar, düğüm noktalarında fonksiyonun sol ve sağ kısımlarını birbirine eşitler.
- $b_i$  üzerine konulan koşullar, düğüm noktalarında sol ve sağ kısımların eğimlerini birbirine eşitlerken,
- $c_i$  üzerine konulan koşullar, aynı işlemi ikinci türevlerine uygular.

$X_1$  ile  $X_n$  değerleri arasındaki tüm  $X$  değerleri için, sürekli formda bu hesaplama yapılarak Cubic Spline enterpolasyon yöntemi ile verim eğrisi elde edilmiş olur.

### 1.2.2.3. Vasicek

Vasicek modeli, tek faktörlü modeller sınıflamasındadır. Faizin zaman içinde aşağıdaki süreçle hareket ettiğini varsayar. Sürekli zamanda denklemin formu;

$$dr = \alpha(b - r)dt + \sigma\epsilon\sqrt{dt}$$

- “ $r$ ” kısa dönem faiz oranını,
- “ $b$ ” uzun dönem faiz oranının,
- $\alpha$  uzun dönem ile kısa dönem arasındaki farkın kapanma hızını,
- “ $dr$ ” faizdeki çok küçük değişmeyi,
- $\sigma$  sürecin standart hatasını,

- $\epsilon$  standart normale sahip bir rassal değişkeni,
- “ $dt$ ” ise çok küçük zaman dilimini göstermektedir.

Vasicek modelini, kesikli zaman için de şu şekilde yazmak mümkündür.

$$\Delta r = \alpha(b - r)\Delta t + \sigma\epsilon\sqrt{\Delta t}$$

### 1.3. Nakit Akım Mappingi

Üzerinde vade taşıyan ve belirli bir nakit akımına sahip finansal enstrümanların risklerinin hesaplanması için geliştirilmiş bir kısa yoldur. Mapping, nakit akımının üzerinde taşıdığı vadeyi ve nakit akımını, önceden belirlenmiş vertekslere<sup>55</sup> map etmek esasına dayanır. Finans literatüründe en çok bilinen uygulama Risk Metrics tarafından geliştirilmiştir.

Risk Metrics metodolojisinde, finansal enstrümanlardan oluşan bir portföy bir dizi gelecek nakit akımlarına parçalanır. Bu, fiyatlama amacı doğrultusunda gereklidir. Fakat, parametrik RMD hesabında çok sayıda finansal enstrümandan oluşan bir portföy düşündüğümüzde, nakit akımlarının çoklu vadesi hesaplamaya elverişli olmayan, baş edilmez sayıda volatilité ve korelasyon hesaplamasını zorunlu kılar. Risk Metrics metodolojisi, bu çoklu vade yapısında yer alan her bir nakit akımını, önceden belirlenmiş Risk Metrics vertekslerine bölerek basitleştirmektedir. Örnek bir verteks seti aşağıdaki gibidir:

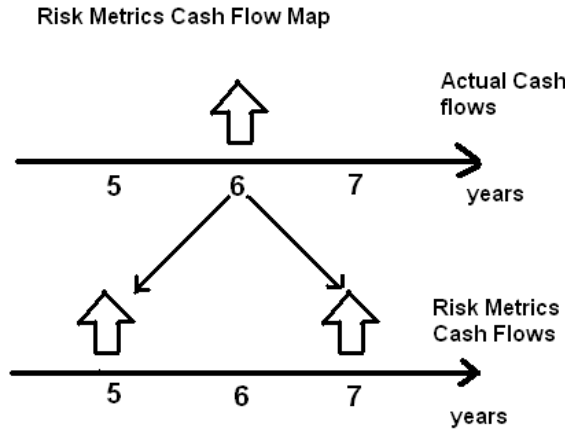
1ay 3ay 6ay 1yıl 3yıl 4yıl 5yıl 7yıl 9yıl 10yıl 15yıl 20yıl 30yıl

Bir nakit akımının mappingi, bu nakit akımını iki bitişik verteks arasında paylaşmak demektir. Şekil 1, 6 yıllık bir nakit akımının 5 ve 7 yıllık vertekslerde

<sup>55</sup> Önceden belirlenmiş ve risk hesaplamalarında standart olarak kullanılan vadeye kalan gün sayısı.

gerçekleşen suni nakit akımlarına bölündüğünü göstermektedir. Nakit akım mapinden sonra enstrümanlardan oluşan bir portföy, standart nakit akımları içeren bir portföye dönüştürülür. Artık, parametrik RMD hesabı için bize gerekli olan sadece bu standart vertekslere için volatiliteleri ve vertekslere arasındaki korelasyonları hesaplamaktır.

**Şekil 1: Risk Metrics nakit akım mappingi**



Bir nakit akımını iki vertekslere arasında bölmek birden çok yolu vardır. Orijinal Risk Metrics nakit akımı iki komşu verteksteki volatilitenin lineer interpolasyonu olacak şekilde düşünülen nakit akımının volatilitelerini ortaya koyar. Nakit akım mapi böylece bu enterepol edilmiş volatiliteleri ve nakit akımının bugünkü değerini korumuş olur. Bu yaklaşım birçok durumda çok iyi sonuç vermekte fakat bazı sakıncaları da bulunmaktadır. Her şeyden önce, faiz haddinin komşu verteksteki değerlerden enterepole edildiği bu maptaki volatiliteler, Monte Carlo Simülasyonu ile hesaplananlarla uyumsuzdur. Ayrıca, iki komşu vertekse bağlı olarak kuponlu bonoların getirilerinin korelasyonu çok küçük olursa orijinal nakit akım mapi istenmeyen sonuçlar doğurabilir.

Geliştirilen Risk Metrics nakit akımı, faiz hadlerinin lineer interpolasyonu ile başlar:



$$z_t = \alpha z_L + (1 - \alpha) z_R$$

“ $t$ ”: kuponuz bononun vadesi

“ $t_L$ ” ve “ $t_R$ ”: iki ardışık verteks

“ $z_L$ ” ve “ $z_R$ ”: vertekslerdeki ilgili kuponuz faiz oranı<sup>56</sup>

Bu prosedür kuponuz faiz oranlarının RMD hesabı için yapılan Monte Carlo Simülasyonu ile tutarlıdır. Nakit akımını hesaplamak için “ $t$ ” zamanındaki bir USD ödemesinin, “ $t_L$ ” zamanındaki “ $W_L$ ”, “ $t_R$ ” zamanındaki “ $W_R$ ” ve buna ek olarak “ $C$ ” nakit pozisyonuna map edildiğini varsayalım. Nakit akımının bugünkü değerini korumak için, aşağıdaki denkleğe ihtiyacımız vardır:

$$V_t = e^{-z_t t} = W_L e^{-z_L t_L} + W_R e^{-z_R t_R} + C$$

Nakit akım mappingi aynı zamanda bugünkü değerin, iki komşu verteks için hesaplanan kuponuz faiz oranlarındaki değışikliklere olan hassasiyetini de korumalıdır. Bu, “ $W_R$ ”, “ $W_L$ ” ve “ $C$ ” sabitken yukarıdaki denkleğin “ $z_L$ ” ve “ $z_R$ ”ye göre kısmi türevinin alınması demektir.

$$\frac{\partial V_t}{\partial z_L} = -\alpha t e^{-z_t t} = -W_L t_L e^{-z_L t_L} \quad \text{böylece,}$$

$$W_L = \alpha \frac{t}{t_L} e^{-z_t t} e^{z_L t_L}$$

formülüne ulaşılır ve buradan da “ $W_R$ ” kolayca elde edilir.

<sup>56</sup> Kuponuz bonolardan elde edilmiş olan faiz oranları.

$$W_R = (1 - \alpha) \frac{t}{t_R} e^{-z_t t} e^{z_R t_R}$$

Sonuç olarak nakit pozisyonun formülü de:

$$C = -\frac{(t - t_L) - (t_r - t)}{t_R t_L} e^{-z_t t}$$

olarak hesaplanabilir.

FRA<sup>57</sup> için bir nakit akım mappingi örneği aşağıda yer almaktadır: FRA, gelecekte belirlenen bir periyot için belirli bir anaparaya uygulanacak faiz haddini sabitleyen anlaşmadır. Tipik FRA'lar efektif gün, anlaşmanın uzunluğu, forward faiz haddi ve anapara üzerinden ifade edilir. Örneğin, bir 3 x 6 FRA, faiz haddini, biz kontratı imzaladığımız günden itibaren 3. ve 6. aylar arasında 3 aylığına sabitler. Bir FRA, sanki biri ödeme gününde nominal "N"yi borç almış ve vadede nominal artı "r<sub>x</sub>" faiz haddini geri ödemiş gibi fiyatlanır.

$$N e^{-z_f t_f} - N [1 + r_x (t_m - t_f)] e^{-z_m t_m}$$

"Z<sub>f</sub>" ve "Z<sub>m</sub>" bugünden, "t<sub>f</sub>" ve "t<sub>m</sub>" ye kadar olan kuponsuz faiz oranlarıdır.

%5,136 forward faiz oranından 3 x 6'lık 1 milyon EURO'luk FRA aldığımızı düşünelim. Farz edelim ki FRA, 1 Ağustos 2000 de girilsin; böylece FRA 1 milyon EURO'yu anlaşmadan 3 ay sonra 3 aylığına borç almak ve 6. ay sonunda 1 milyon EURO x (1 + 0.05136 x 92/360) olarak geri ödemek olarak ifade edilir. Burada 92, 1 Kasım 2000 ve 1 Şubat 2001 arasındaki gün sayısıdır. Anlaşmayı izleyen 1 ay içinde, 1 Eylül 2000'de bu 1 milyon EURO'yu iskonto mantığında 2 aylığına borç almak ve 5 ay sonunda 1.013.125 EURO ödemek anlamına gelmektedir. Eğer Risk Metrics verteksi

---

<sup>57</sup> Forward Rate Agreement

örnek setini kullanırsak, 5 aylık nakit akımı 3. ve 6. aylar arasında bölünürken 2 aylık nakit akımı 1 ve 3 aylık nakit akımlarına bölünmektedir. EUR 1, 3 ve 6 aylık para piyasası oranları sırasıyla %4,664, %4,829 ve %5,044'dür. Lineer enterpolasyon ile 2 ve 5 aylık oranlar %4,748 ve %4,997 olarak bulunmuştur. Bu bilgi ile FRA için nakit akımı mappingi Tablo 26'daki gibidir.

Böylece, örnekteki FRA için Parametrik RMD, 1-3-5 aylık para piyasası oranlarının volatilité ve korelasyonları temelinde hesaplanabilir.

**Tablo 26: FRA için nakit akım mappingi**

Tarih	Nakit Akım	Dönem	Verim	Bugünkü Değer	Nakit	1 AY	3 AY	6 AY
01.Kas.00	-1.000.000	2 M	4.748	-992.127	337.977	-992.127	-337.977	
01.Şub.01	1.013.125	5 M	4.977	992.420	-104.599		519.112	577.907
			Toplam	293	233.378	-992.127	181.135	577.907

Risk Metrics'in bir pozisyonu açıklamak için kurduğu bloklar pozisyonun nakit akımlarıdır. Bir nakit akımı bir miktar nakit ve bir ödeme gününden oluşur. Nakit akımları belirlendikten sonra fiyatlama yapılır. Bir nakit akımının piyasa fiyatının belirlenmesi, nakit akımının cari piyasa faiz oranlarına ve fiyatlarına göre bugünkü değerinin belirlenmesi anlamına gelmektedir. Nakit akımının bugünkü değerinin hesaplanması, nakit akımının cari piyasa oranlarına, özellikle de belirlenen güne kadar nakit akımı olmayan kuponsuz enstrümanlara dayanan indirgeme faktörü ile çarpılması ile bulunabilir.

İndirgeme faktörünü belirlemek için faiz oranlarını ifade edecek genel kuralları, teamülleri belirlemek gerekir. Risk Metrics sürekli bindirgenen<sup>58</sup> faiz oranlarıyla çalışmaktadır. Kesikli ve sürekli bindirgenen faiz oranları arasındaki çevrim formülü şu şekilde ifade edilebilir:

$$z = m \log \left( 1 + \frac{z^{(m)}}{m} \right)$$

<sup>58</sup> continuously compounded

- “ $z$ ” : sürekli faiz haddi
- “ $z^{(m)}$ ” : “ $m$ ” sıklığında bindirgenen kesikli yıllık faiz haddi

Genel olarak, gelecekteki her vade için farklı faiz hadleri bulunmaktadır. Faiz hadleri ile nakit akımlarının ödeme günleri arasındaki ilişkiyi anlatan ilişkiye faiz haddinin dönem yapısı denir.

Gelecekte “ $t$ ” zamanında 1 dolarlık nakit akımına sahip olduğumuzu ve “ $t$ ” zamanı için yıllıklandırılmış kuponsuz faiz oranının “ $z_t$ ” olduğunu varsayarsak, bu nakit akımının bugünkü değeri  $e^{-z_t t}$  olmaktadır. Tanım gereği bu, “ $t$ ” zamanındaki nakit akımı için indirgeme faktörüne<sup>59</sup> eşittir.

Sabit kuponlu bonolar üzerinden bir örnek vermek gerekirse; 100 dolar anapara içeren 2 yıllık bir bono düşünelim ve yıllık %5 sabit kupon ödemesi olsun. Kuponların 6 ayda bir ödendiğini ve spot verim eğrisinin elimizde olduğunu varsayalım. Nakit akımlarının bugünkü değerini hesaplamak için ilk kupon ödemesi olan 2,5\$’ı, altı aylık kupon faiz oranı ile, bir yılın sonundakini de bir yıllık kupon faiz oranı olan %5 ile çarptığımızda ve bu işlemler tüm nakit akımları için tekrarlandığında, bononun fiyatı tüm bu indirgenmiş nakit akımlarının toplamına eşit olacaktır.

$$2.5e^{-0.0475 \times 0.5} + 2.5e^{-0.05 \times 1} + 2.5e^{-0.055 \times 1.5} + (2.5 + 100)e^{-0.06 \times 2} = \text{USD } 98.03$$

## 2. Volatilite Hesaplama Yöntemleri

İçsel model ile piyasa riski hesaplamalarının sayısallaştırma sürecinin en önemli aşamalarından birisi portföyün sahip olduğu risk faktörlerinin volatilitelerini

---

<sup>59</sup> discount factor

hesaplamaktır. Volatilite hesaplaması üzerine pek çok model vardır. Bu nedenle hesaplanan volatilite değerleri de modeller arasında farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar portföyün piyasa riskine maruz değerinin hesaplanmasında da önemli sayısal farklılıklar oluşmasına neden olmaktadır. RMD yöntemini piyasa risklerinin hesaplanmasında bir araç olarak kullanan bankalar için, aynı portföy içeriği ve büyüklüğü üzerinden elde edilen ve bazıları arasında da önemli sayılabilecek farklılıklar olan bu modeller arasında seçim yapmak zor bir süreçtir.

Volatilitenin ölçülmesine ilişkin pek çok model bulunmakla birlikte en çok kullanılanları aşağıda kısaca açıklanmıştır. Volatilite hesaplama yöntemlerini de kendi içinde iki gruba ayırmak mümkündür. Standart sapma, hareketli ortalama ve percentile yöntemleri, volatilitenin hesaplandığı dönemler içinde sabit olduğunu kabul eder ve bu yöntemlerdeki hesaplama sürecinde yer alan her bir günün ağırlığı birbirine eşittir. Oysa finansal piyasalar böyle bir özellik göstermez. Finansal piyasalar üzerine yapılan çalışmalar göstermektedir ki genellikle düşük volatilite dönemlerini düşük, yüksek volatilite dönemlerini yüksek volatilite takip etmektedir. Bu özelliğe volatilite kümelenmesi adı verilmektedir. Bu özellik getirilerin birbirinden bağımsız olduğu varsayımını çürütmektedir. Bu nedenle volatilitenin zaman içinde değişmesine izin veren modeller geliştirilmiştir. Bu modeller, üssel ağırlıklı hareketli ortalama (EWMA) ve ARCH (Auto Regressive Conditional Heteroscedasticity) ailesidir.

## **2.1. Standart Sapma**

Standart sapma, hesaplamaya konu edilen değerlerin, ortalamaya göre nasıl serpiildiğini gösterir. Volatilite hesaplamalarında standart sapmayı bir ölçü olarak kullanmak, getirilerin normal dağılıma sahip olduğunu zımni olarak varsaymaktır. Bu varsayım pek çok piyasadaki getirilerin normal dağılmadığı gerçeğiyle uyuşmasa da standart sapma ile volatilite hesaplaması bu gerçeği göz ardı etmektedir. Standart sapma, ana kütle için;

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \mu)}{N}}$$

örneklem için;

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})}{n - 1}}$$

formülleri ile hesaplanır.

## 2.2. Hareketli Ortalama

Hareketli ortalama ile volatilité ölçümü, ortalamanın sıfır olduğu varsayımı dışında standart sapma ile benzer niteliktedir. Hareketli ortalama ile volatilité

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i^2)}{n}}$$

formülü ile hesaplanır. Formülde yer alan “n” sayısı, kaç gözlem kullanarak hareketli ortalama hesaplanacağını gösterir.

## 2.3. Yüzdelerik (Percentile) Yöntemi

Bu yöntem, getirilerin dağılımı ile ilgilenmez ve dolayısıyla getiri dağılımları ile ilgili herhangi bir varsayım da taşımaz. Bu nedenle hesaplanması için herhangi bir denkleme de ihtiyacı yoktur. Percentile yöntemi ile volatilité hesaplamak için yapılması gereken, getirileri büyükten küçüğe doğru sıralamak ve sıralanmış getirileri yüzdelerik

dilimlere ayırarak veri güven düzeyine karşılık gelen değeri, volatilité olarak kullanmaktan ibarettir.

#### 2.4. Üssel Ağırlıklı Hareketli Ortalama (EWMA)

Üssel ağırlıklı hareketli ortalama yönteminde, lambda adında bir eskitme katsayısı aracılığıyla, hesaplanan güne yakın verilere yani son dönem verilerine daha fazla ağırlık verilmektedir. Bu yöntemde de finansal varlıkların getiri dağılımları ile ilgili bir varsayım kullanılmamaktadır. Hesaplama sırasında kullanılacak lambda katsayısı bilindiği sürece herhangi bir optimizasyona da ihtiyaç yoktur. Aşağıda açıklanacak olan GARCH yönteminin özel bir hali olarak tanımlanır.

Yöntemde “ $t$ ” zamanındaki volatilité;

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

formülü ile hesaplanır. Formülde görüldüğü üzere,  $\lambda$  (lambda / decay factor) değeri kritik önem taşımaktadır. Yüksek  $\lambda$  değeri, bir önceki dönem volatilitésinin cari döneme etkisinin yüksek olduğunu ve getirideki değişimlerin etkisinin düşük olduğunu söylemektedir. Bu durum Tablo 27’de etkili gün sayısı ile gösterilmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi, Lambda katsayısının değeri yükseldikçe volatilité hesaplamasına dahil olan etkili veri adedi de artmaktadır. Bu durum volatilité hesaplamasında son 10 günün ve 20 günün ağırlığını düşürücü bir etkiye de neden olmaktadır.

Tablo 27: Üssel Ağırlıklı Hareketli Ortalama (EWMA)

ÜSSEL AĞIRLIKLI HAREKETLİ ORTALAMA (EWMA)			
$\lambda$	SON 10 GÜN	SON 20 GÜN	ETKİLİ GÜN SAYISI
0,90	65,13%	87,84%	43,71
0,91	61,06%	84,84%	48,83
0,92	56,56%	81,13%	55,23
0,93	51,60%	76,58%	63,46
0,94	46,14%	70,99%	74,43
0,95	40,13%	64,15%	89,78
0,96	33,52%	55,80%	112,81
0,97	26,26%	45,62%	151,19
0,98	18,29%	33,24%	227,95
0,99	9,56%	18,21%	458,21

## 2.5. GARCH<sup>60</sup>

GARCH modeli, Engle tarafından 1982'de geliştirilmiş olan ARCH modelinin bir türevidir. Model, sadece ortalamanın değil, aynı zamanda varyansın da modellenebileceğini ve bu modelleme için de ek bağımsız değişkenlere ihtiyaç olmadığını göstermiştir.

Basit bir GARCH<sub>(1,1)</sub> modeli

$$\sigma_t^2 = \omega + \beta\sigma_{t-1}^2 + \alpha\varepsilon_{t-1}^2$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Bu ifadede;

- $\sigma_{t-1}^2$  bir önceki dönemin volatilitesi,

<sup>60</sup> Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity



- $\epsilon_{t-1}^2$ , bir önceki dönemin getirisinin karesini göstermektedir.
- $\alpha + \beta$  katsayılarının toplamının birden küçük olması gerekir.

GARCH modelleri genel olarak  $GARCH_{(p,q)}$  şeklinde ifade edilir. "p" sayısı varyans denkleminde hata teriminin kaç tane gecikmesi olduğunu gösterir; "q" sayısı ise modelde kaç tane geçmiş dönem volatilitesi olduğunu gösterir. Genel olarak  $GARCH_{(p,q)}$  modeli

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \epsilon_t^2 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \sigma_{t-1}^2$$

şeklindedir.

GARCH modellerinin tahmini için, genellikle maksimum olabilirlik yöntemi kullanılır. Matlab, EViews gibi paket programlar ile bu tip modeller kolaylıkla tahmin edilebilmektedir.

## 2.6. EGARCH (Exponential (Üssel) GARCH)

EGARCH modeli, volatilitenin, asimetrik biçimde etkilenebileceğini öneren modellerin öncüsüdür. Negatif (kötü haber) ve pozitif (iyi haber) etkilerinin volatilité üzerinde katkısının farklı olacağı temeline dayanır.

EGARCH modeli;

$$\ln \sigma_t^2 = \omega + \alpha \left| \frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \gamma \frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + \beta \ln \sigma_{t-1}^2$$

biçiminde yazılabilir. Varyansın bu şekilde modellenmesi, tahmin edilecek parametreler üzerine herhangi bir kısıt koymayı gerektirmemektedir.  $\gamma$  parametresi, kaldıraç etkisini ifade eder ve sıfırdan farklı değer alması, kaldıraç etkisinin olduğunu gösterir.

EGARCH'ın orijinal formu;

$$\ln \sigma_t^2 = \omega + \alpha \left| \frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right| + \gamma \frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + \beta \ln \sigma_{t-1}^2$$

şeklindedir.

Görüldüğü üzere, iki denklem arasındaki fark, tahmin edilen sabit terimlerde dir.

Haber etki eğrisi ise;

$$\begin{aligned} NIC(\epsilon_t | \sigma_t = \sigma) &= A e^{\left(\frac{\alpha \gamma}{\sigma} \epsilon_t\right)} \text{ eğer } \epsilon_t > 0 \text{ ise} \\ &= A e^{\left(\frac{\alpha \gamma}{\sigma} \epsilon_t\right)} \text{ eğer } \epsilon_t < 0 \text{ ise} \end{aligned}$$

şeklindedir ve

$$A = \sigma^{2\beta} e^{\omega - \gamma \sqrt{2/\pi}}$$

değerine eşittir.

## 2.7. GJR

Glosten, Jagannathan ve Runkle (1993) tarafından geliştirilen bir modeldir. Haber etkisinin simetrik olmadığı temeline dayanır. Bu modelde varyans denklemi aşağıdaki biçimdedir;

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \epsilon_{t-1}^2 (1 - I[\epsilon_{t-1} > 0]) + \gamma \epsilon_{t-1}^2 I[\epsilon_{t-1} > 0] + \beta \sigma_{t-1}^2$$

$I[\cdot]$  ifadesi, gösterge (indicator) fonksiyonudur ve doğru ise bir, değilse sıfır değerini alır. Şartlı varyansın negatif olmaması için aşağıdaki koşulların sağlanması gerekir;

$$\omega > 0, \frac{\alpha + \beta}{2} \geq 0, \text{ ve } \beta > 0$$

Haber etki eğrisi ise;

$$\begin{aligned} NIC(\epsilon_t | \sigma_t = \sigma) &= A + \alpha \epsilon_t^2 \text{ eğer } \epsilon_t < 0 \text{ ise} \\ &= A + \gamma \epsilon_t^2 \text{ eğer } \epsilon_t > 0 \text{ ise} \end{aligned} \quad \text{şeklindedir ve}$$

$$A = \omega + \beta \sigma_{t-1}^2 \text{ değerine eşittir.}$$

## 2.8. Çoklu GARCH ve Şartlı Dinamik Varyans Kovaryans Tahmini<sup>61</sup>

Eğer, değişken sayısı birden fazla olursa, çoklu ARCH ve GARCH modelinden bahsedilebilir. Teorik olarak, değişkenin sayısının birden fazla olmasının bir problemi yoktur. Fakat, tahmin sürecinde bir takım problemler yaşanabilir. Özellikle optimal değerlere ulaşma (convergence) problemleri yaşanabilir. O yüzden, literatürde çoklu GARCH modellerinde, 5'den fazla değişken kullanılmamıştır. Çoklu GARCH modellerine VEC modeli (Engle ve Kroner,1995), Diagonal model (Bollerslev, Engle ve Wooldridge,1988), BEKK modeli (Baba ve diğerleri, 1991), Sabit korelasyon modeli (Bollerslev,1990) örnek olarak verilebilir.

Çoklu GARCH modellerinde yaşanan temel problemlerden bir tanesi de varyans kovaryans matrisinin tahminidir. Çoklu GARCH modellerinde tercih edilen, her bir değişkene ayrı GARCH uygulayıp, bu model tahminlerinden hareketle şartlı dinamik varyans kovaryansı tahmin etmektir.

<sup>61</sup> ŞAHİN, H. (Kasım 2004) , Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri s.91

Aşağıdaki bölümde, şartlı dinamik varyans kovaryans tahminine ilişkin olan yöntemler ele alınacaktır.

Sıfır ortalamaya sahip “ $r_1$ ” ve “ $r_2$ ” gibi iki değişken arasındaki şartlı olasılık;

$$\rho_{12t} = \frac{E_{t-1}(r_{1t}r_{2t})}{\sqrt{E_{t-1}(r_{1t}^2)E_{t-1}(r_{2t}^2)}}$$

Eğer şartlı varyans ve getiriye aşağıdaki şekilde yazarsak;

$$h_{it} = E_{t-1}(r_{it}^2), \quad r_{it} = \sqrt{h_{it}}\epsilon_{it} \quad i = 1, 2$$

$\epsilon_{it}$  sıfır ortalama sabit varyansa sahip bir değişken bu durumda

$$\rho_{12t} = \frac{E_{t-1}(\epsilon_{1t}\epsilon_{2t})}{\sqrt{E_{t-1}(\epsilon_{1t}^2)E_{t-1}(\epsilon_{2t}^2)}} = E_{t-1}(\epsilon_{1t}\epsilon_{2t})$$

getiriler arasındaki korelasyon, hata terimlerinin kovaryansına eşittir. Bu aşamaya kadar yazılanlar, şartlı korelasyonu tanımlamaya yöneliktir.

Bu korelasyon için önerilen tahmin ediciler:

Kayan (rolling) korelasyon tahmin edicisi;

$$\hat{\rho}_{12t} = \frac{\sum_{s=t-n}^{t-1} (r_{1s}r_{2s})}{\sqrt{\sum_{s=t-n}^{t-1} (r_{1s}^2) \sum_{s=t-n}^{t-1} (r_{2s}^2)}}$$

bu formül, en yakın n gözleme eşit ağırlık, daha eskilerine sıfır ağırlık vermektedir. Engle (2002), bu tahmin edicinin her zaman [-1 1] aralığında bulunduğunu, fakat hangi varsayımlar altında, şartlı olasılığın tutarlı bir tahmin edicisi olduğunun açık olmadığını belirtmektedir.

Risk Metrics, üssel düzeltme yöntemi ile şartlı olasılığı hesaplamaktadır. Bunun için  $\lambda$  katsayısını kullanılır.  $\lambda$  cari veriye ağırlık vermekte, fakat geçmişteki verinin bilgi verişinin ne zaman sona ereceğini söylememektedir. Risk Metrics'e göre

$$\hat{\rho}_{12,t} = \frac{\sum_{s=1}^{t-1} (r_{1s} r_{2s})}{\sqrt{\sum_{s=1}^{t-1} (r_{1s}^2) \sum_{s=1}^{t-1} (r_{2s}^2)}}$$

$\hat{\rho}_{12,t}$  [-1 1] arasında kalacak, fakat veriden hareketle  $\lambda$  'nın nasıl seçileceği konusunda bir yol yok. Birden fazla değişken durumunda,  $\hat{\rho}_{12}$  'nin pozitif belirli olması için  $\lambda$  aynı olmak zorunda.

Şartlı olasılık kovaryans matrisini aşağıdaki şekilde tanımlarsak

$$E_{t-1}(r_t r_t') = H_t$$

Bu durumda yukarıdaki tahmin ediciler

$$H_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (r_{t-i} r_{t-i}')$$

$$H_t = \lambda (r_{t-1} r_{t-1}') + (1 - \lambda) H_{t-1}$$

biçiminde genel olarak ifade edilebilir.

## 2.9. Volatilite Uygulaması

Aşağıda Tablo 28'de yukarıda daha önce kısa açıklamaları yapılan volatilite hesaplama teknikleri kullanılarak yapılmış volatilite hesaplamaları bulunmaktadır. Hesaplamalar sırasında USD döviz kurlarının 29.02.2008 tarihinden geriye doğru son

üç yıllık serisi kullanılmıştır. Bu seri sadece iş günlerinden oluşmakta ve hafta içine gelen tatil günleri de kayıp veri sayılarak doldurulmaktadır. Bu şekilde oluşturulmuş serinin logaritmik getirileri hesaplanmış ve volatiliteler de bu getiriler üzerinden sayısallaştırılmıştır. Tabloda da görüleceği gibi en yüksek volatiliteler 180 günlük hareketli ortalamada ( $MA_{(180)}$ ) oluşmuştur. Her ne kadar hesaplamalarda üç yıllık seri kullanılmışsa da EWMA'lar açısından volatiliteler hesaplamasına esas olan etkili gün sayıları olmaktadır. GARCH, GJR ve EGARCH hesaplamalarında " $p$ " ve " $q$ " sayıları 1 olarak kullanılmıştır. Tüm hesaplamalar Matlab kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 28: Volatiliteler**

<b>Volatiliteler Yöntemi</b>	<b>Volatiliteler (%)</b>
EWMA(Lambda=0.90)	0,82018
EWMA(Lambda=0.94)	0,85703
EWMA(Lambda=0.96)	0,87485
EWMA(Lambda=0.975)	0,90117
EWMA(Lambda=0.98)	0,91639
EWMA(Lambda=0.99)	0,94618
GARCH <sub>(1,1)</sub>	0,82328
GJR <sub>(1,1)</sub>	0,86746
EGARCH <sub>(1,1)</sub>	0,85631
MA <sub>(180)</sub>	1,04710
STANDART SAPMA	0,87426

### 3. RMD (Riske Maruz Değer) Hesaplama Yöntemleri

Piyasa riski ölçüm modelleri, alım satıma konu edilen finansal enstrümanların, piyasa fiyatlarındaki değişim karşısındaki potansiyel kayıplarını sayısallaştırmak için tasarlanmıştır. RMD, bir portföyün veya bir finansal varlığın piyasa değerinde, belli bir olasılıkla ve belli bir zaman dilimi içinde meydana gelebilecek maksimum değer kaybını, tutar cinsinden ifade eder. RMD kavramı, Banker Trust'ın 1988'de

uygulamaya başladığı RAROC'a<sup>62</sup> dayandırılmasına karşın, bir endüstri standardı haline Risk Metrics'in öncülüğünde gelmiştir (1994).

Riske maruz değer, bir portföyün veri güven düzeyinde en fazla kaç lira kaybedeceğini gösteren tek bir rakamdır. RMD değerinin hesaplanmasında, anlamlılık düzeyi, zaman uzunluğu, verinin sıklığı, kullanılan olasılık dağılımı, pozisyonun cari piyasa değeri etken olan temel faktörlerdir. RMD yöntemleri, risk faktörlerince nitelenen riskleri, yorumlaması kolay tek bir rakama indirgeyerek riski sayısallaştırdığı için bankalarca ve denetim otoritelerince kabul gören ve endüstri standardı haline gelmiş yöntemlerdir. Bu yöntemler parametrik yöntem, tarihi simülasyon yöntemi ve monte carlo simülasyonu yöntemi olarak ana başlıklarına ayrılrsa da her bir yöntemin de kendi içinde varyasyonları bulunmaktadır. Bu yöntemlere ilişkin bazı örnekler;

- Generalized Auto Regressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH) Yöntemi (Alexandar, 1996),
- Üssel Hareket Eden Ortalamalar Yöntemi (EWMA) (Hendricks,1996, Riskmetrics),
- Parametrik Yöntem (Jordan, Mackay, 1997),
- Tarihi Simülasyon ve Monte Carlo Simülasyonu Yöntemi (Holton,1998),
- FIGARCH (Fractionally Integrated ARCH) Yöntemi (Beltratti, Morana 1999) vb.
- Uç değerler (Extreme Value) Yöntemi (Longin, 2000, Ho vd 2000),

Bu metotlar içinde hesaplama yöntemi olarak en basiti, tarihi simülasyondur. Monte Carlo simülasyonu bilgisayar yoğun uygulamalardır. ARCH, GARCH,

---

<sup>62</sup> Risk Adjusted Return on Capital

FIGARCH ve bu modellerin uzantıları optimizasyonu gerektirdiği için ya özel olarak programlama yapmayı ya da hazır bir paket program kullanmayı gerektirmektedir.

Portföy RMD'si dışında kalan ve farklı bilgi ihtiyaçlarının bir sonucu olarak hesaplanan üç çeşit RMD daha vardır:

- Göreceli RMD, riski, önceden belirlenmiş bir benchmarkın performansına göre ölçer.
- Marjinal RMD, bir pozisyonun portföye ne tutarda risk katkısı olduğunu ölçer ve ilgili pozisyon portföyden tamamen çıkartılırsa portföy RMD'sinin ne kadar değişeceği bilgisini verir. Marjinal RMD, mutlak ve göreceli RMD için de hesaplanabilir. Portföy riskini en etkili şekilde azaltmak için hangi pozisyonu tamamen ortadan kaldırmamız gerektiğinin belirlenmesine yardımcı olan bir hesaplamaadır.
- Farksal RMD, Marjinal RMD'nin aksine pozisyonun portföy içindeki ağırlığındaki bütün küçük değişikliklerin etkisini ölçer. Farksal RMD'yi, ilgili pozisyonun ağırlığını örneğin bir dolar arttırdığımızda portföy RMD'sinde oluşan değişiklikler üzerinden hesaplayabiliriz.

### **3.1. RMD Hesaplamasında Kullanılan Temel Parametreler**

#### **3.1.1. Güven Aralığı**

RMD hesaplamalarının hangi güven aralığında yapılacağı konusu, bankanın hangi kayıp olasılığı ile çalışacağını belirler. Aslında RMD sonuçlarının yasal raporlamalara konu edilmesinde bankalar açısından bir tercih yapmak söz konusu değildir. Çünkü tek taraflı güven aralığı gerek Basel Komite gerekse BDDK tarafından %99 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte bankalar yasal raporlamalara



konu etmedikleri RMD hesaplamalarını kendi tercih ettikleri güven aralığında yapabilmektedirler. RMD uygulamalarında kullanılan güven aralıkları literatürde %90 ile %99 arasında olmakla birlikte bankalar çoğunlukla %95 ya da %99 güven aralıklarında çalışmaktadırlar. Türk Bankacılık Sisteminde de çoğu banka, banka içi raporlamalarını %99 güven aralığında yapmaktadır. Belirlenen güven aralığı, hesaplanan RMD büyüklüğü üzerinde doğrudan etkilidir. Güven aralığı ne kadar yüksek belirlenirse hesaplanan RMD büyüklüğü de o kadar yüksek olacaktır. Bu durum, seçilen güven aralığına karşılık gelen ve standart normal dağılım tablosundan çekilen katsayının RMD hesaplamalarında doğrudan çarpan olarak kullanılmasının bir sonucudur. Aşağıda standart normal dağılım tablosundan seçilmiş güven aralıklarına karşılık gelen katsayılar gösterilmiştir.

**Tablo 29: Standart Normal Dağılım Tablosu**

Güven Aralığı (%)	99,99	99,5	99	95	90
Katsayı	3,719	2,576	2,326	1,645	1,282

RMD rakamı bankanın alım satıma konu ettiği portföyünün seçilen güven aralığı olasılığında bir gün sonra kaybedebileceği maksimum rakamı gösterir. Her ne kadar RMD hesaplamalarında yapılan normal dağılım varsayımının getirdiği bir simetri söz konusuysa da RMD özünde bir zarar olasılığıdır. Bu nedenle RMD hesaplamalarında tek taraflı güven aralığı kullanılmaktadır.

### 3.1.2. Elde Tutma Süresi

RMD hesaplamalarında kullanılan veri setlerinin frekansı çoğunlukla bir gündür. Benzer şekilde günlük kapanış verilerinden hareketle elde edilmiş seriler üzerinden bir günlük RMD hesaplanır. Hesaplamaların bir gün üzerinden yapılması, geriye dönük test (back test) hesaplamaları açısından da bir gerekliliktir. Bununla birlikte Basel Komite ve BDDK, portföyün elde tutma süresini en az 10 iş günü olarak belirlemiş ve yasal raporlamaların da bu 10 günlük elde tutma süresi üzerinden yapılmasını öngörmüştür.

Uygulamada bankalar RMD tabanlı limit hesaplamalarında da elde tutma süresini kullanmaktadırlar. Bu durum kullanılan limitin kaç günlük bir zarar olasılığı üzerinden çalıştırılacağı ile ilgilidir. Örneğin RMD tahminleri üzerinden aylık belirlenmiş olan bir limit uygulamasında bankanın hazine yönetiminin daha rahat işlem yapma olanağı vardır. RMD limitleri içinde kalmak üzere pozisyonlarda ayarlama yapma gerekliliği aylık takip edilen böylesi bir uygulamada daha az gerekecektir. Aksine limit uygulaması içinde öngörülen zarar olasılığının süresi azaldıkça banka hazinesinin pozisyon ayarlama sıklığı da azalacaktır. Bu durum günlük olarak takip edilen limit uygulamalarında gün içi pozisyon ayarlamaları yapma zorunluluğunu da beraberinde getirecektir.

Elde tutma süresi RMD hesaplamalarında zamanın karekökü şeklinde kullanılmaktadır. Elde tutma süresinin kare kökü RMD hesaplamalarına bir çarpan olarak dahil olduğu için farklı elde tutma süreleri ile hesaplanmış RMD'ler birbirine dönüştürebilir. Elde tutma süresi ile ilgili olarak önemli olan bir diğer konu da bu süreden kastedilenin iş günleri olduğudur. Yani 10 günlük elde tutma süresi aslında iki haftalık bir zaman periyoduna karşılık gelmektedir. Bu durum RMD hesaplamalarında kullanılan veri setleri ile ilişkilidir. Bu veri setleri piyasa verilerine dayandığından sadece iş günleri itibarıyla oluşurlar. Böylece RMD hesaplamaları açısından bir yıl, aslında yaklaşık 252 iş gününe denk gelmektedir.

### 3.1.3. RMD'ye Esas Veri Setleri

RMD hesaplama sürecinde üzerinde durulması gereken bir başka önemli konu, bu süreçte kullanılacak veri setleridir. Hesaplama kullanılacak veri setlerinin uzunluğu RMD hesaplaması üzerinde doğrudan etkilidir. Eğer son dönem fiyat değişimlerine daha duyalı bir hesaplama yapılmak isteniyorsa bu durumda hesaplama konu edilen veri setleri daha kısa bir dönemi dikkate alacak şekilde daraltılabilir. Aslında EWMA yöntemi içinde eskitme katsayısı olarak kullanılan lambda değerinin üstlendiği işlev de budur. RMD'ye esas volatilité yöntemi olarak EWMA kullanılıyorsa, bu ayarlama, veri setlerinin uzunluğu üzerinden değil

lambda katsayısının azaltılması yoluyla gerçekleştirilebilir. GARCH ve türevleri açısından durum daha farklıdır. Bu volatilité tekniklerinin denklemleri içinde yer alan katsayılar, optimizasyon yoluyla bulunduğundan, kullanılacak veri seti uzunluğunun optimizasyon süreci üzerinde yaratacağı etki dikkate alınmalıdır.

Seçilen veri seti uzunluğunun hesaplanan RMD tutarları üzerinde doğrudan etkili olmasını göz önünde bulunduran Basel Komite, veri seti uzunluğunda bir yıllık asgari süre öngörmüştür. Aynı süre BDDK yönetmeliklerinde de yer almaktadır. Veri setleri ve veri akışı ile ilgili yönetmelik maddeleri aşağıda yer almaktadır.<sup>63</sup>

*“MADDE 11 – (1) Risk ölçüm modeli ile riske maruz değer hesaplanmasında kullanılan tarihi gözlem dönemi bir yıldan az olamaz. Üssel olarak ağırlıklandırılmış hareketli ortalama ya da benzeri diğer metotları kullanan bankalar için de kullanılacak tarihi gözlem süresi en az bir yıl olup, modelde fiili olarak kullanılan ağırlıklandırılmaya tabi tutulacak veriler en az altı aylık süreyi kapsar. Eğer model fiilen bu süreyi kapsayamıyorsa eşit ağırlıklı ortalama ve üssel olarak ağırlıklandırılmış ortalama metoduyla hesaplanan değerler karşılaştırılarak hangisi daha yüksek riske maruz değeri veriyorsa o değer kullanılır. Fiyatlarda yüksek volatilitenin oluşması halinde, Kuruma bildirim yapılması ve Kurumca da yüksek volatilitenin varlığının kabul edilmesi kaydıyla daha kısa gözlem süresi kullanılabilir veya veri setlerinde değişiklik yapılabilir. Fiyatlardaki yüksek volatilité nedeniyle veri setlerinde yapılacak değişiklikler Kuruma değişiklikten önce bildirilir.*

*(2) Verinin bulunmaması halinde, verisi bulunmayan finansal araç için ona en yakın özellik gösteren başka bir finansal araç dikkate alınabilir ve yaklaşık bir standart sapma tespit edilerek riske maruz değer hesaplanabilir. Bu hususun kayıtlarda yer alması ve banka yönetimi ile Kuruma yapılacak raporlamalarda bildirilmesi şarttır.*

*(3) Riske maruz değeri hesaplamak amacıyla kullanılan veri setleri günlük olarak güncelleştirilir. Günlük olarak elde edilemeyen ancak farklı frekanslarda*

<sup>63</sup> Risk Ölçüm Modelleri İle Piyasa Riskinin Hesaplanmasına Ve Risk Ölçüm Modellerinin Değerlendirilmesine İlişkin Tebliğ (3 Kasım 2006 tarih ve 26335 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.)

*(haftalık, aylık gibi) elde edilebilen veriler de ilgili frekanslar dikkate alınarak güncelleştirilir. Her bir veri seti en az üç ayda bir topluca gözden geçirilir ve verilerin uygun, zamanında, tutarlı ve güvenilir bir şekilde ulaşıp ulaşmadığı kontrol edilir. Piyasa hareketlerinin normal dışı seyretmesi durumunda söz konusu gözden geçirme daha sık aralıklarla yapılır. Veri setleri üzerinde geçmişe dönük olarak düzeltme yapılamaz. Eğer böyle bir düzeltmenin yapılması mutlaka gerekliyse durum düzeltme gerekçesinin de yer aldığı ayrıntılı bir raporla derhal Kuruma bildirilir.*

*(4) Kurum, riske maruz değerlerin hesabında kullanılacak veri setleri ve zaman serilerini tespit ettiği veya bunlarla ilgili kaynak gösterdiği takdirde bankalar bunları kullanmak zorundadırlar.*

*MADDE 12 – (1) Sistemde veri akışının risk ölçüm modeline ulaşana kadar izlediği süreç açıkça görülebilir ve anlaşılabilir olmalıdır. Veri akışına ilişkin dokümanlar asgari olarak;*

*a) Alım-satım mahallinden pozisyonlara ilişkin bilgi ve belgelerin geliş biçimlerini,*

*b) Risk ölçüm modelinde kullanılacak pozisyon verilerinin hangi birimlerden (ön, orta, arka ofis) geldiğini,*

*c) Bu sistemlerin alım-satım mahallerinde nasıl kullanıldığını ve bu sistemlerin ürünleri ne kadar kapsadığını,*

*ç) Süreçteki gerekli ara yüzlerini,*

*d) Piyasalarda zaman farkı nedeniyle eş anlı olmayan veriler için kullanılan yöntemleri, içerir.”*

Yönetmelik maddelerinde de açıkça görüldüğü gibi Kurum, RMD hesaplamalarında veri yönetimini çok önemsemekte ve ayrıntılı bir düzenlemeye tabi tutmaktadır. Bu yaklaşım gerek Kurum açısından gerekse RMD'yi piyasa riskine maruz tutar hesaplamasında kullanan bankalar açısından çok önemlidir. RMD hesaplamalarında doğru veri akışının sağlanması ve veri setlerinin kontrollü bir şekilde hesaplamalara konu edilmesi gerekir. Bunun dışında dikkati çeken bir başka önemli husus, Kurumun EWMA yöntemi ile volatilité hesaplamasına bir kısıt getirmesidir. Bu kısıt EWMA'da kullanılan ve lambdanın temsil ettiği etkili gün sayısı ile ilişkilidir. BDDK etkili gün sayısı olarak en az altı aylık süre öngörmektedir. Bu da lambdanın en az 0,975 olması anlamına gelir. Bundan daha düşük lambda katsayılarında BDDK talimatı, EWMA ile eşit ağırlıklı hareketli ortalama arasında daha büyük volatilité hesaplayan modelin kullanılması şeklindedir.

### **3.2. Parametrik Yöntem**

Parametrik Yöntem, yatırım araçlarının getirilerinin her birinin normal dağılıma sahip olduğu ve portföyün de bu yatırım araçlarının lineer bir kombinasyonu olduğu varsayımına dayanır. Normal dağılıma sahip değişkenlerin lineer toplamı da normal dağılıma sahiptir. Bu durum bizi, portföyün getirisinin de normal dağılıma sahip olduğu sonucuna ulaştırır. Normal dağılımın önemli özelliklerinden bir tanesi, ortalama ve varyansın bilinmesi durumunda (diğer bir ifadeyle birinci ve ikinci momentin bilinmesi halinde), veri güven düzeyinde dağılımın diğer bütün percentillerinin hesaplanabilmesidir. Bu özellik kullanılarak, Parametrik Yöntemde, veri güven düzeyi için riske maruz değer hesaplanabilmektedir.

#### **3.2.1. Temel Varsayımlar**

Parametrik Yöntemin arkasında yatan mantık RMD'nin ve diğer risk istatistiklerinin analitik formülünü elde etmek için her enstrümanın fiyat

fonksiyonlarının yakınsanmasıdır. Parametrik Yöntem, fiyat fonksiyonlarının lineer yakınsamasına dayanır.

Varsayalım ki  $(P^{(1)}, P^{(2)}, \dots, P^{(n)})$  şeklinde ifade edilen “ $n$ ” tane risk faktörüne bağımlı bir pozisyon tutuyoruz. RMD’yi hesaplamak için, birinci seri taylor açılımı kullanarak pozisyonun bugünkü değeri “ $V$ ”ye yakınsamamız gerekir.

$$V(P + \Delta P) \approx V(P) + \sum_{i=1}^n \frac{\partial V}{\partial P^{(i)}} \Delta P^{(i)}$$

Eğer risk faktörlerinden birinin fiyatı “ $\Delta P$ ” kadar değişirse, pozisyonun bugünkü değeri yaklaşık olarak, pozisyondaki değişimin, aynı değişim ile ağırlıklandırılmış risk faktöründeki değişime olan hassasiyeti  $\frac{\partial V}{\partial P}$  ölçüsünde değişir. Değişik risk faktörlerindeki şokları hesaba katmak için, tüm bireysel artışları da bu hesaplamaya eklemekteyiz.

$$\left( \frac{\partial V}{\partial P^{(i)}} \right) \Delta P^{(i)}$$

Portföyün bugünkü değerindeki değişikliği şu şekilde yakınsayabiliriz:

$$\Delta V = V(P + \Delta P) - V(P) \approx \sum_{i=1}^n \delta_i r^{(i)}$$

$$\delta_i = P^{(i)} \frac{\partial V}{\partial P^{(i)}}$$

Yukarıdaki formül, risk faktörlerindeki getirilerin lineer kombinasyonu olarak kar/zarar için basit bir ifade vermektedir. Aynı zamanda matris notasyonunda ifade edilmek için de uygundur.

$$\Delta V \approx \delta^T r$$

$\delta$  vektörünün elemanları, pozisyon için delta eşdeğerleri olarak adlandırılırlar ve pozisyonun bugünkü değerinin her risk faktöründeki değişikliklere bağlı hassasiyeti şeklinde ifade edilebilirler.

Formüldeki getirilerin aslında yüzdesel getiriler olduğu unutulmamalıdır ( $r = \Delta p/p$ ); fakat Parametrik Yöntem ile RMD hesaplamaları logaritmik getirilerin normal dağıldığı varsayımı üzerine kurulmuştur. Dağılım varsayımımızla tutarlı olması açısından  $\log(P_1 / P_0) \approx P_1 / P_0 - 1$  varsayımını yapmamız gerekir.

Logaritmik getirilerin modellenme gerekliliğini anlamak için, yüzdesel ve logaritmik getiri kavramları üzerinde tekrar durmak gerekir. Yüzdesel getiriler menkul kıymetleri toplulaştırmak istediğimizde iyi özelliklere sahiptir. Örneğin, eğer hisse senedi ve bonolardan oluşan bir portföyümüz varsa, portföyün getirisini her finansal varlıktaki getirinin ağırlıklı ortalaması olarak hesaplayabiliriz:

$$\frac{P_1 - P_0}{P_0} = w r^{(1)} + (1-w) r^{(2)}$$

- “ $w$ ”, portföyün hisse senedine yatırılan bölümü
- “ $r^{(2)}$ ”, bononun getirisi

$$r^{(1)} = \frac{S_1 - S_0}{S_0} = \text{hisse senedinin getirisi}$$

Diğer taraftan bir portföyün logaritmik getirisi bireysel menkul kıymet logaritmik getirilerinin ağırlıklı ortalaması değildir. Yüzdesel getirilerin aksine, logaritmik getiriler zaman içinde daha iyi kümelenmektedir. “ $t$ ” zamanından “ $T$ ”

zamanına kadar olan logaritmik getiriler, “ $t$ ” zamanından “ $\tau$ ” zamanına kadar olan logaritmik getiri ile “ $\tau$ ” zamanından “ $T$ ” zamanına kadar olan logaritmik getirinin toplamına eşittir.

$$t \leq \tau \leq T$$

Bu durum logaritmanın standart özellikleri kullanılarak görülebilir:

$$r_{t,T} = \left( \log \frac{P_{\tau}}{P_t} \right) + \left( \log \frac{P_T}{P_{\tau}} \right) = r_{t,\tau} + r_{\tau,T}$$

Logaritmik getirilerin bu ek özelliği nedeniyle eğer bir dönemlik getiriler bağımsızsa, getirilerin volatilitesi zamanın kareköküyle ölçeklendirilebilir demektir. Her iki tip getirinin avantajlarını hesaba kattıktan sonra, menkul kıymetler etrafında toplulaştırma veya zaman etrafında toplulaştırma arasında bir seçim yapılmalıdır. Sadece Parametrik Yönteme baktığımızda seçim açık değildir. Fakat, Monte Carlo Simülasyonunda getiriler için toplulaştırmanın bir faydası olmadığı düşünüldüğünde, volatilité ölçeklemesi hem Monte Carlo hem de Parametrik Yöntem için önemli bir özellik olduğundan ve metotlar için dağılımsal varsayımların tutarlılığı istenen bir durum olduğundan, logaritmik getirilerin en iyi alternatif olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Delta eşdeğerleri uygun toplulaştırma özelliklerine sahiptir. “ $M$ ” pozisyondan oluşan bir portföyümüz olduğunu farz edelim. Böylece, portföyün tamamının kar-zararı (P&L’i) şu şekilde yazılabilir:



$$\begin{aligned}
P\&L &= \sum_j^M \Delta X_j \\
&\approx \sum_j^M \sigma_j^T Y \\
&= \delta_{Portfolio}^T r
\end{aligned}$$

Bu, her pozisyon için delta eşdeğerlerinin bağımsız olarak hesaplanabileceğini ve sonradan toplam portföy için delta eşdeğerinin hesaplanabilmesi için toplulaştırılabileceği anlamına gelir.

Buraya kadar aktardıklarımız çerçevesinde, bir portföyün kar-zararının risk faktörlerinin getirilerinin lineer kombinasyonu olarak açılanabileceğini söyleyebiliriz. Şimdi kolayca işlenebilir bir kar zarar dağılımına ihtiyacımız var.

Risk faktörleri normal dağıldığından, parametrik varsayımlarımız altında kar-zarar dağılımı sıfır ortalama ve varyans ( $\delta^T \Sigma \delta$ ) ile normal dağılmıştır. Başka bir deyişle:

$$\Delta VN \sim (0, \delta^T \Sigma \delta)$$

Normal dağılım tamamen kendisinin ortalaması ve varyansı ile açıklanabilir. Bu nedenle kar-zararın normal dağıldığı gerçeği risk ölçütlerinin hesaplanmasında derin çıkarımlara sahiptir.

Örneğin, normal bir dağılımın yüzdelik değeri standart sapmanın katı olarak ifade edilebilir ve buradan hareketle parametrik varsayımlarımız altında RMD'nin

standart sapmanın  $\sqrt{\delta^T \Sigma \delta}$  katı olacağı sonucuna varabiliriz.

Yaptığımız varsayımlar çerçevesinde risk istatistiklerini Parametrik Yöntemle hesaplayabiliriz. Ortalama kar-zararın parametrik yöntem kullanıldığında her zaman sıfır olması önemli bir gözlemdir. Bu özellik risk faktörleri ile enstrüman fiyatları arasındaki ilişkinin lineer olmasından gelmektedir.

RMD'yi Parametrik Yöntemle hesaplamak istersek, RMD'nin kar-zarar dağılımının bir yüzdesi olduğu ve normal dağılımın bu yüzdesinin her zaman standart sapmanın katı olduğu not edilmelidir. Böylece T-günlük  $\%(1-\alpha)$  RMD'yi (VaR)

$$\text{VaR} = -z_\alpha \sqrt{T \delta^\top \Sigma \delta}, \text{ olarak hesaplayabiliriz.}$$

“ $Z_\alpha$ ”, standart normal dağılımın ilgili yüzdesi.

### 3.2.2. Portföyün Ortalama Getirisi ve Standart Sapmasının Tahmin Edilmesi<sup>64</sup>

Portföyün “n” tane yatırım aracından oluşması durumunda, portföyün beklenen getirisi  $r_p = \sum_{i=1}^n y_i r_i$  olarak gösterilebilir<sup>65</sup>.

- $r_p$  portföy getirisini,
- $y_i$  “i” yatırım aracının portföy içindeki payını,
- $r_i$  de “i” yatırım aracının getirisini göstermektedir.

Portföyün varyansı ise  $\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_i y_j \sigma_{ij}$  olarak gösterilebilir.

<sup>64</sup> ŞAHİN, H. (Kasım 2004) , Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri s.67

<sup>65</sup> Jordan, Mackay 1997

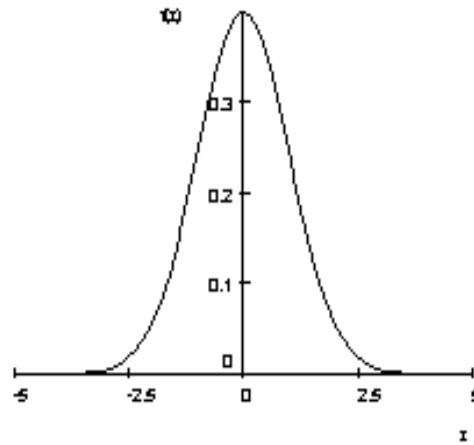
- $\sigma_{ij}$  “i” ve “j” yatırım araçları arasındaki kovaryansdır.
- “i” ve “j” yatırım araçları arasındaki kovaryans  $\sigma_{ij} = E(r_i - \mu_i)(r_j - \mu_j)$  şeklinde tanımlanır.

Parametrik RMD’yi hesaplamak için, yatırım aracının beklenen getirisi ile standart sapmasının tahmin edilmesi gerekir. Bunun için geçmiş dönem verileri kullanılır. Tahmin değerleri bulunduğundan sonra veri güven düzeyi için, normal dağılımın özelliği kullanılarak RMD kolaylıkla hesaplanabilir. Bilindiği gibi, getiriler normal dağılıma sahip olduğunda,  $z = \frac{x - \mu_i}{\sigma_i}$  şeklinde tanımlanan yeni değişken  $z$  standart normal dağılıma sahiptir. Standart normale sahip normal dağılımın matematiksel gösterimi ise şu şekildedir:

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}$$

grafığı ise;

**Grafik 7: Normal Dağılım**



Veri güven düzeyi için z değeri, standart normal tablosundan çekilir. Portföy ortalaması ve standart sapması, gözlemlenen verilerden hareketle hesaplanarak portföyün sahip olduğu RMD,  $x = (z * \sigma_i + r_i) * V$  formülü ile bulunur. “V” portföyün değerini göstermektedir.

Portföyün birden fazla yatırım aracından oluşması durumunda, portföy standart sapmasının hesaplanmasında, yatırım araçlarının birbirleri arasındaki kovaryansın da dikkate alınması gerekir. Portföyü oluşturan yatırım araçlarının dağılımına bakılmaksızın, portföy getirisinin normal dağılıma sahip olduğunu varsayarak, portföyün RMD'si tek bir hisse senedinin RMD'si gibi hesaplanabilir.

Yukarıda tek bir hisse senedi ve portföy için ifade ettiğimiz formülleri, matris ve vektör kavramlarını kullanarak tekrar aşağıdaki biçimde oluşturabiliriz. Matris ve vektör gösterimi, formüllerin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olabilir. Daha önce portföyün beklenen getirisini  $r_p = \sum_{i=1}^n y_i r_i$  şeklinde tanımlamıştık. Bu ifadenin beklenen değerini aldığımızda,  $\mu_p = \sum_{i=1}^n y_i \mu_i$  sonucunu elde ederiz. Şimdi aşağıdaki vektör tanımları

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n \end{bmatrix} \quad \mu = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \mu_n \end{bmatrix} \quad y' = [ y_1 \ y_2 \ \cdot \ \cdot \ y_n ]$$

kullanıldığında portföy ortalaması  $\mu_p = y' \mu$  ifadesine eşittir. Portföy varyansı ise  $\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_i y_j \sigma_{ij}$  şeklinde tanımlanmıştır. Bu ifadenin matris ve vektör formu ile yazımı için aşağıdaki ve yukarıdaki tanımlara ek olarak kovaryans matrisini tanımlarız;

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{21n} \\ \cdot & \cdot & \sigma_{22} & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{nn} \end{bmatrix}$$

Bu durumda portföy varyansı;

$$\sigma_p = \begin{bmatrix} y_1 & y_2 & \cdot & \cdot & \cdot & y_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{21n} \\ \cdot & \cdot & \sigma_{33} & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n \end{bmatrix}$$

olarak ifade edilir. Daha kısa bir biçimde ise  $\sigma_p = y' \Sigma y$  şeklinde ifade edilir.

Korelasyon ve kovaryans arasındaki  $\sigma_{ij} = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$  ilişki kullanılarak ve

$$\sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \sigma_3 & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_n \end{bmatrix}$$

$$P = \begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & \rho_{21n} \\ \cdot & \cdot & \rho_{33} & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \cdot & \cdot & \cdot & \rho_{nn} \end{bmatrix}$$

tanımlamaları yapılarak portföy varyansı aşağıdaki şekilde de yazılabilir.

$$\sigma_p = \begin{bmatrix} y_1 & y_2 & \cdot & \cdot & \cdot & y_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \sigma_3 & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_n \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & \rho_{21n} \\ \cdot & \cdot & \rho_{33} & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \cdot & \cdot & \cdot & \rho_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \sigma_3 & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y \\ y \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y \end{bmatrix}$$

$$\sigma_p = y' \sigma P \sigma y,$$

İki tane yatırım aracı olduğunda, portföy ortalaması ve varyansı

$$\mu_p = \begin{bmatrix} y_1 & y_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_p^2 = \begin{bmatrix} y_1 & y_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 \\ 0 & \sigma_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} \\ \rho_{21} & \rho_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 \\ 0 & \sigma_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} \text{şeklinde}$$

olacaktır.

Bu kavramsal çerçeveyi bir örnekle açıklamaya çalışalım;

$$\text{Ortalama getirisi} \begin{bmatrix} 0.001692 \\ 0.003577 \end{bmatrix},$$

varyansı  $\begin{bmatrix} 0.0881 & 0 \\ 0 & 0.079 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0.418468 \\ 0.418468 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.0881 & 0 \\ 0 & 0.079 \end{bmatrix}$  olan iki hisse senedine sırasıyla 10 ve 12 milyon YTL yatırım yapıldığını varsayalım. Bu bilgiler ışığında portföyün ortalama getirisi ve %99 güven düzeyinde kaybedebileceğimiz maksimum tutarı aşağıdaki şekilde buluruz.

$$\mu_p = \begin{bmatrix} 10 & 12 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.001692 \\ 0.003577 \end{bmatrix} = 0.059$$

Portföyün beklenen getirisi % 5.9 ve

$$\sigma_p^2 = \begin{bmatrix} 10 & 12 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.0881 & 0 \\ 0 & 0.079 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0.418468 \\ 0.418468 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.0881 & 0 \\ 0 & 0.079 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 10 \\ 12 \end{bmatrix} = 2.3739$$

$\sigma_p = \sqrt{2.3739} = 1.5407$  portföy standart sapması da 1.5407 olarak hesaplanmaktadır.

Riske maruz değeri elde etmek için, bu sonucu %99 güven düzeyine denk gelen normal dağılım değeri ile çarpacağız ki; bu değer 2.33'tür. Dolayısıyla RMD =  $0.059 + (1.5407 * (-2.33)) = -3.5308$  olacaktır. Sonuç olarak, %99 olasılıkla portföyün bir gün sonra kaybedeceği maksimum tutar 3.5308 milyon YTL'dir.

### 3.3. Tarihi Simülasyon Yöntemi

Getiri dağılımları için bir diğer alternatif, getirilerin tarihsel frekanslarını kullanmaktır. Risk faktörlerinin getirilerinin ampirik dağılımını kullanmanın ana avantajı dağılımsal varsayımların yapılmasına ve parametre hesabına gerek kalmamasıdır. Bu, getirilerin çok değişkenli dağılımının biçiminin tarihsel veri tarafından belirlendiği anlamına gelir. Ampirik dağılım kullanmanın tek dezavantajı seçilen periyodun gelecek potansiyel getirileri temsil edemeyecek nitelikte olabilmesidir.

Tarihi Simülasyon Yöntemi, getirilerin dağılımını açık şekilde belirlemeye çalışmak yerine, tarihi verinin dağılımın şeklini belirlemesini sağlar. Başka bir deyişle, risk faktör getirilerinin gözlemlendiği sıklıktan onların ampirik dağılımını elde eder. Bu şu anlama gelir; 100 günlük bir seride %10'dan büyük getiriler ortalama olarak geçmişte 20 günde bir kez meydana geldiyse, biz yarının getirisinin % 10'dan büyük olmasının %5'lik bir ihtimali vardır diyebiliriz. Bu yaklaşımda, tarihsel olarak gözlenen risk faktör değişikliklerinin birbirinden bağımsız olduğu ve özdeş olarak dağıldığı varsayılır ve bu risk faktörü, tahmini zamana uygulanabilen aynı dağılıma denk gelir.

Belirli olayların olasılığı hakkında doğrudan varsayımlar yapmadığımız halde, bu olasılıkların risk faktörlerinin deneysel dağılımını oluşturmak için seçilen tarihsel periyot tarafından belirlendiğini hatırlatmalıyız. Bu yüzden hesaplamaya konu edilen veri seti süresinin seçimi, Tarihi Simülasyon Yönteminde kritik bir girdidir. Bir veri döneminin seçiminde, hesaplamaların istatistiksel doğruluğunu azaltan kısa örnek dönemleri (veri eksikliği yüzünden) ve bağımsız ve özdeş gözlemler varsayımını potansiyel olarak ihlal eden uzun örnek dönemleri arasında seçim yapmak zorunluluğu vardır. Uzun örnek dönemlerindeki bilgiyi kullanmaktaki problem, onun şu anki finans dünyasını açıklama gücünün az olması ihtimalidir. Bu problemi azaltmanın bir yolu geçmiş olayları volatilitelerinin bir tahminiyle hesaplamaktır. Filtreli Tarihi Simülasyon Yöntemi olarak adlandırılan bu yöntem daha sonra aşağıda açıklanacaktır. Genel bir kural olarak, güvenilir istatistiksel hesaplama için yeterli bilgiyi sağlayan mümkün olan en kısa tarihi dönemi kullanmalıyız. Aynı zamanda RMD hesaplamalarında yasal



otoritelerin genellikle en az bir yıllık veri kullanımını zorunlu tuttuklarını da hatırlatmalıyız.

Varsayalım ki biz “ $n$ ” risk faktörlerine sahibiz ve bu risk faktörlerinin “ $m$ ” günlük getirilerini içeren bir veritabanı kullanıyoruz. Tarihi getirilerin “ $n \times n$ ” matrisini şu şekilde tanımlayalım:

$$R = \begin{pmatrix} r_t^{(1)} & r_t^{(2)} & \dots & r_t^{(n)} \\ r_{t-1}^{(1)} & \dots & \dots & r_{t-1}^{(n)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{t-m}^{(1)} & r_{t-m}^{(2)} & \dots & r_{t-m}^{(n)} \end{pmatrix}$$

O zaman, her bir getiri senaryosu tarihi getirilerin bir gününe dek geldiği için, biz belirli bir senaryo olan “ $r$ ”yi “ $R$ ”nin bir sırası olarak düşünebiliriz ve portföy için T- günlük kar-zarar senaryosunu şu şekilde elde edebiliriz;

Her risk faktörü için bir getiri senaryosuna denk gelen “ $R$ ”den bir “ $r$ ” sırası alınız ve

$P_T = P_0 e^{r\sqrt{T}}$  formülünü kullanarak bugünden sonraki “ $T$ ” günlük fiyatı elde ederiz.

$P_0$  bugünkü fiyatlarını kullanarak ve aynı zamanda T-günü  $P_T$  fiyat senaryolarını kullanarak her bir aracı fiyatlandırınız ve toplam kar zararı

$$\sum_j (V_j(\mathbf{P}_T) - V_j(\mathbf{P}_0)) \text{ olarak elde ediniz.}$$

T-günlü bir getiri senaryosunu elde etmek için, bir günlük “ $r$ ” getiri senaryosunu  $\sqrt{T}$  ile çarptık. Bu getirilerin volatilitésinin, zamanın kareköküyle orantılı olmasını garanti eder. Genel olarak, bu oranlama prosedürü, tam anlamıyla gerçek T-günü getiri dağılımını ortaya koymayacaktır; fakat bu Monte Carlo Simülasyonundaki orantılama ile tutarlı olan kullanışlı bir kuraldır.

Tarihi Simülasyon Yöntemi ile RMD hesaplamak, portföyde yer alan her bir yatırım aracının getirisinin bulunması, bulunan getirilerden harekele portföyün değerindeki değişimin bulunması ve nihayet portföy değerindeki değişimlerden oluşturulmuş serinin yüzdelik dilimler halinde tablollaştırılması aşamalarından geçirilir ve RMD'nin %99 veri güven düzeyi için bulunması amacıyla, tablolştırılan portföy değerindeki değişimler küçükten büyüğe doğru sıralanarak %99'luk dilime denk gelen kayıp tutarı bulunur. Bu tutar %99 olasılıkla portföyün bir gün sonra kaybedeceği maksimum tutar tahminidir. Tarihi Simülasyon yönteminde kullanılan her bir gözlem, bir senaryo olarak kabul edilir ve her bir gözlem için hesaplanan portföy değeri, RMD hesaplamasına konu edilir. Böylece oluşan portföy dağılımı, risk faktörlerinin ampirik dağılımına bağlı olduğundan daha gerçekçidir.

Tarihi Simülasyon yoluyla RMD hesaplama, gerek hesaplama kolaylığı gerekse pek çok yatırım aracının getirisinin teorik bir dağılımla ifade edilememesinin yarattığı hesaplama zorluklarından dolayı, pek çok banka tarafından tercih edilmektedir. Ancak Tarihi Simülasyon Yöntemi, risklerin zaman içinde değişmesini göz ardı etmektedir. Bu nedenle hesaplanan RMD'ler piyasadaki fiyat hareketleri yatay bir seyir izlemediğinde çoğu zaman sapmalı olmaktadır. Örneğin piyasa volatilitésinin yüksek olduğu dönemlerde Tarihi Simülasyon yoluyla hesaplanan RMD, riski olduğundan az gösterecektir. Tarihi Simülasyon böylesi yüksek bir piyasa volatilitésinin ardından yaşanacak daha az fiyat farklarının oluştuğu bir yatay piyasaya da adapte olamayacak ve bu koşullarda da riski olduğundan daha fazla gösterecektir.

Tarihi Simülasyon yönteminin taşıdığı bu önemli dezavantajın ortadan kaldırılabilmesi için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bir tanesi de Filtreli Tarihi Simülasyon yöntemidir. Barone-Adesi, Bourgoin and

Giannopoulos(1998) and Barone Adesi, Giannopoulos and Vosper (1999) Filtreli Tarihi Simülasyon modelinin yaracılarıdır. Bu yöntemde, tarihi getirilerin sahip olduğu geçmiş ve cari dönem volatiliteleri de dikkate alınmakta ve getirilerin gelecekte alabileceği değerler üzerine varsayım getirilmemektedir. Bunun için öncelikle getirilerin filtrelenmesi gerekmektedir. Filtreleme işlemi tarihi getirilerin, tahmin edilen volatiliteler ile standardize edilmesidir. Dolayısıyla, filtreleme için kullanılan tarihsel getirilerin volatilitesi ve bu volatilitenin hesaplanması için de bir volatilitite modeline (EWMA, GARCH gibi) ihtiyaç vardır. Volatilitite tahmininde kullanılan modeller özünde parametrik olduğundan, Filtreli Tarihi Simülasyon yöntemi yarı parametrik bir yöntem olarak da düşünülebilir.

Hull ve White, (1998) orijinal tarihi getirileri, volatilitelerle filtreleyerek ortaya çıkan yeni serileri kullanmaktadır. Hull ve White, yeni tarihi seriyi aşağıdaki biçimde tanımlamaktadır<sup>66</sup>.

$$r_{t|T}^* = \sigma_{t|T} \frac{r_{t|T}}{\sigma_{t|T}}$$

- $r_{t|T}^*$  yeni RMD hesabında kullanılacak (filtrelenmiş) getiri serisini;
- $r_{t|T}$  orijinal seriyi
- $\sigma_{t|T}$  “t-1” gününde, “t” günü için “i” değişkenine ilişkin volatilitite tahminini
- $\sigma_{M|T}$  ise en yakın volatilitite tahminini göstermektedir. ( $t < M$  ve RMD hesaplaması N günü için yapılmak istenmektedir.)

<sup>66</sup> ŞAHİN, H. (Kasım 2004) , Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri s.75

Yapılan bir varsayım,  $\frac{r_{jt}}{\sigma_{jt}}$  ifadesinin durağan olduğudur. Yukarıdaki filtrelenmiş getiri tanımını

$$r_{jt}^* = \frac{\sigma_{Mj}}{\sigma_{jt}} r_{jt} = w_j r_{jt}$$

şeklinde yazdığımızda, filtrelenmiş getiriler, en yakın volatilité tahmini ile, daha önceki volatilité tahmini rasyosundan oluşan ağırlık ile orijinal değerlerin çarpımına eşittir. Bu şekilde oluşturulan yeni getiriler, aynen tarihsel RMD hesabında olduğu gibi kullanılır.

### 3.4. Monte Carlo Simülasyonu

Monte Carlo Simülasyonu yoluyla RMD hesaplaması, Tarihi Simülasyon Yöntemiyle benzerlikler taşımakla birlikte bilgisayar yoğun bir RMD hesaplama yöntemidir. Yöntemin uygulanabilmesi için portföy içinde yer alan her bir finansal varlığın zaman içinde nasıl hareket ettiğine ilişkin spesifik varsayımlar yapmak ve matematiksel formu belirlemek gerekir. Böylece Monte Carlo Simülasyonu yöntemi ile bu finansal varlıkların getirileri, sahip olduğu dağılım ve gözlemlenemeyen parametrelere ilişkin varsayımlar yapılarak suni olarak yaratılabilir. Suni olarak veri yaratılması sırasında portföy içinde yer alan finansal varlıkların aralarındaki korelasyon da dikkate alınmaktadır. Portföyün değerindeki değişme, Tarihi Simülasyon Yönteminde olduğu gibi, portföyü oluşturan finansal varlıkların getirilerindeki değişimden hareketle hesaplanmaktadır.

Getiri serilerinin suni olarak üretilmesi işlemi rassal sayılar kullanılarak gerçekleştirilir. Yöntemin bilgisayar yoğun olmasının nedeni de bu rassal sayı üretme gereğidir. Üretilen sayılar rassal olduğu için birbirinden bağımsızdır. Oysa, portföyü oluşturan finansal varlıkların getirileri arasında çoğu zaman korelasyon vardır ve portföy riskinin hesaplanması sırasında bu korelasyonlar da dikkate alınmalıdır. Bu nedenle rassal sayı üretim sürecinin korele rassal sayılar elde etmemize imkan

sağlayacak şekilde, getirilerin varyans kovaryans matrisine cholesky ayrıştırması veya singular value ayrıştırması uygulamak yoluyla bilgisayar ortamında çalıştırılması gerekir.

Aşağıdaki formül, getiriler arasındaki korelasyonu da dikkate alarak getiri serisi yaratmaktadır<sup>67</sup>.

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

- $x_k$  “k” yatırım aracının diğer yatırım araçlarıyla korelasyona sahip getirisini;
- $\lambda_i$  “i” ninci yatırım aracının karakteristik kökünü;
- $x_{norm}$  normal dağılıma sahip rassal fiyat değişimlerini;
- $v_{ki}$  “i” ninci yatırım aracının “k” ninci karakteristik vektör elemanı;
- $\sigma_k$  “k” ninci yatırım aracının volatilitelerini (standart sapmasını) göstermektedir.

Eğer senaryo setlerine sahip isek, senaryonun Monte Carlo’dan mı veya Tarihi Simülasyondan mı geldiği önem arz etmemektedir. Senaryoların elde edilmesinden sonra RMD hesaplaması her iki yöntem için de aynı olmaktadır.

RMD tutarını simüle edilmiş kar ve zarar rakamlarını kullanarak hesaplayabiliriz. 1000 tane kar-zarar senaryosu ürettiğimizi ve %99 olasılıkla RMD hesaplamak istediğimizi varsayalım. Bu durumda RMD, kayıpların %1’i olarak ifade edildiğinden, RMD’yi basitçe en büyük 10 kayıp senaryosu olarak hesaplayabiliriz.

<sup>67</sup> ŞAHİN, H. (Kasım 2004) , Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri s.77

Genel olarak, eğer “ $m$ ” tane kar zarar senaryosu üretmişsek ve “ $\alpha$ ” güven aralığında RMD hesaplamak istiyorsak, “ $M$ ” tane kar-zarar senaryosunu azalan şekilde sıralayarak,  $\Delta V(1), \Delta V(2), \dots, \Delta V(m)$  olarak adlandırıp RMD’yi şöyle ifade ediyoruz:

$$\text{VaR} = -\Delta V_{(k)}$$

$$k = m\alpha$$

Monte Carlo Simülasyonu Yönteminde simülasyon sayısının ne olacağı sorusu da üzerinde durmaya değer bir sorudur. Örneğin RMD’yi iki farklı rassal senaryo kullanarak hesaplamışsak, değişik RMD rakamları elde ederiz. Modelin doğru senaryolar ürettiğini varsayarak, rakamımızın hesaplamaya çalıştığımız gerçek miktara ne kadar yakın olduğuna nasıl karar verebiliriz?

Basit bir örnekle bu konuyu açıklamaya çalışalım. Eğer bir paranın hilesiz olup olmadığını anlamak için onu 100 kere havaya atıp ve yazı gelme oranını sayıyorsak, göreceğiz ki para hilesiz olsa bile yazı ve turalar çok nadir olarak aynı sayıda gelecektir. Farz edelim ki 40 tane yazı gelsin. Paranın hileli olduğuna dair bir çıkarsama yapabilir miyiz? Bu soruyu cevaplamanın bir yolu yazı sayısının etrafında, eğer para hilesiz ise kesin bir olasılık elde edeceğimiz bir güven aralığı oluşturmaktır. Örneğimizde, diyebiliriz ki %99 olasılıkla para eğer hilesizse 42 ve 58 arasında yazı gelmesini gözlemleyebiliriz. Bu kanıt çerçevesinde paranın hileli olduğunu öne sürebiliriz. Başka bir deyişle paranın 42’den az veya 58’den çok yazı çıkma olasılığı sadece %1’dir. Deneme sayısı arttıkça paranın hileli olup olmadığına dair daha doğru bir hassasiyet elde etmeyi bekleriz. Örneğin 1000 kere parayı attığımızı ve 450 tane yazı elde ettiğimizi düşünelim. Bu noktada 1000 atıştan elde edilen %45’lik oran 100 atıştan elde edilen %40’lık orandan fazladır. Fakat deneme sayısı arttıkça hesaplama hatamız küçüldüğünden, %99’luk güven aralığımız 460 ve 540 yazı arasına düşer ve bu durumda da paranın hilesiz olduğunu reddetmemiz gerekir.

Benzer şekilde, sonsuz sayıda simülasyon yapamayacağımızdan RMD hesaplamalarımız bazı simülasyon hataları içerecektir. Bu nedenle RMD etrafında

güven aralıkları oluşturulur. Bu güven aralıkları yapmayı istediğimiz simülasyon sayısını belirlemekte kullanılabilir. Kesinlik ve hesaplama zamanı arasında bir değişim olduğundan, genişliği ile uyumlu olduğumuz güven aralığında en düşük sayıda simülasyon yapmayı tercih ederiz.

### 3.5. RMD Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Yöntemler RMD hesaplamasına yaklaşımları açısından farklılıklar göstermekle birlikte benzerlikler de taşımaktadırlar. En temel benzerlik tüm yöntemlerin portföyün değer değişimi üzerinden riski hesaplaması ve portföy riskini, portföyün değerini etkileyen değişkenlere bağlı bir fonksiyon olarak ele almasıdır. Bu değişkenler daha önce üzerinde durduğumuz riski faktörleridir.

- Hesaplama kolaylığı açısından Tarihi Simülasyon yöntemi diğer yöntemlere kıyasla avantajlı görünmektedir. Parametrik Yöntem uygulamaları için geliştirilmiş bilgisayar programlarının kullanımı zorunludur. Benzer şekilde Monte Carlo Simülasyonu Yöntemi de bilgisayar yoğun bir hesaplama yöntemidir.
- Opsiyon ve opsiyon benzeri türev araçların risklerini hesaplayabilme gücü açısından, Tarihi Simülasyon ve Monte Carlo Simülasyonu Yöntemlerinin ön plana çıktığı görülmektedir. Bu yöntemlerde, portföyde opsiyon ve opsiyon benzeri türev araçların bulunması RMD'yi etkilemektedir. Buna karşın, Parametrik Yöntemde, portföyde opsiyon ve opsiyon benzeri türev araçlar var ise RMD, riski doğru olarak göstermeyebilir. Bunun nedeni, bu yöntemin opsiyonları parçalara ayırarak doğrusal fonksiyonlar yani delta eşdeğerleri cinsinden ifade etmesidir. Bu durumda opsiyonun değerindeki değişim tam olarak hesaplanmaması ihtimali bulunmaktadır. Bu nedenle, RMD'nin ölçülmesinde, önemli tutarda opsiyon içeren portföyler için Monte Carlo

Simülasyonu veya Tarihi Simülasyon yöntemlerinin kullanılması bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

- Sonuçların güvenilirliği açısından yöntemler kıyaslandığında; tüm yöntemler tarihi verilere dayanmakla birlikte, Tarihi Simülasyon Yönteminin sadece tarihi verilere dayanıyor olması bir sorun oluşturmaktadır. Burada fiyat ve faiz oranlarına dayanan zaman serilerine tam bir bağımlılık söz konusudur. Hesaplama kullanılan veri setinin ait olduğu dönemin özelliklerinden dolayı volatilitenin olduğundan daha düşük dolayısıyla, RMD'nin de düşük hesaplanması tehlikesi vardır. Bu durumun tersi de mümkündür. Yani RMD, piyasa volatilitésinin gösterdiği risklilik düzeyinin çok üzerinde kalabilir. Parametrik Yöntemde yapılan normal dağılım varsayımının ve benzeri şekilde Monte Carlo Simülasyonu Yöntemi içinde yapılan dağılım varsayımının piyasa gerçekleriyle örtüşmemesi bu yöntem sonuçları açısından güvenilirliği azaltıcı etkenler olarak görülmektedir.
- Senaryo analizleri ve stres testlerinin kullanımı açısından da Tarihsel Simülasyon Yöntemi stres testlerinin kullanımına pek uygun değildir. Bu yöntem, piyasa faktörlerindeki değişimlerle doğrudan bağlı olduğundan stres testi ve senaryo analizi sonuçları açısından, Parametrik Yöntemin gerisinde kalmaktadır.

### 3.6. Geriye Dönük Test (Back Test)

Herhangi bir RMD modeline geriye dönük test uygulamak, en basit ifadeyle, portföyün zararını, bir gün önceden tahmin edilen RMD tahmini ile karşılaştırmaktır. Bu karşılaştırma, belli bir süre için yapılmakta ve bu süre genellikle bir yıl olarak uygulanmaktadır. Günlük zararın, modelin RMD tahminini aşma sayısı, sapma sayısı olarak adlandırılır ve test edilen model sonuçlarının güvenilir olması sapma sayısının beklenen sapma sayısına yakın olmasını gerektirir. %99 güven düzeyinde her yüz gün



için sapma sayısı bir olarak beklenmelidir. Bu durum bir yıllık süreçte yaklaşık dört sapma beklentisi anlamına gelir ve gerek BIS gerek BDDK, dört sapmaya kadar (dört dahil) model sonuçlarını güvenli bölge içinde kabul etmektedir. Sapma sayısının dördü aşması halindeyse model daha önce açıklanan artı çarpım faktörü aracılığıyla cezalandırılmaktadır.

Sapma sayılarının istatistiksel rastlantısallıktan mı yoksa gerçek aşımardan dolayı mı oluştuğu takip edilmesi gereken önemli bir konudur. Geriye dönük test uygulamalarında istatistiksel olarak iki tip hatayla karşılaşılır. Birinci tip hatalar, teorik olarak doğru olan ve doğru sonuçlar üreten bir modelin kabul edilmemesinden dolayı oluşur. İkinci tip hatalar ise doğru sonuçlar üretmeyen bir modelin doğru olarak kabul edilmesi ile oluşur ve rastlantısallıktan dolayı meydana gelir.

Sapma sayılarıyla ilgili olarak takip edilmesi gereken bir başka önemli konu da sapma kümelenmelerini gözlemlemektir. Sapmaların birbirine yakın zaman aralığında kümelenmeleri model başarısı açısından istenmeyen bir durumdur. Sapma yaşayan bir modelin bu sapmayla orantılı olarak tepki vermesi ve sayısallaştırdığı riski arttırması beklenmelidir.

Geriye dönük test hesaplamaları iki temel yöntemle yapılır. Birinci yöntemde, portföyün kompozisyonu belli bir günde dondurulur ve buradan hareketle, portföyün kar ve zararları hesaplanır ve modelin RMD değerleri ile karşılaştırılarak sapma sayıları analiz edilir. Daha çok kullanılan ikinci yöntemde ise, günlük alım satımdan doğan kar, modelin RMD değeri ile karşılaştırılarak sapma sayıları analiz edilir. Sapma sayılarını teknik olarak şu şekilde tanımlayabiliriz.

$$I_t = \begin{cases} 1, & \text{Eğer gerçekleşen kayıp} < \text{tahmini RMD} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

Örneğin; 100 günlük bir dönem için % 99 güven düzeyinde, bir tane sapma beklenmektedir. Bununla birlikte, modelin sapma sayısı çoğu zaman bire eşit olmaz. Bu durumda, bu sapma sayılarının, beklediğimiz değerden istatistiksel olarak farklı olup olmadığını cevaplamak gerekir. Bu da ancak test yaparak mümkün olur. Modele ilişkin boş ve alternatif hipotezimizi şu şekilde ifade edebiliriz:

$H_0 =$  Model geçerli bir modeldir.

$H_1 =$  Model geçerli bir model değildir.

Test istatistiği

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

- $\bar{X}$  sapma sayısını,
- $N$  back test uygulanan gün sayısını,
- $p$  anlamlılık düzeyini,
- $q = 1 - p$ 'yi göstermektedir.

Örneğin model sonuçları  $N = 1280, \bar{X} = 51, p = 0.05, q = 0.95$  olduğundan  $Z$  değeri

$$Z = \frac{51 - 1280(0.05)}{\sqrt{1280(0.05)(0.95)}} = -1.667$$

ve % 95 güven düzeyinde, tek taraflı test uygulandığında, tablo değeri 1.645 olduğunda,  $H_0$  kabul edilir.

### 3.7. Stres Testi

Bankaların stres testi senaryoları, bankanın alım-satım hesaplarında olağanüstü kazanç ya da kayba sebep olabilecek ya da riskin yönetimini güçleştirecek faktörleri kapsar. Stres testlerinin amacı, bir mali kurumun muhtemel zararları karşılayabilme kapasitesini belirleyerek, risklerini bu kapasite içinde tutmak ve sermayesini korumak için gereken önlemleri tanımlamaktır. Bunun için Stres testlerinin aşağıdaki açıklamalar çerçevesinde yapılması gerekir:

- Stres testleri düzenli olarak uygulanmalıdır. Bu düzenliliğin sıklığı ise portföyün yapısına bağlı belirlenmelidir. Portföy yapısı sıklıkla değişen bankalar stres testlerinin daha kısa aralıklarla uygulamalıdır.
- Stres testleri, gerektiğinde aynı dönem için farklı senaryolarla tekrarlanmalıdır.
- Stres testleri, finans piyasalarındaki koşulların çok hızlı değişebildiği dikkate alınarak hızlı bir şekilde hesaplamaların yapılabileceği bir teknik alt yapıda çalıştırılmalıdır.
- Seçilen stres testi senaryoları imkansız olmamalıdır. Stres testlerinde temel amaç muhtemel fakat az rastlanan piyasa koşullarında portföyün uğrayabileceği zararı tahmin etmektir.
- Bankalar acil durum eylem planlarında olası bir stres testi senaryosunun sonuçlarını da dikkate alacak düzenlemeler yapmalıdır.
- Stres testleri, üzerinde hesaplamalar yapılan senaryoların gerçekleşme ihtimali konusunda herhangi bir bilgi vermez. Bu nedenle seçilen senaryonun gerçekleşme ihtimali üst yönetim tarafından ayrıca değerlendirilmelidir.

- Stres testleri esas olarak portföyün tamamı için yapılmakla birlikte alt portföylere de uygulanabilir olmalıdır.

%99 güven aralığında çalışan bir RMD modeli %1 ihtimali olan bir risk gerçekleştiğinde zararın ne kadar olacağı konusunda bize bir bilgi sunmamaktadır. Stres testleri piyasalardaki kırımların yaratabileceği zararları tahmin etmekte RMD modellerinden daha başarılıdır. Senaryo oluşturma süreci bilimsel bir yaklaşımdan ziyade sezgilere, tecrübeye dayanan bir süreçtir. Senaryolar piyasa koşullarına ilişkin herhangi bir varsayıma dayanmadığı için kriz durumlarında daha gerçekçi sonuçlar vermektedir. Bu nedenlerle RMD modelleri normal piyasa koşullarındaki zararları tahmin etmek için, stres testleri ise kriz dönemlerindeki zararları tahmin etmek için kullanılmaktadır.

Stres testleri için seçilen senaryo analizlerinde temelde iki yaklaşım kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi tarihi senaryo analizleridir ve bu analizlerde geçmişte yaşanmış bir krizin aynen tekrar etmesi durumunda oluşabilecek zarar tahmin edilmeye çalışılır. Tarihi senaryo analizleri kullanılacak verilerin hazır olması nedeniyle uygulama kolaylığı sunmaktadır. Bu senaryolar yaşanmış bir krize dayandığı için tercih edilmekle beraber her krizin dinamiklerinin farklı olması nedeniyle mevcut durumdaki riskleri içermeme olasılıkları bulunmaktadır.

Senaryo analizlerinde kullanılan ikinci yaklaşım ise kurgusal senaryo analizleri olarak adlandırılan ve mevcut ekonomik koşullarla ve portföyün yapısıyla uyumlu, kullanıcı tanımlı bir senaryo üretilerek bu senaryo neticesinde oluşabilecek zararın tahmin edilmeye çalışılmasıdır. Kurgusal senaryolarda üzerinde dikkatle durulması gereken aşama, portföy riskleriyle uyumlu bir senaryonun oluşturulmasıdır. Stres senaryosu tanımlandıktan sonra senaryo kapsamındaki fiyat hareketlerinin portföye etkisi hesaplanmalı ve portföyün belirlenen senaryo şartlarında yeniden değerlendirilmesi neticesinde hesaplanan zarar ve zararın hangi enstrümanlarda yoğunlaştığı raporlanmalıdır.

Piyasa değişkenleri bir arada hareket etmeye eğilimli olduğu için, gerçekçi stres senaryoları yaratmak için risk faktörleri arasındaki korelasyonu göz önüne almalıyız. Örneğin, eğer biz gelişmekte olan piyasalardaki döviz kurundaki ani bir devalüasyonu yansıtan bir senaryo yaratacak olsak, biz bu bölgedeki diğer paraların da değer kaybetmesine sebep olan bir etkiyi de ön görmeliyiz. Kullanıcı tanımlı senaryoların kullanılması sırasında, stres olaylarındaki uzman görüşlerini içermenin ve her bir risk faktöründeki potansiyel değişiklikleri hesaplamanın önemini göz önünde tutarak portföy değerini etkileyen her bir değişken için senaryoyu detaylandırmalıyız. Bu kapsamlı kullanıcı tanımlı senaryoların yaratılmasını kolaylaştırmak için, içerisinde risk faktörlerinin bir alt kümesi için değişiklikleri tanımlayarak uzman görüşlerini ifade edebileceğimiz ve sonra kullanıcı tanımlı değişkenlere dayalı diğer faktörler (ikincil faktörler) için tahminler yapabileceğimiz bir çerçeve geliştirilebilir. Bu çerçevede esas faktörler için belirlenen değişiklikler verildiğinde, ikincil faktörlerdeki değişiklikler için tahminler risk yönetimi sistemi tarafından yapılabilir. Böylesi bir tanımlama, senaryodaki değişkenlerin birbirleriyle uyumunu ve beraberinde kullanım kolaylığı da sağlayacaktır. Örneğin eğer kullanıcı üç aylık faiz oranının on puan artacağını belirlese bu oranla ilişkili olan iki aylık faiz oranı, üç aylık faiz oranının on puan arttığı günlerdeki ortalama değişikliğe eşdeğer bir artışa sahip olacaktır.

### 3.8. RMD Uygulaması

Aşağıda Tablo 30'da Varsayımsal X Bankasının RMD'ye esas portföyü yer almaktadır. Bankanın RMD hesaplamasına konu ettiği pozisyonları esas olarak alım satım hesapları içinde yer alan pozisyonlardır. Bu pozisyonlar içinde nominal 454 Milyon YTL ile menkul kıymetler, -102 Milyon YTL nominal net tutarla türev pozisyonlar ve 88 Milyon YTL ile döviz pozisyonu yer almaktadır.

Hesaplamalar sırasında kullanılan verim eğrisi modeli Nelson Siegel'dır ve verim eğrisi hesaplamalarında sürekli bindirgenmiş faiz oranları kullanılmıştır. Aşağıdaki tabloda nominal tutarları verilen pozisyonlar, mapping prosedürü aracılığıyla vertekslerdeki pozisyonlara ayrıştırılmıştır. Risk faktörleri bazında oluşturulan varyans

kovaryans matrisinin hesaplanmasında 750 günlük zaman serileri kullanılmıştır. Tüm hesaplamalar MATLAB’da yazılmış kodlar aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 30: Varsayımsal X Bankası RMD’ye Esas Portföyü**

Enstrüman Tanımı	Nominal Tutar	Enstrüman Tanımı	Nominal Tutar
<b>PORTFOY</b>	440.939.529,07	<b>MKEUR</b>	84.385.186,60
<b>MKPORTFOY</b>	453.877.364,60	DE0001955250	190.676,20
<b>MKTRY</b>	275.520.858,00	DE0004516752	26.998,40
TRB120308T13	2.761.319,00	DE0007443285	47.247,20
TRB160108T11	811.263,00	DE000A0AU933	4.061.571,80
TRB200208T14	1.285.628,00	TRT131010F23	16.874,00
TRT040209T13	3.516.842,00	XS0201333761	1.687,40
TRT060509T18	2.450.271,00	XS0212694920	55.513.772,60
TRT071107T11	897.675,00	XS0223369322	24.526.359,00
TRT081008T10	1.168.837,00	<b>TUREVPORTFOY</b>	-101.824.870,20
TRT090408T17	1.109.164,00	SWAP	-52.199.750,00
TRT100210T12	17.843.262,00	IRSWAP	-29.860.000,00
TRT110608T11	1.091.498,00	CDS	-19.770.000,00
TRT121207T13	598.574,00	FORWARD	6.915,00
TRT130808T17	3.258.801,00	SPOT	-2.035,20
TRT160708T15	781.979,00	<b>DOVIZPOZISYON</b>	88.437.650,67
TRT170210T15	200.035.114,00	USD	71.878.249,73
TRT171007T10	225.962,00	EUR	10.345.095,81
TRT190111T13	36.305.488,00	AUD	-59.989,84
TRT261108T17	1.379.181,00	CAD	261.474,83
<b>MKUSD</b>	93.971.320,00	CHF	-183.788,90
TRT010409F10	89.400,00	DKK	151.645,07
TRT090708F10	11.920,00	GBP	4.134.792,01
TRT130208F19	16.008.560,00	JPY	126.343,71
TRT131010F15	33.376,00	KWD	58.470,59
TRT281107F12	53.723.440,00	NOK	347.830,97
US900123AP53	216.944,00	SAR	224.696,33
US900123AS92	23.840.000,00	SEK	1.050.144,38
US900123AW05	47.680,00	BHD	102.685,98

Varsayımsal X Bankası'nın RMD hesaplamaları GARCH ailesinden, EGARCH<sub>(1,1)</sub>, GJR<sub>(1,1)</sub> ve GARCH<sub>(1,1)</sub> ile; EWMA Yönteminden lambda 90, (EWMA<sub>(90)</sub>), lambda 94 (EWMA<sub>(94)</sub>), lambda 96 (EWMA<sub>(96)</sub>), lambda 97.5 (EWMA<sub>(97.5)</sub>), lambda 98 (EWMA<sub>(98)</sub>) ve lambda 99 (EWMA<sub>(99)</sub>) ile ve ayrıca 180 günlük hareketli ortalama yöntemi (MA<sub>(180)</sub>) ile yapılmıştır. Modellerin sonuçları aşağıda Tablo 31'de yer almaktadır. Tabloda verilen değerler Bankanın hesaplama günü itibarıyla ilgili model kullanılarak hesaplanmış bir günlük riske maruz değer rakamlarıdır. Piyasa riskine maruz tutarın hesaplanması için bu rakamlar, on günlük elde tutma süresini temsil eden karekök on ile, çarpım faktörü ile artı çarpım faktörünün toplamı ile<sup>68</sup> ve çıkan değeri piyasa riskine maruz tutara dönüştürecek olan 12,5 ile çarpılmıştır.

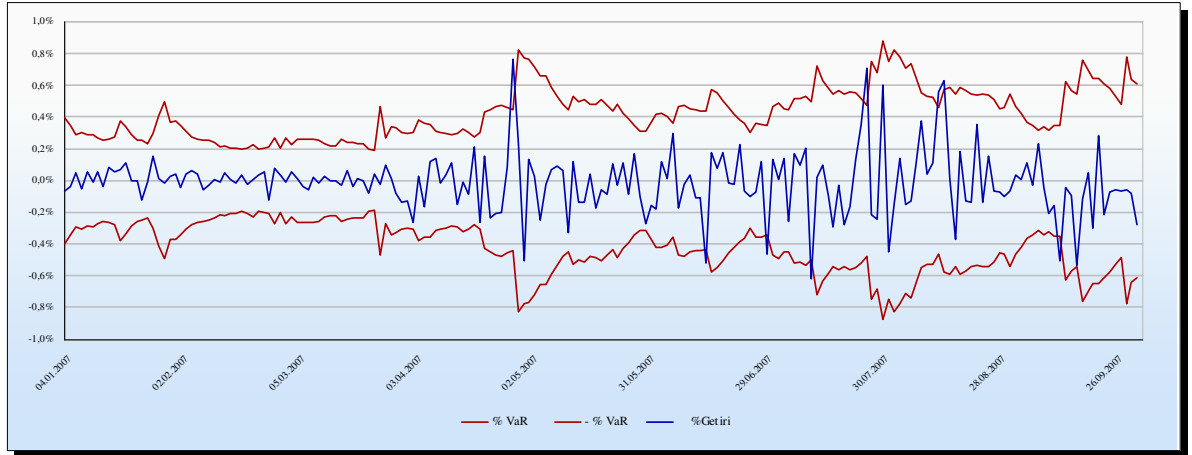
**Tablo 31: Model Bazında RMD Sonuçları**

MODEL	RMD (YTL)	Piyasa Riskine Maruz Tutar
EGARCH <sub>(1,1)</sub>	2.659.431,17	315.369.741,44
GJR <sub>(1,1)</sub>	2.848.326,73	337.769.999,85
GARCH <sub>(1,1)</sub>	3.028.154,69	359.094.972,08
EWMA <sub>(90)</sub>	4.222.289,11	500.701.894,66
EWMA <sub>(94)</sub>	5.004.592,60	593.471.676,11
EWMA <sub>(96)</sub>	5.389.256,33	639.087.183,89
EWMA <sub>(97.5)</sub>	5.546.687,79	657.756.258,07
EWMA <sub>(98)</sub>	5.559.614,76	659.289.208,15
EWMA <sub>(99)</sub>	5.711.450,69	677.294.734,23
MA <sub>(180)</sub>	4.202.883,39	498.400.659,67

Yukarıdaki tabloda da görüldüğü gibi model sonuçları arasında önemli farklılıklar vardır. Bu farklılıklar modeller arasındaki volatilité hesaplama tekniklerinden kaynaklanmaktadır.

GARCH<sub>(1,1)</sub> için geriye dönük test grafiği Tablo 32'de yer almaktadır. Tabloda da görüldüğü gibi bu model son bir yıl içinde dört kez yanılmıştır.

<sup>68</sup> Modellerin geriye dönük testlerinde hit sayısı dört ve altında olduğundan sadece çarpım faktörünü temsil eden üç ile çarpılmıştır.

**Tablo 32: Geriye Dönük Test Sonucu (GARCH<sub>(1,1)</sub>)**



## SONUÇ

Geçmişten bugüne bankalarda performans artışı planlamalarının ilk aşaması, amaçların ve genel çerçevenin belirlenmesidir. İkinci aşamada belirlenen bu amaçlar kantitatif olarak ifade edilmiş hedeflere dönüştürülmektedir. Bu kantitatif hedefler, kar odaklarının belirlenmesi, büyüme stratejileri, bütçeleme ve plasmanların kaynak planlaması ile doğrudan ilişkilidir. Bu planlama ve stratejiler ağı günümüzde de geçerliliğini korumaktadır. Ancak bu planların ve stratejilerin odak noktasında artık etkin risk yönetimi yer almaktadır.

Günümüz finans dünyasının karmaşık ve değişken yapısı bu ortamda faaliyette bulunan bankaları, performanslarını iyileştirmek ve dolayısıyla riskleri en iyi şekilde yönetmek sorunuyla karşı karşıya bırakmaktadır. Böylesi bir ortamda faaliyette bulunan bankalar, riske dayalı stratejik planlama yaklaşımını, hem risklere odaklandığı hem de performansı iyileştirmeyi ön planda çıkarttığı için kullanılmaktadırlar. Finans dünyasının bankaları karşı karşıya bıraktığı geniş risk yelpazesi iyi yönetildiğinde yeni fırsatlar yaratma potansiyeline de sahiptir. Bu potansiyelin kullanılması için, riski sakınılması gereken bir tehlike gibi algılamamak, bunun yerine riski, karlılığı artırmak için yönetmek yaklaşımını benimsemek gerekir. Bankalarda karlılık, risk almadan arttırılmaz; ancak alınan riskler bankalarca etkin bir şekilde yönetilemezse para kaybetmekte kaçınılmaz bir sonuç olarak ortaya çıkar. Bankalar, daha az risk üstlenerek yani riskten kaçınarak yönetilmesi gereken risk tutarını küçültmek yerine, daha az para kaybetme olasılığında, daha büyük riskleri üstlenmeyi öğrenmelidirler. Özellikle Türk Bankacılık Sistemi açısından, geleneksel yaklaşımdan oldukça farklı olan bu yeni yaklaşım, kapsamlı bir risk yönetim sürecini zorunlu kılmaktadır. Bu yeni yaklaşım, bankanın risk iştahını ve risk alma kapasitesini karlılık doğrultusunda sonuna kadar kullanan; ancak bu kullanımın sınırları, içeriği ve çerçevesi çizilmiş bir risk yönetimi sistemi tarafından takibini, denetimini ve ölçümünü de içeren bir yaklaşımdır. Böylesi bir risk yönetimi sistemi, bankanın risk alma kapasitesi ve risk iştahı içerisinde yer alan tüm risklerin, riskler arası geçiş ve etkileşimleri de içerecek şekilde tanımlandığı, sayısallaştırıldığı ve takip edildiği entegre risk yönetimi sürecini kurmayı zorunlu kılar.

Bugün için Türk Bankacılık Sistemine hakim olan risk yönetimi anlayışı giderek daha fazla kantitatif değerlendirmelere imkan sağlayacak modellere dayandırılmaktadır. Bu yaklaşımın, risk yönetimini anlamakta ve uygulamakta çokça yol kat etmesi gereken bankacılık sistemimiz için uygun bir başlangıç olduğu düşünülebilir. Ancak kantitatif yaklaşımlar ve modeller, risk yönetimi sürecinin vazgeçilmez unsurları olsa da tek başına yeterli değildir. Risk yönetiminin sayısallaştırma sürecinden ibaret olduğu yanılgısına düşülmemeli ve model sonuçlarına ifade ettiklerinden daha fazla anlam yüklemenin doğurduğu model riskinden de kaçınılmalıdır. Modellere dayalı riski sayısallaştırma süreci, risk yönetiminin ilk boyutudur. Ancak risk yönetiminin bu sayısallaştırma sürecinden daha da önemli olan boyutu ise karar alma boyutudur. Model sonuçları bu karar alma boyutunda kullanılmadığı sürece risk yönetimi sürecinin tam olarak işlediğinden bahsedilemez.

Hemen belirtmek gerekir ki, Türk Bankacılığı, risklerin sayısallaştırılması sürecini risk yönetiminin odak noktası haline getirmiş ve orada takılıp kalmıştır. Sayısallaştırılmış risklerin karar süreçlerinde etkin şekilde kullanılmadığı ve risk kültürünün banka içinde yaygınlaştırılması için çaba sarfedilmediği görülmektedir. Bankaların risk algılamalarındaki bu eksiklik, sayısallaştırma sürecinin de doğru çalışmasını engellemektedir. Bankalar çokça model riski almakta ve çoğu zaman model sonuçlarının doğru olup olmadığı sorgulanmadan raporlamalarda kullanılmaktadır. Kullanılan modeller entegre risk yönetimi anlayışından uzak, sadece belirli bir riski sayısallaştırma üzerine kurulu olduğundan münferit risk hesaplamaları arasında çelişkiler de oraya çıkabilmektedir.

Her bir riski münferit olarak sayısallaştıran bu parçalı risk yönetimi anlayışı, karar alma sürecinde de parçalı bir yapıyı beraberinde getirmektedir. Risk yönetimi çoğu zaman risk oluştuktan sonra devreye girmekte ve kontrol süreçleri de genellikle risk realize olduktan sonra uygulanmaktadır. Türk Bankacılık Sisteminin süreç içerisinde parçalı risk yönetimi anlayışından bütünsel ve entegre risk yönetimi anlayışına geçiş yapması ve bu anlayışı, her düzeyde ve aşamada karar alma sürecinin önemli bir parçası haline getirmesi gerekir. Böylece risk yönetiminde etkinlik sağlanacak ve bankanın üst yönetimi alınan toplam riske ilişkin sürekli ve ayrıntılı bilgilendirme sürecine sahip olacaktır.

**KAYNAKÇA**

Alexander, C. , Market Models: Financial Data Application, 2001

Amemiya, T. Advanced Econometrics, Harvard University Press, 1985.

Türkiye Bankalar Birliği, Yapısal Faiz Oranı Riski Modelleri Çalışma Grubu Raporu, Mart 2006

Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: a Revised Framework, Basel Committee Publications, June 2004

BIS, "Overview/ of the Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risk", Ocak 1996

Bollerslev, T. (1986), "Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity," Journal of Econometrics

Bollerslev, T., R. Engle ve J.M. Wooldridge (1988), A Capital Asset Pricing

Cox, John.C, J.E. Ingersoll, ve S.A. Ross (1985),"A Theory of The Term Structure of Interest Rates", Econometrica

Cüneyt SEZGİN, Yasemin TÜZÜN, "Dünyada ve Türkiye'de Piyasa Riski Yönetimi", Active, (1999)

Engle, R. F. (1982), "Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation," Econometrica

Engle, R. F. (2002)," Dynamic Conditional Correlation- A Simple Class of Multivariate GARCH Models," Journal of Business and Economic Statistics, forthcoming.

Engle R.F. ve K. Kroner (1995), "Multivariate Simultaneous GARCH," *Econometric Theory*

Holton, Glyn, *Value at Risk, Theory and Practice*, Academic Press, 2003.

Hull, J. ve A. White (1998), "Incorporating volatility updating into the historical simulation method for value at risk," *Journal of Risk*, Fall 1998.

Institute of International Finance-IIF , "The Management of Liquidity Risk in Financial Groups" Mayıs 2006

Institute of International Finance-IIF , "Principles of Liquidity Risk Management", Mart 2007

Kiefer, Nicholas M. (1988), "Economic Duration Data and Hazard Functions," *Journal of Economic Literature*

Koray, TULGAR: *Ticari Bankalarda Aktif Pasif Yönetimi*, Türkiye Bankalar Birliği, 1993

Lancaster, T , *The Econometric Analysis of Transition Data*, Cambridge University Press, 1990 .

Lance Smith, *Risk Management & Financial Derivatives: Risk-reward Relationships* Foundation of Derivatives New York: McGraw Hill, 1998

Leslie Rahl, "Reflections on Risk Management" *Business Economics* Washington (Nisan 2000), Vol.35, Sayı.2

Michael CROUHY, Dan GALAI, Robert MARK: *Risk Management*, New York: McGraw Hill Yayınları, (2001)

Mina, J. Xiao, J.Y. (2001), *The Evolution of a Standard*, RiskMetrics

Mittelhammer, R.C., G.G. Judge ve D. J. Miller, *Econometric Foundations*,

Cambridge University Press, 2000.

Neftçi, Salih H. An Introduction to the Mathematics of Financial Derivatives, Academic Press, 1996.

Nelson C H ve A F. Siegel (1987), " Parsimonious Modeling of Yield Curves," Journal of Business

Pillar 3 Supporting Document for New Capital Accord, Ocak 2001

Principles for the Management and Supervision of Interest Rate Risk – Basel Committee Publications, July 2004

Principles for the Management of Interest Rate Risk, Basel Committee on Banking Supervision, September 1997

Principles for the Management and Supervision of Interest Rate Risk, Basel Committee on Banking Supervision, September 2003

Proposal for DIRECTIVES OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, volume I-II, Annexes techniques, Brussels, Temmuz 2004

ŞAHİN, H. (2004) , Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri, Ankara, Turhan Kitapevi.

Şakar, Hakan: Risk Yönetimi Açısından Bankalarda Aktif Pasif Yönetimi, İstanbul: Akdeniz Yayıncılık A.Ş. (2002)

Tevfik, Arman; Tevfik, Gürman: Bankalarda Finansal Yönetime Giriş, Türkiye Bankalar Birliği, 1997

YILDIRAK, Ş.K. (2004), Monte Carlo Simülasyonları ve Finansal Risk Ölçümü: MATLAB Uygulaması, Ankara, T. Halk Bankası A.Ş.

