



**T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANA BİLİM DALI
EKONOMETRİ BİLİM DALI**

**RİSKE MARUZ DEĞER ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ ARACILIĞIYLA
BİST’TE İŞLEM GÖREN SPOR KULÜPLERİ ÜZERİNE BİR
UYGULAMA**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Rabia SAĞDIÇ

BURSA-2020



**T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANA BİLİM DALI
EKONOMETRİ BİLİM DALI**

**RİSKE MARUZ DEĞER ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ ARACILIĞIYLA
BİST’TE İŞLEM GÖREN SPOR KULÜPLERİ ÜZERİNE BİR
UYGULAMA**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Rabia SAĞDIÇ

**Danışman:
Doç. Dr. Özer ARABACI**

BURSA-2020

Yemin Metni

Yüksek Lisans / Doktora tezi olarak sunduğum “Riske Maruz Değer Ölçüm Yöntemleri Aracılığıyla BIST’te İşlem Gören Spor Kulüpleri Üzerine Bir Uygulama” başlıklı çalışmanın bilimsel araştırma, yazma ve etik kurallarına uygun olarak tarafımdan yazıldığına ve tezde yapılan bütün alıntıların kaynaklarının usulüne uygun olarak gösterildiğine, tezimde intihal ürünü cümle veya paragraflar bulunmadığına şerefim üzerine yemin ederim.

15.10.2020



Adı Soyadı : Rabia SAĞDİÇ
Öğrenci No : 701617029
Ana Bilim Dalı: Ekonometri
Programı : Ekonometri
Statüsü : Yüksek Lisans



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA İNTİHAL YAZILIM RAPORU

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
..... Ekonometri **ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA**

Tarih: 15/10/2020

Tez Başlığı / Konusu: Biste Maruz Değer Ölçüm Yöntemleri Aracılığıyla
BIST'te işlem baren Spor Kulüpleri Üzerine Bir Uygulama

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 118 sayfalık kısmına ilişkin, 15/10/2020 tarihinde şahsım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından (Turnitin)* aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 14'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/dahil
- 3- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Özgünlük Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza

15/10/2020

Adı Soyadı: Rabia Sağdıç
Öğrenci No: 701617029
Anabilim Dalı: Ekonometri
Programı: Ekonometri Tezli Yüksek Lisans
Statüsü: ☒ Y.Lisans ☐ Doktora

Danışman
(Adı, Soyad, Tarih)
Doç. Dr. Özer Arabacı
15/10/2020

* Turnitin programına Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane web sayfasından ulaşılabilir.

ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı : Rabia Sağdıç
Üniversite : Bursa Uludağ Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı : Ekonometri
Bilim Dalı : Ekonometri
Tezin Niteliği : Yüksek Lisans Tezi
Sayfa Sayısı :
Mezuniyet Tarihi :
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Özer Arabacı

Riske Maruz Değer Ölçüm Yöntemleri Aracılığıyla BIST’te İşlem Gören Spor Kulüpleri Üzerine Bir Uygulama

Hisse senedi yatırımcılar açısından, beklenen getiriyle birlikte en hassas noktalardan birisi de oluşturulan portföyün yatırımcıya verebileceği en büyük maddi zararın öngörülebilmesidir. Çalışmada riske maruz değer hesaplama yöntemlerinden, Varyans-Kovaryans, Tarihsel Simülasyon ve Monte Carlo yöntemleri kullanılarak, Türkiye’de hisse senetleri BIST’ te işlem gören spor kulüplerinin hisselerinden oluşturulmuş portföy incelenmiştir. Analiz sonucunda en düşük tahmini yapan yöntem Monte Carlo Simülasyon yöntemi çıkmıştır. Varyans-Kovaryans yöntemi normallik varsayımına dayanır, işlemler ona kıyasla yapılmıştır. Tarihi Simülasyon yönteminde ve Monte Carlo Simülasyon yönteminde normallik ve sabit varyans gibi kısıtlar gerektirmediğinden böyle bir varsayım gerekliliği duyulmamıştır. Araştırmada portföylerin volatilité yapısı EWMA yöntemi ve ARCH-GARCH yöntemiyle araştırılmıştır. Sonuç olarak en etkili tahmini Monte Carlo yöntemi yapmıştır.

Anahtar Sözcükler: ARCH, EWMA, GARCH, Monte Carlo Simülasyon, Riske Maruz Değer, Tarihi Simülasyon, Varyans-Kovaryans.

ABSTRACT

Name and Surname : Rabia SAĞDIÇ
University : Bursa Uludag University
Instution : Social Science Instution
Field : Econometry
Branch : Econometry
Degree Awarded : Master
Page Number :
Degree Date :
Supervisor : Associate Professor Özer ARABACI

An Application Based on Sports Clubs Traded at BIST through Value at Risk Methods

For stock investors, one of the most sensitive points with the expected return is to predict the biggest financial loss that the created portfolio can cause to the investor. The study of the value at risk calculation method, variance-covariance, using historical simulation methods and monte carlo methods stocks in Turkey BIST 'in process was investigated portfolio of shares who created sports club. As a result of the analysis, the method that made the lowest estimation was Monte Carlo Simulation methods. Variance-Covariance method is based on the assumption of normality, operations are done compared to it. Since the simulation method and monte carlo methods does not require constraints such as normality and fixed variance, such an assumption was not required. In the research, the volatility structure of the portfolios was investigated by the EWMA method and the ARCH-GARCH method. As a result, the most effective estimate has made the Monte Carlo method.

Keywords:ARCH, EWMA, GARCH, Monte Carlo Simulation, Retrospective Tests, Value at Risk, Historical Simulation, Variance-Covariance.

İçindekiler

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ŞEKİLLER.....	vi
KISALTMALAR.....	vii
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

(RİSK KAVRAMI VE YÖNETİMİ)

1.1 Riskin Tanımı.....	2
1.2 Riskin Türleri.....	3
1.2.1 Sistematik Risk.....	4
1.2.2 Sistematik Olmayan Risk.....	10
1.3 Risk Yönetimi ve Tarihsel Gelişimi.....	13
1.3.1 Risk Yönetiminin Önemi.....	16
1.3.2 Risk Yönetiminin Amaçları.....	17
1.3.3 Risk Yönetim Süreci.....	17
1.4 Geleneksel Risk Ölçüm Metodları.....	20
1.5 Risk Ölçüm Metodu Olarak Riske Maruz Değer.....	21

İKİNCİ BÖLÜM

(RİSKE MARUZ DEĞER (VaR))

2.1 Riske Maruz Değerin Tanımı ve Tarihsel Gelişimi.....	22
2.2 Riske Maruz Değer Yönteminin Kullanıldığı Alanlar.....	24
2.3 Riske Maruz Değerin Ölçülmesinde Kullanılan Parametreler.....	26
2.3.1 Elde Tutma Süresi.....	26
2.3.2 Güven Aralığı.....	27
2.3.3 Örneklem Periyodu.....	28
2.3.4 Finansal Varlık Getirilerinin Dağılımı.....	29
2.3.5 Portföy Çeşitliliği.....	29
2.4 Riske Maruz Değer Yönteminin Güçlü ve Zayıf Yönleri.....	30
2.5 Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri.....	31
2.5.1 Parametrik Yöntemler.....	32
2.5.2 Simülasyona Dayalı Yöntemler.....	38
2.5.3 Yöntemlerin Karşılaştırılması.....	45

2.5.4	Stres Testleri.....	48
2.5.5	Geriye Dönük Testler	51

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

(PORTFÖY YÖNETİMİ)

3.1	Portföy ve Portföy Yönetimi	54
3.2	Portföy Yönetim Süreci.....	55
3.3	Geleneksel Portföy Yaklaşımı.....	57
3.4	Modern Portföy Yaklaşımı	60
3.4.1	Modern Portföy Yaklaşımının Varsayımları.....	61
3.4.2	Markowitz Ortalama - Varyans Modeli	61
3.5	Portföy Getirisinin ve Riskinin Hesaplanması	62
3.5.1	Portföyün Beklenen Getirisinin Hesaplanması	63
3.5.2	Portföyün Riskinin Hesaplanması.....	64

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

(VOLATİLİTE KAVRAMI)

4.1	Standart Sapma.....	66
4.2	Üssel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama Yöntemi (EWMA)	68
4.3	Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Yöntemi (ARCH).....	69
4.4	Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Yöntemi (GARCH) ..	73

BEŞİNCİ BÖLÜM

(RİSKME MARUZ DEĞERİN BIST’TE İŞLEM GÖREN SPOR KULÜPLERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMASI)

5.1	Uygulamanın Amacı ve Kapsamı.....	76
5.2	Uygulamada Kullanılan Veriler ve Verilerin Analizi	76
5.3	Portföyün Belirlenmesi.....	78
5.4	Portföydeki Hisse Senetlerinin Analizi	81
5.5	Uygulamada Kullanılan Yöntemler.....	87
5.5.1	Varyans Kovaryans Yöntemi	87
5.5.2	Tarihi Simülasyon Yöntemi	90
5.5.3	Monte Carlo Simülasyon Yöntemi	92
5.5.4	EWMA Yöntemi	94
5.5.5	ARCH-GARCH Yöntemi	96

SONUÇ	104
KAYNAKÇALAR.....	106

TABLOLAR

Tablo 1: Standart Normal Dağılım Tablosunda Yüzde Değer Karşılıkları.....	28
Tablo 2: Varyans- Kovaryans Avantajları ve Dezavantajları	38
Tablo 3: Riske Maruz Değer Yöntemlerinin Karşılaştırılması	47
Tablo 4: Geriye Dönük Test Kriterleri.....	52
Tablo 5: Geriye Dönük Test'te Kullanılan Hata Kabul Sayıları	53
Tablo 6: Optimum Lamda Katsayıları	69
Tablo 7: Örneklem1 Tanımlayıcı İstatistikleri.....	78
Tablo 8: Örneklem 2 Tanımlayıcı İstatistikleri.....	78
Tablo 9: Örneklem1 Korelasyon Matrisi	79
Tablo 10: Örneklem 1 Portföy Ağırlıkları	79
Tablo 11: Örneklem 2 Korelasyon Matrisi	80
Tablo 12: Örneklem 2 Portföy Ağırlıkları	80
Tablo 13: Portföy1 Tanımlayıcı İstatistikleri.....	81
Tablo 14: Portföy 1 AEFES Hisse Senedi Tanımlayıcı İstatistikleri.....	82
Tablo 15: Portföy1 BJKAS Hisse Senedi Tanımlayıcı İstatistikleri	83
Tablo 16: Portföy2 Tanımlayıcı İstatistikleri.....	84
Tablo 17: Portföy 2 AEFES Hisse Senedi Tanımlayıcı İstatistikleri.....	85
Tablo 18: Portföy 2 TSPOR Hisse Senedi Tanımlayıcı İstatistikleri.....	86
Tablo 19: Varyans-Kovaryans Yöntemine Göre Portföy 1 Standart Sapması ve Varyansı.....	88
Tablo 20: Varyans-Kovaryans Yöntemine Göre Portföy 1'in Riske Maruz Değerleri.....	88
Tablo 21: Varyans-Kovaryans Yöntemine Göre Portföy 2 Standart Sapması ve Varyansı.....	89
Tablo 22: Varyans-Kovaryans Yöntemine Göre Portföy 2'nin Riske Maruz Değerleri.....	89
Tablo 23: Tarihi Simülasyon Yöntemine Göre Portföy1 Riske Maruz Değerleri	91
Tablo 24: Tarihi Simülasyon Yöntemine Göre Portföy 2'nin Riske Maruz Değerleri	92
Tablo 25: Monte Carlo Simülasyon Yöntemine Göre Portföy1 Riske Maruz Değerleri.....	93
Tablo 26: Monte Carlo Simülasyon Yöntemine Göre Portföy2 Riske Maruz Değerleri.....	93
Tablo 27: Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama (EWMA) Yöntemine Göre Portföy 1 Standart Sapması ve Varyansı.....	94
Tablo 28: Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama (EWMA) Yöntemine Göre Portföy 1'in Riske Maruz Değerleri	94
Tablo 29: Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama (EWMA) Yöntemine Göre Portföy 2 Standart Sapması ve Varyansı.....	95
Tablo 30: Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama (EWMA) Yöntemine Göre Portföy 2'in Riske Maruz Değerleri	95
Tablo 31: Portföy1 Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH)-LM Test İstatistikleri..	97
Tablo 32: Portföy 1 Volatilité Tahmin Modelleri.....	98
Tablo 33: Portföy1 GARCH(1,1) ARCH-LM Test İstatistikleri	99

Tablo 34: Portföy2 Otoregresif Koşullu Değişen Varyans(ARCH) -LM Test İstatistikleri	101
Tablo 35: Portföy 2 Volatilite Tahmin Modelleri	101
Tablo 36: Portföy2 GARCH(1,1) ARCH-LM Test İstatistikleri	102

ŞEKİLLER

Şekil 1: Risk Yönetimi Fonksiyonları.....	17
Şekil 2: Varyans- Kovaryans Modeli.....	33
Şekil 3: Varyans Kovaryans Yöntemi.....	36
Şekil 4: Tarihsel Simülasyon Modeli.....	40
Şekil 5: Monte Carlo Simülasyon Modeli.....	44
Şekil 6: Stres Testi Uygulanacak Kısım	48
Şekil 7:Test Modellerinin Temel Aşamaları	50
Şekil 8: Portföy Yönetim Sistemi	57
Şekil 9: Geleneksel Portföy Yaklaşımlarının Aşamaları	59
Şekil 10: Hisse Senetlerinin Zaman Yolu Grafiği.....	77
Şekil 11: Portföy 1 Q-Q Grafiği.....	82
Şekil 12: Portföy1 AEFES Hisse Senedi Zaman Yolu Grafiği.....	83
Şekil 13: Portföy1 BJKAS Hisse Senedi Zaman Yolu Grafiği.....	84
Şekil 14: Portföy 2 Q-Q Grafiği.....	85
Şekil 15: Portföy 2 AEFES Hisse Senedi Zaman Yolu Grafiği.....	86
Şekil 16: Portföy 2 TSPOR Hisse Senedi Zaman Yolu Grafiği.....	87

KISALTMALAR

AIC	: Akaike Kriter
ARCH	: Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
ARMA	: Otoregresif Hareketli Ortalama
BDDK	: Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu
BIS	: Bank for International Settlements (Uluslararası Ödemeler Bankası)
BIST	: Borsa İstanbul A.Ş.
EWMA	: Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama
GARCH	: Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
SIC	: Schwarz Kriteri
VaR	: Value at Risk

GİRİŞ

Riskin ölçümleri riski yönetmenin bir parçasıdır. Geleneksel risk ölçüm metotları her biri değişik finansal varlıkların riskini ölçmektedirler. Bu finansal varlıkları grup olarak ele aldığımızda ölçülmesi gereken çok fazla gözlem değeri elde etmiş oluruz. Bu durum beraberinde çok çeşitli risk ölçümlerini doğurur ve bu da riski tek bir sonuç olarak ifade etmemizi imkânsız kılar. Bu durumdan bizi kurtaran, portföyün tamamına uygulandığı gibi aynı zamanda tek tek tüm finansal varlıklara uygulanabiliyor olması Riske Maruz Değer (VaR) yöntemini önemli kılmaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde; riskin tanımı, risk türleri sistematik risk ve sistematik olmayan risk, riskin tarihsel gelişimi ve risk yönetiminin önemi, amacı, gibi konulara değinilmiştir. Aynı zamanda geleneksel risk ölçüm metodlarından da bahsedilmiştir.

İkinci bölümde; Riske Maruz Değer tanımı yapılmış ve tarihsel gelişiminden bahsedilmiştir ve aynı zamanda kullanıldığı alanlara değinilmiştir. Bu bölümde Riske Maruz Değer hesaplama yöntemlerine ve ölçümünde kullanılan parametrelere yer verilmiştir. Riske Maruz Değer' in güçlü ve zayıf yönlerine değinilmiş ve geriye dönük testlerden bahsedilmiştir. VaR hesaplama yöntemleri olarak: Varyans-Kovaryans yöntemi (DeltaNormal ve Delta-Gama yöntemleri), Tarihi Simülasyon yöntemi ve Monte Carlo Simülasyon yöntemi anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde; volatilité ele alınmış ve volatilité ölçüm yöntemlerinden EWMA, ARCH ve GARCH yöntemleri anlatılmıştır. Dördüncü bölümde ise portföy yönteminde kullanılan temel kavramlara yer verilmiştir. Geleneksel ve modern portföy yaklaşımından bahsedilip etkin portföy seçiminden bahsedilmiştir.

Son bölümde; BIST' te işlem gören spor kulüplerine ait beş adet hisse senedi incelenmiştir. Portföydeki verilere beş farklı Riske Maruz Değer hesaplama yöntemi uygulanmıştır. Riske Maruz Değer hesaplamaları için ilk aşamada, Varyans- Kovaryans metodu, Tarihi Simülasyon metodu, Monte-Carlo Simülasyon metodu kullanılmıştır. İkinci aşamada, portföylerin volatilitesi EWMA ve GARCH metodları ile modellenmiş ve Riske Maruz Değer tahminleri yapılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

RİSK KAVRAMI VE YÖNETİMİ

1.1 Riskin Tanımı

Risk kelime anlamı olarak “bir zararı, bir kaybı ve bir tehlikeyi gösterebilen bir olayın ortaya çıkma olasılığı” şeklinde ifade edilmektedir (Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi, 1986). BDDK, 08.02.2001 tarih ve 24312 sayılı Resmî Gazete ’de yayınlanan “Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkında Yönetmelik’te riski, 'bir işleme ilişkin parasal kaybın ortaya çıkma olasılığı veya bir giderin, zararın olması nedeniyle ekonomik faydanın azalma ihtimali' olarak ifade edilmektedir.

Risk, istenilenlerin yerine getirilmemesi ve beklenen olası durumların gerçekleşmemesi ya da beklenmeyen durumları ortaya çıkarmasına bağlı olarak zarar edilme olasılığını ifade eder. Beklenen sonuçlar ile gerçekleşen sonuçlar arasındaki sapma olarak ifade edilir. (ALKİN, TUĞRUL, & AKMAN, 2001) .

Holton (1997:1) risk kavramını, belirsizliğe karşı korunmasız olma durumu olarak; Pyle ise firma çevresindeki değişimler sebebiyle işletmenin değer kaybetmesini risk şeklinde tanımlamıştır.

Finansal anlamda risk kavramı aşağıdaki teorik kavramla gösterilir;

X_1, X_2, X_n olasılık yoğunluk fonksiyonu $f(x; \theta)$, $\theta \in \Theta \subset \mathcal{R}$ olan bir dağılımdan örneklem ve $T (X_1, X_2, X_n)$, θ için bir tahmin edici olsun. T tahmin edicisinin aldığı değer t olmak üzere θ parametresi t olarak tahmin edildiğinde kaybı anlatan ve kayıp fonksiyonu denen,

$$k : \Theta \times \mathcal{R} \rightarrow [0, \infty) \quad (1.1)$$
$$: (\theta, t) \rightarrow k(\theta, t)$$

gibi ölçülebilir bir fonksiyona bağlı olarak tanımlanan,

$$R(\theta, T) = E_{\theta} (k(\theta, T(X_1, X_2, X_n))) \quad (1.2)$$

fonksiyonuna risk fonksiyonu denir.

Yatırımcıların sahip olduğu finansal varlıklar beraberinde belli bir riski getirir. Beklenen değerden daha farklı bir sonuca ulaşmak olarak tanımlanan risk, beklenen getirisi riski telafi ettiği zaman kabul edilebilir. Yatırımcılar, bankalar risk getiri ilişkisini düzgün bir şekilde yönetebildikleri zaman başarılı bir performans elde edebilirler. Risk, gerçekleşebilecek yalnız ne zaman gerçekleşeceği veya gerçekleşip gerçekleşmeyeceği tam olarak bilinmeyen olayları ifade eder.

Belirsizliğin olduğu ortamda geleceğin öngörülmesi, üzerinde durulması gereken konulardan biridir. Gelişen teknoloji ve küreselleşmeyle beraber belirsizlik kavramı daha da karmaşıklaşmıştır. Bu karmaşık belirsizlik ortamında öngörüler, tahmin yöntemleri geliştirilmeli ve kesinlikle tesadüfe bırakılmamalıdır (FIKIRKOCA, 2003).

Finansal piyasalarda risk ve belirsizlik kavramı çoğunlukla birbiri ile karıştırılır. “Geleceğe ilişkin tahmini sübjektif şeklinde yapılabiliyor ise belirsizlikten; objektif şekilde yapılıyor ise riskten” söz ediliyor demektir. Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse, “yatırım yapan bir kişi kararlarını olasılık dağılımına göre veriyorsa riskli bir durumun, aksi takdirde belirlilik, ya da belirsizlik durumunun varlığından söz edilebilir.” (SHARPE, 1988).

Genellikle olası kayıplar risk olarak görülürken potansiyel kazançlar risk olarak değerlendirilmez. Ancak beklenen değerden olumlu sapmalar da risk olarak değerlendirilir. Bir başka deyişle, olası karlar da olası zararlar gibi risk olarak değerlendirilir.

Risk derecesi, olarak da anılan Objektif risk, gerçekleşen bir hasarı beklenen bir hasara göre değişkenliği olarak tanımlanır. Objektif risk, standart sapması ya da değişkenlik katsayısı gibi bir dağılım ölçüsü olarak kullanılarak istatistiksel olarak hesaplanabilir.

Sübjektif risk ise daha çok kişinin ruh halini, zihinsel durumunu temel alan belirsizlik olarak tanımlanmaktadır. Sübjektif riskin etkileri kişiden kişiye göre değişkenlik gösterir.

1.2 Riskin Türleri

Risk türlerinin sınıflandırılmasında belirli bir kalıp, bir ölçü bulunmamaktadır. Literatürde risk türleri, sistematik ve sistematik olmayan, statik ve dinamik, finansal ve finansal olmayan, kontrol edilebilir ve kontrol edilemeyen, gibi çeşitli sınıflandırmalar yapmaktadır (DALBUDAK, 2014).

BDDK, 24312 sayılı Resmi Gazete ‘de çıkan “Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkında Yönetmelik’te risk türlerini,

- Kontrol edilebilir riskler,
- Kontrol edilemeyen riskler

olarak iki gruba ayırmaktadır.

Riskin sınıflandırılması ile ilgili birçok ayırım yapılmıştır ama genel olarak risk iki grupta ele alınmıştır; sistematik risk ve sistematik olmayan risk. Sistematik risk, bir ekonomideki yatırım araçlarının tümünü etkileyen ve çeşitlendirmeye azaltılamayan risklere denir. Sistematik olmayan riskler ise kaynağı yatırımın kendisi olup çeşitlendirme yapılarak azaltılabilen risklere denir. (DEMİRELİ, 2007)

Sistematik riskler; faiz oranı riski, enflasyon riski, piyasa riski, kur riski, politik risk gibi yatırımcıların kontrol altında tutamayacağı risklerden oluşmaktadır. Sistematik olmayan riskler ise; finansal risk, faaliyet riski, yönetim riski, endüstri riski olarak sıralanabilir.

1.2.1 Sistematik Risk

Sistematik risk, piyasanın tamamını etkileyebilen sistemik faktörlere bağlı olan bir finansal varlığın değerinin değişme riskine denir. Bu riskten korunmak mümkün olduğu gibi yine de tamamen çeşitlendirilemez (OLFIELD, 1997). Piyasaların tamamını etkilediği için çeşitlendirilemeyen risk olarak da bilinmektedir.

Bir menkul kıymette portföyün sistematik riski yani çeşitlendirilemeyen riski beta katsayısı (β) ile ölçülebilir. Beta, bir menkul kıymetin piyasa portföyü karşısındaki duyarlılığını gösteren nisbi bir risk göstergesidir (DAĞLI, 2000).

$$\beta = \frac{\text{İlgili Menkul Kıymetin Getirisinin Piyasa ile Kovaryansı}}{\text{Piyasa Getirisinin Varyansı}} \quad (1.3)$$

şeklinde hesaplanır.

Bir menkul kıymetin β 'sının 1 olması, piyasayla eşit şekilde risk taşıdığını gösterir. 1'den yüksek olması, menkul kıymetin değerinin piyasadan daha az yükseleceğini ya da düşeceğini gösterir (BOLAK, Risk Ve Yönetimi, 2004). β katsayısının 0 olması, menkul kıymet değerinin piyasa riskiyle bir bağı olmadığını gösterir ve menkul kıymet getirisinin risksiz faize eşit olacağını gösterir (BOLAK, Risk Ve Yönetimi, 2004, s. 234). Negatif olması ise piyasayla aralarında ters yönlü bir ilişki olduğunu gösterir.

Sistemik risk, pazarın taşıdığı risklerin oluşturduğu risk olup pazardaki tüm finansal varlıkların getirilerini farklı oranlarda ama genelde aynı yönde etkileyen risktir. Bir ülkede meydana gelen ekonomik, sosyal ve politik sebeplerden pazarda oluşan olumlu ya da olumsuz yöndeki değişimlerin sonucu olarak finansal varlıklar üzerindeki etkisi ortaya çıktığı ve tüm finansal varlıkların getirilerini aynı yönde etkilediğinden dolayı yatırımcı tarafından yapılan çeşitlenme sonucu giderilemeyen risk türü olarak karşımıza çıkar (CEYLAN & KORKMAZ, Uygulamalı Portföy Yönetimi, 1993).

Sistemik riskin başlıca nedenleri; enflasyondaki dalgalanmalar, faiz oranındaki değişimler, döviz kurlarındaki dalgalanmalar, deflasyon, savaş durumu ve siyasi olaylar gibi çeşitlendirmeye azaltılamayan sebeplerdir. Faiz oranı riski, enflasyon riski piyasa riski, kur riski ve politik risk sistemik riskin alt türlerini oluşturmaktadır.

1.2.1.1 Faiz Oranı Riski

Faiz riski, faiz oranlarındaki değişim sonucunda herhangi bir yatırımdan elde edecek tüm getirinin ilk başta beklenen getiriden farklı olma riskidir. Faiz riskinin tek sebebi faiz oranındaki hareketlerden değil aynı zamanda bankaların varlık ve yükümlülüklerinin arasındaki vade uyumsuzluğundan da kaynaklanabilir.

Faiz riski, faiz oranındaki hareketlenmeler sebebiyle bankanın finansal durumuna bağlı olarak maruz kaldığı riske denir. Faiz riskinin bankanın gelirlerine olduğu gibi aynı zamanda bankanın bilanço içi ve bilanço dışı kalemlerinin ekonomik değerler üzerinde etkisi vardır (AKÇAY & BOLGÜN, 2016). Bankaların maruz kaldıkları faiz riskleri şunlardır:

- Vade farkları nedeniyle riskin yeniden fiyatlandırılması ve buna bağlı olarak banka bilanço kalemlerinin yeniden fiyatlandırılması,
- Verim eğrisi riski (verim eğrisindeki değişimlerden kaynaklanan),
- Temel faiz riski

Faiz riski, bankacılıkta her zaman olan bir durum olmakla birlikte aşırı faiz riski bankaların karlılığını ve sermaye yapılarını tehdit etmektedir.

Faiz oranları ile menkul kıymet fiyatları arasında ters yönde bir ilişki vardır. Faiz oranındaki bir birimlik artış menkul kıymet fiyatlarında düşüşe sebep olur. Bu durumun tersi de söz konusu olabilir. Faiz oranındaki düşmeyle beraber menkul kıymetlerin fiyatı artmaktadır. Böyle olmasının nedeni, menkul kıymetlerin gelecek dönemde sağlayacağı

getirilerinin faiz oranlarıyla iskonto edilmesidir (BOLAK, Risk Ve Yönetimi, 2004). Finans oranının yükseleceğini düşünen yatırımcılar aynı zamanda kuruluşlar da uzun vadede borçlanıp kısa vadede borç vermektedir (KORKMAZ & CEYLAN, Sermaye Piyasası Ve Menkul Değer Analizi, 2010). Hisse senetleri getirileri her zaman aynı olmadığı için sabit getirili finansal varlıklara göre düşük faiz oranı riski taşımaktadır (DEMİRELİ, 2007).

Devlet tahvilleri ile hazine bonoları da faiz oranı riski taşımaktadır. Devlet açık piyasada bu bonoların arz ve talebini sağlayabilmek adına alıcı ve satıcı konumunda olabilmektedir. Bazı yatırımcılar, kısa vadeli tahvillere yatırım yaparak faiz oranı riskinden kaçınabileceklerini ileri sürmektedirler. Ancak, yatırımcı vade bitiminde yeniden yatırım yaptığında faiz oranı riskiyle tekrardan karşılaşacaktır. Bundan dolayı, faiz oranı riskinden bu şekilde kurtulmak mümkün değildir.

Faiz oranı riskini ölçmede kullanılan en belirgin yöntemlerden biri durasyon analizidir. Faiz oranı riskini ölçerken aktiflerin ve pasiflerin durasyon katsayıları karşılaştırılıp faiz oranları değişimlerinin net kara ve öz kaynaklara olan etkileri ölçülmeye çalışmak istenmektedir. Faiz riski hesaplanırken faize hassas aktiflerin ve faiz hassas pasifler durasyon katsayılarının eşitlenmesi amaçlanmaktadır (ŞİŞMAN, 2001). Diğer bir yöntem ise; Gap(vadelerin uyumsuzluğu) analizidir. Aynı zamanda parametrik yöntemler ve simülasyon yöntemleri de kullanılmaktadır.

Faiz riski sebebiyle işletmelerin maruz kaldığı riskler aşağıdaki gibidir:

- **Gelir Riski:** Sadece faize hassas olan bilanço kalemlerinde söz konusudur. Bu faktör ekonomideki belirsizlik sebebiyle, kısa vadeli bir bilançoyu tercih eden tüm Türk bankaları için önem sarf etmektedir.
- **Fiyat Riski:** Riskin bu tarafı, faize hassas olamayan aktif piyasa değerleri ve pasif piyasa değerlerinde değişikliklerine neden olduğu için direkt olarak bankalar için bilançonun büyüklüğünü ve öz kaynak yeterliliği oranını etkileyebilmekte olduğu söylenebilir.
- **Önceden Ödenme Riski:** Faiz oranları yüksek iken uzun vadeli olarak verilen bir kredinin, faizlerin düşmesi durumunda, kanunlar dahilinde borçlu tarafından, vadesinden önce geri ödenmesi riskine denir.

- **Baz Riski:** Riskin bu kısmı, faizlerde meydana gelen değişimin, tahvil-bono kredi ve mevduat faiz oranlarına, spot ve futures faiz oranlarına aynı yönde veya miktarda yansımamasına baz riski denir. (KURUN, 2005).

Finansal kurumların vade sonlarında ödeyecekleri ve alacakları üzerinde faiz oranı riskinin doğrudan etkili olmasıyla, bu riskin yönetilmesi oldukça önem göstermektedir.

1.2.1.2 Enflasyon Riski

Enflasyon riski sistematik risklerden biridir ve yatırım için harcanacak paranın enflasyonun etkisiyle satın alma gücünde meydana getirdiği azalma olarak tanımlanmaktadır. Bütün menkul kıymetler için satın alma gücü aynı oranda değişmemektedir. Bazı menkul kıymetler enflasyonla beraber aynı oranda artmakta veya daha altında bir değerle artmaktadır. Şirketlerin hepsi enflasyon riskinden aynı oranda etkilenmektedir. Enflasyon oranına göre daha fazla değerlenen varlıklar enflasyon riskinin düşük olduğu finansal yatırım araçlarıdır (KORKMAZ, AYDIN, & SAYILGAN, Portföy Yönetimi, 2013).

Enflasyonun olmadığı piyasalarda veya enflasyonist olmayan ekonomilerde, nominal faiz oranı ile reel faiz oranı birbirlerine eşit olmaktadır. Enflasyonun olduğu piyasalarda ise nominal faizin reel faizi geçmesi olası bir durumdur. Bunun olmasının sebebi ise yatırımcıların, satın alma güçlerinde ortaya çıkması muhtemel riskleri karşılamak için reel faiz oranına kıyasla daha fazla kazanç sağlamayı talep etmek etmektedirler. Fiyatlar genel seviyesinin belirli bir düzeyde, yatırım getirisinden daha fazla artması satın alma gücündeki azalmayı göstermektedir. Bu azalma durumunda iki tür kazanç vardır; nominal kazanç ve reel kazanç. Nominal kazanç enflasyonun çok yüksek olduğu ülkelerde anlamlı değildir. Reel kazanç ise paranın satın alma gücündeki azalışı ifade etmektedir (KORKMAZ, AYDIN, & SAYILGAN, Portföy Yönetimi, 2013).

Tahviller ve Enflasyon Riski: Bir tahvilin kalitesi, yatırımcıyı enflasyona karşı korumasıyla ölçülür. Yapılan araştırmalarda, sabit getiri sağlayan menkul değerlerin fiyatlarında enflasyon etkisinin daha yoğun olduğunu göstermektedir. Satın alma gücündeki azalış, tahvillerin reel veriminde azalmaya sebep olmaktadır. Bundan dolayı, enflasyon oranı iyi tahmin edilemezse ve aynı zamanda gelişmenin yönü saptanamazsa, tahvillerin reel değeri ve geliri gerçeğe yakın olarak saptanamaz.

Hisse Senetleri ve Enflasyon Riski: Hisse senetleri tahvillere oranla enflasyondan daha az etkilenmektedir. Hisse senetlerinin enflasyona karşı dayanıklı olduğunu düşünenler, enflasyonla birlikte işletmenin karında artış olacağını

düşünmektedirler. Enflasyon etkisiyle işletmenin varlıklarının değerinin artması direkt olarak hisse senedi fiyatlarına yansımamaktadır. Çünkü enflasyonla beraber işletmenin maliyetlerinde de artma söz konusudur. Böylece karın artmasındaki olumlu etki dengelenmiş olur. Bu nedenle, hisse senetlerinin enflasyona karşı dayanıklı olmadığı söylenebilir. Ancak, enflasyondan en az etkilenen finansal varlık hisse senetleridir denilebilir.

1.2.1.3 Piyasa Riski

Piyasa riski, bir bankanın piyasa fiyatlarında meydana gelen zıt değişimlerden, bilanço içi veya bilanço dışı pozisyonlarda zarar etme olasılığına denir. Bunun için piyasa fiyat ve oranlarının volatilitesi, piyasa riski ölçümünün temelini oluşturmaktadır (AKÇAY & BOLGÜN, Türk Finans Piyasalarında Entegre Risk Ölçüm ve Yönetim Uygulamaları Risk Yönetimi, 2016).

Piyasa riski, piyasa fiyatları seviyesi veya volatilitedeki hareketlerden kaynaklanabilmektedir. VaR gibi araçlar sayesinde sistematik bir şekilde piyasa riskini sayısallaştırma olanağı sağlanmaktadır.

Piyasa riski tahvillere kıyasla hisse senetleri üzerinde daha fazla etkilidir. Çünkü tahviller gibi sabit getirili finansal varlıkların gerçek değerleri, hisse senetlerine göre daha doğru tahminler vermektedir. Bu varlıklar üzerinde piyasalardaki değişimler daha az hissedilir. Piyasa riski, düşük kaliteli varlıklar üzerinde, yüksek kaliteli finansal varlıklara göre daha çok hissedilir (ARTZNER, 1999).

Piyasa riskinden korunmak isteyen yatırımcı, satın almayı düşündüğü hisse senedinin beta katsayısını hesaplaması gerekmektedir. Yani hisse senedinin fiyatının piyasada meydana gelen değişimlere karşı duyarlılığını hesaplamalıdır.

Piyasa risklerini iki bölümde inceleyebiliriz, bunlar bağımlı risk grubu ve bağımsız risk grubudur. Bağımlı riskler, finansal varlıkların fiyat hareketlerinden etkilenen risklerdir. Faiz oranları, döviz kurları, hisse senedi fiyatları piyasa riskini etkilemektedir. Bu gruba dahil olan riskler doğrusal modellerle ölçülmektedir.

Faiz oranı riskini ‘Durasyon ve Konveksite’ yöntemiyle ölçebiliriz, hisse senedi fiyatı hareketine bağlı olan riskleri de ‘beta katsayısı(β)’ ve Sharpe Oranı ile ölçerken, herhangi bir varlık fiyatına bağlı olan opsiyon riskini ‘delta ve gamma’ üzerinden ölçebilmekteyiz.

Bağımsız riskler geride kalan diğer risk gruplarını kapsamaktadır. Temelde volatilité ve doğrusal olmayan risk gruplarının ölçülmesini kapsamaktadır.

1.2.1.4 Kur Riski

Kur riski, ülke parasının diğer yabancı para birimleri karşısında değer kaybetmesi veya kurun döviz pozisyonunda yabancı para birimlerinin birbirleriyle arasındaki değerde meydana gelen değişimler sonucu çıkan zarar olarak ifade edilebilir (MANDACI, 2003).

Yatırımcıların, döviz kurlarında meydana gelen değişimler nedeniyle, bulundukları döviz pozisyonunda zarara uğrama olasılığı olarak ifade edilebilir. İşletmeler, hesaplarında bulundurdıkları dövizler sebebiyle kısa veya uzun vadede kur riskine maruz kalırlar.

Kurlarla diğer ülkelerin arasında bir ilişki vardır. Döviz kurlarıyla diğer ülkelerin faizleri arasındaki dengeye göre para ülkeleri arasında dolaşım göstermektedir.

- K_g : Gelecekteki kur
 F_t : Türkiye'deki faiz
 F_d : Yabancı paranın ülkesindeki faiz
 K_b : Bugünkü kur olmak üzere bir yıl sonraki kur

$$K_g = \left[\frac{(1+F_t)}{(1+F_d)} \right] \times K_b \quad (1.4)$$

formülü yardımıyla hesaplanarak yukarıda bahsedilen denge bir yıllık vade için ifade edilebilir.

Kur riskinin idaresinde, döviz cinsinden parasının varlığı ve yükümlülüğü arasında oluşan vade farklarına dikkat edilmeli ve yerel para birimi karşısında volatilitenin yakından takip edilmesi gerekmektedir.

Kur riskinden korunabilmenin yolu, yatırımcıların oluşturacakları uluslararası portföylerinde farklı para birimini kullanan ülkelere ait menkul kıymetlere yer vermeleri gerekliliğidir. Böylelikle kur riskini azaltmış olurlar.

1.2.1.5 Politik Risk

Politik risk; bir ülkedeki ekonomik ve siyasi sebeplerden meydana gelen değişimlerin yatırımcıların, işletmelerin kararlarını, faaliyetlerini ve ürün bazındaki fiyat değişimleri üzerine etkisini ifade etmektedir. Global anlamda siyasi gelişmelerin bir etkisi olarak çıkabilmektedir (FRANCIS, 1986).

Politik risk, ekonomik bir etkiye gerek kalmadan pazarda siyasal istikrarın değişmesi sonucunda yatırımcı beklentilerini fazlasıyla etkiler. Yatırımcı beklentilerinin değişmesiyle birlikte de finansal varlıkların fiyatları ve getirileri etkilenir (SEVİNÇ, 2007).

Politik riskin bir diğer boyutu da, uluslararası ticaret ile ilgilidir. Döviz kurlarındaki değişimler, kotalar, ambargolar, yabancı sermayeler politik riskin bir diğer unsurlarıdır.

1.2.2 Sistematik Olmayan Risk

Sistematik olmayan risk, portföy çeşitlendirilmesi yapılarak azaltılabilen risk çeşitlerine denir. Genellikle işletme faaliyetlerinden kaynaklanan bu riskler, tüketici tercihlerindeki değişimler, yönetim hataları, yeni buluşların yapılması ve kanuni yaptırımlar gibi sebeplerden dolayı ortaya çıkmaktadır. Bu riskler her endüstri ve firma için farklılık gösterir, bu yüzden her menkul kıymetin sistematik riskinin farklı olması çeşitlendirme yapılarak riskin azaltılmasını mümkün kılar (AYDIN, BAŞAR, & COŞKUN, 2015).

Sistematik risk ve sistematik olmayan riski birbirinden ayıran en önemli fark, sistematik riskin portföylerde çeşitlendirme yapılarak yönetilebilmesidir. Çeşitlendirmeyi ifade etmek gerekirse; bazı menkul kıymetler piyasanın gidişatına göre belli hareket yönlerine sahiptir. Bu hareketlerin yönü pozitif veya negatif olabilir. Örneğin bulaşıcı bir hastalık ile turizm sektöründe yaşanan gerileme, sağlık sektörü için fırsat olabilmektedir.

İşletme gelirlerinde sistematik olmayan değişime sebep olan nedenlerden başlıca olanlar; grevler, yönetim hataları, davalar vb. olarak gösterilebilir. Menkul kıymetlerin fiyat hareketlerindeki değişimin sistematik olmayan riskini alfa katsayısı göstermektedir.

Sistematik olmayan riskte portföy çeşitlendirmesi yapmak riski azaltabilir. Bu risk grubunda; faaliyet riski, yönetim riski, finansman riski, endüstri riski yer almaktadır. Sistematik riski azaltmak ya da kontrol altına almak yatırımcının aldığı kararlar ile mümkün olabilir.

1.2.2.1 Finansal Risk

Finansal risk; işletmelerin finansal yapılarından meydana gelen yükümlülükleri yerine getirememesi olasılığına denir. Bir başka ifadeyle, işletmelerin gelirlerini borçlanma sonucu sürekliliğini kaybetmesi ve ekonomik sebepler, çevre koşulları gibi değişen şartlara ayak uyduramaması sonucunda, faiz ve kar payı ödemelerini gerçekleştirecek gelir düzeyinin altına düşmesi tehlikesidir (USTA, İşletme Finansı ve Finansal Yönetim, 2005).

Finansal risk, işletme karındaki bir birimlik değişimin net kar üzerindeki etkisini gösteren ‘finansal kaldıraç derecesi’ ile ölçülmektedir. Bir firma borçlanma yoluyla finansmanını sağladıysa, faiz giderinden dolayı dönem faaliyet karından kalan miktarda azalma olacaktır. Borçların karlılığı ne kadar etkilediğini ölçmek için yapılan analizdir (SEVİNÇ, 2007).

Finansal risk grubu, genellikle ödemeye ilişkin riskler olarak bilinir. Firmaların ödeme yapmaktan kaçınması ticari risk, ödeme yapmak istemesine rağmen ülkesindeki döviz yetersizliği gibi sebeplerden dolayı transfer yapılamamasına transfer riski denir (KAYAHAN, 2007).

Yukarıda da belirtildiği gibi finansal risk, finansal kaldıraç derecesiyle ölçülmektedir. Hisse başına düşen karda meydana gelen azalma riski olarak adlandırılırken, satışların arttığı enflasyon dönemlerinde, toplam sermaye içindeki yabancı sermayesi fazla olan işletmelerin hisse başına düşen karları artış gösterir. Buna istinaden, tahvil ve hisse senedi karşılaştırılması yapıldığında, hisse senedinin finansal riskinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Firmaların durumundan bağımsız olarak tahvil sahiplerine faiz ödemesi yapılmaktadır. Bunun sonucu olarak hisse senedi sahiplerine yapılacak olan kar payı ödemesi, faiz ödemesi hacmine göre değişkenlik göstermektedir. (KORKMAZ & CEYLAN, Sermaye Piyasası Ve Menkul Değer Analizi, 2010)

Yatırımcının finansal riskini azaltabilmek için aşağıdaki faktörlere bağlı olarak yatırım yapması gerekmektedir.

- Yatırım yaptığı işletmenin teknolojisini yenilemesi,
- İşletmenin monopolistik patentlere sahip olması,
- Tüketicilerin işletmenin ürettiği mal ve hizmetleri tercih etmeleri,
- İşletmenin hammadde kaynaklarını denetleyebilme olasılığının artması,
- Sermaye artışının büyük olarak öz kaynaklarla gerçekleştirilmesi,
- İşletmenin ihracat potansiyelinin artış eğiliminde olması.

Bu faktörlere bağlı kalınarak değişik menkul kıymetlerden oluşturulacak iyi bir portföy finansal riski azaltabilir ya da tamamen ortadan kaldırabilir.

Finansal risk, kamu kuruluşlarında ve özel sektörlerde vardır ancak devlet güvencesi sebebiyle kamu kuruluşlarının riski daha azdır.

1.2.2.2 Faaliyet Riski

Faaliyet riski firmanın aktifleriyle alakalıdır. Firmanın toplam aktifleri içinde bulunan sabit aktiflerin payının büyük olması bu firmada sabit giderlerinin de çok olacağı anlamına geldiğinden faaliyet riski de yüksektir. Sabit giderlerin yüksekliği, firmanın başa baş noktasını yükseltmekte aynı zamanda üretimin ve satışların düşük olduğu zamanlarda da sabit giderleri karşılamadaki zorluk satışlardaki dalgalanmalar karşısında net kardaki dalgalanmaların çok olmasına sebep olmaktadır. Bu özellikle hisse senetleri getirilerinde büyük bir risk unsuru sayılmaktadır (YÖRÜK, 2000).

Faaliyet gelirlerinin azalması bu giderlerin karşılanmasının zorlaşmasına sebep olduğu için ölçeğin zamanında küçültülememesi durumunda önemli zararlara yol açabilmektedir.

Faaliyet riskinden korunmanın en iyi yolu, sistemlerin azaltılması, sorumlulukların içsel kontrollerle net olarak ayrılması ve düzenli kontenjan planlamasından oluşmaktadır.

1.2.2.3 Yönetim Riski

Yönetim riski, işletmeleri doğrudan etkileyen yönetici hatalarından kaynaklandığı için yatırımcılar açısından da işletmenin verimliliği hakkında büyük ölçüde fikir edinmelerini sağlar. Bu yüzden firma yönetimi tarafından alınan kararların tümü ve bunlara uyulması doğrultusundaki kararlılık, işletme gelişimini olumlu veya olumsuz etkilemektedir (USTA & DEMİRELİ, Risk bileşenleri analizi: İMKB' de bir uygulama, 2010).

Yönetici hataları özellikle hisse senedi değerini belirleyen faktörleri büyük oranda etkilemektedir. Bunun bir sebebi olarak, firmanın karı ve satışları azalırken riskini de arttırmaktadır. Bu yüzden, sermaye piyasası gelişmiş olan ülkelerde, firmaların başarılı yöneticilerle çalışmasıyla birlikte hisse senedi değerinde büyük artış olduğu gözlenmektedir (AKGÜÇ, 2011).

Yönetim hatalarından dolayı, firmaların karlılığı ve satışları azaldığı gibi aynı zamanda riski de artabilir. Yöneticiler karar alırken çok dikkatli olmaları gerekmektedir. Yaptıkları hatalar firmanın verimliliğini büyük oranda etkilemektedir. Yatırımcılar firma hakkında bilgi toplarken yöneticilerin yetkinliğine yani yönetim riskine dikkat etmektedirler.

1.2.2.4 Endüstri Riski

Firmaların birden fazla sektörde faaliyet göstermesi karlarında ortaya çıkan değişimlere sebep olmaktadır. Bu dalgalanmalar hisse senetleri fiyatlarında değişimlere yol açmaktadır. Bu işletmelere yatırım yapan yatırımcılar ise gelir kaybına uğramaktadırlar. İş ve endüstri riski olarak tanımlanan bu risk, ekonomik durumlardan ve yasalardaki tutum ve değişimlerden kaynaklanmaktadır (KORKMAZ & CEYLAN, Sermaye Piyasası Ve Menkul Değer Analizi, 2010).

Endüstri riski belli durumlarda sistematik risk türü olarak, belli durumlarda ise sistematik olmayan risk türü olarak geçmektedir. Tüm sektörleri ele alındığı zaman sistematik risk türü olarak görülmektedir, riske maruz kalan sektördeki firmalar için ise sistematik riski oluşturmaktadır (NAGHIYEV, 2008).

Endüstride oluşacak değişimler, ekonomide meydana gelen değişimler aynı zamanda yasalarda ve tutumlardaki değişimlerden kaynaklanmaktadır. Yatırımcıların da piyasayı bu doğrultuda takip edip ona göre yatırımlar yapması gerekmektedir.

1.3 Risk Yönetimi ve Tarihsel Gelişimi

Risk yönetimi, riski tanımlama, kontrol etme ve ölçme sürecidir. Başka bir ifadeyle anlatmak gerekirse “işletmelerin yatırımlarında karşılaşılabilecekleri risklerin ayrıntılarıyla tanımlanıp, değerlendirilmesinde işletme yöneticisinin gerçekleştirdiği bir işlev olarak görülebilir” (GÖKŞİN, 2004).

Risk yönetimini etkin kılmak için, yatırımcının kazancını maksimum kılmak adına değişik riskleri bir bütün olarak ele alıp yöneterek risk ile getiriye dengede tutan sistemdir. Bu süreçte en önemli adım riskin belirlenmesi ve ölçülmesidir.

Dünyada ve aynı zamanda ülkemizde meydana gelen ekonomik krizler, finans sektörünün gelişmesi, küreselleşme gibi nedenlerden dolayı risk artmaktadır. Bu yüzden etkin bir risk yönetimi uygulanmalıdır.

Risk yönetimi, işletmenin yatırımlarında karşılaşılabileceği olası riskleri ayrıntısıyla tanımlayıp, değerlendirilmesinde işletme yöneticisinin gerçekleştirdiği bir işlev olarak görülebilir. Aynı zamanda; bir operasyon tarafından karşılaşılan kayıpların tanımı ve değerlendirilmesi bu tür kayıpların ele alınmasında en uygun tekniklerin seçiminde ve uygulanmasında sistematik bir süreç olarak tanımlanmaktadır.

Schmit ve Roth'a göre risk yönetimi; "maruz kalınan kayba bağlı belirsizliğin olumsuz etkisini minimize eden performans aktivitesi olarak tarif edilebilir" şeklinde tanımlanmaktadır.

Radja ise risk yönetimini; "örgütler ve bireyler tarafından maruz kalınan kayıp olasılıklarının değerlendirilmesi ve saptanması için en uygun teknik ve uygulamaların seçilmesiyle oluşan sistemik bir süreçtir" şeklinde tanımlamaktadır.

Risk yönetimi 1970'lerin ilk yarısında ortaya çıkıp gelişmeye başlamıştır. 1970'lerin başında dalgalı kur uygulamalarının yapılması farklı bir dönemi başlatmıştır. Risk yönetimi alanında ilk olarak 1988 yılında Basel Sözleşmesi düzenlenmiştir. Bu sözleşme bankaların kredi risklerini kapsayan piyasalardaki gelişmelerle birlikte birçok kez düzenlenmiştir. Bankaların kar elde etmeye yönelik kısa vadeli alım satım yapmaları ve bu şekilde elde ettikleri işlem hacminin büyümesi sebebiyle piyasa riskini gündeme getirmiştir. Bu sebepten dolayı 1996 yılında piyasa riskini de içerecek şekilde Basel Sözleşmesi yeniden tasarlanmıştır. 1999 yılında Basel Komitesi risk duyarlılığı daha fazla olan yeni bir taslak hazırlamıştır. Bu taslakta 200'ün üzerinde görüşler bildirilmiştir. Bu görüşler neticesinde Ocak 2001 yılında ikinci bir taslak çalışması kamuoyuna sunulmuştur ve Mayıs 2001'de de yeni görüşler toplanıp 2001 yılı sonunda yeni sermaye düzenlemeleri yapılarak 2004 yılında uygulanması planlanmıştır. Basel II; Bank of International Settlements (BIS) komitesince Haziran 2004'te son halini yayınlamıştır. 2006 yılı sonuna kadar ülkelerin bu uygulamaya geçmesi için zaman tanınmıştır. 2006 yılında eski ve yeni sistem birlikte çalışacak ve geçiş süresi sonunda 2007'den itibaren yeni Basel II kriterleri uygulanmaya başlanmıştır.

Bunun dışında, döviz kurlarındaki ve faiz oranlarındaki hareketlilik, kıyı bankacılığının gelişmesi, mal piyasalarındaki ve hisse senedi piyasasındaki volatilité, yasalarda ortaya çıkan köklü değişiklikler, küreselleşme ve benzeri önemli tarihi gelişmeler piyasalardaki hareketlenmeleri arttıran sebepler olmuştur. Bu gelişmeler neticesinde bilgisayara dayalı yeni istatistiksel modellerin ve yöntemlerin ortaya çıkmıştır. Finansal kurumların risklerinin ölçülmesinde geleneksel yaklaşımların yanı sıra riske maruz parasal değeri daha net bir şekilde ifade edebilecek yeni yöntemlere yer verilmesi gerekmiştir (KORKMAZ & CEYLAN, Sermaye Piyasası Ve Menkul Değer Analizi, 2010). Bu yöntemlerden biri olan RMD yöntemi finansal piyasalarda etkin olarak kullanılmaktadır.

Piyasalarda ve akademik alanda yapılan iki önemli çalışma risk yönetimi ilgili önemli gelişmelere sebep olmuştur. Akademik olarak Engle(1982) volatilité ölçümünü ve tahminini dinamik modellerle açıklamıştır. Engle'nin incelediği bilgiler modern risk yönetim tekniklerinin oluşturulmasında öncü olmuştur.

İkinci gelişme ise Wall Street'te J.P Morgan tarafından geliştirilen Risk Metrics programı olmuştur. Portföylerin temel piyasa riskinin ölçülmesiyle ilgili tekniklerin gelişimi program tarafından sağlanmıştır.

Risk yönetimi alanında 1970'li yıllardan beri süre gelen çalışmalarda sadece finans alanında çalışan bilim insanları değil aynı zamanda diğer bilim dallarında da çalışma yapan bilim insanları katkıda bulunmuşlardır. Ünlü fizikçi Ivy League, Tim Bollerslev gibi bilim insanları bu konuda yaptıkları çalışmalarla gündeme gelmişlerdir (Holton, 1995).

Risk yönetimi alanında gelişmelere katkıda bulunan diğer etmenler,

- 1970'li yılların başında sabit kur sistemine dayalı Bretton Woods sisteminin çökmesi, bu zamandan sonra Avrupa Para Birliği'nin para politikalarında devamlı değişkenlik göstermesi ve bu nedenle firmaların devamlı kur riskiyle karşı karşıya kalması,
- 1970'li yılların başında gelişmiş ülkelerde enflasyonist politikalar sebebiyle faizlerin düşmesi; 1990'lı yılların ortalarına kadar faiz oranlarındaki aşırı dalgalanmaların devam etmesi ve bu durumun, nakit akışlarını, fon maliyetlerini ve menkul kıymetlerin değerlerini negatif yönde etkilemesi,
- Hisse senedi piyasalarındaki değişkenlik, 1970 yılının başında yaşanan enflasyonist süreçte hisse senetlerindeki artışı büyük bir düşüşün takip etmesi sonucunda yatırımcıların zarar etmesi, bu tarihten itibaren yaşanan ekonomik krizlerden borsaların olumsuz yönde etkilenmesi, şeklinde sıralanabilir (DOWD, 1998) .

Risk yönetimi alanında en önemli etken '1988 Basel Sözleşmesi'dir. Bankaların kredi risklerinden bahseden bu sözleşme zamanla finansal piyasalardaki gelişmeleri takip ederek onları karşılayacak düzeyde birçok kez düzenlemelere gidilmiştir. Bankaların en önemleri görevlerinden biri olan kredi vermenin yanı sıra, finansal piyasalarda kar amacına yönelik alım-satım yapmaları ve bu şekilde oluşturdukları

işlem hacminin büyümesi peşi sırasında ‘piyasa risk’ ini getirmiştir. Bu gelişmeler üzerin BIS harekete geçmiş ve 1993 yılında başlayan çalışmalar 1996 yılında “ Basel Sözleşmesi’nin Piyasa Riskinin de İçerecek Şekilde Yeniden Düzenlenmesi” adı altında son halini almıştır.

1.3.1 Risk Yönetiminin Önemi

Uluslararası finans sektöründe yaşanan büyük çaplı krizler risk yönetimi kavramının önemini her geçen gün gözler önüne sermektedir. İstatistik ve matematikte meydana gelen gelişmelerle birlikte riskin tanımlanması ve ölçülmesinde gözlenen değişiklikler büyük oranda kolaylık sağlamaktadır. 1990 yılının başında meydana gelen iflasların ardından finansal piyasaları ölçmeye yönelik geliştirilen tekniklerle beraber risk yönetimi dikkat çekmeye başlamıştır. Özellikle finans piyasalarındaki enstrümanların kullanımının artması ve işlem hacimlerinin ekstra büyümesi, risk ölçüm metotlarının kullanıcı sayısını arttırmıştır.

Finansal risk yöntemleri genellikle riskin ölçülmesi, ölçülen bu riskin kontrolü ve yönetilmesi üzerine olmuştur.

Piyasa risklerinin, operasyonel riskler, kredi riskleri ve gelişmiş ölçüm yöntemleri ile ölçülmektedir. Tüm risk türleri geçiş aşamasında katsayıları ve standartları Basel II tarafından belirlenen standart ölçüm yöntemi ile ölçülmektedir.

Risk yönetiminin gerekliliğini ortaya çıkaran geçmişteki trendleri aşağıdaki başlıklar altında toplamak mümkündür.

- Merkez bankalarının para politikaları üzerindeki baskılarının azalması,
- Dünya üzerindeki mal ve sermaye akışında daha az baskı ,
- Yeni ekonomik blog ve göçlerin önemi,
- Yeni politik oluşumlar (Doğu Avrupa Ülkeleri),
- Daha volatil finans piyasaları,
- Finansal ve ekonomik kaynaklar için daha global rekabet,
- Teknoloji kullanımının hızla artması,
- Yeni finansal ürünlerin artması ve risk yönetiminde devrim,
- Risk ticaret bankaları yaratmak,
- Finansal piyasaların iç içe geçmesi.

Fakat bu standart yöntemler, farklı piyasalar ve bununla beraber gelişen farklı koşulları dikkate almayan, esneklikten uzak ölçüm modelleridir.

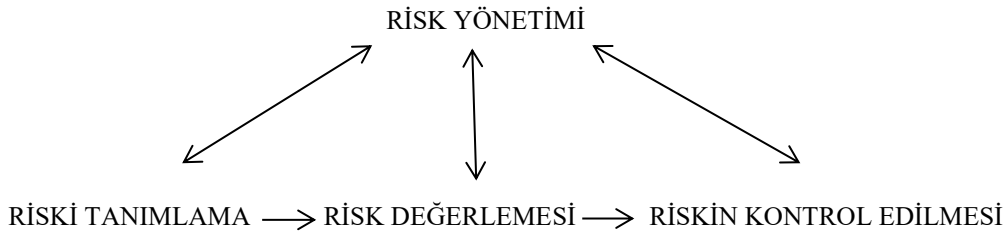
1.3.2 Risk Yönetiminin Amaçları

Bankacılıkta risk yönetiminin asıl hedefi karşılanabilecek risklerin ve amaçlanan getiri arasında finansal şeklini koruyarak konumlamaktır. Bu yüzden risk yönetim sistemi, bankanın stratejileri ve risk iştahıyla banka faaliyetlerinin büyüklüğü arasında gerekli orantıyı sağlamaktadır. Risk yönetiminin amacı, sigorta sektörünün, menkul kıymetler ve bankacılığın içinde taşıdığı tüm riski ölçmesi ve yönetmesidir.

Risk yönetiminin amacı firmanın risk almasını önlemek değildir. Risk yönteminin asıl amacı, firmayı finansal anlamda güçlendirmek ve karşılanması mümkün olmayan zararları fark ederek bunları önlemektir.

1.3.3 Risk Yönetim Süreci

Risk yönetimini sürecini ifade etmek gerekirse, zararın oluşma ihtimaline karşı riskin önlenmesi, riskin önlenememesi durumunda ise zararın minimuma indirilmesi için riskin kontrol edilmesi, kâr ihtimalinde riskin tolere edilmesi olarak özetlenebilmektedir. Finansal işletmelerin risk yönetimindeki hedefi, risk finansal hizmet çeşitliliği üreterek hissedarlarına en fazla değeri sunmak ve gelirlerini maksimize etmektir.



Şekil 1: Risk Yönetimi Fonksiyonları

Ülkemizde, 08.02.2001 Tarih ve 24312 Sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren “Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkında Yönetmelik’ in 29. Maddesi’nde risk yönetim sürecinin, “Banka üst düzey yönetimi ile risk yönetimi grubunun beraberce belirlediği ve yönetim kurulunun onayladığı esaslar çerçevesinde; risklerin tanımlanması, ölçülmesi, risk politikaları ve uygulama usullerinin oluşturulması ve uygulanması, analizi, izlenmesi, raporlanması, araştırılması, teyidi ve denetimi” safhalarından meydana geldiği belirtilmiştir.(BDDK, 2001)

Risk yönetiminde özellikle üzerinde durulması gereken dört aşama vardır. Bunlar;

- Elde tutulan varlıkların değerini bilmek (belirlemek),
- Gelecek ile ilgili en uygun zaman periyodunu belirlemek,
- Gelecekteki olası olayları tanımlamada oluşturulacak senaryoların sınırını belirlemek,
- Gelecekteki senaryolara bağlı portföylerin değerini belirlemektir.

Bu aşamalar göz önünde bulundurularak risk yönetim süreci oluşturulmalıdır. Oluşturulan bu süreç her işletme için aynı olmayabilir. Hindy için risk yönetimi süreci dört aşamadan oluşmaktadır. Bunlardan ilki riski anlaması ve ölçümüdür. Menkul kıymet alıp satan bir yatırımcı, beklenen elde tutma süresi boyunca menkul kıymetlerin fiyatında olası hareketleri bilmesi durumunda risk ölçümünü yapabilmektedir. İkinci aşama ise analiz aracının belirlenmesidir. Burada riske maruz kalma düzeyini azaltabilecek farklı araçların analizleri yapılmaktadır. Üçüncü aşama ise bulunan pozisyonun riskinin yönetilmesini kapsamaktadır. Yeni olaylar ve bilgiler riskin yapısını etkiler. Etkili risk yönetimi için gelecekteki farklı sonuçların ortaya konması gerekmektedir. Son aşama ise performans değerlemesidir. Risk yönetim politikaları değerlemeden sonra revize edilir (AYDIN, BAŞAR, & COŞKUN, 2015).

Risk yönetim sürecinin aşamalarına dair açıklamalar ise bahsi geçen yönetmelikte aşağıdaki gibi özetlenmektedir.

- Riskin tanımlanması: Risk yönetiminin en önemli adımı riskin doğru tanımlanmış olmasıdır. İlk aşamada, firmanın maruz kaldığı ya da yüklendiği riskin özellikleri açık bir şekilde tanımlamak ve gerekli birimleri konu hakkında bilgilendirmelidir.
- Riskin ölçülmesi: Yüklenen risklerin belirli ölçütler ve kriterler eşliğinde sayısal ve istatistiksel olarak ifade edilmesidir. Belirsizliğin ortadan kaldırılarak rakamlarla ifade edilebilecek hale getirilmesi, riskin değerlendirilmesi ve yönetilmesi imkânına sahip olup olunmadığına karar vermek için önemlidir.
- Risk politikaları ve uygulama usullerinin oluşturulması ve uygulanması: Risk politikaları yönetim kurulu tarafından yazılı standartlarla ifade edilip

yürürlüğe konulmalıdır. Bu yazılı standartlar, denetleyici kurumun belirlediği kriterlere göre oluşturulmalıdır. Risk politikaları, risk limitlerini belirlenmesi, limit aşımı durumunda izlenecek yolları, riskin ölçülme yöntemleri, denetleyici kuruma bildirme usulleri gibi durumlardan oluşmaktadır.

- Riskin analizi, izlenmesi ve raporlanması: Risk yönetimi yüklenilen riskleri, bu riskin yönetilmesini, kar-zarar hesaplamalarını ve riskin kontrolünü içermektedir. Kontrol edilebilen risklerin etkisini azaltma yöntemlerinin bulunması, kontrol edilemeyen risklerin sona erdirilme çalışmaları ya da etkilediği bankacılık faaliyetlerinin azaltılmasını içerir. Firma maruz kalınan risklerinin düzenli olarak kontrolünü sağlar bunları analiz eder. Böylelikle, risk faktörünün zamanında raporu alınarak gerekli tedbirler alınması sağlanır.
- Sürecin yönetilmesi ve denetlenmesi, iç ve dış denetim faaliyetlerinin tamamını kapsamaktadır. Düzenli olarak denetim yapılarak, oluşturulan risk modellerinin istatistiksel ve ekonomik yönden tutarlılıklarının teyit edilmesi sağlanmaktadır.

Genel bir tanımla, risk yönetim sürecinin evreleri;

- Riskin tanımlanması ve ölçülmesi,
- Risk toleransının kabul edilebilir kayıp tutarının belirlenmesi,
- Riskin gerçekleşmesi durumunda bankanın faaliyetlerine devam edebilmesine yetecek sermayeye sahip olduğunun belirlenmesi,
- Risk – getiri optimizasyonunun sağlanması ve sermayenin etkin kullanımının temin edilmesi olarak ifade edilmektedir (GÜVENCİ, 2011).

Risk yönetiminin en önemli adımı, elde edilen bilginin rakama dönüştürülerek etkisini ölçebilir duruma getirmektir. Bilginin rakamlara dönüştürülmesi için ise bir çok yöntem vardır. Bunun için en etkili yöntem ise Riske Maruz Değer hesaplama yöntemleridir.

1.4 Geleneksel Risk Ölçüm Metodları

Geleneksel risk ölçüm metodları, ölçülebilen ve miktar olarak değerlendirilebilen olmak üzere dört başlık altında inceleyebiliriz. Bunlar; Boşluk analizi (gap analizi), süre analizi (durasyon analizi), istatistiki ve senaryo analizi olarak adlandırılmaktadır.

Gap Analizi; eksikleri olmasına rağmen faiz oranı riskini ölçen bu yöntem finansal kurumlara uygulamada büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Gap belirli bir dönemde, faize duyarlı aktifler ve pasifler arasındaki farkı göstermektedir. Uygulaması kolaydır ama inceleme dönemi tercihinden etkilenebilmektedir.

Gap Analizi; uygulaması kolay olmakla birlikte sadece bilanço içi faiz riskini ölçer ve o döneme hassasiyet gösteren bir yöntemdir. Gap Analizi aktif ve pasif kalemleri vade yapısına göre sınıflandırır, seçilen bu dönemde portföyler belirlenen faiz oranında yeniden fiyatlanır ve faize duyarlı hale getirilir. Aradaki fark Gap' leri verir ve farklı zaman ve faiz oranlarıyla yeniden hesaplanıp firmanın kar-zarar durumunu nasıl etkileyeceği tespit edilir.

Formül şeklinde ifade etmek istersek;

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

Durasyon Analizi: Beklenen nakit akışının ortalama vadeye göre yeniden fiyatlandırılarak bugünkü değerini veren yönetime durasyon analizi denir. Gap analizinden farkı;

- Defter değeri yerine piyasa değerini ön plana çıkarması
- Net gelirdeki değişimi değil aktif veya pasif kalemlerdeki değişimi ele alması

Durasyon analizinin Gap analizinden daha kullanışlı kabul edilmesinin sebebi net gelirdeki değişimi değil aktif veya pasif kalemlerdeki değişimi ele almasıdır. Durasyon analizinin olumsuz özelliği ise faiz riski dışındaki riskleri dikkate almamasıdır.

$$\text{Durasyon} = D = \frac{\sum_{t=1}^m t * PVF_t}{\sum_{t=1}^m PVF_t} \quad (1.5)$$

Yukarıdaki formül durasyonun bulunmasını sağlamaktadır.

Durasyon analizi, faiz oranı riskini ölçmektedir. Net gelirdeki değişimi dikkate almak yerine aktif ya da pasiflerin fiyatlarındaki değişimi dikkate alan durasyon,

finansal varlıkların fiyatındaki hassasiyeti ölçmek için esneklik ölçüsü olarak da kullanılmaktadır. Aktif ve pasiflerin durasyon katsayısı karşılaştırılarak faiz oranındaki değişimin net kar ve öz kaynak üzerindeki etkisi incelenmektedir.

Geleneksel risk ölçüm metotlarının istatistiksel analizi söz konusu bankaya ait nakit akış tabloları üzerinden çalışılmaktadır. Statik ve dinamik simülasyon analizleri olmak üzere iki gruptan hesaplanabilmektedir. Statik yöntemde, anlık bilanço veya bilanço dışı işlemlerden kaynaklanan kar veya zararı simüle eden senaryolara yer verilmektedir. Dinamik yöntemde ise herhangi bir döneme ait bankanın gerçekleşen faaliyetlerinden meydana gelen değişimleri ifade etmektedir (AYDIN A. , 2010).

Senaryo analizi; üretilen farklı senaryolara bankanın mevcut temel göstergelerinin hangi yönde bir değişim gösterdiğini ve nasıl değiştiğini gösteren analizdir. Birden çok farklı varyasyonlarla üretilen senaryolar bankanın maruz kalabileceği maksimum zararı belirlemeye çalışır. Ortaya çıkarılmaya çalışan senaryolar ve değerlendirmeler, firmanın tecrübe ve yetenekleriyle doğru orantılıdır (YÜCEL, 2003).

1.5 Risk Ölçüm Metodu Olarak Riske Maruz Değer

Riske Maruz Değer; getirisi bir stokastik değişken olarak tanımlanabilen herhangi bir finansal portföyün belirlenen herhangi bir yatırım dönemi içerisinde, seçilen güven düzeyi içerisinde $(1 - \alpha)$ kadar kaybedeceği maksimum para miktarıdır (GÜRSAKAL, 2007).

Bu yöntemin diğer yöntemlere kıyasla öne çıkmasının sebebi, Riske Maruz Değerin istatistik temeline dayanması ve portföy riskini tek rakamda toplayabilmesidir.

Riske Maruz Değer yönteminin,

- Riski tanımlamak için genel bir dil oluşturması,
- Etkin ve istikrarlı risk yönetimine, risk limitlerinin belirlenip ve geliştirilmesine temel oluşturması,
- Kuruluş genelini kapsayan denetim mekanizması kurulmasına yardımcı olması,
- Yatırımcıların da anlayabileceği, anlaşılabilir bir araç olması, gibi özellikleri tercih edilmesinin sebeplerindendir.

Bu çalışmanın birinci bölümü risk kavramı ve yönetimi üzerinde durulmuştur. Risk kavramı, risk yönetiminin dünyada ve Türkiye’de gelişimi, risk çeşitleri üzerinde durulduktan sonra çalışmanın devamında piyasa riski ölçüm yöntemleri üzerinde kısaca bilgi verilmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

RİSKE MARUZ DEĞER (VaR)

2.1 Riske Maruz Değerin Tanımı ve Tarihsel Gelişimi

Riske Maruz Değer, finansal piyasalarda belirli bir güven aralığında, belirli bir dönem içerisinde meydana gelebilecek en büyük zararı geleceğe yönelik bir bakışla, herkesin anlayabileceği bir şekilde ifade eden bir yöntemdir. Bir diğer ifadeyle Riske Maruz Değer, elde tutulan portföyün veya varlığın değerinde belirli bir olasılıkta ve belirli bir zaman diliminde meydana gelebilecek maksimum değer kaybını tahmin etmeye yarayan bir ölçüttür.

Riske Maruz Değer kavramının herkes tarafından kabul görmüş tanımı “sabit bir portföyün, belirli bir zaman aralığı içerisinde muhtelif yöntemlerle tahmin edilen en yüksek değer kaybı” şeklindedir.

Risk yönetimi içerisinde en çok kullanılan metot olan Riske Maruz Değer, temelinde istatistik ve olasılığa dayanmaktadır. Riske Maruz Değer belirli bir süreç içerisinde belirlenen güven düzeyi ile maksimum zararı bir nokta tahmini olarak sunmaktadır. Riske Maruz Değer yöntemi ile, piyasanın olasılık dağılımını öngörerek portföyün risk sınırlarını belirlenir (DESHENG & DAVID, 2013).

Riske Maruz Değer için yapılan bir başka tanım ise şöyledir; Getirisi stokastik değişken olarak tanımlanan bir finansal portföyün (R) belirlenen bir yatırım dönemi içinde (τ) ve belirlenen bir güven düzeyinde ($1-\alpha$) kaybedebileceği maksimum para değeridir. Dolayısıyla Riske Maruz Değer aşağıdaki denklemin çözümüne karşılık gelmektedir (Philippe De Brouwer, 2001).

$$\alpha = \int_{-\infty}^{-VaR} f_{R(t)}(x)dx$$
$$\alpha = P[R(t) < -VaR] \quad (2.1)$$

Riske Maruz Değer yöntemi sonuç olarak, elimizdeki herhangi bir portföyün maruz kalabileceği olası zararları ifade etmenin en kolay yoludur. Riske Maruz Değer sadece bir risk yönetim aracı değildir, aynı zamanda şirketlerin risklerine ilişkin bilgilerin raporlanmasında, kaynak tahsisi yapmasında yani getirilerin riske uyarlanmasında yardım ettiği için kaynakların şirket içinde kullanımının belirlenmesinde ve performans değerlendirmesinde kullanılmaktadır.

Riske Maruz Değer yöntemi, ilk olarak 1980li yılların sonunda finansal işletmeler tarafından, portföylerinin risklerini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. 1994'te JP Morgan, Riske Maruz Değer yöntemi için piyasa standartlarını oluşturmak istemiş ve RiskMetrics sistemini ortaya çıkarmıştır. Bu sistem Riske Maruz Değer kullanımında büyük kolaylıklar sağlamış ve büyük oranda hız katmıştır.

Riske Maruz Değer, klasik risk ölçüm tekniklerine kıyasla daha basit ve anlaşılması kolaydır. Bir işletmenin risk durumunu bir bütün olarak ele alan ve risk tutarlarını riskin meydana gelme olasılığıyla ilişkili bir şekilde ifade eden bir yöntemdir. İstatistiksel açıdan bakıldığında Riske Maruz Değer, bir örneklem üzerinden hesaplanan portföyün zarar dağılımı olarak tanımlanabilir. Belirli bir güven düzeyinde olası maksimum zararı ölçen yöntem Riske Maruz Değer denir (ARTZNER, 1999).

Belirli bir zaman dilimindeki kayıp ve getiri dağılımı için α güven düzeyi belirlendiyse, Riske Maruz Değer bu dağılımda solda kalan $(1-\alpha)$ ' ya karşılık gelmektedir. Diğer bir ifadeyle Riske Maruz Değer söz konusu olasılıkların dışında kalan bölgedeki kar-zarar olasılık dağılımlarının gerçekleşmesi olağan kayıplarının dereci hakkında bizi bilgilendirmektedir (DEMİRELİ, 2007).

1980li yıllarda Amerika'da türev ürünlerinin gelişmesi beraberinde Riske Maruz Değer kavramını ortaya çıkarmıştır. Bu türev ürünlerinin yeni zorluklar getirmesiyle mevcut risk ölçümleri yetersiz kalmaktaydı. Riske Maruz Değer, 1980li yılların sonunda finansal işletmeler tarafından, portföylerinin risklerini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. 1994 yılında J.P. Morgan tarafından geliştirilen bir Riske Maruz Değer ölçütü olan 'RiskMetrics'i onun için gerekli olan veri setiyle beraber 1994 yılının Kasım ayında ücretsiz olarak kullanıma bırakmıştır. Türkiye'de ise 3 Kasım 2006 yılında BDDK Riske Maruz Değer yöntemlerinin bankalar tarafından piyasanın riskini hesaplamasında kullanılabileceğini belirtmiştir (www.bbdk.org.tr).

Piyasa düzenleyicilerin çoğu Riske Maruz Değer yöntemiyle yakından ilgilenmişlerdir. 1995 Nisan ayında Basel Komitesi, bankaların denetlenmesi ve piyasa riskleri karşısında sermaye gereksinimlerinin hesaplanmasını Riske Maruz Değer yöntemlerinden biriyle hesaplanmasını tavsiye etmiştir. 1995 Haziran ayında Federal Reserve Bank (FED), "ön taahhüt yaklaşımı" çerçevesinde, piyasa risklerinin tespitlerinde ve bankaların sermaye gereksinimleri Riske Maruz Değer yöntemlerini kullanmalarına izin vermiştir. 1995 Aralık ayında U.S. Securities and Exchange Commission (SEC) piyasa riskleri ve diğer finansal riskler için Riske Maruz Değer modellerinin kullanılabileceğini açıklamıştır. Bunun yanında SEC, güven düzeyinin % 95'ten az olmaması gerektiğini vurgulamıştır. 1996'da yürürlüğe giren Avrupa Birliği Sermaye Yeterliliği Direktifi, yabancı kur pozisyonuna bağlı olarak meydana gelen

sermaye yeterliliğinin hesaplanmasında ve diğer finansal risklere karşı Riske Maruz Değer modellerinin kullanımına izin vermiştir. Türkiye’de ise 3 Kasım 2006 yılında BDDK tarafından yayımlanan tebliğde Riske Maruz Değer yöntemlerinin bankalar tarafından piyasa risklerinin hesaplanmasında kullanılabileceği belirtilmiştir.

Finansal piyasalardaki volatilitenin giderek artması risk yönetim endüstrisini etkilemektedir. VaR kavramının duyulmaya başlanması sebebi bu şekilde tahmin edilemeyen birkaç finansal felaketler yaşanmasıdır. Daiwa, Orange County, Barings, Metallgesellschaft ve diğer finansal felaketler Riske Maruz Değer yöntemine duyulan ilgiyi artırmış ve finansal riskin yönetiminin zayıf olması yüklü miktardaki kayıplara sebep olabileceğini göstermiştir (GÖKGÖZ D. , 2006).

Best’e göre ise Riske Maruz Değer; “belli bir güven düzeyinde portföyün tecrübe edebileceği maksimum kaybı tahmin edebilen bir risk ölçüsüdür” şeklinde tanımlanmaktadır.

Riske Maruz Değer portföy merkezli hesap yapabildiği gibi aynı zamanda menkul kıymetler merkezli de hesaplama yapabilmektedir. Portföy merkezli Riske Maruz Değer hesaplama yönteminde farklı pozisyonlarda ve risk faktörlerinde ileri gelen riskler ortaya çıkmaktadır. Riske Maruz Değer bu riskleri birleştirip tek bir değer olarak ifade etmektedir. Bu yüzden Riske Maruz Değer, portföydeki gerçek ve de gerçeğe en yakın riski göstererek riskin miktarını belirler böylelikle portföy çeşitlenmesinin etkisini göstermiş olur (YILDIRIM & ÇOLAKYAN, 2014).

2.2 Riske Maruz Değer Yönteminin Kullanıldığı Alanlar

Riske Maruz Değer, performans ölçümü, risk limitlerinin belirlenmesi, sermaye yeterliliği uygulamaları, risk raporlaması, sermayenin iş dağılımının belirlenmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Riske Maruz Değer, piyasa verilerinin çok olduğu, sık sık alım satım olan araçlarda daha iyi sonuçlar verir. Aktif- pasif ürünlerin ikincil piyasalarda alım ve satımı olmadığı için risklerinin ölçümünde Riske Maruz Değer’e dayalı yöntemler ve geleneksel risk ölçüm metodlarının ortak kullanımı sonucunda daha etkin sonuçlar vermektedir.

Riske Maruz Değer sadece önemli bir yatırım aracı değildir, bunun yanı sıra kurumun potansiyel kayıplarının farkındalığını sağlaması, kaynak tahsisi ve kullanımı, raporlama getiri/risk dengesinin ölçülmesine imkân sağlaması gibi birden fazla alanda da kullanılmaktadır.

Riske Maruz Değer aynı zamanda denetleyiciler, yasal düzenleyiciler ve derecelendirme kuruluşları tarafından kullanılmaktadır. Riske Maruz Değer yöntemini kullanarak firmanın karşı karşıya olduğu riski müşterilerine ve halka açıklama imkânı sağlamaktadır. Dünya’da sermaye karşılığı ayırma zorunluluğunun Riske Maruz Değer ile ölçülmesinin yanı sıra, ABD’de halka açık şirketlerin türev piyasalardaki işlemleriyle ilgili Riske Maruz Değer ölçümlerini halka açıklama zorunluluğu vardır. Teminat oranları genel olarak Riske Maruz Değer yaklaşımı kullanılarak hesaplanmaktadır. Böylelikle, Riske Maruz Değer modellerinin uygulanması ve anlaşılmasının önemi, tahmin modellemesinin çok ilerisinde gidebilmektedir (NAGHIYEV, 2008).

Riske Maruz Değer, bir firmanın ihtiyacı olan sermaye miktarının belirlenmesinde ve aynı zamanda kısıtlı sermaye kaynağını nerelere aktaracağına karar verilmesinde kullanılan bir yöntemdir. Firmanın toplam riski bölümlere ayrılıp incelendiğinde Riske Maruz Değer toplam riske katkısı az olan pozisyonların risk yönetimine dahil edilmemesi kararına yardımcı olabilir. Riske Maruz Değer ölçümleri, risk- getiri bazında gerçekleştirilen kar maksimizasyonu için gerekli teşviğin verilmesini sağlar.

İşletmenin yeni bir yatırım kararı almadan önce Riske Maruz Değer yöntemini kullanarak riskin performansı ölçülebilir. Riski yüksek olan bir işletmenin performansı iyi değildir. Bu yüzden Riske Maruz Değer yardımcı ölçülen risk aynı zamanda yatırım kararını vermede etkili bir yöntemdir.

Riske Maruz Değer, risk için performans ayarlamasında kullanılmaktadır. Performans değerlemesi riskten kaçmayan yatırımcılar için çok önemli bir olgudur. Risk-sermaye ilişkisinde hareket ettiğimizde Riske Maruz Değer hesaplamaları, finansal piyasalarda işlem yapan yatırımcılara destek sağlamaktadır. Ortak bir sayısal değer belirlemesi sebebiyle, yatırımların karşılaştırılması kullanılmaktadır (KORKMAZ & CEYLAN, Sermaye Piyasası Ve Menkul Değer Analizi, 2010).

Geçmiş dönemde yaşanan ekonomik sıkıntılar sebebiyle yetkili otoriteler tarafından piyasanın güvenilirliğini sağlamak için kuruluşlara, karşılaşılabilecek risklere karşı minimum seviyede sermaye karşılığı ayrılmasını zorunlu kıldı. Bundan dolayı, Basel Komitesi, Amerikan Merkez Bankası (FED) ve Avrupa Birliği’ndeki düzenleyici otoriteler Riske Maruz Değer yöntemini risk ölçümü olarak belirlemişlerdir. 1995 Aralık ayında ABD Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu (SEC), firmaların piyasa risklerini halka duyurmasını zorunlu kılmıştır (KORKMAZ & CEYLAN, Sermaye Piyasası Ve Menkul Değer Analizi, 2010). Böylelikle Amerika’da şirketlerin Riske Maruz Değer ölçümünü halka ilan etmektedirler. Riske Maruz Değer yöntemi Türkiye’de BDDK tarafından sermaye yeterliliği ölçütü olarak kullanımdadır.

Riske Maruz Değer yönteminin önemli bir özelliği de, işletmelerin risklerini yorumlayarak önceden olası kayıpları önlemeye yönelik çözümler üretmelerini sağlamaktır. Bu durumun gerçekleşmesi için, işletmelerinin bünyelerinde bağımsız risk birimleri oluşturmaları gerekmektedir. İşletmeler finansal risklerini koruması konusunda eksik bilgiye sahip oldukları durumunda, profesyonel kuruluşlardan bu konu için destek almaktadırlar. Riske Maruz Değer ölçümleri aynı zamanda anlaşmazlıkların ortaya çıktığı finansal sözleşmeler için delil niteliği taşımaktadır (KORKMAZ & CEYLAN, Sermaye Piyasası Ve Menkul Değer Analizi, 2010).

2.3 Riske Maruz Değerin Ölçülmesinde Kullanılan Parametreler

Yapılan literatür taramaları sonucunda RMD hesaplamasında kullanılan parametreler; elde tutma süresi, güven aralığı, örneklem periyodu ve finansal varlıkların getirilerinin dağılımı ve portföy çeşitliliğidir.

2.3.1 Elde Tutma Süresi

Riske Maruz Değer hesaplaması, bir risk faktörünün ya da bir portföyün belirli bir zaman dilimindeki fiyat değişimlerinin ölçülmesine dayandığı için, elde tutma süresi portföy değerindeki değişimin ölçüleceği zaman aralığı olarak tanımlanmaktadır.

Risk ve elde tutma süresi arasında doğru bir orantı vardır. Süre uzadıkça beklenen fiyattaki değişim bir o kadar yüksek olacaktır. Pek çok banka Riske Maruz Değer hesaplamalarında 1 günlük elde tutma süresini kullanmaktadırlar (AKÇAY & BOLGÜN, 2016).

Elde tutma süresini etkileyen üç temel faktör bulunmaktadır. Bunlar;

- Faaliyet gösteren piyasanın likiditesi,
- Modeldeki normallik varsayımı,
- Portföy içeriği değişim sıklığı

Elde tutulan hisse senetlerinin hızlı bir şekilde elden çıkarılmaya olanak veren likit piyasalarda ise kısa elde tutma süresi belirlenir, likit olmayanlarda ise uzun elde tutma süresi belirlenir. Portföydeki varlıkların getirilerinin normal dağılıma uymamasına rağmen, normallik varsayımının geçerli olabilmesi kısa elde tutma süresiyle gerçekleşebilir. Uzun dönemlerde portföy içeriğinin sıklıkla değişmesi de kısa elde tutma süresini seçilmesine sebep olur.

RMD hesaplamalarında elde tutma süresini yansıtmak, zamanın karekökü ile ilişkilendirmek demektir. Bu ilişki “Geometrik Brownian Hareketi” yaklaşımına dayanmaktadır (AKÇAY & BOLGÜN, 2016).

Elde tutma süresi uzadıkça aynı zamanda piyasa riski artacaktır, başka bir ifadeyle fiyat değişikliği beklenenden yüksek olacaktır. Bankaların çoğu Riske Maruz Değer hesaplamalarında 1 günlük elde tutma süresini kullanmaktadırlar. Bunun sebebi, elde tutulan portföy genelde döviz, bono gibi çok likit varlıklardan oluşmaktadır. Basel Komitesi Riske Maruz Değer hesaplamasında 10 iş günü olarak elde tutma süresini kullanmasını istemektedir.(BIS, 1995b: 12-13).

252 iş günü olarak alınan finansal veriler, risk faktörlerine ilişkin filtreleme işlemleri gerçekleştirildikten sonra kullanılmalıdır. Daha uzun dönemli verilerin kullanımı stres testleri ve senaryo analizleri için önemlidir.

Piyasalardaki likidite azlığı sebebiyle riskin doğru ölçümü için uzun elde tutma süresi tercih edilmektedir. Türkiye’de Basel Komitesi önerilerinde olduğu gibi 10 günlük elde tutma süresi kullanılmaktadır. BDDK, %99 güven düzeyinde, en az 10 iş günü üzerinden Riske Maruz Değer hesabı yapması gerekliliğini belirtmektedir.

Buna göre elde tutma sürelerine ilişkin RMD hesaplama değerleri aşağıdadır:

1 günlük elde tutma süresi	$= \sqrt{1}$	$= 1$
10 günlük elde tutma süresi	$= \sqrt{10}$	$= 3,1623$
250 günlük elde tutma süresi	$= \sqrt{250}$	$= 15,8114$
252 günlük elde tutma süresi	$= \sqrt{252}$	$= 15,8745$

2.3.2 Güven Aralığı

Riske Maruz Değer hesaplamalarında kullanılan önemli parametrelerden biridir. Yapılan seçim Riske Maruz Değer modelini doğrudan etkilemektedir. Güven aralığının yüksek olması Riske Maruz Değer değerlerinin de o kadar yüksek olacağı anlamına gelmektedir.

Kurumlar sistem geçerliliği için düşük güven aralığını kullanırken, sermaye yeterliliği ve risk yönetimi için yüksek güven aralığını tercih etmektedirler. Raporlama ve karşılaştırma için ise ikisinin arasında bir güven aralığını seçmeyi tercih etmektedirler.

Güven düzeyinin %99 olarak belirlenmesi, hesaplanan Riske Maruz Değer'den yüksek bir zarar olasılığının %1'in altında olacağını ifade etmektedir. Güven aralığı %95 seçilirse Riske Maruz Değer'den daha fazla bir zarar olasılığı %5'e kadar yükselecektir.

Finansal işletmeler tarafından tercih edilen güven aralıkları %90 ve %99 arasında bir değer almaktadır. Aşağıda bazı kuruluşların güven aralıkları verilmiştir: (Duman 2000: 24; Penza and Bansal 2001: 64; BDDK 2001).

- Basel Komitesi % 99 güven düzeyini,
- BDDK %99 güven düzeyini kullanmaktadır.
- JP Morgan'ın Riskmetrics modeli % 95 güven düzeyini,
- Chase Manhattan ise % 97,5 güven düzeyini,
- Bankers Trust ise %99 güven düzeyini,
- Citibank ise %95,4 güven düzeyini,
- Mobil Oil %99,7 güven düzeyini,
- Bank of America %95 güven düzeyini

Tablo 1: Standart Normal Dağılım Tablosunda Yüzde Değer Karşılıkları

Güven Aralığı (%)	99,99	99,50	99,00	95,00	90,00	84,13	50,00
Std. Sapma Değeri	3,719	2,576	2,326	1,645	1,282	1,00	0,00

Kaynak: Ege (2006:67)

2.3.3 Örneklem Periyodu

Riske Maruz Değer hesaplama sürecindeki parametrelerden biri de, fiyat değişimlerinin gözleneceği ve buna istinaden korelasyonun ve volatilitenin hesaplanacağı gözlem periyodudur. Seçilen gözlem periyod uzunluğu, bu periyod içinde bulunan fiyatların volatilitesi ve aynı elde tutma süresi içinde hesaplanan Riske Maruz Değer rakamları değişiklikler göstermektedir.

Bu değişliği göz ardı etmeyen Basel Komitesi, tarihsel örnekleme gözlem periyodunu bir yıllık asgari süre 252 iş günü olarak belirlenmiştir. Tarihsel verilerin fiyat hareketlerinin kaydedildiği zamanki data setleri düzenli olarak yenilenmesi gerekli ve fiyat değişiklikleri hemen yansıtılarak yenide data setiyle Riske Maruz Değer hesaplanmalıdır (AKÇAY & BOLGÜN, 2016).

2.3.4 Finansal Varlık Getirilerinin Dağılımı

Finansal varlıkların getirilerinin doğrusal ya da doğrusal olmaması Riske Maruz Değer hesaplamaları yaparken yöntemin seçimi bakımından önem göstermektedir. Tahvil, Bono, Swap, Forward gibi finansal varlıkların getirileri doğrusaldır. Bu yüzden parametrik Riske Maruz Değer yöntemi, bu finansal varlıklar için çok iyi sonuçlar vermektedir (AKÇAY & BOLGÜN, 2016).

Getirilerin dağılımı ve özellikleri hangi Riske Maruz Değer yönteminin kullanılacağı konusunda belirleyici bir unsurdur. Örneğin Parametrik Riske Maruz Değer yönteminde getirilerin normal dağıldığı varsayılmaktadır ve hesaplamalar buna göre yapılmaktadır.

Doğrusal olmayan getiriler için parametrik Riske Maruz Değer yöntemi istenilen iyi sonuçları verememektedir. Bu yüzden bu tür finansal varlıklar için simülasyona dayalı yöntemleri kullanmalıyız.

2.3.5 Portföy eşitliliği

Portföy riski ölçülürken portföyde bulunan varlıkların arasında korelasyon olması gereklidir. Tarihsel verilere dayanarak hesaplanmış olan korelasyon rakamları, negatif piyasa şartlarında geçmiş değerlerinden çok daha farklı seviyelere gelmektedir.

Basel Komitesi, sermaye zorunluluğu tespitinde, risk faktörleri grupları bazında hesaplanan Riske Maruz Değer rakamlarının basit aritmetikleri toplamı alınarak tüm bankalar için ortak bir Riske Maruz Değer rakamı hesaplamasını önermektedir. Her bir risk faktörü kategorisinde kullanılan korelasyonun geerliliğimi de piyasayı denetleyen kurum tarafından incelenmesi belirtilmektedir.

2.4 Riske Maruz Değer Yönteminin Güçlü ve Zayıf Yönleri

Riske Maruz Değer metodu yasal düzenleyiciler ve derecelendirme kuruluşları tarafından kamuyu aydınlatma aracı olarak kullanılmaktadır. Halka açık firmalara yatırım yapan yatırımcılar, yatırım yaptıkları şirketin finansal durumunu açık bir şekilde görmek isteyecektir. Bu yüzden yasal düzenleyiciler ve derecelendirme kuruluşları işletmelerin riskini halka ve yatırımcılara açıklamak durumundadırlar. Adı geçen kurum ve kuruluşlar Riske Maruz Değer metodunu kullanarak firmaların içinde bulunduğu riski halka ve yatırımcılara açıklayarak aydınlatıcı olma görevini yerine getirmiş olurlar.

Riske Maruz Değer'in en önemli avantajı, uygulama kolaylığı ve sade olmasıdır. Teknik bilgilere ihtiyaç duymadan yöneticileri ve diğer ilgili kişileri kolayca bilgilendirebilir ve anlamalarını sağlar. Bir de Riske Maruz Değer portföydeki bireysel varlıklara odaklanma zorunluluğu bulunmaksızın tek bir portföy için de net sonuç verebilir.

Riske Maruz Değer dezavantajları ise tüm Riske Maruz Değer yöntemlerinin tarihi simülasyon hariç normallik varsayımı aramasıdır. Fakat iade normal olarak dağıtılmaz ve piyasada çok fazla olay oluşur (BOZKAYA, 2013).

Riske Maruz Değer hesaplamaları bazı sebeplerden dolayı güçleşmektedir (CARLO, CLAUDIO, & CARLO, 2001). Bunları sıralamak gerekirse;

- Finansal enstrümanların karmaşık oluşu,
- Portföy büyüklüğü,
- Hesaplamaların hızını artırmada kullanılan tahminler
- Riske Maruz Değer hesaplarında yapılan istatistiki hatalar.

Founda ve Davis(1999) Riske Maruz Değer yönteminin dezavantajlarından biri olarak Riske Maruz Değer yönteminin faaliyet riskinin limiti olarak kullanılamayacağını ve piyasada gerçekleşen beklenmedik ani hareketler karşısında etkinliğini yitirdiğini belirtmektedirler. Bu durumu önlemek için belirlenen güven sınırlarında piyasa takibi yapmak yerine mutlak ve nispi risk ölçümlerinin yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Riske Maruz Değer yöntemini literatürde birçok akademisyen yararlı bulmakta birlikte eleştirenler de bulunmaktadır. Dowd(2000) Riske Maruz Değer yönteminin sıkıntılı olduğu kısımları üç maddede toplamıştır:

- Geçiş dönem verileri kullanılarak gelecek öngörülme çalışılmaktadır.

- Her koşulda geçerli olması mümkün olmayan varsayımlar temeline kurulmuştur. Modelin kısıtları göz önünde bulundurularak ona göre davranılması gerekmektedir.
- Riske Maruz Değer tahminleri onları kullanan kişilerin yetenekleri ile ilgilidir. İyi bir Riske Maruz Değer tahmini ne yaptığını bilmeyen bir tahmincinin elinde bir işe yaramaz aynı zamanda zayıf bir Riske Maruz Değer tahmini deneyimli birinin elinde oldukça yararlı sonuçlar verebilir.

Jorion (2000) Riske Maruz Değer yöntemine ilişkin eleştirilere cevaben, Riske Maruz Değer yönteminin kusursuz olmadığını belirtmekte ve VaR'ı finansal piyasalarda risk alanında yapılan hızı ölçmeye yarayan sallantılı bir hız göstergesine benzetmektedir (GÖKGÖZ D. , 2006).

Riske Maruz Değer modelinin en zayıf noktası oluşturulan analizde en kötü durumu göstermiyor oluşudur. Olasılık dağılımları, belirlenmiş olan güven aralığı içindeki alanı temsil etmektedir. Ama gerçek hayatta çok düşük bir olasılık bile olsa bu alanın dışında da bazı olaylar yaşanmaktadır. Çok düşük bir olasılık olmakla birlikte gerçekleşmeyeceği de söylenemez. Riske Maruz Değer modelinin çıktısının okunması bu durumda çok önemlidir.

Riske Maruz Değer modelleri toplam kaybı göstermemektedir. Model varsayımlarının doğruluğu, volatilité ölçümlerinin istikrarı konusunda değişiklikler yapılması gerekmektedir.

Riske Maruz Değer, Türkiye'de BBKD yönetmeliğinde %99 güven aralığı kriteri vardır bu da 2,326 standart sapmaya kadar olan hareketleri göz önüne alır. Fakat Türkiye ekonomisinde krizler sıklıkla yaşanmaktadır bu yüzden risk faktörünün uç hareketleri olasıdır.

2.5 Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri

Riske Maruz Değer hesaplama yöntemleri geçmiş dönemlere kıyasla büyük gelişmeler göstermiştir. Hesaplamalar hem istatistiksel hem de simülasyona dayalı yöntemler kullanılarak yapılmaktadır. Yöntemler parametrik ve parametrik olmayan olarak ikiye ayrılmaktadır. Varyans-Kovaryans yöntemi ve Delta-Gama yöntemi parametrik yöneme örnek gösterilirken, Tarihi Simülasyon ve Monte Carlo Simülasyonu yöntemleri de parametrik olmayan yöntemlere örnektir.

Riske Maruz Değer hesaplamaları, normal piyasa koşullarında belirlenen bir zaman dilimi içinde ve belirlenen güven düzeyinde ortaya çıkabilecek maksimum zarar

miktarını ölçmektedirler. Riske Maruz Değer, finansal riske maruz kalan tüm kurumlarda işlem görmektedir. Risk yönetiminin önem teşkil ettiği büyük hacimli işlerde, denetleyici ve düzenleyici kurumlarda, büyük tutarlarda portföylere sahip olan bankalarda, sigorta firmalarında, çeşitli finansal kurumlarda riskin önceden tespit edilip önlem alınmasına yardımcı olmak gibi birçok amaçla kullanılır (AKGÜÇ, 2011)

Riske Maruz Değer hesaplama yönteminin kuvvetli yönleri olduğu gibi zayıf yönleri de vardır, bu zayıf yönleri geliştiren değer yöntemleri mevcuttur.

Bunlar;

- Geriye dönük test (Backtesting),
- Kupiec testi,
- Durasyona bağlı test,
- Stres testleri dir.

Riske Maruz Değer hesaplamaları için en uygun yöntem seçimi, portföyü oluşturacak finansal varlığın özelliklerine ve amaca bağlıdır. RMD yöntemlerinden hangisinin uygulanacağına karar vermek için aşağıdaki iki soruyu cevaplandırmak gerekmektedir (AKÇAY & BOLGÜN, 2016).

- Portföy getirilerinin dağılımı, normal dağılıma uymakta mıdır?
- Portföyün getirisi, doğrusal mıdır veya doğrusal olmayan bir yapıda mıdır?

Parametrik yöntemler, getirilerin dağılımının belirlenmesiyle başlar, dağılım parametreleri belirlendikten sonra Riske Maruz Değer hesaplanmaktadır. Simülasyona dayalı yöntemlerde, herhangi bir dağılıma ihtiyaç duyulmamaktadır. Simülasyon yönteminde güvenilir hesaplamalar için fazlaca veri kullanılmaktadırlar.

2.5.1 Parametrik Yöntemler

Parametrik yöntemler aynı zamanda analitik yöntemler olarak da geçmektedir. Bu kategoriye dahil edilen modeller normallik varsayımına uyarlar. Parametrik yöntemleri Varyans- Kovaryans(Delta-Normal) ve Delta-Gamma olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir.

2.5.1.1 Varyans- Kovaryans Yöntemi (Delta – Normal)

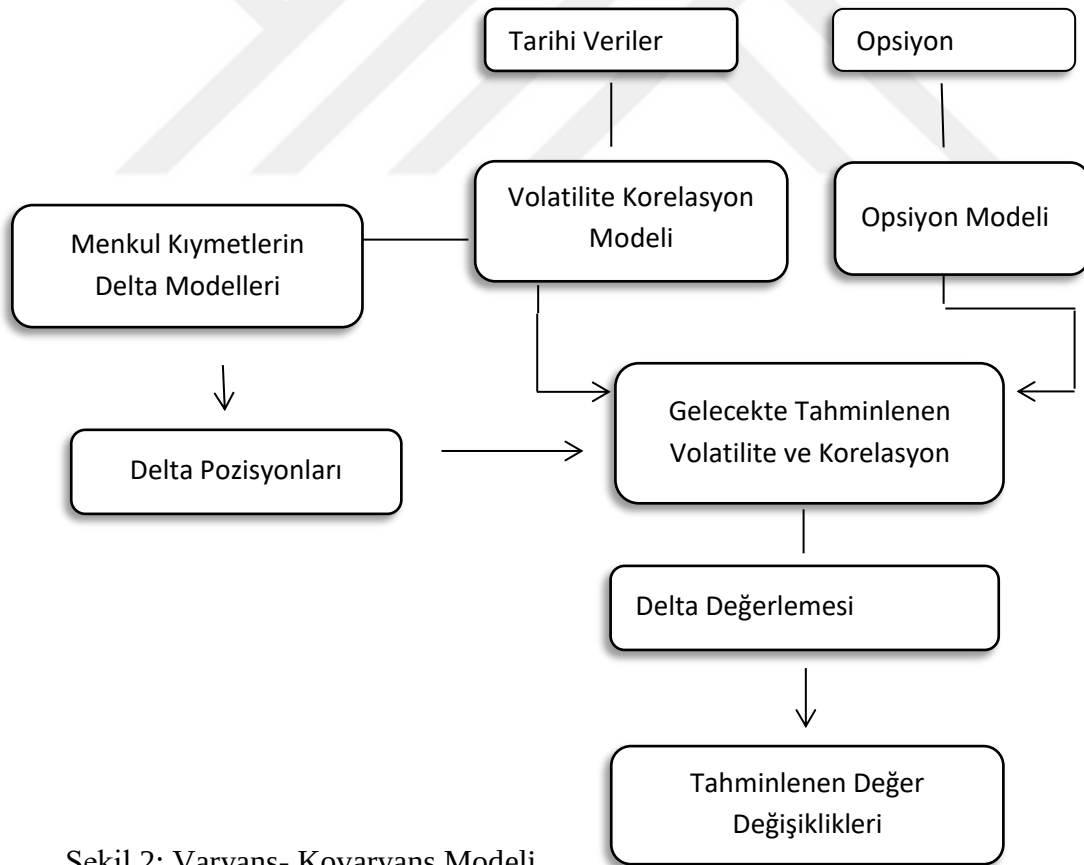
Delta- Normal model veya daha çok kullanılan adıyla Varyans- Kovaryans modeli, 1990'lı yılların başında, J.P. Morgan ile herkes tarafından bilinen hale getirilmiştir. Ölçmek için kullandığı parametreler; standart sapmalar, ortalamalar, tarihsel veriler ve korelasyonlardır (Li, 2013).

Parametrik yöntemle hesaplanan Riske Maruz Değer, daha uzun periyotlarda zamanın karekökü alınarak çarpılır. Bu işlemin yapılabilmesi için pozisyonun sabit ve

günlük getirilerinin birbirinden bağımsız olması gerekmektedir. Ancak birbirine benzer dağılıma sahip olduğu varsayımı altında hareket edilmesi gerekmektedir (BENNINGA & WEINER, 1998).

Varyans- Kovaryans yöntemi bir portföyün değerini belirlerken geçmiş dönem parametrelerinden yararlanmakta ve belirlenen olasılık düzeyinde ortaya çıkabilecek dalgalanmalardan, oluşabilecek en yüksek değer kaybını hesaplamaktadır (RODOPLU & AYAN, 2008). Genellikle Delta Normal metodu, piyasa riskinin ölçülmesinde uygun bir metod olarak görülür. Ancak bu metodu doğrusal olmayan portföylerde kullanılırken dikkatli olunması gerekir. (JORION, 2001)

Bu yöntem portföylerin getirilerini normallik varsayımı altında varyans-kovaryans matrisi elde etme için kullanır. Yöntemin kullanılması için gerekli olan tek varsayım getirilerin normal dağılması varsayımıdır. Normal dağılıma sahip getirilerin lineer toplamaları da normal dağıldığı için tek bir yatırım aracı için hesaplanan Riske Maruz Değer benzer şekilde normal dağılım özelliğinden faydalanılarak hesaplanabilir. Getirilerin normal dağılım göstermesi varsayımı ve portföyü oluşturan varlıkların getirileriyle portföy getirisi arasında doğrusal bir ilişki bulunması varsayımları Markowicz'in Ortalama Varyans Modeli ile oldukça benzerlik göstermektedir.



Şekil 2: Varyans- Kovaryans Modeli

Kaynak: Jorion,s.220

Varyans Kovaryans yönteminde parametreler, ortalama ve varyans gibi parametrik özellikleri olan bir verilerden geldiği varsayımı altında, zaman serileri kullanılarak tahmin edilmektedir. Değerlerin bilinmeyen verilerin ortalaması (μ) ve varyansı (σ^2) olup, hipotezin bu parametrelere dayandırılarak oluşturulan süreç parametrik süreç olmaktadır. Ortalama ve varyans bilinmediği durumlar için bunlar bir örnek aracılığıyla tahmin edilmekte ve hesaplamalar örneğe ait ortalama ($\bar{x}$) ve varyans (S^2) istatistiklerine dayanmaktadır.

PV : Portföyün değeri

Z_α : $1-\alpha$ güven aralığında normal dağılım tablosuna karşılık gelen kritik değeri

σ : Getiri volatilitesi (standart sapmasını)

t : Elde tutma süresini

göstermek üzere bu yöntem ile VaR değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$VaR = PV * Z_\alpha * \sigma * \sqrt{t} \quad (2.1)$$

Yukarıdaki formülde tek bir finansal varlığa yatırım yapıldığındaki Riske Maruz Değeri göstermektedir. Portföyün birden fazla finansal varlık içermesi durumunda finansal varlıkların getirileri dikkate alınmalıdır, risk faktörleri arasındaki korelasyonun da dikkate alınması gerekir. İki finansal varlıktan oluşan portföyün standart sapması korelasyon yardımıyla hesaplanmaktadır.

Portföyün standart sapması aşağıda formülle hesaplanabilmektedir;

$$\sigma_p = [w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2 w_1 w_2 \rho_{1,2} \sigma_1 \sigma_2]^{1/2} \quad (2.2)$$

σ_p : Portföyün standart sapması veya riskini

w_1 : Birinci finansal varlığın portföy içindeki ağırlığını

w_2 : İkinci finansal varlığın portföy içindeki ağırlığını

σ_1 : Birinci finansal varlığın standart sapmasını

σ_2 : İkinci finansal varlığın standart sapmasını

$\rho_{1,2}$: İki finansal varlık arasındaki korelasyon katsayısı

Buna göre iki finansal varlıktan oluşan bir portföyün VaR değeri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$VaR_p = PV * \sigma_p * Z_\alpha * \sqrt{t} \quad (2.3)$$

İkiden fazla finansal varlıktan oluşan portföylerin Riske Maruz Değeri hesaplamak için formüller genelleştirilir. n tane finansal varlıktan oluşan portföyün standart sapması için;

$$\sigma = \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \rho_{i,j} w_i w_j \sigma_i \sigma_j \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.4)$$

VaR değeri için

$$VaR_p = \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \rho_{ij} VaR_i VaR_j \right]^{1/2} \quad (2.5)$$

formülü kullanılır.

N varlıkla RMD hesaplamak için aşağıdaki adımlar izlenir:

$$V = P * \sigma \quad (2.6)$$

$$\text{Pozisyon Vektörü} = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ \vdots \\ P_N \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

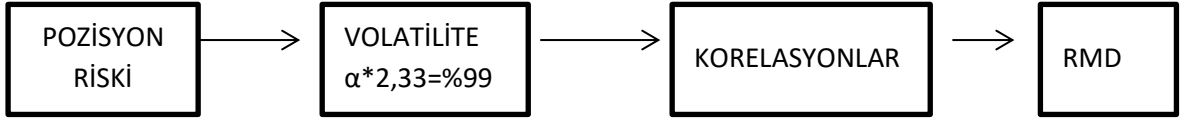
$$\text{Volatilite Vektörü} = \begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_3 \\ \vdots \\ \sigma_N \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

$$\text{Basit Risk Vektörü} = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ \vdots \\ V_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ \vdots \\ P_N \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_3 \\ \vdots \\ \sigma_N \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

$$VaR = V * p * V^T \quad (2.10)$$

$$VaR = \left\{ [V_1 \ V_2 \ V_3 \ \dots \ V_N] \times \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \rho_{13} & \dots & \rho_{1N} \\ \rho_{21} & 1 & \rho_{23} & \dots & \rho_{2N} \\ \rho_{31} & \rho_{32} & 1 & \dots & \rho_{3N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{N1} & \rho_{N2} & \rho_{N3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ \vdots \\ V_N \end{bmatrix} \right\}^{1/2} \quad (2.11)$$

Varyans-Kovaryans Metodunda Riske Maruz Değer, buraya kadar anlatılan kadarıyla aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.



Şekil 3: Varyans Kovaryans Yöntemi

2.5.1.2 Delta- Gamma Yöntemi

Delta- Normal yönteminde, risk faktörlerinin normal dağıldığı varsayımının aksine, Delta - Gamma yönteminde model ikinci dereceden hassasiyetleri de ekleyerek bu konudaki eksikliği ortadan kaldırmıştır. Parabolik varsayım kabul edilmektedir. Bu yöntemin uygulanmasında yüksek seviyeden matematiğe gereksinim duyulur.

Delta – Normal modelindeki doğrusallık varsayımı, konveksite ya da Gamma riskine sahip portföylerde uygulanamaz duruma gelmektedir. Delta Gamma metodunda, modele ikinci dereceden hassasiyetler de dâhil edilerek bu eksiliğe bir çözüm bulmuştur. Delta gamma metodu üç adımda hesaplanmaktadır. Bunlar;

- Gamma riskinin yakalanabilmesi için fiyatla ilişkili, birinci dereceden volatilité ölçümü ve ikinci dereceden Taylor serisi açılımı,
- Bağımsız opsiyon riski birleşimlerinin Ki-Kare dağılımlarının toplamı olarak ifade edilmesi,
- Pazara göre değerlemede doğru profile ulaşılması için “ Hızlı Fourier Dönüşümünün ” kullanılması gerekir.

$$(RMD = \alpha \times |\Delta| \times \sigma x S + \frac{1}{2} \Gamma x (\sigma x S)^2) \quad (2.12)$$

İhtiyaç duyulan data miktarının geometrik olarak artmasından dolayı Delta-Gamma yöntemi Riske Maruz Değer hesaplamaları yaparken işlem zorluğu çıkarmaktadır ve pratik değildir. Bu tür portföyler için Riske Maruz Değer

hesaplamasında Monte Carlo Simülasyon yöntemi kullanılması tavsiye edilir (JORİON, 2000).

Delta oranı, değerde meydana gelen değişimli fiyatı üzerindeki etkisini inceler, gama oranı ise delta oranındaki değişime kıyasla opsiyon fiyat değişimini ölçmektedir. Gama oranı pozitif bir değer olduğunda portföy değer değişimini veren olasılık dağılımı sağa çarpık olmaktadır, bu durum normal dağılım varsayımı altında portföy riski olması gerektiğinden fazla hesaplanmaktadır (HULL, 2012).

Delta Gama yöntemi delta riskini içermekle birlikte aynı zamanda gama ve vega risklerini de içermektedir. Delta Gama yönteminin olumsuz yönlerinden biri de ihtiyaç duyulan veri miktarının geometrik olarak artmasından dolayı, Riske Maruz Değer hesaplamasında pratik çözümler vermemektedir.

2.5.1.3 Varyans- Kovaryans Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları

Riske Maruz Değer hesaplamalarında en çok kullanılan yöntemdir. En çok kullanılan yöntem olmasının sebebi ise hesaplamasının hızlı olması, kolay olması ve aynı zamanda pratik bir yöntem olmasıdır. Varyans Kovaryans yöntemi bize zamanla ortaya çıkan yeni risk faktörlerini de hesaplamalara dahil etme imkânı sağlar. Anlaşılması kolay ve aynı zamanda büyük portföylerde de kolaylıkla uygulanabilen bir yöntemdir.

Varyans- Kovaryans Metodu, sağladığı işlem kolaylığıyla sonuca hızla ulaşmayı sağlasa da yöntemin getirilerin normal dağılımı varsayımına dayalı olması finansal getirilerin sivri ve kalın kuyruk şeklinde dağılım göstermesi nedeniyle Riske Maruz Değer bu yöntemde olduğundan düşük hesaplanır.

Geçmiş döneme ait fiyatların ve oranların verileri mevcuttur, bu yüzden analizi şeffaf bir şekilde yapılmaktadır.

Varyans Kovaryans yönteminin avantajları olduğu gibi aynı zamanda dezavantajları da vardır. Getirilen eleştirilerden ilki, olay riskinin ölçülmesi konusunda zayıf olmasıdır. Piyasalardaki şoklar, kurlarda yaşanmakta olan yüksek volatilité gibi uç değişimleri, beklenmeyen durumların yaşanma olasılığı konusunda eksikleri olduğu diğer bir eleştirilerdendir. Burada anlatılmak istenen problem, geçmiş dönem verilerine istinaden bu tür hareketlerin yakalanamayacak olması ve bu durumların sık sık yaşanmasıdır. Geçmiş verileri temel alan yöntemlerin hepsinde aynı problemle karşılaşmak mümkündür. Bizim ülkemizde böyle bir problem yoktur çünkü ülkemizde piyasalarda aşırı volatilité vardır.

Finansal varlığın getiri dağılımlarının çoğunda şişman kuyruk (fattais) problemi bulunmaktadır. Şişman kuyruk, getiri dağılımlarının kuyruk kısmındaki olasılığın normale kıyasla yüksek olmasıdır. Bu olay Riske Maruz Değer' in normalden daha düşük tahmin edilmesine ve gerçek değerden sapmasına yol açmaktadır.

Son bir eleştiri de, Varyans- Kovaryans yönteminde opsiyonlar gibi doğrusal olmayan finansal enstrümanlar Riske Maruz Değer' in ölçülmesinde kullanışlı değildir. Bu metodla, opsiyon pozisyonları o varlığın deltası ile ifade edilebilir.

Varyans Kovaryans metodunun avantajları ve dezavantajları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 2: Varyans- Kovaryans Avantajları ve Dezavantajları

AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
• Hızlı • Uygulaması basit • Sadece portföy düzeyinde duyarlılık gerektirir. • Konveksite ölçümü kapsayacak şekilde ayarlama yapılabilir. • Data setleri kolaylıkla elde edilebilir.	• Pozisyonlar tekrar değerlendirilmez • Kompleks ya da süreklilik izlemeyen ödemeleri kapsamaz. • Çoklu zaman aralıklarını içermez. • Normal dağılım ya da normale yakın dağılım farz eder.

Kaynak: 3 VaR Methodologies, Capital Market Risk Advisors, CMRA. Inc.

2.5.2 Simülasyona Dayalı Yöntemler

Opsiyon gibi doğrusal olmayan türev ürün içeren portföylerin getirileri en etkili şekilde hesaplayabilmek için simülasyon yöntemleri kullanılır (AKÇAY & BOLGÜN, 2016). Tarihsel Simülasyon Yöntemi ve Monte Carlo Simülasyon Yöntemi olarak ikiye ayrılmaktadır.

2.5.2.1 Tarihi Simülasyon Yöntemi

Tarihi simülasyon yöntemi, piyasa fiyatlarının tarihsel değişikliklerini kullanarak portföyün geçmiş dönemdeki kar-zarar durumunu ortaya koyan bir seri oluşturur ve bu seriyi kullanarak Riske Maruz Değer hesaplanır (LINSMEIER & PEARSON, 1996).

Bu yöntemde, korelasyon, volatilité ya da herhangi bir parametrelerin hesaplanmasına gerek duymadan, riski tarihi değişimleri kullanarak hesaplar. Tarihi simülasyonun parametrik olmayan Riske Maruz Değer değer olarak adlandırılmasının nedeni normallik varsayımının aranmamasıdır. Modelin risk olasılığı da çok düşüktür.

Yöntemin temel mantığında, geçmiş dönem verilerinde gözlenen hareketlerin gelecekte de tekrarı yaşanacağı düşüncesi yatar. Geçmiş dönemde yaşanan her hangi bir durumun tekrar yaşanması, belirli bir güven düzeyinde çıkabilecek en yüksek değer kaybını vermektedir. Portföylerin getirilerinin hesabı yapılabilmesi için varlıkları portföy içindeki ağırlığının saptanması gerekir (GÖKGÖZ E. , 2006).

Riske Maruz Değer hesaplamasında geçmiş verilere dayanarak geçmişteki fiyat değişimlerinin gelecekte de aynı olacağı varsayımına göre hesaplama yapıldığı için Varyans- Kovaryans yönteminde olduğu gibi kovaryans matrisinin hesaplanmasına gerek duyulmamaktadır. Dolayısıyla tahmin için kurulacak modellerin içerdiği riskten bağımsızdır (Dowd, 1998). Kovaryans matrisinin tahminin bulunmasına gerek olmadığı için Tarihi Simülasyon Yöntemi parametrik olmayan yöntemlerdendir.

Tarihi Simülasyon yöntemi bir portföyü belli bir zaman aralığında alır ve birçok kez yeniden değerler. Bunu yaparken varlıkların tarihi fiyatları kullanılır. Portföyün yeniden değerlenmesi durumunda, seçilen güven düzeyinde Riske Maruz Değer hesaplamak için gerekli kayıp/kazanç dağılımlarını oluşturur.

Tarihi Simülasyon yöntemi, Monte Carlo Simülasyon metodunun basitleştirilmiş halidir. Tesadüfi senaryolar üretmek yerine tarihi piyasa verilerinden senaryo üretmektedir. Risk faktöründeki tarihi değişimlerden yararlanılarak portföy değerlendirmesi yapılmaktadır ve buna bağlı olarak da kar-zarar dağılımı hesaplanır.

Tarihi Simülasyon yöntemi geçmiş 250 günlük tarihi varlık getirilerinin zaman serilerine, mevcut portföy ağırlıklarının uygulanmasını kapsamaktadır.

Tarihsel Simülasyon yöntemine göre hesaplanan Riske Maruz Değer formül olarak aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$R_{p,k} = \sum_{i=1}^N w_{i,t} R_{i,t} \quad (2.13)$$

$$k \in (1, 2, \dots, t)$$

w : Portföy içindeki risk faktörlerinin bugünkü ağırlıkları

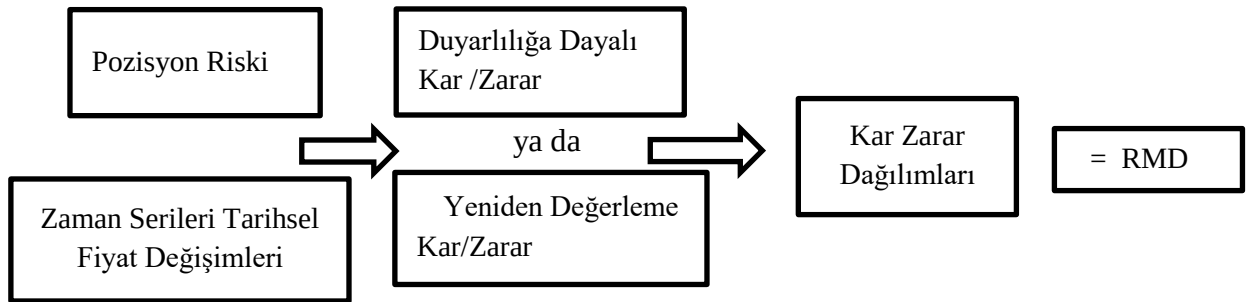
R : Getiri değişimleri

Tarihi Simülasyon Adımları;

- Piyasa riski hesaplanacak risk faktörlerinin ve portföyün belirlenmesi
- Portföyü değerlendirme fonksiyonlarının belirlenmesi
- Risk faktörlerinin belirlenmesi ve bunlara ilişkin bir yıllık tarihsel datanın toplanması
- Tarihsel simülasyon değerlerinin portföy değerlendirme fonksiyonlarında kullanılması
- Risk Faktörlerinin günlük değişimlerinin hesaplanması
- Kar/Zarar dağılımının hesaplanması
- Seçilen güven düzeyinin tarihsel Riske Maruz Değer'in hesaplanması

Geçmiş verilere dayanarak hesaplanan Riske Maruz Değer metodundaki veri miktarının çok büyük olmadığı ve kar/ zarar dağılımı hakkında fazla bilginin olmadığı durumlarda kullanılması daha uygundur (AKÇAY & BOLGÜN, 2016).

Şekil 4: Tarihsel Simülasyon Modeli



Kaynak: (BOLGÜN & AKÇAY, 2016)

2.5.2.2 Tarihi Simülasyon Yöntemi Avantajları ve Dezavantajları

Tarihi Simülasyon yöntemi hesaplanması zor olmayan bir yöntemdir. En önemli kolaylıklarından biri ise herhangi bir getiri dağılım varsayımı yapılmamasıdır. Yani normal olmayan dağılımlarda da uygulanmaktadır. Böylelikle Tarihi Simülasyon yöntemi diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında daha az kısıta sahip olduğu görülmektedir.

- Doğrusal olmayan veriler için rahatlıkla uygulanır.
- Dağılımlar hakkında bir varsayımda bulunmaz.
- Zaman serilerinden türetilen korelasyonlara ve volatilitelere güvenilmektedir.
- Senaryolar normal dağılımı olmayan ve dengesiz piyasaları kolaylıkla tanımlayabilir. Kısaca, senaryolar normal dağılımlı geçmiş dönemlerin ekstrapole edilmesi ile oluşturulamaz.

Tarihi simülasyon yönteminin avantajları olduğu kadar dezavantajları da vardır. En belirgin dezavantajı, tarihi verilere dayandığından dolayı örneklem içindeki değişimleri dikkate almaktadır ve gelecek dönemde yaşanabilecek farklılıkları görmezden gelmektedir.

- Hesaplanması yoğun bir gözlem gerektirmektedir.
- Geçmiş dönem verileri baz alması nedeniyle gelecekte yaşanması muhtemel olasılıklar dikkate alınmamaktadır. Dolayısıyla gelecek tahminleri geçmişin izleri olacaktır.
- Geçmişteki aşırı bir değer, Riske Maruz Değer tahminlerini aşırı olumsuz hale getirebilir
- Duyarlılık analizinin işlemediği zamanlar olabilir.
- Senaryo üretimi yanlış tahminler yapmamıza sebep olabilir. Bilinçli tahminlerle geçmiş dönemlerden yapılan rastgele seçimler tutarlı olmaya bilir.
- Geçmiş verilere dayanarak hesaplanan Riske Maruz Değer yöntemi gama riski, vega riski ve korelasyonları da kapsamaktadır. Ancak değerlendirme modelleri ve pazarın stokastik yapısı ile ilgili spesifik varsayımları dikkate almamaktadır.
- Geçmiş verilere dayanarak hesaplanan Riske Maruz Değer yöntemi geçici olarak yükselen volatilitate tahminlerini göz ardı etmektedir. Aynı zamanda geçmişe yönelik olarak alınan sürenin uzunluğu hesaplamalar üzerinde oldukça etkilidir.

2.5.2.3 Monte Carlo Simülasyon Yöntemi

Monte Carlo Simülasyonu'nda rassal olarak seçilmiş, aynı zamanda birbirinden bağımsız değişkenler geçmiş dönem verileri kullanılarak birbirleriyle ilişkili piyasa fiyatları haline dönüştürülmektedir. Bu veriler kullanılarak da portföyün değer dağılımı belirlenmektedir (TÜZÜN, 2001). Monte Carlo Simülasyon yönteminde normallik varsayımı zorunlu olmamasına rağmen, etkinlik ve tutarlılık açısından genellikle normal ve logaritmik dağılımlar kullanılmaktadır.

Monte Carlo Simülasyon yöntemi hesaplanmasının zor olmasına rağmen diğerlerine kıyasla daha etkin bir yöntemdir, hesaplanması zahmetli olmasına karşın en güvenilir sonucu veren yöntemdir.

Monte Carlo Simülasyon yöntemi, i. varlık için fiyatlarda meydana gelen değişikliklerin stokastik bir proseste rassal olarak seçilmesi haricinde, geçmiş verilere dayanarak hesaplanan Riske Maruz Değer yöntemlerine benzemektedir. Monte Carlo Simülasyon yöntemi gamma ve konveksiteye sahip portföyler için uygundur ve bu durumda model riskini ortadan kaldırmaktadır. Portföyün Riske Maruz Değeri olası kar ve zararlarını gösteren histogram ile hesaplanmaktadır.

Monte Carlo simülasyonu yöntemi, risk hesaplaması yapılan varlığın getirisiyle gerçekleşen olasılığı karşılaştırarak birçok rassal senaryoya dayalı bir risk hesaplama yöntemidir. Bu yöntemde, elde edilen senaryolar arasından en yüksek değere denk gelen kayıp düzeyini Riske Maruz Değer olarak belirlemektedir. Monte Carlo Simülasyon yönteminin en büyük avantajı, normallik varsayımına dayanmamasıdır. Böylelikle veriye ait gerçek dağılım gösteren çok sayıda senaryo üretilebilir (Altay, 2009). Riske Maruz Değer hesaplamalarının arasında en güçlü ve de en kapsamlı olanıdır.

Monte Carlo simülasyon yöntemi, Gamma –portföyün değerinde meydana gelen 2.dereceden hassasiyet- ve konveksitenin bulunduğu karmaşık portföylerden doğru tahminler verebilen bir yöntemdir. Model belli bir dönem için portföyün olası kar-zarar durumunu gösteren histogramın tesadüfi olarak belirlenmesi için bu teknik kullanılmaktadır.

Zangari(1998), bir çalışmada Monte Carlo Simülasyon yönteminin getirilerin kovaryans matrisi ile ortalamalarının tahmin edilerek fiyat dağılımlarını simüle etmekte kullanacağını açıklamıştır. Monte Carlo Simülasyon yönteminin üç adımda gerçekleştirildiğinden bahsetmektedir (ZANGARİ, 1998).

Bu adımlar;

- Kovaryans matrisi ve ortalamalarla normal dağılımlardan piyasa getirileriyle ilgili senaryolar yaratmak,
- Piyasa getirileri ile ilgili rakamları gerçek fiyatlara çevirmek,
- Simüle edilmiş fiyat ve oranlarla opsiyon pozisyonunu değerlemektir.

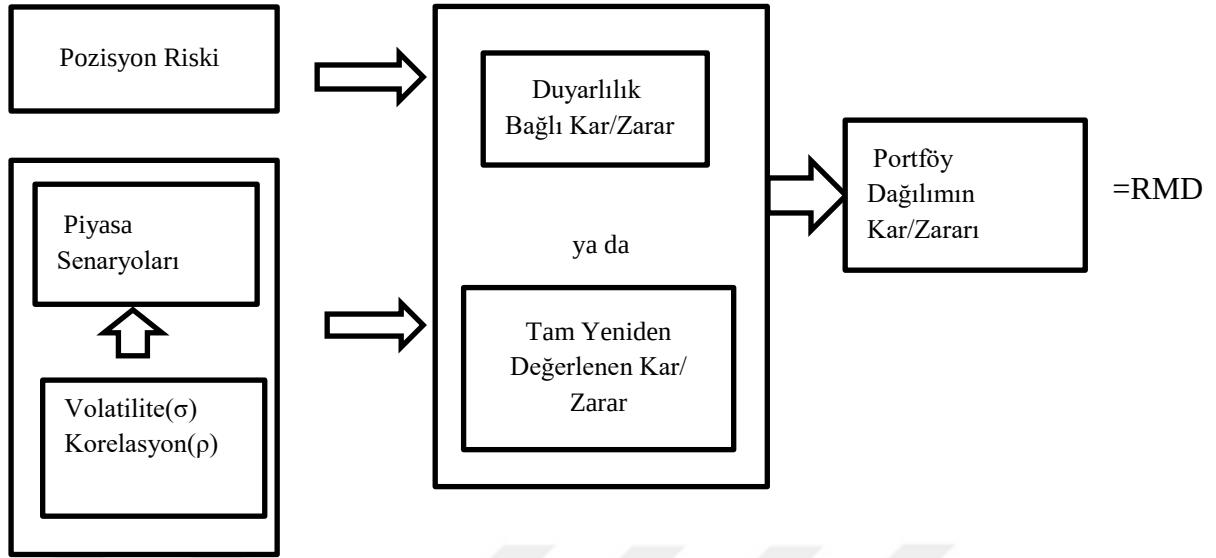
Monte Carlo Simülasyon yönteminde korelasyonlar ve tarihsel volatiliteler temel alınmaktadır. Bu parametrelerle beklenen değişim senaryoları üretilir. Bu değişimler spot veya forward oran ve fiyatlarla ilişkilendirilir, böylece gelecekteki oranlar ve fiyat senaryoları belirlenmiş olur.

Esnekliği nedeniyle simülasyona dayalı yöntemler Riske Maruz Değer hesaplamaları için oldukça güçlü olmaktadır. Fiyat riski, doğrusal olmayan getiri dağılımları riski ve volatiliteler riski gibi birçok risk ölçümlerini hesaplayabilmektedir.

Monte Carlo metodu çok yavaştır ama aynı zamanda da en kuvvetli metoddur. Monte Carlo yönteminde, Delta-Normal yönteminde olduğu gibi dağılımın normal olduğu varsayılır.

Monte Carlo Simülasyonu Metodunun adımları aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır (Best,1998: 39) :

- Riske Maruz Değeri hesaplanacak portföyün belirlenmesi
- Risk faktörlerinin belirlenmesi ve bunlara ilişkin bir yıllık tarihsel verini toplanması
- Risk faktörlerindeki günlük değişimlerin hesaplanması ve uygun dağılımın belirlenmesi
- Varyans- Kovaryans ve korelasyon katsayıları matrisinin hesaplanması
- Önceden belirlenen simülasyon adete kadar belirlenmiş dağılımda sayı seti üretilmesi
- Kovaryans matrisinden Cholesky Decomposition matrisinin hesaplanması
- Üretilen sayı matrisiyle Cholesky Decomposition matrisinin transpozunun çarpılması
- Portföyün simüle edilen getiri değişimleri ile değerlendirilmesi
- Kar-zarar dağılımının hesaplanması



Şekil 5: Monte Carlo Simülasyon Modeli

Kaynak: “3 VaR Methodologies ” Capital Market Risk Advisors, (CMRA) s.37

2.5.2.4 Monte Carlo Simülasyon Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları

Monte Carlo Simülasyon yönteminin avantajları olduğu gibi dezavantajları da vardır. Avantajları;

- Diğer yaklaşımların çözümünde zorluk yaşadığı senaryoya bağımlılık, kalın kuyruklar ve doğrusal olmaması gibi durumların varlığı altında çözebilmeleri en büyük avantajlarıdır.
- Varsayımlara uyumlu olması halinde risk faktörlerinin her türlü dağılımıyla hesaplama yapılabilir.
- Her türlü karmaşık portföyün modellemesini sağlayabilir.
- Tarihi simülasyon yönteminde olduğu gibi aşırı düşük veya yüksek değerli sonuç bulma ihtimali yoktur.
- Doğru bir model oluşturulursa pazar riskinin ölçülmesinde en detaylı yaklaşımdır.

Dezavantajları;

- Karmaşık ve çözümü uzun süren bir yöntemdir. Örneğin; bir portföyün sadece tek bir risk faktöründen oluştuğunu varsayarsak, bu risk faktörü için 50000 tane

veri kopyası yapıldığını düşünürsek ve örneğin portföy 5000 tane varlık içeriyorsa 50000000 tane değerlendirmeye ihtiyaç duyulacak demektir.

- Zaman alıcıdır ve bilgisayar kullanımı üst seviyededir. Her bir finansal varlığa ait tek tek simülasyon yapılmaktadır (Örneğin 500 hisse senedi için 500 simülasyon yapılmalıdır).
- Maliyet bakımından da pahalıdır. Özel model simülasyonlar geliştirilerek yapılan analizler ne kadar doğru sonuç verseler de maliyetleri de o kadar yüksek olmaktadır. Ancak hazır simülasyonlar maliyeti azaltmaktadır (Karan, 2013: 763).
- Diğer bir dezavantajı ise güven aralığı konusundadır. Parametrik veya parametrik olmayan yöntemlerin kullandığı güven aralığı, bu aralıkta olmayan değerleri kapsamamaktadır.
- Oluşturulan senaryoların spesifik stokastik modellere dayanmasıdır. Modelin yanlış olma riski de mevcuttur.

2.5.3 Yöntemlerin Karşılaştırılması

Riske Maruz Değer, doğru kullanılan kişiler tarafından portföy risk ölçümünde ve yönetiminde fazlasıyla etkin sonuçlar vermektedir. Bu durumda merak edilen bir soru ise hangi Riske Maruz Değer hesaplama yönteminin kullanılacağıdır. Bu yöntemlerden hangisinin diğerine kıyasla üstün olduğunun kesin bir cevabı yoktur. Her yöntemin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır, uygulama alanlarına göre birbirlerine üstünlük kurmaktadır.

Doğrusallık varsayımına uygun portföyler için en uygun yöntem Varyans-Kovaryans yöntemidir. Bu durumda Riske Maruz Değer'in hesaplanması çok daha kolaydır ve hatalı tahminlerden ya da hesaplanmalardan kaynaklı risklerden fazla etkilenmezler. Varyans- Kovaryans yönteminde hesaplanmalar kolay ve hesaplama adımları diğer yöntemlere göre daha azdır. Bu yüzden diğer yöntemlere göre pratik olması bu yöntemin tercih edilmesindeki etkenlerdendir. Eleştirildiği nokta ise varsayımlarının gerçek piyasa koşullarını yansıtmayışı aynı zamanda kalın kuyruklu örneklerde anlamlı sonuçlar çıkarmamasıdır (DEMİRELİ, 2007).

Monte Carlo Simülasyon yöntemi diğer yöntemlerle kıyaslandığında daha fazla işlemleri hesaplama adımı içermektedir ve diğer yöntemlerden daha maliyetlidir. Senaryo adedinin sınırsız olması, geleceğe dönük her senaryonun etkilerini dahil edebiliyor

olmamızı sağlar. Normallik varsayımı, normal dağılmama gibi durumlarda karmaşık varlıkların bulunduğu portföylere göre bir yöntemdir. Maiyetinin yüksek olması ve hesaplanma süresinin uzun olması modelin esnekliğinden kaynaklanmaktadır.

Tarihi Simülasyon yönteminin en belirgin avantajı doğrusal olmayan portföylerde de kullanılabilmesidir. Varsayımlarının olmaması ve aynı zamanda parametre belirlemesine gerek kalmaması bu yöntemin avantajlarından sayılmaktadır. Aynı zamanda açıklamasının kolay olması ve volatilitenin de simüle edilmesi bir diğer avantajlı durumudur. Dezavantajı ise geçmiş verilere kıyasla gelecek dönem hakkında öngörülerde bulunurken muhtemel değişimleri dikkate almaması söylenebilir (AKÇAY & BOLGÜN, 2016).

Kullanılacak olan metodun seçimi portföyün yapısına bağlıdır. İçinde herhangi bir opsiyon bulunmayan portföyler için Varyans- Kovaryans metodu en iyi seçim olacaktır. Böylelikle Riske Maruz Değer hesaplanması daha kolay ve hızlı olmaktadır. Opsiyon taşıyan portföyler için ise bu model uygun değildir. O tarz portföyler için Tarihi Simülasyon ve Monte Carlo Simülasyon yöntemi kullanılmalıdır.

Monte Carlo Simülasyon metoduyla hesaplanan Riske Maruz Değer, mevcut örneklem dönemi içindeki tarihi verilerle sınırlı değildir. Bu metod geçmiş dönem verileriyle hesaplanan Riske Maruz Değer'den çok daha fazla portföyün fiyatlandırılmasını içerir bu yüzden de fiyat bakımından en yüksek ve aynı zamanda en çok zaman harcayan yöntemdir.

Özetle bu metodlardan her birinin değişik yönlerden kendine özgü üstünlükleri vardır. Bunlar;

- Opsiyonelliğin önemsiz olduğu portföyler için Riske Maruz Değer ölçülmesinde Varyans- Kovaryans metodu daha hızlı ve daha etkin bir metoddur.
- Birçok risk kaynağına maruz kalan portföyler için Riske Maruz Değer ölçülmesinde Varyans Kovaryans metodu daha hızlı ve etkin bir metoddur.
- Birçok risk kaynağına maruz kalan portföyler ve önemli opsiyon birleşimleri için Delta Gamma metodu ise, düşük hesaplama maliyeti ve daha yüksek doğruluk ile sonuca ulaşılmaktadır.
- Önemli opsiyon birleşenleri içeren portföyler için, Monte Carlo Simülasyonu metodu ile tam değerlendirme metoduna ihtiyaç duyulmaktadır.

	Varyans-Kovaryans Yöntemi	Tarihi Simülasyon Yöntemi	Monte Carlo Simülasyon Yöntemi
Hesaplama Kolaylığı	Yüksek	Yüksek	Düşük
Uygulama Kolaylığı	Yüksek	Yüksek	Düşük
Üst Düzeye Raporlanabilirlik	Düşük	Yüksek	Düşük
Türev Ürünleri Ele Alış Biçimi	Düşük	Yüksek	Yüksek
Beklenmedik Olayları Dikkate Alma	Düşük	Düşük	Yüksek
Kısıtlar	Opsiyonlar, ipotek senetleri ve hazine bonosu gibi doğrusal olmayan araçların riskini hesaplamakta yetersizdir.	Yöntem tüm değerlendirme yöntemi olduğu için hesaplanması çok yoğun gözlem gerektirir.	Zaman alıcıdır ve bilgisayar kullanımı üst seviyededir.
Avantajlar	Hesaplanması hızlı ve çok pratik olan bir yöntemdir ve hesaplanması kolaydır	Doğrusal olmayan pozisyonlar için rahatlıkla uygulanır	Her türlü karmaşık portföyün modellemesini sağlar.

Tablo 3: Riske Maruz Değer Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Kaynak: (AKÇAY & BOLGÜN, 2016)

Riske Maruz Değer hesaplama yöntemleri olağan piyasa şartlarında yüksek seviyede güvenilir sonuçlar vermektedirler, ama olağan dışı durumlarda yetersiz kalmaktadırlar. Bunu çözebilmek adına Riske Maruz Değer hesaplama yöntemlerinin kontrolünü sağlayan;

- Stres testi
- Geriye Dönük Test

gibi yöntemlerle Riske Maruz Değer değer yöntemleri desteklenmektedir.

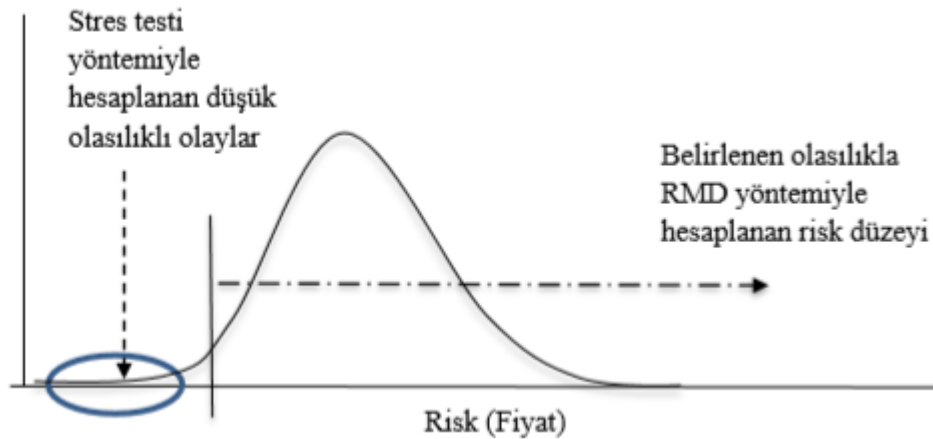
2.5.4 Stres Testleri

Yıllar boyunca yaşanan birçok ekonomik kriz ve banka problemleri ülkeler tarafından deneyimlendikten sonra oluşan başarısızlıklar sonucu stres testlerinin önemi artmıştır. Bankacılıkta direnç noktalarının anlaşılması olumsuz makroekonomik senaryoların yaşanması, sistematik riskin doğru değerlendirilmesi ile doğrudan bağlantılıdır.

BDDK tarafından stres testi ‘bir portföyün maruz kalabileceği beklenmeyen risklere karşı mevcut dayanıklılığını ölçmeye yönelik tekniklerin tümü’ olarak tanımlanmıştır.

Riske Maruz Değer yöntemi yıl boyunca oluşma olasılığı olan birkaç ekstrem durum dışında gayet etkin sonuçlar vermektedir. Bu ekstrem durumların portföy üzerindeki etkisini çözebilmek adına uygun istatistik test araçlarıyla stres testleri düzenli bir şekilde yapılmalıdır.

Stres testleri Basel Komitesi tarafından sermaye yeterliliğiyle alakalı gerekli görülen yedi şarttan biridir. Stres testleri, sıra dışı kayıplara neden olacak olayları tanımlama ve bu olayları yönetme süreci olarak tanımlanır. Bunu uygulamak için senaryo analizleri ve stres modelleri kullanılmaktadır (JORION, 2001). Stres testleri, Riske Maruz Değer gibi istatistiksel risk ölçümlerine ilişkin model riskini ortaya koyan tek senaryolu risk ölçümleridir. Stres testlerini genelde bu tür riskleri analiz etmek için kullanılır. Stres testleri oldukça değişik formda olabilir.



Şekil 6: Stres Testi Uygulanacak Kısım

Stres testleri, ekstrem değerlerin gerçekleşmesi olasılığı halindeki durumları ölçmektedir. Tüm senaryolar geçmişte yaşanan ekonomik sıkıntıları simüle ederek bunları belirleyerek yapmaktadır.

Stres testi, finansal parametrelerin hassasiyetlerinin sayısallaştırılmasında kullanılmaktadır. Finansal değişkenlerin olası, mantıklı bir dizi olayın, portföy değeri üstündeki olası etkileri değerlendirmek için kullanılan stres testi kuyrukta karşılaşılabilecek olası kayıpların dağılımını araştırmak için tasarlanmıştır (JONES, 2004).

Senaryo analizleri tipik bir şekilde önceden tasarlanan piyasa hareketleri içerisinde ani etkilerin portföy üzerindeki değişimin rakamsal ve şekilsel biçimde banka üst yönetimine raporlanması biçiminde gerçekleşir. Senaryo analizleri önceden tasarlanan piyasa hareketlerinin içinde bulunan ani etkileri tespitini rakamsal ve şekilsel biçimde bankaların üst yönetimlerine raporlamak biçiminde olmaktadır.

Stres tesiri analizinde, piyasa riski ölçümünde, faiz oranlarının, döviz kurlarının ve hisse senetlerinin fiyatlarının kriz dönemindeki fiyat hareketleri göz önünde bulundurularak ya da şok finansal değerler üretilerek pozisyonların değerlendirilmesi gerçekleştirilmektedir. Böylece oluşturulan testler, ekstrem piyasa koşullarında finansal kurum portföylerinde gerçekleşecek kazanç veya kayıp durumunu analiz etmeyi sağlamaktadır. Stres testi, piyasa koşullarına ilişkin bir hipotez üretilerek, bu piyasa şartının piyasa risk faktörleri açısından ne ifade ettiğini incelemektedir (BOLGÜN & AKÇAY, 2016).

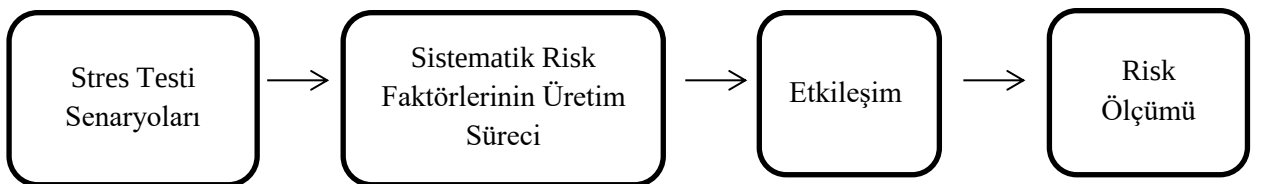
Stres testlerinin temel avantajlarını ise, şu şekilde sıralayabiliriz;

- Risk ölçümünün Riske Maruz Değer modelleri dışında değişik ölçüm yöntemleri bulunmaktadır. Stres testleri ile verim eğrisindeki paralel ya da paralel olmayan kaymaların portföy değeri üzerindeki etkileri ölçülebilmektedir.
- Risk faktörlerinin kriz dönemindeki tarihsel hareketlenmeleri dikkate alınmaktadır. Dolayısıyla geçmiş dönemdeki korelasyon ilişkisinin kırıldığı yeni ve düzensiz korelasyon yapıları altında değerli sonuçlar üretebilme olanağı sağlamaktadır.
- Simülasyon metodlarına kıyasla daha az hesaplama gerekmektedir.

Genellikle firmaların risk ölçümlerinde standart stres şokları uygulayarak portföylerinin maruz kalacağı olası zararları ölçmektedir. Genel olarak izlenen yol aşağıdaki gibidir;

- Temel risk faktörlerini içeren ufak bir set oluşturulur: İlk aşama strese maruz kalması muhtemel olan piyasa verilerinin seçimidir. Bunlar portföy değeri üzerinde etkili olan belirgin risk faktörleridir. Birçok işletme bu aşamada stres testi sayısını arttırma yaklaşımı içerisine girme suretiyle risk hesaplama kapsamını oldukça genişletmektedir.
- Gerçek stres düzeyi belirlenir: Test içerisinde her bir risk faktörü üzerine finansal şoklar uygulanmaktadır. Finansal şokların düzeyi büyük olabilmekte iken, gerçek seviyenin üzerinde bir anlam taşımamalıdır. Test içerisinde varsayım boyutlarının beklenen dışında bir durum olması durumunda test kredibilitesi ciddi ölçüde düşebilmektedir. Genellikle bu açıdan bakıldığında, üç şekildeki birçok parametre yaklaşımı karşımıza çıkmaktadır.
 - *Tarihsel yaklaşım:* Geçmiş beş yıl içerisindeki en kötü durum,
 - *İstatistiki yaklaşım:* Getir değişimlerinde üç standart sapma düzeyindeki bir hareket,
 - *Ad Hoc yaklaşım:* %15lik bir dalgalanma vs.
- Varsayımlar belirlenir ve sorgulanır: Stres testi içerisinde yer alacak olan risk faktörlerinin hareketleri iyi bir biçimde belirlenmelidir.
- Test sonuçlarının değerlendirilmesi sağlanır: Stres test sonuçlarını değerlendiren grup, risk yöneticileri, ilgili birim yöneticileri ve orta kademe yöneticiler içerisinde dengeli bir dağılım sergilenmelidir.
- Test metodolojisi periyodik biçimde gözden geçirilmelidir: Stres testlerine ilişkin prosedürler, standartlar belirlenmelidir.

Şekil 7:Test Modellerinin Temel Aşamaları



Kaynak: Mathias Drehman “ Stress Tests: Objectives, Challenges and Modelling Choices” Penning-Ochvalutapolitik, Cilt 3: 2008,

2.5.5 Geriye Dönük Testler

Geriye Dönük Test, Riske Maruz Değer yöntemlerinin tutarlıklarının test edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Yöntem hesaplamalarının doğruluğunun ispatı ve aynı zamanda sübjektifliğinin azaltılması hedeflenmektedir. Yapılan hesaplamalarda kullanılan güven düzeyine uygun sapmalar beklenmektedir. Beklenen sapmaların aşılması istenmeyen bir durum olarak karşımıza çıkar.

Finansal kuruluşlar tarafından geriye dönük test uygulaması Riske Maruz Değer ölçümünde kullanılan risk modelinin doğruluğunun test edilmesine denir. Geriye dönük test süreci şu şekilde ilerlemektedir; yarın için hesaplanan Riske Maruz Değer değeri ile yarın gerçekleşecek kar-zarar değerleri karşılaştırılır. Riske Maruz Değer için hesaplanan modelin gerçekleşen kar- zarar değerleri ile hesaplanan değer küçük veya eşit olması gerekmektedir. Yanlış hesaplama sonucu yüksek hesaplanan Riske Maruz Değer'i işletmenin sermaye tutmasına sebep olacağı gibi, düşük hesaplanması da firmanın hesapladığı modele güvensizlik duymasına sebep olacaktır. Temelde uygulanan bu süreç "Backtesting" denmektedir.

Geriye dönük testler için tek bir belirlenmiş metod bulunmamaktadır ama buna karşılık piyasa riskleri dolayısıyla taşınması gereken sermaye miktarını belirlemek için içsel Riske Maruz Değer modellerini kullanan kurumlar, modellerini geriye dönük testleri dahil ederek yapmalıdırlar. BIS Riske Maruz Değer modelleri düşük gösteren firmaları fazla sermaye taşımayı zorunlu kılarak cezalandırır. Bankalar geriye dönük testleri aylık veya üç aylık olarak yaparlar.

Geriye dönük test uygulamasında karşılaşılan istatistiksel hata tipleri:

- Birinci Tip Hatalar: Teorik aşım faktörü olarak doğru olan bir modelin kabul edilmemesinden dolayı, aslında doğru olan modelin yanlış olarak adlandırılması ile oluşmaktadır. Bu istatistikte " α " hatası olarak kabul edilmektedir.
- İkinci Tip Hatalar: Kusurlu bir modelin doğru olarak kabul edilmesi ile oluşmakta ve rastlantısallıktan dolayı meydana gelmektedir. Bu da istatistikte " β " hatası olarak kabul edilmektedir.

Bu hatalar minimize edilmelidir.

Yöntemin geçerliliğini istatistiksel olarak test edebilmektedir. Bunun için sapma sayısı ve beklenen değer arasındaki farkın anlamlılığını sınamak için hipotez testleri aşağıdaki gibidir;

H₀: Yöntem geçerli bir yöntemdir. (Anlamlı bir fark yoktur.)

H₁: Yöntem geçerli bir yöntem değildir. (Anlamlı bir fark vardır.)

X: Sapma sayısını

N: Geriye dönük test uygulanan gün sayısını

p: Anlamlılık düzeyini

q = 1-p'yi göstermek üzere test istatistiği:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{X - Np}{\sqrt{Npq}} \quad (2.14)$$

olarak elde edilir. Hesaplanan test istatistiği tablo değerinden büyükse H₀ reddedilir. Yani yöntem geçerli değildir.

Tablo 4: Geriye Dönük Test Kriterleri

BÖLGE	SAPMA SAYISI	Çarpım Artış	Faktöründeki
Yeşil	0,1,2,3,4	0,00	
Sarı	5	0,40	
	6	0,50	
	7	0,65	
	8	0,75	
	9	0,85	
Kırmızı	10 ve daha fazlası	1,00	

Kaynak: Kaynak: BIS, 2006: 321, <http://www.bis.org/publ/bcbs128.pdf>

Tabloya göre sapma sayısı 0 ile 4 arasında kaldığında yani yeşil akandaki kısımda olursa model güvenilir diyebiliriz. Sarı alana kalan sapma sayıları olduğunda modelin yeniden incelenmesi gerektiğini gösterir. Kırmızı bölgede ise 10'dan fazla sapma sayısı olduğu zamanda modelin yetersiz olduğunu ve yeniden yenilenmesi gerektiği söylenebilir.

Geriye dönük test iki aşamadan oluşmaktadır. Bunlar;

- Uygun bir Riske Maruz Değer(VaR) metodu belirlenir.
- Belirlenen uygun metoda göre geriye dönük test işlemi gerçekleştirilir.

Tablo 5: Geriye Dönük Test'te Kullanılan Hata Kabul Sayıları

RMD Aralığı	Güven Aralığı	Hata Miktarı (N) Kabul Edilebilecek Alan		
		T = 255 gün	T = 510 gün	T = 1000 gün
%99		N<7	1< N<11	4< N<17
%97,5		2< N<7	6< N<21	15< N<36
%95		6 N<21	16< N<36	37< N<65
%92,5		11< N<28	27< N<51	59< N<92
%90		16< N<26	38< N<65	81< N<120

Kaynak: Jorion, 2001: 136.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

PORTFÖY YÖNETİMİ

3.1 Portföy ve Portföy Yönetimi

Portföy, çeşitli menkul kıymetlerden oluşan, genellikle hisse senedi, tahviller ve türevlerinden oluşan, belirli kişi veya grupların elinde bulunan finansal nitelikteki kıymetler olarak tanımlanmaktadır.

Portföy kelime anlamı olarak ‘cüzdan’ demektir. Menkul kıymetler bakımından portföy, menkul kıymetlerden meydana gelen bir topluluğu ifade etmektedir. Ekonomik koşulların zamanla değişmesi beraberinde portföylerin de alınıp satılmasını gerektirir. Ekonomik durumun zamanla değişimi göz önünde bulundurularak portföyde değişiklik yapılmasına portföy yönetimi denir (KARABIYIK & ANBAR, 2010).

Bir başka tanım olarak portföy, belirli amaçları gerçekleştirmek isteyen yatırımcıların ellerinde bulundurduğu, birbirleriyle bağlantılı olan ve ölçülebilir niteliğe sahip olan yeni bir varlıktır.

Portföy yönetimi, çeşitlendirme yöntemiyle hareket ederek birden fazla menkul kıymete yatırım yapılmasını ve bu şekilde riskin dağıtılmasını amaçlamaktadır. Çeşitlendirme ise, riski azaltma ve yayma çabası olarak tanımlanabilir. Portföy yönetimi ile yatırımların çeşitlendirildiği oranda risk azalmaktadır. Riskin azaltılmasıyla ilgili yapılan çalışmalar risk yönetimi kapsamında yer aldığından dolayı çeşitlendirme yatırımcılar tarafından önem kazanmaktadır (CEYLAN & KORKMAZ, Uygulamalı Portföy Yönetimi, 1993).

Çeşitlendirme yoluyla riskin dağıtılması ve azaltılması yatırımcılar için akılcı bir yoldur. Çeşitlendirme yapılarak işletmeye özgü piyasa riski ortadan kaldırılır. Ancak uluslararası bir çeşitlendirilme yapılmamış portföylerde piyasa riski ortadan kalkmaz.

Portföy yönetimi, belirli miktardaki bir fonun, yatırımcının tercihleri gözetilerek, üstlenilen riske kıyasla maksimum getiriye elde edecek biçimde belirli varlık gruplarına yatırıldığı dönem içerisindeki gelişmeler göz önünde bulundurularak varlıkların portföy içindeki ağırlıklarının değiştirildiği ve performanslarının devamlı değerlendirildiği dinamik bir süreçtir (KARAŞİN, 1986).

Portföy yönetimindeki amaç, belirli bir risk düzeyinde maksimum getiri elde etmek için portföy çeşitlendirmesi yöntemini kullanarak birden fazla menkul kıymete yatırım yapılmasını ve böylece riskin azaltılmasını ve dağıtılmasını kapsamaktadır. Kısaca portföy yönetiminin amacı, en az risk ve en çok karlılığı sağlayacak şekilde portföy oluşturmak ve yatırım amacına uygun olarak portföyü yönetmektir.

Risk yönetimi ile ilgili çalışmalar ve karar alma aşamaları portföyün belirlenen riski doğrultusunda kazanç elde etme temeline dayanmaktadır. Risk yönetiminde portföy ile ilgili süreç aşağıdaki gibi gerçekleşmektedir (CEYLAN & KORKMAZ, Uygulamalı Portföy Yönetimi, 1993).

- Analitik yöntemler,
- Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ve tahminlerin yapılması,
- Değerleme ve tahmin öngörülerine göre strateji geliştirme,
- Değişen piyasa koşullarına göre taktik uygulamalar(pozisyonlar) oluşturmak,
- Portföy pozisyonunda volatilité, fiyat, faiz gibi değişkenlere göre ayarlamalar yapmak.

3.2 Portföy Yönetim Süreci

Bir portföy yöneticisinin ana amacı, öngörülebilir risk grubundan ortalamanın üzerinde getiri elde etmek ve çeşitlendirme yardımıyla sistematik olmayan bütün riskleri ortadan kaldırmaktır.

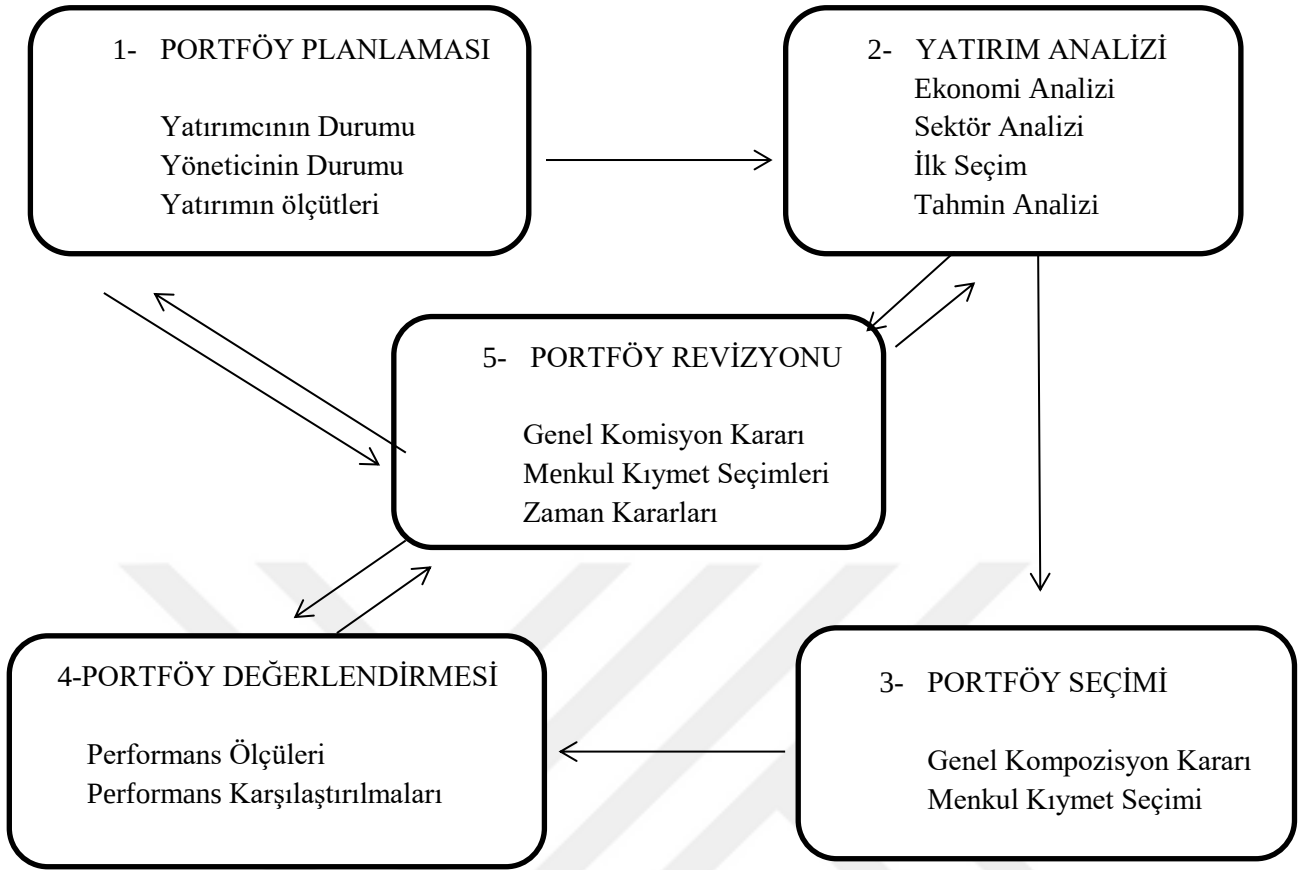
Portföy yönetim süreci dinamik bir süreç olup, beş aşamadan oluşmaktadır (SEVİL, Portföy Yönetim Stratejileri, 2001).

- Portföy Planlaması: Yatırımcıların amaçlarının, tercihlerinin, yatırım için ayrılacak fon miktarının ve yatırım vadesinin belirlendiği aşamadır. Yatırımcının gerçekleşmesini istediği amaca ve yatırımcı adına faaliyette bulunan portföy yöneticisinin elde etmek istediği sonuca yönelik yatırım ölçüsünün saptanması portföy planlamasının son adımıdır.
- Yatırım Analizi: Portföye alınabilecek yatırım araçlarının değerlendirildiği adımdır. Yatırım analizi, portföye alınması istenilen menkul kıymetlerin niteliklerinin incelenmesi, ölçülmesi, belirli bir zaman içerisinde değişik menkul kıymetlerin performanslarının ne olabileceğinin nicel olarak tahmin edilmesidir. Bu analiz yönteminde, sadece yatırım yapılabilecek finansal varlıkların geçmiş performanslarının incelenmesi ve aynı zamanda değerlendirilmesi değildir. Aynı

zamanda çeşitli bilgilerden faydalanılarak, ileriye dönük tahminler yapılması gerekir.

- Portföy Seçimi: Bu adımda portföye seçilecek finansal varlıkların çeşitlendirilmesi yapılır ve hangi oranda portföye dahil edileceği belirlenir. Portföy seçimi, ilk olarak her yatırım kategorisine yapılacak yatırım tutarının belirlenmesini içerir. Daha sonra bu kategori içerisinde değişik menkul kıymetlere yapılacak yatırım tutarı belirlenir. Bu aşamada yatırım uzmanının yatırımcı adına girişimde bulunduğu ilk adımdır. Portföy seçiminde ilk olarak portföyün hangi varlıklardan oluşacağı belirlenmelidir. Karar verildikten sonra, menkul kıymet seçimine başlanmaktadır. Varlıklara hangi oranda yatırım yapılacağına karar verilmektedir.
- Portföy Değerlemesi: Oluşturulmuş portföyün belirli bir zaman dilimi içerisinde gerçekleştirmiş olduğu performansın değerlendirildiği ve bu performansın ilk başta belirlenmiş olan portföyün amacı ve beklentisiyle örtüşüp örtüşmediği kontrol edilir. Menkul kıymetin seçimi yatırım süresinin başında gerçekleşmektedir. Değerlendirme ise, belirli bir zamanın sonunda gerçekleşmiş verilerle yapılmaktadır. Böylelikle ilk yapılan tahminlerin tutarlılıkları sınanmış olur. Portföy değerlendirmesi iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Bunlar, performans ölçülerinin hesaplanması ve karşılaştırılmalarının yapılmasıdır.
- Portföy Revizyonu: Bu adımda performans değerlendirmesinden sonra alınması gereken önemler belirlenir ve portföyde değişikliğe gidilmektedir. Portföy revizyonu, portföy yönetiminin dinamik bir süreç olmasını sağlayan adımdır. Bu aşamada portföyün performansı ölçülür ve daha sonra alınması gereken önlemler saptanır ve ardından gerekli girişimler yapılmaktadır. Portföy revizyonunun amacı, belirli bir risk seviyesinde portföyün getirisini maksimum kılmaktır.

Portföy yönetim süreci aşağıda şekildeki gibi özetlenebilir.



Şekil 8: Portföy Yönetim Sistemi

Kaynak: (CEYLAN & KORKMAZ, Uygulamalı Portföy Yönetimi, 1993)

3.3 Geleneksel Portföy Yaklaşımı

Geleneksel portföy yönetimi yaklaşımında, yatırımcının amacının belirlenmesi, portföyü oluşturan menkul kıymetlerin seçimi ve portföyü yönetme aşamalarını kapsamaktadır. Genellikle yatırımcıların amacı, sabit ve istikrarlı gelir elde etmek, sermayelerini korumak ya da sermaye kazancı elde etmek olarak ifade edilir (CEYLAN & KORKMAZ, Uygulamalı Portföy Yönetimi, 1993).

Geleneksel portföy yaklaşımının ilk adımı, yatırımcıya ilişkin bilgilerin elde edilmesidir. Elde edilen bu bilgiler, portföy ölçütlerinin saptanmasında portföy yöneticisine yardımcı olur. Böylece en uygun portföy amacı ortaya çıkarılabilir.

Geleneksel portföy yönetimi yaklaşımlarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

1. Yatırımcıya ait bilgilerin toplanması
2. Portföy amacının saptanması
3. Yatırım politikaları,
4. Portföye dahil edilecek menkul kıymetlerin seçilmesidir.

Geleneksel portföy yaklaşımında, riski birden çok menkul kıymete dağıtılması amaçlanır. Buna ‘yalın çeşitlendirme’ adı verilmektedir. Portföyü oluşturan varlıkların getirileri aynı yönde hareket edemeyeceğinden dolayı, portföyün riski tek bir varlığın riskinden daha düşük olacaktır. Ancak çeşitlendir yönetiminde menkul kıymetler arasındaki ilişkiler dikkate alınmamaktadır. Amaç sadece menkul kıymet sayısını artırarak riskin azaltılmasıdır (Bekçioğlu, 1984).

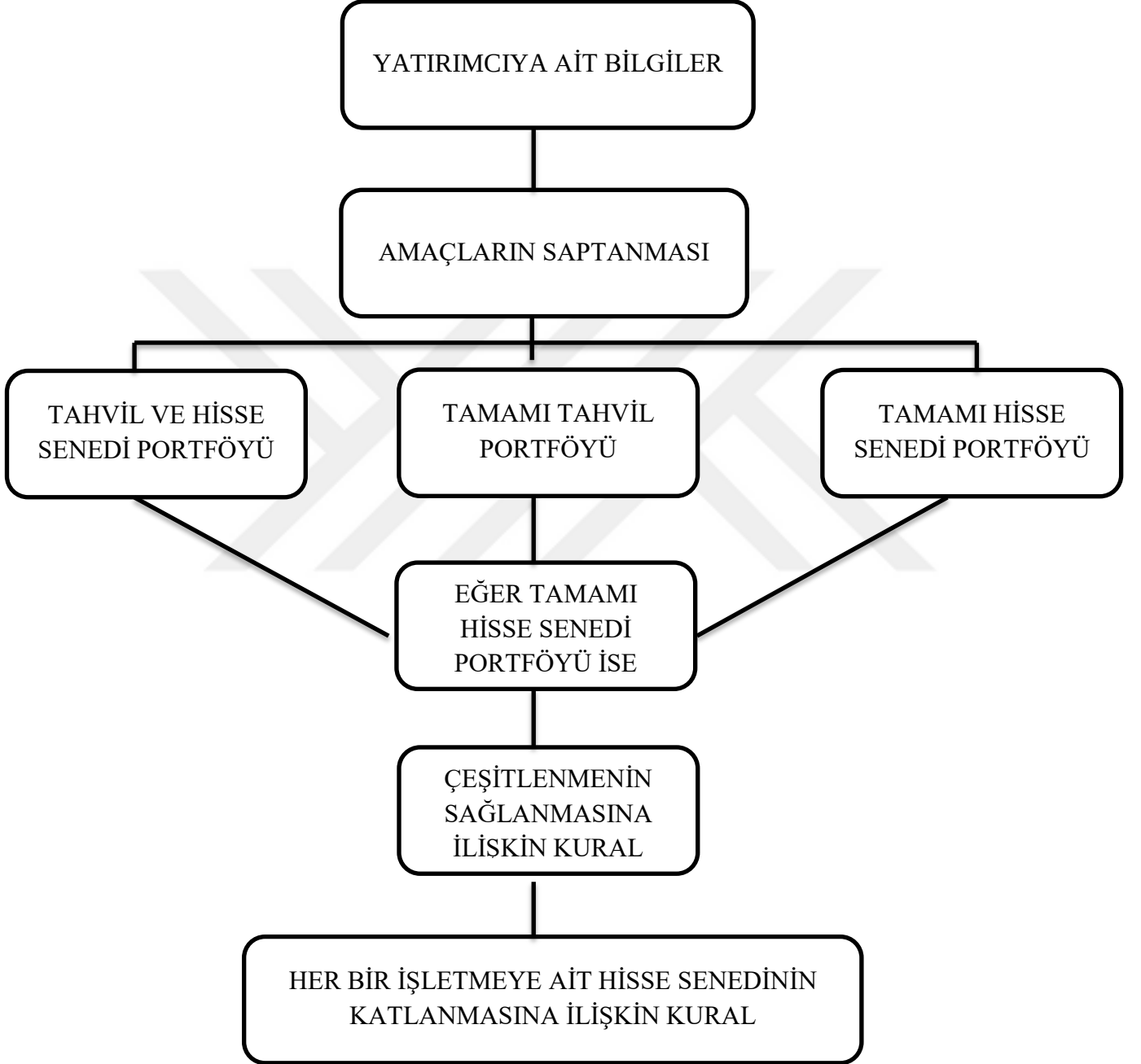
Geleneksel portföy yöntemi, portföydeki varlıkların çeşitlendirilmesini temel almaktadır. Çeşitlendirmedeki amaç, hisse sendi yatırımlarında farklı sektördeki hisse senetlerine yatırım yaparak sistematik olmayan riski azalmaktır.

Bu yöntemde portföy yönetim süreci takip edilmektedir. Bu süreçte yatırım analizi adımı ekonomik analiz yapılır. Portföy seçimi aşamasında menkul kıymet çeşitlendirilmesi için teknik analiz ve temel analiz gibi geleneksel yöntemlerden yararlanılmaktadır.

Geleneksel portföy yönetimi, bilimsel bir dayanağının olmaması, çok fazla çeşitlendirilme üzerinde durması ve finansal varlıklar arasındaki ilişkiye önem vermemesi nedeniyle eleştirilmektedir. Tüm eleştirilere rağmen yöntemi uygulaması kolay olmasından dolayı birçok yatırımcılar tarafından kullanılmaktadır.

Şekil 9: Geleneksel Portföy Yaklaşımlarının Aşamaları

Kaynak: (CEYLAN & KORKMAZ, Uygulamalı Portföy Yönetimi, 1993)



3.4 Modern Portföy Yaklaşımı

Bir portföy yatırımının amacı belirli bir getiri elde etmektir. Elde edilen bu beklenen getirinin genellikle risksiz getiriden yüksek olması beklenir ve aynı zamanda bu getiriyi elde edebilmek için riske katlanmak gerekir. Buna göre portföyle oluşturulurken birçok getiri ve risk profiline uygun portföyler elde edilir. Markiz'in Modern Yatırım Teorisi de yatırımların riskleri ile beklenen getirileri dikkate alınarak portföy oluşturma sürecini ele almaktadır.

Modern portföy teorisi, Harry Markowitz tarafından 1952 yılında yayınlanan "Portfolio Selection" makalesine dayanmaktadır. Bu çalışmada, portföylerin belirlenmesinde portföye alınacak finansal varlıkların, getirilerinin ortalaması, getirilerin varyansı ve varlıklar arasındaki korelasyon katsayıları bağlamında tanımlayarak portföy oluşturulması için bir çerçeve çizilmektedir.

Modern portföy yaklaşımına göre, sadece çeşitlendirilme ile risk azaltılmaz, çünkü menkul kıymetler aynı yönde veya ters yönde hareket etmektedirler. Bu sebepten dolayı menkul kıymetleri seçerken, aralarındaki ilişkinin ve riskin hesaplanması gerekmektedir (MARKOWITZ, 1959).

Geleneksel portföy yaklaşımı, varlıkların tek tek seçimi üzerinde durmuştur ancak modern portföy yaklaşımında, varlıkların birbirleriyle ilişkisi ortaya konularak portföyün bir bütün olarak değerlendirilmesi gündeme gelmiştir.

Markowitz'e göre portföy seçim süreci iki adımdan oluşur. Birinci adımda gözlem ve deneyimlere dayanarak varlıkların gelecek dönemdeki performansları hakkında tahminler yapılır. İkinci adımda ise, yapılan tahminlere dayanarak portföy seçimi yapılır. Portföy seçimi sürecinde iki kriter dikkate alınır. Bu kriterlerden ilki finansal varlıkların beklenen getirisi, ikinci ise finansal varlıkların riskidir. Yatırımcıların portföyden bekledikleri getirilerini artırırken aynı zamanda bu getiriler ile ilgili belirsizliği en aza indirmektedir. Markowitz'in portföy teorisi en yüksek beklenen getirili portföyü en düşük risk ile nasıl oluşturulabileceğini araştırmaktadır.

Markowitz portföy varyansının genellikle portföyü oluşturan varlıkların birbirleri ile olan ilişkisinden kaynaklandığını göstermiştir. Böylelikle aralarında sıfır veya negatif korelasyona sahip varlıklardan oluşan portföylerin varyansı, varlıkların tek tek alındığı durumdan çok daha düşük olmaktadır.

3.4.1 Modern Portföy Yaklaşımının Varsayımları

Modern portföy yaklaşımının varsayımlarını beş ana başlık altında toplayabilir (CEYLAN & KORKMAZ, Uygulamalı Portföy Yönetimi, 1993).

- 1- Yatırımcının amacı fayda fonksiyonunu maksimize etmektir. Yatırımcılar rasyonel düşünürler ve her dönemde beklenen faydayı maksimum kılmayı amaçlarlar. Yatırımcılar her yatırımı, belirli bir elde tutma süresi sonunda refahlarına katkı sağlayacak olasılık dağılımına sahip getirileri ile algırlar.
- 2- Yatırımcılar, yatırım kararlarını beklenen getiri ve riske göre alırlar. Getiri ölçütü olarak, portföyü oluşturan menkul kıymetlerin beklenen getirilerinin ortalaması, risk ölçütü olarak da portföy getirilerinin varyansı kullanılır.
- 3- Yatırımcıların, risk ve getiri hakkındaki beklentileri homojendir. Bir başka şekilde ifade etmek gerekirse, tüm yatırımcılar aynı risk düzeyinde daha çok getiriye azına tercih ederler.
- 4- Yatırımcılar benzer zaman ufkuna sahiptirler.
- 5- Modern portföy teorisine göre, sermaye piyasası oldukça etkindir. Diğer bir ifadeyle, bilgiler hızlıca, tamamen ve doğru olarak menkul kıymet fiyatlarına yansımaktadır. Piyasa her zaman dengededir. Bilgi akışına herhangi bir engel konmamıştır ve yatırımcılar bilgilere eş zamanlı olarak ulaşabilmektedir.

3.4.2 Markowitz Ortalama - Varyans Modeli

Geleneksel portföy yaklaşımı, geniş ölçüde niteldir. Değişkenler nicel hale dönüştürülmeye çalışılmaz. Modern portföy teorisinde ise, ortalama varyans modeli değişkenleri nicel hale getirmeye ve portföy birleşim sürecini standart bir optimizasyon çerçevesine koymak için çaba gösterir. Bununla birlikte her bir menkul kıymetin beklenen getirilerinin ve riskinin hesaplanması gerekir (CEYLAN & KORKMAZ, Uygulamalı Portföy Yönetimi, 1993).

Modern portföy bileşimi konusunda ilk çalışmayı yapan Markowitz, etkin portföylerin, beklenen getiri ve bu getirilerin varyansı dikkate alınarak oluşturulması gerektiğini ifade etmektedir.

Ortalama- Varyans Modeli şu iki varsayıma dayanır:

1. Yatırımcılar riskten kaçan bireylerdir.
2. Yatırımların olasılık dağılımı yaklaşık olarak normaldir.

Bir yatırımcı, aynı düzeyde beklenen getiriye sahip iki yatırımdan standart sapması düşük olanı veya standart sapmaları eşit olan yatırımlardan beklenen getirisi en fazla olan yatırımı seçecektir. Ortalama Varyans yöntemine göre seçim yapıldığında yatırımcı, beklenen faydayı maksimum kılar. Ayrıca Markowitz etkin portföylerin oluşturulabilmesi için her bir menkul kıymetin beklenen getirisi, risk ve menkul kıymetler arasındaki kovaryansların bilinmesi gerektiği ileri sürülmüştür (KARAŞİN, 1986).

3.5 Portföy Getirisinin ve Riskinin Hesaplanması

Yatırımcılar için, portföydeki finansal varlıklardan herhangi birinin fiyatındaki artış veya azalış önemli değildir. Yatırımcılar için önemli olan elindeki portföyün getirisi ve riskidir. Bir portföyün getirisi portföydeki finansal varlıkların getirilerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Portföy riski, portföyde bulunan finansal varlıkların riskleri arasındaki ilişkileri de dikkate alarak hesaplanan değere denir (CEYLAN & KORKMAZ, Uygulamalı Portföy Yönetimi, 1993).

Birkaç yatırım arasından seçim yaparken, yatırımlar arasında göreceli riskliliği veren değişim katsayısı kullanılabilir. Değişim katsayısı, her birim getirinin riskini veren bir katsayıdır. Yatırımlar arasında değişim katsayıları karşılaştırıldığında yatırımcılar, birim getiriye daha düşük risk içeren düşük değişim katsayısını tercih ederler.

$$DK = \frac{\sigma}{E(R_i)} \quad (3.1)$$

Finansal varlıkların seçilmesi sürecinde beta katsayısı da dikkate alınmaktadır. Sistemik riskin bir ölçüsü olan beta katsayısı, bir menkul kıymetin getirisinin piyasa portföyü getirisi arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Beta katsayısı, finansal varlık ile piyasa portföyü arasındaki kovaryansın piyasa portföyü varyansına bölünmesi ile elde edilir (KARAŞİN, 1986).

$$\beta = \frac{Cov(x, m)}{Var(m)} \quad (3.2)$$

Portföye seçilecek menkul kıymetlerin seçiminde beta katsayısından yararlanılır. Hisse senedi piyasanın genel beta katsayısı 1 olarak alındığında ve diğer hisse senetlerinin β katsayıları bu değere bağlı olarak hesaplandığında, o hisse senedinin

pazardaki değişmelere karşı duyarlılığı hesaplanmış olur (KARABIYIK & ANBAR, 2010).

Eğer $\beta > 1$ ise portföyün getirisinde, piyasanın getirisindeki değişme ile aynı yönde ve ondan daha büyük bir değişme olacaktır. Bu tür hisse senetlerine ‘atak’ hisse senetleri denilmektedir. Bu hisse senetlerinin pazara karşı duyarlılıkları fazladır. Pazar portföyünün getirisinde %1 artış olduğunda, atak hisse senedinin getirisindeki artış %1 den daha fazla olur.

Eğer $+1 > \beta > -1$ ise, portföyün getirisinde, piyasanın getirisindeki değişmeden daha küçük bir değişme olacaktır.

Eğer, $\beta < -1$ ise, portföyün getirisinde, piyasanın getirisindeki değişme ile ters yönde ve ondan daha büyük bir değişme olur. Beta katsayıları 1’den küçük olan bu hisse senetleri ‘tutucu’ olarak adlandırılır, bu hisse senetlerinin pazara karşı duyarlılıkları zayıftır. Pazar portföyünün getirisindeki %1 artış, tutucu hisse senedinin getirisinde daha düşük bir artışa neden olur (BOLAK, Beta Katsayıları, Zaman İçindeki Tutarlılık ve Portföy Etkisi, 1990).

3.5.1 Portföyün Beklenen Getirisinin Hesaplanması

Bir portföyün beklenen getirisi, portföyde yer alan menkul kıymetlerin beklenen getirilerinin ağırlıklı ortalamasına eşittir.

$$E(R_p) = w_1E(R_1) + w_2E(R_2) + \dots + w_nE(R_n) \quad (3.3)$$

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_iE(R_i) \quad (3.4)$$

Burada;

$E(R_p)$ = Portföyün beklenen getirisini,

$E(R_i)$ = i menkul kıymetin beklenen getirisini,

w_i = i menkul kıymetinin portföy içindeki oranını göstermektedir.

Portföyün gerçekleşen getiri oranı da portföyün beklenen getirisine benzer şekilde, portföyü meydana getiren menkul kıymetlerin getirilerinin ağırlıklı ortalamasıdır (KARABIYIK & ANBAR, 2010).

$$R_p = \sum_{i=1}^n w_i R_i \quad (3.5)$$

Burada;

R_p = Portföye ait gerçekleşen getiri oranını,

R_i = i menkul kıymetine ait gerçekleşen getiri oranını,

w_i = i menkul kıymetinin portföy içindeki payını göstermektedir.

3.5.2 Portföyün Riskinin Hesaplanması

Bireysel yatırımcılar ve kurumsal yatırımcılar, riski azalmak için çeşitlendirme yaparak yatırım araçlarından portföy oluştururlar. Yatırımcılar açısından, portföydeki varlıkların her birinin bireysel riskinden ziyade, portföy riski daha önemlidir.

Portföyü oluşturan varlıkların getiri oranlarının birlikte hareket etme derecesi (kovaryans) nedeniyle, portföyün riski, beklenen getiri oranında olduğu gibi, portföyü oluşturan varlıkların risklerinin (standart sapmalarının) ağırlıklı ortalaması değildir. Portföy riski, portföyü oluşturan varlıkların ağırlıklı ortalama riskinden daha küçüktür. Teorik olarak, iki riskli hisse senedinden oluşan bir portföyün riski sıfır olabilir. Bir portföyün riski üç faktöre bağlıdır (CEYLAN & KORKMAZ, Uygulamalı Portföy Yönetimi, 1993). Bunlar;

- Portföyü oluşturan menkul kıymetlerin beklenen getirileri arasındaki korelasyon,
- Her bir menkul kıymetin standart sapması,
- Her bir menkul kıymete yatırılan fon oranıdır.

Portföy riskinin hesaplanabilmesi için, öncelikle portföyü oluşturan varlıklar arasındaki kovaryansın ve korelasyonun hesaplanması gerekmektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

VOLATİLİTE KAVRAMI

Riske Maruz Değer hesaplamasında önemli bir değişken de volatilité kavramıdır. Başlı başına bir risk ölçütü olan volatilité Riske Maruz Değer hesaplamalarında oldukça önemli bir yere sahiptir. Geçmiş dönem dalgalanmalarının tahmini gibi bir durum yok iken, geçmiş dönem verilerine bakarak gelecek döneme ilişkin volatilité hesaplanmaktadır.

Volatilité, değişkenin tüm olası değerlerinin yayılımı olarak ifade edilmektedir. Kısaca volatilité, finansal varlığın fiyatında olan değişimin istatistiksel ölçüsü olarak tanımlanabilir.

Hisse senedi piyasalarında meydana gelen volatilitenin modellenmesi 1987 yılında yaşanan krizle birlikte popülerlik kazanmıştır. Gelişmiş piyasalarla beraber gelişmekte olan piyasalar da yaşanan volatilitenin modellenmesi amacıyla başlıca çalışmalar yürütülmüştür. Scott (1991), Kupiec (1991), Figlewski (1997), Feinstein (1987), Aydemir (1998) ve Knight ve Satchell (1998) bunlara örnek olarak sayılabilir.

Volatilité genel manada istatistiksel bir risk ölçütü olarak bilinmesinin yanında, belirsizlik, değişim vb. kavramları içeren farklı tanımları da vardır. Volatilité risk ile ilgilidir fakat aynı şeyler değildir. Aralarındaki temel fark risk, beklenmeyen, arzu edilmeye sonuçlar ile ilgiliyken belirsizlik, arzu edilen bir sonuçtan da kaynaklanabilir.

Volatilité riskin tam etkin bir ölçüsü değildir. Volatilité veya standart sapma sadece dağılımın yayılımıyla ilgilidir, bize dağılımın biçimine ilişkin bir bilgi vermez. Bir istisnası vardır; log-normal veya normal dağılımdır. Log- normal dağılımın ortalaması (μ) ve standart sapma (σ) yeterli istatistiklerdir.

Volatilitenin nasıl ölçüleceği sorunu önemli bir konudur. Değişkenin ölçülebilir olması için aynı zamanda gözlenebilir olması gerekmektedir. Volatilité doğrudan gözlemlenemediği için amprik olarak tahmin etmek gerekir bunun için bir çok tahmin yöntemi geliştirilmiştir.

Finansal risk, zamandaki değişime bağlı olarak varyansın yukarı ve aşağı yönlü hızlı değişimleridir. Finansal varlıkların fiyatlarındaki volatilité kaynaklı riskin

artmasından dolayı bir yatırım kararı verirken volatilité göz önüne alınarak karar verilmesi zorunlu hale gelmiştir.

Volatilitenin öngörülebilmesi, değişen varyansın ele alınmasıyla ve modellenmesiyle mümkün olur. Volatilité, oynaklık ya da değişkenlik anlamında kullanılmaktadır. Aynı zamanda incelenen varlık değerlerinin standart sapması olarak da tanımlanabilmektedir. Gelecekteki volatilitenin tahmin edilmesi önemlidir. Bu yüzden volatilitenin hesaplanması ile ilgili birçok farklı yaklaşımlar geliştirilmiştir.

Portföy volatilitesi hesaplaması varlıklar arasında korelasyona bağlıdır. Bu yüzden, tek başına standart sapma hesaplamak yeterli olmayacaktır. Volatilité modellenmesinde kullanılan modelleri altı grupta incelemek mümkündür (SEVİL, Finansal Risk Ölçümler, 2001). Bunlar;

- a) Tarihi volatilité (historical volatility) modelleri
- b) Zımni volatilité (implied volatility) modelleri
- c) Üssel Olarak Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama (EWMA) modelleri
- d) Otoresgresif (AR) ve Hareketli Ortalama (MA) modelleri (ARMA modelleri)
- e) Otoresgresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modelleri
- f) Stokastik Volatilité modelleri.

4.1 Standart Sapma

Dağılımın volatilitesi olarak bilinen standart sapmanın doğrudan normal dağılımla ilişkilendirilir. Dağılımın yayılımını standart sapma ölçmektedir. Bir başka ifadeyle serideki elemanların ortalamadan sapmalarının ortalamasını ölçmektedir (Best, 1999).

σ : Standart Sapma
 X_i : Getiri serisi
 μ : Seriyeye ait ortalama

olmak üzere volatilité tahmini için kullanılan standart sapma formülleri:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(X_i - \mu)^2}{N}} \quad (4.1) \quad \text{Anakütlenin Standart Sapması}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (4.2) \quad \text{Örneklemin Standart Sapması}$$

Standart sapma hesabında gözlenen tüm dönemler için bir tane sapma değeri bulur, bu da standart sapmanın sabit olduğu varsayılmaktadır. Volatilitenin değişmemesi piyasa için düzgün sonuçlar vermeyecektir (ŞAHİN, 2004).

Modern finansın en popüler risk ölçütü Harry Markowitz'in çalışmalarından miras kalan standart sapma değeridir. Standart sapma değerinin risk ölçütü olarak kullanılmasına birçok eleştiri getirilmiştir. Bunların başında normal dağılımın simetrisinden kaynaklanan pozitif getiriyle sonuçlanan istenen yöndeki hareketin, negatif getiri hareketiyle aynı olasılığa sahip olması gelmektedir.

Standart sapmanın risk ölçütü olarak kullanılması üzerine gelen eleştiriler, yalnızca istenmeyen yöndeki hareketleri gösteren alternatif ölçümler üzerinde çalışılmasına sebep olmuştur. Sol taraf risk ölçütleri olarak da adlandırılan bu ölçütler yalnızca dağılımın kuyruk değerine odaklanmaktadır. Bu tür bir risk ölçütü olan Riske Maruz Değer giderek ilgi odağı olmaya başlamıştır.

Volatilite ve korelasyon rassal işlemlerin parametreleridir. Bu parametreler finansal varlık getirilerinin ve fiyatlarının modellenmesinde kullanılır. Rassal değişkenler ise olasılık dağılımlarıyla karakterize edilirler. Volatilite olasılık yoğunluk dağılım ölçüsüdür ve dağılımın en bilindik ölçütü ise standart sapmadır.

Riske Maruz Değer hesaplamalarında volatilite için standart sapma hesaplanması önemlidir. Çünkü standart sapma finansal çalışmalarda riskin ölçüsü olmakla beraber aynı zamanda volatilitenin ölçüsü olarak da kullanılmaktadır.

Standart sapma volatilite ölçüsü olarak kullanıldığında, örtülü olarak fiyat üzerindeki değişimleri ya da getirilerin normal dağıldığı varsayımına sahip olduğu söylenebilir. Standart sapma, değerlerin ortalamaya göre dağılımını göstermektedir.

Standart sapmanın hesaplanması uzun dönemde sabit varyansı varsaymaktadır, yani belirli bir dönemin verileri periyotlara ayrıldığında, her periyotta varyansın eşit olduğu varsayılmaktadır.

4.2 Üssel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama Yöntemi (EWMA)

Üstel ağırlıklı hareketli ortalama (EWMA), son gözlemlere ağırlık vererek hesaplanan ortalama modellerinin en basitidir. EWMA modeli, hareketli ortalama yönteminden farklıdır. EWMA, hareketli ortalamalara kıyasla daha çok volatilité hesaplamalarına ağırlık verir. Bu da piyasanın anlık hareketlerine daha çok cevap vereceği anlamına gelmektedir.

EWMA, varlık getirilerinin sistematik ve bağımsız olarak dağıldığı varsayımına dayanmaktadır. Zamana göre değişen volatilité prensibiyle hareket etmektedir. Risk yönetiminde fazlaca kullanılan bir yöntem olan EWMA yöntemi, hesaplanması istenilen verinin karekökü alınarak yapılmaktadır. “ λ ” katsayısı “sabit düzeltme” katsayısı olarak adlandırılmaktadır. “ λ ” katsayısı her zaman sıfır ile bir arasında değer alır. EWMA yönteminde oluşan değerlerle beraber “ λ ” katsayısı, tahminlerin ortalama ağırlığını kapsayacak şekilde tahmin etmektedir.

EWMA modeline göre, finansal varlığın günlük getirisinden hesaplanan varyans formülü;

$$\hat{\sigma}_t^2 = (1 - \lambda) \sum_{i=1}^{\infty} \lambda^{i-1} r_{t-i}^2 \quad (4.3)$$

Buradaki λ ; eksilme faktörü olarak adlandırılmakta ve $0 < \lambda < 1$ sınırları arasında değer almaktadır. λ katsayısı 1’e yaklaştıkça geçmişteki gözlemlere daha çok ağırlık vermekte, 1’den uzaklaştıkça yakın tarihlerdeki verilere ağırlık vermektedir. λ ’nın değerinin doğru tespit edilmesi, volatilitenin doğru hesaplanabilmesi açısından önem arz etmektedir. Volatilitenin EWMA modeli ile hesaplanması RiskMetrics tarafından yapılp piyasaya sunulmaktadır.

J.P. Morgan Riskmetrics’ te günlük volatilité hesaplamaları için $\lambda = 0,94$ aylık volatilité hesaplamaları için $\lambda = 0,97$ değerlerini kullanmaktadır. EWMA yönteminde kullanılan verilerin sürekli dağılım göstermesi gerekmektedir. Veri büyüklüğüne karar vermek için α anlamlılık düzeyi olmak üzere $m = \frac{\log(\alpha)}{\log(\lambda)}$ formülü kullanılmaktadır.

Üssel Ağırlıklandırılmış hareketli ortalama yönteminde geçmiş dönem verilerinin ağırlıklandırılması üssel bir şekilde olmaktadır bu nedenle yakın dönemli verileri daha fazla ağırlık verilirken geçmiş dönemli verilere daha az ağırlık verilmektedir.

J.P Morgan'ın EWMA yöntemi ile volatilité hesaplanması için bazı ülkelere yönelik önerdiği optimum Lamda katsayısı değerlerine aşğıdaki tabloda yer verilmiştir.

Tablo 6: Optimum Lamda Katsayıları

Ülkeler	Lambda
Arjantin	0,972
Endonezya	0,992
Filipinler	0,925
Güney Afrika	0,938
Güney Kore	0,956
Malezya	0,808
Meksika	0,895
Tayland	0,967
Türkiye	0,970

Kaynak: (BOLGÜN & AKÇAY, 2016)

EWMA yönteminin sağladığı en büyük avantaj meydana gelebilecek olası ani şoklara volatilitenin hesaplanmasında şoku hemen yansıması ve hemen üssel azalan ağırlıklarla şokun etkisini hızlıca düşürmesidir. EWMA yönteminde yapılan hesaplamalarda son dönem verilerine ağırlık verilmelidir. Türkiye gibi ülkelerde volatilité yüksek olduğu için yakın dönemdeki verilere ağırlık verilmesinin önemi vurgulanmaktadır. (Koçbank Risk Yönetimi Grubu, 2001: 59).

4.3 Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Yöntemi (ARCH)

1982 yılında Engel tarafından geliştirilen Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH), volatilité modellemesi olarak kullanılmaktadır. Engel, ARCH modelini regresyon modelinden yola çıkarak geliştirmiştir. ARCH modeli ile serinin varyansının ve koşullu ortalamasının eş zamanlı olarak ayrı modellenmesi mümkündür.

Belirsizliğin zamandaki değişimini ikinci veya daha yüksek dereceden momentler ile modelleme çalışmaları sonucunda değişken varyansları karakterize etmek için ortaya konulan en önemli araçlardan birisi kısaca ARCH olarak ifade edilen Otoregresif Koşullu Değişken Varyans modelidir ve ortaya çıkışından itibaren bu modelleme stratejisini finansal zaman serilerine sıklıkla uygulanmıştır.

Zaman serisi modelinin varsayımlarından biri olan normal dağılım altında hata teriminin sıfır ortalama ve sahip olması ($N \sim (0, \sigma^2)$) varsayımına karşılık Engle (1982) yaptığı bir çalışmayla hata terimlerinin karelerinin değerleri arasında bağımlılık olduğunu ve artıkların varyansının sabit olmadığını ($N \sim (0, \sigma_t^2)$) ortaya koyarak ARCH (Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) modelini geliştirmiştir. Böylece ARCH(q) modeli ile varyansın, tahmin hatalarının karelerinin bir fonksiyonu olarak modellenmesi yapılmaya başlanmıştır (ÇİL, 2018).

ARCH(q) modeli kurabilmek için öncelikle hatalarından koşullu varyansları elde edebileceğimiz bir ekonometrik model kurmamız gerekmektedir. En küçük karelere göre belirlenen bu regresyon modelinin hatalarında değişen varyans sorunu olup olmadığı bir başka deyişle hatalarda ARCH etkisinin olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaç için bir çok test yapılmaktadır ancak yapılan bu testler arasında genelde kullanılan ve uygun olan Lagrange Çarpanı (LM) testinin yapılması ile hatalar arasında değişen varyans sorunu yani ARCH etkisinin olup olmadığı ortaya çıkarılabilmektedir (BOLGÜN & AKÇAY, 2016).

ARCH bir çok parametre gerektiren bir volatilité yöntemidir. ARCH modelinde, koşullu varyans denklemindeki parametrelere bazı kısıtlamalar getirilmektedir. Bu kısıtlamalar, uzun gecikmeler kullanılmak istenmesi ve ARCH modelinde sabit gecikme yapısının önerilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu sorunlar sebebiyle GARCH modeli daha çok tercih edilmektedir (ÇİL, 2018).

ARCH modelinin genel özellikleri kısaca aşağıdaki gibidir;

- Şoklar (ε_t) otokorelasyonsuz, ancak bağımlıdır. Volatilité modelleri de bu bağımlılığı yansıtmayı amaçlamaktadırlar. Getiri serilerindeki otokorelasyon genel olarak zayıf otokorelasyondur.
- ε_t 'lerin bağımlılığı, ε_t 'nin geçmiş değerlerinin basit karesel fonksiyonuyla ifade edilmektedir.

Geçmiş dönem standart sapmaları ARCH modelinde kullanılmaz, finansal varlıkların koşullu varyansa en çok benzerlik yöntemi aracılığıyla formüle edilir. ARCH model için, öncelikle log - getiriler (r_t) aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$r_t = \mu + \varepsilon_t, \quad (4.3)$$

$$\varepsilon_t = Z_t \sigma_t \quad (4.4)$$

(3.5)'deki μ , r_t 'nin ortalaması olup, ε_t sıfır ortalama ile bağımsız ve benzer dağılan hata terimidir. Volatilitenin uygun biçimde modellenmesi için, r_t 'nin koşullu ortalaması ve koşullu varyansı bilgi vericidir.

Koşullu varyans ve koşullu ortalama denklemleri, yukarıda da görüldüğü üzere, genel olarak,

$$\mu = E(r_t | F_{t-i}) \quad (4.5)$$

$$\sigma_t^2 = Var(r_t | F_{t-i}) = E[(r_t - \mu)^2 | F_{t-i}] = E[(\varepsilon_t)^2 | F_{t-i}] \quad (4.6)$$

ile ifade edilir.

ARCH modelinin en genel biçimi ARCH (p) modelidir ve aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\xi(r_{t-1}, r_{t-2}, \dots, r_{t-p}) = \left(\alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i (r_{t-i} - \mu)^2 \right)^{1/2} \quad (4.7)$$

Modelin istikrarlı olabilmesi için, $\alpha_0 > 0$ ve $\alpha_i > 0$ ($1 \leq i \leq p$) koşullarının geçerliliğine bağlıdır. ARCH parametreleriyle, α (L), ilgili karakteristik denklemin köklerinin tamamı birim çemberin dışında ise, diğer bir ifadeyle otoregresif parametrelerin toplamı birden küçük ise ($\sum_{i=1}^p \alpha_i < 1$), süreç kovaryans (zayıf) durağandır. Bu durumda ε_t 'nin koşulsuz varyansı;

$$Var(\varepsilon_t) = \frac{\alpha_0}{1 - \sum_{i=1}^p \alpha_i} \quad (4.8)$$

denklemini ile hesaplanır. Engle(1982)'nin önerdiği ARCH(p) süreci için koşullu varyans (σ^2) aşağıdaki gibidir;

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (4.9)$$

veya gecikme işlemcisi ile

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_p^*(L) \varepsilon_t^2 \quad (4.10)$$

şeklinde gösterilebilir. Burada, $\alpha_p^*(L) = \alpha_1 L + \alpha_2 L^2 + \dots + \alpha_p L^p$ 'dir.

ARCH modelinin temel özellikleri;

- Finansal varlığın getirisinin varyansı modellenerek tahmin edilebilir hale getirilmektedir.
- Bu dönemin getiri varyansı, geçen p dönemin varyanslarının bir fonksiyonudur.
- Bir finansal şokun pozitif olması veya negatif olması farklılık yaratmaz.
- Gerçek ortamda volatiliteleri yakalamak için p nin büyük değerler alması gerekmektedir.
- ARCH modelinin parametreleri, en fazla olabilirlik (maksimum likelihood) yöntemiyle doğrusal olmayan şekilde tahmin edildiğinden p büyüdükçe tahmin edilen parametrelerin hassasiyeti de azalmaktadır. (AKÇAY & BOLGÜN, 2016).

ARCH modelinin dezavantajları;

- Modelde negatif şokların ve pozitif şokların, önceki dönem şoklarının karelerine bağlı olmaları dolayısıyla volatilité üzerinde aynı etkiyi yol açtıkları varsayılmaktadır. Ancak, uygulamada finansal varlık fiyatlarının asimetrik olarak karşılık verdiği bilinmektedir.
- ARCH modeli oldukça kısıtlayıcıdır..
- ARCH modeli, finansal zaman serilerindeki değişimlerinin kaynağının anlaşılmasında yeni herhangi bir katkı yapmamakta, sadece koşullu varyansın nasıl davrandığının belirlenmesi amacıyla yönelik olarak mekanik bir yol önermektedir. Böyle davranışların sebepleri hakkında bize açıklayıcı bir bilgi vermez.
- ARCH modelleri finansal getirilere gelen büyük şoklara yavaş tepki verdiği için finansal zaman serilerinin oynaklığını olduğundan daha büyük öngörebilmektedir.

Özetle ARCH(p) yönteminin anlamlı olabilmesi için:

$$\begin{aligned} \alpha_0 > 0 \text{ ve } \alpha_i &\geq 0 & i = (1, 2, \dots, p) \\ \sum_{i=1}^p \alpha_i &< 1 & (4.11) \end{aligned}$$

koşulunu sağlaması gerekmektedir (ÇİL, 2018).

4.4 Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Yöntemi (GARCH)

GARCH model, ARCH modelin uygulamadaki zorluklarını çözebilmek adına 1986 yılında Bollerslev tarafından geliştirilmiştir. Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans, ARCH modelin bir uzantısıdır.

GARCH(p,q) modeli ARCH (p) modeline q sayıda geçmiş dönem koşullu varyans modelinin doğrusal formunun ilave edilmesiyle elde edilen genelleştirilmiş haline denir. GARCH modeli geçmişteki hata terimleri kareleri toplamının ağırlıklı ortalamasıdır. Ancak bu hata terimleri hiçbir zaman tümüyle sıfır olmadığı gibi azalan ağırlıklara sahip bir modeldir. Yani GARCH modeli varyansın geçmiş dönem volatilitelerinin ve bağımlı değişkenin geçmiş dönem varyanslarına bağlı olarak açıklandığı modellerdir.

Volatilite kümelenmelerinin sistematik bir şekilde tanımlayan GARCH(p,q) modelleri finansal pazarların zaman serisi analizlerinde temel model haline gelmiştir. GARCH modelleri kullanılarak faiz oranı getirileri, hisse senedi getirileri ve kur verileri üzerine bir çok araştırma yapılmıştır. GARCH modelini akademik çalışmalarında kullanan isimler Bollerslev, Chou ve Kroner (1992), Bera ve Higgins (1993) ile Bollerslev, Engle ve Nelson (1994)'dir.

GARCH modelinde, r_t logaritmik getiri ve $\varepsilon_t = r_t - \mu$, t zamanındaki şoku ifade etmektedir. $\varepsilon_t = z_t \sigma_t$ olmak üzere GARCH, model için ε_t 'nin koşullu varyansının (σ_t^2) denklemini aşağıdaki gibi yazmak mümkündür;

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (4.12)$$

Koşullu varyans denklemi daha açık ifadeyle;

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \beta_2 \sigma_{t-2}^2 + \dots + \beta_q \sigma_{t-q}^2 \quad (4.13)$$

ile tanımlanmaktadır (ÇİL, 2018).

ARCH model ve GARCH model arasındaki en büyük fark koşullu varyans denkleminde gecikmelere de yer vermesidir. Böylelikle koşullu varyans modeli, otoregresif ve aynı zamanda hareketli ortalamalar özelliklerini bünyesinde taşır.

GARCH modelin ARCH modele göre bir diğer avantajı ise değişen varyansın modellenmesinde çok daha az sayıda gecikme gereksinimi vardır. ARCH modeli kalıntı kareleri AR modeli olarak ifade edildiğinde GARCH modeli de kalıntı karelerin bir ARMA modeli olarak ifade edilmektedir.

GARCH modelinin temel özellikleri;

- GARCH modelinde büyük finansal şoklar, arkasından benzer baş büyük finansal şoklar yaratma eğilimi vardır.
- Şişman Kuyruk (Fat Tail) dağılımını açıklamaktadır.
- Garch modelinde $\alpha_1 + \beta_1 = 1$ olma zorunluluğu yoktur.
- $\alpha_1 + \beta_1$ 1'e yaklaştıkça, finansal şokların sürekliliği de artmaktadır.
- $\alpha_1 + \beta_1$ 1 ise, getirinin R_t , durağan olmadığına işaret eder. (AKÇAY & BOLGÜN, 2016)

Bazen volatilitenin durağan olmaması durumuyla da karşılaşabiliriz. Böyle durumlarda standart GARCH modeli de yeterli olmayacaktır.

Hesaplamalarda denge varyans düzeyi aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$\sigma^2 = \frac{\alpha_0}{\alpha_1 + \beta_1} \quad (4.14)$$

ARCH modeli testinde verilen LM testi, GARCH modeli için de bazı küçük değişikliklerle benzerlikler gösterir. GARCH için LM testi;

$$\begin{aligned} H_0 &= \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_p = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_q = 0 && \text{Garch etkisi yok.} \\ H_1 &= \text{en az bir } \alpha_i > 0, \beta_j > 0 \quad (i=1,2,3,\dots,p) \text{ ve } (j=1,2,3,\dots,q) && \text{Garch etkisi var.} \end{aligned}$$

olmak üzere LM testinin serbestlik derecesinin $p + q$ olduğu görülmektedir. (ÇİL, 2018)

Garch modelinin aşamaları;

- ilk olarak getiri denklemini tanımlanır,
- Bu denklemin hata terimleri ε_t bulunur,

- Hata terimlerinin karelerinin, ε_t^2 , geçmiş değerleri arasında ilişki bulunup bulunmadığı araştırılır,
- Lagrange Multiplier (LM) testi bu tür bir ilişkinin varlığını test etmektedir,
- LM testi H_0 : Garch etkisi yok hipotezi olacaktır.
- Eğer hata teriminin karelerinin, geçmiş değerleri arasında ilişki varsa LM testinde H_0 red edilirse, varyans modellemesine geçilir,
- Varyans denkleminin boyutları, p ve q, hata teriminin karelerinin geçmiş değerleri arasındaki korelasyonlara bakılarak tanımlanır. (AKÇAY & BOLGÜN, 2016)

Garch modelinin zayıf tarafları:

- Garch modelleri varyansı modellemek ve tahmin etmek amacıyla kullanılır.
- Finansal serilerin Riske Maruz Değer hesabında kovaryanslar önemlidir ve Garch kovaryansı dolayısıyla korelasyonu modelleyemez.

BEŞİNCİ BÖLÜM

RİSKME MARUZ DEĞERİN BİST’TE İŞLEM GÖREN SPOR KULÜPLERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMASI

5.1 Uygulamanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada BİST’ te işlem gören spor kulüplerine ait beş adet hisse senedi incelenmiştir. Genelde finansal zaman serileri değişen varyansı içermeye olasılığına sahip veri setlerinden oluşmaktadır. Bundan dolayı incelenen portföydeki verilere beş farklı Riske Maruz Değer hesaplama yöntemi uygulanmıştır. Riske Maruz Değer hesaplamaları için ilk aşamada, Varyans- Kovaryans metodu, Tarihi Simülasyon metodu, Monte-Carlo Simülasyon metodu kullanılmıştır. İkinci aşamada, portföylerin volatilitesi EWMA ve GARCH metodları ile modellenmiş ve Riske Maruz Değer tahminleri yapılmıştır.

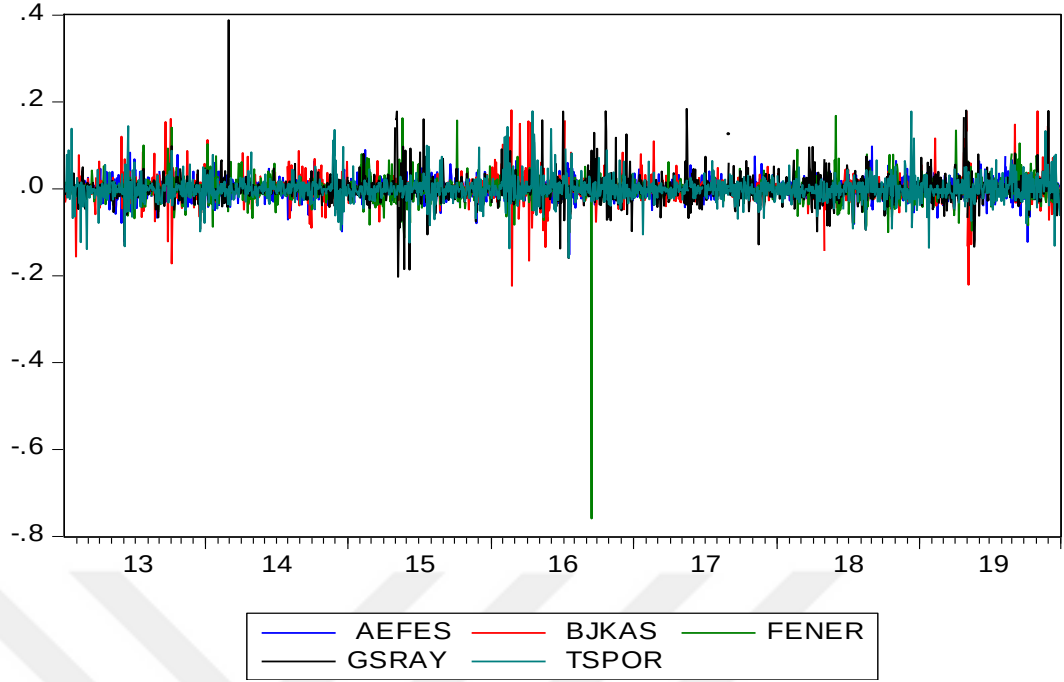
Tezin amacı Riske Maruz Değer hesaplama yöntemlerinden hangisinin daha etkin bir hesaplama yöntemi olduğunu belirlemek ve oluşturulan portföylerden minimum risk elde etmek için hangi yöntemin kullanılması gerektiğinin tespitinin yapılmasıdır.

5.2 Uygulamada Kullanılan Veriler ve Verilerin Analizi

Uygulamada BİST’ te işlem gören spor kulüplerinden olan Fenerbahçe, Galatasaray, Beşiktaş, Trabzonspor ve Anadolu Efes hisse senetlerine ait 02/01/2013 ve 31/12/2019 tarihleri arasında gün sonu kapanış fiyatları alınmıştır. Daha sonra hisse senetlerinin fiyatları kullanılarak getirileri hesaplanmıştır. Hisse senetlerinin logaritmik günlük getiriler hesaplanmış ve analiz için uygun duruma getirilmiştir. Verilerin fazla olması ve oluşturulan portföydeki hisse senetlerindeki fiyat oynaklığı nedeniyle yapılan işlemin anlamlı olabilmesi için logaritmik getiriler hesaplanmıştır.

Getirilerin logaritmik değeri $R_t = \ln (P_t / P_{t-1})$ formülüyle hesaplanmaktadır.

Oluşturulan logaritmik getiri verilerinin zaman yolu grafiği Şekil 9’ da verilmiştir.



Şekil 10: Hisse Senetlerinin Zaman Yolu Grafiği

Getirilerin zaman yolu grafiği incelendiğinde genel olarak hisselerin volatilitelerinin yüksek olduğu ve oldukça oynak bir yapıya sahip olduğu anlaşılmaktadır. 2016 yılının son çeyreğinde ise büyük bir kırılma yaşanmıştır.

Bu kırılmanın sebebi araştırıldığında, 2016 yılında Türkiye ekonomisinin büyüme hızında yavaşlama görülmeye başlanması ve Türkiye ekonomisinin 2016'nın üçüncü çeyreğinde bir önceki yılın aynı dönemine göre yüzde 1,8 küçülme olduğu görülmüştür. Yılın ilk yarısında iç talebin katkısı ile kuvvetli bir büyüme yaşansa da üçüncü çeyrekte darbe girişimi, turizm sektöründe yaşanan kayıplar, küresel ve jeopolitik gelişmelerin etkisiyle Türkiye ekonomisinde daralma görülmüştür.

Çalışmada 2016 yılında yaşanan kırılmanın öncesi ve sonrası ele alınmak üzere iki farklı örneklem oluşturulmuştur. İlk örneklem 02/01/2013 ve 30/12/2016 yılları arasındaki toplam 1004 veriden oluşmaktadır. İkinci örneklem ise, 04/01/2016 ve 31/12/2019 tarihleri arasındaki 1004 veriden oluşmaktadır.

Örneklem 1 için hisse senetlerine ait özet istatistikler aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 7: Örneklem1 Tanımlayıcı İstatistikleri

	AEFES	FENER	BJKAS	TSPOR	GSRAY
Std. Sapma	0.021789	0.034648	0.032335	0.042849	0.106011
Varyans	0.000474	0.001199	0.001044	0.001834	0.122574
Basıklık	7.440637	231.9358	11.70533	265.1878	396.5169
Çarpıklık	-0.452886	0.034648	0.101798	-11.37256	10.08650
Ortalama	-0.000372	-0.000803	0.000560	-0.001341	0.000165
Maksimum	0.089386	0.162895	0.181296	0.178788	2.564039
Minimum	-0.152111	-0.759244	-0.223144	-0.971803	-1.519010

Örneklem 2 için hisse senetlerine ait özet istatistikler aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 8: Örneklem 2 Tanımlayıcı İstatistikleri

	AEFES	FENER	BJKAS	TSPOR	GSRAY
Std. Sapma	0.020678	0.033538	0.032633	0.029288	0.048461
Varyans	0.000427	0.001124	0.001064	0.000857	0.002348
Basıklık	8.353391	262.9216	14.40307	10.02476	282.8603
Çarpıklık	-0.394696	-11.31776	0.309339	0.608261	-11.81078
Ortalama	0.000259	-0.000889	0.000163	0.000577	-0.000605
Maksimum	0.098118	0.167986	0.181296	0.178788	0.184093
Minimum	-0.152111	-0.759244	-0.223144	-0.158690	-1.116818

5.3 Portföyün Belirlenmesi

İlk olarak portföylerin oluşturulmasında kullanılacak kriterler belirlenmiş ve daha sonra bu kriterlere göre portföy seçimi yapılmıştır.

Markowitz modelinde portföy çeşitlendirmesi yaparken, hisse senetleri arasındaki korelasyon katsayılarının dikkate alınması gerekmektedir. Çünkü, korelasyon katsayısı ile portföy riski arasında doğrusal bir ilişki vardır.

Örneklem 1 ve Örneklem 2 için hisse senetleri arasındaki korelasyonlar dikkate alınmıştır. Örneklem 1 için korelasyon matrisi aşağıdaki gibidir.

Tablo 9: Örneklem1'in Korelasyon Matrisi

	<i>BJKAS</i>	<i>TSPOR</i>	<i>AEFES</i>	<i>FENER</i>	<i>GSRAY</i>
BJKAS	1				
TSPOR	0,071895	1			
AEFES	-0,0939	0,036449	1		
FENER	-0,03018	0,088673	0,119485	1	
GSRAY	0,059692	0,039401	0,054984	0,04377	1

Hisse senetleri arasındaki korelasyon incelendiğinde en düşük korelasyon AEFES ve BJKAS hisseleri arasında hesaplanmıştır. İki hisse senedinden portföy oluşturulduğunda söz konusu hisse senetleri arasındaki korelasyon katsayısı -0.0939 olarak hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısının negatif olması nedeniyle, portföyün riskini sınırlamak mümkündür.

Örneklem1 de portföy iki ayrı hisse senedinden oluşmaktadır. Portföy içinde hisse senetlerine çeşitli kombinasyonlarla ağırlık verilerek, beklenen getiri ve varyanslar hesaplanmış ve Tablo 9'da bu hesaplamalara yer verilmiştir.

Tablo 10: Örneklem1'in Portföy Ağırlıkları

Portföy içindeki Ağırlıkları (%)		Portföyün Ortalama Getirisi	Portföyün Varyansı
AEFES	BJKAS		
1	0	-0,000371822	0,000474304
0,9	0,1	-0,000278596	0,000382734
0,8	0,2	-0,00018537	0,000324185
0,7	0,3	-9,2144E-05	0,000298657
0,6	0,4	-9,2144E-05	0,000306149
0,5	0,5	9,43079E-05	0,000346662
0,4	0,6	0,000187534	0,000420196
0,3	0,7	0,00028076	0,00052675
0,2	0,8	0,000373986	0,000666325
0,1	0,9	0,000467212	0,00083892
0	1	0,000560438	0,001044536

Değişik ağırlıklarda oluşturulan portföylerde, en düşük risk(varyans) %70 AEFES ve %30 BJKAS hisse senetleri ağırlıklı kombinasyonu vermektedir.

Örneklem2 için hisse senetleri arasındaki korelasyon matrisi incelendiğinde en düşük korelasyon AEFES ve TSPOR hisseleri arasında hesaplanmıştır. İki hisse senedinden portföy oluşturulduğunda söz konusu hisse senetleri arasındaki korelasyon katsayısı -0,04508 olarak hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısının negatif olması

nedeniyle, portföyün riskini sınırlamak mümkündür. Örneklem 2 için korelasyon matrisi Tablo 10’da gösterildiği gibidir.

Tablo 11: Örneklem2’nin Korelasyon Matrisi

	<i>BJKAS</i>	<i>TSPOR</i>	<i>AEFES</i>	<i>FENER</i>	<i>GSRAY</i>
BJKAS	1				
TSPOR	0,299153	1			
AEFES	-0,04045	-0,04508	1		
FENER	0,014264	0,067062	0,137388	1	
GSRAY	0,24666	0,136777	-0,01532	0,026824	1

Örneklem2 de portföy iki ayrı hisse senedinden oluşmaktadır. Portföy içinde hisse senetlerine çeşitli kombinasyonlarla ağırlık verilerek, beklenen getiri ve varyanslar hesaplanmış ve Tablo 11’de bu hesaplamalara yer verilmiştir.

Tablo 12: Örneklem2’nin Portföy Ağırlıkları

Portföy İçindeki Ağırlıkları (%)		Portföyün Ortalama Getirisi	Portföyün Varyansı
TSPOR	AEFES		
1	0	0,000581233	0,000857814
0,9	0,1	0,000546682	0,000694191
0,8	0,2	0,00051213	0,000557369
0,7	0,3	0,000477579	0,000447347
0,6	0,4	0,000443027	0,000364126
0,5	0,5	0,000408475	0,000307705
0,4	0,6	0,000373924	0,000278085
0,3	0,7	0,000339372	0,000275266
0,2	0,8	0,000304821	0,000299247
0,1	0,9	0,000270269	0,000350028
0	1	0,000235717	0,00042761

Değişik ağırlıklarda oluşturulan portföylerde, en düşük risk(varyans) %30 TSPOR ve %70 AEFES hisse senetleri ağırlıklı kombinasyonu vermektedir.

Analize tabi tutulan tüm portföyler için bugünkü değer 1.000.000 TL olarak belirlenmiştir. Bu değer, portföyler için belirlenen ağırlıklara uygun olarak varlıklara dağıtılmıştır.

5.4 Portföydeki Hisse Senetlerinin Analizi

Riske maruz değer hesaplanırken hisse senetlerinin getirilerinin normal dağıldığı varsayılmaktadır. Ancak getiriler normal dağılıma uymayabilir. Normallik varsayımının en büyük sakıncası şişman kuyruk (fat tailed) denen, dağılımın yayvan, basık oluşu problemidir. Dağılımın yayvan oluşu, dağılımın kuyruk bölgesinin normal dağılımdaki kadar dik olmayıp, biraz daha yataya yakın olması durumudur.

Normal dağılımına uygun olup olmadığını istatistiksel olarak test eden Jarque-Bera test istatistiği aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır;

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24} \right] \quad (5.1)$$

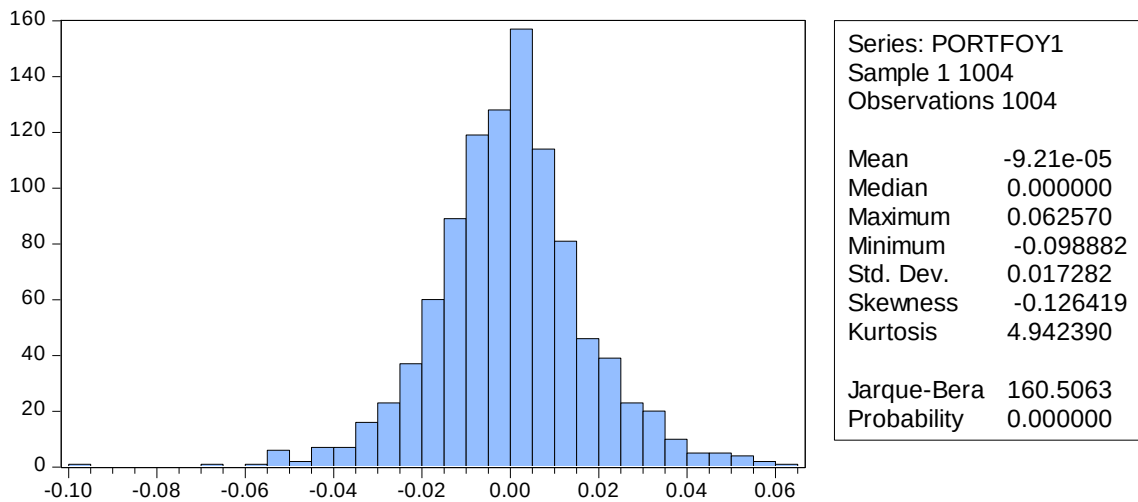
Bu sınama için hipotezler şöyle ifade edilir:

H_0 : Veriler normal dağılım gösterir

H_1 : Veriler normal dağılım göstermez.

Örneklem 1 verilerinden oluşturulan portföyün ilk olarak getiri serisinin normal dağılıp dağılmadığı incelenmiştir. Portföye ilişkin ortalama, standart sapma, çarpıklık ve basıklık ölçüleri ile Jarque Bera testine ilişkin sonuçlar verilmiştir. Aşağıdaki tabloda da görüldüğü gibi; gerek basıklık ve çarpıklık ölçüleri gerekse Jarque Bera istatistikleri serinin normal dağılmadığını göstermektedir. Çarpıklık ölçüleri sıfırdan ve basıklık ölçüleri de üçten büyüktür.

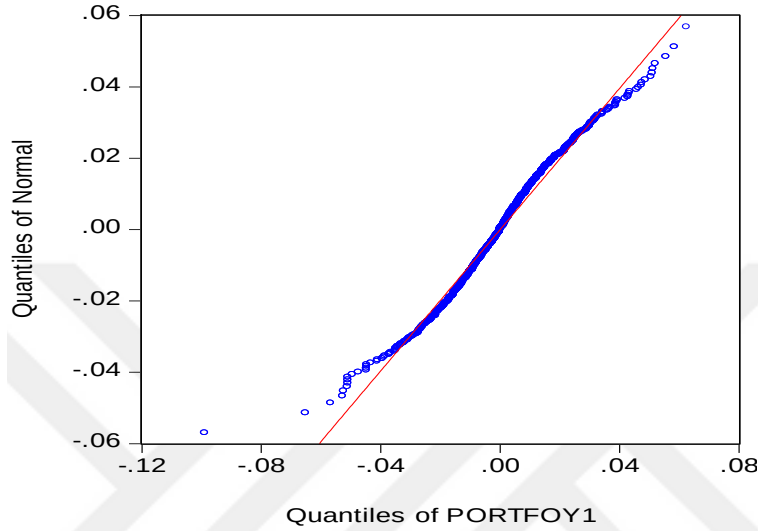
Tablo 13: Portföy1'in Tanımlayıcı İstatistikleri



Normal dağılım özelliği göstermeyen hisse senetleri için çarpıklık ve basıklık değerlerine bakmak gerekmektedir. Çarpıklık değeri 0' dan küçük olması sebebiyle seri

sağa yatık ve basıklık değeri ise 3'den büyük olması sebebiyle seri sivri uçlu dağılım özelliği sergilemiştir.

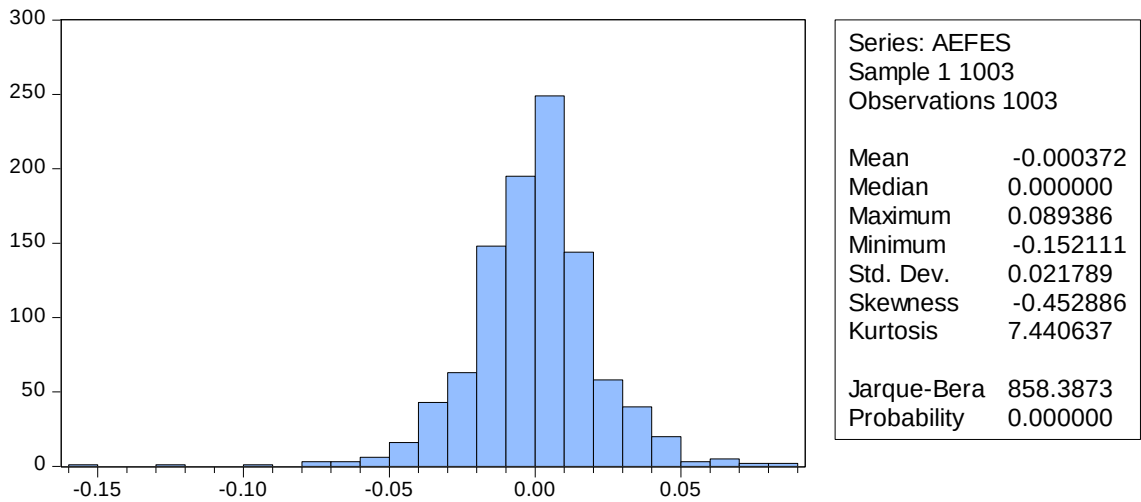
Getiri serisinin normal dağılım gösterip göstermediğini grafiksel olarak görmek için serinin Q-Q grafiğini incelendiğinde aşağıdaki şekilden de görüldüğü gibi serinin dağılım çizgisi standart normal dağılım çizgisinden farklı bir seyir izlemektedir. Dolayısıyla serinin normal dağılıma uymadığını söylenmektedir.



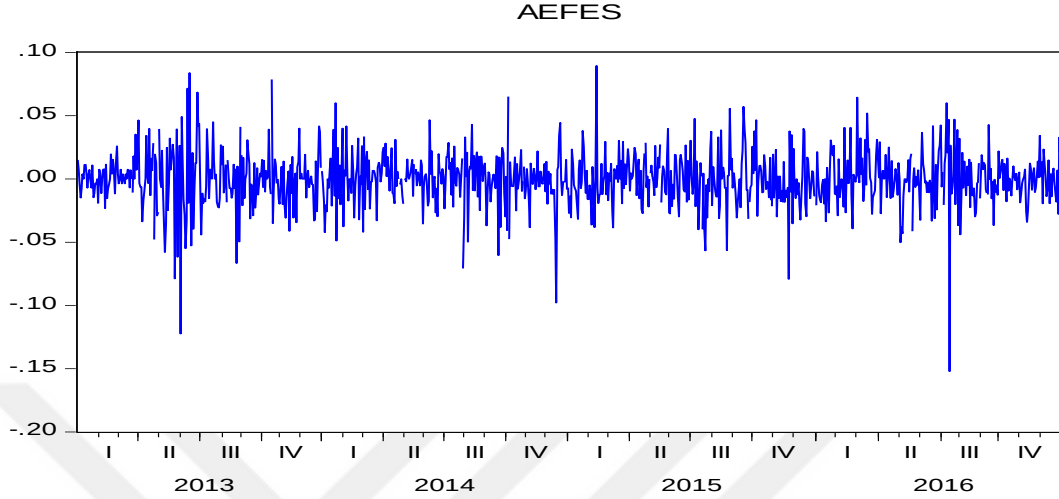
Şekil 11: Portföy 1 Q-Q Grafiği

Portföy 1'i oluşturan hisse senetleri incelenmek istendiğinde; AEFES hisse senedinin tanımlayıcı istatistiklerine baktığımızda Jarque-Bera test istatistiği sonucunun oldukça yüksek olduğu gözlenmektedir Çarpıklık değeri 0' dan küçük olması sebebiyle seri sağa yatıktır. Basıklık değeri 3'ün oldukça üstünde olması sebebiyle seri sivri uçlu dağılım özelliği sergilemiştir.

Tablo 14: Portföy 1'in AEFES Hisse Senedi Tanımlayıcı İstatistikleri



Serinin durağanlık gösterip göstermediğini bir de grafiksel olarak görmek için serinin zaman yolu grafiğini incelemek gerekmektedir.

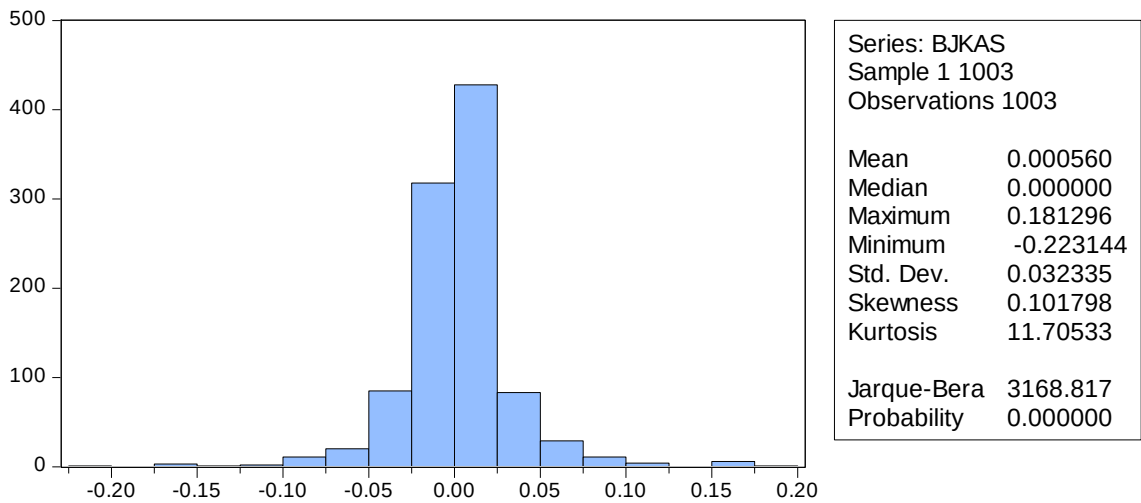


Şekil 12: Portföy1'in AEFES Hisse Senedi Zaman Yolu Grafiği

Grafiği yorumlamak gerekirse genel olarak hisse volatilitésinin yüksek olduğu ve oldukça oynak olduğu anlaşılmaktadır. 2016 yılının ikinci çeyreğinde büyük bir kırılma yaşadığı gözlenmektedir.

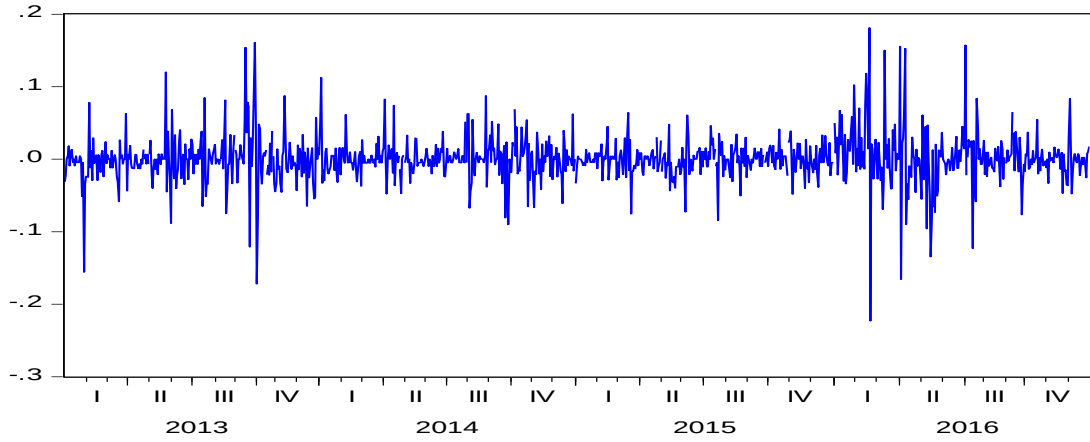
BJKAS hisse senedinin tanımlayıcı istatistiklerine baktığımızda Jarque-Bera test istatistiği sonucunun oldukça yüksek olduğu gözlenmektedir Çarpıklık değeri 0' dan büyük olması sebebiyle seri sola yatıktır. Basıklık değeri 3'ün oldukça üstünde olması sebebiyle seri sivri uçlu dağılım özelliği sergilemiştir.

Tablo 15: Portföy1'in BJKAS Hisse Senedi Tanımlayıcı İstatistikleri



Serinin durağanlık gösterip göstermediğini bir de grafiksel olarak görmek için serinin zaman yolu grafiğini incelemek gerekmektedir.

BJKAS

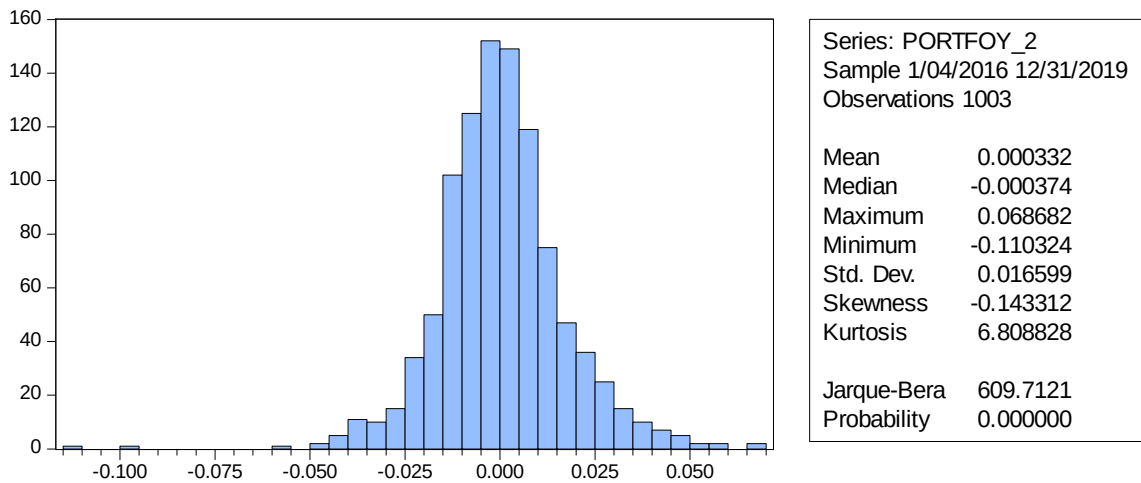


Şekil 13: Portföy1'in BJKAS Hisse Senedi Zaman Yolu Grafiği

Grafiği yorumlamak gerekirse genel olarak hisse volatilitesinin yüksek olduğu ve oldukça oynak olduğu anlaşılmaktadır. 2016 yılının ilk çeyreğinde büyük bir kırılma yaşadığı gözlenmektedir.

Örneklem 2 verilerinden oluşturulan portföyün ilk olarak getiri serisinin normal dağılıp dağılmadığı incelenmiştir. Portföye ilişkin ortalama, standart sapma, çarpıklık ve basıklık ölçüleri ile Jarque Bera testine ilişkin sonuçlar verilmiştir. Aşağıdaki tabloda da görüldüğü gibi; gerek basıklık ve çarpıklık ölçüleri gerekse Jarque Bera istatistikleri serinin normal dağılmadığını göstermektedir. Çarpıklık ölçüleri sıfırdan ve basıklık ölçüleri de üçten büyüktür.

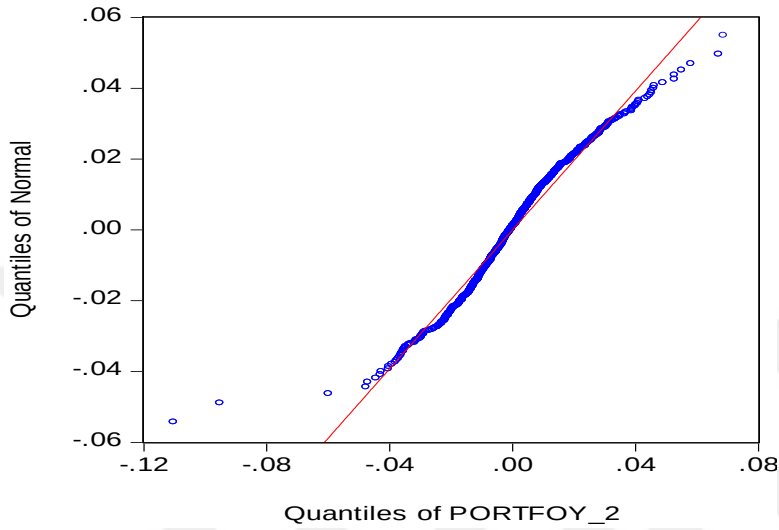
Tablo 16: Portföy2'nin Tanımlayıcı İstatistikleri



Normal dağılım özelliği göstermeyen hisse senetleri için çarpıklık ve basıklık değerlerine bakmak gerekmektedir. Çarpıklık değeri 0' dan küçük olması sebebiyle seri

sağa yatık ve basıklık değeri ise 3'den büyük olması sebebiyle seri sivri uçlu dağılım özelliği sergilemiştir.

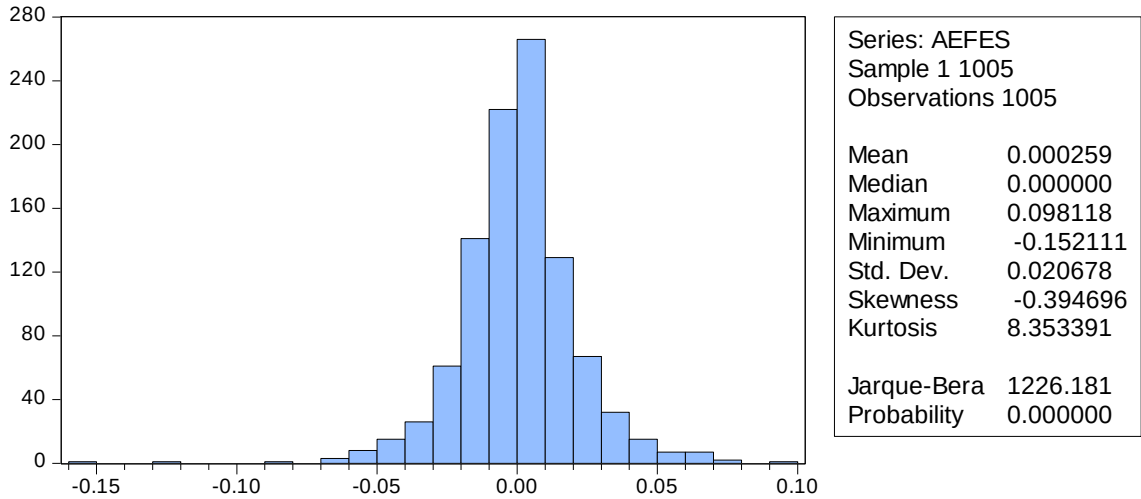
Getiri serisinin normal dağılım gösterip göstermediğini grafiksel olarak görmek için serinin Q-Q grafiğini incelendiğinde aşağıdaki şekilden de görüldüğü gibi serinin dağılım çizgisi standart normal dağılım çizgisinden farklı bir seyir izlemektedir. Dolayısıyla serinin normal dağılıma uymadığını söylenmektedir.



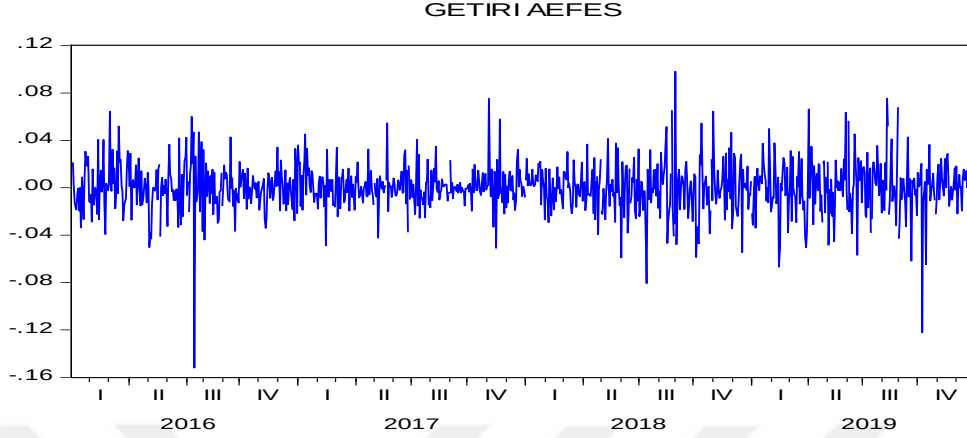
Şekil 14: Portföy 2 Q-Q Grafiği

Portföy 2'i oluşturan hisse senetleri incelenmek istendiğinde; AEFES hisse senedinin tanımlayıcı istatistiklerine baktığımızda Jarque-Bera test istatistiği sonucunun oldukça yüksek olduğu gözlenmektedir Çarpıklık değeri 0' dan küçük olması sebebiyle seri sağa yatıktır. Basıklık değeri 3'ün oldukça üstünde olması sebebiyle seri sivri uçlu dağılım özelliği sergilemiştir.

Tablo 17: Portföy 2 AEFES Hisse Senedi Tanımlayıcı İstatistikleri



Serinin durağanlık gösterip göstermediğini bir de grafiksel olarak görmek için serinin zaman yolu grafiğini incelemek gerekmektedir.

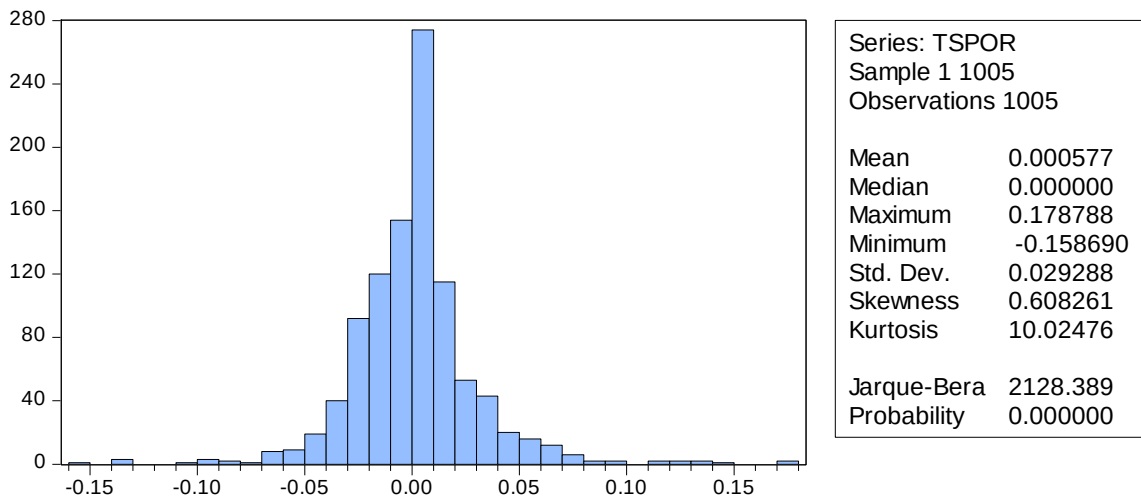


Şekil 15: Portföy 2 AEFES Hisse Senedi Zaman Yolu Grafiği

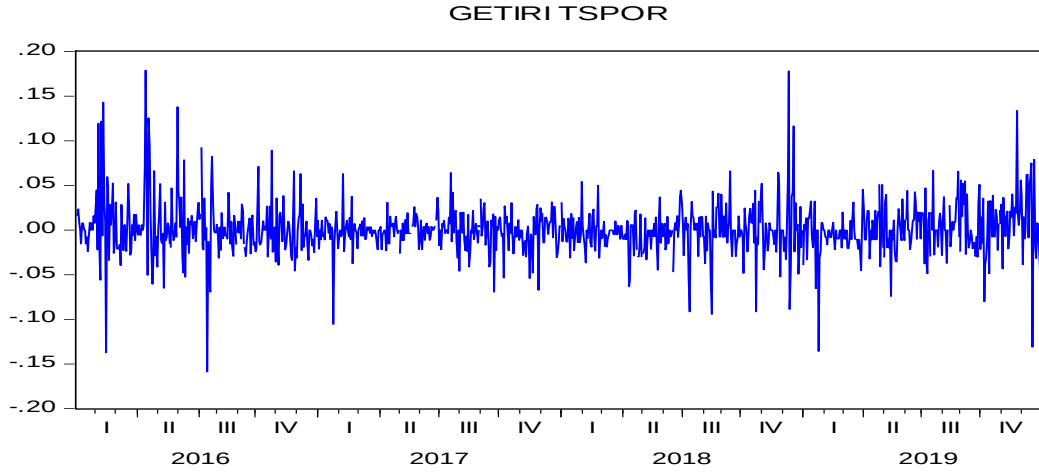
Grafiği yorumlamak gerekirse genel olarak hisse volatilitesinin yüksek olduğu ve oldukça oynak olduğu anlaşılmaktadır. 2016 yılının ikinci çeyreğinde büyük bir kırılma yaşadığı ve 2019 yılının son çeyreğinde de büyük kırılmalar olduğu gözlenmektedir.

TSPOR hisse senedinin tanımlayıcı istatistiklerine baktığımızda Jarque-Bera test istatistiği sonucunun oldukça yüksek olduğu gözlenmektedir Çarpıklık değeri 0' dan büyük olması sebebiyle seri sola yatıktır. Basıklık değeri 3'ün oldukça üstünde olması sebebiyle seri sivri uçlu dağılım özelliği sergilemiştir.

Tablo 18: Portföy 2 TSPOR Hisse Senedi Tanımlayıcı İstatistikleri



Serinin durağanlık gösterip göstermediğini bir de grafiksel olarak görmek için serinin zaman yolu grafiğini incelemek gerekmektedir.



Şekil 16: Portföy 2 TSPOR Hisse Senedi Zaman Yolu Grafiği

Grafiği yorumlamak gerekirse genel olarak hisse volatilitésinin yüksek olduğu ve oldukça oynak olduğu anlaşılmaktadır. 2016 yılının ilk çeyreğinde büyük bir kırılma yaşadığı gözlenmektedir.

5.5 Uygulamada Kullanılan Yöntemler

Uygulamada Riske Maruz Değer yöntemlerinden Varyans-Kovaryans Yöntemi, Tarihi Simülasyon Yöntemi ve Monte Carlo Simülasyon yöntemleri kullanılmıştır. Portföyün volatilitésini EWMA yöntemiyle hesaplanmıştır. Son olarak da koşullu değişen varyanslı risk analiz yöntemi olarak ARCH ve GARCH modelinden hesaplanan parametrelere göre gerçekleştirilmiştir.

5.5.1 Varyans Kovaryans Yöntemi

Varyans-Kovaryans yöntemine göre Riske Maruz Değer hesaplarırken getiri serilerinin dağılımlarının normal dağılıma sahip olduğu varsayımı yapılmaktadır. Varyans-Kovaryans yönteminde Riske Maruz Değer aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır;

PV: Portföyün değeri

Z_{α} : $1-\alpha$ güven aralığında normal dağılım tablosuna karşılık gelen kritik değeri

σ : Getiri volatilitésini (standart sapmasını)

t : Elde tutma süresini

$$VaR = PV \times Z_{\alpha} \times \sigma \times \sqrt{t}$$

Hisse senetleri arasındaki korelasyon matrisi ve kovaryans matrisi oluşturularak portföyün standart sapması ve varyansı hesaplanmıştır. Portföy 1 için hesaplanan varyans ve standart sapma değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 19: Varyans-Kovaryans Yöntemine Göre Portföy 1 Standart Sapması ve Varyansı

	Portföy 1
Varyans	0,000298657
Standart Sapma	0,017281699

Varyans- Kovaryans yöntemiyle Riske Maruz Değer hesaplarırken dört ayrı güven düzeyi (%90, %95, %97.5 ve %99) ve elde tutma süreleri 1, 10, 21, 90, 125 ve 252 olmak üzere altı farklı şekilde ele alınmıştır. Portföyün değeri 1.000.000tl olarak belirlenmiştir.

Bu doğrultuda Portföy1 için Varyans-kovaryans yöntemi ile Riske Maruz Değer şu şekilde hesaplanmaktadır.

Tablo 20: Varyans-Kovaryans Yöntemine Göre Portföy 1'in Riske Maruz Değerleri

	Güven Aralığı			
	%90	%95	%97.5	%99
1 Gün	22120,57529	28514,8	33872,13	40266,36
10 Gün	69951,40108	90171,73	107113,1	127333,4
21 Gün	101369,2107	130671,2	155221,6	184523,6
90 Gün	209854,2032	270515,2	321339,2	382000,2
125 Gün	247315,5503	318805,2	378701,9	450191,6
252 Gün	351153,2465	452658,5	537703,4	639208,6

Çıkan sonuçlara göre 1.000.000 TL'lik sanal bir portföyü kullanarak, Portföy 1 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 99 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 40266,36 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 1 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulsaydı, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 99 güven aralığında 127333,4TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Portföy 1 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 90 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 22120,5752 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Portföy 1 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle

elde tutulsaydı, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 90 güven aralığında 69951,40108 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Tablo incelendiğinde güven aralığı büyüdükçe ve elde tutma süresi uzadıkça portföyün riskliliğinin arttığı dolayısıyla VaR değerinin büyüdüğü görülmektedir.

Portföy 2 için hesaplanan varyans ve standart sapma değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 21: Varyans-Kovaryans Yöntemine Göre Portföy 2 Standart Sapması ve Varyansı

Portföy 2	
Varyans	0,000275
Standart Sapma	0,016591133

Portföy2 için Varyans-kovaryans yöntemi ile RMD şu şekilde hesaplanmaktadır.

Tablo 22: Varyans-Kovaryans Yöntemine Göre Portföy 2'nin Riske Maruz Değerleri

	Güven Aralığı			
	%90	%95	%97.5	%99
1 Gün	21236,65	27375,37	32518,621	38657,34
10 Gün	67156,19	86568,52	102832,91	122245,24
21 Gün	97318,56	125449,7	149019,04	177150,18
90 Gün	201468,6	259705,6	308498,73	366735,73
125 Gün	237433	306065,9	363569,24	432202,20
252 Gün	337121,4	434570,5	516217,11	613666,2

Çıkan sonuçlara göre 1.000.000 TL'lik sanal bir portföyü kullanarak, Portföy 2 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 99 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 38657,34TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 1 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulsaydı, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 99 güven aralığında 122245,24TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Portföy 2 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 90 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 21236,65TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Portföy 1 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde

tutulsaydı, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 90 güven aralığında 67156,19TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Tablo incelendiğinde güven aralığı büyüdükçe ve elde tutma süresi uzadıkça portföyün riskliliğinin arttığı dolayısıyla VaR değerinin büyüdüğü görülmektedir.

5.5.2 Tarihi Simülasyon Yöntemi

Bu yöntemde Varyans- Kovaryans yönteminde olduğu gibi normallik varsayımı aranmamaktadır. Tarihin tekrar edileceği kabul edilmiştir. Ayrıca kovaryans, korelasyon ve standart sapma gibi istatistiki değerlere de ihtiyaç duyulmamaktadır.

İlk olarak logaritmik getiriler hesaplanır. Hesaplanan logaritmik verilerin her biri portföy değeri ile çarpılır. Ardından küçükten büyüğe doğru sıralanır. Hesaplama kullanılacak olan güven düzeyi 1' den çıkarılır ve çıkan sonuç veri setindeki sayı ile çarpılır. Daha sonra çıkan sonuç kaçınıcı sıraya denk geliyorsa portföyün maksimum zararı bulunur. Hesaplamaya elde tutma süresi ve karekök çarpıma dahil edilir ve RMD hesaplanmış olur.

Çalışmada toplam 1004 günlük veri bulunmaktadır. Portföy 1 ve Portföy 2'deki ağırlıklara göre portföylerin günlük getirileri hesaplanmış ve küçükten büyüğe sıralanmıştır. Tarihsel simülasyon yöntemine göre belirlenen güven aralığında Riske Maruz Değer hesaplayabilmek için bakılması gereken değişkenin kaçınıcı değişken olduğu aşağıdaki şekilde belirlenmiştir;

RMD Hesaplama Değişkeninin Sırası = $[1004 \times (1-0,99)]$

İşlemin sonucunda 10,04 çıkmış fakat 10. ve 11. değişkenin ortalaması alınarak Riske Maruz Değer hesaplanmıştır.

RMD Hesaplama Değişkeninin Sırası = $[1004 \times (1-0,975)]$

İşlemin sonucunda 25,1 çıkmış fakat 25. ve 26. değişkenin ortalaması alınarak Riske Maruz Değer hesaplanmıştır.

RMD Hesaplama Değişkeninin Sırası = $[1004 \times (1-0,95)]$

İşlemin sonucunda 50,2 çıkmış fakat 50. ve 51. değişkenin ortalaması alınarak Riske Maruz Değer hesaplanmıştır.

RMD Hesaplama Değişkeninin Sırası = $[1004 \times (1-0,90)]$

İşlemin sonucunda 100,4 çıkmış fakat 100. ve 101. değişkenin ortalaması alınarak Riske Maruz Değer hesaplanmıştır.

Hesaplanan değişkenler 1.000.000 TL'lik Portföye 1'e uygulandığında ise aşağıdaki tablodaki sonuçlara ulaşılmıştır;

Tablo 23: Tarihi Simülasyon Yöntemine Göre Portföy1'in Riske Maruz Değerleri

	Güven Aralığı			
	%90	%95	%97.5	%99
1 Gün	20162,47	27154,5	35086,41	48412,06
10 Gün	63759,34	85870,08	110953	153092,4
21 Gün	92396,06	124437,6	160786,1	221851,9
90 Gün	191278	257610,2	332858,9	459277,2
125 Gün	225423,3	303596,6	392277,9	541263,3
252 Gün	320069,3	431064,4	556979,4	768517,7

Hesaplanan sonuçlara göre 1.000.000 TL'lik Osanal bir portföyü kullanarak, Portföy 1 gibi bir yatırım yapılsaydı, Tarihi Simülasyon yöntemine göre % 99 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 48412,06TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Portföy 1 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulursa, Tarihi Simülasyon yöntemine göre % 99 güven aralığında 153092,4TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Portföy 1 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, Tarihi Simülasyon yöntemine göre %90 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 20162,47TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 1 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulsaydı, Tarihi Simülasyon yöntemine göre % 90 güven aralığında 63759,34TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Tablo incelendiğinde güven aralığı büyüdükçe ve elde tutma süresi uzadıkça portföyün riskliliğinin arttığı dolayısıyla VaR değerinin büyüdüğü görülmektedir.

Hesaplanan değişkenler 1.000.000 TL'lik Portföye 2'e uygulandığında ise aşağıdaki tablodaki sonuçlara ulaşılmıştır;

Tablo 24: Tarihi Simülasyon Yöntemine Göre Portföy 2'nin Riske Maruz Değerleri

	Güven Aralığı			
	%90	%95	%97.5	%99
1 Gün	20133,87	28055,04	38275,35	54957,14
10 Gün	63668,89	88717,83	121037,3	173789,8
21 Gün	92264,99	128564,3	175399,7	251845,3
90 Gün	191006,7	266153,5	363111,8	521369,3
125 Gün	225103,5	313664,9	427931,4	614439,6
252 Gün	319615,3	445360	607602,3	872417,6

Hesaplanan sonuçlara göre 1.000.000 TL'lik sanal bir portföyü kullanarak, Portföy 2 gibi bir yatırım yapılsaydı, Tarihi Simülasyon yöntemine göre % 99 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 54957,14TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Portföy 2 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulursa, Tarihi Simülasyon yöntemine göre % 99 güven aralığında 173789,8 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Portföy 2 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, Tarihi Simülasyon yöntemine göre % 90 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 20133,87 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 2 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulsaydı, Tarihi Simülasyon yöntemine göre % 90 güven aralığında 63668,89TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Tablo incelendiğinde güven aralığı büyüdükçe ve elde tutma süresi uzadıkça portföyün riskliliğinin arttığı dolayısıyla VaR değerinin büyüdüğü görülmektedir.

5.5.3 Monte Carlo Simülasyon Yöntemi

Monte Carlo Simülasyon yöntemine göre, Portföy 1 için farklı güven düzeyleri kullanılarak, 1.000.000₺ bugünkü değer üzerinden Riske Maruz Değer hesaplaması yapılmıştır.

Portföy1 için kurulan model 10 kere 10000 rassal olarak üretilmiş sayıyla çalıştırılarak Monte Carlo Simülasyonu uygulanmıştır. Tarihi Simülasyon yönteminden olduğu gibi oluşturulan getiriler en düşük getiriden en yüksek getiriye doğru sıralanmıştır. %90 güven düzeyine karşılık gelen $10000 \cdot 0,90 = 9000$. değer Monte Carlo Simülasyon yöntemine göre Riske Maruz Değer olarak seçilmiştir. Aynı işlem diğer güven düzeyleri için de yapılmıştır.

Tablo 25: Monte Carlo Simülasyon Yöntemine Göre Portföy1 Riske Maruz Değerleri

	Güven Aralığı			
	%90	%95	%97.5	%99
1 Gün	7925,98	11667,7	20082,22	22452,8
10 Gün	25064,14	36896,50	63505,55	71001,98
21 Gün	36321,40	53468,11	92028,29	102891,65
90 Gün	75192,44	110689,52	190516,66	213005,96
125 Gün	88615,15	130448,85	224526,04	251029,93
252 Gün	125821,03	185218,99	318795,35	356427,15

%90 güven düzeyinde 1 günlük elde tutma süresiyle Riske Maruz Değer sonucu 7925,98 TL olarak hesaplanmıştır. Portföy1'in %90 güven düzeyine göre 1 günde kaybedeceği maksimum değer 7925,98TL'dir, aynı elde tutma süresiyle %99 güven düzeyinde 22452,8 TL'ye kadar yükselmektedir.

Portföy 2 için farklı güven düzeyleri kullanılarak, 1.000.000₺ bugünkü değer üzerinden Riske Maruz Değer hesaplaması yapılmıştır.

Tablo 26: Monte Carlo Simülasyon Yöntemine Göre Portföy2 Riske Maruz Değerleri

	Güven Aralığı			
	%90	%95	%97.5	%99
1 Gün	4595,65	9296,26	16895,38	19886,44
10 Gün	14532,72	29397,37	53427,88	62886,44
21 Gün	21059,91	42600,83	77424,35	91131,11
90 Gün	43598,16	88192,11	160283,64	188659,33
125 Gün	51380,92	103935,40	188896,09	222337,15
252 Gün	72953,68	147573,63	268205,84	315687,44

%90 güven düzeyinde 1 günlük elde tutma süresiyle Riske Maruz Değer sonucu 4595,65 TL olarak hesaplanmıştır. Portföy1'in %90 güven düzeyine göre 1 günde kaybedeceği maksimum değer 4595,65TL'dir, aynı elde tutma süresiyle %99 güven düzeyinde 19886,44 TL'ye kadar yükselmektedir.

5.5.4 EWMA Yöntemi

EWMA yöntemi parametrik Riske Maruz Değer yöntemlerinde olduğu gibi portföydeki risk faktörlerinin normal dağıldığı varsaymaktadır ve RiskMetrics tarafından son yıllarda sıkça kullanılmaktadır. Hesaplanacak olan Riske Maruz Değer aynı parametrik yöntemde olduğu gibi;

$$VaR = PV \times Z_{\alpha} \times \sigma \times \sqrt{t}$$

Formülüyle hesaplanmaktadır.

EWMA yönteminin en önemli adımı standart sapma hesaplamasının yapılmasıdır. EWMA veri setindeki son günlere daha fazla ağırlık vermekte ve geçmiş günlerin standart sapmayı belirli bir noktadan sonra etkilemeyeceğini ileri sürmektedir. Riskmetrics'e göre λ değeri günlük verilerde 0,94 olarak kabul edilmelidir ve λ 0,94 olduğunda da 151 günlük veri yeterli olmaktadır. 151'den daha fazla veri kullanılması standart sapmayı etkilememektedir.

Tablo 27: Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama (EWMA) Yöntemine Göre Portföy 1 Standart Sapması ve Varyansı

	Portföy 1
Varyans	0,010699913
Standart Sapma	0,103440384

Hesaplanan standart sapmalar Riske Maruz Değer formülünde 1.000.000 TL değerindeki sanal Portföy 1 üzerinden yerine koyularak EWMA hesaplanmıştır.

Tablo 28: Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama Yöntemine Göre Portföy 1'in Riske Maruz Değerleri

	Güven Aralığı			
	%90	%95	%97.5	%99
1 Gün	13695,89	17654,85652	20971,82956	24930,79739
10 Gün	43310,2	55829,55837	66318,74812	78838,10364
21 Gün	62762,45	80904,71639	96104,99644	114247,2662
90 Gün	129930,6	167488,6751	198956,2444	236514,3109
125 Gün	153124,7	197387,2966	234472,1826	278734,7885
252 Gün	217415,5	280262,1587	332917,4734	395764,1393

Ortaya çıkan sonuçlara göre 1.000.000 TL’lik sanal bir portföyü kullanarak, Portföy 1 gibi bir yatırım yapıldığında, EWMA yöntemine göre % 99 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 24930,79739TL’den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 1 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulursa, EWMA yöntemine göre % 99 güven aralığında 78838,10364TL’den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Portföy 1 gibi bir yatırım yapıldığında, EWMA yöntemine göre % 90 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 13695,89TL’den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 1 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulsaydı, EWMA yöntemine göre % 90 güven aralığında 43310,2 TL’den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Portföy 2 için hesaplanan standart sapma ve varyans değeri tablodaki gibidir.

Tablo 29: Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama Yöntemine Göre Portföy 2 Standart Sapması ve Varyansı

	Portföy 2
Varyans	0,0248307
Standart Sapma	0,1575775

Hesaplanan standart sapmalar Riske Maruz Değer formülünde 1.000.000 TL değerindeki sanal Portföy 2 üzerinden yerine koyularak EWMA hesaplanmıştır.

Tablo 30: Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama Yöntemine Göre Portföy 2’in Riske Maruz Değerleri

	Güven Aralığı			
	%90	%95	%97.5	%99
1 Gün	31783,27	40970,62	48668,13	57855,48
10 Gün	100507,5	129560,5	153902,1	182955,1
21 Gün	145649,2	187751	223025,4	265127,1
90 Gün	301522,5	388681,4	461706,4	548865,2
125 Gün	355347,7	458065,4	544126,2	646843,9
252 Gün	504543,7	650388,4	772582,5	918427,2

Ortaya çıkan sonuçlara göre 1.000.000 TL’lik sanal bir portföyü kullanarak, Portföy2 gibi bir yatırım yapıldığında, EWMA yöntemine göre % 99 güven aralığında

elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 57855,48TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 2 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulursa, EWMA yöntemine göre % 99 güven aralığında 182955,1TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Portföy 2 gibi bir yatırım yapıldığında, EWMA yöntemine göre % 90 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 31783,27 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 2 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulsaydı, EWMA yöntemine göre % 90 güven aralığında 100507,5 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

5.5.5 ARCH-GARCH Yöntemi

Zaman serisi varsayımlarından biri, hata teriminin varyansının sabit olduğu ve zaman içerisinde değişmemesidir. Geleneksel zaman serisi varsayımlarının aksine hataların sabit varyanslı olmadığını söyleyen temel modeller olarak görülen ARCH(p) ve GARCH(p,q) tahmin modeli kullanılmıştır. Dağılımın en önemli özelliği, asimetri ve şişman kuyruk yapılarının beraber dikkate alınıyor olmasıdır. Literatürde yapılan hesaplamalarda genellikle varyans sabit kabul edilmiştir, ancak günümüz piyasa koşullarında varyansın sabit kabul edilmesi gerçekçi bir yaklaşım olarak görülmemektedir.

İlk olarak Portföy1 için getiri grafiği incelendiğinde volatilité kümelenmeleri, ani düşüş ve yükselişler görülmektedir. Betimsel istatistikleri incelendiğinde ise çarpıklık değeri sıfırdan küçük olduğu için sola çarpık, basıklık değeri 3'den oldukça büyük olduğundan basık ve kalın kuyruklu bir dağılımı göstermektedir. Böylelikle Portföy 1 için getiri dağılımının normal dağılmadığı söylenebilir.

Portföy1 serisinin değerleri arasındaki otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayıları 25 gecikmeye kadar hesaplanmıştır. “n” gözlem sayısı olmak üzere ACF ve PACF değerlerinin %5 anlamlılık düzeyinde $(-2\sqrt{n}, +2\sqrt{n})$ aralığında yer alması serinin durağan olduğunun kanıtıdır. Bu kapsamda Portföy1 serisi için; $n = 1004$ olmak üzere seriye ait ACF, PACF değerlerinin çoğunluğu $\pm 0,06311$ aralığındadır. Böylece serinin durağan olduğu söylenebilir.

Portföy 1'in grafiği incelendiğinde gözlemlenen ani düşüş ve yükselişler nedeniyle dağılımın kalın kuyruklu ve çarpık olması varyansta ARCH etkisi olduğunun göstergesidir. Bu nedenle Portföy 1 volatilitesi için ARCH-GARCH yöntemi uygulanacaktır.

Portföy 1 getiri serisine uygun koşullu ortalama denkleminin bulunması için farklı p ve q gecikmelerinde ARMA(p,q) modelleri tahmin edilmiştir. Literatürde uygun modelin belirlenebilmesi için;

- Parametrelerin anlamlı olması,
- Determinasyon katsayısının (R^2) yüksek olması,
- AIC bilgi kriterinin düşük olması,
- SIC bilgi kriterinin düşük olması,
- Hata kareler toplamının (SSE) düşük olması,
- Olabilirlik oranının (OLB) yüksek olması,
- Modelin F istatistiğinin anlamlı olması,
- Kök ortalama kare hata (RMSE) değerinin küçük olması,
- Ortalama mutlak hata (MAE) değerinin küçük olması,
- Ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değerinin küçük olması,
- Theil'in eşitsizlik katsayısının küçük olması

beklenmektedir (SEVÜKTEKİN & NARGELEÇKENLER, 2006).

Bu kapsamda p= 1,2,3,4,5 ve q= 1,2,3,4,5 değerlerinin tüm kombinasyonları ile ARMA(p,q) modelleri oluşturulmuştur. En uygun ARMA modeli seçiminde modeller arasında AIC(Akaike info criterion) bilgi kriteri ve SIC (Schwarz Criteria) bilgi kriteri minimum olması, determinasyon katsayısının (R^2) yüksek olması kriterleri dikkate alınmıştır. Belirtilen kriterlere göre en uygun model ARMA(5,5) olarak tahmin edilmiştir.

Uygun model olarak seçilen ARMA(5,5) modeli hata terimlerinin varyansının sabit olup olmadığı ARCH LM testi ile test edilmelidir. Bu test için kurulacak hipotezler:

$$\begin{aligned} H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_q = 0 & \quad \text{ARCH etkisi yoktur.} \\ H_1: \text{en az bir } \alpha_i > 0 \ (i = 1,2,3, \dots, q) & \quad \text{ARCH etkisi vardır.} \end{aligned}$$

ARCH LM testi sonuçları aşağıdaki gibidir.

Tablo 31: Portföy1 Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH)-LM Test İstatistikleri

F-statistic	7.362948	Prob. F(1,996)	0.006773
Obs*R-squared	7.323592	Prob. Chi-Square(1)	0.006805

1 gecikme değeri için yapılan ARCH LM testi ARMA(5,5) modelinde elde edilen sonuçlara göre $nR^2=7.323592 > \chi^2(1)=3,841$ olduğundan %5 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi reddedilmektedir. Yani ARMA(5,5) modelinde değişen varyans sorunu söz konusu olmaktadır.

Uygun model seçimi yapılırken; basıklık ve kalın kuyruk özellikleri nedeniyle her bir model için hata terimlerinin koşullu dağılımında normal dağılımın yanında Student-t dağılımı da kullanılmak istenmiştir. Bu amaçla iki dağılım ile GARCH(p,q) [p=1,2,3 ve q=1,2,3] modellemeleri tek tek incelenmiştir.

Tablo 32: Portföy 1 Volatilite Tahmin Modelleri

GARCH-NORMAL	AIC	SIC	Log Likelihood
GARCH(1,1)	-5.354327	-5.285563	2688.486
GARCH(1,2)	-5.343170	-5.269495	2683.914
GARCH(1,3)	-5.355164	-5.276577	2690.904
GARCH(2,1)	-5.343690	-5.270015	2684.173
GARCH(2,2)	-5.347364	-5.268778	2687.008
GARCH(2,3)	-5.352122	-5.268623	2690.385
GARCH(3,1)	-5.346971	-5.268385	2686.812
GARCH(3,2)	-5.350009	-5.266511	2689.330
GARCH(3,3)	-5.359813	-5.271403	2695.227

GARCH-STUDENT	AIC	SIC	Log Likelihood
GARCH(1,1)	-5.380006	-5.306331	2702.313
GARCH(1,2)	-5.374296	-5.295710	2700.461
GARCH(1,3)	-5.366036	-5.282538	2697.335
GARCH(2,1)	-5.380053	-5.301466	2703.336
GARCH(2,2)	-5.362274	-5.278776	2695.456
GARCH(2,3)	-5.368803	-5.280393	2699.717
GARCH(3,1)	-5.364085	-5.280586	2696.360
GARCH(3,2)	-5.372820	-5.284410	2701.724
GARCH(3,3)	-5.368979	-5.275658	2700.805

GARCH modeli parametre kısıtlarını yerine getiren modeller ele alınmalıdır. Tablo 30'da GARCH Normal modellerinden, GARCH(1,1), GARCH(2,1), GARCH(2,2) ve St dağılımlı GARCH modellerinden GARCH(1,1), GARCH(1,2) modelleri parametrelerin negatif olmama kısıtlarını yerine getirmişlerdir. Bu modeller arasından seçim yapılmalıdır.

Tüm kriterler göz önünde bulundurulduğunda Portföy1 getiri serisindeki koşullu varyansı modelleyebilecek en iyi modelin St dağılımlı GARCH (1,1) modeli olduğu belirlenmiştir.

Tablo 33: Portföy1 GARCH(1,1) ARCH-LM Test İstatistikleri

F-statistic	0.318144	Prob. F(5,988)	0.9022
Obs*R-squared	1.597807	Prob. Chi-Square(5)	0.9015

5 gecikme değeri için yapılan ARCH LM testi GARCH(1,1) modelinde elde edilen sonuçlara göre $nR^2=1.597807 < \chi^2(5)=11,071$ olduğundan %5 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi kabul edilmiştir. Seride ARCH etkisi giderilmiştir. Bu nedenle model volatilité tahminlerinde kullanabilir.

Portföy1 serisi için en uygun model olarak belirlenen GARCH (1,1) parametreleri ile (5.1)'deki formüle göre Portföy1'in volatilitesi aşağıda hesaplanmıştır.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\alpha_0}{1 - \alpha_1 - \beta_1}} \quad (5.1)$$

$$\alpha_0 = 0.001851$$

$$\alpha_1 = 0.175420$$

$$\beta_1 = 0.644183$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{0.001851}{1 - 0.175420 - 0.644183}}$$

$$\sigma = 0,101295$$

Bu sonucu göre Portföy1'in günlük volatilitesi 0,101295 olarak tespit edilmiştir.

Katsayılar bakıldığında ARCH/GARCH modellerinin sahip olması gereken iki özelliği de taşıdığı görülmektedir. Katsayıların negatif olmaması ve katsayılar toplamının birden büyük olmaması koşulları modelde geçerlidir. Fakat katsayılar toplamının (0,821454) bire yakın olması, volatilité ısrarcılığının veya volatilité

yarılanma süresinin yüksek olacağına ilişkin ipucu vermektedir. . Ayrıca modelin katsayıları daha detaylı incelendiğinde geçmiş dönem şoklarını gösteren α_1, α_2 katsayıları toplamı 0.819603 olarak hesaplanmıştır. Bu durum Portföy1'in volatilitesine etki eden şokların %81.97'sinin geçmiş dönem şoklarından kaynaklandığını göstermektedir. Mevcut dönemden hemen bir önceki dönemin şokları gösteren β_1 katsayısına bakıldığında elde edilen değer %64.42 olarak hesaplanmıştır. Portföy1 volatilitesi yoğunlukla bir önceki dönem şoklarından etkilenmektedir.

Portföy2 için getiri grafiği incelendiğinde volatilitate kümelenmeleri, ani düşüş ve yükselişler görülmektedir. Betimsel istatistikleri incelendiğinde ise çarpıklık değeri sıfırdan küçük olduğu için sola çarpık, basıklık değeri 3'den oldukça büyük olduğundan basık ve kalın kuyruklu bir dağılımı göstermektedir. Böylelikle Portföy 2 için getiri dağılımının normal dağılmadığı söylenebilir.

Portföy2 serisinin değerleri arasındaki otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayıları 25 gecikmeye kadar hesaplanmıştır. “n” gözlem sayısı olmak üzere ACF ve PACF değerlerinin %5 anlamlılık düzeyinde $(-2\sqrt{n}, +2\sqrt{n})$ aralığında yer alması serinin durağan olduğunun kanıtıdır. Bu kapsamda Portföy2 serisi için; $n = 1004$ olmak üzere seriye ait ACF, PACF değerlerinin çoğunluğu $\pm 0,06311$ aralığındadır. Böylece serinin durağan olduğu söylenebilir.

Portföy2 volatilitesi için ARCH-GARCH yöntemi uygulanacaktır. Bu kapsamda $p = 1, 2, 3, 4, 5$ ve $q = 1, 2, 3, 4, 5$ değerlerinin tüm kombinasyonları ile ARMA(p,q) modelleri oluşturulmuştur. En uygun ARMA modeli seçiminde modeller arasında AIC(Akaike info criterion) bilgi kriteri ve SIC (Schwarz Criteria) bilgi kriteri minimum olması, determinasyon katsayısının (R^2) yüksek olması kriterleri dikkate alınmıştır. Belirtilen kriterlere göre en uygun model ARMA(4,5) olarak tahmin edilmiştir.

Uygun model olarak seçilen ARMA(4,5) modeli hata terimlerinin varyansının sabit olup olmadığı ARCH LM testi ile test edilmelidir. Bu test için kurulacak hipotezler:

$$\begin{aligned} H_0: \alpha_1 &= \alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_q = 0 && \text{ARCH etkisi yoktur.} \\ H_1: \text{en az bir } \alpha_i &> 0 \ (i = 1, 2, 3, \dots, q) && \text{ARCH etkisi vardır.} \end{aligned}$$

ARCH LM testi sonuçları aşağıdaki gibidir.

Tablo 34: Portföy2 Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH)-LM Test İstatistikleri

F-statistic	22.81126	Prob. F(1,996)	0.0000
Obs*R-squared	22.34574	Prob. Chi-Square(1)	0.0000

1 gecikme değeri için yapılan ARCH LM testi ARMA(5,5) modelinde elde edilen sonuçlara göre $nR^2=22,81126 > \chi^2(1)=3,841$ olduğundan %5 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi reddedilmektedir. Yani ARMA(4,5) modelinde değişen varyans sorunu söz konusu olmaktadır.

Uygun model seçimi yapılırken; basıklık ve kalın kuyruk özellikleri nedeniyle her bir model için hata terimlerinin koşullu dağılımında normal dağılımın yanında Student-t dağılımı da kullanılmak istenmiştir. Bu amaçla iki dağılım ile GARCH(p,q) [p=1,2,3 ve q=1,2,3] modellemeleri tek tek incelenmiştir.

Tablo 35: Portföy 2 Volatilite Tahmin Modelleri

GARCH-NORMAL	AIC	SIC	Log Likelihood
GARCH(1,1)	-5.012651	-4.948850	2519.326
GARCH(1,2)	-5.020079	-4.951370	2524.039
GARCH(1,3)	-5.020153	-4.946536	2525.076
GARCH(2,1)	-5.020420	-4.951711	2524.210
GARCH(2,2)	-5.018212	-4.944595	2524.106
GARCH(2,3)	-5.020791	-4.942267	2526.395
GARCH(3,1)	-5.015921	-4.942305	2522.961
GARCH(3,2)	-5.016850	-4.938326	2524.425
GARCH(3,3)	-5.020634	-4.937202	2527.317
GARCH-STUDENT	AIC	SIC	Log Likelihood
GARCH(1,1)	-5.195900	-5.127192	2611.950
GARCH(1,2)	-5.195838	-5.122222	2612.919
GARCH(1,3)	-5.195784	-5.117260	2613.892
GARCH(2,1)	-5.195447	-5.121831	2612.723
GARCH(2,2)	-5.193915	-5.115391	2612.958
GARCH(2,3)	-5.193671	-5.110239	2613.836
GARCH(3,1)	-5.193968	-5.115444	2612.984
GARCH(3,2)	-5.191979	-5.108547	2612.989
GARCH(3,3)	-5.191712	-5.103373	2613.856

GARCH modeli parametre kısıtlarını yerine getiren modeller ele alınmalıdır. Tablo 33'de GARCH Normal modellerinden, GARCH(1,1), GARCH(1,2), GARCH(1,3) ve St dağılımlı GARCH modellerinden GARCH(1,1), GARCH(1,2), GARCH(1,3) modelleri parametrelerin negatif olmama kısıtlarını yerine getirmişlerdir. Bu modeller arasından seçim yapılmalıdır.

Tüm kriterler göz önünde bulundurulduğunda Portföy2 getiri serisindeki koşullu varyansı modelleyebilecek en iyi modelin St dağılımlı GARCH (1,1) modeli olduğu belirlenmiştir.

Tablo 36: Portföy2 GARCH(1,1) ARCH-LM Test İstatistikleri

F-statistic	0.586800	Prob. F(5,988)	0.7101
Obs*R-squared	2.943071	Prob. Chi-Square(5)	0.7088

5 gecikme değeri için yapılan ARCH LM testi GARCH(1,1) modelinde elde edilen sonuçlara göre $nR^2=2,943071 < \chi^2(5)=11,071$ olduğundan %5 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi kabul edilmiştir. Seride ARCH etkisi giderilmiştir. Bu nedenle model volatilité tahminlerinde kullanabilir.

Portföy1 serisi için en uygun model olarak belirlenen GARCH (1,1) parametreleri ile (5.1)'deki formüle göre Portföy2'in volatilitesi aşağıda hesaplanmıştır.

$$\alpha_0 = 0,0046$$

$$\alpha_1 = 0,225905$$

$$\beta_1 = 0,721313$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{0.0046}{1 - 0.225905 - 0.721313}}$$

$$\sigma = 0,295213$$

Bu sonucu göre Portföy2'nin günlük volatilitesi 0,295213 olarak tespit edilmiştir.

Katsayılar bakıldığında ARCH/GARCH modellerinin sahip olması gereken iki özelliği de taşıdığı görülmektedir. Katsayıların negatif olmaması ve katsayılar

toplamlarının birden büyük olmaması koşulları modelde geçerlidir. Fakat katsayılar toplamının (0,951818) bire yakın olması, volatilitenin ısrarcılığının veya volatilitenin yarılanma süresinin yüksek olacağına ilişkin ipucu vermektedir. Ayrıca modelin katsayıları daha detaylı incelendiğinde geçmiş dönem şoklarını gösteren α_1, α_2 katsayıları toplamı 0.947218 olarak hesaplanmıştır. Bu durum Portföy2'nin volatilitesine etki eden şokların %94.72'sinin geçmiş dönem şoklarından kaynaklandığını göstermektedir. Mevcut dönemden hemen bir önceki dönemin şokları gösteren β_1 katsayısına bakıldığında elde edilen değer %72.13 olarak hesaplanmıştır. Portföy2 volatilitesi yoğunlukla bir önceki dönem şoklarından etkilenmektedir.



SONUÇ

Riske Maruz Değer belirli bir süreç içerisinde belirlenen güven düzeyi ile maksimum zararı, bir nokta tahmini olarak sunmaktadır. Riske Maruz Değer yöntemi ile, piyasanın olasılık dağılımını öngörerek portföyün risk sınırlarını belirlenir (DESHENG & DAVID, 2013). Riske Maruz Değer sadece bir risk yönetim aracı değildir, aynı zamanda şirketlerin risklerine ilişkin bilgilerin raporlanmasında, kaynak tahsisi yapmasında yani getirilerin riske uyarlanmasında yardım ettiği için kaynakların şirket içinde kullanımının belirlenmesinde ve performans değerlendirmesinde kullanılmaktadır.

Riske maruz değer hesaplanırken hisse senetlerinin getirilerinin normal dağıldığı varsayılmaktadır. Ancak getiriler normal dağılıma uymayabilir. Normallik varsayımının en büyük sakıncası şişman kuyruk (fat tailed) denen, dağılımın yayvan, basık oluşu problemidir. Dağılımın yayvan oluşu, dağılımın kuyruk bölgesinin normal dağılımdaki kadar dik olmayıp, biraz daha yataya yakın olması durumudur.

Çalışmada BIST’ te işlem gören spor kulüplerinden olan Fenerbahçe, Galatasaray, Beşiktaş, Trabzonspor ve Anadolu Efes hisse senetlerine ait 02/01/2013 ve 31/12/2019 tarihleri arasında gün sonu kapanış fiyatları alınmıştır. Yapılan analizlerde 2016 yılında yaşanan kırılganlık dikkat çekmektedir. 2016 yılında yaşanan kırılganlığın öncesi ve sonrası ele alınmak üzere 1.000.000tl değerinde iki farklı örneklem oluşturulmuştur. İlk örneklem 02/01/2013 ve 30/12/2016 yılları arasındaki toplam 1004 veriden oluşmaktadır. İkinci örneklem ise, 04/01/2016 ve 31/12/2019 tarihleri arasındaki 1004 veriden oluşmaktadır. Oluşturulan iki farklı portföyde 4 farklı Riske Maruz Değer yöntemiyle hesaplamalar yapılmıştır.

Portföy oluştururken Markowitz portföy yöntemi kullanılmıştır. Etkin bir portföy seti oluşturmak için ortalama getiri, varyans ve korelasyon katsayıları gibi temel değişkenler hesaplanmıştır (CEYLAN & KORKMAZ, Uygulamalı Portföy Yönetimi, 1993).

Öncelikle her iki portföye ilişkin betimleyici istatistikler incelenmiştir. Portföylerin gerek basıklık ve çarpıklık ölçüleri gerekse Jarque Bera istatistikleri serinin normal dağılmadığını göstermektedir. Çarpıklık ölçüleri sıfırdan ve basıklık ölçüleri de üçten büyüktür.

Portföy1 için hesaplanan Riske Maruz Değer tutarlarına bakıldığında en düşük riske maruz değer, Monte Carlo Simülasyon yönteminde hesaplanmıştır. Sırasıyla EWMA, Tarihi Simülasyon ve Varyans-Kovaryans yöntemleri gelmektedir. Monte

Carlo Simülasyon yöntemi hesaplanmasının zor olmasına rağmen diğerlerine kıyasla daha etkin bir yöntemdir, hesaplanması zahmetli olmasına karşın en güvenilir sonucu veren yöntemdir. Uygulamada da en az zarar Monte Carlo Simülasyon yöntemi hesaplamasıyla olmuştur.

Portföy2 için hesaplanan Riske Maruz Değer tutarlarına bakıldığında en düşük riske maruz değer, Monte Carlo Simülasyon yönteminde hesaplanmıştır. Sırasıyla Tarihi Simülasyon, Varyans-Kovaryans ve EWMA yöntemleri gelmektedir. Riske Maruz Değer hesaplama yöntemleri karşılaştırıldığında risk tahmininin en yüksek olduğu yöntem EWMA yöntemi son dönemlere daha çok ağırlık verdiği için ve uygulamadaki son verilerin kriz dönemine denk gelmesi sebebiyle yüksek tahminler vermektedir. Tarihi simülasyon yöntemi ise uygulaması kolaydır ve senaryo gereği rassal sayı üretmez, gerçek geçmiş veriler kullanıldığı için yatırımcı açısından gerçekçi bir yöntem olabilmektedir.

Kullanılan Riske Maruz Değer hesaplama yöntemlerinden Varyans-Kovaryans yönteminde normallik varsayımı arandığı için serinin normal dağıldığı varsayılarak analiz edilmiştir. Yapılan analizlerle alakalı olarak bahsedilmesi gereken diğer bir durum ise elde tutma süreleri ve güven aralıklarıyla hesaplanan Riske Maruz Değer arasındaki durumdur. Güven aralığı büyüdükçe ve elde tutma süresi uzadıkça portföyün riskliliğinin arttığı dolayısıyla Riske Maruz Değer'in büyüdüğü görülmektedir.

Risk ölçümü yapılırken, hesaplamalardan elde edilen sonuçların oldukça yüksek olmasına değil, gerçek riski yansıtması ve kullanışlı olmasına bakmak gerekmektedir.

Yapılan uygulamada geleceğe yönelik risk yönetim sürecinin etkinliği için, ARCH-GARCH gibi riskin zaman içindeki değişimini dikkate alarak daha doğru ve tutarlı sonuçlara ulaşan, ekonometrik tabanlı volatilité tahmin modellerinin de göz önünde bulundurulmuştur.

Elde edilen sonuçlarda, Riske Maruz Değer yöntemlerinde en iyi performansı hata dağılımı Student-t olan GARCH(1,1) modelinin gösterdiği, Varyans-Kovaryans, Tarihsel Simülasyon yöntemlerinin yetersiz kaldığı, Monte Carlo Simülasyonunun kullanılması gerektiği ortaya konulmuştur.

KAYNAKÇALAR

- Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi*. (1986). İstanbul: Milliyet Yayınları.
- (1986). *Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi*. *Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi* (s. 9843). içinde İstanbul: Milliyet Yayınları.
- Piyasa Riski Ölçümleme Yöntemlerine Yönelik Analiz*. (2010). Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu: www.bddk.com adresinden alınmıştır
- AKÇAY, B., & BOLGÜN, B. (2016). Türk Finans Piyasalarında Entegre Risk Ölçüm ve Yönetim Uygulamaları Risk Yönetimi. B. Akçay, & E. Bolgün içinde, *Faiz riski, bankacılıkta her zaman olan bir durum olmakla birlikte aşırı faiz riski bankaların karlılığını ve sermaye yapılarını tehdit etmektedir* (s. 288). İstanbul: Scala Yayıncılık.
- AKGÜÇ, Ö. (2011). Finansal Yönetim. Ö. Akgüç içinde, *Finansal Yönetim*. İstanbul: Avcıol Yayın Evi.
- ALKİN, E., TUĞRUL, S., & AKMAN, V. (2001). Bankalarda Risk Yönetimi. E. Alkin, T. Savaş, & V. Akman içinde, *Bankalarda Risk Yönetimi* (s. 240). İstanbul: Çetin Matbaacılık.
- Altay, E. (2009). Petrol Fiyatlarından Kaynaklanan Riskin Tahmin Edilmesi: Monte Carlo Simülasyonu Yöntemiyle RMD Yaklaşımı. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 61.
- ARTZNER, P. (1999). Coherent Measures of Risk <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1467-9965.00068>. *Mathematical Finance*, 203-229.
- AYDIN, A. (2010). Sermaye Yeterliliği ve VaR: Value At Risk. Yüksek Lisans Tezi. A. Aydın içinde, *Sermaye Yeterliliği ve VaR: Value At Risk*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- AYDIN, N., BAŞAR, M., & COŞKUN, M. (2015). Finansal Yönetim. N. Aydın, M. Başar, & M. Coşkun içinde, *Finansal Yönetim* (s. 330). Ankara: Detay Yayıncılık.
- Bekçioğlu, S. (1984). *Portföy Yaklaşımları ve Markowitz Portföy Yaklaşımlarının Türk Hisse Senedi Piyasasına Uygulanması*. Ankara.
- BENNINGA, S., & WEINER, Z. (1998). Value at Risk. S. Benninga, & Z. Weiner içinde, *Mathematica in Education and Research* (s. 1-4).
- Best, P. (1999). *Implementing Value at Risk*.
- Blaschke, W., Jones, M., & Majnani, G. (2001). *Stress testing of financial system: An overview of issues, methodologies, and FSAP experiences*. New York.
- BOLAK, M. (1990). Beta Katsayıları, Zaman İçindeki Tutarlılık ve Portföy Etkisi. *Para Dergisi*, 1-4.
- BOLAK, M. (2004). Risk Ve Yönetimi. M. Bolak içinde, *Risk Ve Yönetimi* (s. 27). İstanbul: Birsan Yayınevi.
- BOLGÜN, E., & AKÇAY, B. (2016). Türk Finans Piyasalarında Entegre Risk Ölçüm ve Yönetim Uygulamaları Risk Yönetimi. İstanbul: Scala Yayıncılık.
- BOZKAYA, M. (2013). Comparison of Value at Risk Models And Forecasting Realized Volatility By Using Intraday Data An Empirical Study on American Stock Exchanges,. M. Bozkaya içinde, *Comparison of Value at Risk Models And*

- Forecasting Realized Volatility By Using Intraday Data An Empirical Study on American Stock Exchanges.*
- CARLO, A., CLAUDIO, N., & CARLO, S. (2001). *Expected Shortfall as a Tool for Financial Risk Management*. Milona: Abaxbank.
- CEYLAN, A., & KORKMAZ, T. (1993). *Uygulamalı Portföy Yönetimi*. Bursa: Ekin.
- CEYLAN, A., & KORKMAZ, T. (1993). *Uygulamalı Portföy Yönetimi*. Bursa: Ekin Kitapevi.
- ÇİL, N. (2018). *Finansal Ekonometri*. İstanbul: Der Yayınevi.
- DAĞLI, H. (2000). Sermaye Piyasası ve Portföy Analizi. H. Dağlı içinde, *Sermaye Piyasası ve Portföy Analizi* (s. 375). Trabzon: Derya Kitap Evi.
- DALBUDAK, İ. (2014). Portföy Riskinin Ölçülmesine İstatistiksel Bir Yaklaşım: Riske Maruz Değer Analizi ve Farklı Portföyler Üzerine Uygulama. *Portföy Riskinin Ölçülmesine İstatistiksel Bir Yaklaşım: Riske Maruz Değer Analizi ve Farklı Portföyler Üzerine Uygulama*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- DEMİRELİ, E. (2007). Finansal Yatırım Kararlarında Risk Unsuru Ve Riske Maruz Değer. *D.E.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 124.
- DESHENG, W., & DAVID, L. (2013). "The Impact of Distribution On Value-At-Risk Measures". *Mathematical and Computer Modelling* Cilt: 58, 1670.
- DOWD, K. (1998). Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management. K. Dowd içinde, *Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management* (s. 5).
- Dowd, K. (1998). *Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management*. UK.
- FIKIRKOCA, M. (2003). Bütünsel Risk Yönetimi. M. Fıkırkoca içinde, *Bütünsel Risk Yönetimi* (s. 624). Ankara: Pozitif Matbaacılık.
- FRANCIS, J. (1986). Investments Analysis and Management. J. Francis içinde, *Investments Analysis and Management* (s. 210). New York: McGraw-Hill Book Company.
- GÖKGÖZ, D. (2006). *Riske Maruz Değer ve Portföy Optimizasyonu*. Ankara: SPK.
- GÖKGÖZ, E. (2006). Riske Maruz Değer (VaR) ve Portföy Optimizasyonu. E. Gökgöz içinde, *Riske Maruz Değer (VaR) ve Portföy Optimizasyonu*. Ankara: Sermaye Piyasası Kurulu.
- GÖKŞİN, C. (2004). Monte Carlo Simülasyonu ile Riske Maruz Değer Hesaplaması. *Monte Carlo Simülasyonu ile Riske Maruz Değer Hesaplaması*.
- GÜRSAKAL, S. (2007). Hisse senedi ve döviz piyasası risklerinin riske maruz değer yöntemi ile karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 61-76.
- GÜVENCİ, O. (2011). "Bankalarda Risk Yönetimi".
- Holton, G. (1995). Risk Visualization. G. Holton içinde, *Risk Visualization* (s. 13). USA.
- HULL, J. (2012). *Risk Management and Financial Institutions*.
- JONES, M. (2004). *Stress testing financial systems: What to do when the governor calls*.
- JORION, P. (2000). Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk. P. Jorion içinde, *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*. New York.
- JORION, P. (2001). *Value at Risk*. New York.

- Jorion, P. (2002). *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*. Singapore.
- KARABIYIK, L., & ANBAR, A. (2010). Getirinin ve Riskin Ölçümü. *Sermaye Piyasası ve Yatırım Analizi* (s. 260-268). içinde
- KARAŞIN, G. (1986). Sermaye Piyasası Analizleri. *Sermaye Piyasası Analizleri* (s. 134). içinde Ankara.
- KAYAHAN, C. (2007). Reel Sektörde Riske Maruz Değer Yöntemi İle Ölçülen Kur Riskine Karşılık Vadeli İşlem Kontratlarının Kullanılması. *Reel Sektörde Riske Maruz Değer Yöntemi İle Ölçülen Kur Riskine Karşılık Vadeli İşlem Kontratlarının Kullanılması*. Aydın.
- KORKMAZ, T., & CEYLAN, A. (2010). Sermaye Piyasası Ve Menkul Değer Analizi. *Sermaye Piyasası Ve Menkul Değer Analizi* (s. 33). içinde Bursa: Ekin Yayınevi.
- KORKMAZ, T., AYDIN, N., & SAYILGAN, G. (2013). Portföy Yönetimi. T. Korkmaz, N. Aydın, & G. Sayılğan içinde, *Korkmaz, Aydın ve Sayılğan* (s. 24).
- KURUN, E. (2005). Faiz Riski Yönetimi ve Türkiye Uygulaması. E. Kurun içinde, *Faiz Riski Yönetimi ve Türkiye Uygulaması* (s. 196). Ankara: Sermaye Piyasası Kurulu.
- Li, Y. (2013). Approaches to VaR. *Ze Jin ve Zhau Liu*.
- LINSMEIER, T., & PEARSON, N. (1996). "Risk Measurement: An Introduction to Value at Risk. *University of Illinois at Urbana-Champaign*.
- MANDACI, P. (2003). Türk Bankacılık Sektörünün Taşıdığı Riskler ve Finansal Krizi Aşmada Kullanılan Risk Ölçüm Teknikleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 71.
- MARKOWITZ, M. (1959). Portfolio Selection: Efficient Divesification of Investments . *Yale University Press*.
- NAGHİYEV, T. (2008). Menkul Kıymet Yatırım Fonlarından Oluşan Optimal Portföy Seçimi Ve Riske Maruz Değer Yöntemiyle Portföy Riskinin Belirlenmesi. *Menkul Kıymet Yatırım Fonlarından Oluşan Optimal Portföy Seçimi Ve Riske Maruz Değer Yöntemiyle Portföy Riskinin Belirlenmesi*. İstanbul.
- OLFIELD, G. (1997). The Place of Risk Management in Financial Institutions. *The Wharton School University of Pennsylvania*, 10.
- Philippe De Brouwer. (2001).
- Redhead, K. (1997). *Financial Derivatives*. London.
- RODOPLU, G., & AYAN, E. (2008). Basel II Uzlaşısında Piyasa Riski Yönetimi ve Türkiye Açısından Faiz Riskine İlişkin Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 27-45.
- SEVİL, G. (2001). Finansal Risk Ölçümler. *Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitésinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları* (s. 41). içinde Eskişehir.
- SEVİL, G. (2001). Portföy Yönetim Stratejileri. *Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitésinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları* (s. 65-66). içinde Eskişehir.
- SEVİNÇ, E. (2007). İMKB-30 Endeksinde Yer Alan Menkul Kıymetlerden Ortalama Varyans Modeline Göre Optimal Portföy Oluşturulması ve Riske Maruz Değer Yaklaşımıyla Portföy Riskinin Hesaplanması.

- SEVÜKTEKİN, M., & NARGELEÇEKENLER, M. (2006). İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Getiri Volatilitésinin Modellenmesi ve Önráporlanması. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, C.61, S.4, s.243-265 .
- SHARPE, W. (1988). W. Sharpe içinde, *Portföy Teorisi ve Sermaye Piyasaları* (Çev. Selim Bekçioğlu) (s. 278). Ankara: Gazi Üniversitesi.
- ŞAHİN, H. (2004). *Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri*. Ankara: Turhan Kitapevi.
- ŞİŞMAN, Ö. (2001). *Bankacılıkta Risk Yönetimi ve Kantitatif Risk Ölçüm Teknikleri*. İstanbul.
- TÜZÜN, Y. (2001). Dünyada ve Türkiye'de Piyasa Riski Yönetimi Uygulamaları. *Active Dergisi*.
- USTA, Ö. (2005). İşletme Finansı ve Finansal Yönetim. Ö. Usta içinde, *İşletme Finansı ve Finansal Yönetim* (s. 233). Ankara: Detay Yayıncılık.
- USTA, Ö., & DEMİRELİ, E. (2010). Risk bileşenleri analizi: İMKB' de bir uygulama. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 25-36.
- www.bddk.org.tr. (tarih yok). Ocak 2020 tarihinde <https://www.bddk.org.tr/> adresinden alındı
- www.investing.com. (tarih yok). Aralık 16, 2019 tarihinde <https://tr.investing.com/> adresinden alındı
- YILDIRIM, H., & ÇOLAKYAN, A. (2014). Finansal Yatırım Araçlarında Riske Maruz Değer Uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1-24.
- YÖRÜK, N. (2000). Finansal Varlık Fiyatlama Modelleri ve Arbitraj Fiyatlama Modelinin İMKB'de Test Edilmesi. N. Yörük içinde, *Finansal Varlık Fiyatlama Modelleri ve Arbitraj Fiyatlama Modelinin İMKB'de Test Edilmesi*. İstanbul: İMKB Yayınları.
- YÜCEL, A. (2003). Bankacılık Sektöründe Risk Ölçümü ve Yönetimi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul. Y. Atakan içinde, *Bankacılık Sektöründe Risk Ölçümü ve Yönetimi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul*.
- ZANGARİ, P. (1998). *Exploratory Stress-Scenario Anaysis with Applications to EMU*. New York.