

**BASEL II DÜZENLEMELERİ ÇERÇEVESİNDE KULLANILAN KREDİ RİSKİ MODELLERİ: KARŞILAŞTIRMALI
BİR ÇALIŞMA¹**

**CREDIT RISK MANAGEMENT MODELS WITHIN THE FRAMEWORK OF BASEL II: A COMPARATIVE
STUDY**

Volkan DAYAN²

Sibel KARĞIN³

ÖZET

Son yıllarda risk yönetimi bankaların faaliyetlerini sürdürebilmeleri açısından en önemli faktörlerden biri olmuştur. Bankalar faaliyetlerinde birçok riskle karşı karşıya kalmaktadır. Günümüzde özellikle kredi riskinin azaltılması bankacılık sektörünün önemli konularından bir tanesidir. Bankalarda etkin ve doğru karar almayı sağlayan kredi riski modelleri oluşturulmalıdır. Literatürde kredi portföyü riskini ölçen birçok model bulunmaktadır. Bu çalışmada Basel II standartlarına da uyumlu olan tescilli modeller ve yoğun (indirgenmiş) modellere yer verilmiştir. Son olarak kredi riski yönetim modellerinin benzer ve farklı yönleri incelenmiştir. Bu incelemelerde veri kaynakları, kredi volatiliteleri, korelasyonları, düzelme oranları, sayısal yöntemler, faiz oranları, risk sınıfları dikkate alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: kredi, risk, ölçüm, modelleme, Basel II

¹ Bu makale, Öğr Gör Dr. Volkan DAYAN'ın doktora tezinin ilgili bölümleri derlenip, düzenleme ve güncelleme yapılarak hazırlanmıştır.

² Öğr. Gör. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Milas Sıtkı Koçman Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, volkan.dayan@mu.edu.tr

³ Yrd. Doç Dr., Celal Bayar Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, sibel.kargin@bayar.edu.tr

ABSTRACT

In recent years risk management is the most important factor for banking sector. There are many risks associated with banking operations. Especially, minimizing the credit risk is a fundamental responsibility for banking sector today. Development of effective and accurate credit risk modelling can have a big impact on the decision making process of the banks. Several models for measuring credit portfolio risk have been developed. In this study it is aimed to explain credit risk models called industry models and reduced form intensity-based models concept within Basel II framework. Finally similar and different aspects of credit risk measurement models were investigated. In these analyzes data sources, credit volatilities, correlations, recovery rates, numerical methods, interest rates, risk classes, are taken into consideration.

Keywords: *credit, risk, measurement, modelling, Basel II*

1. GİRİŞ

Sadece Türk bankacılık sektörünü değil tüm dünya bankalarını etkileyen birçok risk bulunmaktadır. Basel II sermaye uzlaşısına göre bu risklerin başlıcaları piyasa riski, operasyonel risk, likidite riski, sermaye yetersizliği, ülke riski ve kredi riskidir. Bankaların en önemli fonksiyonlarından bir tanesi de kredi vermektir. Bu yüzden bankacılık sektöründe ön plana çıkan risk de kredi riski olmaktadır. Kredi riskinin yönetimi hem bankanın kendisi hem de banka müşterileri açısından önem kazanmaktadır. Kredi riski, borçlunun yükümlülüğünü yerine getirememesinden kaynaklanmaktadır. Banka müşterisi borcunu ödeyemez konuma geldiğinde daha büyük bir ödeme yükünü üstlenirken, banka ise borcun ödenmemesinden kaynaklı olarak zarara uğramaktadır. Bankacılık sistemi için bu riskin hesaplanması çok önemli hale gelmektedir.

Kredi riski yönetimi konusunda literatürde birçok model bulunmaktadır. Yeni düzenlemeler zaten kredi riskinin yönetimi konusunda birçok kural getirmektedir. Bankaların bir kısmı içsel modelleri kullanırken bir kısmı da derecelendirme kurumlarının ya da diğer bankaların geliştirdikleri modelleri kullanmaktadır.

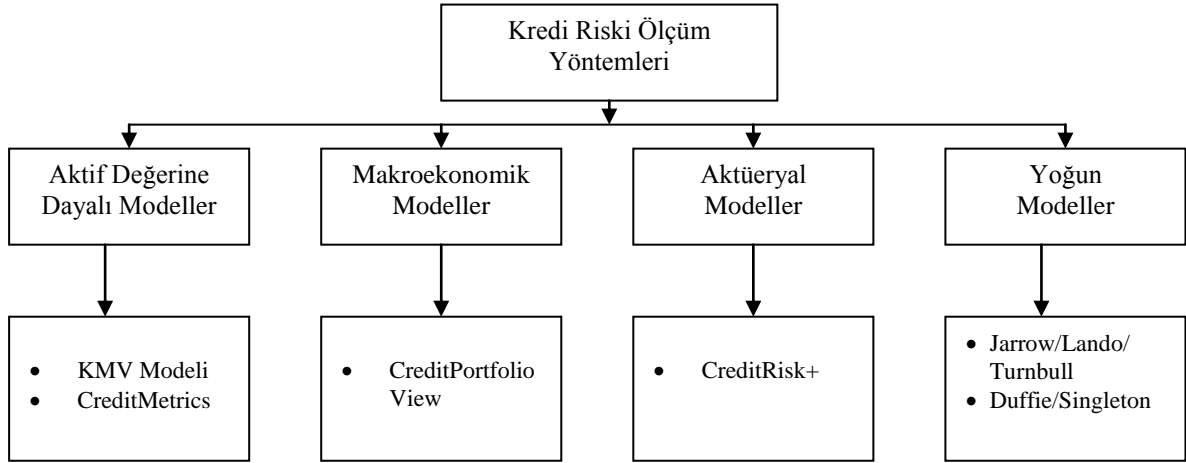
Özellikle son dönemlerde yaşanan krizlerle kredi riskinin yönetimi daha da artmıştır. Hatta bazı modeller verdiği sonuçlarda yetersiz kalmış veya eksik tahminlerde bulunmuşlardır. Bankalar faaliyetlerinde birçok riskle karşı karşıya kalmaktadır. Günümüzde özellikle kredi riskinin azaltılması bankacılık sektörünün önemli konularından bir tanesidir. Bankalarda etkin ve doğru karar almayı sağlayan kredi riski modelleri oluşturulmalıdır. Literatürde kredi portföyü riskini ölçen birçok model bulunmaktadır. Bu çalışmada Basel II standartlarına da uyumlu olan tescilli modeller ve yoğun (indirgenmiş) modellere yer verilmiştir.

Çalışmanın amacı Basel II standartları ile uyumlu modellerin karşılaştırılması ve kredi riski modelleri konusunda araştırma yapanların faydalanabileceği bir kaynak yaratmaktır. Araştırmacıların kredi riski yönetimi modelleri konusunda karşılaştırmalar ile fikir edinebilmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla kredi riski yönetimi modelleri konusunda detaylı bir literatür taraması yapılmış bu alanda ön plana çıkan eserlerde yer alan modeller bir araya getirilmiştir. Bu sayede hem akademik araştırmalar için hem de bankacılık sektörü ile bilgi paylaşımı amaçlanmıştır. Modeller seçilirken Basel II standartları ile uyumlu olanlar tercih edilmiştir. Modeller incelenirken tescilli modeller, makroekonomik modeller, aktüeryal modeller ve yoğun (indirgenmiş) modeller seçilmiştir.

2. KREDİ RİSKİ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Bankalar ve özel finans kurumları, kredi analizinde ve kredi riskinin ölçülmesinde, genellikle, bir iç kredi derecelendirme sistemi ve/veya bir kredi skora modelini kullanmaktadır (Anbar ve Karabıyık, 2006:128).

Şekil- 1. de çalışmada yer alan kredi riski ölçüm yöntemleri ve kullanılan modeller çeşitli kriterlere göre ayrıma tabi tutulmuştur. KMV ve CreditMetrics aktif değerine dayalı modeller olarak incelenmektedir. CreditPortfolio View modeli ise makroekonomik model olarak ele alınmaktadır. Aktüeryal modellerde ise CreditRisk+ modeli yer almaktadır. Yoğun (indirgenmiş) modeller ise Jarrow-Lando-Turnbull modeli ile Duffie-Singleton modelidir.



Şekil- 1. Kredi Riski Ölçüm Yöntemleri

Kaynak: Bluhm vd., 2003:61

Kredi riski ölçümü konusunda birçok banka ve kredi derecelendirme kuruluşları çeşitli modeller geliştirmiştir. Çalışmada derecelendirme kuruluşlarının geliştirdiği tescilli modellere yer verilmiştir. Modellerde esas olarak perakende krediler için geri ödeme eğilimi ölçülmekte, kurumsal kredilerde ise temerrüt riski ölçülmektedir. Tescilli modeller temerrüt riski hesaplanması üzerine oluşturulmuştur. Perakende portföyler için skora modelleri, kurumsal kredilerde ise temerrüt hesaplanması daha uygun olmaktadır (Ranson, 2003:479).

Risk yönetiminde son yıllarda hem teorik açıdan hem de teknoloji alanında önemli gelişmeler yaşanmıştır. Kredi riski ölçümüyle ilgili hem akademik hem de tescilli modeller vardır. Yurt dışında bankalar tarafından kullanılan tescilli modeller artık Türk bankaları tarafından da kullanılmaktadır (Oktay ve Temel, 2007:167).

Oktay ve Temel (2007) yaptığı çalışmaya göre; Türkiye’de özel sermayeli bankaların birinin CreditMetrics ve CreditRisk+ modellerini beraber kullandığını belirtmiştir, 4 banka ise kullandığı modelin adını vermemiştir. Bir yabancı sermayeli banka KMV modelini kullandığını ve Türkiye’de şubesi olan yabancı bankalardan biri KMV modelini, diğeri ise CreditRisk+’i kullandığını belirtmiştir.

Kredi riski ölçüm yöntemleri sınıflandırırken Bluhm vd. (2003)’ün yaptığı sınıflandırma dikkate alınmıştır.

2.1. Aktif Değerine Dayalı Modeller (Tescilli Modeller)

Tescilli modellerde yoğunlaşmalar, sektörün durumu, kredi derecelerinin sınıfları, ülke veya enstrüman çeşidi gibi çok boyutlu faktörler göz önüne alınmakta, kredi riskinin ölçülmesi ve kontrol edilmesi sağlanmaktadır. Risk tabanlı rasyonel performans ölçümü ve sermaye dağıtımı yapılabilmektedir (Mirza, 2006:14).

Finansal kurumlar, önceleri sadece kredi bazında kredi riskini ölçüp yönetirken, artık portföy bazında kredi riskini ölçmeye ve yönetmeye başlamışlardır. İkincil kredi piyasalarının gelişmesi, kredi portföylerinin aktif olarak yönetimine imkan sağlamıştır. Ayrıca bilgisayar teknolojisinin gelişmesi de, kredi portföylerinin riskinin ölçülmesini ve yönetimini kolaylaştırmıştır.

Portföy kredi risk modelleri, temerrüt olasılığı, geri dönüş oranı, korelasyon ve geçiş matrisleri parametreleri kullanarak, portföyün kredi riskini hesaplamaktadır. Bu modeller ile gelecekteki ekonomik potansiyel senaryolar ve kredi olayları simüle edilmektedir. Kredi riskinin ölçülmesi dışında, kredi risk modelleri asgari sermaye miktarının ve ekonomik sermayenin hesaplanmasında, kredilerin fiyatlandırılmasında, kredi limitlerinin belirlenmesinde, performans değerlemede ve kurum içi raporlamada da kullanılabilir.

Genellikle yatırım ve portföy yönetim şirketleri tarafından geliştirilen kredi risk modellerinin başlıcaları; KMV firması tarafından geliştirilen Credit Monitor, Credit Suisse tarafından geliştirilen Credit Manager gibi yazılımlardır (Anbar, 2005:41-42).

2.1.1. KMV (KMV’s Portfolio Manager) Modeli

KMV modeli Amerika Birleşik Devletleri’nde bulunan KMV şirketinde geliştirilmiştir. KMV modeli; şirketin kurucusu olan Kealhofer, MeQuow and Vasieek’in isimlerinin baş harflerinin kısaltmasıyla adlandırılmıştır. Bu model Merton opsiyon fiyatlama teorisine dayanmaktadır.

KMV, geçmiş ortalama temerrüt oranları ve geçiş olasılıklarının gerçek oranlardan önemli bir biçimde farklılık gösterdiğini açıklayan bir simulasyon uygulaması yapmıştır. Ayrıca KMV, aynı derece sınıfında temerrüt oranlarında ciddi farklılıklar olabileceğini ve temerrüt olasılığı dizisinde örtüşmenin oldukça geniş olabileceğini ampirik uygulama yoluyla kanıtlamıştır.

KMV, her bir borçlu için Merton Modeli'ni baz alarak beklenen temerrüt frekansını türetmektedir. Buna göre, temerrüt olasılığı, firmanın sermaye yapısının, varlık getirisi değişkenliğinin ve güncel varlık değerinin bir fonksiyonudur. Dolayısıyla beklenen temerrüt frekansı firmaya özgüdür ve borçlunun esdeğer derecesini türetmek için herhangi bir derecelendirme sistemiyle eşleştirilebilir (Öker, 2007: 244).

KMV modelinde batma süreci firmanın sermaye yapısı ile alakalı olarak içseldir. Firmanın aktifleri belirlenmiş kriter değerinin altına düştüğünde batma oluşur. KMV modeli, objektif tek bir derecelendirmeden çok her firma için ayrı bir derecelendirme öngörmektedir (Babuşçu, 1997:145).

Modelin temel mantığı; hisse senedini veri alıp opsiyonların oluşumunu açıklamaktadır. Şirketlerin borçları veri alınarak volatiliteler ile birlikte gelecekte işletmenin temerrüte düşme olasılığı hesaplanmaktadır (Huang ve Sheng, 2010:73).

KMV modeli; kredi geri dönüşlerinin olasılık hesaplarını bankalardan kredi çeken işletmelerin hissedarları cephesinden de hesaplayabilmektedir. Bu hesaplama yapılırken, işletmenin tahvillerinin piyasa değeri ile aktiflerinin piyasa değeri arasındaki ilişkiyi incelemektedir. İkinci olarak ise bu değerlerin volatiliteleri (belirli bir zaman aralığında değerindeki değişimin standart sapması) ve aralarındaki ilişki incelenmektedir (Saunders ve Allen, 2002:49).

KMV modeli ile bir portföyün kredi riskinin hesaplanabilmesi için üç girdiye ihtiyaç vardır. Bunlar; kredinin beklenen getirisi, riski (varyansı) ve temerrüt risklerinin korelasyonudur. Model; temerrüte uzaklık değerini (DD); krediyi kullanan işletmenin o dönemdeki temerrüt olasılığı ile (PD) borçlanma sınırını hesaplamaktadır. KMV modeli ile PD değerlerinden oluşan geçmişe dayalı bir veritabanı kullanılmakta ve Tahmini Temerrüt Sıklığı (EDF) hesaplanmaktadır. Kredinin artık getirisi (varlık getirisiyle kıstas getiri arasındaki fark) R_{it} değeri;

$$R_{it} = [Spread_i + Fees_i] - [Expected Loss_i] - r_f$$

ya da

$$R_{it} = [Spread_i + Fees_i] - [EDF_i \times LGD_i] - r_f$$

formülü ile hesaplanır (Allen ve Saunders; 2004, s. 745). Formüldeki $Spread_i$ bankanın fonlama maliyetini, $Fees_i$ krediden kazanılan yıllık ücretleri, $Expected Loss_i$ krediden beklenen kaybı, r_f borçlu tarafından ödenen faiz oranını göstermektedir. $Expected Loss_i$ değeri, aynı zamanda EDF_i yani borçlunun gelecek yıl temerrüde düşme ihtimalinin ya da beklenen temerrüt sıklığının, LGD_i ile yani temerrüt durumunda kaybın şiddeti ile çarpımına eşittir (Korkmaz,2004:11).

Risk ya da beklenmeyen kayıp ise;

$$\sigma_i = [EDF_i(1-EDF_i)]^{1/2} \times LGD_i$$

formülü ile hesaplanır (Allen ve Saunders, 2004:745).

KMV modeli verilen bir zaman diliminde, kredi portföy dağılımını hesaplamakta ve farklı risk seviyelerinde gerekli ekonomik sermaye miktarını belirtmektedir. Model, geçiş ve temerrüt olasılıklarını hesaplarken güncel oranları da kullanmaktadır. Ayrıca KMV modeli aynı kredi derecesine sahip tahvillerdeki farklı temerrüt olasılıklarını ya da farklı derecelere sahip tahvillerde de aynı temerrüt olasılıklarının olabileceğini hesaplayabilmektedir (Crouhy vd., 2004:85).

KMV temerrüte olan uzaklık değeri (DD) Şekil-2.'de gösterilmektedir.

DD değeri; aktif değeri dağılımının anlamlılık düzeyi ile kritik temerrüt noktasının eşik değeri arasındaki standart sapma sayısıdır. DD belirli bir zaman aralığında kısa vadeli yabancı kaynaklarda yer alan her bir kısa vadeli borcun başa baş değerini ve uzun vadeli borçların yarısını ifade etmektedir. DD aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır;

STD → Kısa vadeli borçlar,

LTD → Uzun vadeli borçlar,

DPT → Temerrüt Noktası = STD +1/2 LTD,

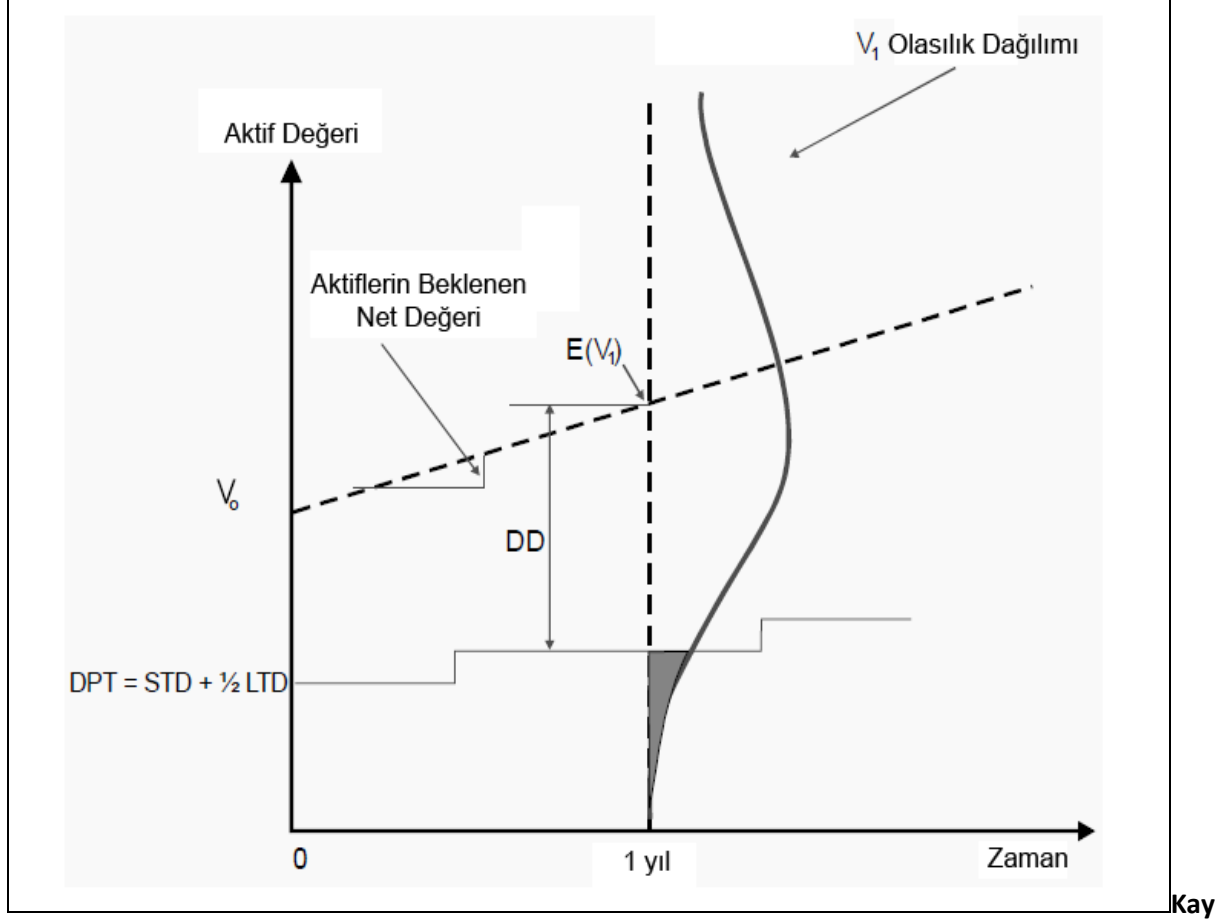
DD → Temerrüte olan uzaklık değeri. 1 yıllık zaman aralığında aktiflerin beklenen değerini ifade etmektedir. $E(V_1)$ ve temerrüt noktası DPT değeri gelecekteki aktif getirisinin standart sapması ile ifade etmektedir ve

$$DD = \frac{E(V_1) - DPT}{\sigma_A}$$

formülü ile hesaplanmaktadır.

Şekil-2. de belirli bir olasılık dağılımında aktif değeri ve zaman eksenine göre temerrüte olan uzaklık değeri ve aktiflerin beklenen net değeri gösterilmektedir.

Şekil-2. Temerrüte Olan Uzaklık Değeri



nak: Kaynak: Crouhy vd., 2004:90.

Aktif değerinin *Log-normal** bir dağılım sergilediği varsayılırsa DD değeri T zaman aralığında aktif getirisinin standart sapması;

$$DD = \frac{\ln(V_0 / DPT_T) + (\mu - (1/2)\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

* Normal dağılımın kolay ve özelliklerinin iyi bilinmesinden dolayı normal dağılmış olmayan dağılımların da uygun bir dönüşümle normal dağılıma uydurulması yoluna gidilir. Bu amaçla logaritmik dönüşüm yaygın olarak kullanılır. Lognormal dağılımda rastgele değişken sadece pozitif değerler alabildiği ve dağılımın pozitif çarpıklığı olduğu için bu dağılım pratikte karşılaşılan birçok değişkenlere iyi uyar (Ülke ve Baran, 2005:5).

formülü ile hesaplanmaktadır. V_0 aktiflerin cari piyasa değerini, DPT_T T zaman aralığındaki temerrüt noktasını, μ beklenen net aktif getirisini, σ aktifin yıllık volatilitisini ifade etmektedir. Grafikteki taralı alan temerrüt noktasının altını göstermektedir ve $N(-DD)$ değerine eşittir (Crouhy vd, 2004:90).

Moody's tarafından geliştirilen KMV modeli daha önceden opsiyon fiyatlama modelinde kullanılan "*Black Scholes Merton*" modelini daha da geliştirerek kullanmaya başlamıştır. Bu model *Merton* modelinin yeni bir sürümü olarak anılmaktadır. *KMV-Merton* adını alan modelde; ikincil tahvil piyasasındaki faiz marjlarının %60-70 oranında değişimlerini açıklamakta ve derecelendirme kuruluşlarınca kullanılan klasik matris fiyatlama yaklaşımlarına göre daha fazla uyum sağlamaktadır (Kealhofer, 2003:78).

KMV-Merton modeli; bir işletmenin temerrüt olasılığını herhangi bir zaman için hesaplayabilmektedir. İşletmenin borcunun nominal değeri, piyasa değeri ve işletmenin volatilité değeri de hesaba katılarak temerrüt olasılığı bulunmaktadır. Bu değişkenler hesaba katıldıktan sonra *z-skoru* değerlerine göre tahminlenen zaman dilimi içerisinde işletmenin piyasa değerinin borcun nominal değerinden daha az olma durumunu olasılık dağılımı fonksiyonu ile incelemektedir.

2.1.2. CreditMetrics Modeli

CreditMetrics; krediler gibi alım-satıma konu olmayan varlıkların ya da şirket tahvillerinin portföy risklerinin ölçülmesi için kullanılmak üzere geliştirilmiştir (J.P.Morgan, 1999:4). CreditMetrics modelinde temerrüt durumunda kayıp tahminleri ölçülmektedir. Bu model 1997 yılında JP Morgan ve sponsorları tarafından, riske maruz değer (RMD) modeli ile birlikte ele alınmış ve geliştirilmiştir. Riske maruz değer, belirli bir güven aralığında ve belli bir ölçüm süresi içinde bir portföyün maksimum kaybedebileceği değer olarak tanımlanabilir. RMD kavramının kolaylığı; enstrümantal seviyeden, makro portföy seviyesine kadar çeşitli seviyelerde işleyebiliyor olmasındandır. Gelişmiş ülkelerdeki hemen hemen bütün önemli finansal kurumlar, RMD'yi günlük risk ölçümünün bel kemiği olarak kabul etmişlerdir (Taş ve Tiftikçi, 2005:4-5).

CreditMetrics Modeli, JP Morgan Creditmetrics™ tarafından geliştirilen kredi geçiş yaklaşımıdır. CreditMetrics, kredi ratinginin değişmesine yönelik bir analize dayanmaktadır. Bu modelde, bir kredi derecesinden diğer bir kredi derecesine belli bir zaman içerisinde geçme ve temerrüde düşme olasılıkları ele alınmaktadır (Öker, 2007: 241). Bu modelde gelecek yıllarda olası bir başarısızlık durumunda kredilerde ne kadar kayıp yaşanabileceği hesaplanmaktadır.

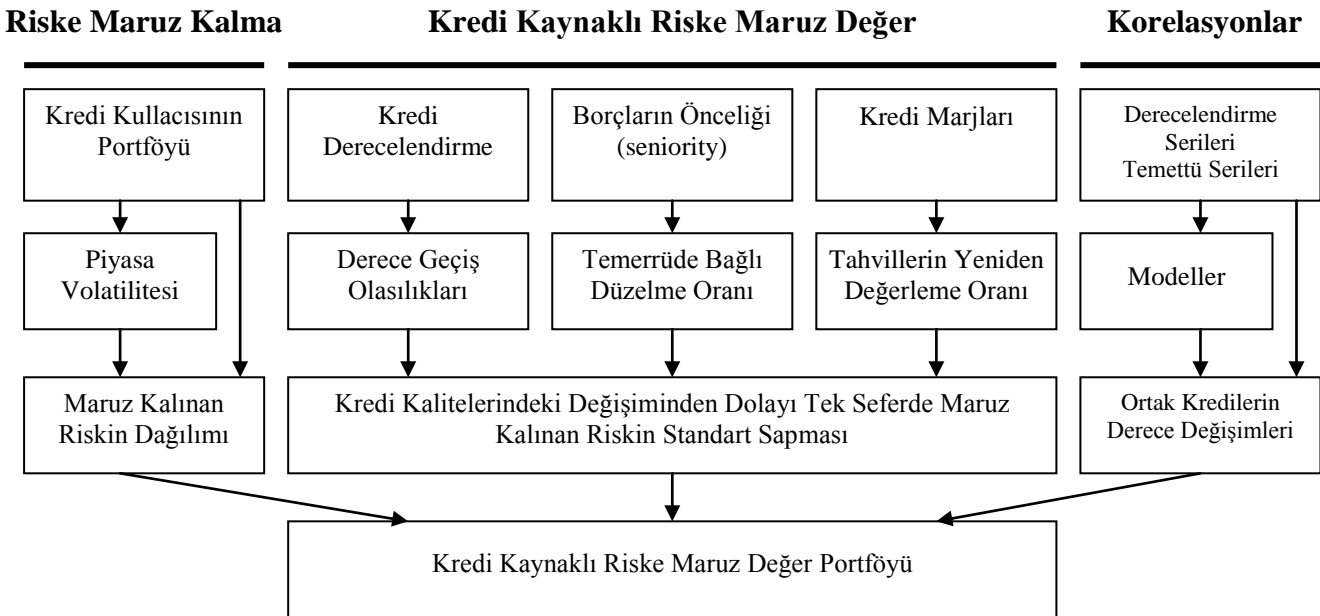
Creditmetrics yaklaşımı ile işletmelere tüm kuruluş çapında kredi riski analizi yapma imkanı sağlamaktadır. Analizde kredilerdeki yükseliş, düşüş ve temerrüd verileri ile birlikte Riske Maruz Değer (RMD) hesaplanmaktadır. Bu model operasyonlarında kredi riskine maruz kalan tüm işletmeler ve onlarla birlikte çalışan bankalar için uygun bir modeldir. Bu yaklaşımda çok geniş bir ölçekte hisse senedi, standart krediler, finansman kredileri, akreditifler, sabit gelir kalemleri gibi birçok araç kullanılmaktadır. Ayrıca bu yaklaşımda ticari krediler ve alacakların yanında swap, forward ve diğer türev araçlar da kullanılabilir (J. P. Morgan, 1997,:3).

Bu model üç aşama halinde incelenebilir:

1. Meydana gelebilecek herhangi bir olumsuzluk durumunda işletmelerin ve kredi kalitelerinin durumu,
2. Kredi borçlularının kredi geçiş matrislerinin birbiriyle etkileşimi ve bağımlılığı düzeyi,
3. Meydana gelebilecek herhangi bir olumsuzluk durumunda işletmelerin maruz kalabileceği zarar ve yeniden değerlendirme durumu incelenir.

CreditMetrics modelinin işleyiş yapısı Şekil-3. de incelenebilmektedir.

Şekil-3. CreditMetrics Modelinin İşleyişi



Kaynak: [J.P. Morgan, 1997:4.](#)

İşletmenin kredi kalitesinde belirleyici olan en önemli faktör şüphesiz kredi derecelendirme notu olmaktadır. CreditMetrics modelinin birinci aşamasında temerrüt öncesi bu notlar arasında geçiş yaşama olasılıklarıdır. CreditMetrics, kredi geçiş matrislerini kullanarak basit bir şekilde ifade

edebilmektedir. Kredi geçiş matrisleriyle belirli bir zaman aralığına göre her borçlu bir derece almakta, bu derecelendirmedeki iyileşme veya kötüleşme olasılığı veya temerrüte düşme durumu belirlenmektedir. Tablo-1. de örnek bir geçiş matrisi verilmiştir.

Tablo-1. Kredi Geçiş Matrisi

Kredi Geçiş Matrisi (1 Yıllık)(%)								
(t')								
Kredi Derece Notundan (t)	Kredi Derece Notuna Geçiş							
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	D
AAA	88,658	10.294	1.017	0.000	0.031	0.000	0.000	0.000
AA	1.079	38.705	9.553	0.342	0.145	0.145	0.000	0.031
A	0.063	2.876	90.205	5.919	0.740	0.177	0.010	0.010
BBB	0.053	0.339	7.069	85,238	6.053	1.005	0.085	0.159
BB	0.033	0.077	0.557	5.680	83,572	8.053	0.535	1.464
B	0.011	0.044	0.174	0.652	6.595	82.703	2.760	7.062
CCC	0.000	0.000	0.660	1.050	3.050	6.110	62.970	26.160
D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000

Kaynak: Antonov ve Yanakieva, 2004:2.

Kredi geçiş matrislerini kredi derecelendirme kuruluşları belirlemektedir. Kredi geçiş matrislerinin oluşturulmasında kullanılan birkaç teknik vardır. Bunlardan ilki kredi derecelendirme şirketinin veritabanından belirli bir yıl aralığı seçilmekte ve benzer periyottaki geçişler baz alınarak matris oluşturulmaktadır. Başka bir teknikte ise açık bir model ile geçişler ile temerrütler arasındaki ilişkiler faiz oranları gibi makroekonomik değişkenler de dikkate alınarak matrislerin oluşturulmasıdır. Geçiş matrislerinde çeşitli olasılıkların kullanılması temerrüt tahminini kolaylaştırmaktadır

(J.P.Morgan; 1999, s. 46). Sol üst köşeden sağ alt köşeye inen köşegen üzerinde geçiş olmadığı kabul edilmektedir (Jafry ve Schuermann, 2003:33).

Modelin ikinci aşamasında kredi geçiş matrislerindeki not geçişlerinin işletmeye etkisinin ölçülmesi amaçlanmaktadır. İşletmenin uğrayabileceği potansiyel zararın bertaraf edilebilmesi için bu değerlerin bilinmesi gerekir. Bu hesabın yapılabilmesi için işletmenin kredi derecelendirme kuruluşundan aldığı notun, işletmenin tahvilinin piyasa değerinin, devlete ait hazine bonosunun değerinin bilinmesi gerekmektedir.

Modelde; kredi kullanan ve temerrüde düşme olasılığı olan bir işletmenin kredi notunun j olduğu varsayımıyla indirgeme fonksiyonu (discount function) $D_j(t, t')$ olarak belirlenir. t gününde ilgili ülkenin para değeri ile şirketin tahvilinin piyasa değeri belirlenmiştir.

Ayrıca t' gününden önce şirketin temerrüde düşmeyeceği varsayılmaktadır. $D_0(t, t')$ fonksiyonu ise temerrüt riski olmayan devlete ait hazine bonosunun fiyatını göstermektedir. Kredi notunun j olduğu varsayılan firmanın t gününden t' gününe kadar olan kredi faiz farkının (credit spread) fonksiyonu $S_j(t, t')$ olur. Denklik ise;

$$D_j(t, t') \equiv D_0(t, t') \exp[-S_j(t, t')(t' - t)]$$

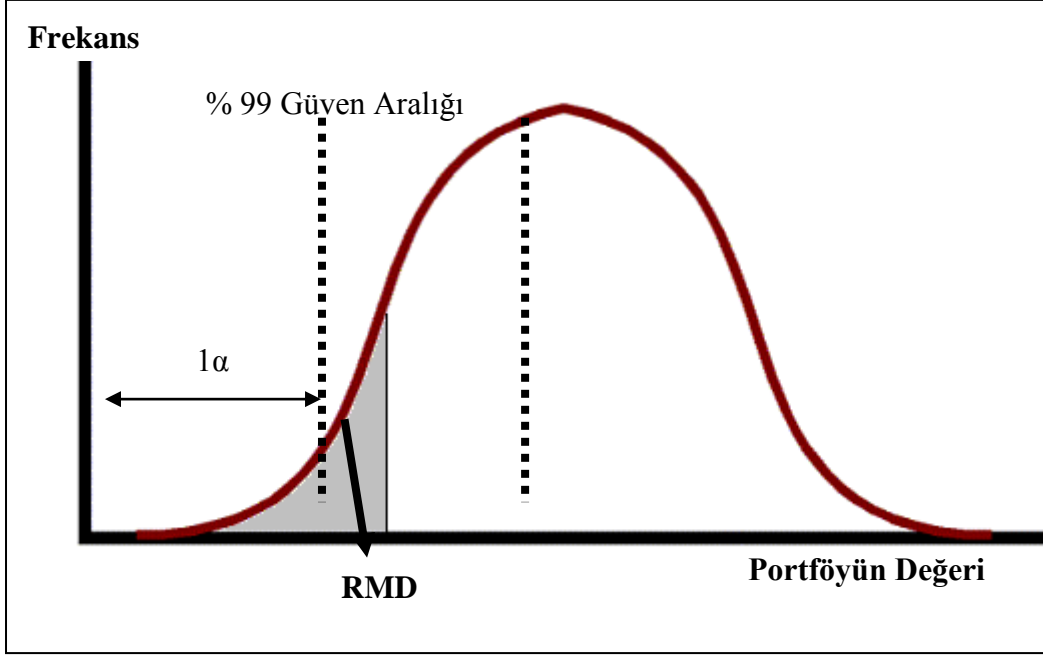
şeklinde ifade edilir (Nickell vd,1999: 6).

İkinci aşamanın sonunda matrislerdeki geçişin değeri hesaplanmaktadır. Bu aşamada yeniden değerlendirme söz konusudur. Ayrıca tahvilin bugünkü değerinin bilindiği varsayılmaktadır (J.P. Morgan, 1999).

Modelin son aşamasında ise RMD değeri hesaplanmaktadır. Şekil-4. de görüleceği üzere; belirli bir güven aralığında ve belli bir ölçüm süresi içinde portföydeki maksimum kayıp hesaplanır.

Güven aralıkları genellikle %95 ile %99 arasında seçilir. Güven aralığı ne kadar yüksek olursa ortaya çıkan RMD rakamları o kadar yüksek olmaktadır. Şekilde %99 güven aralığı için RMD değeri gösterilmektedir .

Şekil-4. Riske Maruz Değerin Gösterimi



Kaynak: J.P. Morgan, 1999.

2.2. Makroekonomik Modeller

2.2.1. CreditPortfolio View Modeli

Bu model ilk olarak McKinsey & Company danışmanlık şirketi tarafından geliştirilmiştir. Derecelendirme bazlı olan bu model iktisadi döngülere göre işletmelerin temerrüde düşme olasılıklarını hesaplamaktadır. Makro ekonomideki tesadüfi dalgalanmalara göre çeşitli olasılıklarda temerrüde düşmeyi geçiş matrisleri vasıtasıyla analiz etmektedir.

CreditPortfolio View analizinde makroekonomik değişkenlerden; faiz oranları, döviz kuru oranları, iktisadi büyüme oranları, işsizlik oranları, kamu harcamaları, toplam tasarruf oranları gibi oranlar kullanılmaktadır. Analiz vasıtasıyla, krediler ile işletmelerin bulunduğu piyasasının ilişkisi kuramsal bulgulara dayanarak kurulabilmektedir (Cossin ve Pirotte, 2001:295).

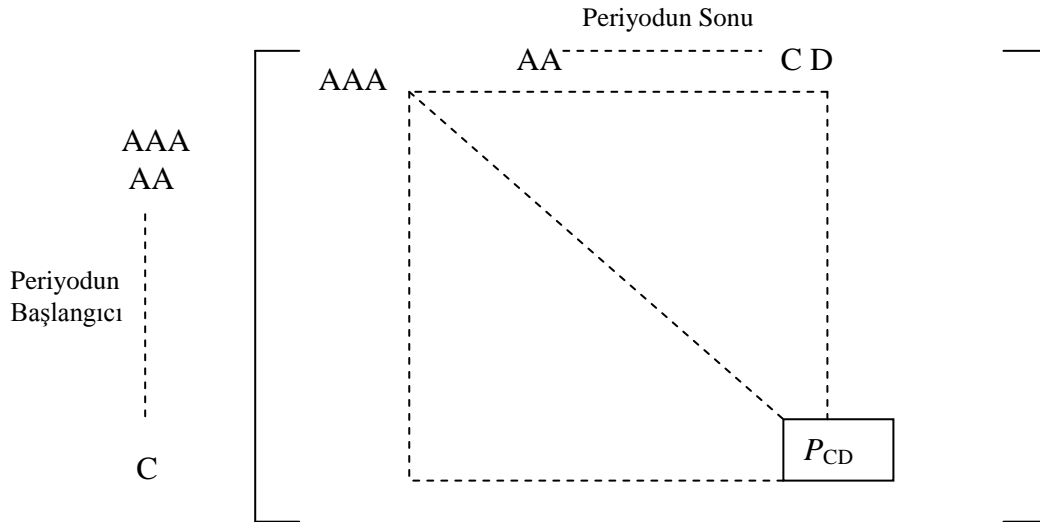
Analizde kayıp dağılımları, farklı ülkelerdeki ekonomik koşullara ve farklı sektörlere göre şekillenmektedir. Ekonometrik model, makroekonomik değişkenleri ve bunlara ilişkin duyarlılıkları içeren bir göstergenin analiziyle bulunan temerrüde düşme rasyosunu hesaplamaktadır. Dereceyi yaratan ortalama temerrüde düşme rasyosunu kullanmak yerine, mevcut ekonomik duruma bağlı geçiş olasılıkları oluşturmaktadır (Öker, 2007: 245).

Temerrüde düşme CreditPortfolio View modelinin giriş değişkenleri olarak (BDDK, 2006:9).

- Makroekonomik değişkenler,
- Kayıpların ve kredi değerindeki değişimlerin geçmiş verileri,
- Kredi marjları,
- Kredi geri dönüşüm oranları,
- Kredi riski tutarları kullanılır.

Analizde kullanılan geçiş matrisleri Şekil-5.'deki gibi oluşturulmaktadır. Geçiş matrisinin bütün hücreleri derecelendirme periyodunun başlangıcı ve bitişi arasındaki muhtemel olasılıkları göstermektedir. Şekildeki örnekte C notuna sahip olan kredi alan bir işletmenin daha sonraki yılda D notuna geçişi görülmektedir. Matriste başlangıç yılından bitiş yılına kadar kredi notlarının değişimi tarihsel frekansa göre gösterilmektedir. P_{CD} değeri C notuyla başlayıp D notu ile sona eren zaman aralığında gözlemlenen sonuçlara göre hesaplanan ortalama not değerlerini göstermektedir. Bu örnekte P_{CD} değeri, not değişimlerinin sabit koşullara bağlı olarak değiştiğini varsayarak hesaplanmıştır. Analize göre dönem sonunda P_{CD} değeri hesaplanmaktadır (Saunders ve Allen, 2002:108).

Şekil-5. CreditPortfolio View Modelinde Yer Alan Geçiş Matrisi



Kaynak: Saunders ve Allen, 2002:108

CreditPortfolio View analizinde CPV makrosu ve doğrudan CPV adı verilen modeller bulunmaktadır. CPV makrosunda makro ekonomik regresyon modeli kullanılmaktadır. Bu model;

1. Makroekonomik değişmelerin zaman serilerinde temerrüt olasılığının hesabına dayanmaktadır.
2. Makroekonomik değişkenlere göre temerrüdü ve buna bağlı olarak sistemik faktörlerin katsayısını hesaplamaktadır.
3. Makroekonomik değişkenlere bağlı olarak çift periyotlu dağılıma göre çoklu regresyon analizini kullanmakta ve tahminlerde bulunmaktadır.
4. Tahminlerin sonrasında son olarak temerrüt halinde oluşan rasyo hesaplanmaktadır.
5. Son olarak analizde; her bir kredi notuna göre; dünya ekonomisiyle bağlantılı olan makroekonomik değişkenlere göre olası temerrüt rasyolarının simülasyonu yapılmaktadır (Saunders ve Allen, 2002:114).

Doğrudan CPV modelinde ise makroekonomik faktörler “*Çok Değişkenli Gamma Dağılımı*”⁴na göre analiz edilmektedir. Bu dağılıma göre korelasyon matrisi oluşturulmakta ve yöntem buna göre belirlenmektedir. CPV makrosu modelinde yapılan otoresyosunun makroekonomiye uyarlama süreci olmadığı için makro modeline göre doğrudan CPV daha kolay kullanılmaktadır (Bluhm vd., 2003:75).

CreditPortfolio View modelini “*Basel II*”nin veri gereksinimleri yönünden ele aldığımızda; finansal kurumlardan beklenen temerrüt olasılığı, temerrüt tutarı ve temerrüt halindeki kayıp tutarlarının model yardımıyla elde edilebileceği görülmektedir. Değişen koşullarda tahmin edilen verilerle gerçekleşen verilerin beklenenin üzerinde farklılık göstermesi durumunda, modelin sürekli ve kolaylıkla yenilemeye açık olması ve bu nedenle riski daha iyi tanımlıyor olması modelin en önemli avantajlarından bir tanesidir (BDDK, 2006:9). Ayrıca makroekonomik değişkenlerin kolayca elde edilebilir olması da modelin bir diğer avantajıdır.

2.3. Aktüeryal Modeller

2.3.1. CreditRisk+ Modeli

CreditRisk+ modeli ilk defa “*Credit Suisse Boston*” şirketi tarafından geliştirilmiştir. Bu model sigortacılık sektöründe de kullanılan matematiksel modellere benzemektedir. Portföyün kredi kayıplarının olasılık dağılımını hesaplamaktadır. Bu hesaplamalarda “*Poisson Dağılımı*” vasıtasıyla

⁴ Choi ve Wette (1969) yapmış oldukları tanıma göre; olasılık kuramı ve istatistik bilim dallarında **gamma dağılımı** iki parametrelili bir sürekli olasılık dağılımıdır. Bu parametrelerden biri ölçek parametresi ϑ ; diğeri ise şekil parametresi k olarak anılır. Eğer k tamsayı ise, gamma dağılımı k tane üstel dağılım gösteren rassal değişkenlerin toplamını temsil eder; rassal değişkenlerin her birinin üstel dağılımı için parametre $1/\vartheta$ olur.

temerrüde düşme olasılıkları bulunmaktadır. CreditRisk+ olasılıkları çevrimsel olarak hesapladığı için avantajlı bir modeldir. “Poisson Dağılımı” ile modelleme yapılırken birçok risk faktörü deterministik bir yaklaşımla ele alınmakta ve sektörler arası bir ağırlıklandırma yapılmaktadır.

Modelin kullanılabilmesi için; borçlar stokastik (değişken, rastlantısal) yapıda olmalı, bunlarla ilgili olan risk grupları tanımlanabilmelidir. Kredi borçlularının risk payları hesaplanabilir olmalı ve kredi kayıp değerleri algoritmik olarak oluşturulabilmelidir.

CreditRisk+ modelinin giriş değişkenleri olarak;

- Borçluların sayısı,
- Temel kayıp verileri,
- Risk faktörü sayısı veya öznel olmayan bağımsız değişkenler,
- Risk faktörleri ile ilgili olan temerrüt varyansları,
- Temerrüde maruz kalan risk gruplarından türetilen G katsayısı kullanılmaktadır. Ayrıca $g \in G$ olmak üzere; g değişkeni hesaplanırken risk gruplarının her biri için yıllık temerrüt olasılıkları, her bir riskin ve risk faktörlerinin duyarlılık derecesi ve stokastik yapıda olan borçluların ve temel kayıp verilerinin temerrüt gerçekleşmesi durumunda elde edilen çok değişkenli tahminlerinin dağılımı gerekmektedir.

CreditRisk+ modelinin çıkış değişkenleri olarak;

- Giriş değişkenlerinden, risk gruplarının temerrüdünün bulunabilmesi için “Poisson” derecesi hesaplanır.
- Risk gruplarının temerrüde düşme olasılığında oluşan çok değişkenli dağılımın hesabı için; kredi borçlularının kayba maruz kalması durumunda herbirinin kayıp tutarlarının toplamından oluşan tek değişkenli risk grubu kaybının dağılımı da hesaplanır.
- Borçluların maruz kaldığı risklerden veya risk faktörlerinden kaynaklanan kayıp büyüklüğünün tespiti için kümülatif “Poisson” büyüklüğü hesaplanır.
- Borçluların maruz kaldığı risklerden veya risk faktörlerinden dolayı maruz kalınan riskin en küçük üst sınırı hesaplanır.

- Borçluların maruz kaldığı risklerden veya risk faktörlerinden kaynaklanan ve tespit edilebilen kayıpların kümülatif “*Poisson Büyüklüğü*” hesaplanır (Schmock, 2006:30-31).

CreditRisk+ modeli oluşturulurken formülde; zaman aralığı T , modele konu olan i işletmenin “*Bernoulli*” sayısı ise X_i , olarak kullanılmaktadır ve aşağıdaki eşitlik oluşturulmaktadır.

$$X_i = \begin{cases} 1 & i \text{ işletmesi } T \text{ döneminde temerrüde düşerse} \\ 0 & i \text{ işletmesi } T \text{ döneminde temerrüde düşmezse} \end{cases}$$

$P[X_i = 1] = p_i$ olmaktadır. “ p_i ” çeşitli faktörlerden dolayı temerrüde düşme durumunda oluşturulan korelasyonda kullanılan parametredir. *Bernoulli* parametresi olan p_i stokastik, $(X_i)_i$ ise şartlı değişken olarak kullanılmakta ve;

$$(X_i | p_i, \dots, p_n)_i \text{ bağımsız } \sim \text{Ber}(p_i)$$

şekilde formüle edilmektedir.

Ayrıca modelde K risk faktörleri olmak üzere; p_i parametresiyle temerrüde düşme olasılıklarındaki değişimi açıklayan ve R_1, \dots, R_K şeklinde ifade edilen değişkenler mevcuttur. Bu risk faktörleri bağımsız gamma dağılımı göstermektedir.

Gamma dağılımı olasılık yoğunluğu fonksiyonu ile tanımlanmakta ve;

$$\gamma_{\alpha, \beta}(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \tau(\alpha)} e^{-x/\beta} x^{\alpha-1} \quad (x \geq 0), \text{ olmak üzere}$$

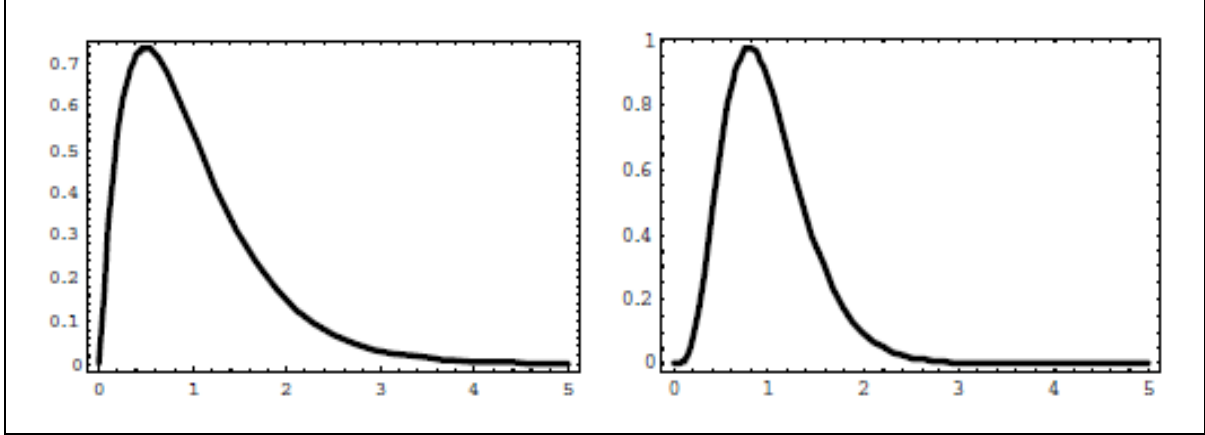
τ değeri *gamma* fonksiyonunu göstermektedir. *Gamma* dağılımının birinci ve ikinci momentinin tesadüfi değişkeni Λ ise;

$$E[\Lambda] = \alpha\beta, \quad V[\Lambda] = \alpha\beta^2$$

olarak formüle edilir. “*Gamma Dağılımı*” Şekil-6. daki gibi oluşmaktadır (Bluhm vd.; 2003, s. 66).

Şekil-6.’da “*Gamma Dağılımı*” $(\alpha, \beta) \in \{(2, 1/2), (5, 1/5)\}$ parametleri ile alınmıştır.

Şekil-6. CreditRisk+ Modeli'nde Gamma Dağılımı



Kaynak: Bluhm vd., 2003:67

Model ise;
$$p_i = \bar{p}_i \sum_{j=1}^K a_{ij} R_j, \quad i = 1, \dots, N$$

ve

$$(R_j)_j \text{ bağımsız } \sim \text{Gam}(1, \sigma_j^2) \text{ olmak üzere;}$$

$$\sum_{j=1}^K a_{ij} = 1 \quad \forall_i.$$

şeklinde formüle edilir.

Kredi alan i borçlusunun R_j riski a_{ij} değişkeni ile ölçülmektedir. i borçlusunun kredi dereceleri $[0, T]$ zaman aralığında izlenilirse, \bar{p}_i değişkeni olarak ifade edilen ortalama temerrüt olasılığı kolaylıkla hesaplanabilmekte ve $E(p_i) = \bar{p}_i$ şeklinde formüle edilmektedir.

Temerrüt halinde maruz kalınacak zarar (LGD_i), kredi borcu tutarı ve sabit bir birim üzerinden (1 milyon TL gibi) belirlenmiş maruz kalınan zarar tutarından yola çıkılarak bulunur. Bu \forall_i olarak sembolize edilir ve $\forall_i = 1, \dots, N$ dir.

$$L_i \quad := \text{Kredi borcu tutarı,}$$

$$\lambda_i \quad := \text{Temerrüt halinde beklenen \% kayıp, } (\in]0, 1[)$$

= 1- beklenen düzelme oranı

v_0 := Zarar için kullanılan temel değişken.

Bu değişkenlerden hareketle;

$$LGD_i = \lambda_i L_i v_i \in N \quad \text{şeklinde ifade edilir.}$$
$$\approx v_i v_0$$

v_i değeri; ortalama $v_i = \left(\frac{\lambda_i L_i}{v_0} \right)$ formülü ile hesaplanmaktadır.

Bu değişkenlerle; CreditRisk+ modelinde kredi portföyündeki kayıpların analitik dağılımı hesaplanabilmektedir (Nyfeler, 2000:13-14).

CreditRisk+'ın bileşenleri ve bu bileşenler arasındaki ilişkileri Tablo-2. de gösterilmiştir.

Tablo-2. CreditRisk+ ve Bileşenleri

CreditRisk+			
Kredi Riski Ölçümü		Ekonomik Sermaye	Uygulamalar
Riske Maruz Kalma	Temerrüt Oranları	Kredi Temerrütlerinin Dağılımı	Hazırlık Aşaması
Düzelme Oranı	Temerrüt Oranlarındaki Dalgalanmalar	Senaryo Analizleri	Limit Oluşturma
CreditRisk+ Modeli			Portföy Yönetimi

Kaynak: Credit Suisse, 1997:3.

CreditRisk+'de bir portföye analitik teknikler uygulanmaktadır. Bu yöntemle kredi riski ölçümü yapılmakta ve bu risk için ekonomik sermaye miktarı tespit edilmektedir. Ayrıca hesaplanan değerlere göre hazırlıklar yapılmakta ve ölçülen sonuçlara göre portföy yönetimi oluşturulmaktadır.

CreditRisk+ modelinde iki çeşit riskin varlığından söz edilmektedir. Bunlardan birincisi; kredi faizlerindeki farklılıktan (credit spread risk) oluşan risk, ikincisi ise kredi kullanılırken oluşan temerrüt riskidir (Credit Suisse, 1997:7).

Bu modelde bir ülke ya da sektör ile ilgili olan yıllık temerrütler, temerrüt oranlarındaki dalgalanmalardan yola çıkarak birçok faktörle ilişkilendirilerek analiz edilebilmektedir. Bir kredi portföyünde kayıpların olasılık dağılımı bu model vasıtasıyla kolaylıkla analiz edilebilmektedir (Cossin ve Pirotte, 2001:295).

CreditRisk+ modeli kolay uygulanabilir olmasından ötürü çeşitli avantajlara sahiptir. Bu avantajlardan ilki; kredi portföyünün kayıp olasılıklarının hesaplanabilir hale gelmesi modeli cazip kılmaktadır. Ayrıca kredi borçlusu için marjinal risk katkısı kolayca hesaplanabilmektedir. İkinci avantaj ise, CreditRisk+ modeli sadece temerrüt üzerine odaklandığından birkaç girdi ile tahmin etmek yeterli olmaktadır. Her bir hesap aracı için sadece temerrüt olasılığı ve riske maruz tutar yeterli olmaktadır (Crouhy vd., 2000:113).

Modelden alınan sonuçlara göre çalışmalar yapılmakta kredi riskinin yönetimi açısından portföyler oluşturulmaktadır.

2.4. Yoğun (İndirgenmiş) Modeller

En sık kullanılan yoğun modeller; Jarrow-Lando-Turnbull modeli ile Duffie-Singleton modelidir.

2.4.1. Jarrow-Lando-Turnbull Modeli

Jarrow-Lando-Turnbull modeline göre; temerrüt durumunda işletme borçların önceliklerine göre temerrüde bağlı düzelme oranlarını kullanabilmektedir. Temerrüde düşülmeyen durumlarda bu model yapısal diğer modellerle birlikte kullanılabilir. Bu model kredi derecelerindeki tarihsel geçiş olasılıklarını dikkate alarak çaprazımsı (*pseudo*) olasılıkları hesaplamaktadır. Bu model kredi türevlerinde, riskin hesaplanması ve korunma için de kullanılabilir (Jarrow vd., 1997:483). Bu modelde faiz oranları rassal olarak kabul edilmektedir. Temerrüt hesabında makro değişkenleri ve faiz oranlarını dikkate almaktadır. İşletmenin sermaye yapısının oluşumu konusunda herhangi bir ön şartı bulunmamaktadır. Temerrüt durumunda geri ödemelerin de rassal olarak hesaplandığı varsayılmaktadır.

2.4.2. Duffie-Singleton Modeli

İndirgenmiş-form modellerde, yapısal modellerin aksine, ödeyememe firma değerine göre koşullandırılmaz ve firma değerine ilişkin parametreler hesaplanmak zorunda değildir. Stokastik süreçler kredi riskinin fiyatını belirler. Bu süreçler firmanın varlık değerine biçimsel olarak bağlı olmamasına rağmen, tahmini olarak temelde bir ilişki vardır. Duffie ve Singleton (1999), bu alternatif yaklaşımları indirgenmiş-form modeller olarak tanımlar. İndirgenmiş-form modeller, yapısal modellerden ödeyememeyi tahmin edebilme derecesinde farklıdır. Tipik bir indirgenmiş-form modeli, temerrüdü dışarıdan etkileyen rastgele bir değişkenin yönlendirdiğini ve hiçbir zaman aralığında temerrüt olasılığının sıfır olmadığını varsayar. Temerrüt durumu, bu rastgele değişkenin belli bir seviyenin altına düştüğünde meydana gelir. Bu modeller, temerrüdü, tahmin edilemez “Poisson” durumları olarak ele alır. İndirgenmiş-form modellerin ampirik kanıtları oldukça sınırlıdır. Duffie (1999), Duffie ve Singleton (1999) modelini kullanarak, farklı kalitelerdeki firmalar arasındaki kredi yayılımlarının gözlemlenen dönem yapısını açıklamada, bu modellerin yetersiz kaldığını bulmuştur. Özellikle, bu tür modeller, hem yatık getiri yayılımlarını (firma düşük kredi riskine sahipken) hem de dik getiri yayılımlarını (firma daha yüksek kredi riskine sahipken) oluştururken yetersiz kalmaktadır (Bildirici ve Salman, 2006:13-14).

2.5. Kredi Riski Ölçüm Modellerinin Benzer ve Farklı Yönleri

Çalışmanın bu bölümünde daha önce irdelenen modellerin benzer ve farklı yönleri ele alınmıştır. Tablo-3. de görüleceği üzere modeller; birçok yönden farklılık ve benzerlik arz etmektedir. Risk kaynakları yönünden KMV modeli ve CreditMetrics modeli bilanço aktiflerini değerlerken, Credit Portfolio View modeli makroekonomik değişkenleri esas almaktadır. CreditRisk+ modelinde ise temerrüt olasılığı esas alınmaktadır. Yoğun modellerde risk kaynağı olarak yoğunluk süreçlerini ele almaktadır.

Riskin tanımlanması aşamasında KMV modeli temerrüde uzaklığı esas alırken, CreditMetrics modeli ve Credit Portfolio View modeli kredi değerini modele göre fiyatlamaktadır. CreditRisk+ modelinde ve yoğun modellerde ise sadece temerrüt riski esas alınmaktadır.

Modellerde risk ölçeği olarak KMV modelinde temerrüde uzaklık değeri sürekli olarak kullanılmaktadır. CreditMetrics modeli ve Credit Portfolio View modelinde ölçekte gerçekleşen düşme ve yükselme seviyeleri ve temerrüt birlikte kullanılmaktadır. CreditRisk+ modelinde ve yoğun modellerde ise risk ölçeği olarak yalnızca temerrüt değerleri kullanılmaktadır. Geçiş olasılıkları açısından; KMV modelinde tahmini temerrüt sıklığı (EDF) ve yüksek geçiş olasılığı hesap edilmektedir. CreditMetrics modelinde derecelendirme verilerinin tarihsel değişimleri esas alınmaktadır. Credit

Portfolio View modelinde makroekonomik etmenler etkili olarak kabul edilmektedir. CreditRisk+ modelinde ve yoğun modellerde ise geçiş olasılıkları hesaplanmamaktadır.

Korelasyon hesaplamalarında; KMV modelinde bilanço aktifinin değeri ve faktör hesaplamaları dikkate alınmaktadır. CreditMetrics modelinde ise tahvil değeri kullanılmaktadır. Credit Portfolio View modelinde de yine makroekonomik değerler etkili olarak kabul edilmektedir. CreditRisk+ modelinde korelasyon olarak sektör değerleri kullanılırken; yoğun modellerde ise korelasyonun yoğunluk derecesi esas alınmaktadır.

Modellerde önem derecesini dikkate alırken; KMV modeli ve CreditMetrics modelinde stokastik (beta dağılımı) sabiti dikkate alınırken, Credit Portfolio View modelinde stokastik ölçeğin yanında kuramsal ölçekler de kullanılmaktadır. CreditRisk+ modelinde ise stokastik değişimin yanında deterministik temerrüt halinde kayıp (LGD) da kullanılır. Yoğun modellerde ise sadece deterministik temerrüt halinde kayıp kullanılmaktadır.

Tablo-3. Kredi Riski Yönetim Modelleri Arasındaki Benzer ve Farklı Yönler

	KMV Modeli	CreditMetrics	Credit Portfolio View	CreditRisk+	Yoğun Modeller
Risk Kaynakları	Aktiflerin Değerlenmesi Süreci	Aktiflerin Değerlenmesi Süreci	Makroekonomik faktörler	Temerrüt Olasılığı	Yoğunluk Süreçleri
Riskin Tanımı	Temerrüde Uzaklık Değeri (DD)	Kredi Değerinin Modele Göre Fiyatlandırılması	Kredi Değerinin Modele Göre Fiyatlandırılması	Sadece Temerrüt Riski	Sadece Temerrüt Riski
Risk Ölçeği	Devamlı Olarak Temerrüde Uzaklık Değeri	Düşme, Yükselme, Temerrüt	Düşme, Yükselme, Temerrüt	Temerrüt	Temerrüt
Geçiş Olasılıkları	EDF	Tarihsel Derecelendirme	Makroekonomik faktörler	yok	yok

	Yüksek Geçiş Olasılığı	Değişimleri	vasıtasıyla Stokastik		
Korelasyonlar	Aktif Değeri Faktör Modeli	Tahvil Değeri Faktör Modeli	Makroekonomi k Değerler	Sektör Değerleri	Yoğunluk Derecesi
Önem Derecesi	Stokastik (Beta Dağılımı) Sabit	Stokastik (Beta Dağılımı) Sabit	Stokastik, Kuramsal Ölçek	Deterministik LGD, Stokastik Değişim	Deterministik LGD

Kaynak: Bluhm vd., 2003:61.

Parametrelerin hesaplanması yönünden de modeller arasında çeşitli farklılıklar bulunmaktadır. KMV ve CreditMetrics modelinde; temerrüde uzaklık değeri, korelasyon matrisleri ve gizli değişkenler kullanılmaktadır. CreditRisk+ modelinde ise parametre olarak temerrüt olasılıkları ve “Gamma Dağılımı” esas alınmaktadır.

CreditMetrics and CreditRisk+ modellerinde varsayımsal dağılımlar kullanılır ve matematiksel ölçüleri baz almaktadır. Analiz yapılırken dağılımdaki farklar dikkate alınmaktadır. Bu iki modelde kendi yöntemlerine göre hesaplamalar yapılmakta ve parametre olarak CreditMetrics gizli değişken, CreditRisk+ modelinde ise temerrüt olasılıkları hesaplanmaktadır.

CreditMetrics ise *Monte Carlo* metodunu kullanmaktadır. *Monte Carlo* metodu elastiki bir yapıya sahip olmasına rağmen bu metotta yoğun hesaplamalar yapılmaktadır. CreditRisk+ modeli ise daha verimli ve sınırları belirli olan (closed-form) bir çözümlene yöntemini kullanmaktadır.

CreditMetrics modelinde belirsiz durumlar için işletmenin kayıplarının düzeltilmesi çok durumlu ölçüm modelleri ile sağlanırken; CreditRisk+ modelinde düzeltme oranlarını kullanarak çift durumlu modeller kullanmaktadır.

CreditRisk+ modeli temerrütlerin koşullu dağılımını hesaplarken “Poisson Dağılımı”nı kullanmaktadır.

CreditRisk+ modeli her bir kredi borçlusunun uğrayacağı zararı kolay ulaşılabilen ölçülebilir değerler üzerinden hesaplamaktadır (Gordy, 2000:128).

Her iki model de kredi kalitesi düşük ama sermaye tutarı yüksek olan işletmelere uygulanmaktadır. Ayrıca her iki model de kredi portföyünde oluşabilecek herhangi bir temerrüt olasılığına karşı duyarlıdır. Fakat CreditRisk+ modeli çift durumlu modellerle analizler yaptığı için CreditMetrics modeline göre kredi kalitesi konusunda dar ama duyarlı sonuçlar vermektedir. CreditMetrics modeli ise kredi riski konusunda çok daha geniş sonuçlar çıkarabilmektedir (Gordy, 2000:144).

CreditMetrics kredinin veya kredi portföyünün “*Riske Maruz Değeri*” ni tam olarak hesaplamaktadır.

Maruz kalınabilecek risk hesaplanırken iskonto oranlarındaki baz (marjin) değişim ile kredi derecelerindeki artış veya azalışlar dikkate alınmaktadır.

CreditRisk+ modelinde ise baz (marjin) riski kredi riskinden daha çok piyasa riski olarak kabul etmektedir. Bu nedenle temerrüde düşme veya temerrüde düşmeme şeklinde ikili bir ayırım yapılmaktadır.

CreditMetrics modelindeki gibi “*Riske Maruz Değer*” in yerine beklenen kayıp veya beklenmeyen kayıp esas alınmaktadır. Bu yüzden CreditMetrics “*Piyasaya Göre Ayarlama*” (MTM) modelini kullanırken, CreditRisk+ “*Temerrüt*” (DM) modelini kullanmaktadır.

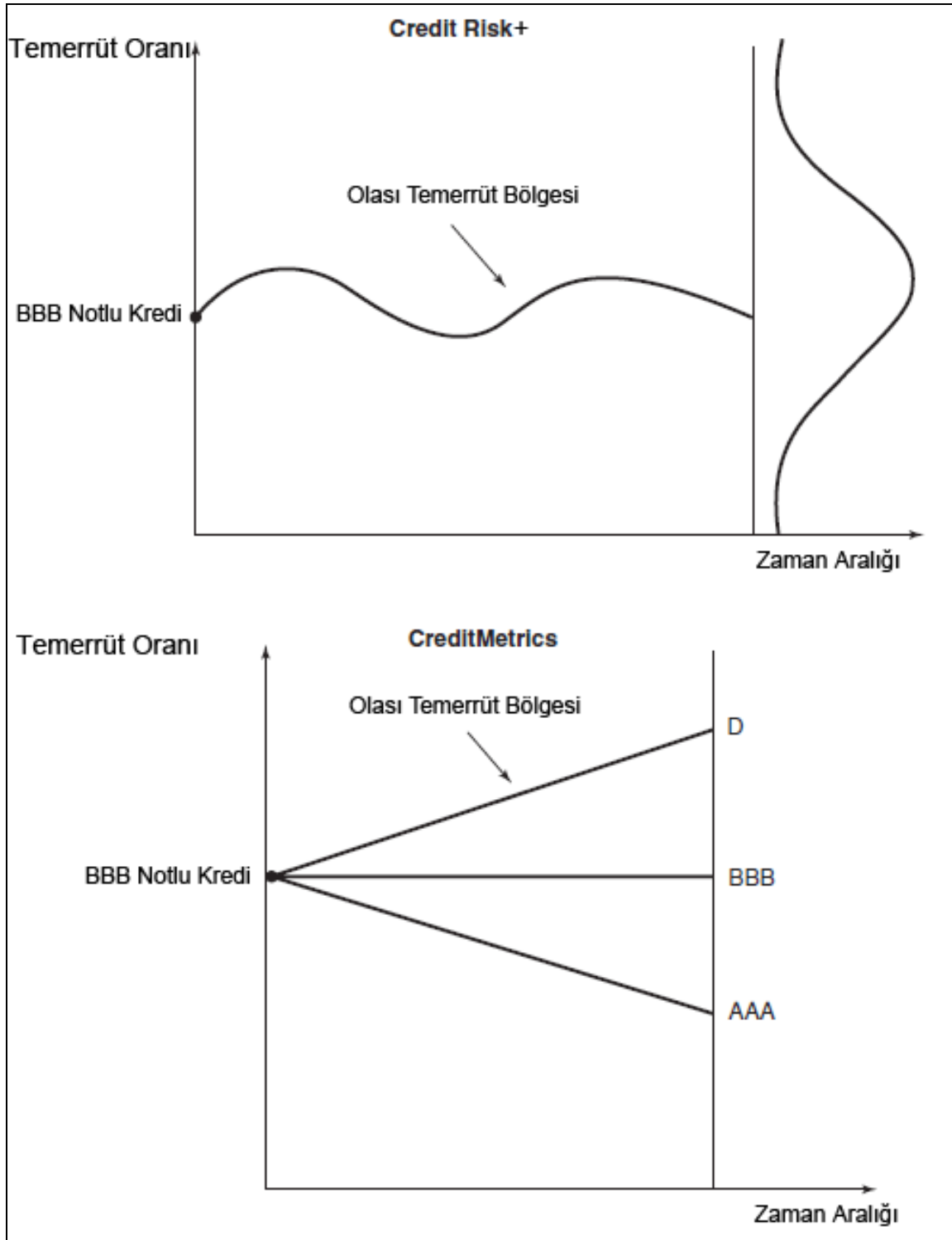
CreditMetrics’de herhangi bir yılda temerrüt olasılıkları artış ve azalışa göre ayrıma tabi tutulmaktadır. CreditRisk+’da ise temerrüt olasılıklarının dağılımı sürekli değişken olarak kullanılmaktadır.

Örneğin CreditRisk+’da bireysel kredilerin temerrüt olasılığı düşük ve her bir kredinin temerrüt olasılığının diğer kredilerin temerrüt olasılığına bağımlı olduğu kabul edilmektedir. Bu varsayımdan dolayı kredi portföyünün temerrüt dağılımı “*Poisson Dağılımı*”na benzemektedir.

CreditRisk+ modeli ile CreditMetrics’in temerrüt olasılıkları açısından farklar Şekil-7.’de gösterilmiştir.

Temerrüt oranı ve zaman aralığı eksenlerine göre olası temerrüt bölgeleri şekil üzerinde gösterilmiştir. Şekilde BBB notuna sahip bir kredi esas alınmıştır.

Şekil-7. CreditRisk+ ve CreditMetrics Modellerinde Temerrüt Olasılıklarının Karşılaştırılması



Kaynak: Saunders ve Allen, 2002:126.

Tablo-4. de gereken veri kaynakları, kredi tanımlamaları, kredi volatiliteleri, kredi korelasyonları, düzleme oranları, kullanılan sayısal yöntemler, faiz oranları ve risk sınıflandırmalarına göre modeller genel olarak özetlenmiştir.

Tablo-4. Kredi Riski Yönetim Modellerinin Teknik Açısından Karşılaştırılması

	KMV Modeli	CreditMetrics	Credit Portfolio View	CreditRisk+	Yoğun Modeller
Gereken Veri Kaynakları	Temettü Fiyatları, Kredinin Baz (marj) Fiyat Farkı, Korelasyonlar, Maruz Kalınan Risk Miktarı	Tarihsel Geçiş Matrisleri, Kredinin Baz (marj) Fiyat Farkı ve Verim Eğrileri, Temerrüt Halinde Kayıp, Korelasyonlar, Maruz Kalınan Risk Miktarı	Tarihsel Geçiş Matrisleri, Makroekonomik Değişkenler, Kredinin Baz (marj) Fiyat Farkı, Temerrüt Halinde Kayıp, Maruz Kalınan Risk Miktarı	Temerrüt Oranları ve Volatilité, Makroekonomik Etkenler, Temerrüt Halinde Kayıp, Maruz Kalınan Risk Miktarı	Dış Borçlanma ve Temettü Fiyatları, Tarihsel Geçiş Matrisleri, Korelasyonlar, Maruz Kalınan Risk Miktarı
Kredi Tanımlamaları	Yapısal ve Kuramsal Temerrüde Uzaklık Değeri	Kredi Geçişleri	Makroekonomik Faktörlere Bağlı Geçişler	Tesadüfi Aktüeryal Temerrüt Oranları	Temerrüt Yoğunluğu
Kredi Volatiliteleri	Değişken	Sabit veya Değişken	Değişken	Değişken	Değişken
Kredi Korelasyonları	Çok Değişkenli Normal Aktif (Varlık) Getirisi	Çok Değişkenli Normal Aktif (Varlık) Getirisi	Makroekonomik Faktör Yüğü	Bağımsız Gözlem Veya Beklenen Temerrüt Oranına Göre Korelasyonlar	Sistemik Faktörler Bağlı <i>Poisson</i> Büyüklüğü
Düzelme Oranları	Sabit veya Tesadüfi	Tesadüfi (Beta	Tesadüfi	Dönem Boyunca Sabit	Sabit veya Tesadüfi

		Dağılımı)			
Sayısal Yöntem	Analitik ve Ekonometrik	Analitik veya Simülasyon	Simülasyon	Analitik	Ekonometrik
Faiz Oranları	Sabit	Sabit	Sabit	Sabit	Stokastik
Riskin Sınıflandırılması	Kuramsal Tahmini Temerrüt Sıklığı	Kredi Dereceleri	Kredi Dereceleri	Dönem Boyunca Maruz Kalınan Risk	Kredi Dereceleri veya Kredinin Baz (marj) Fiyat Farkı

Kaynak: Allen, 2002.

2.6. Kredi Riski Ölçüm Modellerinin Avantajlı ve Dezavantajlı Yönleri

Basel II standartlarıyla uyumlu olan birçok kredi riski yönetim modeli yer almaktadır. Önemli olan bankaların işletmeler için hangi modeli tercih etmesi gerektiğidir. Ayrıca modellerin olumlu ya da olumsuz yönlerinin de tespit edilmesi gerekmektedir. Bu bölümde kısaca modellerin avantajlı ve dezavantajlı yönleri ele alınacak ve hangi modelin hangi durumlarda daha uygun olduğu tartışılacaktır.

Aktif değerine dayalı modellerden KMV modeli Merton modelini esas aldığı için mikro ölçekte yapılacak analizler için uygun olmaktadır. Makro ölçekli analizler için ise temerrüt oranları veya kredi değerliliğindeki geçişleri ekonomik döngü ile ilişkilendirmeyi amaçlayan yaklaşımlara sahip olan Credit Portfolio View modeli tercih edilebilir. Bu model kredi riski stres testlerine özellikle uygun yapısıyla dikkat çekmektedir. Nitekim modelin, birçok ülkede stres testi amacıyla değişik şekillerde uyarlandığı görülmektedir (Altıntaş, 2012: 6).

KMV modeli ile CreditMetrics modeli karşılaştırıldığında ise CreditMetrics modelinin temel eksikliğinin bir metodoloji olmaması eleştirisi ön plana çıkmaktadır. Bu modelde kullanılan yöntem, temelde tarihsel frekanslara ve kredi derecesi geçiş olasılıklarına dayanmaktadır. Creditmetrics hesaplamalarının doğruluğu, iki kritik varsayıma bağlıdır. Birincisi, aynı derece sınıfındaki bütün firmaların aynı temerrüt oranına sahip olması ve ikinci ise gerçekleşen temerrüt oranının ortalama geçmiş temerrüt oranına eşit olmasıdır. Aynı varsayımlar, diğer geçiş olasılıklarına da uygulanır. Diğer bir ifadeyle, kredi derecesi ve kredi kalitesi değişimleri benzerdir. Kredi derecesi ve temerrüt oranları eşanlımlıdır. Bu görüş KMV (Moody's) tarafından savunulmuştur. CreditMetrics yaklaşımına ters

olarak KMV, sadece borçlunun derecesine bağlı olan temerrüt olasılıklarını tayin etmek için Moody's veya Standart&Poor's istatistiksel verilerini kullanmamaktadır. Bunun yerine KMV, her bir borçlu için Merton Modeli'ni baz alarak beklenen temerrüt frekansını türetmektedir (Öker, 2007:243-244; Bolgün ve Akçay, 2005:586).

Kredi portföyünün ekonomik sermaye gereksinimi, portföyün beklenmeyen ve beklenen kayıpları arasındaki farka eşittir. Beklenen kayıp müşterilerin derece notlarına karşılık gelen temerrüt olasılıkları, temerrüt halinde kayıp yüzdeleri ve temerrüt tutarlarından faydalanılarak hesaplanırken, beklenmeyen kaybın hesaplanabilmesi için müşteriler arasındaki temerrüt korelasyonunun da bilinmesine ihtiyaç vardır. Özellikle Türkiye gibi, kredi müşterilerinin genellikle bağımsız derecelendirme kuruluşlarından derece notu almadığı veya bankaların kendi içsel modellerini yakın geçmişte kurdukları ülkelerde bu tür verilere ulaşmak oldukça güçtür. Zaten Creditmetrics gibi metodolojiler de bu tür eksiklikleri gidermek amacıyla geliştirilmiş ve temerrüt olasılıkları arasındaki korelasyonun örneğin müşteri varlık değeri veya makro ekonomik değişkenlerdeki hareketlilik esas alınarak tahmin edilebileceği varsayılmıştır (Demirel, 2011:66).

Kredi riski yönetiminde kullanılan yapısal modeller Merton, Black-Cox, Brownian Motion, KMV ve stokastik modellerdir (Grasselli ve Hurd, 2011:41-46). Yapısal modeller; varlık değerinin borç değerinin altına düştüğü varsayımını temel alarak tahminlerde bulunmaktadır. Ancak yapısal modellerin özellikle menkul kıymetlerle ilişkili kredilerin hızlı bir şekilde ve uygun fiyatlandırılması söz konusu olduğunda kullanılması uygun olmayabilir. Örneğin ikinci derecedeki borçlarla aynı anda kıdemli borçların da değerlendirilmesi gerekebilir. Ayrıca yapısal modellerde hesaplama yapılması çok zahmetlidir. Örneğin temerrüt olasılığı olan kuponsuz tahvillerin fiyatlandırılması opsiyon fiyatlandırılması kadar zor olabilmektedir. Benzer bir şekilde koşullu hisse senetleri için de bu modeller uygun değildir. Fakat hisse senedi çıkarmış anonim şirketlerin kredi derecelerinin tahminlenmesinde yapısal modeller, yoğun (indirgenmiş) modellere göre daha başarılı sonuçlar ortaya koyabilmektedir. Yapısal modeller bir şirketin borç ve sermaye yapısının analizi için de daha diğer modellere göre daha uygundur (Kbabra, 2013:14).

Genel varsayımlara göre yapısal modeller hisse senedi fiyatları üzerinden temerrüt olasılığını hesaplarken, yoğun (indirgenmiş) modeller ise daha çok kredi türevlerinin fiyatlanmasındaki borçlanma değerleri üzerine odaklanmaktadır (Chen, 2013:891).

3. SONUÇ

Basel II standartları ile de uyumlu olan ve kurumsal firmaların geliştirdiği tescilli modeller ve yoğun modeller yabancı ülkelerde çok fazla kullanılmaktadır. Bu modeller ülkemiz bankalarında da kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda ülkemizdeki bankalar yabancı sermaye tarafından satın alınmış veya ortak olunmuştur. Bu yüzden küresel olan bu bankaların diğer ülkelerde de model veritabanı oldukları için ülkemizde de aynı modelleri kullanmaları kolay olmaktadır. Fakat akademik çalışmalarda bu modellerin kullanılması zorlaşmaktadır. Çalışmalarda veriler eksik olmakta bu yüzden varsayımsal analizler yapılmaktadır. Bankalar bono ihracı konusunda çalışmalar yapmaktadır. Şayet bono ihracı gerçekleştirilebilirse bu konuda veriler elde edebilecek ve dışarıdan hesaplamalar da yapılabilecektir. Ayrıca özel sektör tahvillerinin de çıkarılmasının özendirilmesi, bu sayede finansal sektörün daha hareketli hale gelmesi gerekmektedir. Ülkemizdeki bankalarda kredi riski yönetimi konusunda hala geleneksel olan kişilerin itibarına dayalı yöntemler çok sık kullanılmaktadır.

Banka açısından önemli olan kendi yapısına uygun olan kredi riski yönetim modelini seçmektir. Ayrıca seçilen modellerin yeni düzenlemelere uyum sağlayabilecek modeller de olması gerekmektedir.

Türk bankalarının kredi riski ölçümünde daha kolay sonuçlar alabilmesi özel sektör tahvillerinin de çıkarılması ile de ilişkilidir. Fakat ülkemizde işletmelerin özel sektör tahvili çıkarma konusunda çeşitli çekinceleri bulunmaktadır. Özellikle Avrupa ve ABD finans piyasalarında özel sektör tahvili verileri elde edilebildiği için kredi riski analizleri daha kolay yapılabilmektedir. Ülkemizdeki bankalar kredi riski modellerinin hangisini tercih edeceğine birkaç kriterle karar verebilir. Çalışmada daha detaylı yer aldığı üzere belirleyici etkenler mikro yada makro analizlerin mi yapılacağı, temerrüt olasılıklarının nasıl hesaplanacağı, hangi varsayımların kabul edileceği, analizde hangi değişkenlerin ön planda olacağı, içsel modellerin mi yoksa hazır modellerin mi kullanılacağı gibi bir takım kriterler bankaların kredi riski ölçüm modelini seçmelerinde etkili olacaktır.

Yeni Türk Ticaret kanunu ile birlikte denetime tabi limited ve anonim şirketler internet sitesi açmak ve kanunen yapılması gereken ilanları, yayınlamak zorunda kalmaktadır. Bu veriler de kredi risklerinin ölçümünü ve modellenmesini biraz daha kolaylaştırabilecektir. Basel III düzenlemelerine geçiş ile birlikte kredi riski modellemenin önemi daha da fazla artacaktır.

KAYNAKÇA

- ALLEN, L., (2002), "Credit Risk Modeling of Middle Markets", Zicklin School of Business, Baruch College, CUNY
- ALLEN, L., Delong, G. L., SAUNDERS, A., (2004), "Issues in the Credit Risk Modeling of Retail Markets", **Journal of Banking & Finance**, Volume 28, Issue 4, Pages 727-752.
- ALTINTAŞ, M. A., (2012), "Kredi Kayıplarının Makroekonomik Değişkenlere Dayalı Olarak Tahmini ve Stres Testleri - Türk Bankacılık Sektörü İçin Ekonometrik Bir Yaklaşım", **Türkiye Bankalar Birliği Yayınları**, Yayın No: 281, İstanbul, 2012.
- ANBAR, A., (2005), "Kredi Riski Yönetim Aracı Olarak Kredi Türevleri ve Türk Bankacılık Sektöründe Uygulanabilirliği", Basılmamış Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- ANBAR, A., KARABIYIK, L., (2006), "Özel Finans Kurumlarında Kredi Riski Yönetimini Değerlendirmeye Yönelik Bir Araştırma", **Akademik Araştırmalar Dergisi**, Sayı 30, s. 117-136.
- ANTONOV, A., YANAKIEVA, Y., (2004), Transition Matrix Generation, International Conference on Computer Systems and Technologies - **CompSysTech'2004**.
- BABUŞÇU, Ş., (1997), "Bankalarda Risk Derecelendirmesi (Rating) ve Türk Bankacılık Sektörü'ne Uygulanması", **SPK Yayınları**, Sayı:4.
- BDDK, (2006), Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu, <http://www.bddk.org.tr/WebSitesi/turkce/Arama/Arama.aspx?q=creditrisk+>.
- BİLDİRİCİ, M. E., SALMAN, M., (2006), "Türkiye'de Ödeyememe Riski: Ekonometrik Yaklaşım", **İMKB Dergisi**, Cilt 8, Sayı 32, s. 11-35.
- BLUHM, C., OVERBECK, L., WAGNER, C., (2003), **An Introduction to Credit Risk Modeling**, Chapman & Hall/Crc Financial Mathematics Series.
- BOLGÜN, K. E., AKÇAY M. B., **Risk Yönetimi: Gelişmekte Olan Türk Finans Piyasasında Entegre Risk Ölçüm ve Yönetim Uygulamaları**. 2. Basım. İstanbul: Scala Yayıncılık, 2005.
- CHEN, R.,R., (2013), "Credit Risk Modeling: A General Framework", **Encyclopedia of Finance**, Springer, s.891-909

- CHOI, S. C., WETTE, R., (1969), "Maximum Likelihood Estimation of the Parameters of the Gamma Distribution and their Bias", **Technometrics**, 11(4) 683-69.
- COSSIN, D., PIROTTE, H., (2001), **Advanced Credit Risk Analysis Financial Approaches and Mathematical Models to Assess, Price, and Manage Credit Risk**, John Wiley & Sons, Ltd
- CREDIT SUISSE, (1997), "Creditrisk+ A Credit Risk Management Framework", Credit Suisse First Boston International.
- CROUHY, M., GALAI, D., MARK, R., (2000), "A Comparative Analysis of Current Credit Risk Models", **Journal of Banking & Finance**, 24, s. 59-117.
- DEMİREL, Y., (2011), "Kredi Riski Ekonomik Sermaye Gereksiniminin Monte Carlo Simülasyonu İle Hesaplanması", **Bankacılar Dergisi**, Sayı:78, Türkiye Bankalar Birliği, s.56-67.
- DUFFIE, D., SINGLETON, K., J., (1999), "Modeling the Term Structures of Defaultable Bonds", **Review of Financial Studies**, 12, pp. 687-720.
- GRASELLI, M. R., HURD, T. R., (2011), "Math 774 - Credit Risk Modeling", McMaster University.
- GORDY, M. B., (2000), "A Comparative Anatomy of Credit Risk Models", **Journal of Banking & Finance** (24), ss. 119-149.
- HUANG, F., SHENG, Y., (2010), "Evaluation of Default Risk Based on KMV Model for ICBC, CCB and BOC", **International Journal of Economics and Finance**, Vol:2, No:1, ss. 72-80.
- J.P. MORGAN, (1997), CreditMetrics™ Technical Document, New York.
- J.P. MORGAN, (1999), "Guide to Credit Derivatives With Contributions from the RiskMetrics Group", Published by Risk.
- JAFRY, T., SCHUERMANN, Y., (2003), "Measurement and Estimation of Credit Migration Matrices", **The Wharton Financial Institutions Center**.
- JARROW, R. A., LANDO, D., TURNBULL, S. M., (1997), "A Markov Model of the Term Structure of Credit Risk Spreads", **Review of Financial Studies**, 10 (2): 481–523.
- KBABRA, T., (2013), "Credit Risk Modeling 2008", <http://www.globalfinance.org/home/courses/advrisk/Credit%20Risk%20Modeling%202008.pdf> Erişim: 17.07.2013

KEALHOFER, S. , (2003), “Quantifying Credit Risk II: Debt Valuation”, **Financial Analysts Journal**, ss. 78-92.

KORKMAZ, T. K., (2004), “Bankalarda Kredi Riski Ölçümünde Alternatif Yöntemler”, **Active Dergisi** Yıl:2004, No:37.

MİRZA, A., (2006), “Kredi Riski Yönetiminde Erken Uyarı Sistemleri ve Sorunlu Kredilerin İzlenmesi” Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Para Banka Bilim Dalı Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

NICKELL, P., PERRAUDIN, W., VAROTTO, S.,(1999), “Ratings-versus Equity-Based Credit Risk Modeling: An Empirical Analysis” **Bank of England Working Papers**, number 132.

NYFELER, M. A., (2000), “Modelling Dependencies in Credit Risk Management”, Diploma Thesis Eidgenössische Technische Hochschule Zürich.

OKTAY, S., TEMEL, H., (2007), “Basel II Kriterleri Ekseninde Ticari Bankalarda Kredi Riski Yönetiminin Karşılaştırılmasına Yönelik Bir Saha Çalışması”, **ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 3, Sayı 6, ss. 163–185.

ÖKER, A., (2007), “Ticari Bankalarda Kredi ve Kredi Riski Yönetimi-Bir Uygulama”, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Muhasebe-Finansman Bilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

RANSON, B. J., (2003), **Credit Risk Management**, Thomson, US.

SAUNDERS, A., ALLEN, L., (2002), **Credit Risk New Approaches to Value at Risk and Other Paradigms**, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc.

SCHMOCK, U., (2006), “Modelling Dependent Credit Risks with Extensions of CreditRisk+ and Application to Operational Risk” (Lecture Notes), Financial and Actuarial Mathematics (FAM) Institute for Mathematical Methods in Economics Vienna University of Technology.

TAŞ, O., TİFTİKÇİ, S., (2005), “Bankacılıkta Piyasa Riski Yönetimi ve Bir Alım/Satım Portföyü İçin Riske Maruz Değer Ölçümleri” Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Yüksekokulu 2005 **Geleneksel Finans Sempozyumu Tebliğleri**.

ÜLKE, A., BARAN, T., 2005, “Köprüçay Yıllık Akım Verilerine Uygun Olasılık Dağılım Fonksiyonu ve Kuraklık Analizi, **Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi**, Antalya.