

**SİGORTA SEKTÖRÜNÜN KREDİ PORTFÖY RİSK
MODELİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**INSURANCE SECTOR ASSESSMENT BY CREDIT
PORTFOLIO RISK MODELS**

MELİS ERKAN

DOÇ. DR. Ş. KASIRGA YILDIRAK

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

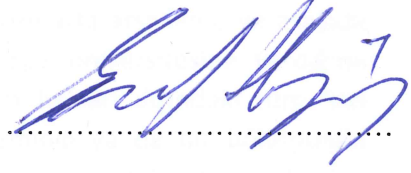
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Aktüerya Bilimleri Anabilim Dalı için Öngördüğü

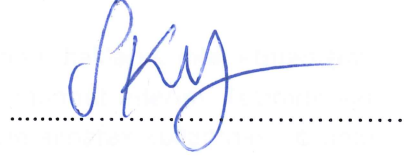
LİSANSÜSTÜ TEZİ olarak hazırlanmıştır.

MELİS ERKAN'ın hazırladığı “Sigorta Sektörünün Kredi Portföy Risk Modeli ile Değerlendirilmesi” adlı çalışma aşağıdaki jüri tarafından AKTÜERYA BİLİMLERİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

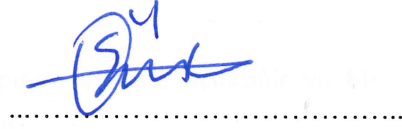
Dr.Öğretim Üyesi Şeref HOŞGÖR
Başkan



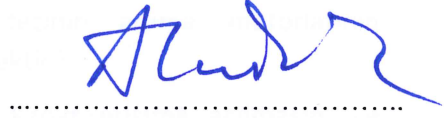
Doç. Dr. Ş. Kasırga YILDIRAK
Danışman



Doç.Dr. Özge SEZGİN ALP
Üye



Dr.Öğretim Üyesi Murat BÜYÜKYAZICI
Üye



Dr.Öğretim Üyesi Başak BULUT KARAGEYİK
Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak onaylanmıştır.

Prof.Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU
Fen Bilimleri Enstitü Müdürü

YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.**

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, tezinin arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)

- Tezimin/Raporumun tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.**

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı ve ya tamamının fotokopisi alınabilir)

- Tezimin/Raporumun 24/05/2021 tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.**

- Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi**

24/05/2021



MELİS ERKAN

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

24/05/2018



MELİS ERKAN

ÖZET

SİGORTA SEKTÖRÜNÜN KREDİ PORTFÖY RİSK MODELİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Melis Erkan

Yüksek Lisans, Aktüerya Bilimleri Bölümü

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ş. Kasırga Yıldırak

Mayıs 2018, 61 sayfa

Temerrüt riski ile ilgili bir kavram olarak ortaya çıkan kredi riski, borçluya ait herhangi bir yükümlülüğün yerine getirilememesi riski olarak tanımlanabilmektedir. Temerrüt halleri; ödemenin gecikmesi, ödemesiz dönemlerin varlığı ya da iflas etme durumlarında ortaya çıkmaktadır. Temerrüt hallerinin varlığı, borç veren için oldukça büyük bir risk taşımaktadır. Bu nedenle borç veren, kendini korumak için risk yönetimini gerçekleştirmek zorundadır. Olası temerrüt hallerinde uğrayacağı kaybı hesaplayıp ona göre ekonomik sermayesini belirlemelidir.

Ekonomik sermaye; beklenen kayıp ile beklenmeyen kayıp arasındaki miktarı vermektedir. Beklenen kayıp hesaplamak kolay iken; beklenmeyen kayıp hesaplamak zordur. Bu nedenle kredi risk modelleri geliştirilmiş ve finansal kuruluşlar için bir kaynak oluşturulmuştur. Finansal kuruluşlar kimi zaman hazır olan bu yöntemleri kullanırken; kimi zaman ise kendi içsel modellerini üretmektedirler.

Kredi riski önceki dönemlerde sadece kredi bazında ölçülürken; yeni dönemde portföy bazında da ölçülmektedir. Portföy bazında yapılan ölçümlerde, borçluların birbirleriyle

olan ilişkileri de dikkate alınarak genel bir portföy kayıp dağılımı bulunmakta ve böylece ayrılması gereken ekonomik sermaye miktarı da daha doğru bir şekilde hesaplanabilmektedir. Portföy bazlı kredi riski modellerinde temerrüt olasılıkları, geçiş matrisleri, korelasyonlar ve kurtarma oranları model seçimine bağlı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca portföy yöneticisi, portföyde var olan borçluların riske katkılarına bağlı olarak portföydeki devamlılıklarına da karar verebilmektedir. Gerektiği yerde portföy çeşitlendirmesine gidip gerektiği yerde de konsantrasyon miktarlarında oynama yapabilmektedir.

Literatürde kullanılan portföy bazlı kredi risk modelleri; aktüeryal bir yaklaşım içeren CreditRisk+ modeli, makroekonomik bir yaklaşım içeren CreditPortfolioView modeli ve varlık değerine dayalı CreditMetrics ve KMV modelleridir. Bu modeller, bazı yönleriyle birbirleriyle benzerlik gösterirken bazı yönleri ile de farklılık göstermektedir. Bu çalışmada modellerle ilgili bilgiler verilmekle birlikte modeller arasındaki benzerlik ve farklılıklara da değinilmiştir. Ayrıca Türkiye Sigortalar Birliğinden sağlanan verilerle, Türkiye'de bulunan hayat dışı alanında işlem gören sigorta şirketleri üzerinden sayısal bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada şirketlerden oluşan bir portföy olduğu düşünülmüş ve portföy risk analizi yapılmıştır. Şirketlere ait batma olasılıkları tahmin edilmiş ve bu olasılıklar üzerinden simülasyonlar oluşturulmuştur. Analiz için CreditMetrics yönteminin mantığı ile simülasyon tekniği kullanılmış ve bu teknik ile birlikte CreditRisk+ yöntemi uygulanmıştır. Bu sayede sigorta sektörüne ait kayıp dağılımı elde edilmiştir. Ayrıca şirketlerin hem sigorta sektörüne olan risk katkıları bulunmuş hem de ellerinde tutmaları gereken sermaye miktarları belirlenmiştir. Böylece sigorta sektörüne ait genel bir gözetim yapılmış ve sektörün durumu hakkında varsayımlar doğrultusunda bilgi sahibi olunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Portföy bazlı kredi riski, CreditRisk+ modeli, CreditMetrics modeli, ekonomik sermaye, portföy kaybı.

ABSTRACT

INSURANCE SECTOR ASSESSMENT BY CREDIT PORTFOLIO RISK MODELS

Melis Erkan

Master of Science, Department of Actuarial Sciences

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Ş. Kasırga Yıldırak

May 2018, 61 pages

The credit risk, which emerges as a concept of default risk, can be defined as the risk that any liability of the borrower can not be fulfilled. Default cases arise out of the situations of delayed payments, the presence of non-payment periods or bankruptcy. The existence of default cases pose a considerable risk to the lender. For this reason, the lender must carry out risk management in order to protect himself. In the event of possible default, the lender should compute the loss and determine the economic capital accordingly.

Economic capital gives the amount between expected and unexpected loss. While it is easy to calculate the expected loss, it is difficult to calculate the unexpected loss. Therefore, credit risk models have been developed and a resource has been created for financial institutions. Sometimes financial institutions use these available methods and sometimes produce their own internal models.

While credit risk was measured only on credit basis in previous periods; it is now mostly measured on portfolio basis in the new period. In the portfolio-based measures, taking into account the relationship of borrowers with each other, a general portfolio loss distribution is found, so that amount of economic capital, that should be allocated for risk purposes, can

be computed more accurately. In portfolio-based credit risk models, default probabilities, transition matrices, correlations and recovery rates are used depending on model selection. In addition, the portfolio manager can determine, depending on the risk contributions of the borrowers, the continuity of borrowers in the portfolio. When it is needed, the portfolio manager can diversify the portfolio and also play with the amount of concentration.

Portfolio-based credit risk models used in the literature are CreditRisk+ model with an actuarial approach, CreditPortfolioView model with a macroeconomic approach and CreditMetrics and KMV models based on asset value. These models show similarities and differences in some respects. In this study, information about models is given, and potential similarities and differences are also mentioned. In addition, we conduct a numerical study in Turkey related to the companies which are investigating non-life insurance, with the data provided by the Insurance Association of Turkey. In the study, a portfolio consisting of companies was considered and a portfolio risk analysis was made. Bankruptcy probabilities of companies are estimated and simulations are created based on these probabilities. For the analysis, the simulation technique with the logic of the CreditMetrics method is used and the CreditRisk+ method is applied together with this technique. Thus, the loss distribution of the insurance sector is obtained. In addition, both the risk contributions of companies to the insurance sector and the amount of capital required to hold them in their hands have been determined. Thus, a general observation has been made about the insurance sector and the state of the sector has been learned in accordance with assumptions.

Keywords: Portfolio-based credit risk, CreditRisk+ model, CreditMetrics model, economic capital, portfolio loss.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ders dönemi ile başlayan ve tez hazırlama süreci ile devam eden öğrencilik hayatım boyunca her daim yanımda olan, değerli bilgilerini benimle paylaşan, her türlü konuda bana destek olup yardım eden, hoş sohbeti ile enerjimi yüksek tutan, kıymetli ve saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Ş. Kasırga YILDIRAK'a,

Tez jüri üyemde yer alan ve değerli görüşleri ile tezime katkıda bulunan Sayın Dr. Öğr. Üy. Şeref HOŞGÖR, Sayın Doç. Dr. Özge SEZGİN ALP, Sayın Dr. Öğr. Üy. Murat BÜYÜKYAZICI ve Sayın Dr. Öğr. Üy. Başak BULUT KARAGEYİK'e ve bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. Meral SUCU'ya,

Tez yazma süreci boyunca yanımda olan, muhteşem mizaçları ile bana destek ve güç veren, moral kaynaklarım Müge YELDAN, Pınar UYAR, N.Selvi YILDIRIM'a ve beni bu süreçte motive eden tüm arkadaşlarıma,

Her zaman yanımda olup bana destek veren, özellikle tez yazma süreci boyunca her türlü halime katlanan, varlıklarıyla huzur bulduğum ve emeklerini asla ödeyemeyeceğim çok sevgili aileme,

En içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELER.....	viii
ŞEKİLLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1.GİRİŞ.....	1
2. PORTFÖY BAZLI KREDİ RİSK MODELLERİ.....	5
2.1. CreditRisk+ Modeli	5
2.1.1. Kredi Risk Ölçümü.....	6
2.1.2. Ekonomik Sermaye.....	8
2.1.3. Uygulamalar	10
2.1.3.1. Karşılık	10
2.1.3.2. Limitler	10
2.1.3.3. Portföy Yönetimi	11
2.1.4. Modelin Uygulanması	12
2.1.4.1. Tek Sektörlü Analiz.....	12
2.1.4.2. Birden Çok Sektörlü Analiz	15
2.1.4.3. Risk Katkıları.....	19
2.1.4.4. Çift Yönlü Korelasyonlar	20
2.1.5. Literatürde Karşılaşılan Sorunlar.....	21
2.2. CreditPortfolioView Modeli (CPV)	21
2.2.1 Modelin Uygulanması	22
2.2.1.1 CPV Makro.....	22
2.2.1.2 Doğrudan CPV	25
2.2.2. Literatürde Karşılaşılan Sorunlar.....	26
2.3. CreditMetrics Modeli	26
2.3.1. Modelin Uygulanması	28
2.3.2. Literatürde Karşılaşılan Sorunlar.....	31

2.4. Moody's KMV Modeli	32
2.4.1. Modelin Uygulanması	34
2.4.2. Literatürde Karşılaşılan Sorunlar.....	36
2.5. Modeller Arasındaki Farklar ve Benzerlikler	36
3.UYGULAMA.....	38
3.1. CreditRisk+ Yöntemi için Gerekli Veriler	38
3.1.1. Kredi Derecelendirme Notunun Hesaplanması	38
3.1.2. Batma Olasılıklarının ve Standart Sapmanın Belirlenmesi	44
3.2. Simülasyon Oluşturulması.....	44
3.3. Analiz Sonuçlarının Yorumlanması	46
4. SONUÇ.....	56
KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	61

ÇİZELGELER

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. CreditRisk+ Bileşenleri	5
Çizelge 2.2. Kredi Notlarına Ait Geçiş Matrisi	28
Çizelge 3.1. Kantitatif Analiz için Yapılan Ağırlıklandırma.....	40
Çizelge 3.2. Değişkenler İçin Sigorta Sektörüne Ait Koşullar.....	40
Çizelge 3.3. Değişkenlere Ait Sınır Değerler ve Ağırlıkları	41
Çizelge 3.4. Şirketlere Ait Hesaplanan Not Değerleri.....	43
Çizelge 3.5. Kredi Notlarına Ait Batma Olasılıkları ve Standart Sapmaları.....	44
Çizelge 3.6. Derecelendirme Notları İçin Geçiş Matrisi	45
Çizelge 3.7. Geçiş Notlarının Sınır Değerleri	46
Çizelge 3.8. Şirketlerin Risk Katkılarına Ait Dağılım Ölçütleri	51
Çizelge 3.9. Şirketlerin Portföy İçindeki Risk Katkı Oranlarına Ait Dağılım Ölçütleri	52
Çizelge 3.10. Şirketlerin Ekonomik Sermayelerine Ait Dağılım Ölçütleri	54

ŞEKİLLER

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Ekonomik Sermaye	8
Şekil 2.2. Risk Katkılarının Etkisi	19
Şekil 2.3. Tarihsel Geçiş Matrisi	22
Şekil 2.4. Doğrudan CPV Modeli Senaryoları	26
Şekil 2.5. EDF Modeli	33
Şekil 3.1. Farklı Simülasyon Sonuçlarına Göre Portföy Kayıp Dağılımları.....	47
Şekil 3.2. 99. Yüzdelik Dilimlerine Göre Portföy Kayıp Dağılımına Ait Histogram Grafiği..	48
Şekil 3.3. 4. Şirkete Ait Risk Katkılarının Histogram Grafiği	49
Şekil 3.4. 7. Şirkete Ait Risk Katkılarının Histogram Grafiği	49
Şekil 3.5. 8. Şirkete Ait Risk Katkılarının Histogram Grafiği	50
Şekil 3.6. 19. Şirkete Ait Risk Katkılarının Histogram Grafiği	50

SİMGELER VE KISALTMALAR

RMD	Riske Maruz Değer
ES	Beklenen Kuyruk Kaybı
AR	Otoregresif Model
ARMA	Otoregresif Hareketli Ortalama Model
ARIMA	Otoregresif Birleşik Hareketli Ortalama Model
CSFB	Credit Suisse First Boston
SCR	Hedef Sermaye
MCR	Minimum Sermaye Miktarı
RAROC	Riske Göre Düzeltilmiş Sermaye Getirisi
CPV	CreditPortfolioView
LGD	Temerrüt Halinde Kayıp
KMV	Kealhofer, McQuown, Vasicek Model
VK	Vasicek, Kealhofer Model
BS	Black & Scholes
EDF	Beklenen Temerrüt Sıklığı
DD	Temerrüde Olan Uzaklık
STD	Kısa Dönem Borçları
LTD	Uzun Dönem Borçları
TSB	Türkiye Sigortalar Birliği
VÖK	Vergi Öncesi Kar
TDA	Tekil Değer Ayrışımı
MATLAB	Matrix Laboratory

1.GİRİŞ

Kredi riski; taraflardan birinin borcunu, içsel veya dışsal kaynaklı sebeplerden dolayı ödeyememesi riskidir [1]. Türk Dil Kurumuna göre ise kredi riski, ülkelere, gerçek veya tüzel kişilere açılan kredilerin geri ödenmeme riski olarak tanımlanmaktadır [2]. Kredi riski, dünya ülkeleri arasında önemli bir rol oynamış ve bu riskin olumsuz sonuçları karşısında bazı metodolojilerin geliştirilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Böylece Kealhofer, McQuown ve Vasicek tarafından 1989 yılında KMV modeli,1996 yılında Credit Suisse Group tarafından CreditRisk+ modeli, 1997 yılında ise JP Morgan tarafından CreditMetrics modeli ve Wilson ile McKinsey tarafından CreditPortfolioView modeli ortaya atılmıştır. Bu modeller sayesinde kredi riski daha doğru hesaplanarak sadece beklenen kayıplar değil aynı zamanda beklenmedik kayıplar hakkında da fikir sahibi olunmaktadır. Böylece finansal kurumlar, ellerinde bulundurmaları gereken sermayeleri (ekonomik sermaye) de belirleyebilmektedirler.

Kredi riski aslında temerrüt riski ile ilgilidir. Temerrüt riski, borçlunun finansal yükümlülüğünü yerine getirememesi riskidir. CreditRisk+ modeli, temerrüde düşme durumuyla ilgilenirken, temerrütlerin sadece borçluya ait özelliklerden değil aynı zamanda ekonomik nedenlerden de kaynaklanabileceği üzerinde durmakta ve temerrütlerin gerçekleşme zamanları ya da nedenleriyle ilgilenmemektedir. Bu model aktüeryal bir yaklaşımla kayıp dağılımını hesaplamaktadır. CreditMetrics ise borçluların temerrüt durumları dışında derecelendirme notlarındaki değişiklikleri de göz önüne alır. Bunu yaparken derecelendirme kuruluşları tarafından belirlenen tarihsel geçiş matrisini kullanır. Kredi kaybını bulurken varlıklar üzerinden hesaplama yaparak varlıklara dayanan bir yaklaşım sunar. KMV modeli de yine CreditMetrics gibi varlıkları baz alan bir yaklaşım içerir. CreditMetrics modelinden farklı olarak tarihsel geçiş matrisi kullanmayıp her bir borçluya ait temerrüt olasılıklarını (EDF) bulur. Bu olasılıkları bulurken Merton'un [3] opsiyon fiyatlama modelini kullanır. CPV modeli ise diğerlerinden farklı olarak makroekonomik değişkenleri kullanarak kayıp dağılımına ulaşır. Tüm modeller için amaç, kayıp dağılımını ve ekonomik sermayeyi bulmak ve böylece daha doğru bir risk analizi yapmaktır.

Yapılan anketler sonucu bu modellerin bankalar ve finansal kuruluşlar arasında yaygın olarak kullanıldığı gözlenmiştir. Fatemi ve Fooladi [4], yaptıkları araştırma sonucu ABD'deki 21 büyük bankacılık firmasının çoğunun CreditMetrics ve KMV modellerini; bir kısmının ise CreditRisk+ yöntemini kullandığı sonucuna ulaşmışlardır. Smithson [5] ise

Dünya çapındaki 41 finansal kuruluştan %85'inin kredi risk yöntemlerini kullandığını ve bunların %20'sinin CreditMetrics yöntemini, %69'unun KMV yöntemini kullandığını ve kalanların ise kendi içsel modellerini kullandıklarını belirlemiştir. Türkiye'de de bu konu hakkında araştırmalar yapılmış ve Anbar [6], 2005 yılında 20 banka içinden sadece %30'unun kredi risk modellerini ya da yazılımlarını kullandığını, bunlar arasında da yaklaşık %33'ünün CreditMetrics yöntemine benzeyen RiskMetrics yöntemini kullandığını ve kalanların ise kendi modelleri üzerinden hesaplama yaptıkları sonucuna ulaşmıştır. 2006 yılında ise Oktay ve Temel [7] ankete katılan 25 ticari banka içerisinden az bir kısmının KMV, CreditMetrics, CreditRisk+ yöntemini kullandığını saptamıştır.

Bessis [8], CPV modelinin temerrüt olasılıklarını ekonomik döngülere bağladığını, diğer modellerin ise doğrudan bu ilişkiyi ele almadığını belirtmektedir. Aynı şekilde Crouhy ve arkadaşları [9] da temerrüt olasılıkları ile ekonomik döngüler arasındaki bağlantıyı ortaya koymaktadır. Buna ek olarak, Crouhy [9], Bessis [8] ve Smithson [5], CPV'nin makroekonomik faktörlere karşı daha duyarlı olduğu için düşük notlu borçlulara daha uygun bir model olduğunu düşünmektedirler.

1997 yılında J.P.Morgan tarafından çıkarılan CreditMetrics yöntemi Gupton, Finger ve Bhatia [10] tarafından derlenerek doküman hale getirilmiştir. Buna göre, borçluların zamanla değişebilecek olan durumlarını temerrüde düşme, kredi notundaki artış ya da azalış şeklinde düşünerek portföydeki beklenmeyen kayıpları hesaplamaktadırlar.

Duffie ve Singleton [11], CreditMetrics yönteminde derecelendirme notlarının kredi değeri üzerindeki etkisinin önemli olduğunu söylemiş, hatta bu notları temel değişken olarak ele almıştır.

Glasserman ve Li [12], CreditMetrics ile bağlantılı olarak Gaussian kopula modelini kullanmışlar ve kendi simülasyon çalışmalarında bunu uygulamışlardır.

Löffler [13], borçlular arasındaki korelasyonu gösterirken varlık değerlerini kullanmakta ve varsayılan varlık değerlerinin Normal dağılım yerine kalın kuyruklu dağılım gösterdiğini bu nedenle de kredi riskinde önemli bir artış olduğunu söylemektedir.

Crouhy [9], gerçek temerrüt ve geçiş olasılıklarının, ortalama olasılıklardan önemli miktarda saptığını Moody's KMV'ye ait benzetim sonuçlarından göstermektedir.

Kealhofer ve Bohn [14], borçlunun varlık değerini ve oynaklığını, özsermaye ve borçların zaman serisi verilerinden türetmektedir.

Lu[15], yaptığı çalışmada Merton'un [3] KMV modelini kullanmış ve modelin, temerrüt olasılıklarını belirlemekten çok şirketleri sıralamada kullanışlı olduğunu belirtmiştir. Bu sonuca da firma değerlerinin Geometrik Brownian hareketi izlediği varsayımından ulaşmıştır.

CSFB [16] tarafından çıkarılan CreditRisk+ yöntemi için gerekli olan temerrüt olasılığı ve temerrüt oynaklığının belirlenmesinde Credit Suisse, tarihsel verileri kullanarak her bir kredi notuna ortak temerrüt olasılığı ve temerrüt oynaklığı atamayı önermiştir.

Bessis [8], CPV modeli için makroekonomik değişkenleri bulma aşamasında ARIMA modelini kullanırken; Smithson [5], ARMA modelini ve Crochy [9] ise AR modelini kullanmıştır.

Crosbie ve Bohn [17], KMV'nin temerrüt olasılığını nasıl bulduğu üzerinde durmuş ve temerrüde olan uzaklığı bulurken, varlıkların piyasa değerini ve varlık değişkenliğini özsermaye değerinden hesaplamak için Merton'un [3] modelinin bir değişimi olan yöntemi uygulamışlardır.

Bharath ve Shumway [18], KMV modelinin temerrüt tahmin yöntemini alternatif bir olasılık sunarak incelemişlerdir.

Yeh, Lin ve Hsu [19], her bir şirkete ait piyasa bilgilerini değerlendirmek için KMV yöntemini kullanarak kredi derecelendirme notu tahmini yapmışlardır.

Zhang ve Shi [20], KMV modelinin yatırım ve finans kararları için önemli olduğunu vurgulamış ve modeli geliştirmek amacıyla maksimum olabilirlik yöntemi, parçacık yığın optimizasyonu ve bulanık kümeleme metotlarını kullanmışlardır.

Vandendorpe, Ho, Vanduffel ve Dooren [21], CreditRisk+ yöntemi için temerrüt korelasyonlarını kullanarak faktör yüklemesine geçişi araştırmış ve yeni bir sayısal yöntem önermişlerdir.

Frey ve McNeil [22], CreditMetrics, CreditRisk+ ve KMV modelleri ile RMD ve ES yöntemlerini karşılaştırmışlardır.

Câmara, Popova ve Simkins [23], yaptıkları çalışmada temerrüt olasılığını bulurken kendi kullandıkları yöntemle KMV modelini karşılaştırmışlar ve özellikle kriz dönemlerinde KMV modeline eş ya da daha yüksek sonuçlar elde etmişlerdir. Ayrıca bilanço dışı türev ürünlerin eklenmesiyle KMV modelinin performansının arttığını gözlemlemişlerdir.

Lee [24], çalışmasında KMV modelinin en iyi temerrüt noktasını bulmak için genetik

algoritmalara dayalı yeni bir yöntem sunmuştur.

Nickell, Perraudin ve Varotto [25], CreditMetrics modelindeki gibi derecelendirme bazlı bir yaklaşım kullanarak geçiş matrisi oluşturup, portföyün riske maruz değerini ölçmüşlerdir.

Bu tezin yazılmasındaki amaç; okuyucuya portföy bazlı kredi risk modellerini tanıtmak, modeller arasındaki farkları sunmak ve akabinde Türkiye'de bulunan hayat dışı alanında işlem gören bazı sigorta şirketlerinin portföy olarak düşünülerek, şirketlerin batma riskini değerlendirip portföy kayıp dağılımını bulmaktır. Ayrıca şirketlerin ellerinde tutmaları gereken ekonomik sermaye miktarını bulmanın yanı sıra genel sektör içindeki şirketlerin risk katkı oranlarını belirleyerek hangi şirket ya da şirketlerin sigorta sektörüne katkı sağlarken; hangisi ya da hangilerinin sektörü aşağı çekmekte olduğunu belirlemektir. Aslında bu çalışma ile bir sigorta şirketinin kendi iç değerlendirmesini değil, bir devlet gözüyle tüm sigorta sektörünü, şirketlerden oluşan bir portföy bazında değerlendirmektir. Bu amaçla da aktüeryal bir yaklaşım içeren CreditRisk+ modeli kullanılmaktadır. Buna göre öncelikle batma riskine karşı şirketlere ait varlık değerleri hesaba katılmaktadır. Varsayımımız şirketlerin batma durumlarının tüm varlıkları üzerinden olup kurtarma oranlarının sıfır kabul edilmesidir. Daha sonra şirketlere ait bazı veriler kullanılarak her bir şirkete ait batma olasılıkları belirlenmektedir. Buna göre CreditMetrics mantığı doğrultusunda simülasyon tekniğini de kullanarak sektöre ait genel bir değerlendirme yapılmaktadır.

Tezin ikinci bölümünde portföy bazlı kredi risk modelleri anlatılmaktadır. Modellerin altında yatan faktörler, baz alınan unsurlar dile getirilmektedir. Uygulama kısmında kullanılan CreditRisk+ modeli tüm ayrıntılarıyla incelenmektedir. Ayrıca diğer modeller ile ilgili genel bilgiler de verilmektedir. Daha sonrasında ise modeller arasındaki benzerlik ve farklara değinilmektedir.

Tezin üçüncü bölümünde ise TSB verileri kullanılarak 2010-2016 yılları arasında Türkiye'deki hayat dışı alanında işlem gören sigorta şirketleri ele alınmakta ve portföy bazlı bir risk değerlendirmesi yapılmaktadır.

Tezin dördüncü bölümünde ise uygulama sonuçları değerlendirilmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

2. PORTFÖY BAZLI KREDİ RİSK MODELLERİ

Risk yönetimi ile ilgili pek çok model bulunmaktadır. Banka ve diğer finansal kuruluşlar kimi zaman derecelendirme kuruluşlarının modellerini kullanırken, kimi zaman ise kendi içsel modellerini kullanmaktadırlar.

Portföy bazlı kredi risk modelleri dört tanedir. Bunlar aktüeryal bir yaklaşım içeren CreditRisk+, makroekonomik bir yaklaşım içeren CreditPortfolioView ve varlık değerine dayalı KMV ve CreditMetrics modelleridir.

2.1. CreditRisk+ Modeli

1990'lı yılların başından beri Credit Suisse First Boston (CSFB), risk yönetimi için yeni yöntemler geliştirmiştir. 1993 yılında Credit Suisse Group, kredi risk yönetimini modernize etmiş ve CSFB'nin uzmanlığını kullanarak daha ileriye dönük bir yönetim aracı geliştirmeyi amaçlayarak bir proje başlatmıştır. 1996'da ise Credit Suisse Group, bir kredi riski yönetim çerçevesi olan CreditRisk+'ı tanıtmıştır [16].

CreditRisk+, temerrüt riskinin modellenmesi ve yönetilmesine odaklanır. Temerrüt riski, borçlunun finansal yükümlülüklerini yerine getirememesi riskidir. Temerrütler nedeniyle oluşan kayıplar hakkında bilgi vererek portföy yönetimine katkı sağlar.

Çizelge 2.1. CreditRisk+ Bileşenleri

CREDITRISK+			
Kredi Risk Ölçümü		Ekonomik Sermaye	Uygulamalar
Riske maruz miktar	Temerrüt olasılığı	Kredi temerrütlerinin kayıp dağılımı	Karşılık
Kurtarma oranı	Temerrüt olasılığındaki dalgalanmalar	Senaryo analizleri	Limitler
			Portföy yönetimi
CreditRisk+ modeli			

Kredi riskini yönetmek için modern bir yaklaşımın gerekliliklerini yansıtan CreditRisk+ üç ana bileşenden oluşur. Bunlardan birincisi kredi risk ölçüm değeri; ikincisi kredi riski için ekonomik sermaye hesaplaması ve üçüncüsü modelin uygulanmasına yönelik metodolojileri içermektedir [16]. Bu bileşenler Çizelge 2.1.'de gösterilmiştir.

2.1.1. Kredi Risk Ölçümü

CreditRisk+ modeli, dört çeşit girdi gerektirir. Bunlar; borçluların riske maruz miktarları, temerrüt olasılıkları, temerrüt olasılıklarının oynaklıkları ve kurtarma oranlarıdır [26]. Borçluların riske maruz miktarları, örneğin banka sektörü için alınamayan ya da vadesinde ödenmeyip geciken kredi borçları sonucunda ortaya çıkan risk miktarını ifade edebileceği gibi; bir sigorta sektörü için şirketin batması durumu düşünülerek şirkete ait varlıkların tamamı ya da belli bir oranını da ifade edebilir. Borçluların temerrüt olasılıklarını belirlemek için ise derecelendirme notları kullanılabilir. Bu notlar derecelendirme kuruluşları tarafından verilmekte olup, her bir nota ait belirli bir temerrüt olasılığı vardır. Temerrüt olasılıklarının belirsizliğini yakalamak için ise model, temerrüt olasılıklarının oynaklığını içerir. Her bir borçlu için riske maruz miktarı, tahmini kurtarma oranı ile düzeltilerek temerrüt halindeki kayıp miktarları bulunur. Yani kurtarma oranını toplam risk miktarından düşerek net kayıp dağılımını modeller.

Temerrütler, borçluların bireysel durumlarından kaynaklı olabileceği gibi ekonomik koşullar doğrultusunda da olabilmektedir. Ayrıca temerrütlerin tam olarak oluşma zamanı da belli olmamaktadır. Bu nedenle CreditRisk+, temerrütlerin nedenleri ve zamanları hakkında herhangi bir varsayımda bulunmaz.

Model, temerrüt sayılarının Poisson dağılım gösterdiğini varsayarken; ortalama temerrüt sayılarının ise Gamma dağılımı gösterdiğini varsaymaktadır. Sektörlere ait ortalama temerrüt sayılarının Gamma dağılımı, Gamma ve Poisson dağılımının birlikte analitik çözüm olarak Negatif Binom dağılımı oluşturmasını sağlar ve böylelikle sektörlerin temerrüt dağılımı, Negatif Binom dağılımı göstermiş olur. Temerrütler birbirlerinden bağımsız olabileceği gibi birbirleriyle ilişki halinde de olabilmektedir. Bu durum sektör sayısı ile alakalıdır. Tek sektörlü bir portföy için temerrüde düşme olasılıkları küçüktür ve temerrüt sayıları birbirlerinden bağımsızdır. Yani belirli bir dönemde ortaya çıkan temerrüt sayısı başka dönemde meydana gelen temerrüt sayısından bağımsızdır [9]. Örneğin, yangın sigortası kapsamında sigortalanmış evlerden oluşan bir portföy olduğu varsayalım. Sadece yangın sigortasından oluşmuş bir portföy olduğu için bu portföy tek sektörlü portföy olarak düşünülebilir. Her ev için yanıp tutuşma olasılığı küçüktür ve her evin yanma olasılığı birbirlerinden bağımsız olaylardır [27]. Birden çok sektörlü portföyde ise temerrütler arasında korelasyon vardır. Yani temerrütler birbirlerinden bağımsız değildir. Bu konularla ilgili ayrıntı "2.1.4 Modelin Uygulanması" kısmında anlatılmaktadır.

CreditRisk+ modeli iki aşamadan oluşur. Bunlardan ilki temerrüt sıklığı ve kayıpların şiddetinin belirlenmesidir. İkincisi ise temerrüt kayıplarının dağılımının bulunmasıdır. Temerrütlerin dağılımını hesaplayarak, risk yöneticisi portföyün genel kredi kalitesinin iyileşmekte olup olmadığını değerlendirir. Kayıpların dağılımı ile birlikte risk yöneticisi, potansiyel kayıpların mali etkisini değerlendirir. Aynı zamanda portföydeki çeşitlendirmeyi ve konsantrasyon oranını ölçmeyi de sağlar [16].

Model, sektör yapısına göre farklı uygulamalar içermektedir. Yani sektör sayısı ve yoğunluğu modelin uygulanmasında değişiklik göstermektedir. Sektör sayısı, tek sektörlü ve birden çok sektörlü olarak iki farklı durumda incelenirken; birden çok sektörlü analiz de kendi içinde tek sektör yoğunluklu ve farklı sektör yoğunluklu analiz olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Tek Sektörlü Analiz: CreditRisk+ modelinin en basit uygulamasıdır. Tüm borç/yükümlülük tek bir sektörde incelenmektedir. Bu yaklaşım, tek bir sistematik faktörün, borçlunun bireysel temerrüt olasılığı oynaklığını etkilediğini varsaymaktadır [16]. Örneğin, sadece hayat dışı sigortası ya da sadece hayat sigortası çalışan sigorta şirketlerinin bulunduğu bir portföy için bu varsayım kullanılabilir.

Birden Çok Sektörlü - Tek Sektör Yoğunluklu Analiz: Birkaç bağımsız sistematik faktörden etkilenen borçluların, her bir borçlunun kendilerine ait belirsiz olan temerrüt olasılıklarından sorumlu olan yalnızca bir sistematik faktöre tabi oldukları varsayılır [16]. Örneğin, borçlular ikamet ettikleri ülkelere göre sektörlere tahsis edilebilir veya sigorta sektörü için düşünürsek farklı branşlarda çalışan şirketlerin her biri için tek bir branşta (sektörde) toplandığı düşünülebilir. Yani tüm sigorta sektörü için baktığımızda hem hayat dışı hem de hayat sigortası içeren bir portföyde her bir şirket ya sadece hayat dışı ya da sadece hayat sigortasında toplanır. Sektöre tahsis edildikten sonra borçlunun temerrüt olasılığı ve temerrüt olasılığı oynaklığı ayrı ayrı belirlenir. Bu durumda sektör, aynı tek sistematik faktör tarafından etkilenen ortak özelliğe sahip borçluların bir araya toplanması olarak düşünülebilir.

Birden Çok Sektörlü - Farklı Sektör Yoğunluklu Analiz: Daha genel bir yaklaşım olan bu analiz, borçlunun bir takım sistematik faktörlerden etkilendiğini varsaymaktadır. Model bu durumu, tek bir sektöre borçlu olarak vermek yerine, borçluyu çeşitli sektörlere dağıtarak ele almaktadır [16]. Örneğin, borçlular faal oldukları ülkelere göre farklı yüzdeliklerle sektörlere tahsis edilebilir. Yine sigorta sektörü için örnek verecek olursak; hayat dışı

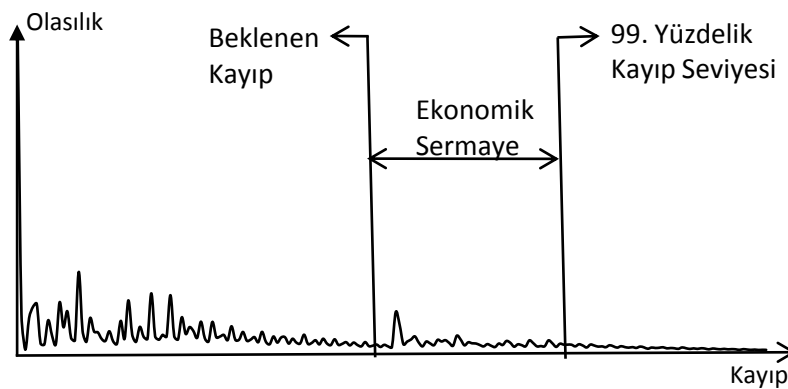
alanında çalışan şirketler için her bir şirket kasko, nakliyat, hırsızlık gibi farklı sektörlerde belli bir oranda işlem görebilir ve bu oranlarla sektörlere ayrılmış olurlar.

2.1.2. Ekonomik Sermaye

CreditRisk+ modelinde temerrüt olasılığı belirsizliği dışında kayıp büyüklükleri veya şiddetleri ile ilgili belirsizlikler de söz konusudur. Örneğin yangın sigortası ile sigortalanmış bir ev için evde oluşacak bir ateş tutuşması sonucu hasar şiddeti derecesi, çatı kaybından evin tamamen tahrip edilmesine kadar değişebilir [27].

CreditRisk+ modelinin çıktısı, ekonomik sermayeyi belirlemek için kullanılabilir. Ekonomik sermaye, bir şirket tarafından alınmakta olan riskin bir ölçüsüdür ve çeşitli faydalar sağlar. Bir şirketin beklenmedik temerrüt kayıpları riski için kaybı azaltacak önlem olarak gereklidir. Zira herhangi bir dönem içerisinde gerçekleşen kredi kayıplarının fiili seviyesi beklenen seviyeden önemli ölçüde yüksek olabilir [16].

Bir risk portföyünden kaynaklanan kredi temerrüt kayıp dağılımının bilinmesi, şirketin kredi portföyünü elinde bulundurarak riske attığı sermaye miktarıyla ilgili yönetim bilgisine sahip olmasını sağlar. Ekonomik sermaye, bir şirketin beklenmedik temerrüt kaybı riski için bir tampon olarak gereklidir. Bir yüzde seviyesi, gerekli bir güven düzeyi için ekonomik sermaye miktarını belirleme aracı sağlar. Temerrüt kayıp dağılımının kuyruğunun önemli bir oranını yansıtmak için, bir yıllık dönem boyunca %99'luk beklenmedik kayıp seviyesi, ekonomik sermaye için uygun bir tanımdır [16]. Bu tanım, aşağıdaki şekilde görülebilir.



Şekil 2.1. Ekonomik Sermaye

Ekonomik sermaye, sigorta şirketleri için Avrupa Birliği tarafından oluşturulan Solvency I ve Solvency II direktifleri ile düzenlenmiştir. Solvency II'nin ortaya çıkış sebebi Solvency I'in yetersiz kalmasındandır. Çünkü Solvency I, sigorta şirketlerinde ortaya çıkabilecek

olan riskleri hesaba katmamaktadır. Yani risklere karşı duyarsızdır. Solvency II, sigorta şirketlerinin beklenmedik olaylara karşı bulundurması gereken sermaye tutarını belirlemeye yönelik düzenlemelere ilişkin köklü değişiklikler getirmektedir [28]. Solvency II'nin risk üzerine kurulu olması onun gerçek hayatta daha da kullanılabilir olmasını ve gerçeği yansıtmasını sağlamaktadır. Var olan ve olabilecek riskler karşısında daha güçlü bir sermaye yeterliliğine sahip olmak gerekmektedir ki sigorta şirketleri olası riskler karşısında yükümlülüklerini mümkün olduğunca çok yerine getirebilsinler.

Sigorta şirketlerinin başına gelebilecek yüksek miktardaki kayıpları karşılamak amacıyla bir hedef sermaye (Solvency capital requirement - SCR) hesaplanmaktadır. Hedef sermaye risk temellidir. Dolayısıyla şirketlerin risklerindeki bariz değişimler SCR'nin de değişmesine neden olmaktadır. SCR bulunurken şirketlerin süreklilik göstereceği varsayılır. Şirketlerin olası tüm riskleri göz önünde bulundurulur ve özkaynakların 1 senelik zamanda %99.5 güven düzeyinde riske maruz değeri (value at risk - RMD) hesaplanır [29].

SCR hesaplaması iki yöntemle yapılır. Birincisi standart yöntem, ikincisi içsel model yöntemidir. Standart yöntemde bütün şirketler için yapılan standart bir formül varken; içsel modelde şirketler kendi iç modellerini oluştururlar. Fakat iç modellerin geçerli olabilmesi için denetim kurumuna onaylatmaları gerekmektedir.

Hedef sermaye farklı risk modüllerine göre hesaplanır. Bunlara bağlı alt modüller vardır ve hesaplamalar ayrı ayrı yapılır. Örneğin, hayat dışı sigorta riski için üç alt modül söz konusudur. Bunlar prim ve rezerv riski, kesinti riski ve katastrofik risktir [29]. AB belgesi "QIS5 Teknik Özellik" tarafından tanımlanan Solvency II "Sayısal Etki Çalışması 5" formülüne göre hayat dışı sigorta riski aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$SCR_{HD} = \sqrt{\sum KorHD_{a,b} * HD_a * HD_b}$$

KorHD_{a,b}: Korelasyon matrisinin girdilerini,

HD_a, HD_b: Korelasyon matrisi satır ve sütunlarına göre hayat dışı alt riskleri için sermaye gereksinimini ifade etmektedir.

Şirketler faaliyetlerini sürdürebilmek için minimum bir sermaye miktarını (minimum capital requirement - MCR) ellerinde tutmak zorundadırlar. Bu miktarın altına düştüğü anda denetim kurumları müdahale etmek zorunda kalırlar [30]. Çünkü hem şirketlerin daha fazla risk üstlenmemesi hem de sigortalıları korumak amacıyla bu müdahalenin yapılması

gerekmektedir. MCR açık ve kolay hesaplanabilir olmalıdır. Özkaynakların 1 senelik zamanda %85 güven düzeyinde RMD değeri hesaplanır. MCR; teknik karşılıklar, ertelenmiş vergi, yazılan primler, sermaye riski, idari giderler gibi değerlerin doğrusal fonksiyonu sonucu hesaplanır [31].

MCR ile SCR hesaplandıktan sonra bu değerlerden hangisi büyükse o, riskleri karşılamada yeterli tutar olarak görülür. Yani gerekli olan ekonomik sermaye miktarına ulaşılır.

2.1.3. Uygulamalar

2.1.3.1. Karşılık

Model, portföyün birkaç yıldaki kredi kayıplarını yansıtan, kredi riski karşılık ayırma metodolojisini tanımlamaktadır. Kredi kayıpları, borçluların temerrüt durumuna göre şekillenmektedir. Herhangi bir portföyde borçluların temerrüde ne zaman düşeceği belli değildir. Borçluların bireysel durumlarının yanı sıra piyasa koşulları gibi etkenler de temerrüt halini etkilemektedir.

Gelecekte beklenen kredi kaybı, riske maruz miktar ile temerrüt olasılığının çarpımı ile hesaplanır. Şayet belli bir kurtarma oranı söz konusu ise bu çarpım "%100-kurtarma oranı" ile çarpılarak hesaplanabilmektedir [16]. Portföyün değişen kalitesini anlamak için bu hesaplamalar sıklıkla yapılmalıdır. Fakat bazı durumlarda örneğin, faiz oranları ya da piyasa koşullarındaki dalgalanmalar sonucunda kayıp miktarları beklenenden az ya da çok olabilmektedir. Bu durumda beklenmeyen kayıplar için kredi rezervleri devreye girmekte ve olası kayıplar için bir koruma oluşturmaktadır [16].

2.1.3.2. Limitler

Kredi limitleri sistemi, kredi riskini yönetmek için kullanılan bir yöntemdir. Kredi limitleri borçluların kredi derece notlarına karşılık gelen temerrüt olasılıkları ile ters orantılı olarak belirlenmektedir. Yani iyi bir derece notuna sahip borçlu için kredi limiti daha fazla olabilmektedir.

Sektörlere ayrılmış bir portföy için eğer sektör sayısı çok fazla ise bu, portföy çeşitlendirmesi üzerinde olumsuz etki yapabilmektedir. Yani portföyün riskliliğini arttırabilmektedir. Bu nedenle sektör sayısına da bazı limitler getirilmelidir. Bu limitler belirlenen senaryolardaki kayıpları sınırlama etkisine sahiptir. Aynı zamanda kuyruk riskini yönetmek ve katastrofik kayıpları kontrol etmek için güçlü bir tekniktir [16].

2.1.3.3. Portföy Yönetimi

İyi bir portföy yönetimi için, riskli olan borçluların ve risk katkılarının iyi belirlenmesi gerekmektedir. Aynı zamanda portföy çeşitlendirilmesi de iyi bir portföy yönetimi için gereklidir.

Riske maruz miktarın büyüklüğü, borçlunun konsantrasyon riski ve temerrüt olasılığı; riskli olan borçluları belirleyen faktörlerdir. Kredi limitleri, bu faktörlerden kaynaklanan riskleri kontrol etmeyi amaçlamaktadır.

Risk katkıları ise portföydeki bir değişikliğin etkisinin ölçülmesini sağlamaktadır. Böylece borçluların ekonomik sermayeye etkisi ölçülerek ona göre borçlu portföyden çıkartılır ya da tutulur. Bunu belirlemenin yollarından biri de riske göre düzeltilmiş sermaye getirisinin (RAROC) hesaplanmasıdır. RAROC, riske göre düzeltilmiş net gelirin ekonomik sermayeye bölünmesiyle hesaplanmaktadır [32]. Riske göre düzeltilmiş net gelir hesaplanırken; farklı parametrelerle değişik kombinasyonlar yapılmaktadır. Ama genel olarak, temerrüt halini yani belli bir riski göz önüne almaktadır. Yani en basit haliyle hesaplanan getiriden beklenen kayıpları çıkartarak aslında beklenen getiriye bulmaktadır. Sigorta şirketleri için bu durum aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplanabilmektedir[33]:

$$RAROC = \frac{(\text{Prim} + \text{Ek Risk Marjı} - \text{Harcamalar}) * (1 + \text{Beklenen Yatırım Gelirleri}) - \text{Beklenen Hasarların Bugünkü Değeri}}{\text{Ekonomik Sermaye}}$$

Ekonomik sermaye ise en kötü senaryoda şirketlerin hayatlarını korumak için gereken para miktarını ifade eder. Yani ağır şoklara karşı bir tampon görevindedir. Her türlü riski (piyasa, kredi ve operasyonel risk) ele almalı ve genellikle riske maruz değer (RMD) üzerinden hesaplanmaktadır. RMD, belirli bir zaman diliminde belirli bir güven düzeyinde kaybedilebilecek maksimum para miktarını ölçer. RMD'nin sigortacılar için çok yararlı olacağı düşünülmektedir ve gerçekte, batma olasılığı ve maksimum olası kayıplar gibi aktüeryal kavramlarla yakından ilişkilidir. Ne yazık ki, en karmaşık RMD tekniklerinin uygulanması için çok sık veri güncellemesi gerekir, ancak sigorta fiyatları ve kayıpları yeterli frekansta veya pazar bağlamında gözlenmemektedir. Çoğu sigortacı bu verileri içsel olarak üretmektedir [34].

RAROC değeri hesaplandıktan sonra bu değer, portföydeki her bir birimin sermaye maliyeti (hurdle rate) ile ayrı ayrı karşılaştırılır. Şayet RAROC, sermaye maliyetinden fazla ise birim, portföye olumlu yönde katkı sağlayacağı için portföyde tutulur [35]. Tam

tersi durumda RAROC sermaye maliyetinin altında kalırsa birimin portföyde kalması, riski daha da arttıracığı için portföyden çıkartılmak istenir.

Portföy eğer daha az çeşitlilik gösteriyorsa, daha yüksek bir ekonomik sermaye düzeyi gerekecektir. Tersine, eğer portföy daha çok çeşitlendirilmişse, daha düşük bir ekonomik sermaye seviyesi gerekecektir [16].

2.1.4. Modelin Uygulanması

Kredi temerrütlerinde herhangi bir temerrüdün tam olarak gerçekleşme zamanını tahmin etmek mümkün değildir. Bu nedenle kredi temerrüt riskleri temel istatistiksel teorilerle türetilir.

CreditRisk+, temerrütlerin sabit ve belirsiz olacağı üzerinde iki farklı varsayımda bulunur. Sabit temerrüt olasılığı tek sektörlü bir portföy için kullanılırken; belirsiz temerrüt olasılıkları birden çok sektör olduğu durumda kullanılmaktadır. İlk olarak tek sektörlü analiz için teorik kısım gösterilecektir.

2.1.4.1. Tek Sektörlü Analiz

N tane borçluya sahip bir portföy olduğu düşünülün. Belirli bir zaman dilimi içinde portföyü oluşturan borçluların temerrüt halleri için iki durum söz konusudur. Ya temerrüde düşerler ya da düşmezler. Bu durum ise Binom dağılımıyla ifade edilir. Temerrüt olasılıkları küçük olduğundan ve borçluların sayısının fazla olması sonucu Binom dağılımı Poisson dağılıma yakınsar. Bu nedenle modelde temerrütler Poisson dağılımı ile hesaplanır:

$$p(n) = \frac{\exp(-\theta) \theta^n}{n!}$$

Dağılımın tek bir parametresi (θ) vardır ve beklenen temerrüt sayısını ifade eder. Portföy için bir yılda beklenen temerrüt sayısı (θ), her bir borçlunun temerrüde düşme olasılıklarının toplamından oluşur.

Bütün portföyden kaynaklanan kayıpların dağılımını analiz etmek için, temerrütlere ait olasılık üreten fonksiyona ihtiyaç vardır. Bunun için bir yardımcı değişken u tanımlansın ve bu yardımcı değişkene ait olasılık üreten fonksiyon ise aşağıda gösterilmektedir:

$$G(u) = \sum_{n=0}^{\infty} p_n u^n$$

Bireysel olarak ise tek bir borçlu için olasılık üreten fonksiyon aşağıdaki gibi kolayca hesaplanabilir:

$$G_1(u) = 1 + p_1(u - 1)$$

Burada p_1 , 1.borçlu için yıllık temerrüde düşme olasılığı olarak ifade edilmektedir.

Ayrıca temerrütlerin bağımsızlığından ötürü her bir borçluya ait olasılık üreten fonksiyonların çarpılmasıyla tüm portföye ait olasılık üreten fonksiyon aşağıdaki gibi de hesaplanabilir:

$$G(u) = \prod_1 G_1(u) = \prod_1 (1 + p_1(u - 1))$$

Bireysel kredi bazında şiddeti ölçmenin güçlüğü nedeniyle, hasar şiddetleri veya riske maruz miktarları en yakın tam sayıya yuvarlanarak bantlara ayrılır. Ve bu bantlar ne kadar küçük olursa, bantlaşma sonucu modelde yer alan yanlışlık derecesi de o kadar az olur[27].

Bu nedenle ilk adım olarak uygun bir biçimde portföyden kayıp dağılımlarının sağlanması için portföydeki riske maruz miktarlar bantlara ayrılır. Bu, hesaplamaya dahil edilmesi gereken verilerin miktarını önemli ölçüde azaltma etkisine sahiptir.

Hesaplamaları yapmak için bir L birim riske maruz kalma miktarı seçilir. Her bir borçlu için aşağıdaki formüller hesaplanır:

$$L_1 = L * v_1 \quad \text{ve} \quad \tau_1 = L * \delta_1$$

Burada v_1 ve L_1 , riske maruz miktarı, τ_1 ve δ_1 ise beklenen kaybı ifade etmektedir. v_1 ve L_1 ile δ_1 ve τ_1 arasındaki fark v_1 ve δ_1 'in L birim ile çarpılarak temel birim haline getirilmeleridir.

v riske maruz miktarları bulunurken en yakın tam sayıya yuvarlanır. Birden fazla borçlu için aynı v miktarları oluştuktan sonra portföyün j ile endekslenen ($1 \leq j \leq m$) m tane risk bandına bölündüğünü varsayalım:

$$\delta_j = \theta_j * v_j \quad \theta_j = \frac{\delta_j}{v_j} = \sum_{1:v_1=v_j} \frac{\delta_1}{v_1}$$

Burada δ_j , j.bant için hesaplanacak olan beklenen kaybı, θ_j ise j.bant için beklenen temerrüt sayısını ifade etmektedir.

Bantlara ayrılmış bir portföyde, bir yıl içinde beklenen temerrüt sayısını bulmak için ise her bir banda ait beklenen temerrütler toplanır.

Temerrüt sayıları için hesaplamalar yapıldıktan sonra temerrüt kayıplarının dağılımına geçilir. Bazı temerrütler, portföy üzerindeki riske maruz miktarlarındaki değişim yoluyla diğerlerine göre daha büyük kayıplara neden olur. Her bir bant için temerrüt kayıplara ait olasılık üreten fonksiyon aşağıdaki gibidir:

$$F_j(u) = \sum_{n=0}^{\infty} p(n)u^{nv_j} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\exp(-\theta_j) \theta_j^n}{n!} u^{nv_j} = \exp(-\theta_j + \theta_j u^{v_j})$$

Portföydeki risklerin bağımsız olduğu varsayılmaktadır. Bu nedenle, risk bantları bağımsızdır ve tüm portföy için olasılık üreten fonksiyon, her bir risk bantlarının olasılık üreten fonksiyonlarının çarpımı olarak yazılabilir:

$$F(u) = \prod_{j=1}^m F_j(u)$$

Bir başka ifadeyle;

$$F(u) = \exp(\theta(P(u) - 1)) = G(P(u))$$

şeklindedir ve burada polinom olarak ifade edilen P aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$P(u) = \frac{\sum_{j=1}^m \frac{\delta_j}{v_j} u^{v_j}}{\sum_{j=1}^m \frac{\delta_j}{v_j}}$$

F(u) için bu fonksiyonel form, temerrütlerin görülme sıklığının Poisson rasgeleliğinden ve portföy içindeki riske maruz miktarlarının değişkenliğinden kaynaklanan iki belirsizlik kaynağının matematiksel olarak bir araya getirilmesini ifade eder.

Temerrüt kayıplarının dağılımı da hesaplandıktan sonra artık portföy kayıp dağılımına geçilir. Portföydeki n birimlik bir kaybın olasılığı A_n ile gösterilsin.

$$A_n = \frac{1}{n!} \left. \frac{d^n F(u)}{du^n} \right|_{u=0}$$

Başka bir ifadeyle;

$$A_n = \sum_{j:v_j \leq n} \frac{\delta_j}{n} A_{n-v_j}$$

şeklinde hesaplanır. Bu yineleme ilişkisi(Panjer yaklaşımı) dağılımın çok hızlı bir şekilde hesaplanmasını sağlar. Hesaplamayı başlatmak için, portföyden kaynaklanacak herhangi bir kaybın olmama olasılığını ifade eden ilk terim için aşağıdaki formül kullanılır:

$$A_0 = F(0) = G(P(0)) = \exp(-\theta)$$

2.1.4.2. Birden Çok Sektörlü Analiz

Gözlemlenen temerrüt olasılıkları, benzer kredi kalitesine sahip borçlular için bile farklılık gösterebilir. Temerrüt olasılıklarının değişkenliği, ekonominin durumu gibi arka plan faktörlerindeki değişkenlikle ilişkili olabilir. Örneğin, ekonomideki düşüş eğilimi, bir portföydeki borçluların çoğunun temerrüt duruma gelmesine neden olabilir. Bu hususta belirsizlikler, çok sayıda borçluyu aynı şekilde etkileyebilecek faktörlerden kaynaklanıyor olabilir. Hem bu etkiyi hem de böylece portföy seviyesinde bireysel temerrüt olasılığındaki dalgalanmaların etkisini ölçmek için sektör analizi kavramı gereklidir.

Daha önce de belirtildiği üzere birden çok sektörlü analiz kendi içinde ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan birincisi tek sektör yoğunluklu analiz; ikincisi ise farklı sektör yoğunluklu analizdir.

Tek Sektör Yoğunluklu Analiz

Temerrüt olasılıklarının değişkenliği, borçlular üzerinde birkaç arka plan faktörünün etkisi ile ilişkilendirilebilir. Arka plan faktörlerinin ölçülmesi, borçluların farklı sektörler arasında bölünmesiyle ele alınmıştır. Yani her sektör için temerrüt olasılıklarını etkileyen önemli bir faktörün ortak etkisi altındaki borçlular bir araya toplanarak analiz edilmektedir.

Portföyün sektörlere ayrımını takip etmek ve her sektör için temerrüt olasılığının oynaklığını kaydetmek için yeni bir S_k ; $1 \leq k \leq n$ değişkeni atansın. Her sektör için sektör üzerindeki ortalama temerrüt olasılığını X_k rastgele değişkeni temsil etsin. X_k değişkeninin ortalaması olan θ_k aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\theta_k = \sum_{j=1}^{m(k)} \frac{\delta_j^k}{v_j^k}$$

Bir sektördeki temerrüt dağılımının olasılık üreten fonksiyonu ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$G_k(u) = \int_{x=0}^{\infty} \exp(x(u-1)) f(x) dx \quad (2. 1)$$

Olasılık üreten fonksiyon için açık bir formül elde etmek amacıyla, X_k için uygun bir dağılım seçilmelidir. X_k 'nin ortalaması θ_k ve standart sapması ψ_k ile Gamma dağılımına sahip olduğu varsayımı yapılır. Ortalaması büyük olduğunda Normal dağılıma yakınsayan çarpık bir dağılım olan Gamma dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$P(x \leq X \leq x + dx) = f(x) dx = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \exp\left(-\frac{x}{\beta}\right) x^{\alpha-1} dx$$

Burada Gamma fonksiyonu olan $\Gamma(\alpha) = \int_{x=0}^{\infty} \exp(-x) x^{\alpha-1} dx$ şeklindedir. Bu durumda ortalaması θ ve standart sapması ψ olan Gamma dağılımı için aşağıdaki parametreler tanımlanmıştır:

$$\theta = \alpha\beta \quad \text{ve} \quad \psi^2 = \alpha\beta^2$$

Her bir k sektör için ise bu parametreler;

$$\alpha_k = \theta_k^2 / \psi_k^2 \quad \text{ve} \quad \beta_k = \psi_k^2 / \theta_k$$

şeklindedir. Eşitlik (2. 1) düzenlenirse;

$$\begin{aligned} G_k(u) &= \int_{x=0}^{\infty} \exp(x(u-1)) f(x) dx = \int_{x=0}^{\infty} \exp(x(u-1)) \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \exp\left(-\frac{x}{\beta}\right) x^{\alpha-1} dx \\ &= \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_{x=0}^{\infty} \exp\left(-x(\beta^{-1} + 1 - u)\right) x^{\alpha-1} dx \end{aligned}$$

olur ve burada $x = \frac{y}{\beta^{-1} + 1 - u}$ ile değişken değişimi yapılırsa;

$$G_k(u) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_{y=0}^{\infty} \exp(-y) \left(\frac{y}{\beta^{-1} + 1 - u}\right)^{\alpha-1} \frac{dy}{\beta^{-1} + 1 - u} = \frac{\Gamma(\alpha)}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha) (\beta^{-1} + 1 - u)^\alpha} = \frac{1}{\beta^\alpha (\beta^{-1} + 1 - u)^\alpha}$$

bulunur ve bu durumda her sektör için temerrüt dağılımının olasılık üreten fonksiyonu;

$$G_k(u) = \left(\frac{1 - p_k}{1 - p_k u}\right)^{\alpha_k}$$

şeklinde düzenlenir. Burada $p_k = \frac{\beta_k}{1 + \beta_k}$ olarak ifade edilir. Bu fonksiyon Taylor serisine açıldığında:

$$G_k(u) = (1 - p_k)^{\alpha_k} \sum_{n=1}^{\infty} \binom{n + \alpha_k - 1}{n} p_k^n u^n$$

$$p(n) = (1 - p_k)^{\alpha_k} \binom{n + \alpha_k - 1}{n} p_k^n$$

bulunur ve buradan da Negatif Binom dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonuna ulaşılmaktadır. Yani sonuç olarak her sektör için temerrüt dağılımı Negatif Binomdur. Tüm portföy için temerrüt dağılımı ise genel olarak Negatif Binom değil, Negatif Binom dağılımlarının bağımsız bir toplamıdır.

Temerrüt kayıplarının dağılımının elde edilmesinde ise sektörlerin bağımsızlığı sebebiyle her sektöre ait olasılık çıkarıcı fonksiyonların çarpımıyla tüm portföye ait olasılık çıkarıcı fonksiyon bulunur. Her bir sektöre ait polinom fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$P_k(u) = \frac{1}{\theta_k} \sum_{j=1}^{m(k)} \left(\frac{\delta_j^k}{v_j^k} \right) u^{v_j^k}$$

Buradan hareketle $F_k(u) = G_k(P_k(u))$ eşitliği elde edilir.

Tüm portföy için temerrüt kayıplarının dağılımı;

$$F(u) = \prod_{k=1}^n F_k(u) = \prod_{k=1}^n \left(\frac{1 - p_k}{1 - \frac{p_k}{\theta_k} \sum_{j=1}^{m(k)} \frac{\delta_j^k}{v_j^k} u^{v_j^k}} \right)^{\alpha_k}$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

Temerrüt kayıplarının dağılımı da hesaplandıktan sonra artık portföy kayıp dağılımlarına geçilir. Portföydeki n birimlik bir kaybın olasılığı A_n ile gösterilsin. Bu durumda;

$$F(u) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n u^n$$

eşitliği ortaya çıkar ve diferansiyel denklem olarak;

$$\frac{d}{du} (\log(F(u))) = \frac{1}{F(u)} \frac{dF(u)}{du} = \frac{A(u)}{B(u)}$$

gösterilir ve $A(u) = a_0 + \dots + a_s u^s$, $B(u) = b_0 + \dots + b_t u^t$ şeklinde ifade edilir.

$$\frac{A(u)}{B(u)} = \sum_{k=1}^n \frac{\frac{p_k \alpha_k}{\theta_k} \sum_{j=1}^{m(k)} \delta_j^k u v_j^{k-1}}{1 - \frac{p_k}{\theta_k} \sum_{j=1}^{m(k)} \frac{\delta_j^k}{v_j^k} u v_j^k}$$

Bu bağlamda aşağıdaki yineleme ilişkisi elde edilmiştir:

$$A_{n+1} = \frac{1}{b_0(n+1)} \left(\sum_{i=0}^{\min(s,n)} a_i A_{n-i} - \sum_{j=0}^{\min(t-1,n-1)} b_{j+1} (n-j) A_{n-j} \right)$$

Farklı Sektör Yoğunluklu Analiz

Az sayıda arka plan faktörü portföyde temerrüt olasılıklarının oynaklığını açıklarken, bu sefer borçlunun temerrüt olasılığı tek bir faktöre değil birden çok faktöre bağlıdır.

Borçlular, sektörlerden belli oranlarda etkilenirler. Portföydeki her borçlu için borçlunun temerrüt olasılığının oynaklığının faktör k tarafından ne ölçüde açıklandığına dair bir tahmin yapılır. φ_1 , 1.borçlu için temerrüt olasılığının sektörün altında yatan faktörden ne derece etkilendiğini ifade eder. Bu borçlunun etkilendiği sektörlerdeki oranların toplamı ise her zaman 1 olmak zorundadır.

$$\varphi_{1k} : \sum_{k=1}^n \varphi_{1k} = 1$$

Birden çok sektörden etkilenen borçluların olduğu bir portföy için polinom fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$P_k(u) = \frac{1}{\theta_k} \sum_1 \varphi_{1k} \frac{\delta_1}{v_1} u v_1$$

Burada $\theta_k = \sum_1 \varphi_{1k} \frac{\delta_1}{v_1}$ olarak hesaplanır.

Her bir sektör için ortalama ve standart sapma, her borçlu tarafından yapılan katkıların toplamıdır, ancak birden fazla faktör tarafından etkilendikleri için φ_{1k} ile ağırlıklandırılmışlardır:

$$\theta_k = \sum_1 \varphi_{1k} \theta_1 \quad \text{ve} \quad \psi_k = \sum_1 \varphi_{1k} \psi_1$$

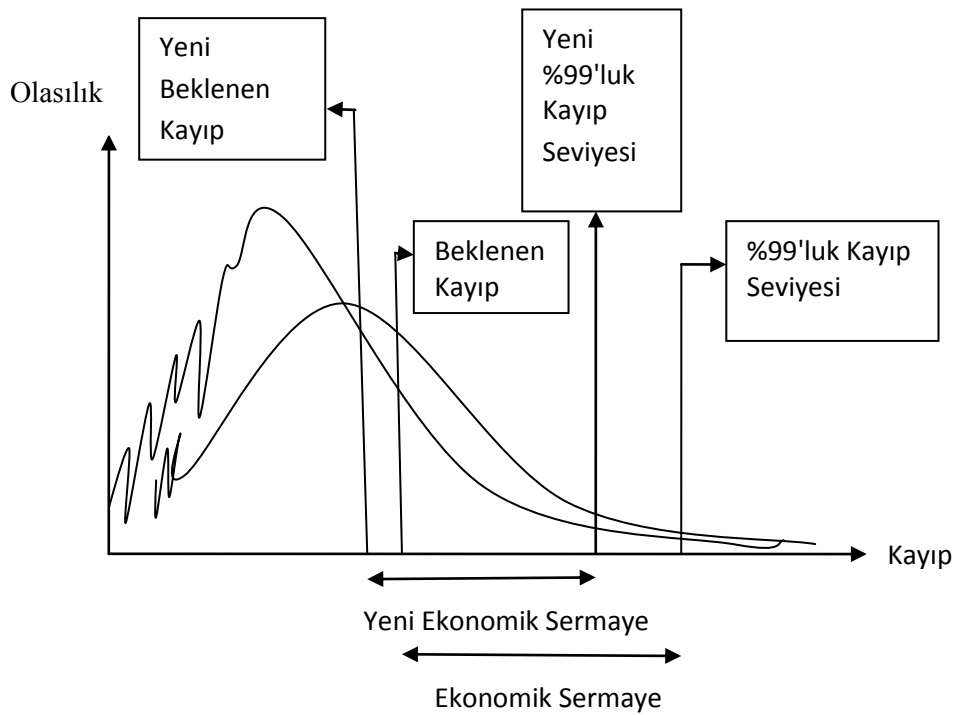
Her borçluya ait katkıların ağırlıklı ortalaması bulunmak istenirse de θ_k/ψ_k oranı ile bulunur.

Temerrüt kayıp dağılımı ile bağlantılı iki yararlı ölçüm vardır. Bunlardan ilki risk katkıları, ikincisi çift yönlü korelasyonlardır. Risk katkıları, her borçlu tarafından portföyün beklenmedik kayıpları için seçilen bir yüzde düzeyinde veya standart sapma ile ölçülen katkıları olarak tanımlanır. Temerrütler arasındaki çift yönlü korelasyonlar ise portföyde konsantrasyon riskinin ne derecede mevcut olduğunun bir ölçüsüdür.

2.1.4.3. Risk Katkıları

Risk katkısı, bir borçluya ait riske maruz miktar mevcut portföyden kaldırıldığında kayıp dağılımında meydana gelen değişikliktir. Bireysel borçlular için risk katkılarının toplamı yaklaşık olarak tüm portföyün riskine eşittir [16]. Borçluları risk katkılarına göre azalan sırada sıralayarak, en ekonomik sermayeyi gerektiren borçluları kolayca tespit edebilmeyi sağlar.

Örneğin, herhangi bir mevcut portföyden en yüksek risk katkı payı olan az sayıdaki riskten arındırılmış yeni bir portföy oluşturulsun. Bu yeni portföyün kayıp dağılımı üzerindeki etkisi ve beklenen kayıp ve ekonomik sermaye seviyeleri aşağıdaki grafikte gösterilmektedir [16].



Şekil 2.2. Risk Katkılarının Etkisi

Bu grafikten de görüldüğü üzere 99. yüzdelik diliminde kayıp seviyesindeki azalma, beklenen kayıp seviyesindeki azalmadan daha büyüktür. Bu da portföyü desteklemek için gereken ekonomik sermayede genel bir azalmaya neden olmaktadır.

Kayıp dağılımının standart sapması için her bir borçlunun katkıları ölçülür. Borç miktarı E_1 olan 1. borçlu için risk katkısı, E_1 'in varlığının kayıp dağılımının standart sapması üzerindeki marjinal etkisi olarak tanımlanabilir [16]. Bu durumda risk katkısı aşağıdaki gibi formüle edilir:

$$RC_1 = E_1 \frac{\partial \psi}{\partial E_1}$$

Bulunan risk katkıları standart sapmaya eklenerek aşağıdaki gibi yeni bir sapma elde edilir:

$$\psi^2 = \sum_{1,2} \rho_{12} E_1 E_2 \psi_1 \psi_2$$

Burada ρ_{12} , temerrütler arasındaki çift yönlü korelasyonu, ψ_1 ve ψ_2 ise her borçluya ait temerrütlerin standart sapmasını göstermektedir.

2.1.4.4. Çift Yönlü Korelasyonlar

Temerrütler arasındaki çift yönlü korelasyonlar portföyde konsantrasyon riskinin ne derecede mevcut olduğunun bir ölçüsüdür.

Temerrütler arasındaki çift yönlü korelasyonlar aşağıdaki gibi gösterilir:

$$\rho_{12} = \frac{\theta_{12} - \theta_1 \theta_2}{(\theta_1 - \theta_1^2)^{1/2} (\theta_2 - \theta_2^2)^{1/2}}$$

Daha basit haliyle çift yönlü korelasyonlar;

$$\rho_{12} = (\theta_1 \theta_2)^{1/2} \sum_{k=1}^n \varphi_{1k} \varphi_{2k} \left(\frac{\psi_k}{\theta_k} \right)^2$$

şeklinde ifade edilir. Buradan 1 ve 2 numaralı borçlu arasındaki temerrüt korelasyonu bulunur. Bu eşitlik standart sapmayı dikkate alarak söz konusu zaman periyodu boyunca temerrüt olasılıklarının düşük olduğu yerlerde geçerlidir. Eğer seçilen ortalama ve standart sapma çok büyük olursa korelasyon değeri birden fazla olabilir [16]. 1 ve 2 numaralı

borçluların ortak bir sektörü yoksa aralarındaki ilişki 0 olacaktır. Çünkü hiçbir sistematik faktör onları etkilemez.

2.1.5. Literatürde Karşılaşılan Sorunlar

Çok sektörlü modeldeki faktörler ve duyarlılıklar kullanıcı tarafından tanımlandığı için bu tanımın ne kadar doğru ve açık olduğunun belli olmaması modelin zayıf yönünü göstermektedir. Ayrıca model, temerrüt anında riske maruz miktarı sabit olarak almaktadır. Temerrütlerin zamanları öngörülemediği için kalan nakit akışlarına göre kayıpları değerlendirememektedir. Bir başka dezavantaj ise risk bantlarının kullanılmasıdır. CSFB [16], bant genişliğinin, bir portföyün ortalama riske maruz miktarına kıyasla çok küçük seçilmesi ve borçluların sayısının yeterince büyük olması sonucu, bu yaklaşımın genel riski değerlendirmede çok önemli olamayacağını belirtmektedir. Crouhy ve ark. [9] ise CreditRisk+ modelinde faiz oranları belirleyici olduğundan, piyasa riski ve derecelendirme geçiş riski içermediğini ve bunun da bir dezavantaj olduğunu söylemektedirler [26].

2.2. CreditPortfolioView Modeli (CPV)

CPV ilk kez Wilson ve McKinsey & Company tarafından 1997 yılında kullanılmıştır.

CPV, temerrüt ve geçiş olasılıklarının ekonometrik modellemesine dayanan bir çerçevedir. Geçiş olasılıkları, bir derece notundan başka bir derece notuna geçme olasılığını göstermektedir. Model, notlar arasındaki geçiş olasılıklarını göstermek amacıyla bir derece geçiş matrisi oluşturur. Derece geçiş matrisini oluştururken de ekonomik koşulları dikkate alır. Makroekonomik faktörleri ve ülke/sektör endekslerini rasgele hata terimlerini üreterek simüle eder. Böylece her ülkenin ya da sektörün içindeki her derecelendirme grubuna temerrüt ve geçiş olasılıkları üretir. Daha sonra belli bir derece notundan diğer notlara geçiş olasılıklarından faydalanarak yeni oluşan borçluluk derecelerini tespit eder. Böylece kredi risklerini yeniden değerlendirir.

CPV, gelecekteki değerleri tahmin edebilmek için ekonomik değişkenleri kullanır. Ekonomik değişkenleri belirlemek için ise bir model oluşturmalıdır. Daha sonra, tahmin edilen değerleri kullanarak, temerrüt olasılıklarını belirler. Bunu yaparken de bir logit fonksiyon kullanır. Böylece temerrüt olasılıklarının 0 ile 1 arasında kalmasını sağlar. Buradan da anlaşılacağı üzere, temerrüt olasılıkları ekonomik faktörlere göre şekillenirler. Şirketler, temerrüt olasılıklarını etkileyen ortak faktörler ve birbirleriyle ilişkili terimler nedeniyle de korelasyon kazanırlar [26]. Ayrıca farklı ülkeler veya sektörler için geçişleri açıklamak amacıyla farklı makro modeller de kullanılabilir [35].

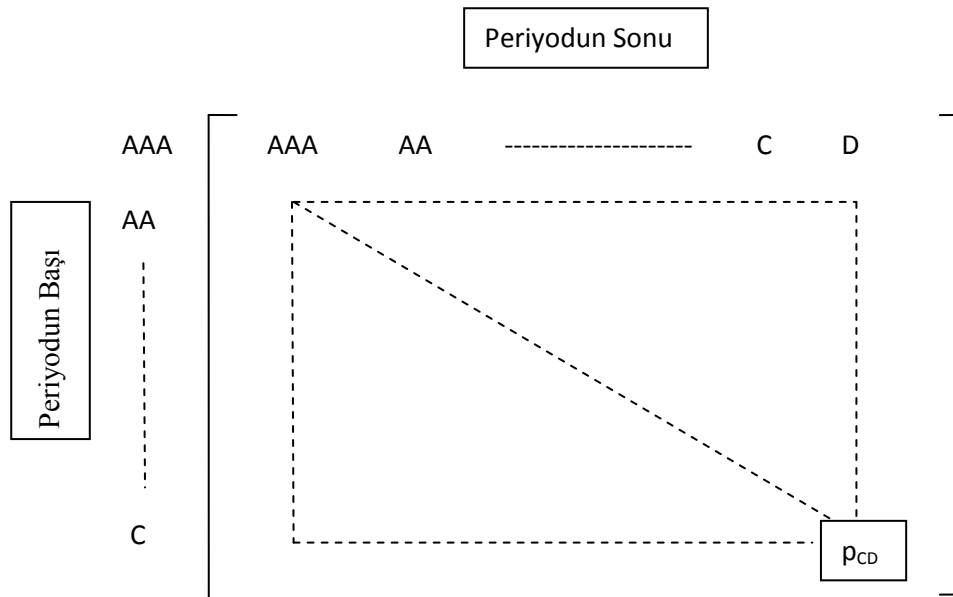
CPV, temerrüt ve geçiş olasılıklarının ekonomiye bağlı olduğunu gözlemlemektedir. Ekonomi kötüleştiğinde, hem temerrütler hem de düşüşler artmaktadır. Yani mevcut derecelendirme notundan daha kötü notlara düşüş olmaktadır. Ekonomi güçlendiğinde ise tam tersi durum söz konusudur. Ekonominin durumu büyük ölçüde makroekonomik faktörlere bağlı olduğu için CPV, bu makroekonomik faktörleri temerrüt ve geçiş olasılıklarıyla ilişkilendiren bir metodoloji önermektedir. Verilerin mevcut olması koşuluyla bu metodoloji, inşaat, finans kurumları, tarım, hizmetler gibi farklı sektörlerde uygulanabilmektedir [9].

2.2.1 Modelin Uygulanması

CreditPortfolioView modeli iki yaklaşım içerir. Bunlardan birincisi CPV makro modeli, ikincisi ise doğrudan CPV modelidir.

2.2.1.1 CPV Makro

CPV makrosu için bir geçiş matrisi bulunmaktadır. Geçiş matrisindeki her hücre, periyodun başında belirli bir nota sahip olan borçlunun, periyodun sonuna kadar başka bir nota geçme olasılığını gösterir. Şekil 2.3.'te C notlu borçlunun önümüzdeki sene temerrüde düşüp D notuna geçeceği varsayılmıştır. Bu durumda P_{CD} , başlangıçta C notuna sahip olan ve bir yıl sonra D notuna geçenlerin; başlangıçta C notuna sahip olan borçlulara oranını göstermektedir. Bu yaklaşım her derecelendirme geçişinin sabit parametre olduğunu varsayar [35].



Şekil 2.3. Tarihsel Geçiş Matrisi

P_{CD} , t zamanında S değişkeni ile endekslenmiş bir dizi makro faktör ile değişkenlik gösterir. Yani temerrüt olasılıkları bazı makro endeksleriyle bağlantılıdır. Bu endeksler farklı makro değişkenlerin fonksiyonları olarak görülebilir ve temerrüt olasılıkları aşağıdaki gibi modellenebilir:

$$p_t = f(S_t)$$

Bu fonksiyonda $f' < 0$ olduğundan, ekonominin durumu ile temerrüde düşme olasılığı arasında ters bir bağlantı vardır [35].

CPV, temerrüt olasılıklarını ülke/sektör endekslerinin yani ekonomik değişkenlerin bir logit fonksiyonu olarak modeller. Bu tür doğrusal olmayan modellere lojistik regresyon modelleri denir. Bu modeller, lojistik dağılımın birikimli olasılık fonksiyonunu kullanırlar. Böylece faktörlere bağlı bir olayın olasılığı tahmin edilebilir. Başka bir ifadeyle CPV, belirli bir ülke veya sektör için temerrüt olasılığı atamak amacıyla logit fonksiyonu kullanır ve aşağıdaki gibi formülüne edilir:

$$p_{i,t}(S_{i,t}) = 1 / (1 + e^{-S_{i,t}})$$

Burada $p_{i,t}$, t. periyotta i sektörüne ait temerrüt olasılığını, $S_{i,t}$ ise çok faktörlü modelden türetilen sektör makroekonomik endeks değerini ifade eder. Bu doğrultuda temerrüt olasılığı verildiğinde makro endeks ise aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$S_{i,t} = \ln \left(\frac{1 - p_{i,t}}{p_{i,t}} \right)$$

CPV, kredi portföyünü, örneğin ülke veya sektörler göre N portföy segmentine böler ve her segmente bir S_i endeksi atar. Daha sonra bu endeksleri, uzun vadeli faiz oranları, hükümet masrafları, döviz kurları, gayri safi yurtiçi hasıla artışı ve işsizlik oranı gibi ülkeye ya da sektöre özgü makroekonomik faktörler olan X_m 'lerin açıklayıcı değişkenleri ile modeller. Hata teriminin faktörlerden bağımsız olduğu ülke/sektör endekslerini belirlemede aşağıdaki gibi çok faktörlü bir model kullanılmaktadır:

$$S_{i,t}(X_1, X_2, \dots, X_m) = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}X_{1,t} + \dots + \beta_{i,m}X_{m,t} + E_{i,t} \quad (2.2)$$

Burada $E_{i,t}$, ekonomik sistemdeki rasgele şokları ya da yenilikleri ifade etmekte olup ortalaması 0, varyansı σ^2 olan Normal dağılım göstermektedir. Buna karşılık makroekonomik değişkenler ($X_{m,t}$) geçmiş değerlerine göre belirlenebileceği gibi şoklara karşı da duyarlı olabilmektedir.

$$X_{m,t} = h(X_{m,t-1}, X_{m,t-2}, \dots, e_{m,t})$$

Buradaki $e_{m,t}$ ise her bir m makro değişkeni için yenilik veya şok faktörlerini göstermektedir ve ortalaması 0, varyansı σ_e^2 olan Normal dağılım göstermektedir.

Makro değişkenlerin oluşumu ise zaman serileri kullanılarak modellenmektedir. Açıklayıcı süreci tahmin etmek, her bir makroekonomik değişkenin momentumunun elde edilmesiyle olur. Momentum, her bir makroekonomik değişken X_i için bu değişkenlere ait gecikmeli makroekonomik değişkenleri, hata terimleri ve tek değişkenli $h_{i,p}$ ve $h_{i,q}$ ile gösterilen katsayılarla ölçülür. Bu ölçüm otoregresif hareketli ortalama süreç (ARMA) olarak adlandırılmakta olup ARMA (p, q) modeli aşağıda gösterilmektedir [35]:

$$X_{i,t} = h_{i,0} + \sum_{p=1 \dots P} h_{i,p} X_{i,t-p} + \sum_{q=1 \dots Q} h_{i,q} e_{i,t-q} \quad (2.3)$$

Burada $h_{i,p}$ ve $h_{i,q}$, her bir makroekonomik değişken için tahmin edilen hareketli ortalama sabitler ve $e_{i,t-q}$, bağımsız ve Normal dağılım gösteren hareketli ortalama hata terimleridir.

Temerrüt olasılıklarını etkileyen ortak faktörler ve birbiriyle ilişkili terimler sebebiyle ortaya bir korelasyon yapısı çıkmaktadır. CPV, bu korelasyon yapısını modellerken her sektör için tahmin edilen model (2.2) ile her makro değişken için tahmin edilen model (2.3) eşitliklerini birlikte kullanarak bir denklem sistemi tanımlar. Sistem, hata terimleri ya da yenilik vektörü olan $(J + I) \times 1$ boyutlu bir H vektörü ve $(J + I) \times (J + I)$ boyutlu hataların varyans kovaryans matrisi olan Σ ile tanımlanır [36]:

$$H = \begin{pmatrix} E \\ e \end{pmatrix} \sim N(0, \Sigma) \quad \Sigma = \begin{bmatrix} \Sigma_E & \Sigma_{E,e} \\ \Sigma_{e,E} & \Sigma_e \end{bmatrix}$$

Korelasyon ilişkisi de hesaplandıktan sonra artık portföy kayıplarının simülasyonu oluşturulur. Simülasyon oluşturulurken, tahmin edilen kovaryans yapısını kullanarak rastgele şok veya yenilikler üretilir. Bunu yaparken aynı zamanda her bir makroekonomik değişkenin gelecekteki değerleri simüle edilir. Sonra bu değerlerden makro endekslerin gelecekteki değerleri ve oradan da temerrüt olasılıkları hesaplanır. Ve son olarak temerrüt halinde kayıp (LGD) değerlerini ve maruz kalma miktarlarını kullanarak portföy kayıp dağılımı hesaplanır [36].

CPV uygulaması görüldüğü üzere basitçe dört aşamadan oluşur. İlk aşamada ortalama temerrüt olasılıkları bazı makro endeksleriyle bağlantılı olarak tanımlanmaktadır. İkinci aşamada, makro değişkenlerin oluşumu zaman serileri modelleri kullanılarak tanımlanmıştır. Üçüncü aşama modelin korelasyon yapısının oluşturulması aşamasıdır. Son

aşamada ise makro değişkenler için yeni değerler ve ortalama temerrüt olasılıkları simüle edilir ve portföy kayıp dağılımı oluşturulur.

Görüldüğü üzere CPV makro modelinde, temerrüt olasılık dağılımı makroekonomik koşulların simüle edilmiş değerleri tarafından dolaylı olarak belirlendiği için temerrüt olasılıklarının dağılımı hakkında bir varsayım yapmaz.

Mevcut derecelendirme notundan aşağı ya da yukarı yönde değişimi, simülasyon sonucu elde edilen temerrüt olasılıklar belirlemektedir. Eğer tarihsel veri seti kullanılarak hesaplanan temerrüt olasılığı, simüle edilen temerrüt olasılığından büyükse bu durumda, aşağı doğru düşüş olasılığı azdır. Fakat tersi bir durum söz konusu olduğunda derece notlarının düşme olasılığı fazladır.

CPV ayrıca kredi portföyündeki her ülke/sektör grubu için temerrüt olasılığı simüle ederken, aşağıdaki eşitlikle tüm portföy için bir kayıp oranını hesaplar [26]:

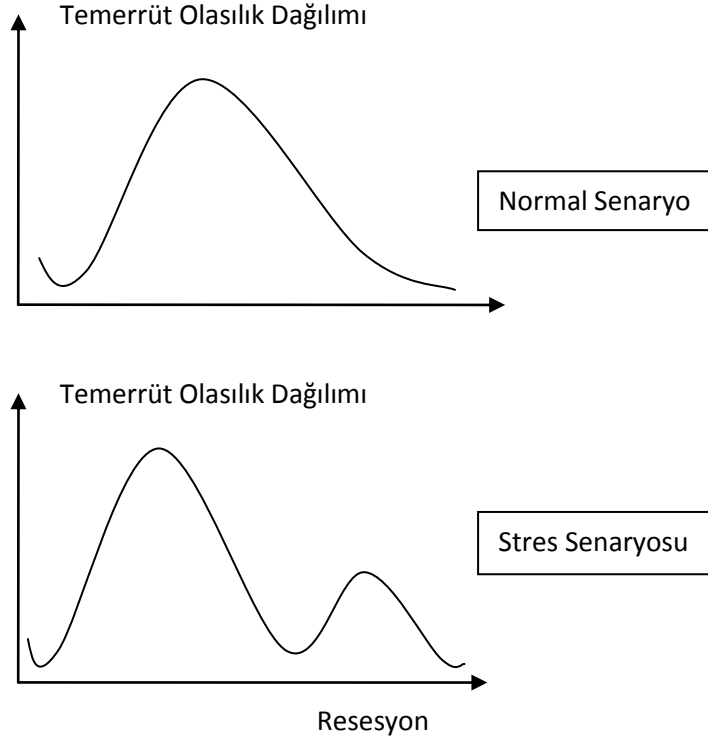
$$KO = \sum_i p_i * a_i$$

Burada a_i , kredi portföyündeki i . segmente ait riske maruz kalma ağırlığını ifade etmektedir.

2.2.1.2 Doğrudan CPV

Doğrudan CPV modelinde temerrüt dağılımı doğrudan belirlenir. Diğer bir ifadeyle tarihi temerrüt olasılıkları, dağılım şeklini doğrudan tahmin etmek için kullanılabilir. Her risk segmenti için risk faktörünün değerine bağlı olarak değişken parametreleri belirlenir. Model, temerrüt olasılık dağılımlarına bağlı olarak risk faktörlerinin korelasyonunu kullanarak simüle edilir. Bu nedenle geçiş matrisi için değişken parametreleri, temerrüt olasılık dağılımlarına doğrudan bağlıdır [35].

Makroekonomik koşullar doğrudan CPV modeline, bu koşulların etkisiyle temerrüt olasılıklarındaki dalgalanmalar sonucu değişik dağılım varsayımları kullanılarak dahil edilir. Buna örnek olarak normal ve stres senaryosu altında iki farklı varsayım yapılsın. Bu durumda stres senaryosu, resesyon döneminde yani ekonominin düşüşte olduğu dönemde temerrüt olasılık dağılımının etkileniş halini Şekil 2.4.'te göstermektedir [35].



Şekil 2.4. Doğrudan CPV Modeli Senaryoları

2.2.2. Literatürde Karşılaşılan Sorunlar

CPV modelinde parametrelerin tahmini için geniş bir veri seti gerekmektedir. Ayrıca, Crouhy ve ark.[9] her bir ülke/ sektör için güvenilir temerrüt verilerinin bulunmasının kolay olmadığını vurgulamıştır. Bessis [8] ise CPV'nin yalnızca temerrüt olasılık modelini ve korelasyon yapısını verirken gerekli istatistiksel uyumu son kullanıcılara bıraktığını belirtmektedir [26].

2.3. CreditMetrics Modeli

CreditMetrics modeli, JP Morgan tarafından 1997 yılında ortaya atılmıştır. 1999 yılından itibaren ise banka ve diğer finansal kuruluşlar tarafından kullanılmaya başlanmış ve böylece yöntem, temel risk ve ekonomik sermaye yönetim araçlarından biri olarak benimsenmiştir [10].

CreditMetrics, borçluların kredi kalitesinde meydana gelen herhangi bir değişiklik sonucunda olası riskleri değerlendirmektedir. Sadece olası temerrüt olaylarından değil, aynı zamanda kredi kalitesindeki yükseliş ve düşüşlerden kaynaklanan değişiklikleri de dahil etmektedir. Yani model, sadece beklenen riskleri değil beklenmeyen riskleri de hesaba katarak portföy riskini ölçmektedir.

Model, borçluların kredi kalitesindeki değişiklikler sonucu ortaya çıkan korelasyonlarını dikkate alarak portföy riskini ölçmektedir. Ayrıca portföy çeşitliliğinin faydalarını ve konsantrasyon miktarını da hesaplamaktadır [10].

Kredi kalitesindeki geçişler belirli olasılıklarla değişim göstermektedir. Yani her bir kredi notundan diğer notlara geçiş olasılıklarını gösteren bir geçiş matrisi bulunmaktadır. Böylelikle mevcut kredi notundan diğer notlara yüzde kaç olasılıkla geçilebileceği ya da yüzde kaç olasılıkla temerrüde düşeceği anlaşılabilir.

Model öncelikle kredi kalitesindeki düşüş, artış ya da temerrüt olaylarını dikkate almaktadır. Daha sonra bu olası durum değişimi karşısında varlıkların değer hesaplamasını yapmaktadır. Şayet temerrüde düşme söz konusu ise bu durumda kurtarma oranları devreye girmektedir. Kurtarma oranı, borçluların durumlarına göre değişmekte olup; yarı yarıya bir kurtarma oranı olabileceği gibi çok düşük bir kurtarma oranı da olabilmektedir. Hatta aşırı kayıp durumlarında bu oran sıfır bile olabilmektedir. Temerrüde düşen bir kredi için kurtarma oranı kullanılarak kredinin değeri belirlenebilmekteyken; kredi kalitesinde düşüş ya da artış söz konusu olduğu durumda ise her bir not için istenilen vadede (örneğin 5 yıllık) belirlenen verim eğrileri devreye girmekte ve kredi değerleri bu doğrultuda hesaplanmaktadır. Geçiş olasılıkları ve kredi değerleri belirlendikten sonra ise artık tüm durumlar (artış, düşüş, temerrüt hali) için beklenen değer yani ortalama ve standart sapma miktarı hesaplanmaktadır. Standart sapma, kredi dağılımlarının Normal dağılım göstermesi sonucunda riski ölçmek için yeterli bir ölçüm olabilmektedir. Ama kredi riskleri normal dağılmayıp çarpık bir dağılım göstermektedir. Bu nedenle riski anlamak için daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Yüzdeler seviyesi ile risk hesaplama yöntemiyle de portföy riskinin hesabı daha doğru bir şekilde hesaplanabilmektedir. Birden çok borçlu barındıran bir portföy için bu hesaplamalar yapılırken kredi kalite değişimlerinin korelasyonuna bakılır ve hesaplamalar ortak olasılık değerleriyle yapılır. Gerçekte bu korelasyon yapısını incelemek oldukça güçtür. Hem korelasyon hem de çarpıklık sorunu simülasyon oluşturmayı gerekli kılmaktadır. Bu nedenle kredi riskini daha doğru ölçmek için farklı simülasyonlar oluşturulmakta ve hesaplamalar tüm simülasyon sonuçları üzerinden yapılmaktadır. Ayrıca model, her bir borçlu için marjinal riski de hesaplayabilmektedir.

CreditMetrics yönteminin geliştirilmesinin birkaç amacı vardır. Bu amaçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Farklı kaynaklı ve ölçümlü risklerin karşılaştırılmasındaki zorlukları ortadan kaldırmak ve böylece riskleri karşılaştırılabilir hale getirmek.
- Risklerin daha hassas bir şekilde anlaşılabilmesi için şeffaf bir metodoloji sunarak pazar likiditesini geliştirmek ve daha iyi bir risk yönetim aracı sunmak.
- Finansal kurumların ekonomik riskini daha doğru yansıtan bir sermaye bulundurmasını sağlamak.
- Portföydeki her bir varlık arasındaki ilişkiyi ölçerek portföy riskini ölçmek ve risk yönetimi kararlarını sistematik hale getirmek [37].

CreditMetrics, kredileri derecelendirme ya da onları fiyatlandırma amacıyla değildir. Ayrıca portföy optimizasyonunu sağlama gibi bir kaygısı da yoktur. Amaç, yukarıda sıralananlarla birlikte beklenmeyen riskler karşısında kredi riskini yönetmek ve gerçeğe uygun bir risk analizi yapabilmektir.

2.3.1. Modelin Uygulanması

Daha önce de bahsedildiği gibi CreditMetrics için bir geçiş matrisi mevcut olmalıdır. Bu geçiş matrisleri geçmiş yıllardan toplanan verilerle oluşturulmakta olup kredi derecelendirme kuruluşları tarafından belirlenmektedir. Çizelge 2.2.'de Standard & Poor's tarafından 1996 yılında oluşturulan geçiş matrisi verilmiştir [10]. Buna göre örneğin, B notuna sahip bir borçlunun, yıl sonunda A notuna geçme olasılığının %0.24 olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.2. Kredi Notlarına Ait Geçiş Matrisi

Başlangıçtaki Kredi Notu	Yıl Sonundaki Kredi Notu (%)							
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	Temerrüt
AAA	90.81	8.33	0.68	0.06	0.12	0	0	0
AA	0.70	90.65	7.79	0.64	0.06	0.14	0.02	0
A	0.09	2.27	91.05	5.52	0.74	0.26	0.01	0.06
BBB	0.02	0.33	5.95	86.93	5.30	1.17	0.12	0.18
BB	0.03	0.14	0.67	7.73	80.53	8.84	1.00	1.06
B	0	0.11	0.24	0.43	6.48	83.46	4.07	5.20
CCC	0.22	0	0.22	1.30	2.38	11.24	64.86	19.79

Her bir kredi notuna ait belli bir temerrüt olasılığı bulunmaktadır. Aynı kredi notuna sahip olan borçluların aynı temerrüt olasılığına sahip olduğu varsayımı yapılmaktadır. Geçiş matrisi, kredinin ileriki zamanda hangi olasılıklarla hangi notlara geçiş yapacağını

göstermektedir. Böylece yeni kredi durumu tespit edilerek ortaya çıkacak olan riske maruz miktar tespit edilebilmektedir.

Modeli kullanmak için bilinmesi gereken bir diğer şey ise varlıkların bugünkü değerleridir. Bunun için vadeleri bilinen varlıklar için oluşturulan verim eğrileri kullanılarak varlıkların vade sonundaki değerleri hesaplanır. Bu işlem kredi artış ya da düşüşü mevcutsa yapılmaktadır. Örneğin, B notuna sahip bir borçlu için yıllık %5 kupon faiz oranına ve 100\$ nominal değere sahip 4 yıl vadeli bir tahvil olsun. Bu durumda gelecek 3 yıl boyunca her yıl sonunda 5\$ ödeme yapılır. 4. yılın sonunda nakit akışı 105\$ değerine ulaşır. Bu tahvil için borçlunun birinci yılın sonunda B notundan A notuna yükseldiği ve bu geçiş için verim eğrisinin de aşağıdaki gibi olduğu varsayalım:

Not	Yıl 1	Yıl 2	Yıl 3
A	%3.46	%3.88	%4.35

Buna göre yeni değer (D) aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$D = 5 + \frac{5}{1 + 0.0346} + \frac{5}{(1 + 0.0388)^2} + \frac{105}{(1 + 0.0435)^3} = 106.87\$$$

Bu şekilde varlıkların vade sonundaki değerleri hesaplanır. Eğer temerrüde düşme söz konusu ise kurtarma oranları devreye girmektedir. Kurtarma oranları da derecelendirme kuruluşlarının değerlendirmeleri sonucu belirlenmektedir. Böylelikle her bir krediye ait olasılık değerleri ve kredi değerleri belirlenmiş olmaktadır. Birden çok borçlu barındıran bir portföy için ise borçluların kredi değişimlerinin korelasyonu önem kazanmaktadır. Zira gerçek hayatta aynı makro ekonomik olaylardan etkilenen pek çok borçlu vardır. Bu olguyu göz ardı etmek gerçek değerlerden uzaklaşmaya neden olmaktadır. Tabii korelasyonları doğrudan gözlemek de oldukça zordur. Bu nedenle simülasyonlar oluşturularak gerçeği daha iyi yansıtan sonuçlar elde edilmektedir. Ayrıca kredi değişimlerinin korelasyonunu tahmin etmek için ortak geçiş olasılıklarını bulmak gerekmektedir. Bu ortak geçiş olasılıkları iki borçluya ait geçiş olasılıklarının çarpılmasıyla elde edilmektedir. Bu durumda Çizelge 2.2.'de verilen geçiş matrisi için, 8 farklı geçiş durumu bulunan ve örneğin, iki borçlunun oluşturduğu portföy için $8 \times 8 = 64$ tane ortak geçiş olasılığı hesaplanabilmektedir. N tane borçlu içeren portföy için ise 8^N tane ortak geçiş olasılığı hesaplanabilmektedir.

CreditMetrics, varlık getirilerinin Normal dağıldığını varsaymaktadır. Her bir varlığın ilişki miktarını da göz önüne alarak simülasyonlar oluşturmaktadır. Bu simülasyon

sonuçlarına göre kredinin ne yönde değiştiğini gözlemlemektedir. Bunun içinse öncelikle her bir derecelendirme notunu kapsayacak şekilde bir alt ve üst sınır oluşturur. Buna göre sınırlar aşağıdaki gibi belirlenmektedir:

$$P(\text{Temerrüt}) = P(X < Z_{\text{Temerrüt}}) = \Phi(Z_{\text{Temerrüt}})$$

$$P(\text{CCC}) = P(Z_{\text{Temerrüt}} < X < Z_{\text{CCC}}) = \Phi(Z_{\text{CCC}}) - \Phi(Z_{\text{Temerrüt}})$$

$$P(\text{B}) = P(Z_{\text{CCC}} < X < Z_{\text{B}}) = \Phi(Z_{\text{B}}) - \Phi(Z_{\text{CCC}})$$

$$P(\text{BB}) = P(Z_{\text{B}} < X < Z_{\text{BB}}) = \Phi(Z_{\text{BB}}) - \Phi(Z_{\text{B}})$$

$$P(\text{BBB}) = P(Z_{\text{BB}} < X < Z_{\text{BBB}}) = \Phi(Z_{\text{BBB}}) - \Phi(Z_{\text{BB}})$$

$$P(\text{A}) = P(Z_{\text{BBB}} < X < Z_{\text{A}}) = \Phi(Z_{\text{A}}) - \Phi(Z_{\text{BBB}})$$

$$P(\text{AA}) = P(Z_{\text{A}} < X < Z_{\text{AA}}) = \Phi(Z_{\text{AA}}) - \Phi(Z_{\text{A}})$$

$$P(\text{AAA}) = P(Z_{\text{AA}} < X) = 1 - \Phi(Z_{\text{AA}})$$

Burada Φ , standart Normal kümülatif dağılımı ifade etmektedir. Z ile gösterilen değişkenler ise geçiş matrisindeki olasılık değerlerinden hesap edilmekte olup aşağıda gösterilmiştir:

$$Z_{im} = \Phi^{-1}\left(\sum_{\substack{j>m, m>i \text{ için} \\ j>m, m<i \text{ için}}} p_{ij}\right)$$

Burada Φ^{-1} , standart Normal kümülatif dağılımın tersini göstermektedir. p_{ij} , i notundan j notuna kadar olan geçiş olasılıklarını, Z_{im} ise i notundan m notuna kadar olan sınırları ifade etmektedir. Yani Z değerleri geçiş sınırlarını belirlemektedir. Simülasyon sonucu çıkan değerler, bu aralıklardan hangisine denk geliyorsa yeni kredi notu artık o olmaktadır.

Simülasyon sonuçlarına göre yeni durumlar belirlendikten sonra artık tüm sonuç değerlerini kullanarak portföyün ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanır:

$$\theta_p = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D^{(i)}$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (D^{(i)} - \theta_p)^2}$$

Burada $D^{(i)}$, her bir simülasyon sonucu oluşan toplam varlık değerlerini, N ise simülasyon sayısını belirtmektedir. Simülasyon sayısı ne kadar çok olursa sonuçlar o kadar çok gerçeği yansıtacaktır. Bu nedenle simülasyon sayısı önem taşımaktadır.

Bir diğer risk ölçümü olan yüzdesel seviye metodu ise standart sapmaya göre daha kolay yorumlanabilmektedir. Örneğin, 5. yüzdelik seviyesi için yorum yapılacağı düşünülürse bu durumda, portföy değerinin 5. yüzde seviyesinin altına düşme ihtimali %5 olacağı söylenebilir. Yüzdelik hesaplamalar yapılırken en düşük derecelendirme notundan (ya da temerrüt halinden) başlanarak geçiş matrisindeki olasılık değerlerinden yukarıya doğru %5 değerini tamamlayana kadar gidilir. Daha sonra hangi derece notu %5 değerini tamamlıyorsa onun karşılığı olan varlık değeri alınır. Bu değer ile ortalama arasındaki fark bulunur ve standart sapma ile karşılaştırma yapılır. Böylece risk miktarı hesaplaması, daha önce de bahsedildiği gibi çarpık dağılım olan kredi dağılımı için tek başına standart sapma miktarına göre değil, yüzdesel seviye metoduyla daha doğru bir şekilde yapılır. Yüzdelik seviye, standart sapmaya göre belirli bir alt sınır gösterdiği için daha cazip olarak görülmektedir[37].

Standart sapma ve yüzdelik seviye miktarları ile marjinal risk ölçümü yapılabilmektedir. Marjinal risk, mevcut bir portföye eklenen yeni bir borçluluyla birlikte oluşan toplam risk ile eklenmeden önceki risk arasındaki farkı ifade etmektedir. Yani yeni eklenen borçluluyla portföy riskindeki değişimi belirlemektedir. Örneğin, yeni gelen borçlu daha önceden yoğun konsantrasyon miktarına sahip bir portföye dahil edilirse bu durumda marjinal risk büyük olabilir veya çeşitlendirmenin fazla olduğu bir portföye dahil edilirse marjinal risk oldukça küçük olabilir [10]. Marjinal riski belirlenmenin önemi, portföy yöneticisinin yeni gelecek olan borçluyu portföye dahil edip etmemesine karar vermesini sağlamaktır. Zira yüksek bir marjinal risk içeren borçluyu portföye dahil etmek portföy riskini yükseltmek anlamına geldiğinden portföy yöneticisi borçluyu almak istemez.

2.3.2. Literatürde Karşılaşılan Sorunlar

Crouhy ve ark. [9] için aynı derecelendirme notuna sahip borçluların aynı temerrüt olasılığına sahip olması dezavantaj olarak görülmektedir. Bir borçlunun not değiştirmesi sonucu artık o nota ait temerrüt olasılığına sahip olması, temerrüde kesikli açıdan bakılmasına neden olmaktadır. Hatta Crouhy ve ark. [9] temerrüt olasılıklarının süreklilik gösterirken, kredi notlarının süreklilik göstermemesi konusunda da tartışmalar yapmışlardır. Schmid [38] ise temerrüt olasılığındaki dalgalanmaların dikkate alınmamasının modelin eksik yanı olduğunu ve temerrüt yoğunluklarının sektörlerle ilişkili

olduğunu belirtmektedir. Aynı zamanda geçiş matrisi oluşturmak için piyasada yeterli bilginin bulunmadığını, sadece sektörler için farklı geçiş matrisleri oluşturulabileceğini vurgulamıştır. Altman [39] ise modelde kurtarma oranlarının sadece temerrüt halinde devreye girmesinin doğru olmadığını savunmuştur. Aynı zamanda kurtarma oranlarının ve temerrüt olasılıklarının ilişkili olduğunu kanıtlamıştır [26].

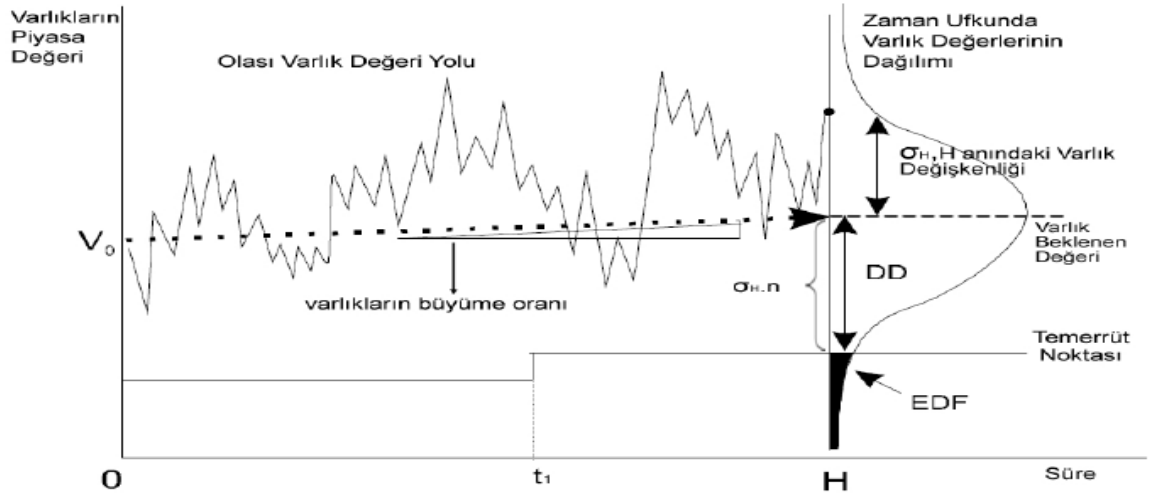
2.4. Moody's KMV Modeli

KMV modeli; Kealhofer, McQuow ve Vasicek tarafından kurulan KMV isimli şirket tarafından 1989 yılında ortaya çıkmıştır. Kredi riskini daha etkin hale getirmek amacıyla modern finans teorisi ile istatistiksel analizi bir arada uygulamaktadır [40].

KMV modeli, deneysel teste dayalıdır ve çok büyük bir veri tabanı kullanılarak uygulanmaktadır. Yaptığı deney sonucu ortalama temerrüt ve geçiş olasılıklarının, CreditMetrics yönteminde kullanılan geçiş olasılıklarından farklı olduğunu gözlemlemiştir. Ayrıca aynı kredi notuna sahip borçluların farklı temerrüt olasılıklarına sahip olabileceğini de gözlemlemiştir [17]. Bunun yanı sıra kredi notlarının düşmesi ya da çıkması belirli bir zaman alırken, temerrüt olasılıklarının sürekli bir değişim halinde olması sebebiyle böyle bir yöntemin kullanılmasını uygun görmemektedir [9].

KMV, Merton'un [3] öne sürdüğü opsiyon fiyatlama teorisine dayanmaktadır. Bu teoriye dayanarak her bir borçluya ait beklenen temerrüt sıklığını (EDF) bulmaktadır. Bunu bulurken de şirketin sermaye yapısını, güncel varlık değerlerini ve varlık getirisindeki değişkenliği göz önünde bulundurur [17]. Böylece borçluları kredi notuna göre bir grup halinde düşünüp onlara aynı temerrüt olasılığı atamak yerine, her bir borçlu için temerrüt olasılığı hesaplayarak daha doğru bir analiz yapar.

KMV, Merton modelinin özel bir hali olan Black&Scholes (BS) opsiyon fiyatlama modelini kullanarak EDF tahmini yapmaktadır. Bu tahmini yapmak için varlıkların 0 anındaki değeri, t anındaki varlıkların dağılımı ve değişkenliği, temerrüt noktası yani yükümlülüklerin defter değeri ve varlıkların beklenen büyüme oranının bilinmesi gerekir. Şirketin varlıklarının piyasa değeri, temerrüt noktasının altına düştüğü anda şirket temerrüde düşer. Böylece temerrüt olasılığı, varlıkların temerrüt noktasının altına düşme olasılığı olarak ifade edilir ve bu durum Şekil 2.5.'teki taralı alanla gösterilmektedir [17].



Şekil 2.5. EDF Modeli

Model, temerrüt olasılığına (EDF'ye) ulaşmak için temerrüde olan uzaklıkları belirlemektedir. Temerrüde uzaklık (DD), Şekil 2.5'te de görüldüğü gibi temerrüt noktası ile varlıkların beklenen değeri arasındaki mesafenin standart sapma cinsinden türüdür. Temerrüde olan uzaklığın eğer gelecekteki dağılımı bilinirse bu durumda temerrüt olasılığı, son varlık değerinin, yükümlülüklerin defter değerinin yani temerrüt noktasının altında kalma olasılığı olacaktır. Model, varlıkların Normal dağıldığını varsaydığı için gerçekte temerrüde olan uzaklığın dağılımını, bu varsayım altında tahmin etmek pek mümkün olmamaktadır. Bu yüzden temerrüde olan uzaklık belirlendikten sonra tarihsel veriler kullanılarak, belirlenen uzaklık değerine göre EDF belirlenmektedir.

Şirketlerin varlık değerleri borçları aştığı anda kimi şirketler temerrüde düşerken kimileri düşmez ve borçlarıyla işlevlerini devam ettirirler. KMV, varlık değerleri borçları aştığı için batan şirketlerin sermayedarları için de durum değerlendirmesi yapar. Şirketten alacaklı olanlar, varlıklar üzerinden haklarını alabileceği gibi sermayedarın isteği doğrultusunda varlıkların şirkette kalması sağlanarak alacaklılara sermayedarın kendisi de borçlanabilir. Sermayedar bu kararı verirken Merton'un teorisini kullanır ve özsermaye değerini alım (call) opsiyonu gibi düşünür [17]. Bu alım opsiyonunda yükümlülüklerin defter değeri, opsiyonun kullanım fiyatı iken varlıklar, opsiyona konu olan değerdir. Yani eğer varlıklar yükümlülüklerin değerinden küçükse sermayedar opsiyon mantığına dayanarak opsiyonu kullanmaz yani alacaklılara borçlanmak istemez.

2.4.1. Modelin Uygulanması

KMV, Merton modelinin özel bir hali olan Black&Scholes (BS) opsiyon fiyatlama modelini kullanarak EDF tahmini yapmaktadır. BS modeline göre varlıklar aşağıdaki gibi bir stokastik süreç göstermektedir:

$$dA = \theta_A A dt + \sigma_A A dW \quad (2.4)$$

Burada A, varlık değerini, dA, varlıklardaki değişimi, θ_A , varlıklardaki sapma oranını (drift rate), σ_A , varlıklardaki değişkenliği ve dW ise Wiener sürecini ifade etmektedir.

Yükümlülükler, borçlar ve özsermayenin toplamından oluşmaktadır. Bu durumda BS, varlıklar (A), borçlar (X) ve özsermaye (E) arasındaki ilişkiyi aşağıdaki gibi gösterir:

$$E = A \Phi(d1) - e^{-rT} X \Phi(d2)$$

Burada r, risksiz faiz oranını, T, zaman aralığını, Φ ise standart Normal kümülatif dağılımı ifade etmekte ve d1 ile d2 aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$d1 = \frac{\ln\left(\frac{A}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T}{\sigma_A \sqrt{T}}$$

$$d2 = d1 - \sigma_A \sqrt{T}$$

Varlıklar ile özsermaye değişkenliği arasındaki ilişki ise:

$$\sigma_E = \frac{A}{E} \Delta E \sigma_A = \frac{A}{E} \frac{\partial E}{\partial A} \sigma_A$$

$$\sigma_E = \frac{A}{E} \Phi(d1) \sigma_A$$

şeklinde gösterilebilir. Bu formüllerden yola çıkarak özsermaye için sapma oranı (drift rate, θ_E) aşağıdaki gibi bulunur:

$$\theta_E = \frac{\frac{\partial E}{\partial A} \theta_A A + \frac{\partial E}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 E}{\partial A^2} A^2 \sigma_A^2}{E}$$

Varlıklara ait sapma oranı (θ_A) ise bu durumda aşağıdaki gibi olur:

$$\theta_A = \frac{\theta_E E - \frac{\partial E}{\partial t} - \frac{1}{2} \frac{\partial^2 E}{\partial A^2} A^2 \sigma_A^2}{\frac{\partial E}{\partial A} A}$$

Şirketin varlıklarının piyasa değeri, yükümlülüklerin defter değerinden az olduğu anda şirketin temerrüde düşme olasılığı aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$p_t = P(A_t \leq X_t | A_0 = A) = P(\ln A_t \leq \ln X_t | A_0 = A) \quad (2.5)$$

Burada p_t , t anındaki temerrüt olasılığını, A_t , t anındaki varlıkların piyasa değerini ve X_t , t anındaki borçları ifade etmektedir.

(2.4) eşitliğinde gösterilen varlıklardaki değişim, t anındaki varlık değeri A_t , 0 anındaki varlık değeri A olacak şekilde aşağıdaki gibidir:

$$\ln A_t = \ln A + \left(\theta - \frac{\sigma_A^2}{2} \right) t + \sigma_A \sqrt{t} \varepsilon \quad (2.6)$$

Burada θ , şirketin varlıklarının beklenen getirisi, ε ise şirketin getirisinin tesadüfi birleşenidir. (2.5) ve (2.6) eşitlikleri yeniden düzenlenirse:

$$p_t = P \left[\ln A + \left(\theta - \frac{\sigma_A^2}{2} \right) t + \sigma_A \sqrt{t} \varepsilon \leq X_t \right]$$

$$p_t = P \left[\frac{\ln \left(\frac{A}{X_t} \right) + \left(\theta - \frac{\sigma_A^2}{2} \right) t}{\sigma_A \sqrt{t}} \geq \varepsilon \right]$$

Şirketin getirisinin tesadüfi birleşeni standart Normal dağılıma sahip olduğu varsayılır. Bu durumda temerrüt olasılığı kümülatif Normal dağılım gösterir:

$$p_t = N \left[- \frac{\ln \left(\frac{A}{X_t} \right) + \left(\theta - \frac{\sigma_A^2}{2} \right) t}{\sigma_A \sqrt{t}} \right]$$

Böylece BS modeli altında, temerrüt noktasına uzaklık (distance to default-DD) aşağıdaki gibi elde edilir:

$$DD = \frac{\ln \left(\frac{A}{X_t} \right) + \left(\theta - \frac{\sigma_A^2}{2} \right) t}{\sigma_A \sqrt{t}}$$

Vasicek ve Kealhofer (VK model), BS modelinin sadece kısa dönem borçları dikkate almasından ötürü eleştirmiştir. Bu nedenle yeni bir bakış açısı getirip kısa dönemle birlikte uzun dönem borçlarını da dikkate almışlardır. Bunu yaparken de kısa dönem borçlarının (STD) tamamını alırken uzun dönem borçlarının (LTD) yarısını almışlardır. Bu durumda temerrüt noktası $STD+0.5LTD$ toplamına eşit olmaktadır ve temerrüt noktasına uzaklık:

$$DD = \frac{\text{Beklenen Varlık Değeri} - \text{Temerrüt Noktası}}{\text{Beklenen Varlık Değeri} * \text{Varlıkların Standart Sapması}}$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

2.4.2. Literatürde Karşılaşılan Sorunlar

Beklenen temerrüt sıklığını belirlemek için temerrüt noktasına uzaklıkla beklenen temerrüt sıklığı arasındaki ilişki belirlenmelidir. Bunu yapmak için de temerrüt olasılıklarını bilmek gerekmektedir. Fakat gerçek hayatta temerrüt verilerine ulaşmak çok güç olduğu için bu pek mümkün değildir. Bu nedenle KMV, 30 yıllık verileri kullanmış ve temerrüt noktasına uzaklıkları, uygun beklenen temerrüt sıklıklarına eşleştirmeye çalışmıştır. Ayrıca beklenen temerrüt sıklığının hesaplanması sırasında varlıkların Normal dağıldığının varsayılması KMV için eksik bir yan olarak görülmektedir.

2.5. Modeller Arasındaki Farklar ve Benzerlikler

Daha önce de belirtildiği üzere modeller birbirinden farklı yaklaşımlar içermektedir. CreditPortfolioView modeli makroekonomik temellere dayanırken; CreditMetrics ve KMV modelleri varlık değerlerine ve CreditRisk+ ise aktüeryal bir yaklaşım içeren beklenen temerrüt olasılığına dayanır.

CreditRisk+ modeli, riskin tanımını temerrütler üzerinden yaparken; CreditPortfolioView ve KMV modelleri hem temerrüt üzerinden hem de piyasaya göre yapmakta olup; CreditMetrics modeli ise sadece piyasaya göre riski tanımlamaktadır [41].

KMV modeli riski analiz ederken, temerrüde olan uzaklıkları hesaba katarken; CreditRisk+ modeli, rasgele temerrüt olasılıklarını; CreditPortfolioView modeli, makroekonomik faktörlere bağlı geçişleri; CreditMetrics modeli ise kredi geçişlerini (düşme, yükselme, temerrüt) hesaba katmaktadır.

CreditPortfolioView modeli için makroekonomik faktörler arasında bir korelasyon varken; CreditMetrics ve KMV modelleri için varlık getirileri arasında korelasyon bulunmakta ve bu durum CreditRisk+ modeli için hiç korelasyon olmayabileceği gibi (bağımsızlık durumunda) korelasyonun varlığı durumunda (birden çok sektör durumunda) beklenen temerrüt olasılıkları arasında olabilmektedir [42].

CreditMetrics modeli, simülasyon ya da analitik bir yaklaşım içerirken; CreditRisk+ modeli analitik; KMV modeli analitik ve ekonomik; CreditPortfolioView modeli ise simülasyon yöntemini kullanan bir yaklaşım içerir [41].

CreditPortfolioView ve CreditMetrics modelleri kredi notları üzerinden riskleri sınıflandırırken; KMV modeli temerrüde olan uzaklıklar üzerinden ve CreditRisk+ modeli ise risk bantları üzerinden riskleri sınıflandırır.

3.UYGULAMA

Tezin bu bölümünde 2010-2016 yılları arasında aktif olarak işlem yapan 26 tane hayat dışı sigorta şirketine ait veriler kullanılmış ve şirketlerin risk analizlerine yer verilmiştir. Şirket bilgilerinin gizliliğinden ötürü bu tezde şirket isimlerine yer verilmemiştir. Risk analizi yapılırken daha önceki bölümlerde anlatılan kredi risk yöntemlerinden CreditRisk+ yöntemi kullanılmıştır. Şirketlere ait derecelendirme notları tahmini için ise CreditMetrics metodunun mantığı ile simülasyonlar oluşturulmuştur.

3.1. CreditRisk+ Yöntemi için Gerekli Veriler

Daha önceden de anlatıldığı üzere CreditRisk+ yöntemini kullanabilmek için risk altında bulunan miktarları bilmek gerekmektedir. Bunun için ise şirketlerin varlıkları dikkate alınmış ve kurtarma oranı sıfır kabul edilerek riske maruz miktar tüm varlıklar üzerinden hesaplanmıştır. Ayrıca yöntem için gerekli diğer bilgiler ise şirketlere ait kredi derecelendirme notları ve her bir nota ait temerrüt olasılıkları ve temerrüt olasılıklarına ait standart sapma bilgileridir. Tezin uygulama kısmında şirketlerin batma riskleri üzerinden çalışıldığı için temerrüt olasılıkları yerine batma olasılıkları ifadesini kullanmak daha doğru olacaktır. Buna göre önce kredi derece notunun nasıl hesaplandığına dair bilgiler verilecek olup ardından batma olasılıkları ve bu olasılıklara ait standart sapma bilgileri verilecektir. Sonrasında ise sonuçlar yorumlanarak açıklanacaktır.

3.1.1. Kredi Derecelendirme Notunun Hesaplanması

Derecelendirme, bir şirketin yükümlülüklerini yerine getirebilme kapasitesini ölçmek için yapılan bir süreçtir. Diğer bir ifadeyle şirketin borçlarını zamanında ödeyebilme gücünü ölçmede kullanılan bir ölçüttür [43]. Bu da şirketin aslında kredi itibarını göstermekte olup gelecekte nasıl bir seyir halinde olacağını tahmin etmede fayda sağlamaktadır. Örneğin, yüksek bir kredi notu, krediyi herhangi bir sorun olmaksızın tümüyle geri ödeme olasılığının yüksek olduğunu gösterirken; kötü bir kredi notu borçlunun geçmişte kredilerini geri ödeme konusunda sıkıntı yaşadığını ve gelecekte de yine aynı şekilde sıkıntı yaşayabileceğini göstermektedir. Bu nedenle notlar şirketin itibarı açısından büyük önem taşımaktadır. İyi nota sahip şirket kolay kredi ve faiz avantajına sahipken; aynı durum düşük kredi notuna sahip bir şirket için söz konusu değildir.

Derecelendirme yapmanın pek çok faydası vardır. Örneğin, şirketler notları doğrultusunda finansman tekniklerini geliştirerek daha güçlü hale gelebilir, yönetim kalitelerini arttırabilirler. Yeterince tanınmayan şirketler için piyasada tanınırlık sağlanabilir ve

şirketin yapısı hakkında bilgi sahibi olunabilir. Risklerin sınırlandırılmasında yardımcı olur ve etkinliği artırır. Risk eğilimine göre tercih yapabilmeyi sağlar. Ekonomiye güvenilir piyasalar kazandırır [44].

Derecelendirme notlarını hesaplayan birkaç kuruluş vardır. Bunlardan en çok öne çıkanlar Standart&Poor's, Fitch ve Moody's kredi derecelendirme kuruluşlarıdır. Bu kuruluşlar ülkelerin notlarından şirketlerin notuna kadar çok geniş çaplı derecelendirmeler yapmaktadırlar. Bunların dışında sadece kurumlara ait derecelendirmeler yapan daha küçük çaplı derecelendirme kuruluşları da vardır. Bu kuruluşlar derecelendirme yapılacak kurum için derecelendirme sürecini başlatırlar. Uzmanlar yardımıyla gerekli bilgileri toplayarak analiz ederler ve sonuçları raporlarlar. Bu raporlar derecelendirme komitesine sunulur ve onaylandıktan sonra derecelendirme tamamlanmış olur. Kuruluşlar derecelendirme yaparken objektif değerlendirme yaparlar. Kararlar bağımsız bir birim tarafından verilir.

Kredi derecelendirme notları hesaplanırken iki farklı analiz çeşidi kullanılmaktadır. Bunlar; kantitatif ve kalitatif analizlerdir. Kalitatif analizler, nitel verilere yönelikken; kantitatif analizler, nicel verilere yöneliktir. Kalitatif analizde şirketin genel yapısına bakılır. Yani şirketin faaliyet alanı, organizasyonu, ortaklık durumu, yönetimi gibi şeylere bakılmaktadır. Bunun yanında rekabet gücü, ekonomik döngülere olan duyarlılık gibi etkenler de incelenmektedir. Kantitatif analizde ise karlılık, sermaye yapısı, likidite ve finansal esneklik, nakit yaratma kabiliyeti, aktif kalitesi gibi sayısal veriler analiz edilmektedir [43]. Yani şirketin finansal raporlarından yola çıkılarak yapılan analizlerdir.

Fakat bu tezde şirketlere ait bilgi eksikliğinden ötürü sadece kantitatif analiz kullanılmış olup kalitatif analizin etkisi değerlendirilememiştir. Kantitatif analiz sırasında, kullanılacak olan değişkenler belirlenirken uzman görüşü alınmış ve bunun sonucunda 12 farklı değişken baz alınarak her bir değişkene ait ağırlıklandırmalar Çizelge 3.1.'deki gibi belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Kantitatif Analiz için Yapılan Ağırlıklandırma

Değişken İsmi	Ağırlık
<i>1. Likidite Aktif Kalitesine İlişkin Oranlar</i>	<i>%30</i>
1.1. Cari oran	%12
1.2. Likidite oranı	%10
1.3. Likit aktifler/Aktif toplamı	%8
<i>2. Faaliyet Oranları</i>	<i>%10</i>
2.1 Konservasyon oranı	%5
2.2 Tazminat tediye oranı	%5
<i>3. Karlılık Oranları</i>	<i>%35</i>
3.1. VÖK/Yazılan prim	%5
3.2. Özkaynak karlılığı	%10
3.3. Teknik kar/Yazılan prim	%5
3.4. Hasar/Prim	%15
<i>4. Sermaye Yeterliliğine İlişkin Oranlar</i>	<i>%25</i>
4.1. Yazılan Prim/Özkaynak	%5
4.2. Özkaynak/Teknik karşılık	%5
4.3. Özkaynak/Aktif	%15

Sigorta sektöründe bu değişkenlerin değerleri için belirli koşullar vardır. Bu koşullar Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Değişkenler İçin Sigorta Sektörüne Ait Koşullar

Değişkenler	Koşullar
Cari oran	1.5'den büyük
Likidite oranı	1'den büyük
Likit aktifler/Aktif toplamı	Sektör ortalamasından büyük
Konservasyon oranı	Sektör ortalamasından büyük
Tazminat tediye oranı	Sektör ortalamasından büyük
VÖK/Yazılan prim	Sektör ortalamasından büyük
Özkaynak karlılığı	Sektör ortalamasından büyük
Teknik kar/Yazılan prim	Sektör ortalamasından büyük
Hasar/Prim	Sektör ortalamasından küçük
Yazılan Prim/Özkaynak	4'ten küçük
Özkaynak/Teknik karşılık	1'den büyük
Özkaynak/Aktif	Sektör ortalamasından büyük

Bu sınırlar ile şirketlere ait değerler karşılaştırılır ve şirketin durumu hakkında bilgi sahibi olunabilir. Böylece gereken tedbirler alınıp durum iyileştirmesi için gerekli çalışmalar yapılabilir.

Şirketlere ait bu değerlerden puanlar hesaplanırken, her bir değişkene ait sınır değerleri ve ağırlıklandırmalar Çizelge 3.3.'teki gibi varsayılmıştır. Sınır değerlerinin alt gruplara ayrılma sebepleri, o değişkene ait şirket değerlerinin birbirlerine olan yakınlıklarıyla ilgilidir. Yani değerler arasındaki farkı gözetmek için farklı ağırlıklandırmalar yapılmıştır.

Çizelge 3.3. Değişkenlere Ait Sınır Değerler ve Ağırlıkları

Değişken İsmi	Sınır Değerleri	Ağırlık
Cari Oran	$X < 0.70$	%0
	$0.70 < X < 1$	%30
	$1 < X < 1.5$	%70
	$X > 1.5$	%100
Likidite Oranı	$X < 0.50$	%0
	$0.50 < X < 0.70$	%50
	$0.70 < X < 1.2$	%80
	$X > 1.2$	%100
Likit Aktifler / Aktif Toplamı	$X < 0.30$	%0
	$0.30 < X < 0.50$	%50
	$0.50 < X < 0.64$	%80
	$X > 0.64$	%100
Konservasyon Oranı	$X < 0.20$	%0
	$0.20 < X < 0.50$	%45
	$0.50 < X < 0.70$	%80
	$X > 0.70$	%100
Tazminat Tediye Oranı	$X < 0.30$	%0
	$0.30 < X < 0.55$	%70
	$X > 0.55$	%100
VÖK / Yazılan Prim	$X < -0.50$	%0
	$-0.50 < X < -0.10$	%40
	$-0.10 < X < 0$	%70
	$0 < X < 0.30$	%90
	$X > 0.30$	%100

Özkaynak Karlılığı (VÖK / Özkaynak)	$X < -2$	%0
	$-2 < X < -0.60$	%50
	$-0.60 < X < 0$	%80
	$X > 0$	%100
Teknik Kar / Yazılan Prim	$X < -1$	%0
	$-1 < X < 0.5$	%40
	$0.5 < X < 0$	%70
	$X > 0$	%100
Hasar / Prim	$X > 1$	%0
	$0.75 < X < 1$	%50
	$0.50 < X < 0.75$	%85
	$X < 0.50$	%100
Yazılan Prim/ Özkaynak	$X > 8$	%0
	$4 < X < 8$	%50
	$2 < X < 4$	%80
	$X < 2$	%100
Özkaynak / Teknik Karşılık	$X < 0.10$	%0
	$0.10 < X < 0.6$	%40
	$0.6 < X < 2$	%80
	$X > 2$	%100
Özkaynak / Aktif	$X < 0.05$	%0
	$0.05 < X < 0.25$	%55
	$0.25 < X < 0.5$	%85
	$X > 0.5$	%100

Varsayımlar bu şekilde belirlendikten sonra puanlamalar yapılmış ve şirketlere ait not değerleri Çizelge 3.4.'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Şirketlere Ait Hesaplanan Not Değerleri

Şirketler	Not Değerleri
1	B
2	B
3	B
4	C
5	B
6	D
7	C
8	E
9	F
10	C
11	B
12	C
13	C
14	E
15	C
16	C
17	A
18	B
19	A
20	B
21	C
22	D
23	B
24	E
25	B
26	C

3.1.2. Batma Olasılıklarının ve Standart Sapmanın Belirlenmesi

Temerrüt, yükümlülüklerin zamanında ve usulüne uygun şekilde yerine getirilmemesidir. Tarihi geçmiş ödemeler, ödenmemiş dönemler veya batma gibi durumlar temerrüt sebeplerindendir. Daha öncede belirtildiği üzere bu çalışmada batma durumları üzerinden hesaplama yapıldığı için temerrüt olasılıkları yerine batma olasılıkları ifadesi kullanılmaktadır. Batma olasılığındaki değişkenliği ölçmek için batma olasılıklarının standart sapma değerlerine ihtiyaç vardır ve bu değerler batma olasılıklarının yarısı olarak alınmıştır. Buna göre kredi notları belirlenen şirketler için her bir kredi notuna ait batma olasılıkları ve standart sapmaları Çizelge 3.5.'teki gibi varsayılmıştır.

Çizelge 3.5. Kredi Notlarına Ait Batma Olasılıkları ve Standart Sapmaları

Kredi Notu	Batma Olasılığı	Standart Sapma
A	% 1	%0.5
B	% 1.5	%0.75
C	%3	% 1.5
D	% 7	%3.5
E	%10	%5
F	%18	%9

3.2. Simülasyon Oluşturulması

CreditRisk+ yöntemi simülasyon bazlı çalıştırılarak şirketlerin farklı batma olasılıkları ve batma olasılıklarındaki dalgalanma durumlarına göre yani farklı derecelendirme notlarına göre risk katkılarını bize verirken, aynı zamanda portföy kayıp dağılımı hakkında da daha gerçeğe yakın sonuçlar elde etmemizi sağlar. Her şirkete ait tek bir batma olasılığı belirlemek ve onunla analiz yapmak doğru olmaz. Zira gerçek hayatta şirketlere ait kesin batma olasılıkları bilinmemektedir. Sadece tahminlerde bulunmaktadır. Bu nedenle şirketler için pek çok durumu göz önüne alıp analizler bu doğrultuda yapılmalıdır. Bunun için yeterli sayıda simülasyon oluşturulmalıdır. Ne kadar çok simülasyon örneği yapılırsa, o kadar çok doğru sonuç elde edilir. Bu nedenle bu tezde sonuçların daha gerçeği yansıtması amacıyla simülasyon sayısı 1000 olarak alınmıştır.

Simülasyon oluşturulurken şirketlere ait aktif değerleri kullanılmıştır. Aktiflere ait kovaryans matrisi oluşturulmuş, standart Normal dağılım gösteren rasgele sayılar üretilmiş ve ardından senaryolar için gerekli olan birbirleriyle ilişkili Normal dağılımlı rassal sayılar elde edilmiştir. Bunu yapmak için ilk olarak aktiflere ait kovaryans matrisine Cholesky Ayırıştırması [45] yöntemi uygulanmıştır. Fakat bu yöntemin kullanılabilmesi için matrisin

pozitif tanımlı olması gerekmektedir. Yani matrisin rankı tam olmalıdır. Aktiflere ait kovaryans matrisi pozitif tanımlı olmadığından bu yöntem kullanılamayıp onun yerine Tekil Değer Ayrışımı (TDA) [46] yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde matrisin pozitif tanımlı olması gibi bir koşul bulunmamaktadır. Böylelikle kovaryans matrisine TDA yöntemi uygulanarak ve üretilen rasgele standart Normal dağılımlı sayılar kullanılarak birbirleriyle ilişkili Normal dağılımlı rassal sayılar üretilmiştir.

Şirketlerin farklı derecelendirme notu alma durumları için yani farklı senaryolar için CreditMetrics yönteminin mantığı kullanılmıştır. Bunun için öncelikle bir geçiş matrisi oluşturulması gerekmektedir. Ardından bu geçiş matrisi yardımıyla her bir not için diğer notlara geçiş sınırları belirlenmelidir. Buna göre oluşturulan geçiş matrisi Çizelge 3.6.'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Derecelendirme Notları için Geçiş Matrisi

	A	B	C	D	E	F
A	0.9045	0.08	0.01	0.002	0.003	0.0005
B	0.0255	0.91	0.04	0.02	0.0015	0.003
C	0.0036	0.03	0.91	0.05	0.005	0.0014
D	0.0077	0.01	0.03	0.89	0.06	0.0023
E	0.005	0.015	0.01	0.04	0.86	0.07
F	0.001	0.004	0.015	0.05	0.1	0.83

Geçiş matrisine göre örneğin, A notuna sahip bir şirketin yine A notunda kalma olasılığı yaklaşık %90 iken B notuna düşme olasılığı %8, C notuna düşme olasılığı ise %1'dir. Aynı şekilde B notuna sahip bir şirketin A notuna yükselme olasılığı yaklaşık %2.5 iken yine B notunda kalma olasılığı %91, C notuna düşme olasılığı ise %4 tür.

Geçiş matrisi kullanılarak sınır değerlerinin nasıl belirlendiğini göstermek amacıyla örnek olarak B notuna ait bir borçlu alınmış ve B notundan diğer tüm notlara geçiş sınırları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

$$Z_F = \Phi^{-1}(0.003) = -2.75$$

$$Z_E = \Phi^{-1}(0.003 + 0.0015) = -2.61$$

$$Z_D = \Phi^{-1}(0.003 + 0.0015 + 0.02) = -1.97$$

$$Z_C = \Phi^{-1}(0.003 + 0.0015 + 0.02 + 0.04) = -1.52$$

$$Z_B = \Phi^{-1}(0.003 + 0.0015 + 0.02 + 0.04 + 0.91) = 1.95$$

Hesaplamalar bu şekilde tüm notlar için ayrı ayrı yapılarak geçiş sınır değerleri belirlenmiş ve Çizelge 3.7.'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Geçiş Notlarının Sınır Değerleri

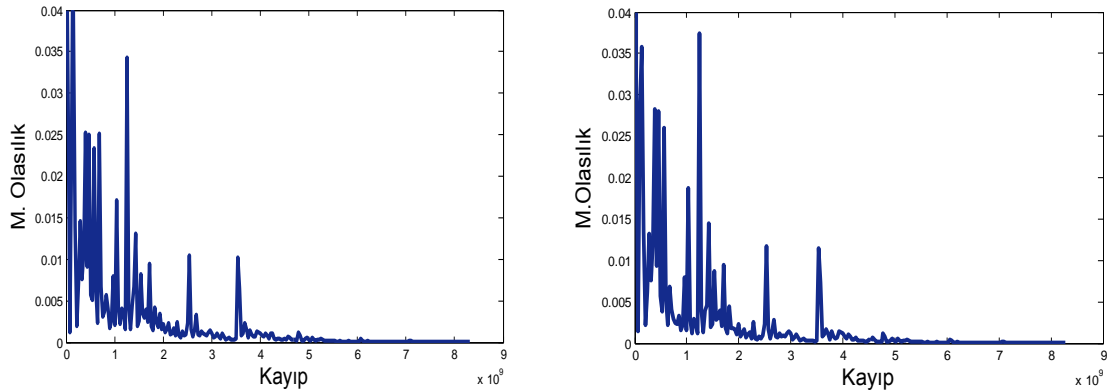
	A	B	C	D	E	F
Z_B	-1.31	1.95	2.69	2.42	2.58	3.09
Z_C	-2.16	-1.52	1.83	2.1	2.05	2.58
Z_D	-2.54	-1.97	-1.59	1.67	1.88	2.05
Z_E	-2.7	-2.61	-2.49	-1.54	1.48	1.48
Z_F	-3.29	-2.75	-2.99	-2.83	-1.48	0.95

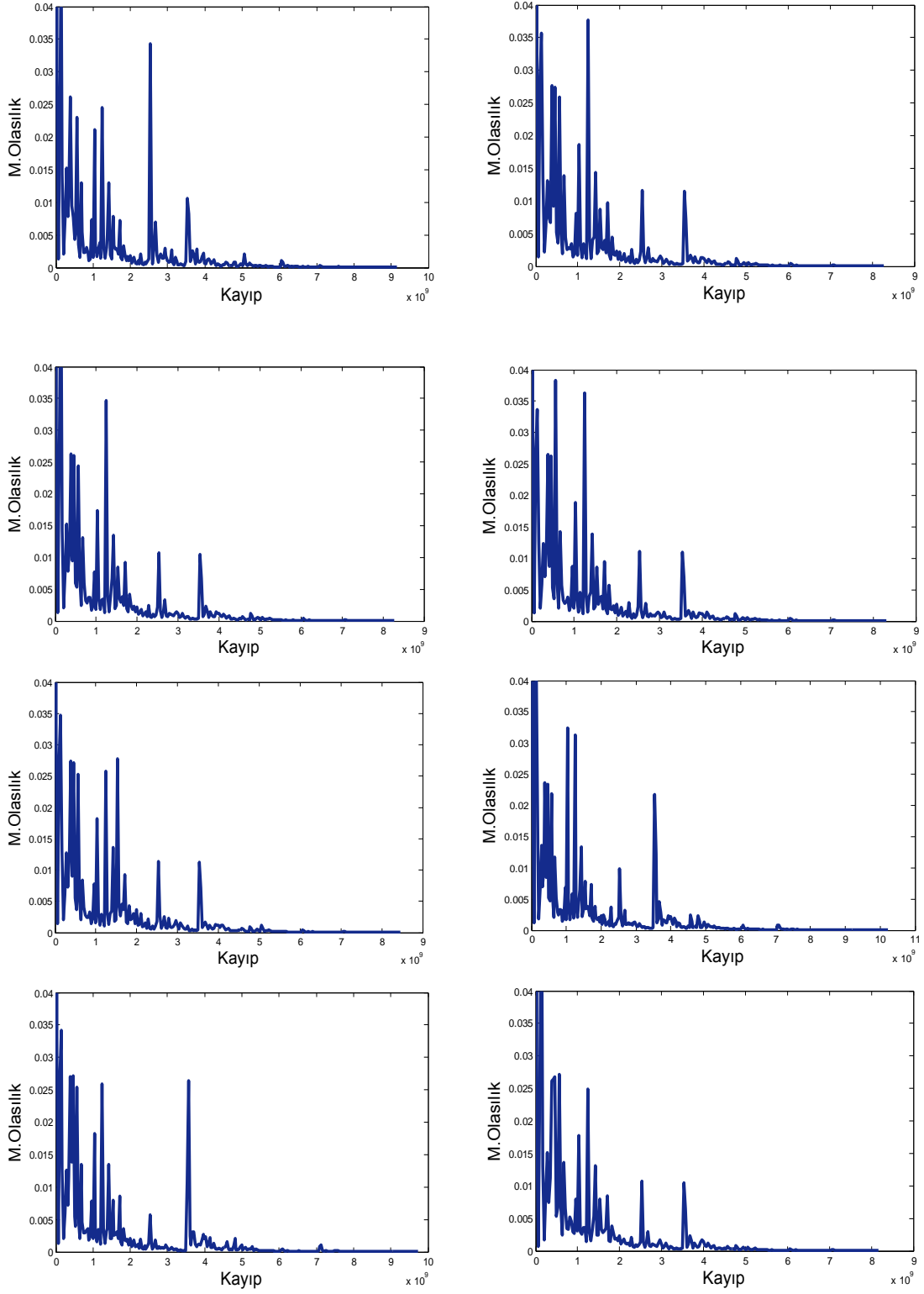
Buna göre örneğin, B notuna sahip bir şirketin, oluşturulan simülasyon sonuçları yani üretilen ilişkili Normal dağılımlı rassal sayı değerleri eğer 1.95 değerinden büyükse A notunu, -1.52 ile 1.95 arasında ise B notunu, -1.97 ile -1.52 arasında ise C notunu, -2.61 ile -1.97 arasında ise D notunu, -2.75 ile -2.61 arasında ise E notunu, -2.75 değerinden küçükse F notunu almaktadır.

Böylece her bir şirket için 1000 farklı not durumu simüle edilmiş ve analizler bu şekilde yapılmıştır.

3.3. Analiz Sonuçlarının Yorumlanması

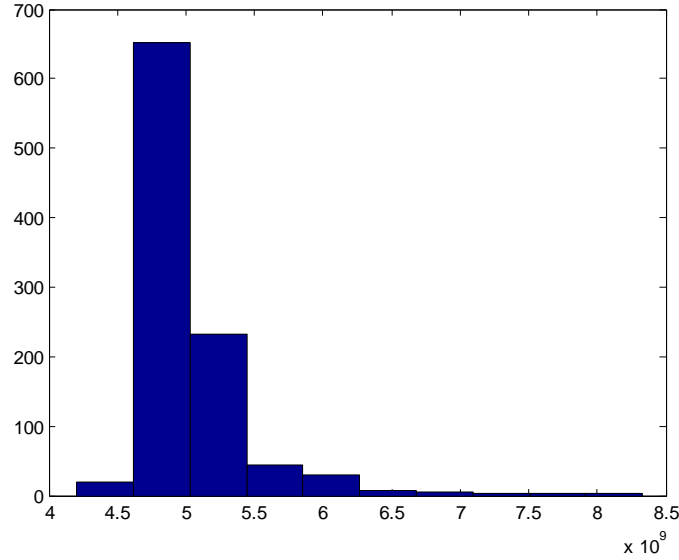
CreditRisk+ yöntemi uygulanırken yukarıda da belirtildiği gibi sonuçların daha anlamlı çıkması için simülasyon yöntemi kullanılmıştır. Buna göre şirketlerin her biri için 1000 farklı batma olasılığı ve batma olasılıklarının standart sapma simülasyonu oluşturulup analizler yapılmıştır. Portföye ait kayıp dağılımlarının ne şekilde dağıldığını göstermek amacıyla rasgele seçilen 10 simülasyon sonucunun grafikleri Şekil 3.1.'de verilmiştir.





Şekil 3.1. Farklı Simülasyon Sonuçlarına Göre Portföy Kayıp Dağılımları

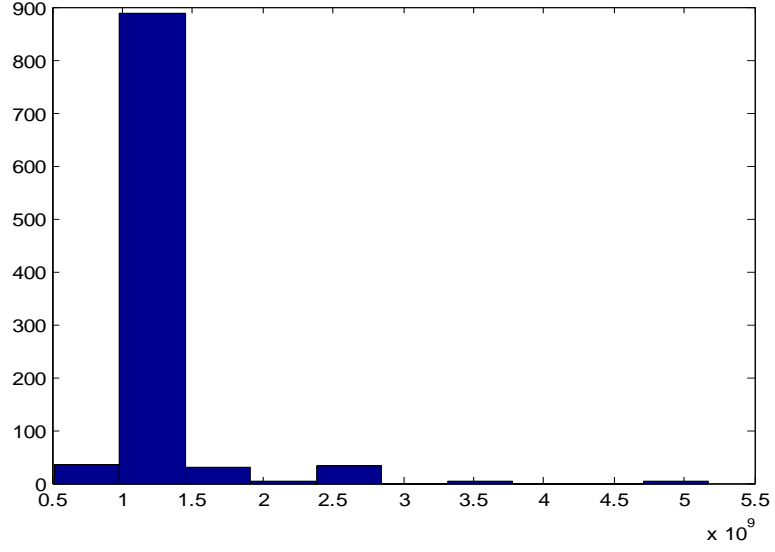
1000 farklı simülasyon sonucuna göre 1000 farklı kayıp durumu, 99. yüzdilik dilimlerine göre hesaplanmış ve portföye ait kayıp dağılımının histogram grafiği Şekil 3.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. 99. Yüzdelik Dilimlerine Göre Portföy Kayıp Dağılımına Ait Histogram Grafiği
Grafiğe göre en sık gözlemlenen kayıp miktarı, yani 1000 farklı simülasyon sonucundan yaklaşık 650 tanesi 4.6-5 milyar TL civarında toplanmıştır. Geri kalanlarından yaklaşık 300 tanesi 5 milyar ile 8.4 milyar TL arasında dağılırken; kalan yaklaşık 50 tanesi ise 4.2 milyar ile 4.6 milyar TL arasında bir dağılım göstermiştir.

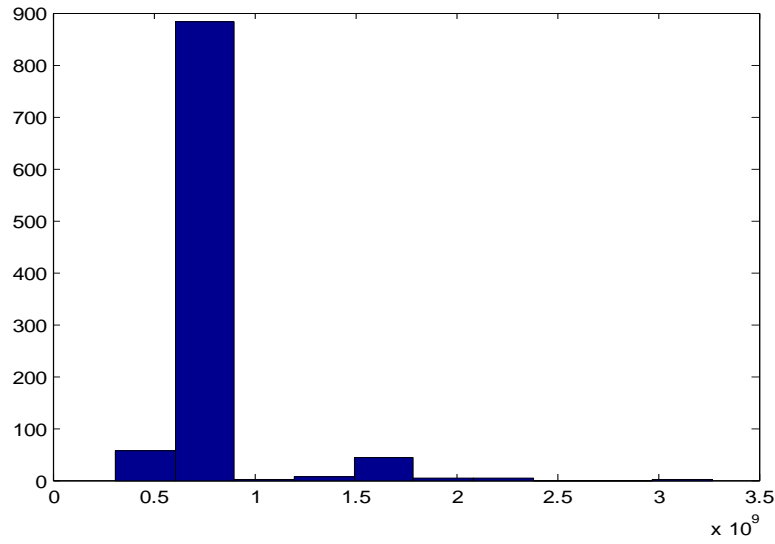
99. yüzdilik dilime göre hesaplanan portföy kayıp dağılımının, çarpıklık katsayısı 3.60 olup, pozitif bir değer gösterdiğinden, Normal dağılıma göre sağa çarpık; basıklık katsayısı ise 20.5 olup, pozitif değer olduğundan, Normal dağılıma göre sivri bir dağılım göstermektedir. Bu durumda portföy kayıp dağılımı 5.096.143.364 TL ortalama, 416.843.059 TL standart sapma ile sağa çarpık, sivri bir dağılım göstermektedir.

Portföyde büyük bir kayıp durumunda, portföyü oluşturan bileşenlerin kayba olası katkılarını anlamak için her bir bileşenin risk katkılarını bilmek gerekir. Yani risk katkıları, portföy kaybında hangi bileşenlerin daha çok etkili olduğunu anlama konusunda bize bilgi verir. Bu amaçla her bir şirkete ait 1000 farklı simülasyon sonucu analiz edilmiş ve oluşan risk katkılarının dağılımını göstermek amacıyla, portföye en az ve en çok etki eden 4 şirkete ait histogram grafikleri ve açıklamaları örnek olarak aşağıda verilmiştir.



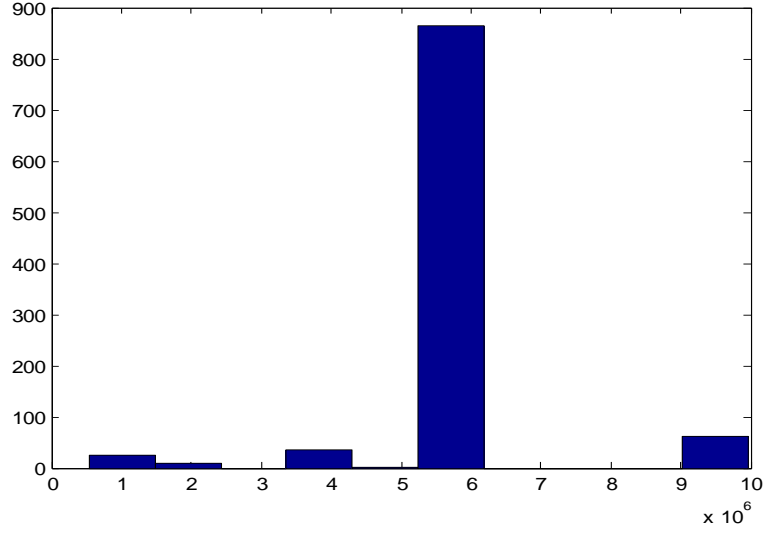
Şekil 3.3. 4. Şirkete Ait Risk Katkılarının Histogram Grafiği

4. şirkete ait yaklaşık 890 tane simülasyon sonucu, risk katkısının yaklaşık 1-1.5 milyar TL civarında dağıldığını göstermektedir. Matlab programında yapılan hesaplamalar sonucunda ise 1000 simülasyona ait ortalama risk katkısı 1.388.762.100 TL olarak bulunmuştur. Toplam portföy içinde %27 oranıyla en yüksek risk katkı payına sahip şirkettir.



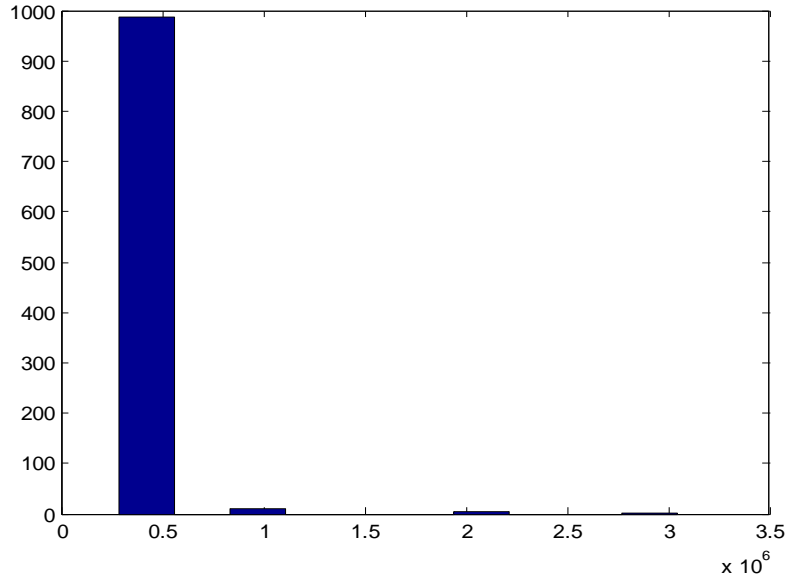
Şekil 3.4. 7. Şirkete Ait Risk Katkılarının Histogram Grafiği

7. şirkete ait yaklaşık 890 tane simülasyon sonucu, risk katkısının 600 ile 900 milyon TL arasında dağıldığını göstermektedir. Matlab programında yapılan hesaplamalar sonucunda ise 1000 simülasyona ait ortalama risk katkısı 767.121.295 TL olarak bulunmuştur. Toplam portföy içinde yaklaşık %15 oranıyla en yüksek risk katkı payına sahip ikinci şirkettir.



Şekil 3.5. 8. Şirkete Ait Risk Katkılarının Histogram Grafiği

8. şirkete ait yaklaşık 880 tane simülasyon sonucu, risk katkısının 5.2 ile 6.1 milyon TL arasında dağıldığını göstermektedir. Matlab programında yapılan hesaplamalar sonucunda ise 1000 simülasyona ait ortalama risk katkısı 5.484.854 TL olarak bulunmuştur. Toplam portföy içindeki katkısı ise %0.11 olup portföye en az risk katkısı olan ikinci şirkettir.



Şekil 3.6. 19. Şirkete Ait Risk Katkılarının Histogram Grafiği

19. şirkete ait yaklaşık 990 tane simülasyon sonucu, risk katkısının 200 ile 500 bin TL arasında dağıldığını göstermektedir. Matlab programında yapılan hesaplamalar sonucunda ise 1000 simülasyona ait ortalama risk katkısı 329.227 TL olarak bulunmuştur. Toplam portföy içindeki katkısı ise %0.01 olup portföye risk katkısı en az olan şirkettir.

Şirketlere ait risk katkılarının dağılımlarının nasıl olduğunu anlamak için ortalama, standart sapma, çarpıklık ve basıklık değerleri incelenmiş ve Çizelge 3.8.'de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Şirketlerin Risk Katkılarına Ait Dağılım Ölçütleri

Şirketler	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık
1	13.691.425	9.269.843	8.63	101
2	167.668.395	120.715.626	7.77	77
3	755.746.620	401.042.805	6.60	56
4	1.388.762.100	381.795.577	4.88	39
5	11.824.174	8.153.616	7.84	84
6	97.015.480	18.000.698	0.04	22
7	767.121.295	237.266.961	3.99	25
8	5.484.854	1.412.332	0.54	9
9	44.263.791	10.343.072	-2.07	6
10	160.810.491	63.211.741	4.19	30
11	84.940.592	51.937.437	5.85	46
12	11.607.822	3.942.310	5.38	48
13	275.092.548	95.614.684	4.38	32
14	682.805.596	159.360.666	0.22	9
15	60.794.199	19.506.202	3.24	14
16	79.464.344	30.464.415	5.40	47
17	6.204.843	3.597.469	12.35	170
18	11.264.818	7.089.554	7.46	80
19	329.227	148.424	12.17	181
20	192.820.037	104.242.576	8.91	105
21	29.553.705	9.223.924	3.98	23
22	75.654.600	14.456.388	-1.22	15
23	73.462.011	49.724.589	9.53	116
24	17.981.246	4.630.252	0.68	9
25	21.270.299	16.207.084	7.57	76
26	60.508.837	20.955.873	3.39	17

Buna göre, örneğin, son şirket için 1000 simülasyon sonucu göz önüne alındığında ortalama risk katkısı 60.508.837 TL, standart sapması ise 20.955.873 TL olarak bulunmuştur. Çarpıklık katsayısının 3.39 olması yani 0'dan büyük bir değer olması dağılımın Normal dağılıma göre sağa çarpık olduğunu göstermektedir. Basıklık katsayısının ise 17 olması yani 0'dan büyük bir değer olması Normal dağılıma göre daha

sivri bir dağılım olduğunu göstermektedir. Şirketlerin durumları incelendiğinde, hepsinin sivri bir dağılım göstermesi tüm şirketler için ortak bir özelliktir. Ayrıca en yüksek ortalama risk katkısı 1.388.762.100 TL ile 4. şirket iken; en düşük risk katkısı 329.227 TL ile 19. şirkete aittir.

Şirketlerin tüm portföy içindeki risk katkı oranları incelenmiş ve bu oranlar için de yine standart sapma, çarpıklık ve basıklık değerleri hesaplanmış ve Çizelge 3.9.'da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Şirketlerin Portföy İçindeki Risk Katkı Oranlarına Ait Dağılım Ölçütleri

Şirketler	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık
1	0.0027	0.0018	8.62	102
2	0.0330	0.0224	7.12	66
3	0.1464	0.0555	4.88	32
4	0.2717	0.0561	2.26	16
5	0.0023	0.0016	7.49	77
6	0.0192	0.0039	-0.41	13
7	0.1509	0.0421	2.75	15
8	0.0011	0.0003	0.53	9
9	0.0087	0.0021	-1.75	5
10	0.0318	0.0124	3.55	23
11	0.0167	0.0098	5.04	32
12	0.0023	0.0008	4.75	38
13	0.0543	0.0185	3.80	26
14	0.1347	0.0322	-0.16	8
15	0.0120	0.0040	2.91	13
16	0.0157	0.0061	4.87	41
17	0.0012	0.0007	12.50	177
18	0.0022	0.0014	7.39	80
19	0.0001	0.0000	12.12	182
20	0.0380	0.0184	7.19	69
21	0.0058	0.0019	3.61	21
22	0.0149	0.0031	-1.11	10
23	0.0145	0.0095	9.28	112
24	0.0035	0.0009	0.56	8
25	0.0042	0.0032	7.44	73
26	0.0120	0.0043	3.12	16

Buna göre, örneğin yine son şirket için bakarsak, tüm portföy içindeki risk katkısı oranı %1.2 olarak bulunmuştur. Son şirketin risk katkısının portföye oranının dağılımı, hem çarpıklık katsayısının hem de basıklık katsayısının pozitif olmasından dolayı sağa çarpık ve sivri bir dağılım göstermektedir.

Tüm şirketlere bakıldığında 1, 5, 8, 9, 12, 17, 18,19, 21, 24 ve 25. şirketlerin risk katkı oranları %1'in altındadır. Bu şirketler sigorta sektörü için önemli bir risk içermezken; 3., 4., 7. ve 14. şirketlerin risk katkı oranları sırasıyla yaklaşık %15, %27, %15 ve %13 olup yüksek bir orana sahiptir. Bu şirketlerin varlığı sektör açısından oldukça riskli olup sektörü aşağı çekmektedir.

Beklenmeyen riskler karşısında şirketler yükümlülüklerini yerine getirme konusunda zorluklar yaşayabilmektedirler. Bu nedenle şirketler, bu riskler karşısında zor durumda kalmamak için ellerinde belli bir miktar sermaye bulundurmalarıdır. Böylece hem kendi faaliyetlerini sürdürebilir hem de sigortalıları mağdur etmemiş olurlar. Bu nedenle ekonomik sermaye miktarı, risk yönetimi bakımından oldukça önemli bir unsurdur. Bu önem nedeniyle bu çalışmada şirketlerin ekonomik sermaye miktarları da incelenmiştir. Matlab programı kullanılarak şirketlerin beklenen ve beklenmeyen kayıp miktarları dikkate alınarak ekonomik sermaye miktarları tüm simülasyonlar üzerinden hesaplanmış ve dağılıma ait ortalama, standart sapma, çarpıklık ve basıklık değerleri Çizelge 3.10.'da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Şirketlerin Ekonomik Sermayelerine Ait Dağılım Ölçütleri

Şirketler	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık
1	8.508.212	5.794.509	8.68	103
2	141.290.629	100.222.773	7.64	75
3	694.542.810	356.024.493	6.41	53
4	1.277.438.357	340.023.427	4.62	36
5	7.139.432	4.931.709	7.80	83
6	65.401.777	12.355.548	-0.08	19
7	685.648.597	208.245.341	3.84	24
8	2.437.222	631.629	0.55	9
9	23.548.302	5.551.281	-2.01	6
10	128.023.775	50.056.453	4.04	28
11	67.209.090	40.581.861	5.66	43
12	6.346.572	2.159.338	5.29	46
13	229.965.456	79.253.139	4.27	31
14	560.033.827	130.283.028	0.11	9
15	42.882.465	13.848.992	3.17	14
16	58.532.635	22.474.841	5.28	45
17	3.663.132	2.127.848	12.44	173
18	7.036.376	4.442.821	7.50	81
19	260.823	117.670	12.17	181
20	165.191.036	87.303.103	8.59	98
21	18.664.350	5.887.102	3.91	22
22	48.746.867	9.488.643	-1.19	13
23	57.663.880	38.674.279	9.48	115
24	9.765.920	2.526.077	0.68	9
25	14.261.900	10.875.797	7.56	76
26	42.603.845	14.851.742	3.34	16

Analizler sonucu, ekonomik sermaye gereksinimi en yüksek olan şirket 4. şirket iken; en az sermaye gereksinime sahip olan şirket ise 19. şirket olarak bulunmuştur. 4. şirket için ekonomik sermaye dağılımının simülasyon sonuçları incelendiğinde 1.277.438.357 TL ortalama ve 340.023.427 TL standart sapma ile sağa çarpık, sivri bir dağılım gösterdiği görülmektedirken; 19. şirket için 260.823 TL ortalama ve 117.670 TL standart sapma ile sağa çarpık, sivri bir dağılım görülmektedir.

Hem risk katkısı hem de ekonomik sermaye miktarı en yüksek olan şirket, 4. şirket iken; en düşük olan şirket 19. şirkettir. Görüldüğü üzere risk katkısı ve ekonomik sermaye miktarı arasında bir ilişki söz konusudur. Çünkü ekonomik sermaye, beklenmedik riskleri içeren yani risk katkılarını ele alan bir miktardır. Dolayısıyla risk katkısı ne kadar büyük olursa ekonomik sermaye miktarı da o kadar çok olacaktır.

4. SONUÇ

Bankaların, sigorta sektörünün ve diğer finansal kuruluşların, faaliyetlerini devam ettirebilmek ve olası risklere karşı önlem almak amacıyla risk yönetimlerini iyi yapmaları gerekmektedir. Bunun için ise bazı portföy risk hesabı yöntemleri kullanmaları gerekmektedir. Kimi kuruluşlar hazırda var olan yöntemleri kullanırken kimileri ise kendi içsel yöntemlerini oluşturmaktadırlar. İçsel yöntemleri oluştururken de mali, teknik, sermaye yapısı, organizasyon, rekabet gücü, finansal durumlar gibi etkenleri hesaplama katarlar. Bu bilgiler kuruluşların kendilerine ait olup çoğu zaman dışarıya bilgi aktarımı yapılmamaktadır. Bu durum kuruluşun içinde bulunduğu sektör için tam anlamıyla pozisyonunun bilinmemesine neden olmaktadır. Örneğin, sigorta sektörü için sigorta şirketlerine ait bazı bilgilerin şeffaf halde ulaşılabilir olmaması sektörün hangi konumda olduğunu, gelişmekte mi yoksa gerilemekte mi olduğu konusunda tam bir bilgi verememektedir. Bu nedenle de gerekli önlemler alınmayıp ya da gelişmeler gösterilemeyip sektörün durumunda iyileştirme yapılamamaktadır.

Bu tezin uygulama aşamasında da bilgi eksikliğinden kaynaklı zorluklar çekilmiştir. Bu sebeple içeriden (on-site) değerlendirme yöntemi değil, dışarıdan (off-site) gözleme değerlendirme yöntemi uygulanmıştır. Türkiye'de bulunan 2010-2016 yılları arasında hayat dışı alanında faaliyet gösteren 26 şirket ele alınmıştır. Bilgi eksikliğinden kaynaklı nedenlerden dolayı şirketlere ait derece notları üzerinde bazı varsayımlar yapılmış ve bu varsayımlar üzerinden analizler yapıldığı için de şirketlerin isimleri gizli tutulmuştur. Zira bu tezdeki varsayımlar sonucu bir şirketin kötü bir pozisyonda çıkması gerçekte de o kadar kötü olduğu anlamına belki de gelmemektedir. Her ne kadar simülasyon yöntemi kullanılıp gerçeğe yakın değerler elde edilmeye çalışılmışsa da bu belirsizlikten dolayı etik olarak isim vermeden analiz yapılması daha doğru bulunmuştur. Sonuç olarak amacımız olan şirketler arası sıralama bu varsayımlar doğrultusunda yapılabilmektedir.

Bu çalışma ile sigorta şirketlerinin risk dereceleri ve ekonomik sermaye miktarları belirlenerek Solvency II kapsamında riskler değerlendirilmektedir. Bu kapsamda sigorta şirketlerinin risklerinin, ellerindeki sermaye miktarı ile uyumlu hale getirilmesi amaçlanarak kontrollü bir risk yönetimi sağlanmaktadır. Önceden öngörülemeyen riskler karşısında şirketler, yükümlülüklerini karşılamada zorluklar çekebilmektedir. Dolayısıyla şirketler karşı karşıya kalabilecekleri tüm riskler için gerekli sermaye bulundurmalarıdır. Sermaye miktarı, şirkete ait derecelendirme, riske maruz miktar, ekonomideki dalgalanmalar gibi içsel ve dışsal faktörlerden etkilenmektedir. Bu nedenle şirketlerin

ellerinde tutmaları gereken sermaye miktarlarını belirlemeleri önem teşkil etmektedir. Böylece hem sigortalıların korunma altına alınabilmeleri hem de şirketlerin devamlılıklarını sürdürebilmeleri ve sektörün istikrarlı bir şekilde gelişimi sağlanmaktadır. Aynı zamanda finansal krizlerin etkisinin de azaltılmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada, şirketlerin portföy bazında riskleri değerlendirilirken bu önemli unsurlar dikkate alınıp tüm sigorta sektörünün riski finansal olarak hesaplanmaktadır. Böylece sigorta şirketlerinin ve dolayısıyla sektörün durumu hakkında daha doğru bir bilgi edinilebilmektedir. Bu sayede ekonomik sermaye bazlı gözlemlene vasıtası ile gerekli müdahaleler yapılarak sigorta sektörünün gelişimi sağlanabilmektedir.

Aktüeryal bir yaklaşım içeren CreditRisk+ yöntemi ile yapılan analizler sonucu sigorta sektörüne ait kayıp dağılımı, 5.096.143.364 TL ortalama, 416.843.059 TL standart sapma ile sağa çarpık, sivri bir dağılım olarak bulunmuştur. 11 şirket sigorta sektörünün gelişimi için olumlu yönde katkı sağlamaktayken; 4 şirket sigorta sektörü için olumsuz sonuçlar doğurmakta ve sektörün gerilemesine neden olmaktadır.

Tezde kullanılan bu yöntem, sadece hayat dışı sigorta alanı için kullanılmıştır. Bir başka ifadeyle tek sektörlü bir portföy analizi yapılmıştır. Sigorta şirketleri kendi değerlendirmelerini yaparken ya da bu tezdeki uygulama gibi devlet gözüyle sigorta sektörünün durumu incelenmek istendiğinde birden çok sektörlü portföy analizi kullanılarak risk analizi gerçekleştirilebilir. Böylece sektörler (branşlar) arasındaki korelasyonlar da dikkate alınarak daha doğru sonuçlara ulaşılabilir.

Ayrıca CreditPortfolioView modelinde olduğu gibi borçlulara ait temerrüt olasılıkları, makroekonomik faktörler doğrultusunda tahmin edilerek ve simülasyonlar oluşturularak risk analizi yapılabilir. Bilindiği gibi finansal kuruluşlar sadece kendi özelliklerinden kaynaklı nedenlerden ötürü bir risk arz etmeyip, aynı zamanda piyasa koşullarının etkisi nedeniyle de bazı olumlu ya da olumsuz sonuçlar doğurabilmektedirler. Bu nedenle şayet sektörün hangi faktörlerden etkilendiğine ait yeterli bir bilgi varsa, bu bilgiler doğrultusunda yapılan tahminler sayesinde daha doğru risk analizi yapılabilmektedir. Sonuç olarak bu tez çalışmasında kullanılmış olan bu model, bahsi geçen tüm geliştirmelere uygun olmak üzere esnek bir yapıda inşa edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Kredi Riski Nedir?, <http://www.reitix.com/Makaleler/Bankacilikta-Kredi-ve-Kredi-Riski/ID=1764> (Aralık, **2017**).
- [2] Türk Dil Kurumu, Büyük Türkçe Sözlük, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&view=bts&kategori1=veritbn&kelimsec=208559 (Aralık, **2017**).
- [3] Merton, R., On The Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates, *The Journal of Finance*, 29, 449-470, **1973**.
- [4] Fatemi, A., Fooladi, I., Credit Risk Management: A Survey of Practices, *Managerial Finance*, 32, 227–233, **2006**.
- [5] Smithson, C., *Credit Portfolio Management*, John Wiley & Sons, New Jersey, **2003**.
- [6] Anbar, A., Credit Risk Management in the Turkish Banking Sector: A Survey Study, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 5, 10–24, **2006**.
- [7] Oktay, S., Temel, H., Basel II Kriterleri Ekseninde Ticari Bankalarda Kredi Riski Yönetiminin Karşılaştırılmasına Yönelik Bir Saha Çalışması, *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 3, 163–185, **2007**.
- [8] Bessis, J., *Risk Management in Banking*, Second Edition, John Wiley & Sons, **2002**.
- [9] Crouhy, M., Galai, D., Mark, R., A Comparative Analysis of Current Credit Risk Models, *Journal of Banking & Finance*, 24, 59–117, **2000**.
- [10] Gupton, G.M., Finger, C.C., *CreditMetrics - Technical Document*, RiskMetrics Group, **2007**.
- [11] Duffie, D., Singleton, K.J., *Credit Risk: Pricing, Measurement, and Management*, Princeton University Press, **2003**.
- [12] Glasserman, P., Li, J., Importance Sampling for Portfolio Credit Risk, *Management Science*, 51, 1643–1656, **2005**.
- [13] Löffler, G., Implied Asset Value Distributions, *Applied Financial Economics*, 14, 875–883, **2004**.
- [14] Kealhofer, S., Bohn, J., *Portfolio Management of Default Risk*, KMV, **2001**.
- [15] Lu, Y., *Default Forecasting in KMV*, Dissertation for MSc, University of Oxford Mathematical and Computational Finance, **2008**.
- [16] Suisse, C., *CreditRisk+: A CreditRisk Management Framework*, Credit Suisse First Boston International, **1997**.
- [17] Crosbie, P., Bohn, J., *Modeling Default Risk*, Moody's KMV Company, **2003**.
- [18] Bharath, S.T., Shumway, T., *Forecasting Default with the KMV-Merton Model*, University of Michigan, **2004**.
- [19] Yeh, C., Lin, F., Hsu, C., A Hybrid KMV Model, Random Forests and Rough Set Theory Approach for Credit Rating, *Knowledge-Based Systems*, 33, 166–172, **2012**.
- [20] Zhang, Y., Shi, B., Non-Tradable Shares Pricing and Optimal Default Point Based on Hybrid KMV Models: Evidence from China, *Knowledge-Based Systems*, 110, 202–209, **2016**.

- [21] Vandendorpe, A., Ho, N., Vanduffel, S., Dooren, P., On the Parameterization of the CreditRisk+ Model for Estimating Credit Portfolio Risk, *Insurance: Mathematics and Economics*, 42, 736–745, **2008**.
- [22] Frey, R., McNeil, A.J., VaR and Expected Shortfall in Portfolios of Dependent Credit Risks: Conceptual and Practical Insights, *Journal of Banking & Finance*, 26, 1317–1334, **2002**.
- [23] Câmara, A., Popova, I., Simkins, B., A Comparative Study of the Probability of Default for Global Financial Firms, *Journal of Banking & Finance*, 36, 717–732, **2012**.
- [24] Lee, W., Redefinition of the KMV Model's Optimal Default Point Based on Genetic Algorithms – Evidence from Taiwan, *Expert Systems with Applications*, 38, 10107–10113, **2011**.
- [25] Nickell, P., Perraudin, W., Varotto, S. Ratings-Based Credit Risk Modelling: An Empirical Analysis, *International Review of Financial Analysis*, 16, 434–451, **2007**.
- [26] Çomakoğlu, A., *Credit Risk Modelling and Quantification*, Dissertation for MSc, Boğaziçi University Industrial Engineering, İstanbul, **2009**.
- [27] Allen, L., Delong, G., Saunders, A., Issues in the Credit Risk Modeling of Retail Markets, *Journal of Banking & Finance*, 28, 727–752, **2004**.
- [28] Kaya, E., Tokay, S.H., Kaya, B., Sigorta Sektöründe Sermaye Yeterliliği ve Türk Sigorta Sektörünün Solvency II Kapsamında Değerlendirilmesi, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 109–138, **2014**.
- [29] European Commission, *QIS5 Technical Specifications*, Financial Institutions Insurance and Pensions, **2010**.
- [30] Acar, O., *Avrupa Birliği Solvency II Projesi*, Türkiye Sigorta ve Reasürans Şirketleri Birliği, **2007**.
- [31] Directive 2009/138/EC of The European Parliament and of The Council of 25 November 2009 on the Taking-up and Pursuit of the Business of Insurance and Reinsurance (Solvency II), *Official Journal of The European Union*, L335, **2009**.
- [32] James, C., *RAROC Based Capital Budgeting and Performance Evaluation: A Case Study of Bank Capital Allocation*, Wharton Financial Institutions Center, **1996**.
- [33] Goldfarb, R., *Risk-Adjusted Performance Measurement for P&C Insurers*, **2010**.
- [34] Cummins, D., Allocation of Capital in the Insurance Industry, *Risk Management and Insurance Review*, 3, 7–28, **2000**.
- [35] Saunders, A., Allen, L., *Credit Risk Measurement: New Approaches to Value at Risk and Other Paradigms*, Second Edition, John Wiley & Sons, **2002**.
- [36] Küçüközmen, C.C., Yüksel, A., *A Macro-econometric Model for Stress Testing Credit Portfolio*, 13 th Annual Conference of the Multinational Finance Society, **2006**.
- [37] Masters, B., *Introduction to CreditMetrics*, J.P.Morgan & Co. Incorporated, **1997**.
- [38] Schmid, B., *Credit Risk Pricing Models: Theory and Practice*, https://archive.org/details/springer_10.1007-978-3-540-24716-6 (Kasım, **2017**).

- [39] Altman, E.I., *Default Recovery Rates and LGD in Credit Risk Modelling and Practice: An Updated Review of the Literature and Empirical Evidence*, New York University, Stern School of Business, **2006**.
- [40] History of KMV, <https://www.moodysanalytics.com/About-Us/History/KMV-History> (Ocak, **2018**).
- [41] Allen, L., *Credit Risk Modeling of Middle Markets*, Zicklin School of Business, Baruch College.
- [42] Bluhm, C., Overbeck, L., Wagner, C., *An Introduction to Credit Risk Modeling*, Chapman & Hall/ CRC Financial Mathematics Series, **2003**.
- [43] Derecelendirme Metodolojisi, <http://www.turkrating.com/metodolojiler/kurumsal-sirketler/> (Eylül, **2017**).
- [44] Akbulak, Y., Kredi Derecelendirmesi veya Rating: Kavram ve Ölçütler, *Mali Çözüm Dergisi*, 171–184, **2012**.
- [45] Higham, N.J., Cholesky Factorization, *Wires Computational Statistics*, 1, 251-254, **2009**.
- [46] Stewart, G.W., On the Early History of the Singular Value Decomposition, *SIAM Review*, 35, 4, **1993**.

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Melis Erkan

Doğum Yeri : Ankara

Medeni Hali : Bekar

E-posta : melis-1596@hotmail.com

Adres : Hacettepe Üniversitesi Aktüerya Bilimleri Bölümü

Eğitim

Lisans : 2009-2014 Hacettepe Üniversitesi İstatistik Bölümü

Erasmus : 2014 Wyższa Szkoła Bankowa w Gdańsku - Polonya

Yüksek Lisans : 2015-2018 Hacettepe Üniversitesi Aktüerya Bilimleri Anabilim Dalı

Yabancı Dil Düzeyi

İngilizce, İleri

İtalyanca, Başlangıç

İş Deneyimi

Deneyim Alanları

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

Tezden Üretilmiş Yayınlar

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
AKTÜERYA BİLİMLERİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 24/05/2018

Tez Başlığı / Konusu: Sigorta Sektörünün Kredi Portföy Risk Modeli İle Değerlendirilmesi

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 58 sayfalık kısmına ilişkin, 22/05/2018 tarihinde ~~şahsım~~/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 4 'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/~~dâhil~~
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik 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

Adı Soyadı: Melis Erkan
Öğrenci No: N14327441
Anabilim Dalı: Aktüerya Bilimleri Bölümü
Programı: Aktüerya Bilimleri Bölümü
Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

24/05/2018

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Doç. Dr. KARKA YILDIRAN
SKY

(Unvan, Ad Soyad, İmza)